

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À OXIDAÇÃO DE LIGAS MULTICOMPONENTES $W\text{MoNbCrAl}_x$ ($x=1$ e $1,5$) OBTIDAS POR SPARK PLASMA

Frederico Neme Ribeiro ¹; Ágata Mayara Paula Pontes ²; Kátia Regina Cardoso ³

¹ Universidade Federal de São Paulo. (frederico.neme@unifesp.br)

² Universidade Federal de São Paulo. (agata.pontes@unifesp.br).

³ Universidade Federal de São Paulo. (krcardoso@unifesp.br).

Resumo: Ligas refratárias multicomponentes (LRMC) constituem uma classe de materiais que têm despertado grande interesse científico devido ao seu potencial para aplicações em altas temperaturas, apresentando propriedades físico-químicas notáveis, como elevada dureza, alto ponto de fusão e alta tensão de escoamento, tornando-as promissoras para aplicações estruturais. Entretanto, uma limitação dessas ligas é a baixa resistência à oxidação em altas temperaturas, o que tem motivado a incorporação de elementos formadores de óxidos protetores, como Cr e Al. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência da adição de Al e de sua variação molar na resistência à oxidação de ligas $W\text{MoNbCrAl}_x$. Foram investigadas as ligas $W_{20}\text{Nb}_{20}\text{Mo}_{20}\text{Cr}_{20}\text{Al}_{20}$ at.% e $W_{18,2}\text{Nb}_{18,2}\text{Mo}_{18,2}\text{Cr}_{18,2}\text{Al}_{27,2}$ at.%, denominadas HEA1 e HEA2, respectivamente. As ligas foram desenvolvidas pela rota de metalurgia do pó por meio do processo de mechanical alloying, a 300 rpm por 36 h de moagem e posteriormente sinterizadas por spark plasma sintering a 1100 °C, sob força de 8 kN, durante 5 min. A caracterização microestrutural foi realizada por microscopia eletrônica de varredura (MEV) equipada com espectroscopia de energia dispersiva (EDS). A identificação das fases presentes nas ligas e dos óxidos formados após os ensaios foi realizada por difração de raios X (DRX), utilizando radiação $\text{Cu K}\alpha$, varredura de 20° a 90° (2 θ), passo de 0,02° e velocidade de 5°/min. Os ensaios de oxidação foram realizados em forno mufla a 1000 °C por 6 h e a 900 °C por 36 h, com monitoramento do ganho de massa ao longo do tempo. As análises microestruturais indicaram a formação de uma matriz de estrutura CCC, contendo fases secundárias nanométricas dispersas. As fases identificadas por DRX foram CCC, B2, fase μ e carbonetos metálicos. Os resultados do ensaio de oxidação mostraram que, a 1000 °C, ambas as ligas apresentaram elevado ganho de massa inicial (210 mg/cm² para HEA1 e 140 mg/cm² para HEA2 em 2 h), seguido de perda de massa associada à degradação das amostras. Observou-se a formação de uma camada de óxidos porosa e volumosa, com expansão anisotrópica, o que resultou em deformação das amostras. Em contraste, a 900 °C, as ligas apresentaram maior resistência à oxidação e ganhos de massa significativamente menores após 36 h de exposição (0,10 mg/cm² para HEA1 e 0,11 mg/cm² para HEA2). No entanto, ao final do ensaio foi observado o início da expansão dos óxidos e a separação da camada oxidada do substrato metálico. De modo geral, ambas as ligas apresentaram comportamento semelhante em relação à resistência à oxidação, com formação de óxidos porosos e de expansão anisotrópica, o que pode estar relacionado à microestrutura e à rota de processamento utilizada.

Palavras-chave: Ligas multicomponentes; Resistência à oxidação; Spark plasma sintering.