

Desenvolvimento de Novas Atmosferas de Nitrogênio para o Tratamento Térmico de Recozimento de Arames de Aço Médio Carbono para Aplicação Cold-Heading. (1)

Mário Luiz Nunes da Silva (2)

Edison Roberto Viotto (3)

José Augusto C. Rosa (4)

Ary de Almeida Soares (5)

RESUMO

O trabalho consiste no desenvolvimento de atmosfera a base de Nitrogênio para recozimento de aço, onde a descarbonetação deve ser evitada. Testes foram realizados em forno campânula, recozendo arames de aço médio-carbono (suscetível a descarbonetação) para Cold-Heading, com resultados satisfatórios, isentos de descarbonetação.

(1) Trabalho apresentado no I Seminário de Trefilação de Arames, Barras e Tubos de Metais Ferrosos e Não-Ferrosos (Nov/93).

(2) Engº Metalurgista, sócio da ABM, Engº de Processos Senior do Depto de Processos da White Martins Gases Industriais.

(3) Engº Químico, sócio da ABM, Engº Especialista Senior da Divisão de Tecnologia da White Martins Gases Industriais.

(4) Engº de Materiais/Metalurgia, sócio da ABM, Supervisor de Garantia da Qualidade Arames da Gerência de Arames Especiais da VIBASA-Unidade Ipanema.

(5) Engº Metalurgista, sócio da ABM, Engº de Produtos/Processos da Unidade de Negócios de Alta Liga da Aços Villares-Usina Ipanema.

I INTRODUÇÃO TEORICA

Dentre as condições exigíveis que devem ser atendidas pelo fio de aço destinado ao forjamento a frio, como por exemplo, para a produção de parafusos e porcas, está a de apresentar valores mínimos de resistência e dureza com máxima estricção. [1-2]

Para a obtenção destas características mecânicas é necessário que a microestrutura seja composta de um agregado de ferrita e carbonetos esferoidizados, denominada de esferoidizada. A denominação do tratamento térmico que permite obter esta microestrutura é o recozimento de esferoidização (também é usual o termo "coalescimento"). A figura 1 apresenta a faixa de temperatura do tratamento térmico de esferoidização superposta num diagrama Fe-C [3].

Para o fio máquina, a regra geral deste tratamento consiste em: "Austenitizar à temperatura não superior a 400 C acima da temperatura crítica e transformar em temperatura não inferior a 400 C abaixo da temperatura crítica [4].

No aquecimento de um aço para tratamento térmico não é observado descarbonetação para temperaturas abaixo de 5400 C e pouca descarbonetação até 6000 C. Acima de 6000 C até a temperatura de transformação há maior facilidade de descarbonetação [5]; quando a temperatura de transformação é ultrapassada, a descarbonetação torna-se crítica.

A operação de deformação a frio, prévia ao recozimento, permite realizar o tratamento térmico de esferoidização efetuando-se o aquecimento em temperatura logo abaixo da temperatura de transformação. Quanto maior o grau de deformação a frio, menor o tempo necessário de permanência à temperatura de tratamento térmico para obter microestrutura esferoidizada.

A razão para este comportamento é que o desarranjo do reticulado cristalino causado pela deformação a frio promove a recristalização durante o recozimento subsequente, o que facilita a esferoidização do carboneto (cementita). A deformação a frio aumenta a solubilidade da ferrita para o carbono, por conseguinte aumentando a velocidade de difusão [6].

Resulta que em produtos trefilados, para a obtenção de microestrutura esferoidizada, é objetivada a temperatura inferior mais próxima da de transformação, desde que seja efetuado controle da atmosfera do forno para que não ocorra descarbonetação.

Neste trabalho avaliamos a utilização de misturas gasosas a base de Nitrogênio e Propileno no tratamento térmico de esferoidização de arames de aço Villares VT38 (similar ABNT/SAE 1038), com deformação a frio de 20%.

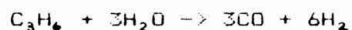
No processo de recozimento de aços sob atmosfera controlada em fornos tipo campânula, pode-se imaginar, teoricamente, que uma atmosfera constituída somente de Nitrogênio puro seria suficiente para manter o material isento de descarbonetação. Porém, na prática, se observa que os aços de médio e alto carbono apresentam descarbonetação ao final do tratamento.

As principais causas desta descarbonetação, na maioria dos casos, são as infiltrações de ar por problemas de manutenção e/ou operação dos fornos; oxigênio livre proveniente dos óxidos e água ou CO formados pelos estearatos usados na trefila.

Dependendo de em qual faixa de temperatura o aço se encontra, o processo de descarbonetação pode ocorrer de varias formas, tal como:



Para prevenir a descarbonetação superficial de aços em processos de recozimento, adotamos a técnica de injeção controlada de Nitrogênio e Propileno. O Propileno elimina o oxigênio livre, reduz óxidos metálicos e reage com água.

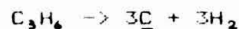


A eliminação de água com o aumento de Hidrogênio favorece a relação $\text{H}_2/\text{H}_2\text{O}$, o que torna a atmosfera cada vez mais redutora.

O Propileno também reage com o CO, um importante agente oxidante e descarbonetante.



Estas principais reações ocorrem enquanto existirem elementos oxidantes no forno, ou seja, quando não mais existirem elementos oxidantes no forno, o propileno craqueia formando fuligem:



A técnica de injeção controlada de misturas de Nitrogênio e Propileno foi amplamente estudada e testada, visando garantir com segurança os melhores resultados do aço testado, no que tange à descarbonetação superficial.

II PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A prática do tratamento térmico de esferoidização do aço VT38 trefilado, realizada com atmosfera de Nitrogênio apenas, é mostrado na tabela 1 . A temperatura de 700º C era limitada, para se minimizar a descarbonetação. Os resultados históricos obtidos com esse tratamento eram :

	% ESFER.	DUREZA HB	RES. TRAÇÃO MPa	DESCARB./TIPO ASTM
ESPEC.	80% MIN.	165 MAX.	600 MAX (1)	0,10 mm Tipo II/III
OBTIDO	50/80%	140/180	520/570	0,20 mm Tipo II

TAB. 1 : Trat. Térm. com Nitrogênio - Ciclo : 700º C / 12 h

O desenvolvimento do tratamento térmico com atmosfera de Nitrogênio + Propileno propiciou trabalhar-se a temperaturas mais altas, porém ainda subcríticas,. Nesta prática, o aquecimento foi realizado até 400º C onde foi efetuado um patamar para permitir a queima do estearato proveniente da trefilação. Iniciou-se a injeção da mistura na fase de aquecimento, monitorando-se as relações CO/CO₂ e H₂/H₂O até se atingir os valores desejáveis.

A partir deste ponto a introdução da mistura foi dada apenas para a manutenção dos valores visados.

Os valores obtidos (em diversas cargas) no arame, após este tratamento, estão na Tabela 2 abaixo:

	% ESFER.	DUREZA HB	RES. TRAÇÃO MPa	DESCARB./TIPO ASTM
ESPEC.	80% MIN.	165 MAX.	600 MAX (1)	0,10 mm Tipo II/III
OBTIDO	80/100%	150/161	506/525	ISENTO
	80/100%	145/161	509/536	ISENTO
	80/ 90%	156/161	512/530	ISENTO
	80/100%	150/161	506/530	ISENTO
	80/100%	150/156	503/520	ISENTO

TAB. 2 : Trat. Térm. com Nitrogênio + Propileno. Ciclo:720º C/12 h

(1) Resistência à tração máxima a ser obtida após tratamento térmico para garantir o especificado de 637 MPa máximo no arame após a trefilação de acabamento.

III COMENTARIOS

A esferoidização dos aços VT3B destinados à estampagem a frio (Cold-Heading) só era realizada em fornos duplo-vácuo. Esta restrição devia-se ao fato do atendimento às especificações de descarbonetação do produto: 0,10 mm máximo parcial, não se admitindo descarbonetação total (tipo I - ASTM E-45). A utilização de fornos tipo campânula com atmosfera de Nitrogênio puro, somente era possível em aços menos críticos, onde a aplicação permitia.

IV CONCLUSAO

Com o desenvolvimento da tecnologia de injeção de Nitrogênio e Propileno foi possível obter-se em fornos campânula convencionais, resultados semelhantes aos dos fornos duplo-vácuo.

Os resultados obtidos mostram que, através destas misturas, pode-se realizar ciclos com temperaturas mais altas com conseqüente aumento de produtividade dos fornos campânula.

V BIBLIOGRAFIA

1. NBR 6325: "Fio Máquina de Aço para Forjamento a Frio de Parafusos e Porcas".
2. NBR 7003: "Fio Trefilado de Aço para Forjamento a Frio de Parafusos e Porcas."
3. F. E. Purkert: "Prevention of Decarburization in Annealing of High Carbon Steel", *Journal of Heat Treating*, 1982 vol. 2, nº3.
4. *Metal Handbook* vol. 2: *Heat Treating, Cleaning and Finishing*. 8th Edition, pg 1-3.
5. F. E. Purkert: "Using Nitrogen Atmospheres to Anneal High Carbon Steel without Decarburization", *Heat Treating*, March 1982, pg 32-34.
6. K. E. Thelming: "Steel and Its Heat Treatment", 2th Edition. Butterworths.

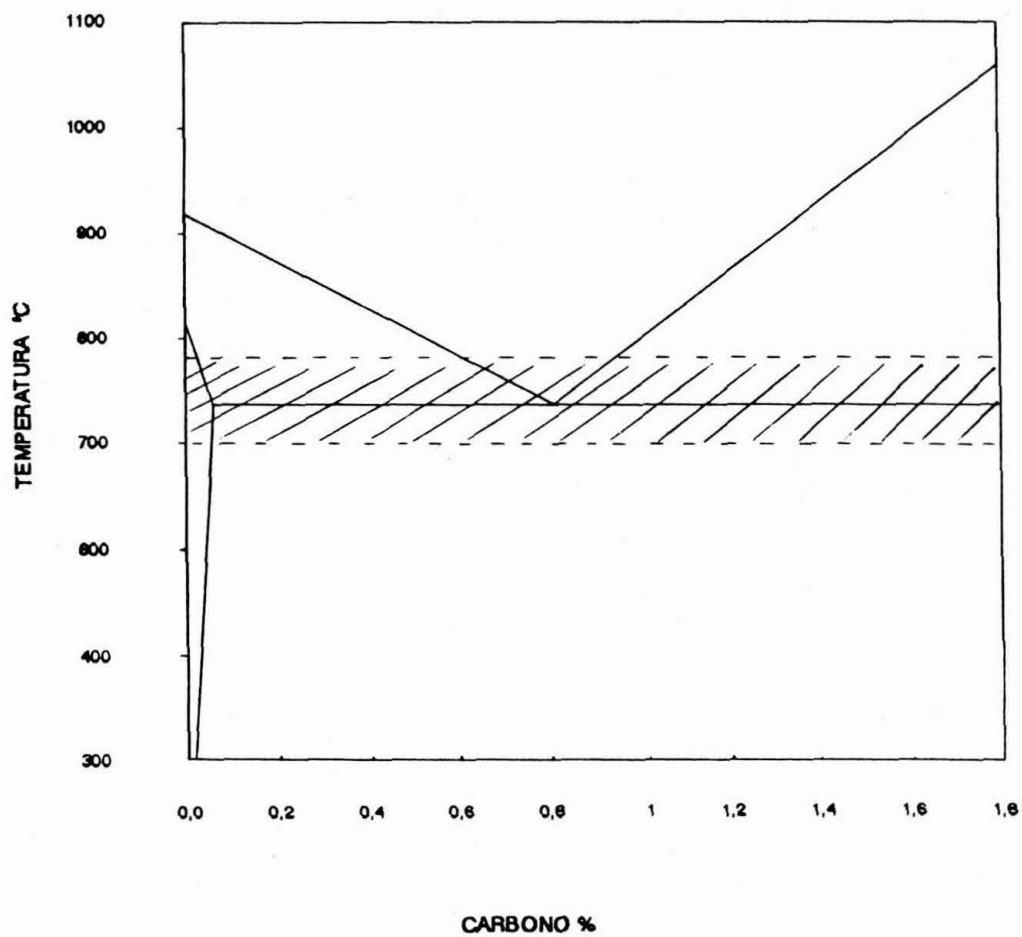


Fig.1 Diagrama esquemático de equilíbrio ferro-carbono mostrando a faixa de temperatura para esferoidização

