

PARTIDA DA PLANTA DE DESFOSFORAÇÃO DE GUSA DA TECNOSULFUR NA CISAM¹

José Flávio Viana²
Darlan Rodrigues Azevedo³
Igino Foschi⁴

Resumo

Este trabalho tem por objetivo apresentar o projeto e partida da planta de desfosforação de gusa instalada Cisam. O projeto foi concebido pela Tecnosulfur para permitir uma taxa de desfosforação de 80%, contribuindo para a produção posterior de aço via AOD. O tratamento é realizado através da injeção de desfosforante à base de óxido de ferro e cal com sopro superficial de oxigênio. A taxa de desfosforação prevista foi alcançada, permitindo a obtenção de teores de fósforo abaixo de 0,020% para um teor inicial no gusa de até 0,140%.

Palavras-chave: Desfosforação; Tratamento de gusa.

START UP OF CISAM HOT METAL DEFOSFORIZATION PLANT WITH TECNOSULFUR PROCESS

Abstract

The objective of this paper is to show the design and start up of hot metal dephosphorization plant installed in Cisam. This plant was designed to get 80% of dephosphorization rate in order to charge AOD furnace in after production. The treatment is made by iron oxide and lime injection and oxygen surface blowing. The expected dephosphorization rate has been obtained and the final phosphorus content is below 0,020% from the initial value over 0,140% in hot metal.

Key words: Dephosphorization; Hot metal treatment.

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

² *Mestre em Metalurgia, Gerente de Processos da Tecnosulfur*

³ *Técnico Metalúrgico, Técnico de Processos da Tecnosulfur*

⁴ *Engenheiro Metalurgista, Gerente de Aciaria da Cisam*

1 INTRODUÇÃO

A presença de fósforo no aço é considerada, na maioria dos casos, como impureza, já que em alguns casos especiais ele é adicionado como liga. Segundo Bannenberg, Lachmund,⁽¹⁾ o fósforo tem efeito negativo nas propriedades de tenacidade e particularmente na fragilização por têmpera. Além de sua influência nas propriedades do aço, o fósforo leva à segregação. No produto final, existe a possibilidade do excesso de fósforo se alojar nos contornos de grão. O aumento do teor de carbono leva ao aumento da segregação do fósforo e manganês. Além disso, quanto mais elevado o teor de fósforo maior a segregação central, levando a uma estrutura extremamente frágil no centro da placa ou lingote.

Conforme Viana,⁽²⁾ a reação de desfosforação é favorecida em ambiente oxidante e desta forma, em usinas integradas, normalmente o fósforo é retirado na etapa do refino primário, onde se tem a presença do oxigênio soprado através de lanças. Outro fator importante na reação de desfosforação é a basicidade, já que o óxido de cálcio será o componente fixador do óxido de fósforo na escória.

A Cisam, localizada em Pará de Minas – MG possui um alto forno com capacidade de produção de 550 toneladas por dia. Com o objetivo de produzir aço para atender a uma unidade de laminação do grupo localizada em Divinópolis, a Cisam instalou uma aciaria equipada com AOD. Como este equipamento tem restrições à desfosforação, pois implicaria em maior desgaste refratário, foi necessária a instalação de uma unidade de desfosforação de gusa para possibilitar a redução do teor de fósforo, antes do carregamento no AOD.

A Tecnosulfur foi responsável pelo projeto e instalação da unidade de desfosforação, com capacidade de desfosforação de até 90%. A partida do equipamento foi realizada em junho/08, antes da partida do convertedor AOD, garantindo os teores de fósforo necessários ao refino primário do aço pela Cisam.

2 DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO

A planta de desfosforação de gusa concebida pela Tecnosulfur e instalada na CISAM tem como principal característica a imersão profunda do agente desfosforante, no gusa líquido, através de uma lança refratária e o sopro superficial de oxigênio.

A planta de desfosforação utiliza gás inerte, nitrogênio, para todo o transporte que se faz necessário do agente desfosforante. O gás nitrogênio é recebido e através de um “manifold”, distribuído para alimentar toda a planta de desfosforação.

O agente desfosforante é recebido via carreta silo, no qual, esta é pressurizada e descarrega todo o produto para um silo principal de 50 m³. Este silo de estocagem principal, hermético, armazena o agente desfosforante, garantido suas propriedades e qualidades. Este silo é dotado de um sistema para abastecimento do vaso injetor que se localiza abaixo do mesmo, ligados através de conexões próprias para este abastecimento.

O vaso injetor, responsável pela injeção e transporte, é dotado de células de cargas que fazem a indicação de peso de agente desfosforante. Quando alcança a quantidade programada do carregamento, o sistema supervisorio, encerra toda a atividade e prepara o equipamento para o processo de injeção.

Abaixo do vaso injetor, o sistema é composto de um bico injetor (patente Tecnosulfur), com pistão de acionamento hidráulico que regula a passagem de agente por minuto regulamentado no sistema supervisorio. Através dos valores de

queda no peso do vaso injetor, indicado pelas células de carga, o sistema faz a média dos valores em um determinado período de tempo, verificando a necessidade de uma maior abertura ou fechamento do bico injetor para controle de fluxo do agente desfosforante, em acordo com o objetivado pelo sistema supervisório. Esta regulagem é automatizada para atuação on-line, o que mantém uma ótima estabilidade à injeção.

A planta de desfosforação possui um sistema para sopro superficial de oxigênio. Este sopro é realizado durante todo o processo de injeção do agente desfosforante para a fixação do fósforo na escória. Este sistema é composto de uma válvula proporcional que atua na regulagem da passagem de oxigênio de acordo com o valor visado da vazão de oxigênio indicado pelo operador no sistema supervisório.

A injeção do agente desfosforante e oxigênio são feitos por lanças refratárias acopladas em um sistema de pórtico de lanças. Este pórtico lança possui sensores de posições das respectivas lanças que indicam ao sistema o momento certo para aberturas, fechamento e regulagem das válvulas inerentes ao processo e sistema ágil de troca de lanças.

Toda a operação da planta de desfosforação é realizada e monitorada através de um sistema supervisório. É também disponibilizado a geração de relatórios, com a entrada da análise inicial e final ao tratamento do gusa, peso líquido da panela a ser tratada e fósforo objetivado, onde o sistema supervisório faz o cálculo da quantidade de agente desfosforante necessária para a respectiva injeção. Telas de alarmes, alertando a operação quanto a anormalidades no sistema e geração de gráficos. A Figura 1 mostra esquematicamente a o fluxo da planta de desfosforação.

3 RESULTADOS OBTIDOS

3.1 Partida da Desfosforação

Para a partida da planta de desfosforação, foram estabelecidas premissas definindo as condições favoráveis ao processo de desfosforação, para assegurar os resultados desejados:

- manter as panelas limpas e isentas de cascão;
- manter uma borda livre da panela de gusa, suficiente para o tratamento sem projeções, evitando a perda de metal;
- teor de fósforo inicial deverá ser menor que 0,130%;
- teor de fósforo final objetivado deverá ser menor que 0,020% ou maior que 0,015%;
- teor de silício deverá ser menor que 0,20%, condição ideal menor que 0,10%;
- A temperatura ideal do ferro gusa a ser desfosforado deverá ser igual ou maior que 1270°C;
- remover no mínimo 85% da escória formada pelo tratamento de desfosforação do gusa; e
- para teores de fósforo superior a 0,130%, ocorrerá um ligeiro aumento de consumo específico, porém com garantia de desfosforação para os limites objetivados.

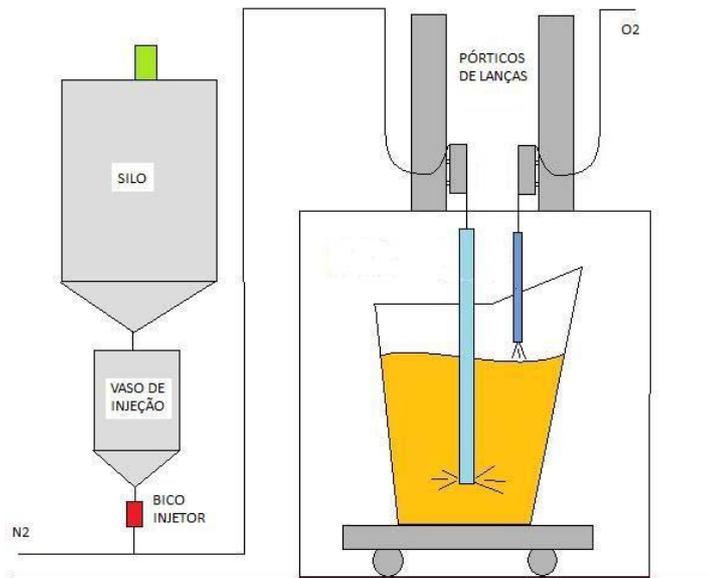
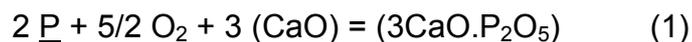


Figura 1: Visão geral da planta de desfosforação.⁽³⁾

Segundo Viana,⁽²⁾ a reação de desfosforação pode ser descrita conforme a Equação 1.



A participação do oxigênio na reação 1 mostra a necessidade de se obter teores de silício menores que 0,20% antes do tratamento, pois o mesmo é um forte concorrente do fósforo em relação ao oxigênio.⁽²⁾

Para um controle maior do teor de silício, foi utilizada carepa durante o vazamento do alto forno, em quantidades necessárias para se obter silício final para desfosforar dentro das premissas. Antes do processo de desfosforação, faz-se a necessidade da raspagem da escória oriunda da dessiliciação. Entretanto, em algumas corridas, o teor de silício não atendia às premissas, mesmo utilizando a carepa no vazamento do alto forno. Para estes casos foi desenvolvido um recurso na planta de desfosforação para garantir o teor final de silício antes da desfosforação, conforme descrito a seguir:

- raspagem da escória da dessiliciação oriunda da adição de carepa no vazamento do alto forno;
- adição de cal para neutralização da escória gerada na dessiliciação – proteção do refratário na linha de escória;
- sopro superficial de O₂;
- a lança de injeção soprando somente N₂, em comando manual, para homogeneizar o banho; e
- raspagem da escória da dessiliciação.

Outro fator importante, durante a partida da desfosforação, está relacionado à temperatura para o processo de desfosforação. Foi previsto inicialmente o tratamento com uma temperatura entre 1.320°C a 1.370°C, porém a temperatura média, na panela de gusa, após vazamento do alto forno é de 1.284°C. A dificuldade, maior, relacionada à temperatura, para o processo de desfosforação, foi para corridas menores que 1.270°C, pois causava a obstrução da lança de injeção após um período de tratamento, devido à formação de cascões nos furos de injeção.

Para solucionar este problema, foi desenvolvido o pré-aquecimento da corrida na própria planta de desfosforação, adotando as seguintes medidas:

- para corridas com teor de silício entre 0,15% e 0,20%, é realizada a dessiliciação conforme descrito acima, já obtendo a temperatura adequada para a injeção de desfosforante;e
- para corridas com teor de silício menor que 0,15%, primeiro é adicionado FeSi e depois realizado o processo de dessiliciação, atingindo a temperatura adequada e teor de silício dentro das premissas para o processo. Com essas medidas, foi solucionado todo o problema relacionado com a temperatura inicial e silício inicial para injeção.

Outro fator importante na partida da desfosforação, foi a perda metálica, influenciada pelo teor de silício do gusa, taxa de injeção de desfosforante e borda livre da panela de gusa, conforme descrito abaixo:

- teor de silício: quanto maior o teor de silício, maiores as projeções de metal, conforme mostrado na Figura 2, solucionado com a dessiliciação antes do processo de desfosforação;
- taxa de injeção: Taxa de injeção de projeto era prevista entre 35 a 40 kg/min., que se tornou inviável ao processo devido às dimensões da panela de gusa. A taxa de injeção foi ajustada entre 20 e 30 kg/min., o que minimizou as projeções e não acrescentou tempos maiores ao processo, atendendo a demanda do forno AOD;
- dimensionamento da tubulação de arraste: os tratamentos foram iniciados utilizando uma tubulação de transporte entre o vaso injetor e lança refratária com diâmetro de 1 ¼ polegadas para a linha de arraste, agregado com a necessidade de diminuição da taxa de injeção tornou-se inviável ao processo pois, para a não obstrução da lança de injeção, era necessária grande quantidade de gás de arraste, N₂, que expandia em contato com o metal causando grandes projeções. Verificou-se a necessidade da retirada deste gás de arraste sem comprometer a taxa de injeção e obstrução da lança. O diâmetro da tubulação foi redimensionado para 1 polegada atendendo a injeção; e
- panela de gusa: foi redimensionada para permitir uma elevação da borda livre prevista inicialmente para 500 mm. A panela modificada possui borda livre de 1.000 mm.

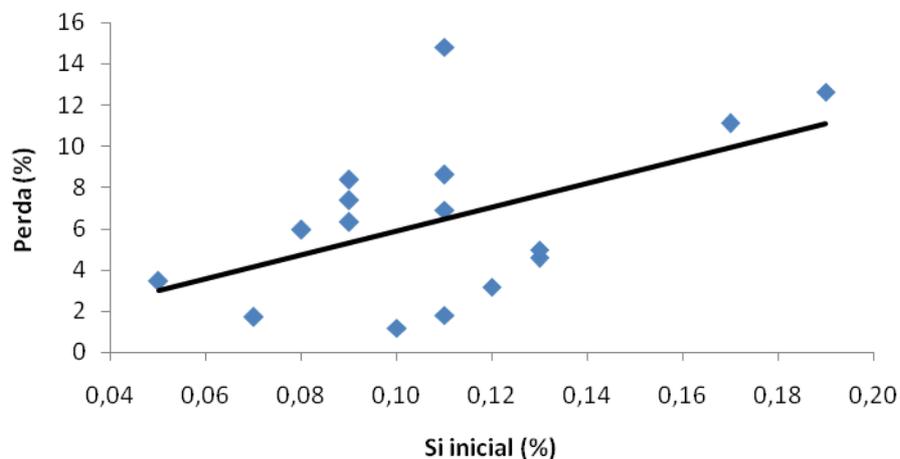


Figura 2: Perda Metálica x Teor de Silício.⁽³⁾

3.2 Resultados Operacionais e Discussão

As Tabelas 1e 2 mostram os resultados das corridas desfosforadas após os ajustes mencionados no item 3.1.

Tabela 1: Resultados Operacionais – novembro de 2008.

Corrida	Gusa (ton)	Silício		Tempo (min)	Fósforo		
		Inic. %	Final %		Inic. %	Obj. %	Final %
8p00082	23	0,01	0	00:20:00	0,089	0,030	0,010
8p00083	24,2	0,15	0	00:24:00	0,107	0,030	0,009
8p00084	21,7	0,10	0	00:25:00	0,105	0,020	0,008
8p00085	22,8	0,10	0	00:36:00	0,100	0,020	0,012
8p00087	22,6	0,14	0	00:29:00	0,144	0,020	0,014
8p00089	22,7	0,03	0	00:15:00	0,090	0,027	0,017
8p00090	24,2	0,12	0	00:33:00	0,132	0,027	0,015
8p00092	21,6	0,02	0	00:15:00	0,087	0,030	0,018
8p00095	22,3	0,09	0	00:21:00	0,119	0,025	0,018
8p00099	22,1	0,12	0	00:21:00	0,142	0,027	0,027
8p00100	22,5	0,21	0	00:33:00	0,125	0,025	0,004
8p00101	22,6	0,12	0	00:25:37	0,121	0,017	0,014
8p00102	21	0,21	0	00:20:00	0,110	0,017	0,009
8p00103	21,5	0,10	0	00:21:36	0,090	0,017	0,015

Tabela 2: Resultados Operacionais – novembro de 2008.

Corrida	DesP (kg)	Temp.		Consumo (kg/ton)	Taxa de Injeção (kg/min)	Borda Livre (mm)	Taxa %
		Inic. °C	Final °C				
8p00082	362	1272	1256	15,74	17,87	800	88,76
8p00083	438	1251	1276	18,1	18,32	750	91,59
8p00084	388	1277	1264	17,88	20,56	700	92,38
8p00085	360	1286	1281	15,79	14,56	650	88,00
8p00087	505	1313	1274	22,35	21,98	900	90,28
8p00089	401	1276	1245	17,67	26,03	750	81,11
8p00090	540	1298	1297	22,31	16,63	800	88,64
8p00092	339	1340	1277	15,69	21,9	1100	79,31
8p00095	364	1290	1263	16,32	23,67	750	84,87
8p00099	534	1276	1263	24,16	24,96	780	80,99
8p00100	518	1266	1293	23,02	15,68	700	96,80
8p00101	633	1298	1281	28,01	25,35	830	88,43
8p00102	566	1297	1265	26,95	28,01	1000	91,82
8p00103	513	1281	1259	23,86	24,38	900	83,33

Resultados Médios obtidos nas corridas mostradas nas Tabelas 1 e 2:

- quantidade de gusa tratado: 22,5 toneladas;
- teor de silício antes do tratamento: 0,108%;

- teor de silício após o tratamento: 0,00%;
- tempo de tratamento: 24,0 minutos;
- fósforo antes do tratamento: 0,112%;
- fósforo objetivado após o tratamento: 0,016%;
- fósforo final após o tratamento: 0,014%;
- agente desfosforante injetado: 462 kg;
- consumo específico: 20,6 kg/tonelada;
- temperatura antes do tratamento: 1.287°C;
- temperatura após o tratamento: 1.271°C;
- taxa de injeção: 21,42 kg/min;
- borda livre: 815 mm;
- perda metálica: 1.100 kg; e
- taxa de Desfosforação: 87,59%.

O teor de silício antes da desfosforação tornou-se mais eficiente e obtivemos uma menor temperatura média inicial para o tratamento: 1.271° C.

4 CONCLUSÃO

A estação de desfosforação de gusa foi projetada e implantada com sucesso pela Tecnosulfur na Cisam em Pará de Minas – MG. Através deste tratamento, com injeção profunda de agente desfosforante e sopro superficial de oxigênio, o teor de fósforo do gusa foi reduzido em torno de 90%, permitindo o carregamento do gusa dentro da faixa de composição química para processamento nos convertedores AOD.

REFERÊNCIAS

- 1 BANNENBERG, N.; LACHMUND, H. Metallurgical procedures for achieve very low phosphorus contents. La Revue de Metallurge, CIT, Julho-Agosto, 1994.
- 2 VIANA, J.F., Pré-tratamento de gusa. São Paulo: ABM. 2007.
- 3 TECNOSULFUR. Arquivos Técnicos. – Departamento Técnico / Gerência de Engenharia de Processos – Maio 2008.