

STRESZCZENIE

Przedmiotem rozprawy jest analiza wpływu wysokotemperaturowego odkształcania plastycznego na ewolucję mikrostruktury i właściwości nadstopu niklu Haynes 282 wytworzonego metodą odlewania precyzyjnego. Głównym celem badań było określenie zależności pomiędzy temperaturą i prędkością odkształcania a mechanizmami odpowiedzialnymi za zmiany mikrostruktury, ze szczególnym uwzględnieniem zdrowienia dynamicznego oraz rekrytalizacji dynamicznej. Opracowano zatem kompletną sekwencję technologiczną obejmującą wytworzenie materiału metodą odlewania precyzyjnego, ocenę jakości odlewów, analizę składu fazowego i mikrostruktury, badania cieplne DTA, obróbkę cieplną oraz wysokotemperaturowe próby ściskania z wykorzystaniem termosymulatora Gleeble 3800. Badania prowadzono w zakresie temperatury 700–1200°C dla dwóch prędkości odkształcania: 0,001 oraz 0,008 s⁻¹. Zastosowana metodyka obejmowała mikroskopię świetlną, skaningową i transmisyjną (LM, SEM, TEM), analizy STEM-EDS i SAED, dyfrakcję rentgenowską XRD oraz pomiary twardości i właściwości mechanicznych. Uzyskane wyniki wykazały, że jakość materiału wyjściowego jest silnie uzależniona od parametrów procesu odlewania. Analiza porowatości oraz mikrostruktury potwierdziła możliwość otrzymania odlewów o prawidłowej geometrii i odpowiedniej jakości do dalszej przeróbki cieplno-plastycznej. Badania DTA umożliwiły identyfikację charakterystycznych efektów cieplnych oraz wyznaczenie zakresu temperatur istotnych dla doboru parametrów przesycania i odkształcania. W zakresie temperatury 700–800°C stwierdzono najwyższy opór odkształcania, wysokie wartości naprężenia maksymalnego oraz dominację umocnienia odkształceniowego. Obserwacje TEM wykazały dużą gęstość dyslokacji, rozwinięte pasma poślizgu oraz lokalną inicjację mikropeknięć. Wraz ze wzrostem temperatury do 850–1000°C następowała przebudowa podstruktury dyslokacyjnej oraz rozwój zdrowienia i rekrytalizacji dynamicznej, prowadzące do powstawania nowych ziaren równoosiowych i stopniowego zmniejszenia oporu odkształcania. Dla temperatury powyżej 1050°C dominującym zjawiskiem stał się wzrost ziaren, któremu towarzyszył spadek twardości oraz zwiększenie średniej wielkości ziarn zrekrystalizowanych. Analizy TEM, SAED oraz STEM-EDS pozwoliły na identyfikację wydzieleni węglkowych typu MC bogatych głównie w Ti, Mo i Nb oraz określenie ich roli w oddziaływaniu z podstrukturą dyslokacyjną i granicami ziaren. Wykazano, że wydzielena te wpływają na przebieg procesów odnowy mikrostruktury poprzez ograniczanie migracji granic oraz utrudnianie ruchu dyslokacji. Na podstawie wyników badań określono najbardziej korzystny zakres parametrów odkształcania, odpowiadający temperaturze 900–1000°C, w którym uzyskano optymalne połączenie ograniczonego oporu odkształcania, intensywnej rekrytalizacji dynamicznej oraz zachowania drobnoziarnistej mikrostruktury. Otrzymane wyniki stanowią podstawę do dalszej optymalizacji technologii wytwarzania półwyrobów z nadstopu Haynes 282 przeznaczonych do zastosowań wysokotemperaturowych.