

DESENVOLVIMENTO DE FERRO FUNDIDO NODULAR SiMoCr PARA APLICAÇÕES EM TEMPERATURAS ELEVADAS

Jessica Nadolni de Freitas (PIBITI/CNPq/UEPG), Marcio Ferreira Hupalo (Orientador), mfhupalo@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Materiais.

Engenharia de Materiais e Metalúrgica/ Metalurgia Física/Transformações de fase.

Palavras Chave: *Ferro fundido Nodular, propriedades mecânicas, estabilidade térmica, oxidação.*

Introdução

A pesquisa visou o desenvolvimento de uma liga de ferro fundido nodular ferrítico de alto teor de silício, ligado ao molibdênio e cromo, para aplicação em carcaças de turbocompressores (partes quentes) que operam em temperaturas de até 750°C. Os ferros fundidos nodulares apresentam vantagens competitivas em relação aos aços, pela maior facilidade de fabricação e custo mais baixo.

O alto teor de silício promove maior estabilidade estrutural, pela elevação da temperatura de transformação ferrita-austenita, além de contribuir para maior resistência à oxidação. Cromo e molibdênio atuam elevando a resistência à oxidação/corrosão a quente e aumentam a resistência pela precipitação de carbeto.

Problema

Turbocompressores contribuem para o aumento da potência entregue pelos motores de combustão interna. O rendimento dessas máquinas térmicas é proporcional às temperaturas de entrada dos gases provenientes da combustão. Nesse contexto, os materiais de fabricação das partes quentes devem ser capazes de resistir a temperaturas cada vez maiores. Maiores temperaturas de operação demandam requisitos como alta estabilidade estrutural, elevada resistência à oxidação e manutenção de propriedades mecânicas em níveis utilizáveis nas temperaturas de trabalho.

Solução e Benefícios

A liga foi desenvolvida em cooperação com uma fundição de Hübner, localizada em Ponta Grossa. A definição da composição química foi realizada com base em um ferro fundido nodular conhecido como SiMo, já empregado em carcaças de turbocompressores. Com base em cálculos termodinâmicos buscou-se a fundição de uma liga de composição nominal Fe-2,9%C-4,4%Si-0,55%Mo-0,7%Cr. O processo de fusão da liga foi desenvolvido por meio da realização de três testes, com diferentes composições de carga. A composição química analisada da liga obtida no terceiro teste foi Fe-2,9%C-4,8%Si-0,7%Mo-0,85%Cr-0,3%Mn-0,5%Ni, com residuais de fósforo e magnésio residuais dentro do recomendado. A microestrutura da liga bruta de fundição é composta de nódulos de grafita em uma matriz predominantemente ferrítica, bem como carbeto de cromo/molibdênio e perlita nas regiões intercelulares. As propriedades mecânicas da liga, antes e após tratamento térmico, são apresentadas na Tabela 1. O tratamento térmico consistiu de austenitização a 940°C por

3 horas, seguido de lento resfriamento até 750°C, com posterior resfriamento ao forno até a temperatura ambiente.

Tabela 1: Propriedades mecânicas da liga SiMoCr do teste 3.

Condição	Dureza (HB)	LE (MPa)	LRT (MPa)	E (%)
Bruta	285	632	755	5
Após TT	265	589	713	11,9

Análises dilatométricas mostraram uma elevada temperatura de início da transformação ferrita-austenita, em torno de 883°C. Esta temperatura foi 50°C superior ao valor calculado por simulação termodinâmica, o que confere à liga elevada estabilidade estrutural.

Potencial de Mercado e Diferencial Competitivo

Os resultados de caracterização estrutural e mecânica mostraram elevada estabilidade estrutural e propriedades mecânicas elevadas. A liga apresenta grande potencial para aplicação em níveis de temperatura superiores aos encontrados para as ligas SiMo convencionais, o que permitirá aumentar as temperaturas de operação dos componentes quentes de turbocompressores, mantendo o custo de fabricação em nível competitivo. A próxima etapa será um estudo mais detalhado dos tratamentos térmicos e a realização de ensaios mecânicos em alta temperatura, para investigação dos limites de operação da nova liga.

Considerações Finais

O projeto foi desenvolvido com sucesso, gerando uma nova liga de ferro fundido nodular SiMoCr, com grande potencial competitivo por melhoria de desempenho com manutenção de custos de produção. Ao final da próxima etapa, descrita acima, pretende-se buscar a aplicação em protótipos específicos.

Estágio de Desenvolvimento da Tecnologia

(X) Laboratório () Mercado
(X) Scale-up (mudança de escala) () Protótipo

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica e à fundição Hübner pela parceria no desenvolvimento do projeto.

Contato Institucional

Universidade Estadual de Ponta Grossa
Departamento de Engenharia de Materiais
<http://portal.uepg.br/>
(42)3220-3339