

Simulação de uma Zona Afetada pelo Calor sobre aço SAE 5160 através de aquecimento por Indução e Resfriamento em Diferentes Meios

Michele Cipolatto da Rosa
Orientador: Ivan Guerra Machado

1. INTRODUÇÃO

A possibilidade de reproduzir experimentos, buscando melhorias no produto final, além da diminuição do tempo de fabricação e custo empregado, torna-se cada vez mais corriqueiro. Esta pesquisa tem como intuito simular uma ZAC (zona afetada pelo calor) e analisar como o gradiente de temperatura está correlacionado com as propriedades mecânicas e microestruturais do aço SAE 5160 submetido a tratamento térmico. Denominado aço cromo-manganês, com médio carbono, têm alta resistência a tração e fadiga, boa tenacidade, boa ductilidade e média temperabilidade, o que acarreta em uma baixa soldabilidade. A ZAC é consequência da máxima temperatura alcançada, do tempo de permanência do metal base na mesma e das taxas de aquecimento e resfriamento, uma zona onde não ocorre nenhum tipo de fusão, mas são produzidas alterações alotrópicas relevantes, como crescimento de grão e transformações de fase.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados corpos de prova de aço SAE 5160 de seção quadrangular com dimensões 100x4,5x4,5 mm, a fim de garantir uniformidade de temperatura na seção. Os experimentos foram realizados por meio de uma máquina de indução Inductoheat modelo LEPEL PN 13190388, com a utilização de uma bobina de uma espira. A potência do equipamento foi fixada em 60%, o que equivale a 9 kW. As formas de resfriamento utilizadas foram Argônio puro (em uma vazão de 30 L/min até a temperatura final de 500 °C), salmoura a 10%, e acetona refrigerada a -40 °C. Para cada meio de resfriamento foram analisadas em três tempos de aquecimento diferentes, 4,5s, 5,5s e 6,5s, garantindo temperatura no campo austenítico. Cada peça foi exposta ao aquecimento e, em seguida, resfriada em um meio. Após, as barras passaram por preparação metalográfica convencional seguido de polimento abrasivo com alumina 0,5 micron e ataque com reagente nital 2%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras que ficaram mais tempo expostas ao aquecimento apresentaram uma área de ZAC maior, contudo, todas apresentaram alterações microestruturais (como crescimento de grão - peças com tempo maior de aquecimento apresentaram maior tamanho de grão final) e algumas apresentaram transformação de fase (transformação martensítica). No caso da Salmoura (5,5 s e 6,5 s) houve aparecimento de trincas superficiais.



Figura 1: Trinca na peça tratada com salmoura aquecida por 6,5 s

O meio com taxa de resfriamento mais brusco foi a Salmoura, as taxas de aquecimento foram constantes. Para este tratamento, todas as peças apresentaram dureza superior aos demais resfriamentos. Com exceção das amostras de Argônio 4,5s e 5,5s, houve formação 100% martensita. Para o Argônio (4,5s e 5,5s)

FORMA DE RESFRIAMENTO	TAXA DE RESFRIAMENTO(°C/s)		
	4,5s	5,5s	6,5s
Acetona	134,33	137,85	141,3
Argônio	44,9	38,18	79,57
Salmoura	198	259	267,2

Tabela 1: Taxas de Resfriamentos em °C/s

houve formação de bainita.

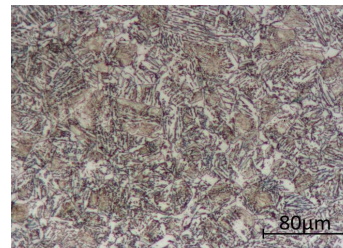


Figura 2: Microestrutura com aumento de 1000x do Argônio 4,5s

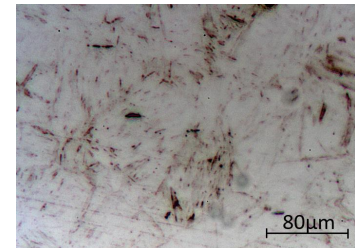


Figura 3: Microestrutura com aumento de 1000x da Salmoura 6,5s

O metal base apresenta dureza de 380 HVZ para 0,5 kgF. O perfil de dureza foi obtido fixando o ponto central como origem. Por se tratar de um aquecimento indutivo, haverá simetria do ponto central devido ao aquecimento ser local. Com exceção da Argônio 4,5 s, as peças apresentaram dureza superior ao metal base. Quanto maior o tempo na qual a amostra foi aquecida, maior a dureza obtida em relação a mesma forma de resfriamento. A Salmoura apresentou maior dureza em comparação a todos os tempos analisados.

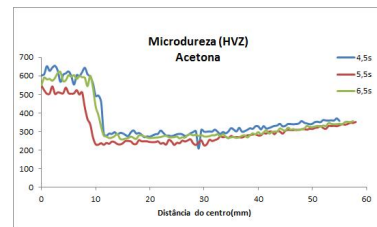


Tabela 2: Perfil de dureza com eixo fixado no centro para a Acetona em diferentes tempos de aquecimento

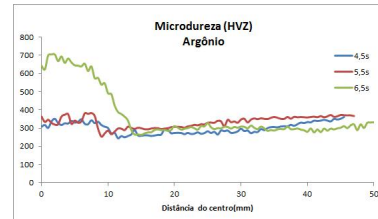


Tabela 3: Perfil de dureza com eixo fixado no centro para o Argônio em diferentes tempos de aquecimento

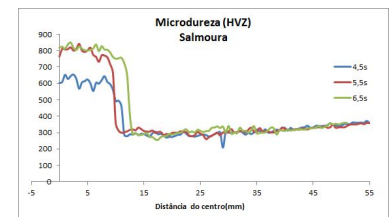


Tabela 4: Perfil de dureza com eixo fixado no centro para a Salmoura em diferentes tempos de aquecimento

4- CONCLUSÕES

- A amostra resfriada com salmoura, meio que apresentou maior taxa de resfriamento, apresentou maior dureza;
- As amostras que ficaram sob aquecimento por mais tempo apresentaram maior dureza, pois austenitizou mais formando mais martensita;
- Somente nos casos de Argônio 4,5 s e 5,5 s não houve têmpera, este fato ocorreu pela baixa taxa de resfriamento, formando bainita. Nesses casos, a formação desta ficou localizada no centro do aquecimento, se analisarmos microestruturas ao longo do comprimento, notaremos que a microestrutura foi se tornando similar ao metal base (ferrita e perlita). Fato que ocorreu em todos casos;
- Para a Salmoura e Acetona houve uma queda brusca na dureza após o centro do aquecimento. Para o Argônio essa queda foi suave.

5- REFERÊNCIAS

1. Dutra, William Todendi. - Soldagem à arco assistida por pré-aquecimento indutivo localizado, Porto Alegre- 2015.
2. Porter and Easterling - .Phase Transformations in Metals and Alloys, Chapman & Hall, 1997
3. Machado, Ivan Guerra - Soldagem e técnicas conexas: processos. Porto Alegre, editado pelo autor, 1996