

EVOLUÇÃO DAS VENTANEIRAS DOS ALTOS FORNOS DA USIMINAS (1)

Garibaldi Piedade Vimeiro (2)

Márcio Roberto de Souza (3)

Antônio Carlos de Melo (4)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo mostrar a experiência da USIMINAS em projetos, fabricação e uso de alguns tipos de ventaneiras.

SYNOPSIS

This work shows the experience of USIMINAS in design, manufacturing and the use of some types of brast furnace tuyeres.

-
1. Contribuição Técnica ao Simpósio da COMANT
 2. Membro da ABM - Técnico Mecânico, Assessor da Divisão de Projetos - USIMINAS.
 3. Membro da ABM - Engenheiro Mecânico - Assessor da Divisão de Fundição e Forjaria - USIMINAS.
 4. Membro da ABM - Técnico Mecânico - Supervisor de Programação das Oficinas - USIMINAS.

1. INTRODUÇÃO.

Na operação dos Altos Fornos, a ventaneira exerce um papel de fundamental importância, pois é através dela que se faz a injeção de ar quente destinado à combustão do coque através da qual se obtém o calor e o gás redutor necessários para o processamento da carga metálica.

Na zona de combustão, local do forno onde se encontram instaladas as ventaneiras, a temperatura de trabalho se situa em torno de 2.000 a 2.400°C. Para suportar as temperaturas a que são submetidas, as ventaneiras são confeccionadas em cobre de elevada pureza o qual, por ser um material de elevada condutividade térmica, permite, submetido a um processo de resfriamento constante, manter as ventaneiras em condições de suportar essas temperaturas.

A queima de uma ventaneira, isto é, a sua destruição parcial por efeito do calor, o contato eventual com o gusa fundido, etc., provoca transtornos operacionais, redução e má distribuição do ar quente quando ela é vedada, provocando prejuízos consideráveis na produção de gusa. Ultimamente tem-se envidado esforços no sentido de prolongar a vida útil dessas peças através da utilização de materiais mais nobres e na elaboração de projetos mais eficientes de modo a minimizar esses prejuízos.

Este trabalho visa mostrar a experiência da USIMINAS com alguns tipos de ventaneiras.

2. DADOS TÉCNICOS DOS ALTOS FORNOS DA USIMINAS.

CAPAC.	VOLUME ÚTIL	nº VENTANEIRAS	Ø CADINHO	ÁREA CORRIDA
TON/DIA	m ³	UNIDADES	m	UNIDADES
AF1 750	800	16	7	02
AF2 750	800	16	7	02
AF3 6000	2700	28	11	02

3. VENTANEIRAS DOS ALTOS FORNOS I E II.

Em 1962 a USIMINAS iniciou a fabricação de ventaneiras de cobre fundido desoxidado. O primeiro tipo de ventaneira a ser fabricado foi um modelo idêntico a um importado do Japão, usado no AF 1 e mais tarde também no AF 2. Esta peça possuía apenas uma câmara de refrigeração com fluxo de água a baixa velocidade. O seu formato era de um tronco de cone, fundido em uma única peça com conexões roscadas na entrada e saída de água de refrigeração (Figura nº 1).

Este modelo não atendia as solicitações da operação, devido as seguintes implicações:

- a) Vazamento de água;
- b) Direcionamento incorreto do fluxo de ar quente;
- c) Desgaste e queima na parte frontal inferior;
- d) Baixa refrigeração na parte frontal;
- e) Parada imediata do forno para troca da peça danificada.

Para minimizar estas falhas, foram introduzidas as seguintes modificações: (Figura nº 2)

- a) Modificação na parte frontal;
- b) Inclinação;
- c) Tubos soldados.

4. VENTANEIRA DO ALTO FORNO III

Com a aquisição do Alto Forno 3 a USIMINAS importou do Japão ventaneiras do tipo duas câmaras (Figura nº 3).

Notou-se muitas vantagens na adoção deste tipo de ventaneira, sendo as principais as seguintes:

- a) Recuperação após queima;
- b) Possibilidade de programação da parada de sopro.

Esta peça apesar de sua superioridade sobre a ventaneira do AF 1, apresentava ainda algumas falhas, que foram corrigidas com algumas modificações introduzidas e já é totalmente fabricada em nossas oficinas (Figura nº 4).

Após verificar o bom desempenho desta ventaneira no AF 3, adotou-se um modelo idêntico para os Altos Fornos I e II.

5. NOVOS TIPOS DE VENTANEIRAS.

Com uso de óleo combustível, maior temperatura para o ar injetado e enriquecimento deste com oxigênio, a ventaneira do AF 3 ainda que modificada veio a apresentar um alto índice de queima. Iniciou-se então estudos para projeto e fabricação de novos modelos que suportassem este tipo de operação.

5.1. VENTANEIRA INCLINADA DE DUPLA CÂMARA SEM SOLDA. Fig. nº 5

A primeira ventaneira a ser testada foi uma ventaneira sem solda. Esta ventaneira apresenta uma nova configuração sendo constituída por duas câmaras de resfriamento com fluxo de água para refrigeração completamente independente um do outro. Estas ventaneiras proporcionam vantagens adicionais sobre as ventaneiras convencionais, pois é totalmente fabricada em única peça e a montagem do tubo durante o vazamento, cria no seu interior duas câmaras independentes, uma para circulação de água em baixa velocidade e outra para circulação de água em alta velocidade. Um aspecto importante nesta ventaneira é que o aumento obtido na velocidade do fluxo de água, na câmara de alta velocidade, deve-se a boa rugosidade da parede interna do tubo e com a diminuição da perda de carga, é possível o uso de bombas e motores de baixa potência.

5.2. VENTANEIRA ESPIRALADA INCLINADA DE DUPLA CÂMARA. Fig. nº 6

Esta ventaneira é fundida em duas peças (corpo e bico). A montagem destas peças juntamente com os tubos de entrada e saída da água forma uma ventaneira de um corpo único com o formato tronco-cônico como as ventaneiras convencionais.

Devido a conformação de suas peças, a ventaneira após montada e soldada, cria no seu interior duas câmaras independentes, sendo que a câmara de baixa velocidade é formada pelo vazio gerado pela parede do corpo fundido. A colocação dos tubos na câmara de baixa velocidade direciona o fluxo de água de maneira tal que se obtêm uma renovação e distribuição de água contínua

em toda a câmara. A parede externa do corpo possui, na região coberta pelo bico, vários sulcos que melhoram o desempenho da ventaneira em condições específicas. Estes sulcos sendo sequenciais, constituem um canal espiralado, pois as paredes dos sulcos ficam adjacentes superiormente a face interna da parede do bico. Nos referidos sulcos, a velocidade da água é decrescente devido ao aumento gradativo da seção dos mesmos, o que é compatível com as condições de trabalho da ponta da ventaneira.

5.3. VENTANEIRA DE DUPLA CÂMARA COM DIFUSOR. Fig. nº 7.

Esta ventaneira foi desenvolvida visando melhorar ainda mais a vida média e sanar algumas das dificuldades apresentadas na fabricação daquelas até aqui projetadas. A ventaneira de dupla câmara com difusor, é constituída de três peças fundidas sendo: corpo, bico e difusor.

A montagem destas peças forma uma ventaneira de um corpo único com formato tronco-cônico como nas ventaneiras convencionais. As duas câmaras para circulação de água são totalmente independentes, sendo que a câmara de baixa velocidade é formada pelo vazio gerado pelas paredes do corpo fundido. A parede externa do difusor possui vários sulcos, tantos quantos forem necessários para melhor desempenho sob condições específicas. Esses sulcos, em contato com a parede interna do bico, formam um canal de configuração espiralada em segmento ao canal deixado pela montagem da parte do corpo que, soldado ao bico, forma a câmara de alta velocidade.

Outra vantagem proporcionada por esta ventaneira é que ela é dotada de um revestimento refratário no furo central, o qual, dificultando a troca de calor entre a ventaneira e o ar quente injetado no forno, evita perdas na temperatura desse ar. A temperatura da água de refrigeração dessas ventaneiras é cerca de 4°C mais baixa que nas ventaneiras convencionais, em idênticas condições de refrigeração.

5.4. VENTANEIRA INCLINADA ESPIRALADA DE DUPLA CÂMARA COM BICO ESTAMPADO. Fig. nº 8.

Esta ventaneira é dotada de duas câmaras de refrigeração, e constituída por duas peças (corpo e bico), caracterizada por

ser o bico construído através de estampagem em cobre laminado altamente resistente à abrasão e de ótima condutibilidade elétrica.

Uma particularidade desta ventaneira é que sendo o bico construído por estampas retificadas, a sua usinagem interna fica bastante reduzida, diminuindo assim algumas horas na fabricação dessa peça. A câmara de baixa velocidade é formada pelo corpo fundido que possui na sua parte externa um canal espiralado o qual, em contato com a parede interna do bico, forma a câmara de alta velocidade.

Neste tipo de ventaneira nota-se também uma acentuada diminuição da perda de carga devido a boa rugosidade do cobre laminado e nas proporções geométricas são evitadas mudanças bruscas de seção ou direção.

5.5. VENTANEIRA INCLINADA DE DUPLA CÂMARA FUNDIDA EM UMA ÚNICA PEÇA. Fig. nº 9.

Esta ventaneira de dupla câmara tem as mesmas características da ventaneira de dupla câmara com tubo, porém os condutos de entrada e saída de água da câmara de alta velocidade, são fundidas diretamente no próprio corpo da ventaneira. A perda de carga desta ventaneira é ligeiramente maior do que a ventaneira de tubo, devido a impossibilidade de se conseguir uma melhor rugosidade na câmara de alta velocidade.

5.6. VENTANEIRA ESPIRALADA DE UMA CÂMARA. Fig. nº 10.

Esta ventaneira é bastante semelhante à descrita no item 5.2., porém, dotada somente de uma câmara. Devido a configuração do canal espiralado, ocupando grande área do corpo desta peça, a perda de carga é um pouco maior que a do item 5.2..

6. EQUIPAMENTOS E TECNOLOGIA PARA FABRICAÇÃO DE VENTANEIRAS.

As primeiras ventaneiras fabricadas na USIMINAS apresentaram diversas anormalidades de fundição e solda, e, devido a esses problemas tinham vida útil menor que as ventaneiras importadas. Entretanto foram tomadas diversas providências a esse respeito, tendo-se desenvolvido novos métodos na fundição.

Uma extensa pesquisa de mercado, feita no Brasil, mostrou, na época, que a tecnologia de solda de cobre desoxidado, conhecida no país, não permitia a soldagem de peças com a espessura do bico das ventaneiras (~ 25mm), o que obrigou a equipe a desenvolver a tecnologia necessária à soldagem desses bicos.

Para que fosse garantida a boa qualidade das nossas ventaneiras, foram introduzidos diversos parâmetros de controle de qualidade em toda linha de fabricação:

- a) Controle de matérias primas;
- b) Controle de modelos e moldes;
- c) Controle de análises químicas;
- d) Controles visuais e dimensionais;
- e) Controles não destrutivos (Raio-X, US, Magno Flux, Líquido penetrante, dureza, IACS, etc.);
- f) Controle de soldagem;
- g) Testes de estanqueidade;
- h) Controle de vazão, velocidade e perda de carga nas câmaras;
- i) codificação.

Todos esses dados são anotados e arquivados para posterior acompanhamento da vida útil da peça.

6.1 EQUIPAMENTOS ESPECIAIS

6.1.1 GIRADOR DE VENTANEIRA. Fig. nº 11

Uma das fases de fabricação da ventaneira é a montagem por solda e para esta operação foi necessário a fabricação de uma máquina que tem como finalidade principal, suportar a ventaneira durante a montagem sem contudo obstruir as partes a serem soldadas.

Esta máquina é dotada de um variador de velocidade que faz com que, durante a soldagem, a ventaneira gire a uma rotação controlada pelo soldador.

6.1.2 BOMBA DE TESTE DE ESTANQUEIDADE. Fig. nº 12.

Uma outra importante etapa na fabricação de ventaneiras é a verificação de sua estanqueidade e com o auxílio desta bomba pode-se detetar com precisão a existência de defeitos de fundição ou mesmo de solda.

O funcionamento deste equipamento é feito através de uma

composição de água e ar comprimido, possibilitando uma variação de pressão até de 25 kg/cm².

6.1.3 MEDIDOR DE VAZÃO. Fig. nº 13

Após o teste de estanqueidade, faz-se o teste final que é a verificação de vazão e velocidade da água nas câmaras de refrigeração. Para que pudéssemos efetuar de maneira confiável esta operação, foi necessário montagem de um equipamento que nos forneça a determinadas pressões as vazões em l/min. em cada câmara da ventaneira.

De posse desses valores, o pessoal do controle de qualidade definirá o destino da peça.

7. VENTANEIRAS EM ESTUDO.

7.1 VENTANEIRA DE DUPLA ESPIRAL.

Esta ventaneira é dotada de duas câmaras de conformação espiraladas, o que consiste numa certa vantagem sobre as demais ventaneiras, pois em caso de queima de uma das câmaras a água será retornada por um sistema de by-pass para a câmara restante.

7.2 VENTANEIRA DE DUPLA CÂMARA ESPIRALADA COM BICO FORJADO REVESTIDO.

Esta peça terá o seu corpo fundido em cobre desoxidado como as demais, porém o seu bico será de cobre forjado e revestido externamente com metal duro altamente resistente à abrasão. A sua câmara de alta velocidade será constituída por dois canais espiralados.

7.3 VENTANEIRA ESPIRALADA FUNDIDA EM LIGAS DE COBRE

Estamos desenvolvendo em nossa fundição algumas ligas de cobre altamente resistentes à abrasão e de boa condutibilidade. Dentro de breve colocaremos em teste algumas ventaneiras.

7.4 CONCLUSÃO.

Até 1975 as ventaneiras de dupla câmara eram totalmente importadas a altos custos. Por este motivo a USIMINAS viu-se na contingência de desenvolver uma tecnologia própria para fa-

bricação em suas oficinas destas peças imprescindíveis na operação dos Altos Fornos.

Toda a equipe do Departamento de Manutenção foi acionada, desde o Projeto à Instrumentação e os resultados são os mais significativos, pois conseguimos triplicar a vida útil dessas peças reduzindo acentuadamente as paradas dos Altos Fornos.

BIBLIOGRAFIA

1. KAWASAKI STEEL CO. - High Velocity Water Cooling Tuyere With Excentric Spiral Patch and Ceramic Coating.
2. NSC - Dados de Assistência Técnica.
3. GUIMARÃES A.C. - Estudo do Sistema de Refrigeração das Ventaneiras do Alto Forno nº 3.
4. VIMIEIRO G.P. Et Allii - Aperfeiçoamento em Ventaneiras para Altos Fornos.

NÚMEROS DE PATENTES DA USIMINAS DEPOSITADAS NO IPI:

MU 6001647	PI 8008561
MU 6001334	PI 7900415
MU 6001547	PI 7605379

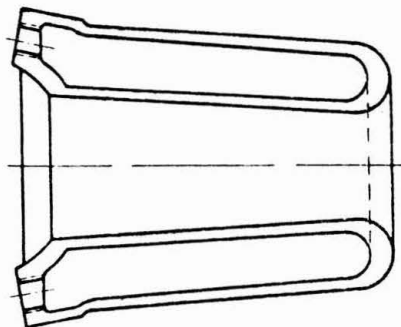


FIG.1- VENTANEIRA IMPORTADA- AF-1 e AF-2

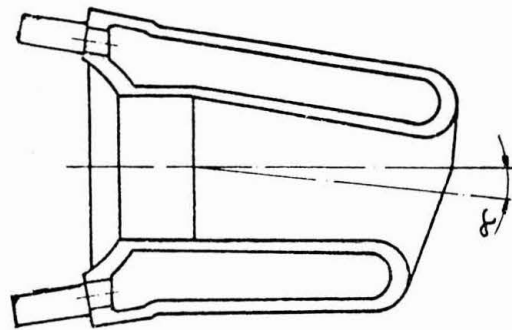


FIG.2- VENTANEIRA MODIFICADA- A.F-1 e A.F-2

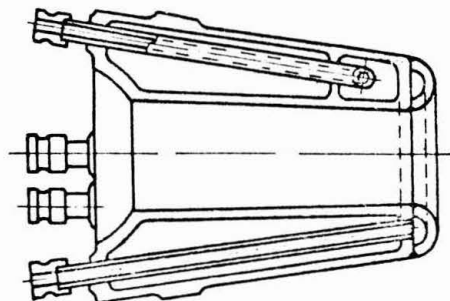


FIG.3- VENTANEIRA IMPORTADA- A.F-3

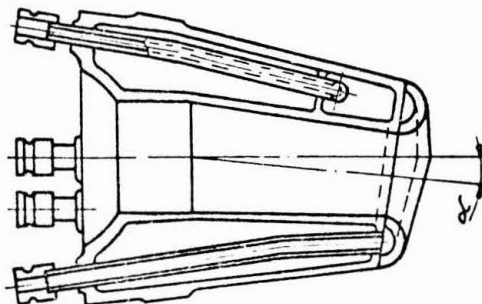


FIG.4- VENTANEIRA MODIFICADA- A.F-3

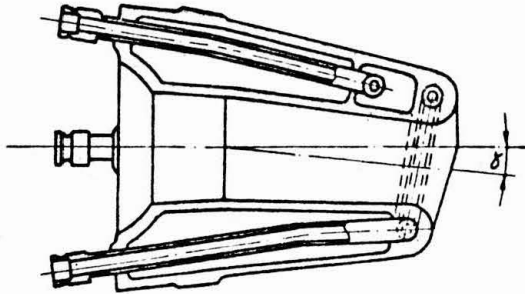


FIG. 5- VENTANEIRA DUPLA CÂMARA SEM SOLDA

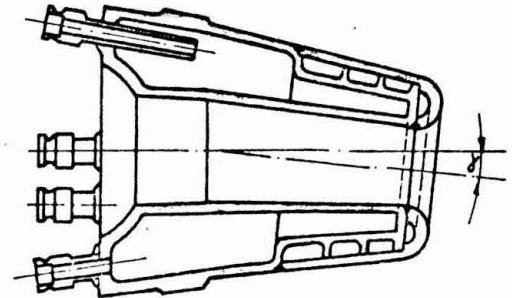


FIG. 6- VENTANEIRA ESPIRALADA

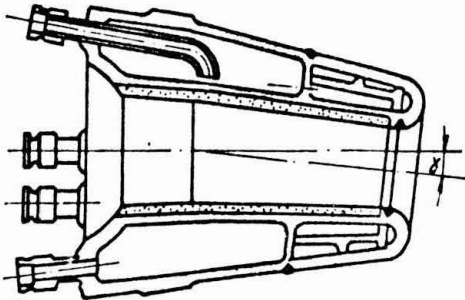


FIG. 7- VENTANEIRA DE DUPLA CÂMARA COM DIFUSOR

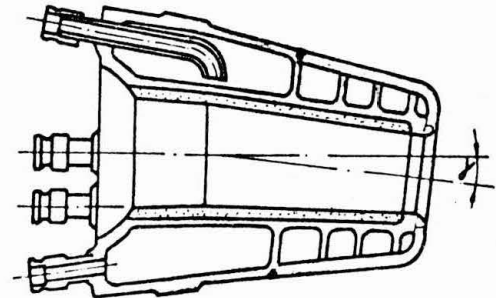


FIG. 8- VENTANEIRA ESPIRALADA COM BICO ESTAMPADO

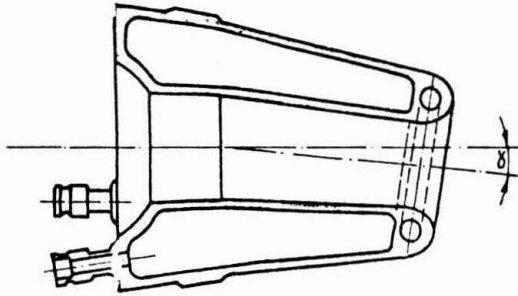


FIG.9-VENTANEIRA DE DUPLA CÂMARA FUNDIDA EM UMA ÚNICA PEÇA

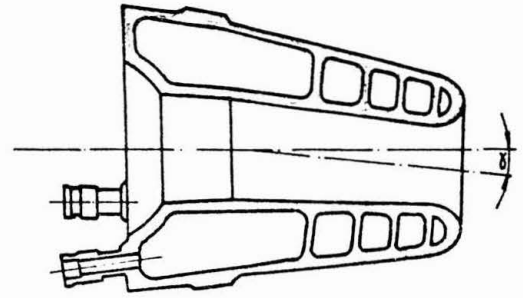


FIG.10-VENTANEIRA ESPIRALADA DE UMA CÂMARA

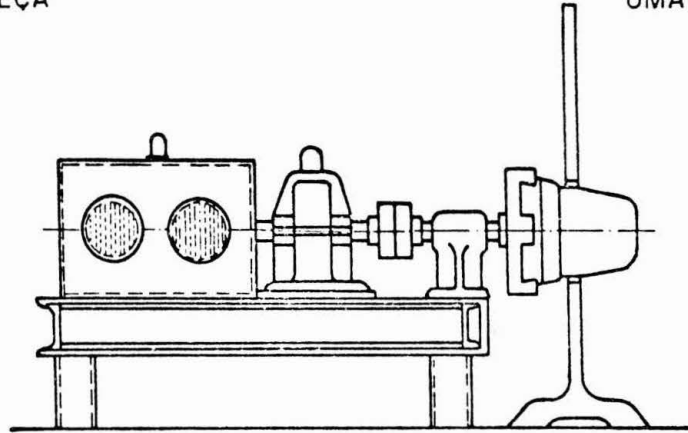


FIG.11- GIRADOR DE VENTANEIRAS

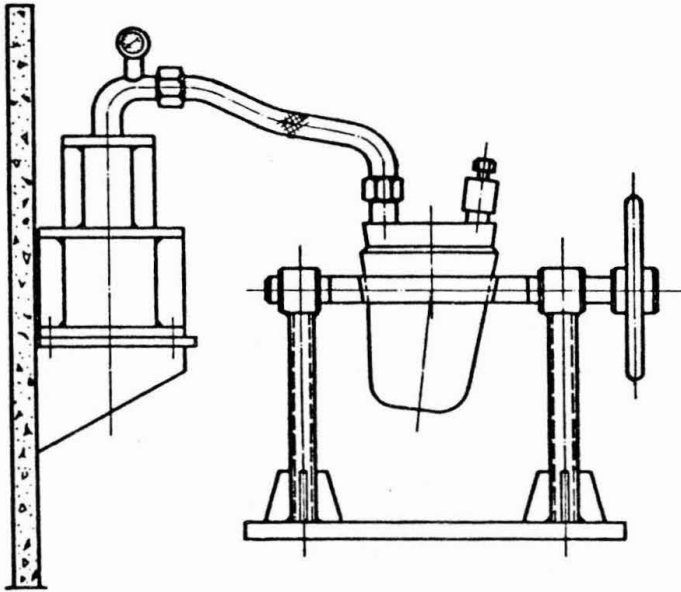


FIG.12- BOMBA DE PISTÃO

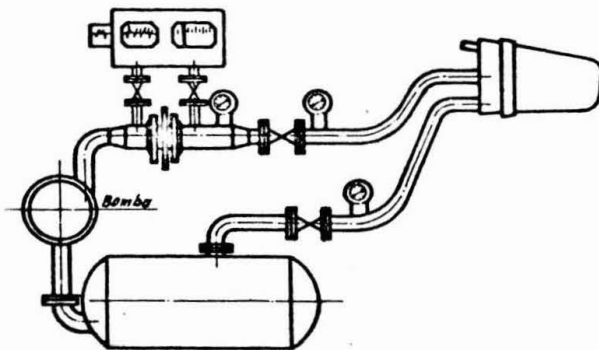


FIG.13- MEDIDOR DE VAZÃO

A SOLDA DE MANUTENÇÃOI N T R O D U Ç Ã O

Os materiais (eletrodos, varetas, etc.), indicados para a solda de manutenção, são em grande parte importados, caríssimos e às vezes não disponíveis, exigindo estoque onerosos. O uso de eletrodos austeníticos podem ser dispensados em muitos casos e são até contra-indicados em alguns.

O presente trabalho, mostra alguns exemplos:

- o - o -

A regra básica para garantir o sucesso de um serviço de solda de manutenção e a apuração da origem do defeito e a eliminação do mesmo, implica que cada trinca, quebra, desgaste, etc., é uma resultante de um ou mais fatores causadores. O sucesso do serviço depende também do material usado, da técnica de utilização do mesmo.

A solda de manutenção difere muito da solda comum estrutural. O lugar do dano, da quebra, trinca ou desgaste, é em geral o ponto mais fraco estruturalmente. Seja por erro de projeto ou defeito de fundição, erro no manuseio, como sobrecarga ou descuido, negligência ou de propósito - este lugar ou área estarão após o conserto, provavelmente sujeito às mesmas solicitações críticas.

Assim, comete-se geralmente um erro grave de usar eletrodos com altos valores mecânicos, assim ricos em elementos de liga para reforçar este lugar fraco.

Acontece que a liga escolhida é muitas vezes a austenítica, largamente usada na solda de manutenção. A mesma é caríssima e nem sempre resolve o problema. Ao contrário, provoca às vezes, graves danos e prejuízos.

A soldagem a frio, a ideal para os austeníticos, prejudica o comportamento do material base. Um pré-aquecimento do mesmo e

o tratamento térmico adequado prejudica as excelentes qualidades do aço austenítico. Um tratamento térmico de alívio das tensões é um absurdo anacronismo porque se trata de um elemento bi-metalúico. Se soldarmos com eletrodos de aço austenítico a frio e não levarmos em consideração os problemas metalúrgicos na H.A.Z (zona afetada pelo calor), temos na solda um elemento em alta tensão de protensão.

Se tentamos aliviar as tensões por meio de martelamentos obtemos valores duvidosos por que dependem de fatores muito empíricos, como: peso e forma do martelo, a inércia das batidas, a frequência e o lugar acertado. Muitas incógnitas sobre as quais nós não devemos basear o sucesso ou o fracasso do serviço.

Acrescentando: Com o martelamento destruimos as grandes vantagens do aço austenítico, o seu valor de alongamento ($5 \times D =$ mais de 40% - em $0,5 \text{ kp/mm}^2$). Também é contra-indicado em mancais, porque provoca enrijecimento e desgaste rápido. Do preço nem é bom falar...

Nos tempos antigos, antes do desenvolvimento dos eletrodos básicos (a baixo hidrogênio), era a única solução. Hoje usamos eletrodos baratos, nacionais, com uma tecnologia diferente. Usamos na mesma junta um, dois e até três tipos de eletrodos diferentes, de acordo com cada caso.

Isto acontece se usamos um aço de liga, temperável, em substituição de uma parte de qualidade inferior. Ex.:

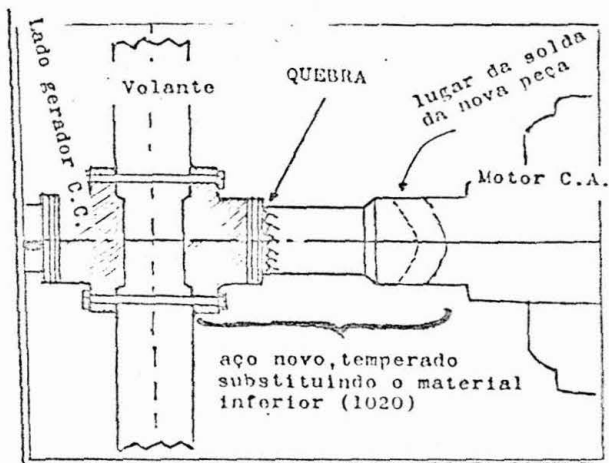
I.

Em uma unidade conversora de corrente elétrica de um laminador quebrou o eixo no mancal, ao lado do volante. O material do eixo, aço SAE 1020 não suportou um erro no alinhamento. Não foi possível reforçar a área crítica, devido as medidas do mancal. Uma solda no lugar da quebra era impossível. O material ideal para este lugar crítico é altamente solicitado, suportando até erros pequenos no alinhamento, será o uso de um aço de liga, temperado e revenido.

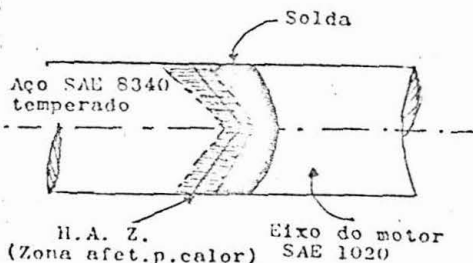
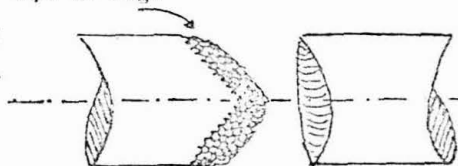
Assim revestimos na face a ser soldada, num aço, e neste caso optamos pelo SAE 8340, com eletrodos de baixo hidrogênio, à liga de molibdênio e baixo teor de carbono. Depois revestimos com mais camadas com eletrodos da classe 7018. Total da espessura é aproximadamente, 25 mm., com elevado pré-aquecimento. O aço foi depois temperado e revenido.

A espessura do revestimento é determinada pelo diâmetro do eletrodo a ser usado para a soldagem posterior. O revestimento evita que a HAZ (zona afetada pelo calor) atinja o aço de liga. Como precaução, revestimos o dobro da medida da faixa HAZ esperada.

O resto é rotina. Juntam-se com eletrodos 6018 (baixa liga), as duas partes.

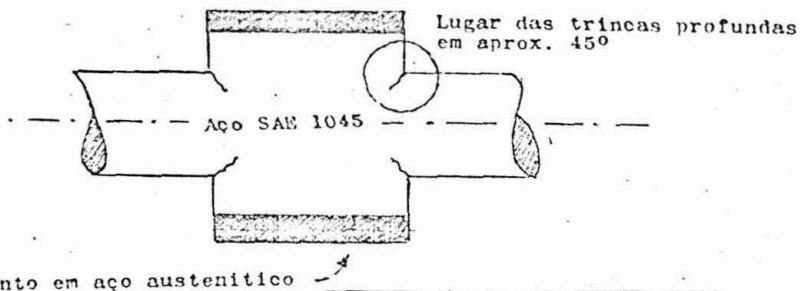


Revestimento do aço de liga



Exemplo II:

Um eixo de conexão de um laminador (quarto reversível chamado "alonga" em uma grande siderúrgica), trincou profundamente em quatro lugares, simetricamente em aproximadamente 45° ao eixo. O mesmo pesa 22 t. e tem um comprimento de 10,5 m. O material é aço SAE 1045 e está submetido a altíssimas solicitações de tensão de torção.



As trincas foram provocadas, a nosso ver, pelo revestimento em uma grossa camada de aço austenítico nos dois mancais. A zona das trincas é uma área crítica exigindo um aço de liga. O trabalho necessita devido às características do material-base um aquecimento constante em torno de 300°C . Nesta faixa da temperatura, julga-se que os cordões da solda diluem-se até 50% com o material da base. Assim, somos obrigados a usar um eletrodo de revestimento intermediário. Optamos para um eletrodo básico, com 0,4 Mo.

Para o raio crítico, usamos um eletrodo de liga para soldagem de aços refratários, classe AWS 8018-B2, ligado à Cr-Mo



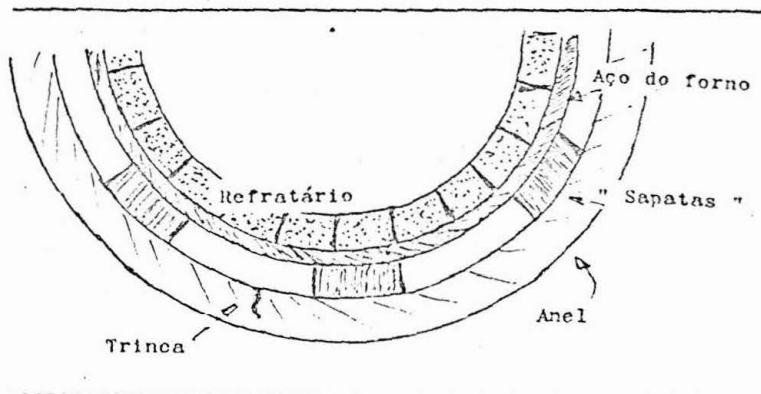
A peça vai trabalhar em temperatura do ambiente, mas a escolha desse material refratário é devida às condições reinantes durante o processo demorado de soldagem em faixa de temperatura elevada, favorecendo um excessivo crescimento de grãos, indesejável nesta área crítica.

Um outro capítulo é a formação proposital de uma espécie de " juntas elásticas ", em casos especiais. Com esta técnica, conseguimos resolver casos praticamente insolúveis. Em poucas palavras: formamos uma junta - soldada propositalmente um estrangulamento (diminuição do setor), de tal forma, que as solicitações se concentram obrigatoriamente em uma área pré determinada cujo material será apto de suportá-las.

Para ilustrar um exemplo:

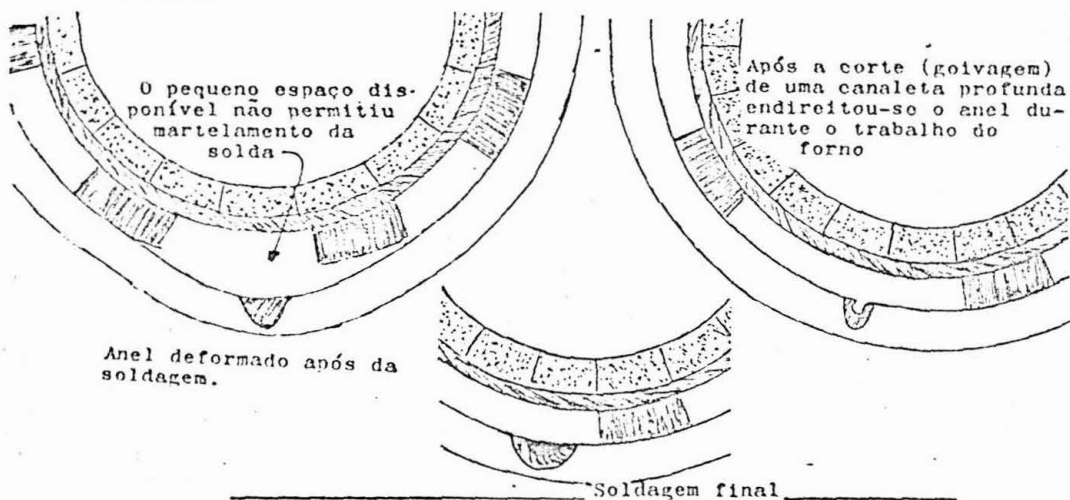
III:

Em uma fábrica de cimento trincou um anel do forno na parte interna profundamente.



A trinca foi chanfrada e soldada. Foram tomadas todas as precauções. Mas devido a impossibilidade de martelar a solda (o espaço entre o forno e o anel é pequeno demais), deformou o anel excessivamente.

Cortamos uma canaleta reta na solda acabada e deixamos o forno trabalhar normalmente. Após algumas horas, a canaleta, cortada com eletrodos "ARC-AIR", em solda da classe 7018 alargou-se sem trincar e o forno assentou-se perfeitamente ao anel. Executamos a seguir, a soldagem da canaleta.



Em prensas e moinhos grandes, cilindros hidráulicos, etc., deixamos muitas vezes, de acordo com cada caso, a solda propositalmente mais baixa, sem forjar o último cordão para forçar propositalmente as solicitações máximas a uma área na qual existem superiores qualidades mecânicas que o material base.

RESUMO:

Estes exemplos típicos de um pequeno setor de um campo muito grande ilustra nossa avançada tecnologia em solda de manutenção. Conseguiu-se resolver problemas rapidamente, mantendo a produtividade da indústria nacional. Não um eletrodo "milagroso", mas a aplicação correta e lógica do material e da tecnologia de acordo com cada caso é a CHAVE DO SUCESSO.

RECUPERAÇÃO DE CILINDRO DE LAMINAÇÃO
Ø 1000 x 2400 mm COM PESCOÇO ESTRAGADO

- SIMPÓSIO - COMANT - 1.981
- AUTORES - Eng^o Luiz Marcos Simões
Chefe Setor Programação - Departamento Apoio
a Manutenção - Usina de Monlevade.
- Técnico - Pedro Simas
Chefe Setor Estudos Técnicos e Métodos de
Manutenção - Departamento de Manutenção.
- 115

SUMÁRIO

Os cilindros de laminação do Desbastador Sack, da Usina de Monlevade, tinham vida útil reduzida em decorrência do envelhecimento precoce e desgaste excessivo, na região dos pescoços.

O problema se mostrava semelhante ao do Laminador Moeller Neumann, solucionado anteriormente com a introdução de bucha, após usinagem, na região prejudicada. *

As diferenças de constituição entre cilindros M.N. e Sack impediam a adoção direta do projeto desenvolvido.

A manutenção, que desenvolveu o estudo proposto ao primeiro caso, agora apresenta a solução final encontrada, e em prática hoje, para os cilindros do laminador Sack, estendendo as possibilidades de aproveitamento a estas peças.

O presente trabalho aborda, ainda, experiência recente, executada nesta usina, com a reconstituição por solda, agora facilitada, das dimensões da mesma bucha.

* Trabalho apresentado no Simpósio COLAM/GOMANT, pela equipe da C.S.B.M., em maio de 1.978 em Porto Alegre.

I N D I C E

I	-	INTRODUÇÃO
		I.1 - Geral
		I.2 - Dados do Desbastador (Sack)
		I.3 - Dados da Cadeira de Laminação
II	-	AVARIA E RECUPERAÇÃO
		II.1 - Encamisamento
		II.2 - Enchimento da Camisa com Solda
III	-	RESULTADOS OBTIDOS
IV	-	CONCLUSÃO
V	-	BIBLIOGRAFIA

.I - INTRODUÇÃO

I.1 - Geral

Os cilindros de laminação da cadeira desbasta dora Sack, vide dados a seguir, estão sujeitos ao envelhecimento precoce dos pescoços motivado pelo a taque de carepa abrasiva.

No trem Sack em João Monlevade, tem-se exemplos como os seguintes :

Cilindro A - Vida útil total da mesa até sucata mento, sem danos no pescoço = 1.514.760 tons. laminadas.

Cilindro B - Com 829.783 T de laminação na mesa, teve pescoço avariado, a ponto de inutilização (50% da vida útil).

Normalmente tem-se conseguido uma vida útil de 1.300.000 T, como média geral.

A partir de 1.976, a manutenção, após pesquisas e estudos, e algumas tentativas, desenvolveu um pro cesso de encamisamento (embuchamento) dos pescoços (sedes dos mancais) dos cilindros de laminação do Trem Moeller Neumann (outro desbastador) *.

Naquela época, iniciavam-se estudos, para adotar a mesma solução, nos cilindros do Trem de Laminação Sack. As diferenças de constituição física, entre tanto, retardaram a solução, que neste caso, apre senta uma alterantiva, que em conjunto, hoje benefi cia aos cilindros de laminação de ambas as cadeiras - Sack e M. Neumann.

* Vide Bibliografia .

I.2 - Dados do Desbastador (Sack)

Cadeira de laminação duo reversível Sack com as seguintes características : (Fig. 1).

- .a) Cilindro de laminação de aço \varnothing 1000 x 2400 (Mesa) acionado por motor de C.C. 250KW, corrente nominal 3760A, tensão 750V no induzido, velocidade 60/120 RPM - Torque = 55 MT - máx. 150MT.
- .b) Transmissão de movimento por caixa de pinhões com eixos flutuantes (alongas).
- .c) Mancais com casquilhos fenólicos (Celeron) du reza máxima = 40/45 Kg/mm² HB.
- .d) Refrigeração - água sob pressão.
- .e) Lubrificação - graxa de litio, EP; consistência NLGI 2 (exemplo: Alvanca EP-2, Beacon EP-2, etc.).

I.3 - Dados do Cilindro (Fig. 2)

Cilindros de laminação \varnothing 1000 x 2400 (Mesa) em aço liga Cr.Ni.Mo., dureza na superfície da mesa 65 Shore C, e na superfície do pescoço 31 Shore C, aproximadamente 230HB.

Peso do cilindro - 18.000 Kg/peça.

Preço FOB para importação = aproximadamente Cr\$....

2.300.000,00/peça ou Cr\$ 4.600.000,00 por par.

Capacidade de laminação média = 1.300.000 T de aço \varnothing mínimo da mesa após desgaste = 864mm.

II.1 - Encamisamento

Durante o trabalho de laminação, a água de resfriamento pode levar uma certa quantidade de ca repas ao interior dos mancais. Além disto podem o correr falhas instantâneas, seja do sistema de resfriamento, seja do sistema de lubrificação a graxa. De qualquer modo, por um ou mais dos motivos citados, ocorre com certa frequência danos dos pescoços dos cilindros. Enquanto os danos que atingem os pescoços dos cilindros são considerados pequenos (riscos, marcas de aquecimento, pequenas trincas superficiais, etc.) os pescoços são retificados e a perda dos diâmetros são compensadas com aumento da espessura do "Celeron" dos mancais. Este procedimento tem uma limitação, pois só pode ser adotado até uma diminuição de 5mm no raio (ou 10mm no diâmetro) o que leva o diâmetro do pescoço de 560' até 550mm.

Atingido este ponto o cilindro era sucutado, as vezes com um potencial de laminação superior a 50%.

No caso dos cilindros do desbastador M.N. re solveu-se o problema, com encamisamento dos pescoços.

No caso do desbastador Sack enfrentava-se o problema, de o mesmo ter de um lado, a cabeça (luva) do acoplamento inteiriço com o cilindro. Ver figura 2.

O projeto desenvolvido para resolver o problema desses cilindros apresenta duas soluções:

- .a) Para o lado sem luva de acoplamento, foi adotada uma camisa igual a adotada para os cilindros M.N. Ver figura 3.

- .b) Para o pescoço com luva de acoplamento, adotou-se uma camisa, formada por duas calhas a serem unidas em torno do pescoço com solda local. Ver figura 3.

Para evitar folga excessiva entre o pescoço e a parte interna da camisa, as partes (calhas) são forçadas contra o cilindro por braçadeira de pressão durante o processo de soldagem.

As calhas (ou semi-camisas) são furadas previamente, e após a solda de união das mesmas, os furos são continuados penetrando no material do pescoço. Nestes furos são colocados pinos de fixação ou sujeição, os quais são soldados nas camisas. Figura 3.

A desvantagem que se previu, era a necessidade de duas soldas longitudinais e paralelas ao eixo do cilindro, e que não poderia ser inclinada em virtude do processo de montagem.

- .c) O material indicado foi o SAE-1020 ou chapa preta comum ASTM A 36. Para solda indicou-se eletrodos BC (Baixo carbono).

$C=0,05$ e $\sigma_{adm} 50 \text{ Kgf/mm}^2$, com objetivo de obter-se no cordão de solda dureza aproximadamente igual a do material da camisa afim de evitar-se calosidades na superfície encamisada durante o uso.

- .d) A sequência de operação de execução é a seguinte:

1) Calandrar a camisa em chapa preta de 25,4 ou 1" de espessura (pos.1) e pontear com solda.

- 2) Fazer alívio de tensões a temperatura $520^{\circ}/620^{\circ}\text{C}$ durante 01 hora.
- 3) Usinar internamente ($\varnothing 520$), dividir nas posições 2 e 3, e fazer o chanfro 60° , a frio, usinado, para solda.
- 4) Preparar o pescoço do cilindro - lado da alonga, com $\varnothing 520 \pm 0,1$.
- 5) Ajustar as pos. 2 e 3 no pescoço $\varnothing 520 \times 1034$, montar as braçadeiras e soldar o lado A (Indicado na figura).
- 6) Aquecer com maçarico, uniformemente e apertar com braçadeira até obter-se o acento normal da camisa sobre o pescoço.
- 7) Soldar o lado B.
- 8) Fazer 16 furos na montagem $\varnothing 20,1$ com penetração de aproximadamente 10mm no pescoço e colocar pinos de $\varnothing 20 \times 25\text{mm}$ e completar com solda na camisa deixando esfriar naturalmente a temperatura ambiente. Esses furos podem ser feitos previamente na camisa.
- 9) Retirar as braçadeiras.
- 10) Fazer usinagem final até $\varnothing 560$

- e) Para a camisa do lado do pescoço livre adotou-se o mesmo processo que foi aplicado nos cilindros do desbastador M.N. Ver fig. 3.
- f) O problema de dureza superficial da camisa dos pescoços e do celeron dos mancais já estava resolvido desde a solução para os cilindros M.N..

II.2 - Enchimento da Camisa com Solda

O encamisamento veio possibilitar, também para o laminador Sack, o aproveitamento dos cilindros que sofressem danos no pescoço, avariado precocemente, isto é, antes do fim da vida útil da mesa, como o exemplo citado na introdução.

Entretanto, a presença da camisa (bucha) nem sempre tem garantido a vida do cilindro na proporção da mesa. Houveram casos de buchas, que semelhantemente ao pescoço original, sofreram desgaste, a ponto de voltar ao limite mínimo do ϕ do pescoço; compensável com o Celeron do mancal.

As dificuldades de retirar a bucha para novo encamisamento, comprometiam tal iniciativa.

A manutenção, em oficina própria, estudou e executou tentativas de reparação da camisa, com solda, até obter bom resultado numa primeiro cilindro.

Material base \longrightarrow ASTM A 36 (ou SAE 1020).

A Experiência levada a efeito utilizou solda por Arco Submerso com material de adição, cujo depósito apresenta aproximadamente a seguinte análise:

C = 0,40; Mn = 0,50; Cr = 14,00 ; Si = 0,29; Dureza Brinell = 450.

.III - RESULTADOS OBTIDOS

PAR DE CILINDROS C

III.1 - Primeira montagem e rebaixas do pescoço até o limite de Ø550mm.

Início de operação 04.09.73
 Trabalhou até 1978 (campanhas diversas)
 Produção do par 829.783 T
 Ø da mesa 921 -(saldo 921-864=57mm)

III.2 - Recuperação com encamisamento

Montagem dos cilindros encamisados 05.12.78
 Trabalhou mais duas campanhas até danificar camisa inferior.
 Produção alcançada 162.899 T
 Produção acumulada 992.682 T
 Ø da mesa 890mm (saldo = 26mm)
 Desgaste médio da mesa por campanha = ± 9mm
 Saldo de campanhas = ± 3.

III.3 - Enchimento da camisa com solda (cilindro inferior).

Montagem dos cilindros 28.11.80
 1ª campanha até 08.01.81
 Produção alcançada 99.000 T
 Produção acumulada 1.091.682 T
 Ø da mesa 882mm (saldo = 18mm)
 Saldo de campanhas = ± 2.
 Tonelagem possível = 2 x 90.000 = 180.000
 Produção total estimada = 1.091.682 + ...
 180.000 = 1.271.682 T.
 Ganho de tonelagem com as 2 reparações.....
 1.271.682. - 829.783 = 441.899 T de aço laminado.

.IV - CONCLUSÃO

As duas fases desenvolvidas, para recuperação em épocas e circunstâncias diferentes, trouxeram como resultado, a condição de se usar os cilindros desgastados, até mais próximo do total de toneladas da potencialidade da mesa. Ambas, já se tomaram prática normal, como recurso de manutenção em Monlevade, garantindo significativa economia em compras de cilindros, pelo prolongamento da vida dos existentes que eram afastados da produção precocemente.

.V - BIBLIOGRAFIA

Trabalho para Simpósio COLAM/COMANT (ABM - Maio -
1.978 - Porto Alegre - RS.

Recuperação de Cilindro de Laminação Ø 850 x 2100
com pescoços estragados.

AUTORIA: Eng^o José Wagner Pedrosa Lina e
Técnico: Pedro Simas.