

Streszczenie

Kształtowanie właściwości mechanicznych stopów wysokoentropowych na bazie AlCoCrFeNi

Przedmiotem rozprawy doktorskiej były badania nad kształtowaniem mikrostruktury, struktury fazowej oraz właściwości mechanicznych stopów wysokoentropowych na bazie układu AlCoCrFeNi, stanowiących jedną z najbardziej perspektywicznych grup materiałów do zastosowań w warunkach wysokotemperaturowych, tribologicznych i korozyjnych. Celem naukowym pracy było wyjaśnienie zjawisk odpowiedzialnych za wzrost wytrzymałości stopów na bazie AlCoCrFeNi, natomiast celem aplikacyjnym dobór składu chemicznego i parametrów wytwarzania umożliwiających uzyskanie materiału o określonych właściwościach mechanicznych.

W części teoretycznej przeprowadzono szczegółowy przegląd literatury dotyczący definicji, klasyfikacji oraz właściwości stopów wysokoentropowych, ze szczególnym uwzględnieniem roli aluminium w kształtowaniu mikrostruktury układu AlCoCrFeNi.

W części doświadczalnej opracowano metodę wytwarzania stopów, łączącą topienie indukcyjne i łukowe, która umożliwiła znaczącą redukcję niejednorodności chemicznej oraz zapewniło powtarzalność składu stopów przeznaczonych do dalszych badań. Wytworzono serię kompozycji stopu $Al_xCoCrFeNi$ ($0 \leq x \leq 1,5$), dla których przeprowadzono kompleksową charakterystykę, obejmującą analizę mikrostruktur z wykorzystaniem skaningowego mikroskopu elektronowego, określenie struktur krystalicznych metodą dyfrakcji rentgenowskiej, pomiary twardości metodą Vickersa oraz badania właściwości mechanicznych poprzez statyczną próbę rozciągania i zginania. Ponadto przeprowadzono testy tribologiczne oraz ocenę odporności na wysokotemperaturowe utlenianie z wykorzystaniem optycznej spektrometrii emisyjnej z wyładowaniem jarzeniowym (GD-OES).

W wyniku przeprowadzonych badań wykazano, że wzrost zawartości aluminium w stopach $Al_xCoCrFeNi$ prowadzi do przejścia strukturalnego od fazy fcc do układu dwufazowego (fcc+bcc), a następnie do dominacji fazy bcc, co skutkuje wzrostem twardości i wzrostem wytrzymałości oraz spadkiem plastyczności. Na podstawie analizy mikrostrukturalnej i właściwości mechanicznych wytypowano stop $Al_{0,7}CoCrFeNi$ jako

kompozycję o najbardziej korzystnym zestawie właściwości mechanicznych. Wykazano ponadto, że dodatek tytanu w ilości 0,5 molowo znacząco zwiększa odporność tribologiczną poprzez formowanie stabilnej warstwy wtórnej, ograniczającej zużycie adhezyjne. Przeprowadzone badania wykazały, że zawartość tytanu powyżej 0,2 molowo niekorzystnie wpływa na odporność stopu w warunkach utleniania wysokotemperaturowego, powoduje wzrost tempa utleniania na skutek formowania nieciągłych warstw tlenkowych. Natomiast dodatek Ti w ilości 0,05 molowo może poprawić zarówno wytrzymałość, jak i plastyczność stopu referencyjnego podczas statycznej próby rozciągania.

Wyniki uzyskane w rozprawie uzupełniają wiedzę w obszarze projektowania stopów wysokoentropowych. Przedstawione analizy mogą zostać wykorzystane jako podstawa do dalszego opracowywania kompozycji HEA przeznaczonych do pracy w warunkach ekstremalnych oraz do racjonalizacji procesów modyfikacji składu chemicznego dla aplikacji lotniczych, energetycznych i tribologicznych.

Słowa kluczowe: stopy wysokoentropowe, AlCoCrFeNi, topienie indukcyjne, właściwości mechaniczne

12.02.26 Manana Tokareva