

	RESPOSTA TÉCNICA	
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Título

Tipos de revenimento

Resumo

Tipos de revenimento e as etapas do tratamento térmico.

Palavras-chave

Aço; revenimento; tratamento térmico

Assunto

Serviço de tempera, cementação de aço, recozimento de arame, tratamento térmico

Demanda

Informações sobre os métodos e as etapas de revenimento?

Solução apresentada

Segundo Chiaverini (2006) revenimento é o tratamento térmico caracterizado pelo reaquecimento abaixo da zona crítica que normalmente é realizado sempre após o tratamento térmico da têmpera, tendo como objetivo básico aliviar as tensões internas e diminuir a fragilidade da martensita, eliminando a maioria dos inconvenientes produzidos por esta; além de aliviar ou remover as tensões internas, corrige a excessiva dureza do material, aumentando a ductibilidade e a resistência ao choque.

Devem-se, reaver as peças logo após a têmpera, para diminuir a perda de peças por ruptura, a qual pode ocorrer se for aguardar muito tempo para realizar o revenimento.

A martensita primária formada após a têmpera apresenta tensões internas elevadas, por isso é dura e frágil (baixa tenacidade). Para diminuir essa fragilidade da martensita, realiza-se o tratamento térmico de revenimento.

Neste processo, o aço é aquecido a uma determinada temperatura abaixo da linha A1, no diagrama de equilíbrio F-C por um determinado tempo, o resultado é o abaixamento de dureza e o conseqüente aumento de tenacidade, resultando em um material mais resistente.

A martensita revenida é mais tenaz que a martensita primária. E por essa razão, todo o aço temperado deverá ser revenido. A dureza após o revenimento dependerá da especificação exigida. Quanto mais alta a temperatura de revenimento, maior será a queda de dureza, conforme mostra (FIG. 1).

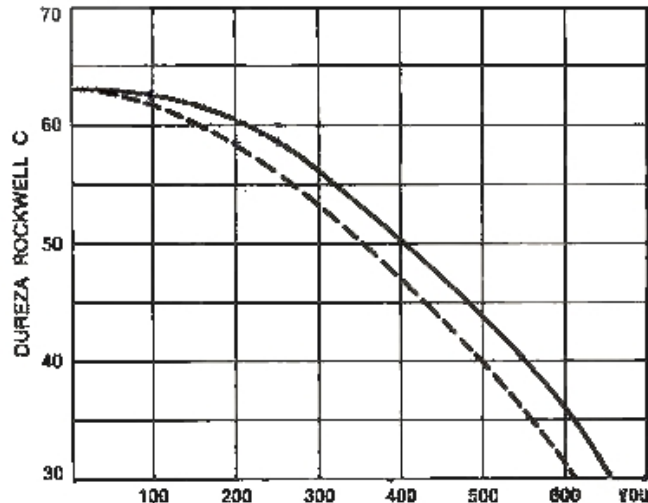


Figura 1: Curvas de revenimento do aço 52100
Fonte: (GERDAU, 2008)

Etapas do revenimento

Dependendo da temperatura, o revenimento apresentará aspectos diferentes, ocorrendo o seguinte (CHIAVERINI, 2006):

- **Revenimento abaixo de 120°C:** a martensita, saturada de carbono, começa a liberar esse elemento na forma de carbonetos complexos ($Fe_{12}C_5$) progressivamente. Ocorre somente um distencionamento da martensita, e não um revenimento propriamente dito. O aspecto metalográfico praticamente não muda.
- **Revenimento entre 120 e 250°C:** esta é a zona para o revenimento de alta resistência ao corte. A medida que a temperatura aumenta as tensões internas diminuem o que melhora a resistência ao choque, começa o aparecimento de microestrutura de martensita revenida e a dureza em aços comuns é da ordem de 65 – 60 HRc.
- **Revenimento entre 250 a 300°C:** zona de resistência ao choque e menor dureza. As tensões internas diminuem mais ainda pois nesta fase começa a surgir uma microestrutura mesclada de martensita e troostita, a dureza cai para 50 – 60 HRc.
- **Revenimento entre 300 a 400°C:** zona de melhor resistência ao choque. A recuperação da microestrutura metaestável promove elevada resistência ao choque e impactos, pois, com dureza na ordem de 35- 50 HRc, é ótima para aplicações de matrizes de estampos, punções, molas, etc. A microestrutura de troostita com sorbita, apresenta ao microscópio a revelação mais escura.
- **Revenimento entre 400 a 600°C:** zona de aumento significativo de ductibilidade e menor dureza. Nesta faixa de temperatura ocorre a diminuição rápida da dureza, pois, a microestrutura predominante de sorbita com esferoidita deixa o material com tensões internas bem diminuídas. A dureza situa-se entre 15 a 35 HRc.
- **Revenimento entre 600 a 700°C:** praticamente só existe esferoidita, pois, a dureza é comparada a de um material normalizado. A temperatura de revenimento pode ser escolhida de acordo com a combinação das propriedades mecânicas que se deseja de aço temperado.

Curvas de revenimento

Para cada aço existe uma curva de revenimento. Os fabricantes costumam mostrar estas curvas em seus catálogos, exemplo (FIG. 2).

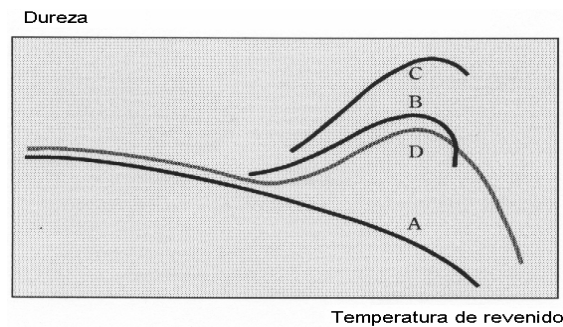


Figura 2: Curvas de revenimento (esquemático)
Fonte: (GERDAU, 2008)

Legenda:

A: Martensita revenida

B: Precipitação de carbonetos

C: Transformação da austenita retida em martensita primária

D: Revenimento de aços rápidos e aços de alta liga (Ex.: H-13)

Efeito do tempo no revenimento

Na operação de revenido importa não só a temperatura do tratamento como igualmente o tempo de permanência à temperatura considerada. A influência maior verifica-se no início, diminuindo com intervalos de tempo maiores.

O revenimento é um processo que ocorre por difusão e portanto o tempo tem função importante. Dependendo da massa da peça, uma vez fixada a temperatura de revenimento, o tempo terá que ser suficiente para que a peça seja revenida adequadamente.

Na prática podemos utilizar o seguinte critério: tempo mínimo de 2 horas para seções de até uma polegada. Para cada polegada a mais acrescenta-se 1 hora. Para peças de pequena espessura (menores que 1 polegada), desde que o equipamento e a quantidade de peças permitam, este tempo de revenido pode baixar para 1 hora em temperatura.

Conclusões e recomendações

Ocorre em determinados tipos de aços quando são revenidos entre 375 a 475°C, ou quando resfriados lentamente nessa faixa de temperatura.

A fragilidade ocorre mais rapidamente na faixa de 470 a 475°C e só é detectável pelo ensaio de impacto.

Aços de baixa liga e aços que contêm quantidades apreciáveis de manganês, níquel, cromo, antimônio, fósforo e enxofre, são os mais suscetíveis a fragilidade de revenido, sendo o antimônio o mais nocivo de todos.

Os aços que contêm cromo e níquel são os mais suscetíveis, e para minimizar esse efeito, o teor de fósforo deverá ser mais baixo que os teores dos aços comuns (abaixo de 0,02%).

Fontes consultadas

CHIAVERINI, Vicente. **Aços e ferros fundidos**: características gerais, tratamentos térmicos, principais tipos. 7. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2006.

GERDAU. **Aços Ferramenta**. São Paulo: Gerdau, Aços especiais, [200-].

Elaborado por

Leandro Marchionni - Engenheiro Mecânico

Nome da Instituição respondente

SENAI / CETEMP

Data de finalização

30 mar. 2010