

TRATAMENTO TERMICO DE SOLUBILIZAÇÃO EM BROZE TM23

Lucídio Sebastião Lourenco Júnior¹, Edson Roberto da Silva², Warley Augusto Pereira³, Cristian Paiva Braganholo⁴

Resumo

O procedimento denominado como tratamento térmico é feito com o aquecimento do metal a uma temperatura pré-determinada, e em seguida, resfriá-lo em certas condições visando alterar suas propriedades mecânicas. O objetivo do presente trabalho foi submeter a liga de bronze TM23 ao tratamento térmico de solubilização, de modo a verificar se há mudança na resistência mecânica da liga por meio de ensaio de dureza. Para tanto uma liga de bronze TM23 com resistência média e alta ductilidade e tratada termicamente e sua resistência mecânica e acompanhada pelo durômetro. Verificou-se que tanto o tempo quanto a temperatura de solubilização influenciaram na dureza do material.

Palavras-chave: Têmpera. Resistência mecânica. Dureza.

Introdução

Com avanço da tecnologia estão sendo desenvolvidos equipamentos e dispositivos eletrônicos variados e, com isso, verificou-se a necessidade de novos materiais, dentre os quais se destaca o cobre. Este metal se apresenta como o primeiro usado pela civilização, sendo identificado como não-ferroso e não magnético. Trata-se de um ótimo condutor de eletricidade e calor, razão pela qual começou a ser utilizado em grande escala em indústrias de cabos, fios elétricos e equipamentos eletrônicos (SIMÕES; NAKASATO, 2013).

Tem-se como tratamento térmico o processo de aquecimento e resfriamento, sob condições controladas de ligas metálicas, ferrosas e não ferrosas, em cujo procedimento objetiva-se alterar suas propriedades. Assim, é possível obter-se diversas propriedades, as quais possibilitam que as ligas sejam adequadas a várias aplicações, alcançando-se estes efeitos sem altos gastos financeiros (VALE, 2011).

Observa-se que o cobre, juntamente com suas ligas, forma um dos mais expressivos grupos de metais comerciais. Isso se deve à sua função e ao seu alto potencial de condução elétrica e térmica, além da sua alta resistência mecânica, à corrosão e à fadiga. Todas estas propriedades favoreceram este metal e suas ligas, os quais são utilizados em várias aplicações, notadamente naquelas em que a condução elétrica ou térmica, ou as duas, são de suma importância (BARBOSA, 2015).

¹ lucidioslj@hotmail.com. Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Mecânica.

² edsonroberto@unirv.edu.br. Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Mecânica.

³ warley@unirv.edu.br. Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Mecânica.

⁴ cristianpb7@hotmail.com. Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Mecânica.

No que diz respeito ao tratamento de solubilização e o endurecimento por precipitação, tem-se que as ligas que normalmente são submetidas a tal tipo de tratamento são: bronze, alumínio e Cu-Be, sendo que nesta última consiste, de início, em se solubilizar por aquecimento, durante 1 a 3 horas, de 775 e 1035 °C, de acordo com a modalidade da liga e, após, faz-se a precipitação, a temperaturas que vão de 300 a 510 °C, no prazo de 2 a 5 horas (VALE, 2011).

A liga de cobre escolhida é para este trabalho foi o bronze TM 23. Segundo a empresa Dubronze (2015), o bronze TM 23 possui 75 HB de dureza, 28 kg/mm² de limite de resistência, 23% de alongamento e 16 kg/mm² de limite de escoamento, geralmente é utilizado para diversos fins, os quais apresentam propriedades antifricção e resistência média. Eles são utilizados mais comumente para pequenas peças submetidas à velocidade e pressões superficiais baixas. Utilizado para fabricação de peças deslizantes submetidas a choques e cargas altas como engrenagem, pinhões e sede de válvulas. Possui boa resistência à corrosão e ao desgaste e exige boa lubrificação durante o uso, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química do Bronze TM 23

Liga	Composição química								
	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Sb	Ni	P	Al
TM 23	70%	4,00%	14,00%	7,0%	-	-	-	-	-
	74%	6,00%	16,00%	9,00%	0,30%	0,30%	0,50%	0,02%	-
		-	-	-		-	-	-	
		-	-	-		-	-	-	

Fonte: Dubronze (2015).

Este trabalho teve como objetivo geral verificar a influência do tratamento térmico de solubilização sobre a dureza do Bronze TM 23. Como objetivo específico visou-se submeter uma série de corpos de prova ao tratamento térmico de solubilização no qual foi verificada a influência de diferentes temperaturas e tempos durante este tratamento sobre a dureza dos corpos de prova.

Material e métodos

Para a realização deste trabalho, utilizou-se duas barras de ½" (12,5 mm) de diâmetro com 1 metro de comprimento da liga de bronze TM 23.

Foram cortados 48 corpos de prova com 1 cm de comprimento com auxílio de um policorte do laboratório de Ensaios de Materiais da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Rio Verde – UniRV.

Para a execução do tratamento de solubilização, os 48 corpos de prova foram divididos em três partes com 16 peças cada. Os primeiros 16 corpos de prova foram colocados no forno elétrico do laboratório de Materiais e processos de fabricação da faculdade de Engenharia mecânica da Universidade de Rio Verde – UniRV, a uma temperatura de 450 °C. Das 16 amostras, 8 permaneceram no forno por 1,5 horas e as outras 8 permaneceram por 3 horas.

Após este tempo as peças foram resfriadas em água e suas durezas foram medidas no durômetro Rockwell modelo HR 150C, do laboratório de Ensaios de Materiais da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Rio Verde – UniRV. Outro grupo de 16 corpos de prova foi aquecido a uma temperatura de 650 °C, das 16 amostras 8 permaneceram no forno por 1,5 horas e as outras 8 permaneceram por 3 horas. Após este tempo as peças foram resfriadas em água e suas durezas foram medidas.

O último grupo de 16 corpos de prova foi aquecido a uma temperatura de 850 °C, das 16 amostras, 8 permaneceram no forno por 1,5 horas e as outras 8 permaneceram por 3 horas. Após este tempo, as peças foram resfriadas em água e suas durezas foram medidas.

Resultados e discussão

Antes dos tratamentos térmicos, um dos corpos de prova foi usado como controle para que um ensaio de dureza fosse realizado afim de comparações com as durezas pós-tratamento térmico. O valor médio da dureza obtido no corpo de prova antes do tratamento foi de 31,4 HRB.

Para a verificação do efeito do tratamento térmico sobre a dureza do bronze TM23, realizou-se um planejamento estatístico fatorial com posterior análise de variância.

A análise estatística foi feita dividindo-se cada variável de estudo em fatores, estudando-se dois parâmetros, o tempo de solubilização em horas, chamado de fator A, e a temperatura de solubilização em °C, denominado de fator B.

Após definidos os fatores em estudo, levantou-se as seguintes hipóteses:

- H_{0A} : o tempo de solubilização não influencia na dureza dos corpos de prova;
- H_{1A} : o tempo de solubilização influencia na dureza dos corpos de prova;
- H_{0B} : a temperatura de solubilização não influencia na dureza dos corpos de provas;
- H_{1B} : a temperatura de solubilização influencia na dureza dos corpos de provas;
- H_{0AB} : a interação entre a temperatura/tempo de solubilização não influencia na dureza dos corpos de prova.
- H_{1AB} : a interação entre a temperatura/tempo de solubilização influencia na dureza dos corpos de prova.

A Tabela 2 expressa dureza em HRB do tratamento de solubilização, para cada combinação de parâmetros, na qual as linhas (fator A) referem-se ao tempo de solubilização e as colunas (fator B), a temperatura de solubilização.

Tabela 2 - Condição de solubilização

Solubilização													Soma	
Temperatura [°C]		450				650				850				
Tempo [h]	1,5	41	42	56	54	89	89	93	96	94	79	79	84	1660
		38	31	34	35	91	89	97	84	40	81	81	63	
	3	49	26	21	17	54	62	50	57	47	57	54	63	1141
		37	35	17	19	58	63	57	53	64	61	59	61	
Soma		552				1182				1067				2801

Fonte: próprio autor

O procedimento completo da análise de variância para um planejamento fatorial de dois fatores é mostrada na Tabela 3.

Nesta análise, caso F_0 calculado obtiver resultado menor que F_{0tab} tabelado, não se rejeita a hipótese H_0 . Os valores de F_{0tab} foram retirados de Montgomery e Runger (2016), com nível de significância $\alpha = 0,01$.

Tabela 3 - Valores calculados da análise de variância para o efeito da dureza no tempo/temperatura de solubilização.

Variável	SQ	Fi	MQ	F_{0cal}	F_{0tab}	α	Resultado
A	5611,68	1	5611,68	11,04	7,15	1%	Influencia
B	14069,79	2	7034,895	13,84	5,16	1%	Influencia
A o B	975,87	2	487,935	0,96	5,16	1%	Não influencia
Erro	21344,16	42	508,19	-	-		-
Total	42001,525	47	-	-	-		-

Fonte: Próprio autor.

Procedendo a comparação dos resultados entre F_{0cal} e F_{0tab} expostos na Tabela 3, é possível observar que, para o fator A (tempo de solubilização), o valor de F_{0calc} é maior que o valor de F_{0tab} ; de forma que, para um nível de significância $\alpha = 1\%$, rejeita-se a hipótese H_{0A} e conclui-se que o tempo de solubilização influencia na dureza do corpo de prova.

Com relação ao fator B (temperatura de solubilização), o valor de F_{0calc} é maior que F_{0tab} ; de forma que para um nível de significância $\alpha = 1\%$, rejeita-se a hipótese H_{0B} onde a temperatura também influencia na dureza do material.

Para a interação $A \approx B$ (temperatura/tempo de solubilização), o valor de F_{0calc} é menor que F_{0tab} ; para um nível de significância de $\alpha = 1\%$, não se rejeita a hipótese H_{0AB} e conclui que a interação entre A e B não influencia na dureza dos corpos de prova solubilizados.

Conclusões

Em resposta ao objetivo do trabalho e de acordo com as condições testadas, pode-se concluir que:

- 1) A temperatura influencia na dureza do tratamento térmico de solubilização;
- 2) O tempo influencia na dureza do tratamento térmico de solubilização;
- 3) A temperatura pelo tempo não influencia na dureza do tratamento térmico de solubilização;

Referências

BARBOSA, C. *Cobre: história*. Disponível em:

<<http://www.jorgestreet.com.br/arquivos/professores/neris/cobre.pdf>>. Acesso em: 16/10/2015.

DUBRONZE INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE AÇOS E METAIS Ltda. *Bronze*. Disponível em: <<http://www.dubronze.com.br/>>. Acesso em: 02/11/2015.

Montgomery, D. C.; Runger, G. C. *Estatística Aplicada e Probabilidade Para Engenheiros* - 6ª Ed. LTC, 2016.

SIMÕES, C. A.; NAKASATO, C. *Metais não ferrosos*. São Paulo: Fatec-SP, 2013.

VALE, A. R. M. do. *Tratamento térmico*. Santa Maria: UFSM, 2011. Disponível em: <http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/ifpa/tecnico_metalurgica/tratamento_termico.pdf>. Acesso em: 23/08/2016.