

AVALIAÇÃO DA MICROESTRUTURA E DUREZA DE UM TUBO DE AÇO SAE4130 TRATADO EM TÊMPERA POR INDUÇÃO

Juliano Boeira Ercolani, julianoercolani@hotmail.com

Luis Vinícius Vasconcelos Nunes, lviniciusnunes@hotmail.com

Rodrigo Passos Marques, rodrigo_marques198@hotmail.com

Thaffarel Barcelos Machado Ribas dos Santos, tbmrs.engmec@gmail.com

Prof. Dr. Aleir Fontana de Paris, paris@ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, RS, Brasil

RESUMO: O presente estudo tem como objetivo a análise dos resultados do tratamento térmico por têmpera de um tubo de aço SAE4130 (0,2% Mo e 0,9% Cr), realizando-se a comparação entre a microestrutura do material antes e depois do tratamento, bem como de suas propriedades, sendo em especial a sua microdureza. Para isso, será realizada têmpera por indução em um tubo, que será resfriado em água e outro que será resfriado em óleo. Assim, com os dois tubos temperados, serão comparados com outro tubo de amostra que não foi tratado.

PALAVRAS-CHAVE: Têmpera. Microdureza. Aço SAE4130

ABSTRACT: *The main objective of the following study is to analyze the results of a thermal treatment made on two steel pipes SAE 4130(0,2% Mo and 0,9% Cr), making the comparison between the microstructures existent before and after the hardening process. The research has also the objective to study the variability of the properties existent on steel pipes, aiming mainly their microhardness. To accomplish these objectives, it was necessary to heat the steel pipes on an induction heater, and then cool them on two different fluids: water and oil. The final results of this study were obtained after the comparison between the two different pipes and a untreated steel pipe,*

KEYWORDS: *Hardening. Microhardness. SAE 4130 Steel*

INTRODUÇÃO

Na indústria metal-mecânica a busca por novos materiais que atendam às características e propriedades desejadas nos mais variados projetos é cada vez mais importante. Visando este propósito, as peças de componentes mecânicos, principalmente aços e suas ligas, antes de serem utilizadas passam por processos e/ou operações que possuem o objetivo de alterar suas propriedades ou conferir-lhes características específicas. Estes processos podem englobar os chamados tratamentos térmicos e tratamentos termoquímicos. Dentre as propriedades mais desejadas em projetos de peças que suportam cargas e esforços elevados, pode-se citar a dureza e resistência mecânica, as quais podem ser melhoradas pelo tratamento térmico de têmpera.

Na têmpera ocorre um resfriamento rápido do aço cuja finalidade é promover a transformação microestrutural do material, resultando em uma microestrutura denominada martensita, a qual possui elevada dureza em comparação com as outras microestruturas das ligas Fe-C. A temperatura à qual deve estar a peça para que a têmpera possa ser realizada deve ser superior à temperatura crítica ou à da zona crítica de temperatura do material a ser tratado, que pode ser encontrada através do diagrama de equilíbrio da liga. Na indústria metalúrgica de base e na indústria de mineração o aquecimento de componentes a serem tratados é realizado através de um forno de indução, o qual é

formado por uma bobina indutora composta de espiras pelas quais ocorre a circulação de corrente elétrica.

Segundo Chiaverini (1981), se uma corrente alternada flui através de um condutor ou bobina de trabalho, estabelece-se nesta um campo magnético altamente concentrado, o qual induz um potencial elétrico na peça a ser aquecida e envolvida pela bobina e, como a peça representa um circuito fechado, a voltagem induzida provoca o fluxo de corrente. A resistência da peça ao fluxo da corrente induzida causa aquecimento por perdas i^2R .

METODOLOGIA

Para o estudo foram utilizadas duas amostras de tubos de aço SAE4130 (diâmetro externo: 19mm; diâmetro interno: 17mm; e comprimento: 7mm), o qual foi tratado termicamente pelo processo de têmpera. O aquecimento da amostra foi realizado em um forno de indução marca KIA, com potência de 15kW e frequência de 100Hz, disponível no Laboratório de Soldagem e Materiais (LASOMET) do Centro de Tecnologia (CT), conforme a figura 1.

Os parâmetros empregados nos ensaios experimentais, determinados anteriormente, foi uma corrente inicial para aquecer o tubo foi de 120A, sendo que o tempo de aquecimento ("heating time") foi de 15 segundos, enquanto o tempo para manter o tubo aquecido ("retaining time") foi de 15 segundos, sendo a corrente de 110A.



Figura 1. Forno de indução

O resfriamento da primeira peça foi efetuado em água, e a da segunda peça foi efetuada em óleo. Após o tratamento, as peças foram cortadas, polidas e atacadas com vital 2%, para verificar a microestrutura obtida. Para avaliar a microestrutura do material foi utilizada microscopia ótica, sendo utilizado o microscópio do Laboratório de Microscopia Eletrônica do CT. Com esta finalidade, foi aumentada em 500 vezes a imagem. Ainda foi possível realizar um ensaio para avaliar-se a microdureza resultante, em um equipamento chamado microdurômetro. Para este ensaio, foi medida a dureza Rockwell (HRC). Por fim, foi feita a comparação entre as propriedades da amostra original e da amostra já ensaiada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise ao microscópio, foi possível notar a transformação microestrutural do material.

As características das fotografias metalográficas revelam as microestruturas presentes para cada caso. A Figura 2 mostra de modo ampliado a estrutura do aço da amostra à temperatura ambiente. Vê-se claramente a distinção entre a ferrita ou ferro-alfa, rede mais clara de grãos, e os grãos de perlita, mais escuros, combinação que é típica para este material sob estas condições. A perlita apresenta-se em lamelas que possuem certa separação entre si.

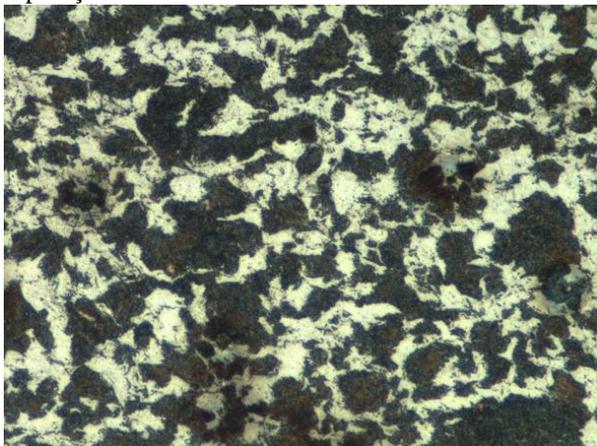


Figura 2. Tubo SAE4130 sem tratamento

O tratamento de têmpera feito sobre as amostras, em seu caráter microestrutural, objetiva uma nova estrutura com a aplicação de um resfriamento muito rápido a um material submetido a uma temperatura acima da sua zona crítica (total austenitização), presente em seu diagrama de equilíbrio. Dois fatos sempre estão presentes no processo: a separação da ferrita, ou da cementita, na zona crítica, e a transformação do ferro gama (austenita) em ferro alfa (linha inferior da zona crítica). Para tempos de resfriamento curtos, ocorre redução ou interrupção destes, e isso afeta a estrutura resultante.

Assim, nota-se nas figuras 3 e 4 a transformação ocorrida nas peças. Nelas, percebem-se finas estrias na forma de agulha, muitas vezes difíceis de serem colocadas em foco e pouco evidentes, dado o aumento das fotografias, e que encontram-se em direções diferentes, referentes aos planos cristalográficos da austenita. Também se verificam grãos claros, referentes à austenita não transformada.

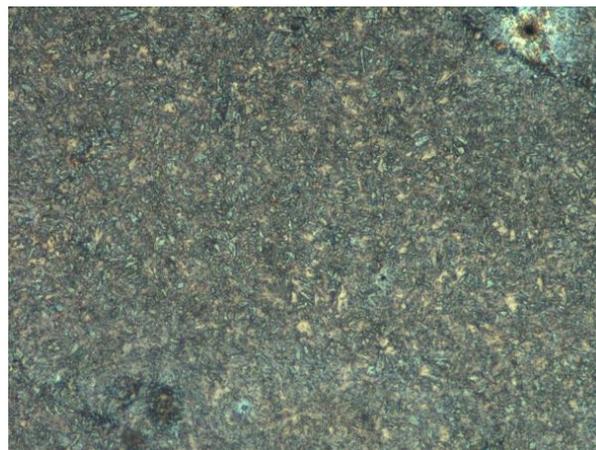


Figura 3. Tubo SAE4130, têmpera a água

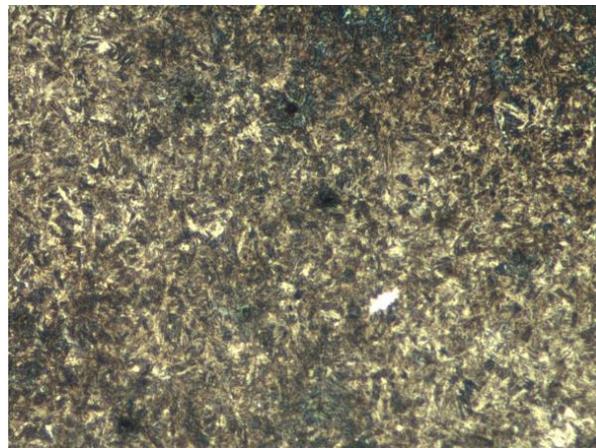


Figura 4. Tubo SAE4130, têmpera a óleo

Assim, foi verificado que a dureza do tubo SAE4130 sem tratamento foi de 25,8HRC, enquanto a dureza do mesmo material sendo feito o tratamento de têmpera por indução a água e a óleo foi de 48HRC e 47HRC, respectivamente.

Isto nos leva a crer que o resfriamento não foi suficientemente rápido, levando a formação de baixita.

CONCLUSÃO

Portanto, foi comprovado que realmente a dureza do material foi aumentada através dos tratamentos, sendo um aumento considerado, pois quase dobrou a sua dureza.

Assim, pode-se verificar a importância do tratamento térmico de têmpera por indução nos materiais, uma vez que ele realmente eleva a dureza do material, o que, dependendo de sua finalidade, é satisfatoriamente alcançada.

REFERÊNCIAS

CHIAVERINI, V. Aços e Ferros Fundidos. Volume único. 4ª ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 1981.

CHIAVERINI, V. Tecnologia Mecânica. Volume III. 2ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1986.

MACEDO, M. Q. Efeito dos Parâmetros de Austenitização sobre a Microestrutura e as Propriedades do Aço SAE4130 Submetido a Tratamentos Térmicos por Indução Eletromagnética. 2007, 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelo presente trabalho.