

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТАНТАЛУ НА КРИТИЧНІ ТЕМПЕРАТУРИ І СТРУКТУРУ БАГАТОКОМПОНЕНТНОЇ НІКЕЛЕВОЇ СИСТЕМИ

Метою цієї роботи є порівняльна оцінка впливу танталу на критичні температури виділення і розчинення фаз в багатокомпонентній системі на основі нікелю за допомогою методу CALPHAD (пасивний експеримент) і активного експерименту методом диференційного термічного аналізу (ДТА).

Метод пасивного експерименту полягав в комп'ютерному моделюванні термодинамічних процесів, які протікають при кристалізації (охлаодженні) або нагріванні в сплавах. Моделювання даних процесів дозволило провести розрахункове прогнозування і зробити порівняльну оцінку впливу танталу на критичні температури виділення або розчинення окремих фаз в дослідних складах, в порівнянні з базовим складом без танталу. Розрахунки критичних температур проводили індивідуально по кожному дослідженому складу при покроковому введенні танталу (Ta) з концентраційним кроком 1,0% за масою в фіксований склад багатокомпонентної системи *Ni-13,5Cr-5Co-3,4Al-4,8Ti-7,3W-0,8Mo-0,015B-0,03Y-0,01La-0,12C* в дослідженому діапазоні (1,0-5,0% за масою). Аналіз результатів показав, що з підвищенням вмісту танталу в дослідженому діапазоні легування, критичні температури ліквідуса (t_L) і солідуса (t_S) поступово знижуються. Одночасно звужується температурний інтервал кристалізації ($\Delta t_{кр.}$) сплавів. Так, температура ліквідуса (t_L) при вмісті танталу 5,0% за масою знизилася на 26 °С, а температура солідуса (t_S) знизилася тільки на 14 °С, в порівнянні з цими температурами для базового складу ЗМІ-ЗУ без танталу. При цьому, підвищилася температура локального плавлення ($t_{ЕВТ.}$) евтектики ($\gamma+\gamma'$) на 37 °С. Встановлено, що легування танталом розширює температурний інтервал для проведення першої ступені гомогенізації ($\Delta t_{ГОМ.}$) на ~ 25 °С.

Металографічні дослідження показали, що мікроструктура моно-кристалічних зразків [001] в литому стані має типово дендритну будову, що виявляється в нерівномірному розподілі часток γ' - фази, евтектики ($\gamma+\gamma'$) і карбідної фази. Але, після кристалізації в структурі дослідних складів частки основної зміцнювальної γ' - фази виділилися із γ - твердого розчину достатньо рівномірно та мають кубічну морфологію. Після проведення дослідним складам відповідної гомогенізації (перша ступень) від 1180 °С, з підвищуючим температурним кроком 15 °С, протягом 4 години, в структурі досліджених складів помітно знижується кількість нерівноважних фаз. З

підвищенням концентрації танталу в сплаві ЗМІ-3У з 1,0% до 5,0%, за масою, в структурі збільшується об'ємна кількість основної зміцнювальної γ' - фази, в порівнянні зі сплавом ЗМІ-3У без танталу. Порівняльні металографічні дослідження показали, що після другої ступені гомогенізації (1050 °С -4 години) в структурі дослідних складів спостерігається коагуляція часток основної γ' - фази, які не розчинилися. Одночасно відбувається додаткове виділення дрібнодисперсних частинок γ' - фази в результаті дорозпаду γ - твердого розчину, що формує її бімодальність (двохрозмірність).

Узагальнення результатів комплексних досліджень показало, що для багатокомпонентної системи (Ni-13,5Cr-5Co-3,4Al-4,8Ti-7,3W-0,8Mo-0,015B-0,03Y-0,01La-0,12C) вміст танталу до 4,0% за масою оцінюється як позитивний. Збільшення вмісту танталу до 5,0% за масою, призводить до помітного зниження температури солідуса (t_s), нижче, ніж 1280 °С, що є небажаним для ливарних жароміцних нікелевих сплавів, які працюють за температур до 1000 °С і вище.

Вміст танталу 5,0% за масою для дослідженої багатокомпонентної системи оцінюється як негативний, так як перелегування танталом може призводити до таких небажаних наслідків, як збільшення структурної неоднорідності і зниження фазової стабільності за рахунок виділення шкідливих ТЦУ- фаз несприятливої морфології, що може призводити до різкого зниження міцності, особливо пластичності, і втрати працездатності матеріалу.