

Estudo da estabilidade de fases em superligas à base de Cobalto

Orientador: Maysa Terada

Co-orientador: Alex Matos da Silva Costa

Unidades: Laboratório Nacional de Nanotecnologia – CNPEM

1 INTRODUÇÃO

A descoberta da fase $\text{Co}_3(\text{Al,W})$ em ligas do sistema $\text{Co-Al-W}^{[1]}$ promoveu o aumento do interesse da comunidade científica em relação a este sistema que apresenta microestrutura γ/γ' assim como é observado nas superligas à base de Ni. A diferença neste caso é que a fase ordenada γ' - $\text{Co}_3(\text{Al,W})$ está presente em algumas ligas ternárias do sistema Co-Al-W para concentrações de 9 a 10 %at. de Al e de W. Várias ligas baseadas no sistema Co-Al-W vêm sendo alvo de estudos com o objetivo de entender como as adições de elementos de ligas podem afetar a fração volumétrica, a temperatura solvus de γ' , a tensão de escoamento em alta temperatura, sua resistência à oxidação, e como ocorre a evolução microestrutural em temperaturas próximas a $1000\text{ }^\circ\text{C}^{[1-3]}$.

As superligas de Co mais utilizadas são as policristalinas. Assim são feitas adições de Cr, W, Mo, Nb, Ta e C que contribuem com os mecanismos de endurecimento por solução sólida da fase Co_{ss} e por precipitação de carbonetos. Os carbonetos finamente dispersos no interior dos grãos e na região dos contornos de grãos são responsáveis pelo aumento da resistência mecânica em temperaturas elevadas pois são obstáculos para a movimentação de discordâncias e reforçam os contornos de grãos dificultando o escorregamento relativo de contornos de grãos. Porém assim como já observado nas superligas de Ni, o efeito de tempos prolongados sob temperaturas intermediárias ($800 - 950\text{ }^\circ\text{C}$) pode promover mudanças microestruturais significativas que podem ocorrer através da decomposição de carbonetos primários ($\text{MC} \rightarrow \text{M}_{23}\text{C}_6$). Além disso a formação de fases intermetálicas topologicamente compactas com elevada razão de aspecto não é desejável pois atuarão como regiões favoráveis a nucleação de trincas^[4-6].

Assim estabilidade microestrutural sob temperaturas elevadas é fundamental pois mudanças microestruturais significativas podem levar ao colapso do material sob condições de serviço extremas. A determinação da evolução microestrutural e dos equilíbrios de fases em temperaturas elevadas sob tempos prolongados é um dos pré-

requisitos necessários para seleção de materiais a serem utilizados como componentes estruturais em temperaturas elevadas. Nesta proposta de pesquisa serão estudados os efeitos microestruturais provocados pela exposição de superligas de Co a temperaturas de acima de 900 °C.

2 OBJETIVO

Na presente proposta de pesquisa serão estudados os efeitos da evolução microestrutural em superligas de Co expostas por tempos prolongados a temperaturas elevadas (acima de 900 °C).

3 METODOLOGIA

A realização desta proposta de pesquisa consistirá em uma série de atividades que vão exigir do candidato habilidades como:

- (1) Familiaridade e boa compreensão da língua inglesa bem como de textos científicos;
- (2) Interesse pela área de termodinâmica computacional;
- (3) Interesse por materiais metálicos e em metalurgia física;
- (4) Disposição para realização de atividades multidisciplinares.

Para o início do estudo já foram produzidas amostras por fusão a arco das ligas padrão (40Ni-3Ta) e modificada com Nb (40Ni-3Nb), como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química (% at.) das ligas que serão estudadas no presente projeto e comparadas com a liga padrão (HITACHI; MITO; SENDAI, 2011).

Ligas	Composição química (% at.)								
	Co	Ni	Al	W	Ta	Cr	Nb	B	C
Padrão(40Ni-3Ta)	Bal.	40	10	7,5	3	10	-	0,06	0,6
30Ni-3Nb	Bal.	30	10	7,5	-	10	3,0	0,06	0,6
40Ni-3Nb	Bal.	40	10	7,5	-	10	3,0	0,06	0,6
50Ni-3Nb	Bal.	50	10	7,5	-	10	3,0	0,06	0,6

As amostras serão submetidas a tratamentos térmicos de acordo com informações encontradas na literatura (PARK et al., 2012) e (HITACHI; MITO; SENDAI, 2011). O intervalo de temperaturas para a realização dos tratamentos térmicos de longa duração,

até 1000 horas, na temperaturas de 900 e 1000 °C para avaliação dos equilíbrios de fases nestas condições.

O estudo microestrutural que será realizado neste trabalho terá como objetivos principais:

- (1) Medir a fração volumétrica da fase γ' e de outras fases secundárias, bem como, estimar as composições químicas destas fases;
- (2) Medir as variações das composições dos elementos entre a matriz γ , γ' e as fases secundárias ($\alpha - W$, $\mu - Co_7W_6$, $D0_{19} - Co_3W$ e carbonetos/boretos).

Para tanto, será necessário a utilização de microscópios eletrônicos: varredura e de transmissão. A estrutura do LNNano (Laboratório Nacional de Nanotecnologia) conta com equipamentos de última geração no que diz respeito a técnicas de microscopia. Desta forma toda a caracterização microestrutural será conduzida LME (Laboratório de Microscopia Eletrônica).

4 CRONOGRAMA

Em relação às principais atividades científicas que deverão ser executadas pelo segue abaixo os tópicos mais relevantes a serem considerados:

Tabela 1. Atividades propostas no projeto de iniciação científica.

Atividades	Período (Trimestres)
Obtenção das amostras	1°
Tratamentos térmicos de longa duração	1° e 2°
Caracterização microestrutural	2° e 3°
Apresentação do relatório e publicações	3° e 4°

5 BIBLIOGRAFIA

[1] SATO, J. et al. Cobalt-Base High-Temperature Alloys. Science, v. 312, p. 90-91, 2006.

[2] POLLOCK, T. M. et al. New Co-based $\gamma - \gamma'$ high-temperature alloys, JoM v. 62, (2010): 58 – 62.

- [3] MIURA, S.; OHKUBO, K.; MOHRI, T. Mechanical Properties of Co-Based $L1_2$ Intermetallic Compound $Co_3(Al,W)$. *Materials Transactions* v. 48, n. 9, (2007): 2403-2408.
- [4] COUTSOURADIS, D.; DAVIN, A.; LAMBERIGTS, M. Cobalt-based superalloys for applications in gas turbines, *Mater. Sci. Eng.* 88 (1987): 11–19.
- [5] ANTONY, K. C. Wear-Resistant Cobalt-Base Alloys. *The Journal of The Minerals, Metals & Materials Society (TMS)*, v. 35, p. 52-60, 1983.
- [6] DRAPIER, J.M. et al. Structural Stability of Mar-M-509 -- A Cobalt-Base Superalloy, in: *Int. Symp. Struct. Stab. Superalloys*, (1968): 436–459.
- [7] HITACHI; MITO; SENDAI – (Japan). Seunghwan PARK, Satoshi Hirano, Shinya Imano, Jun Sato, Hiroyuki Kokawa, Yutaka Sato, Kiyohito Ishida, Toshihiro Omori. Friction stir tool. Patent Number (US 2011/0062214 A1), 17 Mar. 2011.
- [8] PARK, S. H. C. et al. Friction-Stir Welding of High-Softening-Temperature Materials using Cobalt-Based Alloy Tool. *Materials Science Forum*. v. 706-709, (2012): 996-1001.