

Utlenianie stopu na osnowie fazy międzymetalicznej FeAl w powietrzu i parze wodnej

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań utleniania w powietrzu i parze wodnej w temperaturze 700°C stopu $\text{Fe}_{40}\text{Al}_{5}\text{Cr}_{0,2}\text{TiB}$ po odlaniu i po przeróbce plastycznej. W dostępnej literaturze brak jest informacji o pracach, w których prowadzono badania utleniania w wysokiej temperaturze, w szczególności w temperaturze 700°C na materiale przerobionym plastycznie, w środowisku powietrza i pary wodnej. Otrzymane wyniki badań stanowią uporządkowanie wiedzy w tym zakresie i nowy szeroki zbiór danych dotyczących struktury, składu chemicznego oraz fazowego, uzyskanych przy użyciu zaawansowanych metod badań oraz technik badawczych. Praca podzielona została na obszary badawcze, z których można wyróżnić pięć najważniejszych.

Pierwszy obszar badawczy obejmował wyznaczenie kinetyki utleniania stopu $\text{Fe}_{40}\text{Al}_{5}\text{Cr}_{0,2}\text{TiB}$ w temperaturze 700°C. Wykazano, że materiał po odlaniu wykazuje większą odporność na utlenianie niż po przeróbce plastycznej, niezależnie od środowiska - powietrze czy para wodna. Przebieg kinetyki utleniania dla stanu po odlaniu oraz po obróbce plastycznej, zarówno w powietrzu jak i parze wodnej, miał przebieg zbliżony do parabolicznego.

Drugi obszar badawczy dotyczył oceny stanu powierzchni (struktura, skład chemiczny i fazowy, rozwinięcie powierzchni) po utlenianiu stopu na osnowie fazy międzymetalicznej $\text{Fe}_{40}\text{Al}_{5}\text{Cr}_{0,2}\text{TiB}$, po odlewaniu i po przeróbce plastycznej, przy użyciu zaawansowanych metod badań (SEM, STEM, EDS, WDS, XRD, profilometria optyczna, mikroskopia konfokalna), w powietrzu i parze wodnej. Materiał po utlenianiu pokryty był warstwą tlenków w postaci podłużnych kryształów o budowie drobno iglastych whiskersów oraz struktur płytkowych w kształcie wieloboków.

Trzeci obszar badawczy obejmował charakterystykę warstwy utlenionej pod kątem jej budowy (STEM, TEM). Górna część warstwy tlenkowej stopu po odlaniu i po przeróbce plastycznej utlenianego w powietrzu charakteryzowała się mniejszym zdefektowaniem, co wynika z łagodniejszego przebiegu procesu jej tworzenia, a proces związany był z większą równowagą termodynamiczną procesu. W przypadku stopu w stanie po odlaniu i po przeróbce plastycznej, utlenianego w środowisku pary wodnej, warstwa tlenkowa była bardziej jednorodna, narastająca kolumnowo. Proces utleniania w parze wodnej miał charakter selektywny, w wyniku, którego warstwa tlenkowa wykazuje małe zdefektowanie.

Czwarty obszar badawczy stanowiła szczegółowa analiza składu fazowego (XRD *in situ*, EBSD, dyfrakcja elektronowa, mikrodyfrakcja) produktów utleniania, a w szczególności rodzajów tlenku aluminium, w zależności od środowiska, w którym prowadzone było utlenianie.

Na powierzchni materiału po utlenianiu wykazano obecność stabilnej odmiany tlenku $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, oraz metastabilnej odmiany tlenku $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$.

Piąty obszar badawczy obejmował opracowanie modelu utleniania stopu Fe40Al5Cr0,2TiB w temperaturze 700°C , w środowisku powietrza i pary wodnej. W szczególności wiązało się to z analizą wszystkich otrzymanych wyników badań pod kątem określenia zjawisk fizykochemicznych zachodzących podczas tworzenia się warstwy produktów utleniania, prowadzących od metastabilnej fazy $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ do stabilnej fazy $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. Podsumowaniem tego etapu badań jest stwierdzenie, że proces utleniania stopu Fe40Al5Cr0,2TiB oparty jest o dominującą odrodzeniową dyfuzję aluminium.

Podsumowując całokształt otrzymanych wyników badań w pracy można stwierdzić, że wyjaśniono, jaki jest mechanizm powstawania warstwy produktów utleniania stopu Fe40Al5Cr0,2TiB oraz opisano szczegółowo jaka jest ich struktura, skład chemiczny i fazowy. Pozwoliło to w zakresie praktycznym wyjaśnić bardzo dobrą odporność na utlenianie w wysokiej temperaturze stopu Fe40Al5Cr0,2TiB i wykazać, że jest to materiał o żaroodporności wyższej od wielu materiałów dotychczas stosowanych do pracy w warunkach występowania korozji wysokotemperaturowej w środowisku utleniającym.