

Nowe nadstopy typu $\gamma\text{-}\gamma'$ na bazie kobaltu są odpowiedzią na ograniczenia komercyjnie stosowanych nadstopów niklu, które nie dają już możliwości zwiększania maksymalnej temperatury pracy turbin gazowych w przemyśle lotniczym oraz w energetyce. Nowa grupa nadstopów jest alternatywą dla stopów na bazie niklu, stąd przyciąga uwagę coraz większej liczby naukowców na całym świecie. Konwencjonalne nadstopy kobaltu wykazywały wiele korzystnych właściwości, m.in. odporność korozyjną, wytrzymałość zmęczeniową oraz temperaturę topnienia wyższą w porównaniu do nadstopów na bazie niklu. Pomimo licznych zalet, mechanizmy umocnienia (głównie wydzielenia węglików) w tych stopach okazały się niewystarczające w przypadku dużych obciążeń mechanicznych w podwyższonej temperaturze, stąd stopy te nie znalazły zastosowania w komponentach turbin, pracujących w ekstremalnych warunkach. Niemniej jednak, nowa grupa nadstopów wymieniona w projekcie wydaje się być dobrym połączeniem korzystnych właściwości kobaltowej osnowy oraz efektu umocnienia poprzez wydzielenia fazy γ' o strukturze typu $L1_2$, analogicznej jak w przypadku nadstopów niklu. Choć stopy te wykazują wysoką odporność na pełzanie oraz posiadają inne zalety, ich głównym mankamentem wymagającym poprawy jest niska odporność na utlenianie, która związana jest z brakiem ochrony w postaci ciągłej, zwartej warstwy tlenkowej utrudniającej dalsze utlenianie. Co więcej, kolejną właściwością wymagającą poprawy jest odporność na utlenianie cykliczne.

Zwiększenie odporności w warunkach utleniania może być uzyskane na drodze modyfikacji składu chemicznego, najczęściej chromem lub krzemem. Niemniej jednak, w przypadku nadstopów kobaltu, pierwiastki te destabilizują mikrostrukturę typu $\gamma\text{-}\gamma'$ lub obniżają odporność na pełzanie. Potencjalnie skuteczne rozwiązanie przedstawionych wcześniej problemów znaleźć można w trzeciej grupie układu okresowego. Pierwiastki takie jak Y, Zr oraz Hf są znane z tego, iż podwyższają przyczepność zgorzeli i zmniejszają prędkość utleniania w przypadku stopów na bazie Fe, Ni oraz Co, jak również polepszają sprawność powłok na bazie Ni oraz Co w warunkach ciągłego i cyklicznego utleniania w wysokiej temperaturze. W trakcie wysokotemperaturowego utleniania pierwiastki te mogą dyfundować do warstwy tlenkowej i zwiększać przyczepność między podłożem, a dolną warstwą tlenkową. Co więcej, obecność omawianych pierwiastków powoduje utrudnienie w odrzutowej dyfuzji kationów metali, a także odrzutowej dyfuzji utleniacza. Podobnego efektu oczekuje się w przypadku modyfikacji nowych nadstopów wzmacnianych fazą γ' , opartych na systemach Co-Al-W oraz Co-Al-Mo-Nb.

Celem projektu jest określenie kinetyki oraz mechanizmów utleniania nowych nadstopów kobaltu modyfikowanych itrem, cyrkonem oraz hafnem w celu podwyższenia odporności na utlenianie w warunkach izotermicznych oraz cyklicznych. Zakłada się, iż wcześniej wspomniane mechanizmy związane z dodatkiem pierwiastków reaktywnych (z ang. reactive elements) mogą być skuteczne również w przypadku stopów na osnowie kobaltu. Z tego powodu projekt obejmuje wytworzenie stopów referencyjnych Co-9Al-9W oraz 10Al-5Mo-2Nb (% at.), a także ich zmodyfikowanych wersji, w obu przypadkach zawierających niewielki dodatek Y, Zr lub Hf. Stopy wytworzone będą metodą odlewniczą oraz zostaną poddane odpowiedniej obróbce cieplnej (utwardzanie wydzieleniowe) w celu otrzymania dwufazowej mikrostruktury typu $\gamma\text{-}\gamma'$. W decydującym etapie, kinetyka utleniania omawianych stopów oraz przyczepność zgorzeli zostaną określone na podstawie badań utleniania izotermicznego oraz cyklicznego. Wyniki kompleksowych badań utleniania zweryfikują skuteczność zaproponowanego rozwiązania w postaci modyfikacji składu chemicznego. Ponadto, bazując na szczegółowej analizie poszczególnych etapów wzrostu zgorzeli wyjaśnione zostaną mechanizmy utleniania. W przypadku nadstopów kobaltu typu $\gamma\text{-}\gamma'$, omawiany wcześniej mechanizm zwany „efektem pierwiastków reaktywnych” (z ang. reactive element effect) nie został jeszcze do tej pory opisany.

Potencjalny wzrost odporności na utlenianie jako efekt modyfikacji składu chemicznego może być ważnym punktem w kontekście dalszych badań mających na celu implementację nowych materiałów na bazie kobaltu w przemyśle lotniczym i w energetyce. Projekt skutkował będzie znacznym poszerzeniem wiedzy w zakresie nowych nadstopów kobaltu umacnianych fazą γ' . Pomimo rosnącego zainteresowania omawianymi stopami, dane literaturowe w tym zakresie wciąż są ograniczone, zwłaszcza w przypadku stopów opartych systemie Co-Al-Mo-Nb, które są obecnie pożądanym zagadnieniem w obszarze badań żarowytrzymałych nadstopów.