Revista Brasileira de Aplicações de Vácuo, v. 26, n. 1, 7-9, 2007. © 2007

LIGA DE FERRO FUNDIDO CINZENTO NÃO CONVENCIONAL PARA A FABRICAÇÃO DE CILINDROS SECADORES PARA A INDÚSTRIA DE PAPEL

A.C. Pires; N.A. Mariano*
Universidade São Francisco, Programa de Pós Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais, 13251-900, Itatiba, SP

Recebido: 24 de julho, 2006; Revisado: 12 de fevereiro, 2007

Palavras-chave: ferro fundido cinzento; cilindros secadores; máquina de papel.

RESUMO

As indústrias de produção de papel são caracterizadas pela produção em alta escala através de grandes plantas, exigindo cada vez mais o desenvolvimento de máquinas de produção de papel com maior velocidade e capazes de produzir folhas de grande largura. As máquinas de produção de papel têm em média 40 a 70 cilindros secadores, geralmente de ligas de ferros fundidos cinzentos convencionais. Dessa forma, neste trabalho foi desenvolvido, selecionado e estudado ligas de ferros fundidos cinzentos não convencionais, com o objetivo de verificar a viabilidade da utilização em cilindros secadores de grande porte e comparar com a aplicação das ligas convencionais. Foram fabricados cilindros secadores em ferro fundido cinzento com 10 metros de comprimento, diâmetro de 1,8 metros e peso de 20 toneladas para as ligas atualmente usadas (ENGJL250, ENGJL300, SA278CL35, SA278CL40, SA278CL45) e para a liga proposta, ENGJL350. Os resultados demonstram que a liga proposta é viável sob os aspectos de resistência mecânica e de construção mecânica, se tornando uma solução para o uso em máquinas de produção de papel de alta velocidade e grandes comprimentos de cilindros secadores.

ABSTRACT

The paper production industries are characterized by high scale production through large plants, requiring more and more the development of paper production machines with bigger velocity and capable of producing wide leaves. The paper production machines present in average 40 to 70 dry cylinders, generally conventional gray cast iron alloys. In this way, the non-conventional gray cast iron alloys were developed, selected and studied to verify the viability of using them in large dry cylinders and compare with the conventional alloys application. The dry cylinders in gray cast iron were produced with 10 meters of length, 1.8 meters of diameter and weight 20 ton for the alloys used currently (ENGJL250, ENGJL300, SA278CL35, SA278CL40, SA278CL45) and for the proposed alloy, ENGJL350. The results demonstrate that the proposed alloy is feasible under mechanical resistance aspects and mechanical construction, becoming a solution to be used in high velocity paper production machines and great lengths dry cylinders.

1. INTRODUÇÃO

Nas indústrias de produção de papel, cada vez mais tem ocorrido o desenvolvimento de máquinas de produção de papel com maior velocidade e capazes de produzir folhas de grande largura. Na seção de secagem da máquina de produção de papel se encontram os cilindros secadores, os quais são vasos de pressão que trabalham aquecidos por vapor saturado atingindo 120ºC em sua superfície externa e pressurizado até 1MPa de pressão [1,2].

O modo convencional de secagem é a passagem da folha de papel sobre cilindros aquecidos a vapor. A folha é mantida em contato íntimo com a superfície dos cilindros, por meio de feltros secadores.

Esta separação possibilita controlar melhor o grau de encolhimento, redução do enrugamento e a ruptura da folha. A capacidade do grupo motriz para acionar o sistema e as características do feltro são parâmetros que permitem estabelecer o número de seções necessárias. O aquecimento do cilindro se dá através da injeção de vapor de água em seu interior.

Na seção de secagem além de retirar a água, a folha deve ser transportada sem nenhum dano e as temperaturas dos cilindros, as tensões dos feltros e as alturas dos vãos entre os cilindros devem ser reguladas a fim de proporcionarem a qualidade do produto final [3]. A determinação da espessura da parede dos cilindros é comum para todos os tipos de papel, respeitando os dados de máxima pressão de vapor aplicada, velocidade da máquina, largura da folha e tensão da tela (feltro).

Os cilindros secadores, geralmente são feitos de ferro fundido [4,5], e são dispostos em duas fileiras superpostas ou em linha. A maneira de colocação e o número de cilindros são determinados pela gramatura da folha, umidade a ser removida, velocidade da máquina e pressão do vapor nas várias seções. A parte de secagem de uma máquina convencional de produção de papel tem em média 40 a 70 cilindros secadores, de 1,20 a 1,80m de diâmetro, 10m de comprimento e a peça acabada pode pesar até 20 toneladas.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver e selecionar uma liga de ferro fundido cinzento e testar em cilindros secadores as propriedades mecânicas adequadas, para substituir os ferros fundidos convencionais na produção dos cilindros secadores de grande porte. Pois em função do aumento da velocidade e da largura da máquina de produção de papel, o

* neide.mariano@saofrancisco.edu.br

ferro fundido convencional não é adequado em termos de propriedades mecânicas.
Atualmente são usadas as ligas: ENGJL250, ENGJL300 conforme a norma EN [6] e SA278CL35, SA278CL40, SA278CL45 conforme a norma ASTM [7], para a fabricação do cilindro secador, deste trabalho foi desenvolvida a liga ENGJL350 [7].

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi desenvolvido, selecionado e estudado uma liga de ferro fundido cinzento não convencional, com o objetivo de verificar a viabilidade de sua utilização em cilindros secadores de grande porte e comparar com a aplicação das ligas convencionais. Foram fabricados cilindros secadores com 10 metros de comprimento, diâmetro de 1,8 metros e peso de 20 toneladas para as ligas atualmente usadas (ENGJL250, ENGJL300, SA278CL35, SA278CL40, SA278CL45) e a liga proposta (ENGJL350) [6,7].
Os cilindros secadores foram fabricados pelo processo de fundição em areia. O processo de moldagem do cilindro secador foi realizado segundo especificações técnicas internas da empresa de fundição Voith e as normas Euronorma [5] e ASTM [7], para todas as ligas. A moldagem do cilindro secador é dividida em duas etapas: preparação do poço e a moldagem. Os moldes dos cilindros são feitos em camisas de aço ASTM 1020 calandradas com um diâmetro predeterminado, de forma que possa fundir cilindros de diâmetro de 1800mm e 1500mm e comprimento até 12m.
O vazamento do metal líquido ocorre a 1340ºC±10ºC, com um tempo de vazamento de 70 segundos e o peso do vazamento pode variar de 10-30 toneladas.
A desmoldagem foi feita após 72 horas, onde a velocidade de resfriamento dentro do molde deve ser menor que 30ºC/h, já promovendo o tratamento térmico de alívio de tensões, esse procedimento foi aplicado para todas as ligas.
As propriedades mecânicas foram medidas por ensaio de tração segundo norma EN [8] e os corpos de prova foram retirados dos cilindros secadores no estado bruto (antes da usinagem), nas duas extremidades do cilindro secador.. As microestruturas foram avaliadas por microscopia ótica com as amostras preparadas de acordo com a norma ASTM E3 [9].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as composições químicas das ligas dos ferros fundidos cinzentos estudados. Mesmo sendo desejado baixos teores de molibdênio para as ligas de classe mais alta, o mesmo não foi adicionado e observou-se somente traços deste elemento, contudo os resultados encontrados foram bastante satisfatórios.
A matéria prima usada na fundição desses cilindros secadores é em sua maioria proveniente de materiais reciclados (cavacos) de alta qualidade, da própria usinagem, levando a uma diminuição nos custos.
A Tabela 2 apresenta os resultados de limite de resistência obtidos e os valores típicos para uso na fabricação de cilindros secadores [6,7], e observa-se que todos os valores obtidos estão acima dos valores especificados por normas. Para a liga proposta, ENGJL350, observa-se que tanto o valor da resistência mecânica prevista nas normas [6,7], como a obtida neste trabalho apresenta valores superiores às demais ligas, devido ao maior teor dos elementos de liga silício e níquel, que têm a função de aumentar a resistência mecânica.
A caracterização microestrutural da liga proposta está apresentada na Figura 1. Tanto a liga proposta como as demais ligas de ferro fundido cinzento estudadas apresentaram uma microestrutura com matriz perlítica e grafita predominantemente do tipo A, e os microconstituintes presentes são típicos de ligas empregadas na fabricação de cilindros secadores.

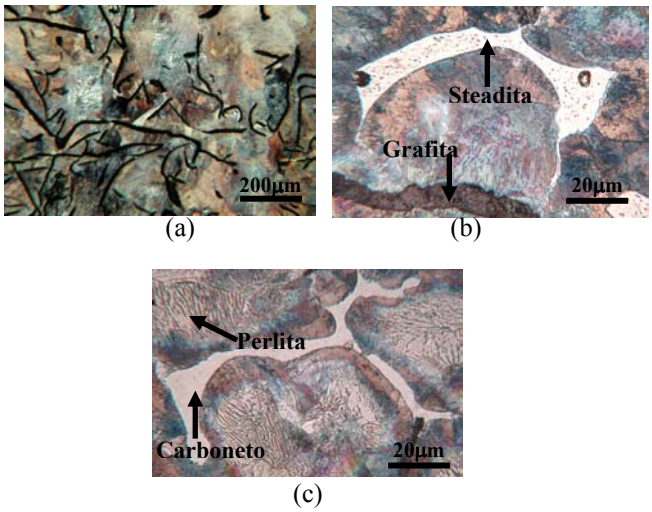

Figura 1- Micrografias típicas da liga proposta. (a) vista geral. (b) evidenciando a presença de steadita. (c) evidenciando a presença de carbonetos. Ataque químico, Nital 2,5%.

Tanto as propriedades mecânicas como a grafitização são decorrentes de um processo de fundição onde a velocidade de resfriamento garante a formação de grafita do tipo A.
Esses resultados demonstram que a liga proposta é viável sob os aspectos de morfologia microestrutural e resistência mecânica, se tornando uma solução para o uso em máquinas de produção de papel de alta velocidade e grandes comprimentos de cilindros secadores.

4. CONCLUSÕES

As condições utilizadas na fabricação dos cilindros secadores, como: sistema de moldagem, composição química e velocidade de resfriamento, foram adequadas para a obtenção das microestruturas desejadas, das propriedades mecânicas, especificadas por normas de fabricação.
A liga proposta ENGJL350 se mostrou viável sob o aspecto de resistência mecânica, de construção mecânica do equipamento e se tornando uma solução para o uso em máquinas de produção de papel, de alta velocidade e com grandes comprimentos de cilindros secadores.

Tabela 1 - Analise química obtida para cada liga

Liga	Composição química (% em peso)								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Ni	Mo
ENGJL250	3,34	1,47	0,79	0,066	0,050	0,28	0,23	0,15	0,02
ENGJL300	3,23	1,69	0,80	0,070	0,072	0,30	0,78	0,13	0,02
ENGJL350*	3,20	1,74	0,78	0,066	0,073	0,33	0,81	0,26	0,05
SA278Cl35	3,39	1,60	0,79	0,064	0,046	0,40	0,46	0,09	0,02
SA278Cl40	3,30	1,48	0,81	0,069	0,053	0,30	0,45	0,20	0,05
SA278Cl45	3,35	1,65	0,77	0,065	0,052	0,42	0,67	0,21	0,05

*liga de ferro fundido cinzento proposta

Tabela 2 - Limite de resistência, R_m, das ligas

Liga	Normas [6,7] (MPa)	Neste trabalho (MPa)
ENGJL250	190	234
ENGJL300	225	253
ENGJL350*	260	277
SA278CL35	193	230
SA278CL40	221	240
SA278CL45	248	263

*liga de ferro fundido cinzento proposta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa Voith Paper Máquinas e Equipamentos Ltda, pela oportunidade para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. MACDONALD, R.G. et al. *Paper Making and Paperboard Making*, Ed. McGraw-Hill, New York, 1970.
2. THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. *Boiler and Pressure Vessel Code, Rules for Construction of Pressure Vessels*, In: ASME. Boiler & Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1, New York, 2003.
3. PHILIPP, P.; D'ALMEIDA, M.L., *Tecnologia de Fabricação do Papel.* São Paulo, Ed. Escola Senai "Theobaldo de Nigris", 1988.
4. RUKADIKAR, M.C.; REDDY, G.P., *Journal of Materials Science* 21 (1986) 4403-4410.
5. DAWSON, S. et al. The Effect of Metallurgical Variables on the Machinability of Compacted Graphite Iron. In: DESIGN AND MACHINING WORKSHOP, 1999. Anais: CGI, 1999.
6. EN-EUROPEAN STANDARD. European Committee for Standardization, DIN EN 1561, Giessereiwesen-Gusseisen mit Lamellengraphit, German version, 1997.
7. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Specification for Gray Cast Iron Casting, Designation A48/A48M-03. In: Annual Book of ASTM Standards, Iron and Steel Products, Ferrous Castings, Ferroalloys, Philadelphia, v. 01.02, 2005.
8. EN-EUROPEAN STANDARD. European Committee for Standardization, DIN EN 10002-1, Metallic Materials, Tensile Testing, Part 1 Method of Test at Ambient Temperature, German version, 1991.
9. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Methods of Preparacion of Metallographic Specimens, Designation E3-95. In: Annual Book of ASTM Standards, Metals Mechanical Testing, Elevated and Low Temperature Tests, Metallography. Philadelphia, v. 03.01, 1995.