

УДК 669.295:669.046.516

Галенкова О. Б.
аспірант УДУНТ, інженер ДП «Івченко-Прогрес»,
м. Запоріжжя, Україна

Куц Д. О.
АТ «Мотор Січ», м. Запоріжжя, Україна

Урекін Д. В.
аспірант УДУНТ, м. Дніпро, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПЛАВУ НА ОСНОВІ АЛЮМІНІДУ ТИТАНУ ШЛЯХОМ МОДИФІКУВАННЯ

Сплави на основі алюмінідів титану, або γ -сплави, є одними з найбільш перспективних матеріалів для отримання лопаток газотурбінних двигунів нового покоління. Порівняно з іншими конструкційними матеріалами, що використовуються в авіаційному секторі промисловості, найбільш важливими перевагами сплавів на основі алюмінідів, є низька щільність, висока питома міцність та модуль пружності, висока структурна стабільність.

Головною формуювальною технологією виробництва деталей з алюмініду титану є технологія лиття [1–5], що уявляє собою найбільш економічний виробничий процес для отримання виробів складної форми. Отримана мікроструктура виробів характеризується крупнозернистою будовою, що поступається за властивостями матеріалам, отриманих, наприклад, шляхом деформації або адитивними технологіями.

Одним із раціональних та практично доцільних шляхів подрібнення зерна литої структури, підвищення технологічної та конструкційної пластичності γ -сплавів з одночасним забезпеченням високих характеристик міцності та жароміцності є модифікування. Головний напрямок модифікування – це введення тугоплавких елементів, що штучно збільшують кількість зародків при кристалізації, та використання поверхнево активних елементів, механізм дії яких полягає у адсорбції на поверхні зерен, що сприяє зміні поверхневої активності кристалів та швидкості дифузії і призводить до зміни форми та розмірів кристалів [6]. Головним критерієм вибору поверхнево активного модифікатора є мала розчинність в ґратці основного металу, тобто титані. Найбільший ефект від модифікування досягається при комплексному введенні модифікуючих елементів.

Метою роботи є дослідження впливу різних концентрацій Y, Re та B на структуру та властивості сплаву на основі алюмініду титану системи Ti-28Al-7Nb-2Mo.

Матеріали авіаційного виробництва

В якості об'єкту дослідження використано злитки алюмініду титану дослідного складу системи Ti-28Al-7Nb-2Mo, легованих мікродобавками ітрію, ренію та бору, отриманих у вакуумно-дугової печі з мідним кристалізатором.

Дослідження проводили у відповідності з методом планування ортогонального повнофакторного експерименту 2³. Для визначення індивідуального впливу модифікаторів їх нижній рівень приймали рівним нулю. Верхній рівень вмісту модифікаторів 0,2% обирали виходячи з фізичних та хімічних особливостей кожного з елементів.

Проведено дослідження впливу модифікаторів на структуру та властивості отриманих злитків. Визначено, що введення ітрію призводить до глобуляризації та фрагментації структурних складових, введення бору сприяє формуванню пластинчастої структури з малим розміром колоній, а додавання ренію значно потоншує пластинки ($\alpha_2+\gamma$)- фаз. Суттєва зміна морфології структурних складових вихідного сплаву дозволяє підвищити характеристики міцності та пластичності, особливо в значній мірі при комплексному легуванні.

Отримано регресійні рівняння залежності границі міцності та пластичності від вмісту модифікуючого елементу, що мають квадратичний та лінійний вигляд відповідно.

Встановлено оптимальні концентрації модифікуючих елементів у складі дослідного сплаву на рівні 0,1% кожного, що забезпечують найбільш суттєве підвищення механічних властивостей – границя міцності сплаву підвищується з 285МПа до 800МПа, відносне подовження – з 0,4% до 1%.

Список літератури

1. Развитие технологии Электронно-лучевой плавки титана / Патон Б.Е., Тригуб Н. П., Замков В.Н. и др. // Проблемы спецэлектротметаллургии. – 2000. – №2. – С. 34–40.
2. Microstructure development during directional solidification of Ti-45Al-8Nb alloy / . Ding, X.F., Lin, J.P., Zhang, L.Q. et al. // J. Alloys Compd. – 2010, 506, 115–119.
3. ЭШП титана: вчера, сегодня, завтра / Патон Б.Е., Медовар Б.И., Бенц М.Г. и др. // Проблемы спецэлектротметаллургии. – 1999. – №2. – С. 3–7.
4. Возможности дугошлакового переплава как одного из методов специальной электротметаллургии// Специальная металлургия: вчера, сегодня, завтра / Патон Б.Е., Саенко В.Я., Помарин Ю.М. и др. – К. : Політехніка. – 2002. – С. 102–108.
5. Changes of Oxygen Content in Molten TiAl Alloys as a Function of Superheat during Vacuum Induction Melting / Chen, B., Ma, Y., Gao, M., Liu, K. // J. Mater. Sci. Technol. – 2010, 26, P. 900–903.
6. Мальцев М. В. Модифицирование структуры металлов и сплавов / Мальцев М. В. – М. : Металлургиздат, 1964. – 21 с.