

RESFRIAMENTO DOS FUMOS COM PULVERIZAÇÃO DE ÁGUA
EM FORNOS COM RECUPERADORES METÁLICOS
A RADIAÇÃO

Virgílio Pastorini Filho (*)

R E S U M O

Descreve-se a análise, pesquisa e solução dos problemas de alta pressão das células e desgastes prematuro dos recuperadores de fornos poços da Usina de Monlevade, através da injeção de água no canal de fumaça.

(*) Técnico Metalúrgico - Chefe Contramestre Desbastadores - Fornos Poços da Usina de Monlevade - C. S. B. M. - Membro da A. B. M.

01- INTRODUÇÃO:

Com a necessidade de elevar a produção horária dos fornos poços da Usina de Monlevade da Cia. Siderúrgica Belgo-Mineira, foram aumentadas as vazões de ar e combustível desses fornos. O objetivo foi alcançado, porém, foram criados problemas de operação na marcha dos fornos. A alta pressão da célula causada pelo maior volume de fumaças retiradas do forno através de um canal subdimensionado para a nova situação, provocou a sopragem do selo da tampa e aumento das intervenções para manutenção nos recuperadores.

Este trabalho tem por finalidade apresentar as experiências realizadas com o intuito de sanar os problemas surgidos.

Consistiu basicamente na procura de novos meios de resfriamento mais eficiente das fumaças, visando não aumentar de maneira importante seu volume e proteger os recuperadores.

02- CARACTERÍSTICAS DOS FORNOS:

As principais características dos fornos em referência são:

Fabricante	Stein et Roubaix
Tipo	One Way
Recuperadores	Metálicos a irradiação
Número de células	1 (uma)
Altura	3,37 m
Largura	2,60 m
Comprimento	6,00 m
Área da base	15,60 m ²
Volume do forno	52,60 m ³
Capacidade	56 tons.

Na figura 1 é mostrado o lay out do setor de fornos poços e Trem Desbastadores.

03- ANÁLISE DOS PROBLEMAS:

Analisando mais detalhadamente os problemas já mencionados, verificamos que a sopragem da areia do selo da tampa, causava a queima das presilhas das placas de vedação, soltando-as, o que provocava a rápida deteriorização das bordas da tampa.

A figura 2 mostra o conjunto de tampa e placa de vedação.

O controle de temperatura das fumaças antes dos recuperadores era originalmente feito, injetando-se ar frio

no canal de fumos. O tempo de vida esperado sem intervenção para manutenção de cada conjunto de recuperadores era de 5 (cinco) anos. Após 4 (quatro) anos de serviço e várias intervenções para manutenções, com períodos críticos de até 7 (sete) meses entre uma manutenção e outra, e necessidade de troca da virola interna na região mais próxima ao canal de fumaças, os recuperadores apresentaram-se, quando trocados, bastante corroídos e empenados, indicando ser impossível mantê-los em funcionamento por mais tempo.

04- PESQUISA DAS CAUSAS:

Procurou-se determinar as causas da forte corrosão a que era submetida a chapa dos recuperadores, como pode ser visto na figura 3.

Para tal, foram enviadas amostras de chapas novas e usadas, assim como placas isolantes e pó exotérmico novo e usado ao Instituto de Pesquisas Radioativas de Belo Horizonte.

A análise foi encaminhada de maneira a se determinar qualitativamente, através de espectrometria por fluorescências de raios X todos os elementos contidos nas amostras, pois, havia suspeitas que os agentes agressivos estavam presentes no pó exotérmico usado nas cabeças dos lingotes acalmados.

Os resultados obtidos foram:

a) CHAPA NOVA:

Mo Ni Cu Ca Mn Fe Si Al S

b) CHAPA USADA (corroída):

Mo Pb Zn Cu Ni Fe Co Mn Ti Ca K Cl S Si
Al Na

c) PÓ EXOTÉRMICO NOVO:

Ba Sn Zr Pb Br Zn Cu Ni Fe Mn Ti Ca K
Cl S Si Al

d) PÓ EXOTÉRMICO USADO:

Zn Cu Fe Mn Ti Ca K Si Al

e) PLACA ISOLANTE:

Ba Zr Sn Cu Fe Ti Ca K S Si Al

Observou-se de imediato que vários elementos contidos no pó exotérmico, que se volatizaram, foram encontrados na chapa corroída entre eles o Cl e o S, sendo que o cloro em maior quantidade.

Para comprovar o mecanismo de troca de elementos mostrado nas análises, foi simulada em laboratório condições semelhantes em que é realizada esta operação. A temperatura atingida foi de 1.200°C e como resultado, foi obtido uma chapa altamente corroída e a camada de oxidação apresentando cor esverdeada que não pode ser identificada por difração.

Concluiu-se, sem muita dúvida, que a forte corrosão sofrida pela chapa é devido aos elementos Cl e S contidos

no pó exotérmico e que são liberados na operação, e a temperatura de trabalho, acima de 1.000°C .

Os enpenos das virolas internas dos recuperadores eram causados, principalmente, por temperaturas acima de 1.000°C . Verificou-se que os excessos de temperatura provinham da mistura mal feita do ar de diluição, devido ao pequeno comprimento existente entre o ponto de injeção de ar no canal de fumaças e o eixo recuperador (4,2 m) o que pode ser visto na figura 4.

Conforme experiência prática, uma boa mistura só é conseguida com comprimentos de 7 (sete) a 10 (dez) metros entre o ponto da injeção do ar frio e o eixo do recuperador. Um defeito do ventilador de ar de diluição durante o período de encharcamento, (baixas vazões e altas temperaturas) pode danificar completamente o recuperador por excesso de temperatura.

05- SOLUÇÕES PROCURADAS:

A curto prazo, o principal problema a ser atacado, era o de sopragem do selo de areia da tampa, pois a "TAMPA" passou a ser determinante na parada do forno para manutenção.

Reduzindo-se a vazão do ar frio (diluição) verificou-se que a pressão da célula voltava a níveis normais (1mm CA). Não foi possível utilizar esta prática, pois a temperatura das fumaças, atingia valores acima do permitido para os recuperadores.

A idéia de se adotar sistema de absorção de calor, tais

como caldeiras, aquecedores, etc foi de imediato descartada, tendo em vista as pequenas dimensões do canal, e as grandes perdas de carga que esses aparelhos normalmente introduzem.

Considerando que a única forma de reduzir a pressão da célula sem alterar as dimensões do canal e dos recuperadores, era o uso de um refrigerante mais eficiente para as fumaças do que o ar injetado, experimentou-se o uso de água pulverizada.

A vazão de ar de diluição necessária para manter a temperatura das fumaças menor do que 1.100°C era de $2.500\text{Nm}^3/\text{h}$.

Verificando-se que no final do aquecimento, momento em que a vazão é ainda total, o volume de fumaças a 1.000°C era igual a: $AK + BK = V_Z$

Onde: A= Volume de fumaças

B= Volume de ar de diluição

$k = 4,66 =$ Fator de correção a 1.000°C

$V_Z =$ Volume total

$$5.100 \times 4,66 + 2.500 \times 4,66 = 35.416 \text{ m}^3$$

Utilizando-se água pulverizada a vazão de 780 l/hora era possível manter a temperatura máxima a 1.000°C e a pressão da célula em torno de 1 mm CA.

O novo volume dos gases expelidos pelo forno durante o mesmo período anteriormente descrito, passou a ser igual a:

$$AK + CK = V_Z$$

$$C = \frac{780}{18} \times 22,4 = 970,6 \text{ Nm}^3 \text{ de vapor}$$

$$5.100 \times 4,66 + 970,6 \times 4,66 = 28.289 \text{ m}^3$$

Por diferença, menor em 7.127 m^3 que o anterior, e suficiente para permitir que a pressão da célula se mantivesse em torno do valor ideal.

Para a injeção de água, utilizou-se um bocal pulverizador colocado no canal de fumaças no ponto mais próximo possível ao forno. O controle da vazão de água foi feito através de um regulador ON-OFF, atuando na válvula solenoide, colocada na tubulação de alimentação, conforme visto na figura 5.

Um by-pass é colocado entre a válvula solenoide, e regulado de maneira a permitir um fluxo mínimo de água, suficiente para refrigeração do bocal nos períodos em que a válvula se mantém fechada.

06- RESULTADOS:

A refrigeração das fumaças com água pulverizada, nos trouxe os seguintes resultados:

- As campanhas dos fornos não mais era determinada pela da tampa, pois, passamos a não ter mais problemas com o selo de areia e com as placas de vedação.
- Apesar de limitarmos o valor máximo de temperatura para as fumaças em 1.000°C , as temperaturas de gás e ar que eram da ordem de 350°C para o gás e 430°C para o ar, passaram a atingir valores de 430°C para o gás e 510 para o ar, o que pode ser explicado pelo maior poder radiante das fumaças devido ao aumento do conteúdo de H_2O .

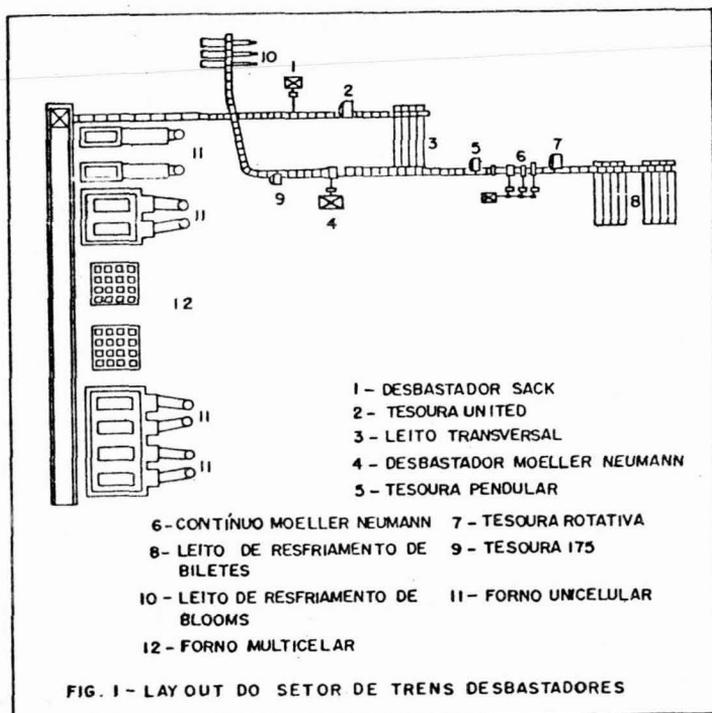
- Com o estreitamento da faixa de temperaturas das fumaças, anteriormente compreendida entre 650°C e 1.100°C e na nova situação entre 700°C e 1.000°C, os recuperadores não mais foram submetidos a empenos, o que causava a parada do forno.
- Após 5 (cinco) anos de funcionamento, sem intervenções para manutenção, os recuperadores apresentavam-se em bom estado, recoberto por um filme de óxido protetor, inclusive na região crítica, assinalada pelo detalhe B da figura 6. Acreditamos que com a injeção de água os componentes provenientes do pó exotérmico perdem sua agressividade, capacidade de aderência e são conduzidos sob a forma de pó, através dos recuperadores.
- Aumento da confiabilidade do sistema de refrigeração pois em casos de emergência o sistema antigo pode ser acionado.

07- CONCLUSÃO:

O uso da injeção de água pulverizada para resfriamento das fumaças nos fornos poços da Usina de Monlevade, da CSEM foi benéfico, principalmente pelo fato de prolongar a vida útil dos recuperadores, reduzir paradas acidentais aumentando com isso a taxa de utilização dos fornos.

08- BIBLIOGRAFIA:

- Departamento de Metalurgia - C.S.B.M. - Usina de Monlevade - Relatórios Técnicos.
- Departamento de Laminação - C.S.B.M. - Usina de Monlevade - Relatórios Técnicos.



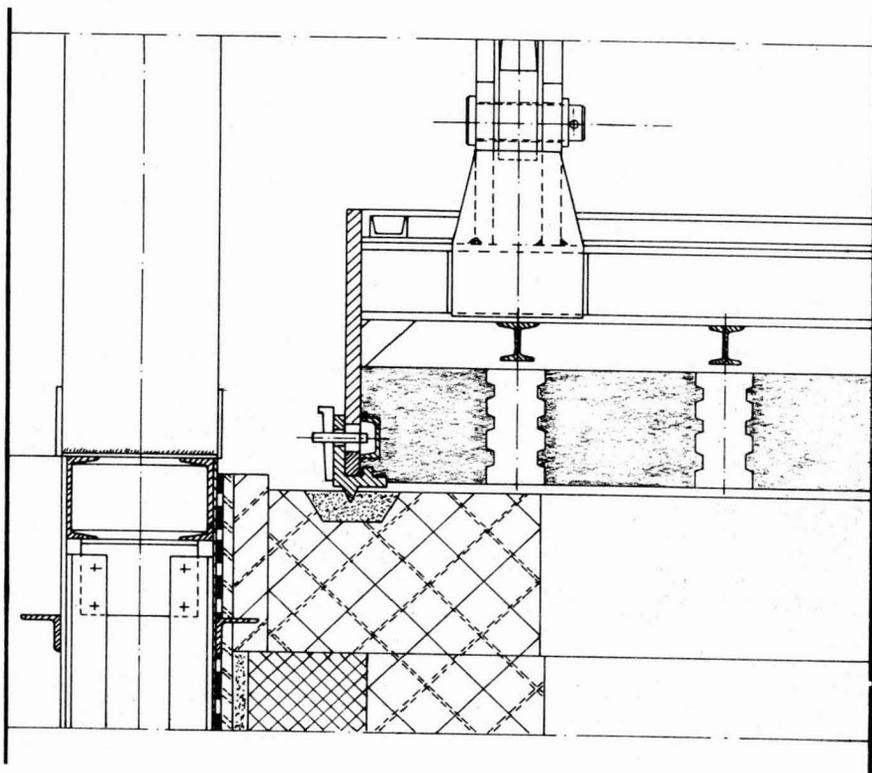


FIG.2 - VISTA EM CORTE DA BORDA DA TAMPA E SELO DE AREIA

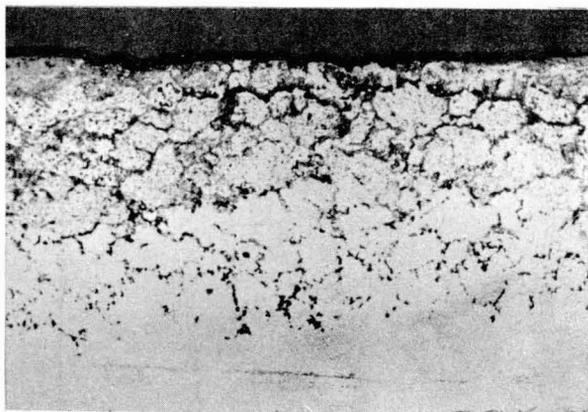


Fig. 3 - Fotografia sem ataque (100x) mostrando o tipo de corrosão assim como sua progressão.

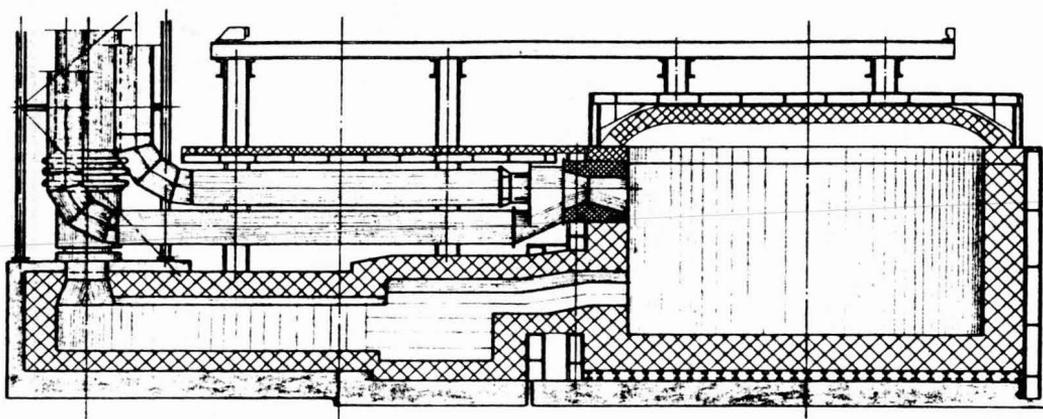


FIG.4 - VISTA EM CORTE DO FORNO E CANAL DE FUMAÇAS

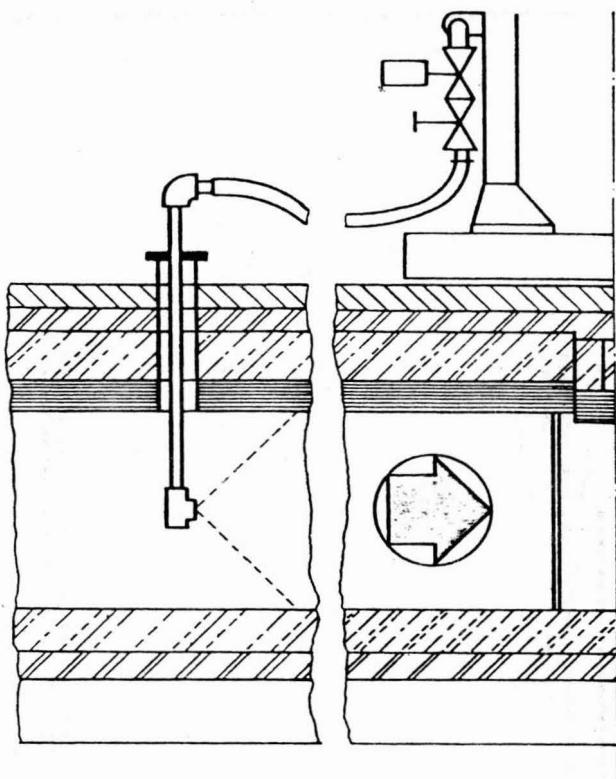


FIG. 5 - CONJUNTO DO SISTEMA DE INJEÇÃO DE ÁGUA

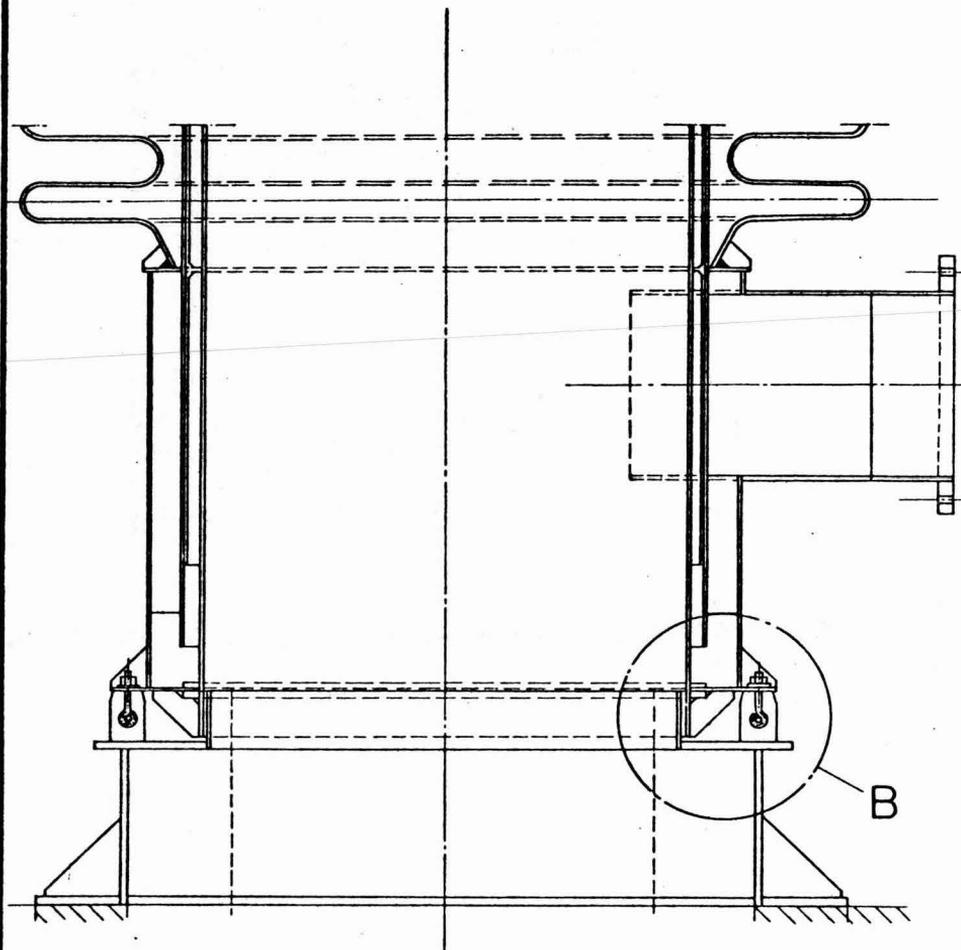


FIG. 6 - VISTA EM CORTE DO RECUPERADOR PARTE INFERIOR