



57^o

CONGRESSO ANUAL DA ABM - INTERNACIONAL

FREI CANECA SHOPPING E CONVENTION CENTER • 22 a 25 de Julho de 2002 - São Paulo - SP - Brasil

SOLDAGEM

FUNDIÇÃO

FORJAMENTO

AOO INOXIDÁVEL

METALURGIA DO FÓ

CONSTRUÇÃO CIVIL

METALURGIA FÍSICA

DIAGRAMA DE FASES

TECNOLOGIA MINERAL

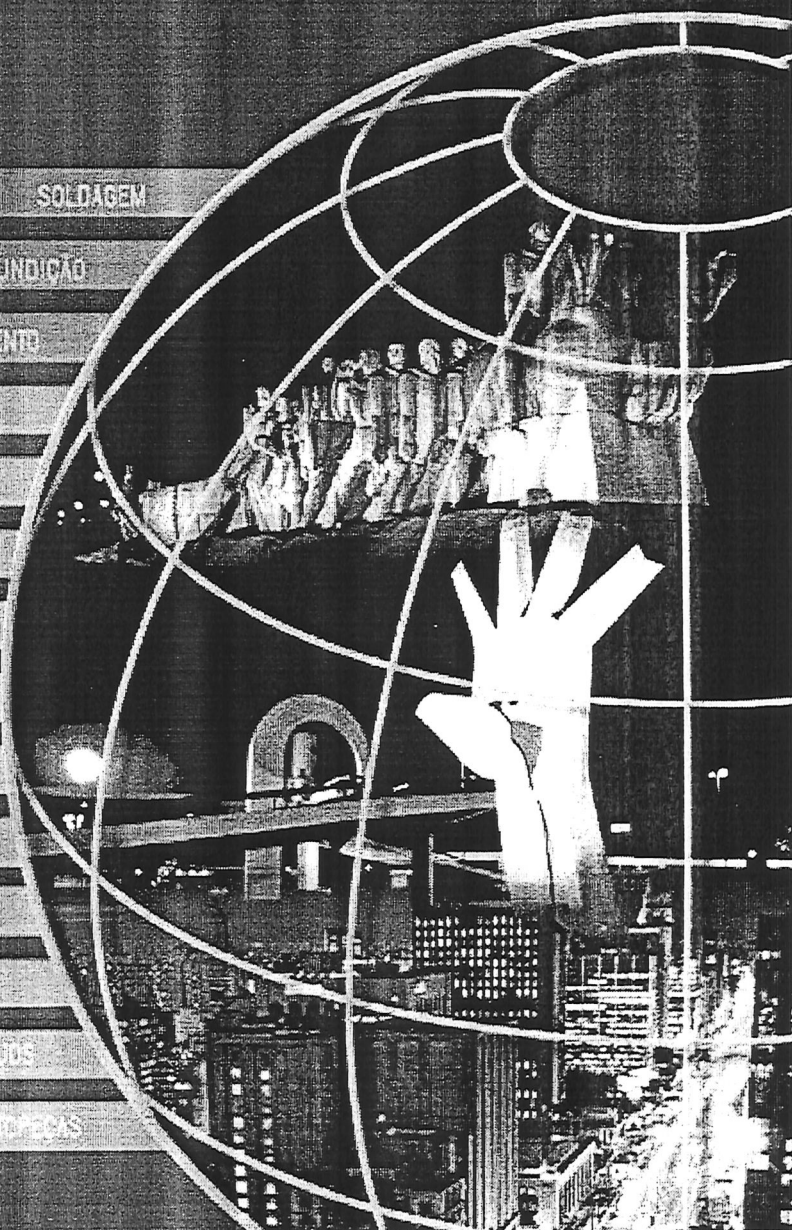
EMBALAGEM METÁLICA

MECÂNICA DA FRATURA

MATERIAIS ELÉTRICOS E MAGNÉTICOS

MEIO AMBIENTE / GESTÃO DE RESÍDUOS

INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA / AUTOPÉÇAS



Ficha Catalográfica / Cataloguing Card

Congresso Anual da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais
(57.º: 2002: São Paulo, SP)

Anais do 57º Congresso Anual da Associação Brasileira de Metalurgia
e Materiais. [CDROM]. / Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais --
São Paulo : Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2002.

Publicado até o ano de 1996 [51º] em forma impressa.
ISSN1516-392X

1. Metalurgia - Congressos 2. Materiais - Congressos I. Título

CDD 669.06

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO COMPORTAMENTO DE UM REVESTIMENTO DURO, CONTENDO TITÂNIO, UTILIZADO COMO REVESTIMENTO DE MATRIZES¹

Fábio Henrique Bellam²
Alessandro Fraga Farah³
Ovídio Richard Crnkovic⁴

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo estudar a influência da temperatura em uma liga para revestimento, contendo titânio, no emprego de revestimento de matrizes que trabalham a quente. As matrizes utilizadas atualmente no mercado têm um alto custo de fabricação e manutenção ao longo de suas vidas confeccionados normalmente de aços ferramenta ou materiais de alto custo. Neste trabalho propomos a substituição deste material por um revestimento duro sobre a base de um aço comum de custo bem inferior e somente a área de solicitação da matriz com o revestimento em questão. Esta liga apresenta em suas composição uma alta porcentagem de titânio o qual vem sendo amplamente utilizado em situações de desgaste severo. Esta liga foi comparada com duas outras já utilizadas no mercado. O objetivo deste trabalho é propor a recuperação da matriz revestida através da deposição da liga por solda e usinagem do revestimento, visando com isso um ganho na relação custo/benefício, através do aumento da sua vida útil.

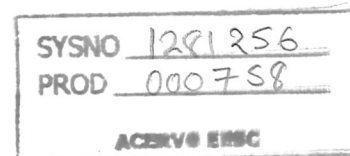
Palavras-chave : trabalho a quente, revestimento, tratamento térmico

¹ 57º Congresso Anual da ABM - Internacional, 22 a 25 de Julho de 2002, São Paulo - SP, Brasil.

² Engenheiro Supervisor de Produção, Usina Açucareira de Jaboticabal S/A, Jaboticabal - SP, Brasil.

³ Prof. MSc. da Universidade Paulista - UNIP, Campus Ribeirão Preto, Ribeirão Preto - SP, Brasil.

⁴ Prof. Dr. da EESC da Universidade de São Paulo - USP, São Carlos - SP, Brasil.



Introdução

Com o passar dos anos, com o aumento da tecnologia, e a evolução da economia, o mercado consumidor exige cada vez mais produtos de menor custo e maior qualidade, estas exigências devem ser absorvidas e implementadas pelos fabricantes e fornecedores de produtos.

Os aços para trabalho a quente são utilizados em diversas aplicações envolvendo conformação a quente de metais ou polímeros. Dentre algumas podemos citar: matrizes para forjamento, extrusão para injeção. As matrizes que são utilizadas no trabalho à quente, são geralmente constituídas de material especial (como por exemplo aço ferramenta), e que além de seu elevado custo, quando são expostas em trabalho a quente decorrente das altas temperaturas de trabalho [1-4].

Para as diversas aplicações destes aços são exigidas algumas propriedades tais como tenacidade, fadiga térmica, resistência ao desgaste e resistência ao amolecimento [4,5].

A utilização de revestimentos em materiais proporciona o aumento da vida útil das partes que são submetidas a maiores esforços. A aplicação do material especial somente na parte de trabalho, traz um barateamento do custo do ferramental. Ou seja, deixa-se de usar um aço especial em toda a ferramenta, utilizando apenas as arestas de corte da matriz com um revestimento duro e o restante da peça de aço comum, por exemplo, aço SAE 1045 ou 1020, dependendo da aplicação [5,6].

As figuras (Figura 1) abaixo mostram uma representação esquemática do uso deste material em uma matriz.

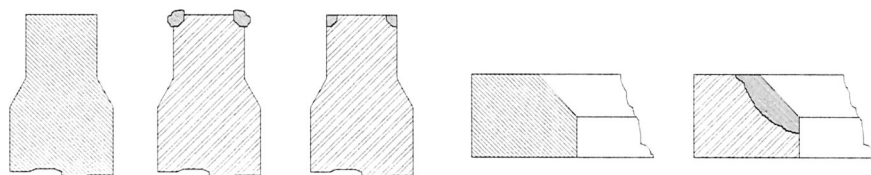


Figura 1- Exemplos de aplicações de revestimentos em matrizes.

O processo de aplicação do revestimento é feito por deposição através de soldagem em camadas sobrepostas ao metal base, visando assim minimizar o efeito da diluição. Este efeito ocorre devido às diferenças existentes na composição do material base e do material utilizado como revestimento, resultando em propriedades inferiores às propostas pelos fabricantes [7].

Outro grave problema encontrado em matrizes revestidas que trabalham a quente é aparecimento de microtrincas no revestimento da matriz. Estas microtrincas podem provocar o aumento do desgaste por destacamento nas áreas solicitadas em trabalho [8,9].

Em análises feitas para outros fins, do revestimento em estudo, foi possível analisar que este ao ser depositado por soldagem gera uma estrutura martensítica com carbonetos precipitados e não gera microtrincas em sua estrutura, contribuindo para evitar o destacamento do material, e consequentemente perda por desgaste.

O objetivo do presente trabalho é estudar a variação de dureza da liga em função da temperatura e tempo de revenimento, comparando com duas ligas comerciais. E consequentemente a variação microestrutural obtida ap

tratamentos, em relação à estrutura da liga depositada por solda. Parâmetros estes que influenciam diretamente na vida útil de matrizes a quente.

Metodologia

A liga em estudo (Liga A) e as ligas comerciais (Liga B e Liga C) foram depositadas pelo processo MIG de soldagem, sobre um metal base SAE 1045. Foram feitos três passes de cada liga para minimizar o efeito de diluição destas com o metal base. A composição química nominal dos revestimentos utilizados estão na tabela 1.

Liga	Elementos (% em peso)									
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	Ni	V	Ti	Fe
A	1,75	1,0	2,0	6,0	1,5	-	-	-	7,0	Bal.
B	0,2	1,5	1,0	4,5	1,75	1,75	-	0,25	-	Bal.
C	0,15	-	1,0	5,0	-	-	0,55	-	-	Bal.

Tabela 1 - Composição Química Nominal das Ligas A, B e C.

Os corpos de prova após a deposição das ligas, foram seccionados e submetidos aos tratamentos térmicos de revenimento, variando em cada tratamento o tempo e a temperatura. Algumas amostras foram revenidas fixando a temperatura em 300°C e variando o tempo em 3, 4, 5, 6, 7 e 8 horas. As outras amostras, foram revenidas fixando o tempo em 3 horas e variando a temperatura de 300 a 800°C.

Após cada tratamento térmico, as amostras foram submetidas ao ensaio de dureza. Algumas amostras foram selecionadas para o exame metalográfico, e posterior fotomicrografia das mesmas.

Resultados e Discussão

A figura 2 mostra uma macrografia feita em um corpo de prova com revestimento de três camadas sobrepostas, onde se observa o efeito da diluição observado pela diferença de tonalidade nas camadas, revelada pelo a com Nital 3% [10] e também pelas medidas de dureza efetuadas. No primeiro e segundo passe comparando com o terceiro, nota-se, pelas medidas de dureza que a diluição ocorre.

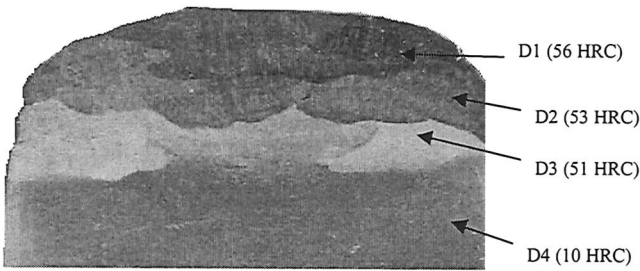


Figura 2 - Macrografia do revestimento da liga A. Ataque: Nital 3%.

Outro fator que pode influenciar, além da diluição, é o aquecimento devido a sobreposição dos passes. Durante a deposição da segunda camada, além de fundir parcialmente a primeira, há um aquecimento que teoricamente chega perto de nir a estrutura da primeira camada. Este fato acontece até a deposição da última camada. As variações de dureza ao longo do perfil de diluição, confirmam os fatores citados acima (Figura 2).

A figura 3 mostra o comportamento da dureza em relação ao tempo de revenimento, para as ligas estudadas.

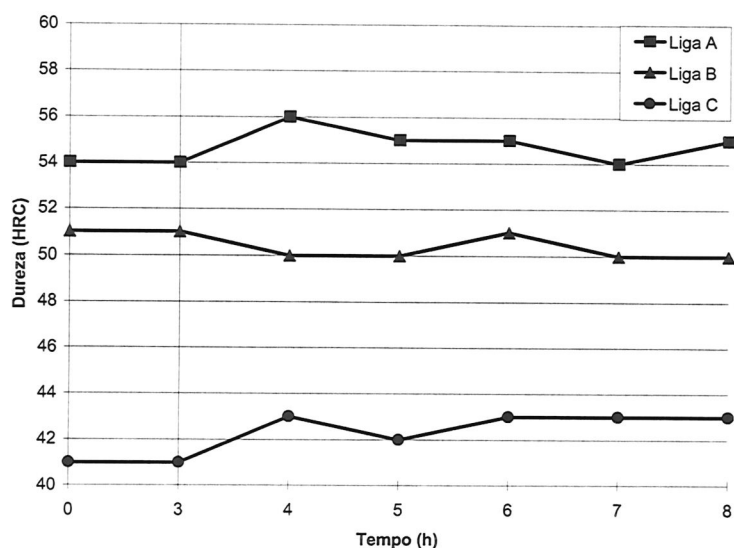


Figura 3 - Curva de revenimento (Tempo x Dureza) para as ligas estudadas com temperatura fixa em 300°C.

Nota-se nas curvas de revenimento (Tempo x Dureza), mostradas na figura 3, que a liga A, confirma a tendência da dureza se manter com a variação do tempo (para uma temperatura fixa em 300°C) para materiais com alto teor de liga, quando comparada às curvas das ligas comerciais Liga B e Liga C, respectivamente.

As curvas de revenimento (Temperatura x Dureza) realizadas com tempo fixo de três horas e variação da temperatura de revenido de 300°C até 800°C para as ligas estudadas são mostradas na figura 4.

O revestimento proposto (Liga A) mostra um comportamento similar aos outros revestimentos comerciais (Ligas B e C) e também aos aços ferramenta utilizados para matrizes, com uma tendência ao endurecimento secundário provocado pelo revenido. Este endurecimento é notado após 400°C e se mantém até 600°C, para a Liga A. Enquanto que para as Ligas A e B, começa a perder dureza após 500°C.

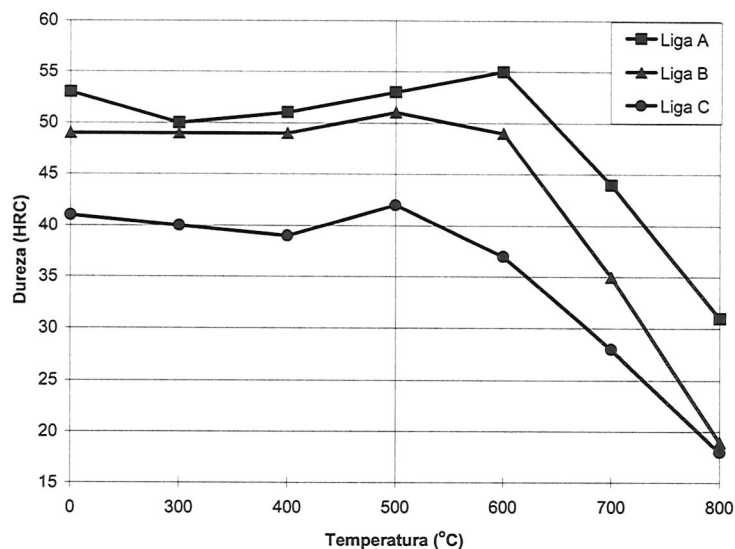


Figura 4 - Curva de revenimento (Temperatura x Dureza) para as ligas estudadas com tempo fixo em 3 horas.

As fotomicrografias das microestruturas da liga em estudo (Liga A) e das ligas comerciais (Liga B e Liga C), são mostradas nas figuras a seguir.

Na figura 5(a), da liga A após deposição, nota-se a presença de carbonetos primários de titânio dispersos numa matriz martensítica. Na figura 5(b), após tratamento térmico de revenimento a 800°C por 3 horas, observa-se que a matriz tornou-se ferrítica, com algumas áreas de martensita, e os carbonetos primários de titânio continuaram presentes e dispersos na matriz juntamente com pequenos

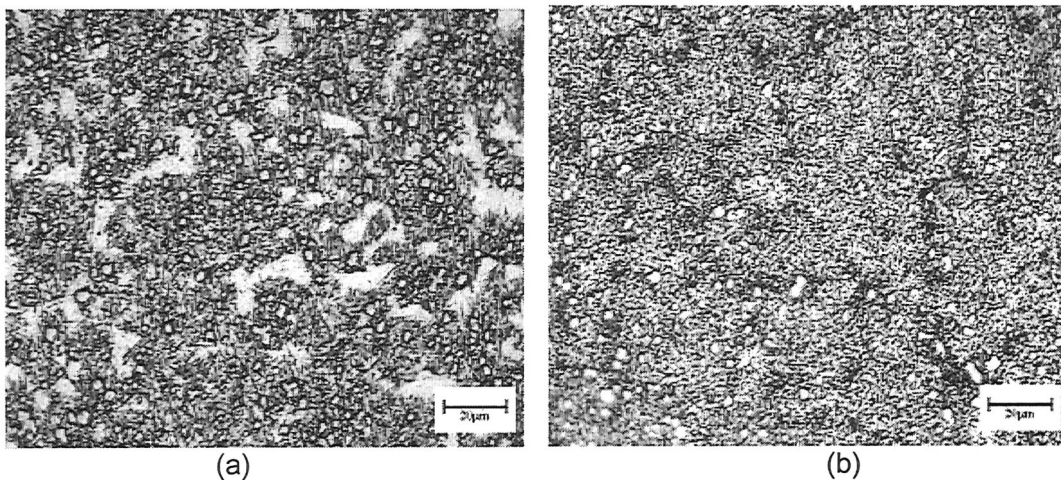


Figura 5 - Microestrutura da Liga A. (a) Como depositada; (b) Revenida a 800°C por 3h. Ataque: Nital 3%

Na figura 6(a) observa-se uma estrutura totalmente martensítica com carbonetos primários dispersos. Esta foto é relativa à liga B bruta de fusão, ou seja, após a deposição. Na figura 6(b) nota-se que a estrutura martensítica da liga B deu lugar a uma matriz de estrutura totalmente ferrítica com carbonetos primários e secundários dispersos. A foto 6(b) é referente à liga B após o tratamento térmico de revenimento a 800°C por três horas.

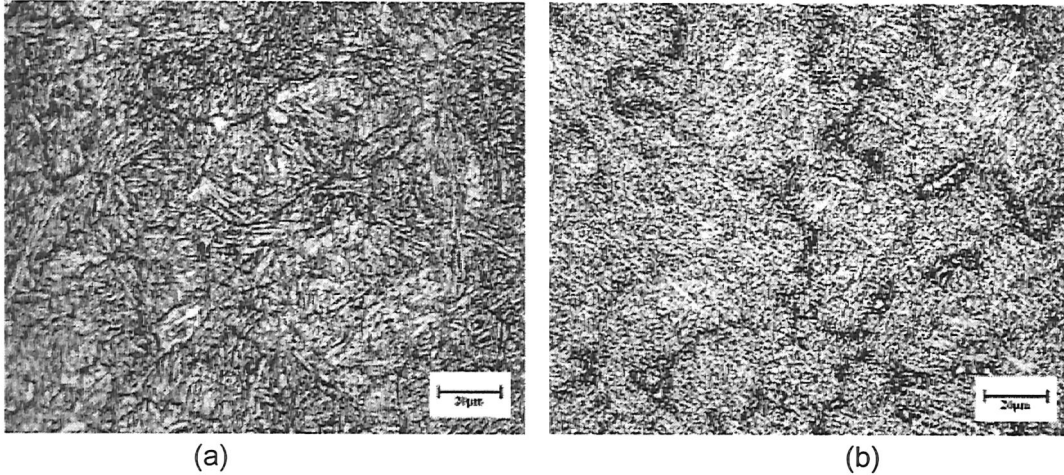


Figura 6 - Microestrutura da Liga B. (a) Como depositada; (b) Revenida a 800°C por 3h. Ataque: Nital 3%

Na fotomicrografia mostrada na figura 7(a) observa-se uma estrutura totalmente martensítica da liga C bruta de fusão, ou seja, após a deposição dos passes. Na figura 7(b), da liga C após o tratamento térmico de revenimento a 800°C durante 3 horas, observa-se uma estrutura ferrítica com áreas de martensita.

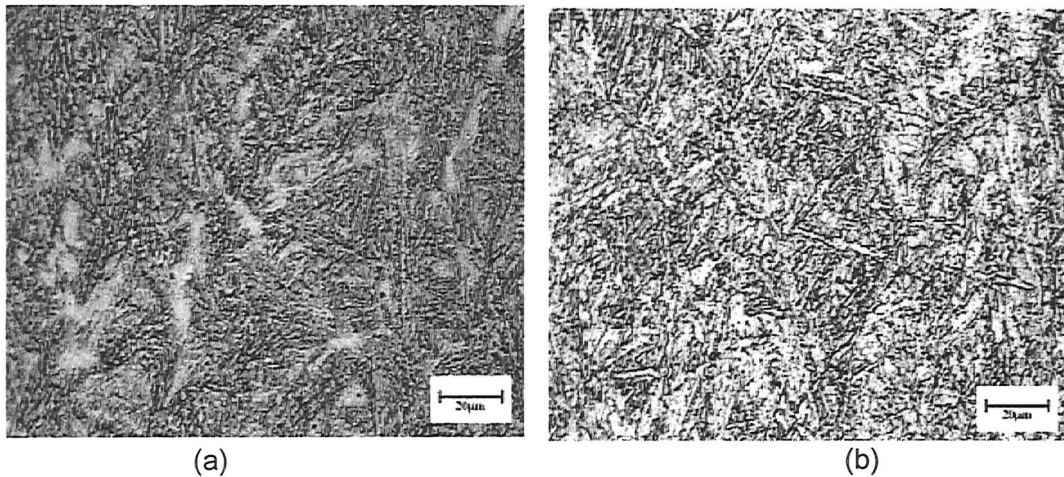


Figura 7 - Microestrutura da Liga C. (a) Como depositada; (b) Revenida a 800°C por 3h. Ataque: Nital 3%

Conclusões

Foi observado através deste trabalho que a Liga A, com uma alta porcentagem de Ti, obteve um ótimo desempenho quanto à variação de temperatura e tempo de revenimento. E também se comportando como aço ferramenta.

Quando comparada com as ligas já utilizadas no mercado, a Liga A por ter na sua microestrutura uma matriz martensítica contínua de alta dureza, com carbonetos de titânio dispersos, é de se esperar uma maior resistência à deformação e ao desgaste, uma vez que este tipo de microestrutura favorece estas propriedades.

Cabe ainda ressaltar que esta liga poderá ser objeto de outras aplicações que exigem também boa resistência ao desgaste abrasivo severo.

Bibliografia

[1] Rauter, R.º; “Aços Ferramentas : Seleção, Tratamentos Térmicos, Pesquisa de Defeitos”; Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1974.

[2] Silva, A. L. C. ; Mei, P. R. ; “Aços e Ligas Especiais”, 9ª edição, 1988.

[3] Chiaverini, V.; “Aços e Ferros Fundidos”, 5ª edição, 1984.

[4] Pinedo, C. E. e Barbosa C. A., “Aços Ferramenta para Trabalho a Quente com Elevada Tenacidade e Anisotropia”, 49º Congresso Internacional – ABM, pp. 517-530, outubro, 1994.

[5] Metal Handbook; “Hard Facing by Arc Welding”, by ASM Committe on Hard Facing, pp. 152 – 167, v. 6, 8ª edição, 1971.

[6] Whittemore, C. R.; “Hard-Surfacing by Welding”, *Research Metallurgist*, 6 de Março de 1944.

[7] Murugan, N. and Parmar, R. S. ; “Effect of Welding Conditions on Welding Esearch Sepplement”, pp. 211 – 213, May 1997.

[8] Zum Gahr, K. H. and Doane, D. V., “Optimizing Fracture Toughness and Abrasion Resistance in White Cast Irons”, *Metallurgical Transactions A*, Vol 11A, pp. 613-620, April 1980.

[9] Farah, A. F., Crnkovic, O. R. and Canale, L. C. F., Heat Treating in High Cr White Cast Iron Nb Alloys, 19th ASM Heat Treatment Society Conference Proceedings, ASM International, pp. 398-402, Cincinnati, Ohio, November, 1999.

[10] Collins, W. K. and Watson, J. C., “Short Communication - Metallographic Etching for carbide Volume Fraction of High-Chromium white Cast Irons”, *Materials Characterization*, Vol. 24, p.p. 379-386, 1990.