

Cobalto e as famosas ligas de Stellite

LEADRO FERREIRA
LUIZ GIMENES

E-mail: inspetor@infosolda.com.br

E-mail: gimenes@infosolda.com.br



Figura 1. Lascas de cobalto refinado eletroliticamente puro (99,9%) e um cubo de alta pureza (99,8%).
Por Alchemist-hp - site www.pse-mendeleejew.de

INTRODUÇÃO

Este artigo fornece uma visão geral sobre as ligas à base de cobalto como resistência ao desgaste, resistência a corrosão e resistência em altas temperaturas. Foi dada ênfase especial nas ligas à base de cobalto utilizada quando requisitos de resistência ao desgaste,

devido está ser a maior área de aplicação das ligas à base de cobalto.

Cobalto é útil em aplicações que utilizam suas propriedades de magnetismo, e/ou sua elevada resistência em altas temperaturas.

Em aplicações de resistência ao calor, o cobalto é mais amplamente usado

como um elemento de liga com teores de cobalto que não excedam aqueles usados em ligas a base de níquel, resistentes ao calor.

O ELEMENTO COBALTO

PROPRIEDADES FÍSICAS

Com um número atômico de 27, cobalto fica entre o ferro e o níquel na tabela periódica. A densidade do cobalto é $8,8\text{g/cm}^3$ semelhante a do níquel. Seu coeficiente de expansão térmica encontra-se entre o do ferro e o do níquel. Em temperaturas abaixo de 417°C o cobalto possuiu uma estrutura cristalina hexagonal compacta. Entre 417°C e seu ponto de fusão 1493°C , o cobalto assume uma estrutura cristalina cúbica de face centrada.

O modulo de elasticidade do cobalto está situado entorno de 210GPa em tração e entorno de 183GPa em Compressão.

APLICAÇÃO DO COBALTO

Bem como a formação de ligas a base de cobalto, como será discutido neste artigo, o cobalto é também um elemento importante em outras aplicações, como:

- Pigmentos de pintura;
- Superligas a base de níquel;
- Aços cementados e aços ferramentas;

- Materiais magnéticos;
- Fonte artificial de raios γ (gama).

Destas aplicações, os pigmentos de pintura representam a maior parte da utilização do cobalto.

Em superligas a base de níquel, o cobalto (que está presente tipicamente na faixa de 10 a 15% em peso) fornecido, em solução sólida, aumenta a resistência e diminui a solubilidade do alumínio e titânio, aumentando assim a fração volumétrica da fase gama, primeira a ser precipitada.

O papel do cobalto em aços cementados é fornecer uma matriz dúctil para as partículas de carboneto de tungstênio. Os aços cementados, significativos comercialmente, contêm cobalto na faixa de 3 a 25% em peso. Os materiais de ferramentas de corte, aços cementados, utilizam comumente de 3 a 12% em peso de cobalto.

O cobalto, que é naturalmente ferromagnético, promove um aumento na resistência à desmagnetização em um grande grupo de materiais permanente magnéticos. Estes incluem as ligas de alumínio-níquel-cobalto (em que as faixas de cobalto estão entorno de 5 a 35% em peso), as ligas de ferro-cobalto (aproximadamente de 5 a 12% em peso de cobalto). E os intermetálicos terrosos raros de cobalto (que possui uma das maiores

propriedades magnéticas de todos os materiais conhecidos)

O isótopo artificial cobalto-60 é uma importante fonte de raios x nas aplicações industriais e medicinais.

LIGAS A BASE DE COBALTO

Como um grupo, as ligas a base de cobalto podem ser geralmente descritas como resistentes ao desgaste, resistentes à corrosão, e resistentes ao calor (mesmo em altas temperaturas).

Muitas das propriedades das ligas vêm da cristalografia natural do cobalto (em particular, sua resposta à tensão), o efeito do cromo, tungstênio, e molibdênio, na solução sólida, favorece a formação de carbeto metálicos, e a resistência a corrosão imposta pelo cromo.

Geralmente, uma composição mais dúctil e mais resistente é utilizada para aplicações em altas temperaturas, como as pás de turbina a gás. Os materiais das séries mais duras são utilizados para aplicações de resistência ao desgaste.

Historicamente, muitos das ligas comerciais a base de cobalto são derivadas das ligas ternárias cobalto-cromo-tungstênio e cobalto-cromo-molibdênio, primeiramente estudadas por Elwood Haynes no começo do século vinte. Ele descobriu a alta resistência e inoxidabilidade natural das ligas binária cobalto-cromo, e ele

desvendou, mais tarde, o tungstênio e molibdênio como agentes poderosos no reforço interno dos sistemas cobalto-cromo.

Quando ele descobriu estas ligas, Haynes as nomeou de ligas de Stellite, do latim stella (estrela), devido ao seu brilho parecer com o de uma estrela. Tendo descoberto sua alta resistência a temperaturas elevadas, Haynes também promoveu o uso de ligas de Stellite como materiais para ferramentas de corte.

LIGAS A BASE DE COBALTO RESISTENTES AO DESGASTE

As ligas a base de cobalto, resistentes ao desgaste, hoje são um pouco diferentes das primeiras ligas feitas por Elwood Haynes. As diferenças mais importantes referem-se ao controle de carbono e silício (que eram indiferentes nas primeiras ligas). Na verdade, as principais diferenças nas séries de ligas de Stellite atuais são as quantidades de carbono e tungstênio (daí a quantidade e o tipo de formação de carboneto na microestrutura durante a solidificação). O teor de carbono influencia na dureza, ductilidade e resistência ao desgaste abrasivo. O tungstênio também desempenha um papel importante nestas propriedades.

A composição química das ligas de Stellite é aproximadamente:

Cr ~ 25 - 30%
Mo = 1% máx
W = 2 - 15%
C ~ 0.25 - 3.3%
Fe = 3% máx
Ni = 3% máx
Si = 2% máx
Mn = 1% máx.
Co = restante.

TIPOS DE DESGASTES

Existem vários tipos distintos de desgaste que geralmente ficam agrupados em três categorias principais:

- Desgaste por abrasão;
- Desgaste por adesão;
- Desgaste por erosão.

O tipo de desgaste encontrado em uma determinada aplicação é um fator importante que influencia, a seleção do material.

DESGASTE POR ABRASÃO

É encontrado quando partículas duras, ou projeções endurecidas (sobre a face contrária) são forçadas contra, e movidas em relação à superfície. Os termos de alta e baixa tensão abrasiva referem-se às condições do meio abrasivo (seja partículas duras ou projeções) após a interação com a superfície. Se o meio

abrasivo é esmagado, então a condição é de alta tensão. Se o meio abrasivo permanece intacto, o processo é descrito como abrasão de baixa tensão. Normalmente, abrasão de alta tensão, resulta do aprisionamento de partículas duras entre superfícies metálicas (em movimento relativo), enquanto a abrasão de baixa tensão é encontrada quando superfícies em movimento entram em contacto com abrasivos, tais como, solo e areia.

Em ligas como as ligas resistentes ao desgaste a base de cobalto, que contêm fases duras, a resistência a abrasão geralmente aumenta com o aumento da fração volumétrica das fases duras. A resistência a abrasão é, entretanto, fortemente influenciada pelo tamanho e formato da fase dura precipitada dentro da microestrutura e do tamanho e formato da espécie abrasiva.

DESGASTE POR ADESÃO

Dos três principais tipos de desgaste, adesão é talvez o mais complexo, não no conceito, mas na forma que diferentes materiais respondem as condições de adesão. O desgaste por adesão é possibilitado sempre que duas superfícies são forçadas juntas e movidas uma em relação à outra. As chances de danos crescem significativamente se as duas

superfícies são de natureza metálica, e se há pouca ou nenhuma lubrificação presente.

LIGAS A BASE DE COBALTO PARA ALTAS TEMPERATURAS

Por muitos anos, a utilização predominante das ligas de alta temperatura foi da indústria de turbinas a gás. No caso das aeronaves com turbinas a gás, os materiais requeridos foram os resistentes a temperaturas elevadas, resistentes a fadiga térmica, e resistente a oxidação. Para turbinas a gás de pouso, que normalmente queimam combustíveis de qualidade inferior e operam a temperaturas mais baixas, a resistência a sulfuração era à grande preocupação.

Hoje, a utilização de ligas de altas temperaturas é mais diversificada, como é procurada a queima mais eficiente dos combustíveis fosseis e resíduos, também novas técnicas de processamento químico são desenvolvidas.

Em geral, ligas a base de cobalto para altas temperaturas têm a seguinte composição química:

Cr = 20-23%

W = 7-15%

Ni = 10-22%

Fe = 3% máx

C = 0.1-0.6%

Co = restante.

Embora as ligas a base de cobalto não sejam tão amplamente utilizadas como ligas de níquel e níquel-ferro em aplicações de alta temperatura, As ligas a base de cobalto para alta temperatura, tem um papel importante, em virtude de sua excelente resistência à sulfuração e sua resistência a temperaturas superiores às que dissolvem o gama primário e o precipitado de gama primária nas ligas de níquel e níquel-ferro.

Cobalto também é usado como elemento de liga em muitas ligas a base de níquel para alta temperatura.

LIGAS A BASE DE COBALTO RESISTENTES A CORROSÃO

Apesar das ligas a base de cobalto, resistentes ao desgaste, possuírem alguma resistência a corrosão aquosa, elas são limitadas pela precipitação de carbetos nos contornos de grão, a vital falta de elementos de liga na matriz (após a formação de carbetos ou precipitados de Lave*) e, no caso de materiais fundidos e solda de

* As fases de Laves são fases intermetálicas descobertas e batizadas por Fritz Laves e caracterizadas por uma composição química estequiométrica do tipo A_2B , como Co_2Mo ou Co_2Ta . Uma de suas principais características é a condutividade elétrica quase perfeita, e o fato de serem plasticamente indeformáveis à temperatura ambiente.

revestimento, pela segregação química na microestrutura.

Em virtude de suas microestruturas homogêneas e seu baixo teor de carbono, as ligas a base de cobalto para altas temperaturas trabalhadas (que normalmente contêm tungstênio, ao invés de molibdênio) é ainda mais resistentes à corrosão aquosa, mas ainda possui desempenho a corrosão bem abaixo das ligas de níquel-cromo-molibdênio.

Para satisfazer a necessidade da indústria, de ligas que apresentem excelente resistência à corrosão aquosa, e ainda compartilhar dos atributos do cobalto como uma liga resistente a várias formas de desgaste e alta resistência ao longo de uma vasta gama de temperaturas, está sendo produzidas várias ligas materiais trabalhados com baixo carbono, e de cobalto-níquel-cromo-molibdênio.

As composições químicas destas ligas são:

Cr = 20-25%

W = 2%

Mo = 5-10%

Ni = 9-35%

Fe = 3% máx

C = 0.8% máx

N = 0.1% máx

Co = restante.

CONCLUSÃO

Hoje em dia, com muitas pesquisas realizadas no campo de desgaste de materiais, têm-se evoluído rapidamente os conhecimentos sobre as ligas a base de cobalto e muito mais ainda está por vir.

Novas descobertas, no campo da ciência, sobre as características conferidas por cada elemento nas ligas metálicas vêm sendo realizadas ano após ano, Contudo as características básicas (e de longa data conhecidas) é que conferem a cada uma das ligas sua devida utilização para uma dada aplicação.

SERVIÇOS

Para qualificação de procedimento de soldagem, para certificação de soldadores e/ou dúvidas contate:

Telefone: +55 11 3763 6270/6271

E-mail: infosolda@infosolda.com.br