

FERROS FUNDIDOS

Metalurgista Industrial

agosto 2021

www.metalurgistaindustrial.com.br

Os ferros fundidos são a segunda das denominadas ligas ferrosas, a primeira os aços, assim classificados quando apresentam teores de carbono acima de 2,1% em peso, tipicamente até 4%. A reação básica que norteia os ferros fundidos é a decomposição da cementita em ferrita e grafite: $Fe_3C \rightarrow 3Fe (a) + C (grafite)$. A Resenha Técnica O que é o Aço – Diagrama de Equilíbrio destaca o ponto eutético com carbono 4,3 % em peso (ledeburita), que corresponde à liga de mais baixo ponto de solidificação, denominada eutética.

Como a composição química da maioria dos ferros fundidos encontra-se ao redor o ponto eutético, suas temperaturas de fusão são usualmente entre 1.150 a 1.200° C, ao redor de 300° C abaixo da de fusão do ferro puro. Essa característica de comparativamente mais baixas temperaturas de fusão favorece os ferros fundidos no que se refere a fundição e moldagem.

Além do carbono, outro elemento de liga principal presente nos ferros fundidos é o silício, com teores em peso de 1 a 3%, o que faz com que estes sejam considerados mais apropriadamente como ligas ternárias Fe-C-Si. A função do silício é a de aumentar a velocidade de decomposição da cementita, favorecendo, então, a formação da estrutura grafitica estável. Outros elementos de liga como o níquel e o cobre também exercem essa função. Ou seja, os ferros fundidos são, em resumo, ligas de ferro, carbono e silício nas quais uma maior quantidade de carbono está presente, superior àquela que pode ser retida em solução na matriz de ferro no estado sólido. Nos ferros fundidos comuns não ligados, o carbono excede o limite de solubilidade e se precipita como carbono grafitico ou carbeta de ferro.

A tabela a seguir apresenta os tipos de ferros fundidos e respectivas composições químicas.

	C	Si	Mn	S	P
Cinzento	2,5-4,0	1,0-3,0	0,25-1,0	0,02-0,25	0,05-1,0
Branco	1,8-3,6	0,5-1,9	0,25-0,80	0,06-0,20	0,06-0,18
Maleável	2,0-2,6	1,1-1,6	0,20-1,0	0,04-0,18	0,18 máx.
Nodular	3,0-4,0	1,8-2,8	0,10-1,0	0,03 máx.	0,10 máx.

Ferros fundidos brancos

Com teores de carbono e silício relativamente baixos, e elevada velocidade de solidificação, os ferros fundidos brancos contêm grande quantidade de carbonetos em suas microestruturas. O carbono precipita-se na forma metaestável cementita ao invés de grafite.

Ferros fundidos cinzentos

Os ferros fundidos cinzentos caracterizam-se pela presença de grafite na forma de veios em suas microestruturas, cuja formação é associada a baixas velocidades de resfriamento e à presença de elementos químicos estabilizadores desta fase, como o silício. Ao sofrerem fratura, os ferros fundidos cinzentos apresentam um aspecto cinzento devido à grafite, contrariamente aos ferros fundidos brancos.

Ferros fundidos maleáveis

Os ferros fundidos maleáveis são obtidos a partir do ferro fundido branco, submetidos a tratamento térmico de recozimento para grafitização dos carbonetos a uma temperatura entre 900 e 950° C e muitas horas de encharque. Sob esse tratamento, os carbonetos de ferro transformam-se em nódulos de grafite de contornos irregulares. Os ferros fundidos maleáveis apresentam boas propriedades mecânicas tais como usinabilidade, tenacidade e resistência à corrosão.

Ferros fundidos nodulares

Também conhecidos como ferros fundidos dúcteis, a adição de elementos tais como cério, magnésio, cálcio e outros promove, durante a solidificação, a grafitização sob a forma de esferas e não em veios. Os ferros fundidos nodulares conciliam as vantagens de processamento dos ferros fundidos cinzentos com as propriedades de engenharia dos aços, apresentando boa fluidez, excelente usinabilidade e boa resistência ao desgaste, além de elevada resistência mecânica, tenacidade, ductilidade, deformabilidade a quente e temperabilidade.

Microestruturas

A figura a seguir resume as microestruturas dos ferros fundidos.

