ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA INSERÇÃO DE NANOPARTÍCULAS CERÂMICAS (ZrO_2) NA ESTRUTURA DE SOLIDIFICAÇÃO DE SUPERLIGA A BASE DE Co (STELLITE 6)

Hyan Carlos Schubert[1], Danielle Bond[2]

[1] Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica UDESC-CCT bolsista PROIP/UDESC
[2] Orientadora, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas UDESC-CCT-danielle.bond@udesc.br

Palavras-chave: Nanopartículas. Zircônia. Stellite 6.

As superligas de níquel são conhecidas pela excelente resistência a corrosão em elevadas temperaturas, as a base de cobalto, além destas características, elas possuem elevada resistência ao desgaste, sendo a superliga denominada Stellite 6, a mais conhecida e empregada. Elas podem ser utilizadas nos processos de soldagem por fusão para deposição de revestimentos, com especial destaque para o plasma por arco transferido (PTA) (DAVIS, 1993). Juntamente à utilização e estudo das superligas a base de Co no processo de soldagem PTA, a inserção de nanopartículas (NPs) nessas ligas tem sido proposto, como no caso da adição de 2% em peso de nano TiC que aumentaram a resistência ao desgaste das ligas de Stellite 6 [5]. A modificação das propriedades dos revestimentos soldados está correlacionada com a variação microestrutural resultante da solidificação. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo uma análise da influência da adição de nanopartículas de ZrO_2 por meio de portadores de Fe-ZrO_2 em uma superliga de Co (Stellite 6) fundida por PTA. Foram preparadas 04 amostras na forma de mini-billets: 01 de Stellite 6 sem inserção de ZrO_2 outras 03 contendo teores crescentes de Zr (1e 2,5 e 7,5%). As amostras foram cortadas transversalmente passaram por preparação metalográfica e posterior caracterização por meio de microscópio óptico de varredura com emissão de campo (MEV-FEG) [6,8]. As fases foram caracterizadas por meio de Difração de Raios X (DRX) com tubo Cu com 2θ variando de 0 a 90° com velocidade de 0,5°/min; e suas quantidades medidas de acordo com a ASTM 562-02 (*Standart test method for determining volume fraction by systematic manual point count*). A microestrutura da amostra fundida de Stellite 6 consiste numa região dendrítica de solução sólida rica em cobalto (α), e na região interdendrítica pode se encontrar o eutético (α e carbonetos). O tipo de carboneto predominante nesta liga é de cromo M_7C_3, embora também possam ser formados os carbonetos de tungstênio M_6C e de Cr sendo o mais comum o $M_{23}C_6$ quando o teor de carbono é baixo [11]. A inclusão de nanopartículas tem indicado uma melhora nas propriedades mecânicas dos cordões soldados, como aumento da dureza e resistência mecânica, e podem ser correlacionados com o refino da estrutura e, portanto, com a quantidade de fases. Os resultados mostraram que não houve aumento da quantidade de fase eutética (Fig.1) com o aumento da inserção das nanopartículas de ZrO_2 para os níveis estudados. Para avaliar as fases presentes no material com e sem a inserção de nanopartículas de ZrO_2, realizou-se análise por DRX, Figura 2. Os resultados mostram que as fases identificadas no Stellite 6 são: solução sólida rica em Co na estrutura cúbica de face centrada e hexagonal, com carbonetos de Cr (Cr_7C_9) e $Cr_{23}C_3$ e de W (W_2C). Observa-se que estas fases se mantêm

para o mesmo ângulo 2θ nas demais amostras, não tendo, portanto, alteração na estrutura cristalina devido à inserção de nanopartículas de ZrO_2 (Fig. 2). Mesmo comportamento foi observado em nanopartículas de TiC no Stellite 6 [5]. As nanopartículas de ZrO_2 não apareceram nos difratogramas pois a técnica de DRX não detecta pequenas quantidades no material analisado. Ao analisar a composição química das fases eutética e dendrítica por meio de EDS/FEG confirmou-se que eram regiões predominantemente compostas por carbonetos de Cr/W e Co respectivamente [11]. Ao analisar os carbonetos de W observou-se que o houve diminuição na sua quantidade nas amostras com maior quantidade de nano ZrO_2. Sugere-se que isso tenha ocorrido devido à dissociação da ZrO_2 e algum desses elementos terem se ligado ao W e segregado para outra região. Estudos com NPs de ZrO_2 constataram que as partículas de ZrO_2 não dissociaram e assim, segregaram para o espaço interdendrítico ocasionando o refinamento dendrítico [11]. Conclui-se que para os parâmetros estudados neste trabalho a adição de não-ZrO_2 na superliga a base de Co (Stellite 6) não resultou na precipitação de fases diferentes, nem aumentou a quantidade de fase eutética; porém houve diminuição da quantidade de W presente nos WC nas microestruturas analisadas.

Amostra	% Eutético	% Dendrítica	% Desvio
St	26	74	3,38
St+1%	41	59	3,97
St+2,5%	25	75	3,00
St+7,5%	51	49	2,91

Fig 1. *Quantidade volumétrica das fases eutética e dendrítica*

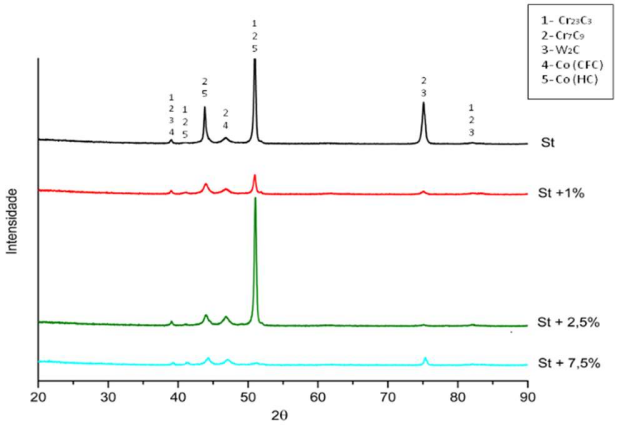

Fig 2. Fases precipitadas detectadas por meio de DRX

Referências:

[1] HANDBOOK, A. S. M. Volume 6: Welding, Brazing and Soldering. **ASM International**, v. 2603, 1993.

[2] JESHVAGHANI, R. Arabi; SHAMANIAN, M.; JABERZADEH, M. Enhancement of wear resistance of ductile iron surface alloyed by stellite 6. **Materials & Design**, v. 32, n. 4, p. 2028-2033, 2011.

[3] BAKSHI, S. R.; LAHIRI, D.; AGARWAL, A. Carbon nanotube reinforced metal matrix composites - a review. International Materials Reviews, v. 55, n. 1, p. 41-64, 2010.

[4] GOMES, Rafael et al. Microstructural control of Co-based PTA coatings. **Materials Research**, v. 15, n. 5, p. 796-800, 2012.

[5] ACEVEDO-DÁVILA, J. L. et al. Cobalt-based PTA coatings, effects of addition of TiC nanoparticles. **Vacuum**, v. 143, p. 14-22, 2017

[6] MORATTI, Laura Stephane; BOND, Danielle. Fusão de superliga a base de Co com nanopartículas cerâmicas (ZrO2) utilizando PTA.

[7] LI, Mingxi et al. Effect of nano-CeO2 on cobalt-based alloy laser coatings. **Journal of materials processing** *technology*, v. 202, n. 1-3, p. 107-111, 2008.

[8] DOS SANTOS, Bruna Cristina; BOND, Danielle. Incorporação de Nanopartículas Cerâmicas em Pós-metálicos para Soldagem PTA.

[9] DABIRI, A. R. et al. Effect of ZrO2 nanoparticles on the impact properties of shielded metal arc welds. Materials Letters, v. 158, p. 325-328, 2015.

[10] FATTAHI, M.; MOHAMMADY, M.; SAJJADI, N.; HONARMAND, M.; FATTAHI, Y.; AKHAVAN, S. Effect of TiC nanoparticles on the microstructure and mechanical properties of gas tungsten arc welded aluminum joints. Journal of Materials Processing Technology, v. 217, p. 21-29, 2015.

[11] MONTEALEGRE, M. Ángeles et al. Laser cladding of cobalt alloy with ceramic nanopowder on steel. In: International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics. LIA, 2010. p. 298-303.

[12] DAVIS, J.R. Hardfacing, weld cladding, and dissimilar metal joining: Welding, Brazing and Soldering, Metals Handbook, 10ª ed. Ohio: ASM International, Metals Park, v.6,1993.