

APLICAÇÃO DE ESCÓRIA SINTÉTICA SINTERIZADA TECNOSULFUR TECSLAG-FLUID 2277 À BASE DE CaO PARA REDUÇÃO DE H₂ NO AÇO DURANTE O REFINO SECUNDÁRIO¹

Marcos A. dos Santos²
Ronaldo Carius da Cunha³
Juarez Gonçalves de Souza⁴
Paulo César Pontelo⁴
Paulo A. Ferraz de Pontes⁵

Resumo

A escória Tecslag-Fluid-2277 foi desenvolvida em substituição a cal calcítica no processo de fabricação de aço. Após a elaboração de um diagnóstico técnico de processo, foi verificado que grande parte da entrada de hidrogênio no sistema provinha da cal calcítica que por sua grande higroscopicidade hidratava-se incorporando então H₂ no metal, quando da sua adição nas panelas de aço que passariam pelo refino secundário. Devido a grande dificuldade de remoção do H₂ e pela ausência de um equipamento de desgaseificação, a solução encontrada foi conter este “pick up” em sua fonte, substituindo a cal pela escória sintética, que por suas características físicas e químicas não contribui para esta incorporação, e com composição balanceada ainda favorece a limpidez interna dos aços.

Palavras-chave: Hidrogênio, Escória sintética.

TECNOSULFUR SINTERIZED CHEMICAL SLAG TECSLAG-FLUID 2277 LIME BASED USE TO HYDROGEN PICK UP REDUCTION DURING SECONDARY REFINING

Abstract

The chemical slag Tecslag-Fluid 2277 have been developed to exchange lime during the steel treatment. The process analysis showed that the great part of hydrogen pick up came from the lime addiction. Lime is an hygroscope material and is hydrogen source to the liquid steel during secondary refining. The steel hydrogen removal is not so easy and sometimes there is no degasser equipment available in the steelshop. The solution is the hydrogen pick up reduction by the use of one sinterized chemical slag instead of lime. This slag has characteristics those don't contribute to steel hydrogen absorption and has a chemical composition which helps the steel cleanliness.

Key words: Hydrogen; Chemical slag.

¹ Contribuição técnica ao 40º Seminário de Aciaria – Internacional, 24 a 27 de maio de 2009, São Paulo, SP, Brasil.

² Gerente Técnico - Tecnosulfur

³ Supervisor Técnico - Tecnosulfur

⁴ Assistente Técnico - Tecnosulfur

⁵ Analista de pesquisa e desenvolvimento - Tecnosulfur

1 INTRODUÇÃO

Para atender aos requisitos de desempenho cada vez mais exigentes, frente a uma nova gama de produtos, e outros materiais, a indústria siderúrgica tem buscado novas tecnologias emergentes que possam atuar em seus processos otimizando as etapas de elaboração dos aços.

Como as usinas siderúrgicas primam para o atendimento a estas necessidades com o menor custo, melhor aporte operacional, e considerando ainda que estas são as principais metas das usinas; pode se dizer que o controle do processo de fabricação passa a ser o item mais crítico para a produção, onde os controles voltados para o acerto da composição química, mudança e controle da morfologia de inclusões não metálicas dentre outros, passam a ser vitais para a qualidade e competitividade no mercado do aço.

Diante da realidade de algumas aciarias frente à indisponibilidade de um equipamento de desgaseificação, a oportunidade da utilização de uma escória sintética promove um ganho significativo sobre o custo operacional e o custo de investimento para elaboração dos aços.

1.1 Efeitos do Hidrogênio nos Aços

O principal defeito ocasionado pelo hidrogênio nos aços são os pin holes. Segundo Valadares et al.⁽¹⁾ estes defeitos são de forma tubular e estão localizados na superfície das placas, podendo ter diâmetro de até 3 mm e comprimento de 25 mm. Quando abertos na superfície podem sofrer oxidação. Desta forma podem gerar *blisters* ou *slivers* no produto laminado. Este defeito pode ser formado pela geração de CO ou H₂, decorrente da diminuição da solubilidade do C, O e H do aço no processo de solidificação.

Estes defeitos quando observados nas placas, por serem profundos, não são passíveis de remoção nas operações de escarfigem, gerando, portanto perdas por corte ou sucateamento.

Por outro lado, o hidrogênio por ser um elemento químico de raio atômico pequeno, pode ser encontrado em solução sólida na estrutura cristalina dos metais e suas ligas.

Conforme Costa e Silva e Mei,⁽²⁾ a solubilidade do hidrogênio é relativamente alta no aço líquido, sendo reduzida no sólido (Figura 1).

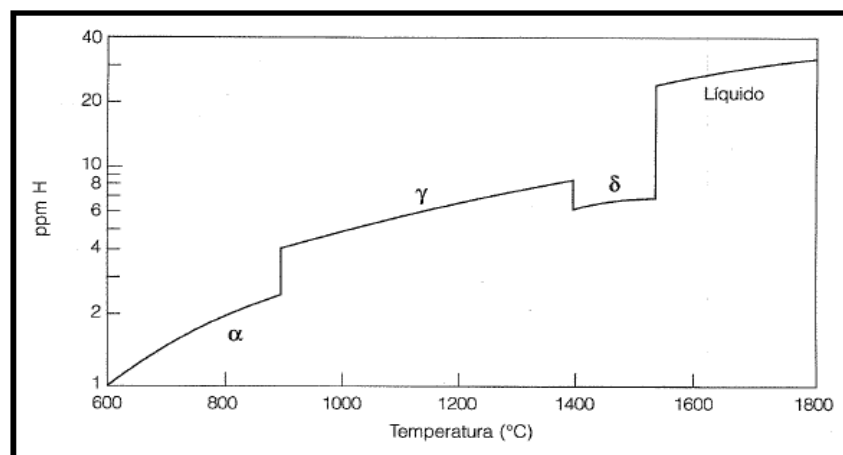
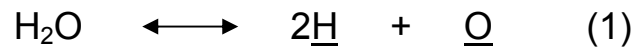


Figura 1. Solubilidade do hidrogênio no ferro e em aços.⁽²⁾

O hidrogênio afeta negativamente a qualidade e as propriedades do aço durante a sua fabricação e a sua aplicação nas condições normais de trabalho.

A acumulação do H₂ em pontos da rede cristalina pode fragilizar as ligações metálicas e levar a uma trinca, que sob condições determinadas se propagará e levará à fratura dos componentes metálicos afetados pela presença do elemento, conforme Figura 2.

A adsorção do hidrogênio se dá conforme a seguinte equação 1.



O resultado disto é a falha prematura de elementos no sistema de trabalho a partir de tensões aplicadas ao componente, inferiores às especificadas no projeto mecânico ou estrutural do mesmo, ou seja, a fragilização da estrutura pela ação do hidrogênio.

Portanto podemos afirmar que entre os principais efeitos do H₂ nos aços estão:

- degradação das propriedades mecânicas dos aços;
- diminuição da ductilidade dos aços;
- tendência de mudança da morfologia da trinca; e
- redução da tenacidade a fratura.

Como exemplo do efeito da presença do hidrogênio na fase sólida, a figura 1.2 mostra uma trinca originada a partir de uma bolha formada, conforme constatado por Vianna.⁽³⁾

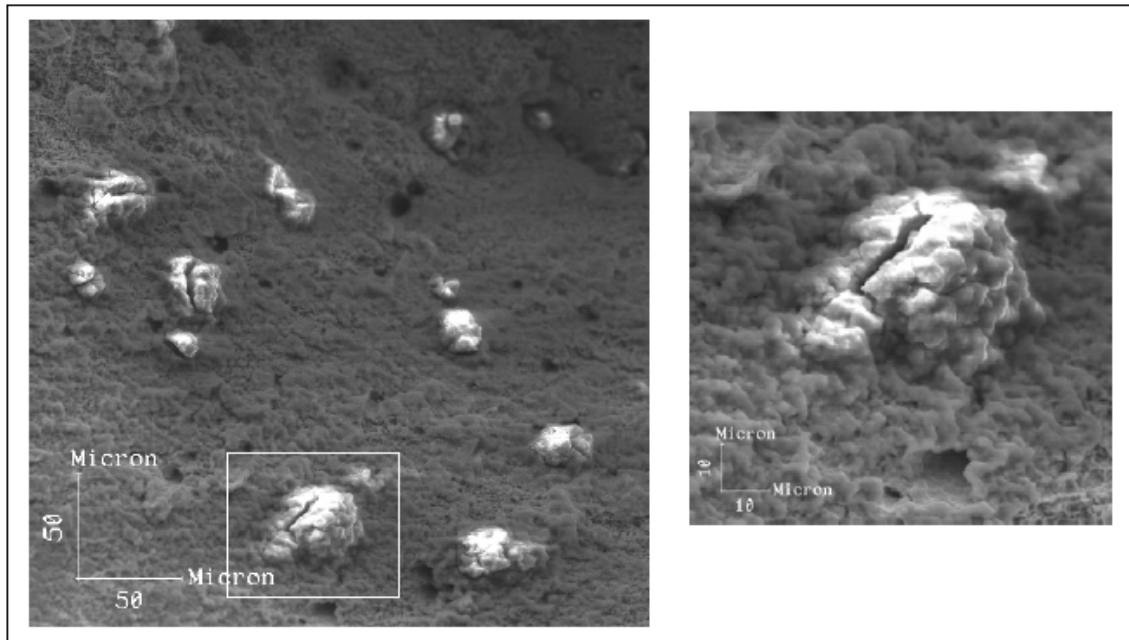


Figura 2. Foto MEV mostrando efeito do hidrogênio, evidenciado pela presença de empolamento. No detalhe, região empolada com uma trinca na superfície. (300 X e 1000 X).⁽³⁾

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Atendendo a solicitação de um dos clientes da Tecnosulfur, quanto à ocorrência de pick up de hidrogênio em seu processo, foi elaborado um diagnóstico técnico para avaliação do sistema como um todo. A partir da análise dos dados, foi

detectado que a principal fonte desta incorporação seria a cal calcítica. Esta matéria prima tem característica higroscópica, reagindo facilmente com a água, inclusive àquela presente no ar, de acordo com a reação 2.



O tempo de estocagem das cales deverá ser limitado em curto prazo, ainda assim em recipientes herméticos.

Desta forma concluiu-se que para minimizar a incorporação do hidrogênio, seria necessária a substituição da cal adicionada por uma parcela de escória sintética sinterizada que, por suas propriedades físico-químicas, diminuiria a adsorção do hidrogênio pelo metal.

Portanto, foi elaborada uma composição de escória sintética sinterizada que atenderia aos requisitos do processo mantendo o desempenho operacional, atingindo os objetivos propostos. A especificação química utilizada é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1 – Especificação da escória sintética sinterizada.

CaO	MgO	CaF ₂
52% min.	8 ~ 12%	12 ~ 16%

A escória foi produzida em uma Planta industrial da Tecnosulfur, com temperaturas, pressões e vazões controladas.

A sinterização pode ser definida como a aglomeração das partículas através do aquecimento, fazendo com que formem ligações fortes com os cristais vizinhos.

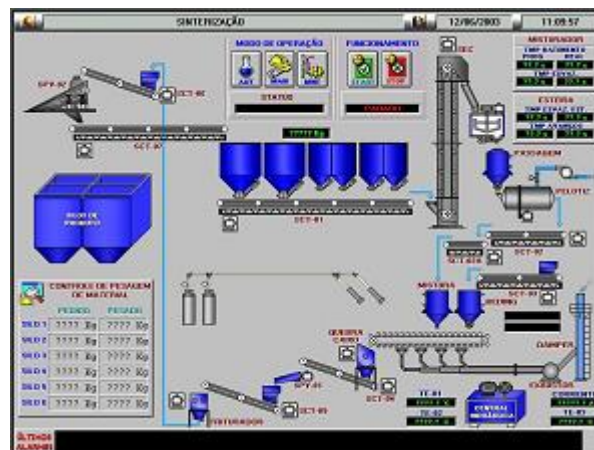


Figura 3 Tela do sistema supervisor de operação planta de sinterização.⁽⁴⁾

A partir da fabricação das composições ideais, a Tecnosulfur realizou testes in loco no cliente por três meses, com acompanhamento para validação dos resultados em uma grande siderúrgica semi-integrada, dotada de uma aciaria elétrica composta por um Forno Elétrico de Fusão, um Forno Panela com capacidade de 100 toneladas e lingotamento contínuo.

Para execução dos testes foram adicionados 900 kg da escória TECSLAG-FLUID 2277 por corrida, durante o vazamento do Forno Elétrico, passando pelo

refino no Forno Panela, sem necessidade de adições além das ligas normalmente adicionadas.

Em função de algumas características da escória sintética como, ponto de fusão, viscosidade adequada e alta porosidade, ocorre a aceleração da velocidade de dissolução, onde após sua adição, a escória sintética leva apenas o tempo de vazamento e posicionamento no forno panela para ter sua completa dissolução, não sendo necessário arco elétrico para fusão. Com isso eliminamos o “Power On” do forno com intuito de fundir a cal, promovendo então uma redução do “tap-to-tap” entre 6 minutos e 10 minutos.

Após avaliações e amostragens em várias corridas foi possível observar que, com aplicação da Escória sintética, o hidrogênio presente no aço foi contido a níveis necessários aos requisitos do processo.

3 RESULTADOS OBTIDOS

O objetivo do estudo seria inicialmente reduzir os teores de hidrogênio da ordem 9,0ppm, para valores próximos de 6,5ppm. Conforme gráfico da Figura 4, os resultados atingiram eficiência superior à desejada.

Com a utilização de escórias sintéticas sinterizadas foi possibilitada uma melhor flexibilidade das usinas, principalmente do conceito de mini-mills, e algumas semi-integradas que não são dotadas de equipamentos específicos para desgaseificação.

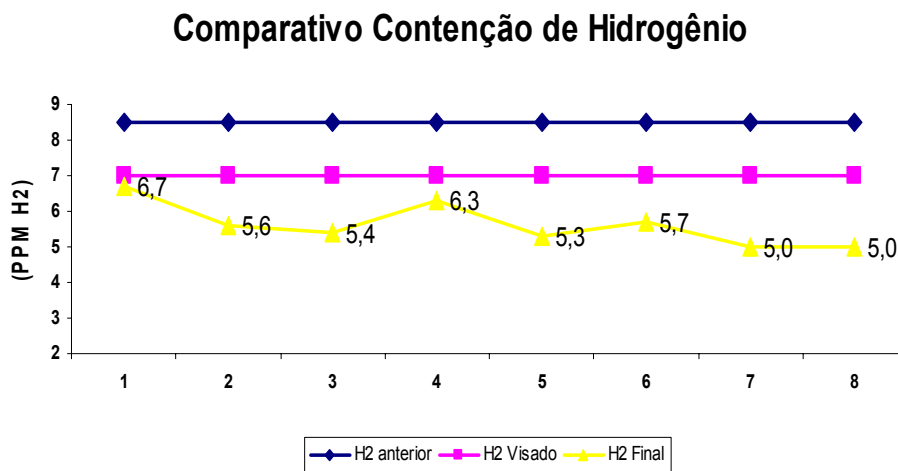


Figura 4. Teores de H₂ Anterior X Meta X Final.⁽⁴⁾

Além de atingir os objetivos propostos com a contensão de H₂, a Escória Sintética TECSLAG – FLUID 2277 apresentou ganhos também na limpidez interna dos aços, formação de coating na parede da panela, promovendo a proteção do revestimento, melhor estabilização do arco elétrico e conseqüente redução no consumo de energia, redução dos ruidos na área da aciaria.

A Figura 5 mostra uma foto da escória sintética utilizada.



Figura 5. Foto da escória sintética TECSLAG FLUID-2277.⁽⁴⁾

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento da escória sintética sinterizada permitiu, a partir de sua utilização, a introdução do óxido de cálcio à escoria do refino secundário com menor incorporação de hidrogênio no metal líquido, evitando o tratamento em desgaseificadores e, conseqüentemente, reduzindo o custo de fabricação do aço.

REFERÊNCIAS

- 1 VALADARES, C.A.G., et al. *Lingotamento contínuo de placas*. São Paulo: ABM, 2006. [Apostila].
- 2 COSTA E SILVA, A.L.; MEI, P.R. *Aços e ligas especiais*. São Paulo. Edgard Blücher, 2006.
- 3 VIANNA, C.S. *Comportamento mecânico do aço API 5L X-60 com e sem hidrogênio*. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Metalurgia e Materiais) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: http://www.teses.ufrj.br/COPPE_M/cristiadossantosvianna.pdf/. Acesso em 28 nov. 2008.
- 4 TECNOSULFUR. Arquivos técnicos. 2007.