

AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA DE ACABAMENTO NAS PROPRIEDADES DA QUALIDADE 2H-E36-S355J2¹

Gustavo de Sousa²
Antonio Augusto Gorni³
Maurício Martins Pereira⁴
Daniel Matsubara⁵

Resumo

Na literatura existem evidências sobre os efeitos benéficos da redução da temperatura de acabamento sobre as propriedades mecânicas de chapas grossas normalizadas. O objetivo deste trabalho consistiu em apresentar e discutir algumas experiências industriais, realizadas na laminação de chapas grossas da Usiminas Cubatão, envolvendo laminação controlada mais normalização e Laminação Convencional mais Normalização, da Qualidade 2H-E36-S355J2, onde foi possível determinar o efeito da temperatura de acabamento sobre as propriedades mecânicas da chapa. Os resultados obtidos indicaram que de fato a redução na temperatura de acabamento tendeu a elevar a tenacidade, e, em menor grau, a resistência mecânica das chapas. Entretanto, deve-se verificar em até que ponto essa melhoria nas propriedades compensam em relação a perda de produtividade ocorrida no laminador.

Palavras-Chave: Chapas Grossas; Temperatura de acabamento; Normalização

EVALUATION OF FINISHING TEMPERATURE ON PROPERTIES OF QUALITY-2H-336-S344j2

Abstract

In literature evidences exist on the beneficial effect of the reduction in the finishing temperature on the mechanical normalized thick plate properties. The objective of this work consisted of presenting and arguing some industrial experiences, carried through in the thick plate rolling of the Usiminas Cubatão, involving controlled rolling plus normalizing and Conventional rolling plus normalizing, of the quality 2H-E36-S355J2, where it was possible to determine the effect of the finishing temperature on the mechanical properties of the plate. The gotten results had indicated that in fact the reduction in the finishing temperature tended to raise the toughness and in lesser degree the resistance mechanics of plates. However, it must be verified in until point this improvement in the properties compensates in relation the loss of occurred productivity in the rolling mill.

Key words: Plates; Finishing temperature; Normalizing.

¹ Contribuição técnica ao 47º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 26 a 29 de outubro de 2010, Belo Horizonte, MG.

² Membro da ABM. Engenheiro Metalurgista, Engenheiro Produção da Coordenação de Gestão da Laminação a Quente, Usiminas – Cubatão SP. EMail: gustavo.sousa@usiminas.com

³ Membro da ABM. Engenheiro de Materiais, M. Eng, Dr. Eng., Engenheiro Produção da Coordenação de Gestão da Laminação a Quente, Usiminas – Cubatão SP. EMail: antonio.gorni@usiminas.com

⁴ Membro da ABM. Engenheiro Metalurgista, Engenheiro Produção da Coordenação de Gestão da Laminação a Quente, Usiminas – Cubatão SP. EMail: mauricio.pereira@usiminas.com

⁵ Membro da ABM. Engenheiro de Materiais, Engenheiro de Produto da Gerência de Controle Integrado de Produto, Usiminas – Cubatão SP. EMail: daniel.matsubara@usiminas.com

1 INTRODUÇÃO

A normalização de chapas grossas estruturais tem como principal objetivo a elevação de sua tenacidade; em segundo lugar vem a uniformização de suas propriedades mecânicas, incluindo a minimização da anisotropia. Como se sabe, esse tratamento consiste basicamente da austenitização da chapa, seguida de seu resfriamento sob ar calmo. Dois fatores são primordiais para que sejam conseguidos os efeitos desejados da normalização: as condições de austenitização e a microestrutura prévia da chapa.⁽¹⁾

O aquecimento das chapas no tratamento de normalização deve ser feito sob condições de temperatura e tempo tais que, proporcionem austenitização e uniformização plenas da microestrutura da chapa. Valores relativamente baixos de temperatura e tempo de encharque podem levar à austenitização parcial da chapa, condição que reduz, tanto sua resistência mecânica, quanto sua tenacidade ao final do tratamento térmico. Neste caso, a microestrutura final da chapa grossa se forma a partir dos grãos ferríticos que não sofreram transformação durante o aquecimento da chapa, condição que gera estrutura grosseira e contendo subestruturas. Já temperaturas excessivas podem levar à formação de microestrutura totalmente austenítica, mas com grãos grosseiros, comprometendo igualmente as propriedades mecânicas do produto. Note-se ainda que um ligeiro excesso de temperatura, acima do valor estritamente necessário para promover plena austenitização da chapa, tende a elevar sua tenacidade devido à dissolução dos carbonetos presentes nos contornos de grão. Como se vê, a determinação da temperatura de austenitização no tratamento de normalização deve balancear os efeitos contraditórios exercidos sobre a tenacidade pelo crescimento do tamanho de grão e pela dissolução dos carbonetos entre seus contornos.⁽¹⁾

A microestrutura prévia à normalização pode ser “herdada” até certo ponto pelo produto final, especialmente se a austenitização não for completa durante o tratamento de normalização. Isso é particularmente válido para chapas que apresentem estruturas pós-laminação excessivamente grosseiras, ou que contenham ferrita de “Widmanstätten”.⁽²⁾ A obtenção de microestruturas ideais após a normalização requer que ocorra plena austenitização e homogeneização do material durante o aquecimento da chapa, especialmente em termos da distribuição de carbono, manganês e silício. Essa condição é favorecida caso a chapa apresente estrutura refinada previamente à normalização.⁽¹⁾

A qualidade 2H-E36-S355J2 para uso estrutural naval, para espessuras de chapa acima de 16 mm, são processadas através de laminação controlada seguida de normalização. A idéia aqui é maximizar o refino de grão no material antes do tratamento térmico. Contudo, é necessário considerar que a execução da laminação controlada implica numa acentuada perda de produtividade no laminador que, conforme as dimensões do esboço variam de 20% a 50%.

O objetivo deste trabalho foi avaliar se o benefício nas propriedades obtidas através desta rota de processamento seriam significantes em relação a chapas processadas na rota de laminação convencional seguida de normalização.

2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material estudado nesse trabalho foram chapas grossas da qualidade 2H-E36-S355J2, produzidas em espessuras de 13 mm a 50 mm. A composição química especificada para esta qualidade foi nas seguintes faixas: 0,10-0,13%C; 1,45-

1,60% Mn, 0,15-0,40% Si, 0,025% P_{máx}; 0,01% S_{máx}; 0,020-0,050% Al, 0,030-0,040%; Nb + Ti + V 0,090 – 0,100% e 0,005-0,009% N. A rota de fabricação deste produto na laminação em função da espessura de produto conforme a Tabela 1:

Tabela 1- Dimensões das chapas e condições de fornecimento

Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)	CF
13,00	2.438	9.144	N
16,00	2.438	9.144	N
18,00	2.438	9.144	LCN
19,00	2.438	9.144	LCN
20,00	2.438	9.144	LCN
22,00	2.438	9.144	LCN
25,00	2.438	9.144	LCN
35,00	2.438	9.144	LCN
38,00	2.438	9.144	LCN
40,00	2.438	9.144	LCN
50,00	2.438	9.144	LCN

Legenda: N: Normalização; LCN: Laminação controlada mais Normalização; CF: Condição de Fornecimento.

Foram processadas algumas sequências com rota laminação convencional mais normalização para produtos com espessura acima de 18 mm. Com temperaturas de acabamento variando entre 700°C e 1.000°C, sendo todas as chapas posteriormente submetidas a tratamento térmico de normalização constituído de austenitização a 900°C seguida de resfriamento ao ar calmo. Foram retiradas amostras, realizados ensaios de tração e impacto charpy.

3 RESULTADOS EXPERIMENTAIS E DISCUSSÃO

Verificou-se que a variação do limite de escoamento em função da temperatura de acabamento do material houve em média um decréscimo de 7 MPa no limite de escoamento a cada 100°C a mais na temperatura de acabamento do material. Mesmo para os produtos terminados com temperaturas mais altas no laminador os resultados de limite de escoamento atenderam ao mínimo exigido.

Foi verificado que houve em média um decréscimo de 3 MPa no limite de resistência. a cada 100°C a mais na temperatura de acabamento do material. Mesmo para os produtos terminados com temperaturas mais baixas no laminador observa-se resultados de limite de resistência próximos ao mínimo exigido, portanto pode-se afirmar que o limite de resistência não é fortemente afetado pela temperatura de acabamento do material no laminador.

Verificou-se que houve um pequeno decréscimo na tenacidade, em média 19J, com o aumento na temperatura de acabamento. Mesmo para os produtos terminados com temperaturas mais altas no laminador, os resultados do ensaio charpy apresentam certa folga em relação ao mínimo exigido.

Foi verificado um aumento de produtividade de 20% do material processado com rota laminação convencional mais normalização em relação ao material processado na rota laminação controlada mais normalização.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos confirmaram que a redução na temperatura de acabamento realmente tende a proporcionar efeitos benéficos nas propriedades mecânicas de chapas grossas. Para esta qualidade estudada, mesmo com decréscimo nas propriedades do material observadas com o aumento da temperatura de acabamento do material no laminador, é atendido o mínimo exigido. Isto indica ser plausível o processamento desta qualidade com temperaturas de acabamento mais altas no laminador em virtude do aumento de produtividade, que ficou em torno de 20%.

REFERÊNCIAS

- 1 COCHRANE, R.C. e outros. Influence of Prior Microstructure on Normalising Response of C-Mn-Al-Nb Steels. **Materials Science and Technology**, v. 5, n. 1, January 1989, p. 20-8.
- 2 GORNI, A.A. e outros. Influência da Temperatura de acabamento sobre a resposta ao tratamento de normalização em chapas grossas de aços microligado In: 61º Congresso Anual da ABM. **Anais...** Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, Rio de Janeiro (RJ), Julho de 2006.