

# **TRATAMENTO TÉRMICO E TERMOQUÍMICO DAS LIGAS FERRO-CARBONO - ASTM E 44**

## **ALÍVIO DE TENSÕES STRESS RELIEVING**

Recozimento sucrítico visando a eliminação de tensões internas sem modificação fundamental das propriedades existentes, realizado após deformação a frio, tratamento térmico, soldagem, usinagem, etc.

## **ATMOSFERA ATMOSPHERE**

Gás ou mistura de gases que se encontram em um recinto.

## **ATMOSFERA CARBONETANTE OU CEMENTANTE CARBURIZING ATMOSPHERE**

Atmosfera capaz de fornecer carbono às peças envolvidas.

## **ATMOSFERA CONTROLADA CONTROLLED ATMOSPHERE**

Atmosfera cuja composição é controlada.

## **ATMOSFERA PROTETORA PROTECTIVE ATMOSPHERE**

Atmosfera que protege contra determinada ação às peças envolvidas.

## **AUSTÊMPERA AUSTEMPERING**

Tratamento isotérmico composto de aquecimento até a temperatura de autenitização, permanência nesta temperatura até completa equalização, resfriamento rápido até a faixa de formação da bainita, permanência nesta temperatura até completa transformação da austenita em bainita e resfriamento qualquer até a temperatura ambiente.

## **AUSTENITA AUSTENITE**

Constituinte do sistema ferro-carbono formada por solução sólida de carbono e eventualmente outros elementos em ferro gama.

## **AUSTENITIZAÇÃO AUSTENITIZING**

Transformação da estrutura da matriz em estrutura austenítica através do aquecimento. Pode ser parcial (aquecimento dentro da faixa de transformação) ou completa (aquecimento da acima faixa de transformação).

## **BAINITA BAINITE**

Termo usado para designar os produtos de transformação da austenita, constituídos por agregados de ferrita e cementita e formados numa faixa de temperatura situada entre a de formação da perlita fina e a de formação da martensita. A Bainita tem aspecto de penas de aves, se forma na parte superior da faixa de temperatura (bainita superior), ou acicular,

lembrando a martensita revenida, se forma na parte inferior da faixa (bainita inferior). Microestrutura identificada somente com microscópio eletrônico de varredura. Não se forma em aços ao carbono, somente em aços baixa liga ou microligados.

BENEFICIAMENTO  
HARDENING AND TEMPERING

Tratamento térmico composto de têmpera seguida de revenimento em temperatura adequada, destinado a obtenção de maior tenacidade combinada com certas propriedades de resistência.

CARBONETO  
CARBIDE

Composto de carbono com ou mais elementos. Em metalografia, o termo é usado preferencialmente como designação genérica de carbonetos complexos de ferro com outros elementos metálicos ou de carboneto que não contém ferro.

CARBONITRETÇÃO  
CARBONITRIDING

Tratamento termoquímico em que se promove o enriquecimento superficial simultâneo com carbono e nitrogênio.

CAREPA  
SCALE

Camada de óxidos formada na superfície de ligas ferrosas em temperaturas elevadas e meio oxidante, normalmente destacável em escamas.

CEMENTAÇÃO  
CARBURIZING

Tratamento termoquímico em que se promove o enriquecimento superficial com carbono.

CEMENTAÇÃO À GÁS  
GÁS CARBURIZING

Cementação realizada em meio gasoso.

CEMENTAÇÃO EM BANHO DE SAL  
LIQUID CARBURIZING

Cementação realizada em meio líquido (sal fundido) .

CEMENTAÇÃO EM CAIXA  
BOX CARBURIZING; PACK CARBURIZING

Cementação realizada em meio carbonetante sólido, dentro de um recipiente fechado, em cujo interior a peça é levada ao forno.

CEMENTITA  
CEMENTIDE

Designação metalográfica do carboneto de ferro, de fórmula  $Fe_3C$  e de teor de carbono 6,69%. Pode ainda conter pequenos teores de elementos como manganês e outros.

CIANETAÇÃO  
CYANIDING

Carbonitretação realizada em meio líquido.

COALECIMENTO  
SPHERODIZING

Tratamento térmico de recozimento com a finalidade de se obter os carbonetos sob forma esferoidal . Usualmente é caracterizado por permanência em temperatura ligeiramente superior ou inferior ao ponto  $A_1$  ou oscilação em torno de  $A_1$  e resfriamento lento. Também denominado esferoidização.

CONSTITUINTE  
CONSTITUENT

Cada uma das fases isoladas ou agregadas que compõem a estrutura de uma liga metálica, por exemplo, ferrita, austenita, perlita, bainita e outros.

DESCABONETAÇÃO  
DESCARBURIZATION

Redução de teor de carbono em toda a extensão ou parte do material.

DIAGRAMA DE EQUILÍBRIO DE FASES  
PHASE DIAGRAM

Diagrama que representa os campos de ocorrência de fases em equilíbrio. Nos sistemas metálicos, geralmente se representa a ocorrência de fases em função de temperatura e composição.

ENCHARCAMENTO  
SOAKING TIME

Tempo de manutenção em determinada temperatura após equalização da mesma em todos os pontos da peça.

ENDURECIMENTO POR ENVELHECIMENTO  
AGE HARDENING

Endurecimento produzido por processo de envelhecimento, geralmente após solubilização ou trabalho a frio.

ENDURECIMENTO POR PRECIPITAÇÃO  
PRECIPITATION HARDENING

Endurecimento produzido pela precipitação de uma fase de uma solução supersaturada.

ENVELHECIMENTO  
AGING

Alteração das propriedades com o tempo, geralmente lento à temperatura ambiente e mais rápida com a elevação da temperatura.

FASE  
PHASE

Porção fisicamente homogênea e mecanicamente separável de um sistema.

FASE SIGMA  
SIGMA PHASE

Fase encontrada originalmente nas ligas de ferro/cromo-níquel e cromo-níquel. Estável em temperatura abaixo de 820°C. Atualmente, o termo é utilizado para designar fase intermediária, não magnética, dura e frágil, de estrutura tetragonal, que ocorre em ligas dos elementos de transição.

FERRITA  
FERRITE

Solução sólida de carbono em ferro cristalizado no sistema cúbico de corpo centrado.

FERRO ALFA (Ferro  $\alpha$ )  
ALPHA IRON

Forma alotropica de ferro, com reticulado cúbico de corpo centrado, que ocorre em condições de equilíbrio até a temperatura de 912°C. Será ferromagnético até 770°C (Ponto Curie), e paramagnético entre 770°C e 912°C.

FERRO DELTA (Ferro  $\delta$ )  
DELTA IRON

Forma alotropica de ferro, com reticulado cúbico de corpo centrado, que ocorre em condições de equilíbrio entre 1400°C e 1538°C (ponto de fusão do ferro). É paramagnético.

FERRO GRAMA (Ferro  $\gamma$ )  
GAMA IRON

Forma alotropica de ferro, com reticulado cúbico de fase centrada, que ocorre entre 912°C e 1394°C. Não é magnético.

FOTOMICROGRAFIA  
PHOTOMICROGRAPHY

Fotografia de microestrutura ou de uma microtextura.

FRAGILIDADE DE REVEIMENTO  
TEMPER BRITTENESS

Fragilidade que apresenta alguns aços quando resfriados lentamente através de uma determinada faixa de temperatura ou quando revenidos nessa mesma faixa.

GRAFITA  
GRAPHITE

Forma alotrópica do carbono, de reticulado hexagonal. Constituinte típico de ferro fundido cinzento, maleável, mesclado, vermicular e nodular. Ocorre na forma de veios, nódulos e outros.

GRÃO  
GRAIN

Cristal alotriomórfico de um material policristalino, considerado individualmente.

HOMOGENEIZAÇÃO  
HOMOGENIZING

Manutenção de uma liga a alta temperatura para eliminar ou diminuir, por difusão a segregação química.

INCLUSÃO  
INCLUSION

Material estranha retido em uma liga metálica que ocorre geralmente sob forma de partículas não-metálicas, tais como silicatos, óxidos, aluminados e outros.

LEDEBURITA  
LEDEBURITE

Agregados eutéticos do sistema metaestável ferro-carboneto de ferro.

LINDUR

Tratamento termoquímico realizado em meio gasoso, que promove o enriquecimento superficial, com nitrogênio (ver nitretação a gás) .

LINHA LIQUIDUS  
LIQUIDUS

Em diagrama de equilíbrio, a linha acima da qual o material se encontra totalmente no estado líquido. No diagrama de equilíbrio ferro-carboneto de ferro, a linha "liquidus" corresponde à linha ACD .

LINHA SOLIDUS  
SOLIDUS

Em diagrama de equilíbrio, linha abaixo da qual o material se encontra totalmente no estado sólido. No diagrama de equilíbrio ferro-carboneto de ferro a linha "solidus" corresponde à linha AHJEF.

MACROGRAFIA  
MACROGRAPHY

Aspecto ou reprodução gráfica de superfície devidamente preparada de peça ou amostra metálica, com aumento linear, igual ou inferior à dez vezes. É usualmente empregada para revelar textura de peças deformadas a frio ou a quente, peças fundidas, de irregularidades internas ou externas e outras. O termo é também utilizado para designar a técnica macrográfica.

MALEABILIZAÇÃO  
MALLEABLEIZATION

Tratamento térmico aplicado ao ferro fundido branco, em que o elemento carbono passa a grafita, na forma arredondada, ou é eliminado. Ambos os fenômenos podem ocorrer simultaneamente. O elemento de carbono também pode estar presente em fase ou fases oriundas da transformação da austenita (como por exemplo a perlita).

MARTÊMPERA  
MARTEMPERING

Tratamento isotérmico composto de austenitização seguido de resfriamento brusco até temperatura ligeiramente acima da faixa de formação de martensita, visando equalizar a temperatura do material e resfriamento adequado até a temperatura ambiente.

MARTENSITA  
MARTENSITE

Solução sólida metaestável supersaturada da transformação por cisalhamento sem difusão, de uma alotrópica do solvente estável em temperatura elevada. A martensita da rede cristalina. Nas ligas ferro-carbono, é a solução sólida intersticial supersturada de carbono em ferro alfa e possui reticulado tetragonal de corpo centrado, resultante da distorção do reticulado cúbico provocado pelo excesso de carbono. A martensita ds ligas ferro-carbono e ferromagnética.

MARTENSITA NÃO REVENIDA  
UNTEMPERED MARTENSITE

Martensita obtida diretamente da têmpera, sem qualquer tratamento subsequente. No sistema ferro-carbono, apresenta reticulado tetragonal de corpo centrado.

MARTENSITA REVENIDA  
TEMPERED MARTENSITE

Produto de decomposição resultante do aquecimento da martensita em temperatura abaixo do  $A_1$ , em ligas ferro-carbono. Por extensão o termo usado para ligas não ferrosas.

METALOGRAFIA  
METALLOGRAPHY

Estudo da constituição, estrutura e textura dos metais, ligas e produtos metálicos e de seu relacionamento com propriedades e processos de fabricação.

MICROGRAFIA  
MICROGRAPH; MICROGRAPHY

Aspecto ou reprodução gráfica de uma amostra metálica devidamente preparada, com aumento linear maior que dez vezes. O termo é também utilizado para designar a técnica micrográfica.

NITRETAÇÃO  
NITRIDING

Tratamento termoquímico em que se promove enriquecimento superficial com nitrogênio.

NITRETAÇÃO A GÁS  
GÁS NITRIDIN  
Nitretação realizada em meio gasoso.

## NORMALIZAÇÃO NORMALIZING

Tratamento térmico caracterizado por aquecimento acima da zona crítica e por equalização nesta temperatura seguida de resfriamento uniforme ao ar, sem restringi-lo ou acelerá-lo, até a temperatura ambiente.

## PATENTEAMENTO PATENTING

Tratamento térmico de arames e tiras, empregado em aços de alto e médio carbono, caracterizado por aquecimento acima da zona crítica e por resfriamento ao ar ou banho de sal ou chumbo, com a finalidade obter-se uma microestrutura adequada para as deformações subseqüentes.

## PERLITA PEARLITE

Constituinte eutetóide do sistema metaestável ferro-carboneto de ferro, apresentando-se como um agregado lamelar de ferrita e cementita. O termo também é usado para designar constituintes eutetóides de outros sistemas.

## PERLITIZAÇÃO PEARLITIZING

Tratamento térmico de transformação da austenita em perlita. Termo largamente usado em tratamento de ferros fundidos.

## PONTO CURIE CURIE POINT

Temperatura em que, no aquecimento, o ferro perde suas propriedades magnéticas ou as adquire, no resfriamento.

## PONTO EUTÉTICO EUTETIC POINT

Em um diagrama de equilíbrio binário, é o ponto representativo da reação eutética, segundo a qual, no resfriamento, uma fase líquida se solidifica isotermicamente, produzindo um agregado de duas fases sólidas (constituinte eutético), de composições diferentes entre si e diferentes da composição original. A liga e a temperatura que definem o ponto eutético denominam-se, respectivamente, liga eutética e temperatura eutética. A liga eutética possui o mais baixo ponto de solidificação do sistema a que pertence. A reação eutética é reversível. No diagrama de equilíbrio ferro-carbono, o ponto eutético é definido pelos seguintes valores aproximados:

<b>SISTEMA</b>	<b>TEMPERATURA EUTÉTICA (°C)</b>	<b>LIGA EUTÉTICA (%C)</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CONSTITUINTE EUTÉTICO</b>
Metaestável ferrocarboneto de ferro	1148	4,30	C	Ledeburita
Estável ferro-grafita	1154	4,26	C	

**PONTO EUTETÓIDE  
EUTECTOID POINT**

Em um diagrama de equilíbrio binário, é o ponto representativo de reação eutetóide, segundo a qual, no resfriamento, uma fase sólida se transforma em duas outras fases sólidas de composições diferentes da composição original. A liga e a temperatura que definem o ponto eutetóide denomina-se, respectivamente: liga eutetóide e temperatura eutetoide. A liga eutetóide possui, dentro do sistema a que pertence, o mais baixo ponto de transformação da fase sólida original. A reação eutetóide é reversível. No diagrama de equilíbrio ferro-carbono, o ponto eutetóide é definido pelos seguintes valores:

<b>SISTEMA</b>	<b>TEMPERATURA EUTETÓIDE (°C)</b>	<b>LIGA EUTETÓIDE (%C)</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CONSTITUINTE EUTETÓIDE</b>
Maestável ferro-carbono de ferro	727	0,77	S	Perlita
Estável ferro-grafita	736	0,68	S	

**POTENCIAL DE CARBONO  
CARBON POTENCIAL**

Medida da capacidade de um meio, que contém carbono ativo, de alterar ou manter o teor de carbono de um aço.

**PREAQUECIMENTO  
PREHEATING**

Aquecimento prévio realizado até uma temperatura do tratamento visado.

**PROFUNDIDADE DE CEMENTAÇÃO  
CASE DEPTH**

Em uma peça cementada, é a profundidade da camada periférica enriquecida em carbono.

**PROFUNDIDADE DE DESCARBONETAÇÃO  
DEPTH OF DECARBONIZATION**

- a) Profundidade a partir da superfície, até o ponto em que a ferrita se encontra em quantidade considerável.
- b) Profundidade a partir da superfície, até o ponto em que o teor de carbono corresponda ao material original.

**PROFUNDIDADE EFETIVA  
EFFECTIVE DEPTH**

Distância perpendicular a partir da superfície, até o ponto em que a dureza atinge um valor convencional. O termo é usualmente empregado nos tratamentos superficiais. Como exemplo têm-se: profundidade efetiva de cementação, profundidade efetiva de carbonitretação.



RECOZIMENTO  
ANNEALING

Termo genérico que indica um tratamento térmico composto de aquecimento controlado até uma determinada temperatura, permanência nessa temperatura durante um certo intervalo de tempo e resfriamento regulado para a finalidade em vista.

RECOZIMENTO AZUL  
BLUE ANNEALING

Recozimento realizado em condições tais que se forme na superfície metálica uma camada de óxido uniforme e aderente, de cor azulada.

RECOZIMENTO BRILHANTE  
BRIGHT ANNEALING

Recozimento realizado em condições tais que evitem oxidação da superfície metálica.

RECOZIMENTO ISOTÉRMICO  
ISOTHERMAL ANNEALING

Recozimento caracterizado por uma austenitização seguida de transformação isotérmica da austenita na região da formação da perlita.

RECOZIMENTO PARA ALÍVIO DE TENSÕES  
STRESS-RELIEF ANNEALING  
Ver Alívio de tensões.

RECOZIMENTO PARA CRESCIMENTO DO GRÃO  
COARSE-GRAIN ANNEALING

Recozimento caracterizado por permanência em temperatura significativamente acima da zona crítica; resfriamento lento até temperatura abaixo do ponto  $A_1$  e subsequente resfriamento arbitrário até a temperatura ambiente, destinado a produzir crescimento de grão.

RECOZIMENTO PARA HOMOGENEIZAÇÃO  
HOMOGENIZING ANNEAL

Recozimento caracterizado por um aquecimento até uma temperatura consideravelmente acima do ponto  $AC_3$ , longa permanência nessa temperatura e resfriamento adequado ao fim em vista, para eliminação de variações locais de composição do material.

RECOZIMENTO PARA RECRISTALIZAÇÃO  
RECRYSTALLIZATION ANNEALING

Recozimento caracterizado pela permanência em temperatura dentro da faixa de recristalização, após deformação realizada abaixo dessa faixa.

RECOZIMENTO PARA SOLUBILIZAÇÃO  
FULL ANNEALING

Recozimento em consequência do qual um ou mais constituintes entram na solução. Geralmente caracterizado por um resfriamento rápido destinado a retenção daqueles constituintes em solução na temperatura ambiente. Também denominado solubilização.

RECOZIMENTO PLENO  
FULL ANNEALING

Recozimento caracterizado por um resfriamento lento através da zona crítica, a partir da temperatura da austenitização, geralmente acima de  $AC_1$  para os aços hipoeutetóides e entre  $AC_{31}$  e  $AC_{cm}$  para os hipereutetóides.

REFINO DE GRÃO  
GRAIN REFINING  
Diminuição do tamanho do grão.

REVENIMENTO  
TEMPERING  
Tratamento térmico de uma peça temperada ou normalizada, caracterizado por reaquecimento abaixo da zona crítica e resfriamento adequado, visando ajustar as propriedades mecânicas.

SEGREGAÇÃO  
SEGREGATION  
Concentração de elementos sob forma de solução sólida ou de compostos em regiões específicas de uma peça metálica.

TAMANHO DE GRÃO  
GRAIN SIZE  
São as dimensões dos grãos ou cristais em um metal policristalino, excluindo as regiões maciadas e os subgrãos, quando presentes. O tamanho do grão é usualmente estimado ou medido na seção média de um agregado de grãos. As unidades mais comuns são:

- a) diâmetro médio;
- b) área média;
- c) numero de grãos por unidade linear;
- d) numero de grãos por unidade de área;
- e) numero de grãos por unidade de volume.

TÊMPERA  
HARDENING  
Tratamento térmico caracterizado pelo resfriamento em velocidade superior à velocidade crítica de têmpera de uma liga ferro-carbono, a partir de uma temperatura acima da zona crítica para os aços hipoeutetóides e geralmente dentro da zona crítica para os aços hipereutetóides, resultando em transformação da austenita em martensita.

TÊMPERA EM ÁGUA  
WATER HARDENING  
Têmpera em que o agente de resfriamento (meio de têmpera) é a água.

TÊMPERA EM ÓLEO  
OIL HARDENING  
Têmpera em o agente de resfriamento (meio de têmpera) é um óleo.

TÊMPERA EM SALMOURA  
BRINE QUENCH  
Têmpera em que o agente de resfriamento (meio têmpera) é uma salmoura.

**TÊMPERA POR CHAMA  
FLAME HARDENING**

Têmpera em que o aquecimento é produzido por chama.

**TÊMPERABILIDADE  
HARDENABILITY**

Propriedade do aço que determina a profundidade e distribuição da dureza pela têmpera.

**TEXTURA DESCARBONETADA  
DECARBURIZED TEXTURE**

Caracterizada pela existência, em espessuras variadas, de uma faixa de ferrita na superfície do material.

Possui um arranjo granular no início passando a uma configuração reticular da parte média para final.

A avaliação da profundidade desta textura se faz até a condição onde os constituintes se apresentam em arranjo granular, ou o material base se encontre com percentagem mínima de 80%.

A avaliação é feita por comparação com cartas padrões, por meio de medição direta ao microscópio ou por avaliação de microdureza.

**TRATAMENTO SUBZERO  
SUBZERO TREATMENT**

Tratamento realizado abaixo 0°C. Particularmente, resfriamento de uma aço a uma temperatura abaixo de 0°C para transformação da austenita retida em martensita.

**TRATAMENTO TÉRMICO  
HEAT TREATMENT**

Operação ou conjunto de operações realizadas no estado sólido que compreendem aquecimento, permanência em determinadas temperaturas e resfriamento, realizados com a finalidade de conferir ao material determinadas características.

**TRATAMENTO TERMOQUÍMICO  
THERMOCHEMICAL TREATMENT**

Conjunto de operações realizadas no estado sólido que compreendem modificações na composição química da superfície da peça, em condições de temperatura e meio adequados.