





SATA Super Alloys for Turbine Applications



Gas turbine and materials







Problematica industriale



Nelle pale del primo stadio statorico delle turbine a gas è stata riscontrata una elevata fragilità, evidenziata da una serie di cricche non riparabili formatesi durante l'esercizio ed in fase di smontaggio.

Mappe EBSD nelle zone limitrofe alle cricche hanno evidenziato la precipitazione di una fase a struttura esagonale, responsabile dell'infragilimento della lega.



La transizione fcc - hcp avviene tramite trasformazione martensitica con struttura a lamelle.





Modellizzazione termodinamica



La modellizzazione termodinamica con metodo CALPHAD della lega può spiegare il fenomeno della precipitazione inedsiderata.

A tale scopo è stato sviluppato un apposito database termodinamico che include:





Modellizzazione termodinamica



Il database termodinamico comprende diverse fasi, ognuna modellizzata in modo appropriato, a seconda della sua natura, nellambito del Compound Energy Formalism (CEF)

Tipo di fasi	Fasi presenti nei sistemi	Modello
Soluzioni solide sostituzionali e/o interstiziali	Liquido fcc, bcc, hcp NaCl_TY, CdI₂_TY	Descritte con un unico sottoreticolo per la miscela degli elementi metallici e uno per gli elementi interstiziali.
Soluzioni solide ordinate	Fase σ, Fase μ, Fase R C14, C15, C36 Al ₂ Cu_TY, MoSi ₂ _TY, NbPt ₃ _TY, MoPt ₂ _TY	Descritte con più sottoreticoli correlati ai siti cristallografici e alla loro coordinazione.
Fasi stechiometriche	TiAl ₃ _TY, NbNi ₈ _TY, Ta2Co7_TY, MoNi4_TY, WNI, W2NI, D0_19	Descritte con più sottoreticoli corrispondenti alla stechiometria, ciascuno occupato da un singolo elemento.
Fasi pseudo- stechiometriche	M23C6, M7C3, WC M6C, M12C, M4C, M3C2	Carburi. Descritte con un singolo sottoreticolo per gli elementi metallici e uno per il carbonio.



Risultati sperimentali

Impronte di durezza su campioni esposti in forno



T < 650°C



Fase hcp è presente in placchette vicino impronta in quantità simile a quella a T amb



T > 650°C



Lo strato ricristallizzato è principalmente cubico a 700°C. A T superiori la fase hcp non è più presente

Lo strato ricristallizzato (<u>ox + def locale</u>) è esagonale. La fase hcp è presente anche in placchette vicino all'impronta. Ritrovata la fase esagonale anche lontano dall'impronta di durezza.



La modellizzazione termodinamica mostra che la fase esagonale diventa stabile proprio a questa temperatura.

Normalmente la sua formazione è cineticamente inibita, m ala combinazione di stress termico e meccanico favoriscono la sua precipitazione.

