cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Estudo da Influência da Técnica de Liga na Microestrutura de um Aço Sinterizado

Figueiredo, N. C.[1]; Bendo, T.[1]; Klein, A. N. [1].
1. LabMat - Universidade Federal de Santa Catarina.

Introdução

O molibdênio destaca-se como um elemento de liga de grande relevância tecnológica, especialmente em aços estruturais sinterizados. Quando adicionado na forma elementar, este elemento tende a formar uma microestrutura heterogênea, devido à sua baixa difusividade no ferro; por outro lado, quando adicionado na forma de pó pré-ligado, a formação de solução sólida com o ferro pode comprometer a compressibilidade dificultando a obtenção da densidade final desejada. Como alternativa, vem sendo estudada a adição do Mo na mistura de pós através de distintos portadores do elemento de liga Mo.

Objetivos

O objetivo deste trabalho foi estudar a sinterabilidade e evolução microestrutural, durante a sinterização de compactados de misturas de pós, contendo 3 fases distintas na forma de pós contendo o elemento de liga Mo.

Metodologia

Foram preparadas misturas de pós utilizando 3 formas distintas de adição do molibdênio: 1) pó de molibdênio elementar (Mix E), 2) carbeto de molibdênio (Mo_2C) (Mix C) e 3) pó pré-ligado do tipo Astaloy® (Fe–1,5%Mo) (Mix A), todas chegando a seguinte composição final: Fe-1,5 Mo + 4 Ni + 0,6 C. Para o estudo foram compactados corpos de prova cilíndricos (7x10 mm) por compactação uniaxial em matriz de duplo efeito (mechanical pressing). Os ensaios de sinterização foram realizados em um dilatômetro diferencial nas temperaturas de 1100, 1210 e 1300 °C, com um tempo de 1h, em um fluxo de gás de N_2. Foram analisadas a densidade a verde e sinterizada, o nível de porosidade residual e a microestrutura obtida. As análises de microestrutura foram conduzidas na superfície da seção transversal (faces em contato com o punção durante a etapa de compactação) em uma região intermediária entre o centro da amostra e as bordas.

Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra a variação dimensional durante as fases de aquecimento, sinterização isotérmica e resfriamento das amostras sinterizadas no dilatômetro diferencial.

Resultados e Discussão

Percebe-se que existe um comportamento de variação dimensional muito próximo ao longo da fase de aquecimento e sinterização isotermica nas amostras com uma leve vantagem em termos de retração por sinterização da liga contendo o pó Astaloy, no qual o Mo já está em solução sólida, o que lhe garante uma retração levemente maior . É preciso lembrar que o Mo é alfagênio, enquanto que o Ni e C são gamagênios. A Figura 2 mostra as microestruturas do três materiais no estado sinterizado. Percebe-se que não há muita diferença entre a microestrutura dos mesmos.

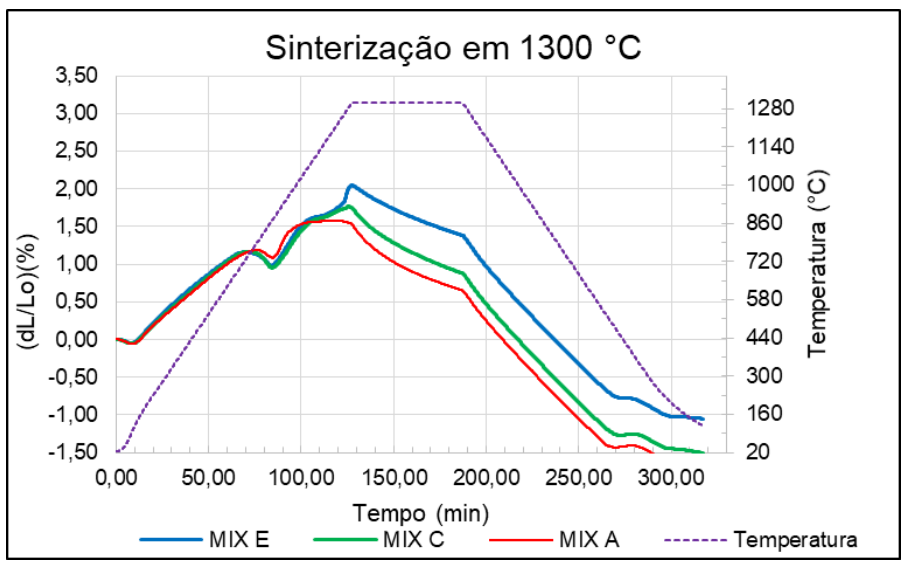


Figura 1. Curvas de variação dimensional para as misturas.

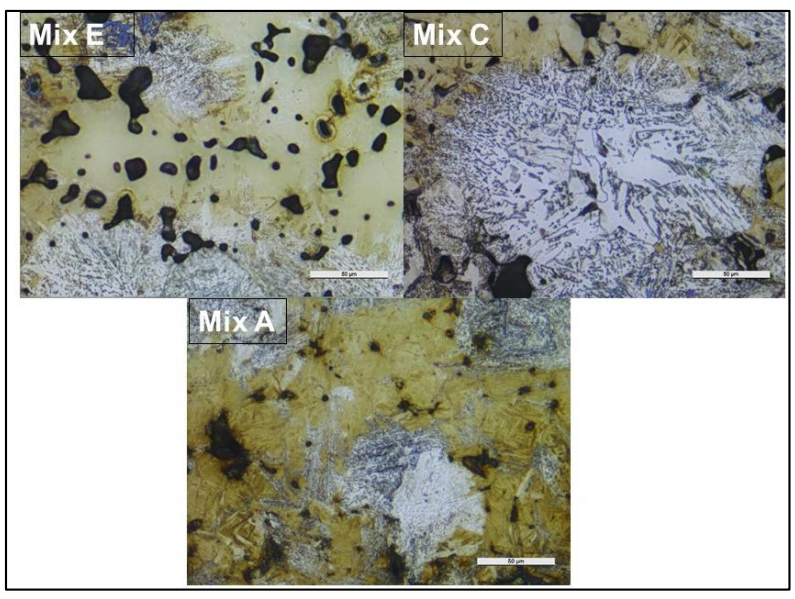


Figura 2. Microestrutura dos materiais sinterizados.

Conclusões

1) A variação dimensional nos ensaios de sinterização no dilatômetro das 3 misturas de pó estudadas não diverge muito entre si.
2) A microestrutura das amostras é muito semelhante; no entanto, há uma diferença de custo nas materias primas utilizadas, sendo desfavorável para o pó pré-liagado do tipo Astaloy (Fe-1,5 Mo).

Referências e Agradecimentos

GERMAN, Randall M. Powder Metallurgy and Particulate Materials Processing: The Processes, Materials, Products, Properties and Applications. Princeton: Metal Powder Industries Federation, 2005.
KULKARNI, Harshal; RATHORE, Sanjay S.; DABHADE, Vikram V. Role of Molybdenum in Ferrous Powder Metallurgy Alloys: A Systematic Review. steel research international, v. 96, n. 7, jul. 2025.
NARASIMHAN, K. S. Sintering of powder mixtures and the growth of ferrous powder metallurgy. Materials Chemistry and Physics, v. 67, n. 1–3, p. 56–65, jan. 2001.