

ESTUDO DO PROCESSO DE TÊMPERA DO AÇO ABNT-8640 A PARTIR DO CONTROLE DE TEMPERATURA NO CENTRO DO CORPO DE PROVA

F. P. Branco (1), M. L. F. Fogal (1), M. A. C. Araujo (1) P. C. Mioralli (1),
T. B. Uchôa (1) e A. P. de Lima Filho (2)

(1) Discentes do Departamento de Engenharia Mecânica, FEIS, Universidade Estadual Paulista, Av. Brasil, 56, Ilha Solteira, SP, cep: 15385-000.

(2) Docente do Departamento de Engenharia Mecânica, FEIS, Universidade Estadual Paulista, Av. Brasil, 56, Ilha Solteira, SP, cep: 15385-000.

Palavras chaves: Têmpera, Revenido, Dureza Vickers.

RESUMO

O tratamento térmico de têmpera e revenido nos aços médio carbono ($0,3 < \%C < 0,6$) e baixa liga ($> 5\%$ elementos de liga) é muito aplicado na indústria mecânica para combinar tenacidade e resistência em componentes mecânicos. A resistência mecânica é estimada rapidamente pelo ensaio de dureza e a tenacidade através de um ensaio de impacto. Por outro lado, os diagramas de resfriamento contínuo CCT (Continuous Cooling Transformation) são usados para estimar os microconstituintes para diversas taxas de resfriamento.

Assim, neste trabalho, os tratamentos térmicos de têmpera a 850°C em óleo com agitação e revenido a 200°C foram feitos no aço ABNT 8640. Os ciclos térmicos dos tratamentos aplicados, foram acompanhados pelo posicionamento de um termopar tipo K (1,0 mm de diâmetro e 1000,0 mm de comprimento) dentro de um tubo de aço inoxidável 316L de 3,0 mm de diâmetro inserido e fixado no centro da amostra (31,0 mm de diâmetro e 62,0 mm de altura), veja Figura 1.

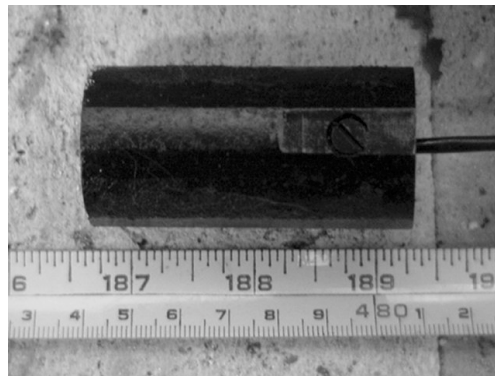


Figura 1. Corpo de prova de aço ABNT 8640 com o termopar tipo K inserido dentro do tubo de aço inoxidável 316L de 3,0 mm de diâmetro.

Esta amostra foi colocada no interior de um forno de resistência vertical tubular de 1200 W, 127 V para realizar os tratamentos térmicos.

O termopar como posicionado no interior da amostra, foi conectado num registrador gráfico marca ECB (Equipamento Científico do Brasil), modelo RB 103, série 323 para obter a curva tempo x temperatura tanto da têmpera quanto do revenido. Um mostrador digital de temperatura ATP/Hi-tek 4500 TII foi colocado em paralelo com o registrador ECB para observar a temperatura no centro da amostra (Figura 2).

O diagrama de resfriamento contínuo (CCT - Continuous Cooling Transformation) foi utilizado para estimar a microestrutura no centro da amostra.



Figura 2. Registrador Gráfico e o multímetro utilizado no trabalho.

A Figura 3 mostra a curva temperatura x tempo para a têmpera a 850°C em óleo e revenido a 200°C para o aço ABNT 8640.

O tempo de austenitização de 25 minutos foi estimado considerando a atmosfera do forno e a espessura da peça (1). Assim, como o forno não apresenta uma atmosfera protetora, observou-se a formação de carepa (óxido de ferro) na superfície da amostra. Consequentemente, uma descarbonetação ocorreu.

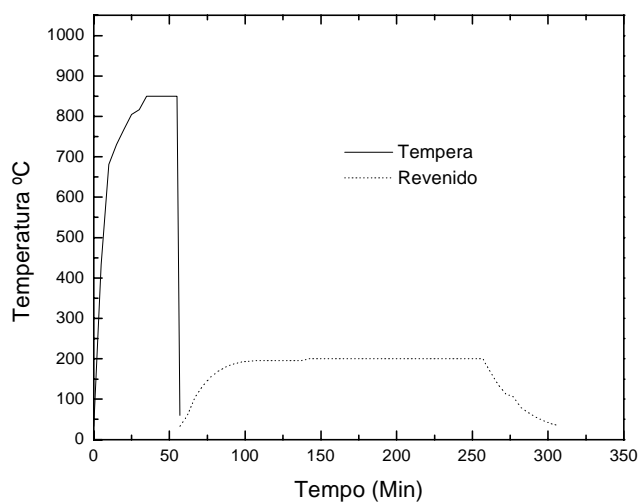


Figura 3. Curva Temperatura X Tempo.

Por outro lado, a duração do revenimento foi estimada em 2 horas. Pois além deste tempo, a queda de dureza é muito lenta (2). Assim, para diminuir ainda mais a dureza do aço após a têmpera, a temperatura de revenido deve ser aumentada. Aplicando o diagrama CCT (Figura 4), verifica-se que a microestrutura formada é constituída de bainita e martensita, no centro da amostra obtendo uma dureza e resistência mecânica diferenciada ao longo do diâmetro da peça após revenimento (veja Tabela 1). A partir de $\frac{3}{4}$ do raio da peça a dureza aumenta em direção a superfície. Isto é um indicativo da predominância da estrutura martensitica nesta região. Então, após o revenimento a micro-estrutura do centro até $\frac{3}{4}$ do raio é formada principalmente de bainita e a partir desta região até a superfície a martensita revenida é predominante. Então esse eixo terá uma resistência à tração média de 1137,05 Mpa.

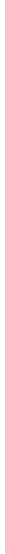


Figura 4. Diagrama CCT do aço ABNT 8640 mostrando os microconstituintes bainita e martensita obtidos após o resfriamento da barra de 31,0 mm de diâmetro em óleo (2).

Tabela 1: Estimativa da resistência a tração através do exame de dureza Vickers.

Posição	Dureza HV e σ_A (MPa)					
	Como recebido		Temperado		Revenido	
	HV	σ_A (MPa)	HV	σ_A (MPa)	HV	σ_A (MPa)
Superfície	267,5 ± 3,4	846,3	941,0 ± 5,1	2745,9	401,2±7,8	1304,9
¾ R	268,9 ± 5,3	852,1	908,7 ± 6,4	2688,2	386,7±6,4	1261,4
½ R	265,8 ± 3,3	841,8	860,4 ± 6,1	2600,4	375,4±3,5	1022,4
¼ R	269,1 ± 6,0	850,0	821,9 ± 6,8	2523,8	363,1±3,8	1080,3
Centro	280,5	886,9	802,6	2485,2	357,7	1016,2

Agradecimentos: Os autores agradecem ao Departamento de Engenharia Mecânica, pelo suporte técnico e ao prof. Dr. Antonio de Pádua Lima Filho pela orientação e acompanhamento, à Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Ilha Solteira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] Tool and Manufacturing Engineers Handbook. Third Edition. Daniel B. Dallas (Editor-in-Chief). Society of manufacturing engineers. MacGraw-Hill Book Company.
- [2] Atkins, M. Atlas Of Continuous Cooling Transformation Diagrams For Engineering Steels. American Society for Metals. 1980