



INTRODUÇÃO DO REVESTIMENTO REFRAATÁRIO APLICADO POR SPRAY EM POTES DE ESCÓRIA DO LD E KR DA ARCELORMITTAL TUBARÃO¹

Simony Barboza²

Edmilson Lopes da Silva³

Marcelo de Camargo Tarcísio³

Nilson Ferreira Gomes³

Santiago Ruiz Barrios⁴

Resumo

Na fabricação do aço líquido, as escórias geradas em cada etapa do processo são coletadas e descartadas, visando a não contaminação do produto. Dentro de uma Aciaria a Oxigênio, que é caso da AMT (ArcelorMittal Tubarão), a maior geração de escória descartada ocorre no Convertedor LD e no processo de Dessulfuração na Panela, o KR (Kambala Reactor). Estas escórias são coletadas em vasos específicos conhecidos como Potes de Escória. Por imprecisão do processo de coleta, junto com a escória passa também metal líquido, o qual danifica a superfície interna do Pote e provoca defeitos e desgastes no mesmo, prejudicando seu desempenho e vida útil. Para proteger melhor o Pote de Escória, foi desenvolvido um produto específico (Carbosil 75), à base de sílica e alumina, aplicado por Spray sobre toda a superfície interna do vaso coletor. Este "coating" tem como função proteger a parede interna impedindo que o metal líquido, passante durante a coleta, entre em contato com esta, evitando desta forma o desgaste e aderência de metal na superfície interna do Pote. Auxilia também enormemente a retirada do cascão do vaso, pois por possuir características colapsíveis, no resfriamento o produto transforma-se em pó e se desprende da parede, facilitando a remoção da escória. Neste trabalho, são descritos os métodos de aplicação do material, os testes visando determinar o consumo de material por tipo de carga por Pote e a viabilidade técnica do uso do produto. Será apresentado também, um protótipo da instalação automatizada de aplicação.

Palavras-chave: Pote de escória; Remoção de cascão; LD; Convertedor; dessulfuração em panela; Cambamento.

INTRODUCTION OF REFRACTORY COATING APPLIED BY SPRAY ON SLAG POTS OF BOF AND KR AT ARCELORMITTAL TUBARÃO

Abstracts

In the liquid steel manufacture, slag generated at each step of the process are collected and discarded to avoid the product contamination. Inside an oxygen steel plant, in the case of AMT, the largest generation of slag discharged comes from BOF Converter and Desulphurization in the ladle, the KR (Kambala Reactor). These slags are collected in special vessels known as Slag Pots. By inaccuracy of the collection process, with the slag is also discarded liquid metal, which damages the inner surface of the Pot and causes defects and wear, reducing their performance and useful life. To better protection of Slag Pot, it was developed a specific product (Carbosil 75), silica and alumina based, which is applied by spray over the entire inner surface. This "coating" has as its function the protection of inner wall preventing the attack of liquid metal that came during slag collection, thus avoiding wear and metal grip on the inner Pot surface. Helps enormously also the slag discarded of the vessel, because it has collapsible characteristics, during cooling the product turns into dust and dropped from the wall, making a free diskulling. In this paper, are described the material application methods, the tests to determine material consumption by type of slag (BOF or KR) per pot and the technical feasibility of the use of the product. Will be presented also, a prototype automated application installation.

Key words: Slag pots; Slag removal; BOF process; KR process; Free diskulling.

¹ Contribuição técnica ao 43º Seminário de Aciaria – Internacional, 20 a 23 de maio de 2012, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Especialista de Logística Interna – ArcelorMittal Tubarão

³ Assistente Técnico da Carbox

⁴ Membro da ABM, Superintendente Técnico de Refratários da Intoox



1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de se produzir aços com maiores quesitos de qualidade, é prática comum o uso de Escórias Sintéticas. Em alguns processos, como no refino primário, a formação de uma escória é parte integrante da operação. Em casos como a Dessulfuração em Panela de Gusa ou Carro Torpedo e no Refino Secundário, é prática se adicionar Escórias Sintéticas para se obter aços com maior limpidez. Porém, ao final de cada etapa a escória final deve ser retirada do contato com o banho de metal líquido (aço ou gusa) visando evitar a reversão de impurezas.

Estas escórias são coletadas em vasos específicos conhecidos como Potes de Escória. Por imprecisão do processo de coleta, junto com a escória passa também metal líquido, o qual danifica a superfície interna do Pote e provoca defeitos e desgastes no mesmo, prejudicando seu desempenho e vida útil.

Para proteger melhor o Pote de Escória, foi desenvolvido um produto específico (Carbosil 75), à base de sílica e alumina, o qual é aplicado por Spray sobre toda a superfície interna do vaso coletor. Este "coating" tem como função proteger a parede interna impedindo que o metal líquido, passante durante a coleta, entre em contato com esta, evitando desta forma o desgaste e aderência de metal na superfície interna do Pote.

Auxilia também enormemente a retirada do cascão do vaso, pois por possuir características colapsíveis, no resfriamento o produto transforma-se em pó e se desprende da parede, facilitando a remoção da escória.

2 INFORMAÇÕES TÉCNICAS SOBRE O PRODUTO UTILIZADO COMO “COATING” DOS POTES DE ESCÓRIA

O Carbosil 75 foi desenvolvido com o objetivo de facilitar a remoção do cascão (mistura de escória e metal líquido coletados ao fim do processo de refino ou lingotamento) do interior dos Potes de Escória. O produto é um material a base de sílica e alumina, aplicado por spray ou borrifamento sobre a superfície interna dos vasos coletores. Devido a características inerentes ao produto e ao seu avançado mix de ligantes, pode-se borrifar o Carbosil 75 em superfícies quentes ou frias, garantindo-se um baixo índice de rebote.

Em contato com superfícies quentes ou em alta temperatura, ocorre a expansão volumétrica da sílica, propiciando o crescimento da estrutura. Com a redução da temperatura (resfriamento) a estrutura expandida entra em colapso e se degrada na forma de pó (formação de material pulverulento). Esta propriedade é conhecida como “COLAPSIBILIDADE”. A eficácia deste produto está diretamente ligada a sua capacidade de entrar em colapso.

Abaixo se apresenta uma ilustração do processo de Despolimerização da Sílica, responsável pela colapsibilidade do material.

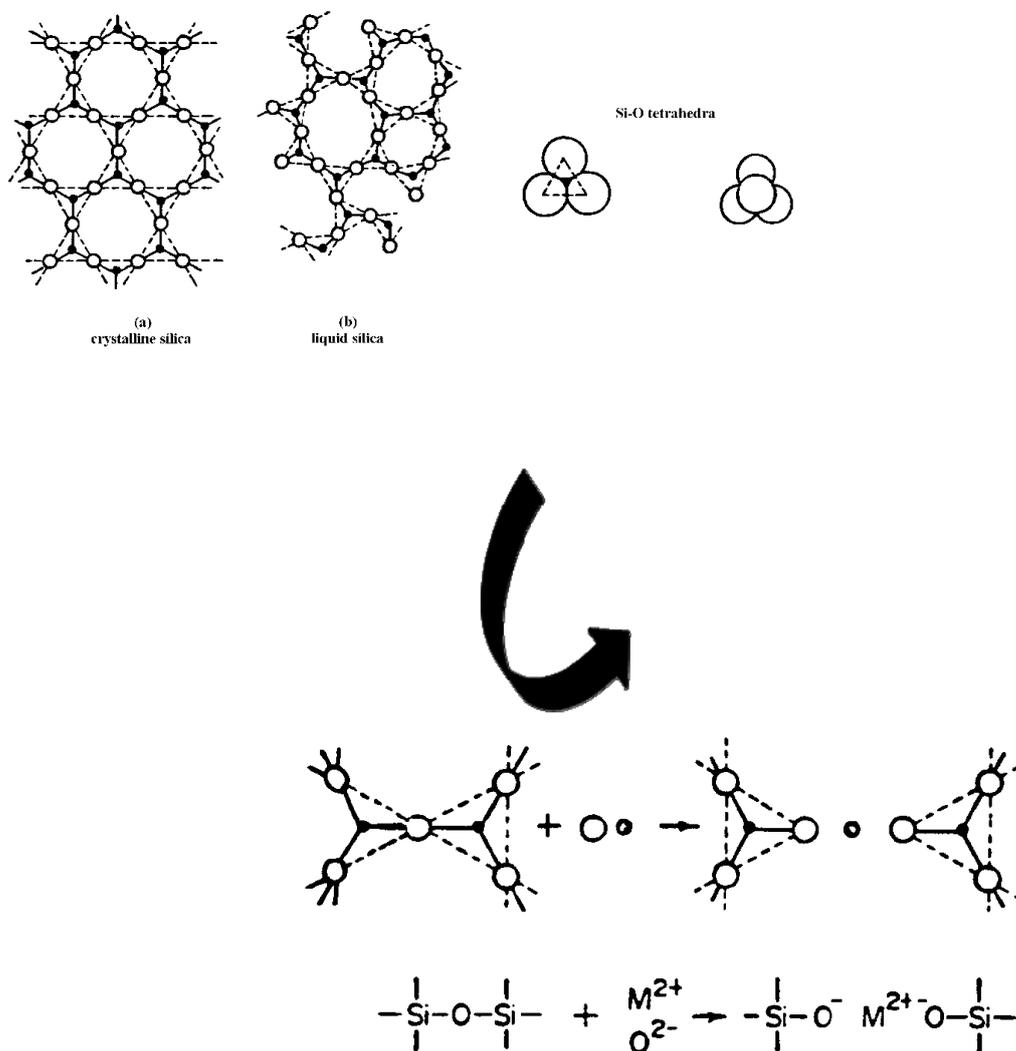


Figura 1. Processo de depolimerização da sílica.

O Carbosil 75 deve ser aplicado na superfície interna dos Potes de Escória, antes que este se encaminhe para a coleta das escórias. No seu desenvolvimento, devido a um especial mix de ligantes, o produto tem a capacidade de ser borrifado em paredes quentes ou frias, sem apresentar rebote. Após a expansão volumétrica do revestimento, provocada pela coleta de escórias e metal líquido em altas temperaturas, durante o resfriamento destes a estrutura do produto entra em colapso, pois o ar passa a ocupar lugares dos átomos de oxigênio na rede da sílica, causando a depolimerização e fazendo com que o material entre em colapso, se transformado em pó. Desta forma, o cascão se solta das paredes do Pote e tende a cair livremente durante o basculamento deste na baía de coleta.



Uma parte do material, ainda na forma de pó, acompanha o cascão. Outra parte fica aderida a superfície interna do Pote, criando uma nova camada protetora e de mais fácil aderência para a aplicação de mais material. Esta proteção e o fácil cambamento permitem uma maior vida útil ao vaso, com redução significativa de sua manutenção corretiva.

Os seguintes benefícios são adquiridos com o uso contínuo deste produto:

- maior índice de cambamento livre (remoção fácil do cascão sem interferência de meios mecânicos);
- o uso contínuo propicia a redução do tempo do Pote no ciclo, em função do aumento do índice de cambamento livre;
- redução do número de reparos e paradas dos Potes para manutenção;
- aumento da vida do Pote de Escória em até 3 ou 4 vezes;
- eliminação do forro, reduzindo desta forma a geração de resíduos internos sem aplicação, pois o material aplicado tem composição química compatível com a escória a ser descartada existente nos Potes; e
- o uso contínuo do Carbosil 75 promove a formação de um “Coating” protetor com o material antigo remanescente, o que facilita ainda mais o desprendimento do cascão.

3 OBJETIVO DO TESTE

Durante a aplicação do produto Carbosil 75 nos Potes de Escória da AMT foi avaliada a capacidade do material eliminar ou reduzir sensivelmente os agarramentos que ocorrem durante os basculamentos dos Potes, provenientes da captação de escórias no KR/Skimmer, Conversor LD e Lingotamento Contínuo, obtendo-se um consumo específico (Kg/Pote) e ganhos produtivos viáveis economicamente.

Os testes foram direcionados as escórias e cascões coletados no Convertedor LD e no Refino no KR. No caso do material coletado no Lingotamento Contínuo, em função do da quantidade de Potes por dia e de seu volume, bem como, a facilidade que o cascão é retirado, não fizeram parte do acompanhamento e aplicação do material.

4 RESULTADOS DOS TESTES

Para a realização dos testes, uma área específica foi selecionada para as aplicações de material. As seguintes utilidades e equipamentos foram utilizados:

- máquina de projeção para borrifamento e spray com entrada de 220 V e com compressor de ar comprimido e bomba d’água embutidos;
- lanças de 3, 5 e 6 m em aço galvanizado e alumínio;
- água potável ou industrial sem resíduos ou contaminantes;
- energia elétrica – 220 V (foi instalado um gerador na área durante os testes)
- local coberto para a máquina e produto; e
- plataforma para projeção (Pote de Escória foi inclinado cerca de 45° nas projeções).

A Figura 2 mostra a área usada para instalação da máquina de projeção por spray e armazenamento de parte do produto.



Figura 2 – Local utilizado para instalação da máquina de projeção por spray ou borrifamento, destacando plataforma utilizada como base para a aplicação.

Os seguintes parâmetros foram acompanhados durante os testes:

- consumo de material por pote de escória;
- aplicação: dificuldades, espessuras, tempo e momento da projeção;
- interferências e disponibilidades de pote de escória;
- utilização ou não do forro;
- avaliação da superfície interna dos potes; e
- cambamento livre e dificuldades na retirada do cascão.

Em função da necessidade de se avaliar da melhor forma possível o desempenho do Carbosil 75 e identificar os ganhos com sua utilização, para uma posterior análise de custo/benefício de sua utilização, os teste cumpriu algumas etapas, com os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados de Consumo e Cambamento Livre das Etapas do Teste com Carbosil 75 nos Potes de Escória da AMT

Fase do Teste	Consumo de Material (Kg)	Número de Potes Revestidos		Consumo Médio de Produto por Pote (Kg)		Cambamento Livre (%)	
		LD	KR	LD	KR	LD	KR
1 ^a	2.550	07	---	364	---	100	---
2 ^a	18.000	42	10	142	283	100	80
3 ^a	25.500	66	58	140	280	94	78

A 1^a Fase teve como objetivo se acertar as condições operacionais do processo, tipo volume de água utilizado na mistura da massa a ser aplicada por spray, ajustes no tamanho da lança e tipos de bicos de projeção. O consumo não foi priorizado.



Já na 2ª e 3ª Fases, o consumo foi priorizado. Durante a 2ª Fase o consumo mais indicado para o Pote de Escória do LD foi de 140 Kg/pote e no caso do KR foi de 280 Kg/pote. A 3ª Fase ocorreu como validação dos resultados obtidos na etapa anterior. Em alguns casos foram feitas tentativas de redução de consumo, as quais não foram efetivas e prejudicaram o cambamento livre. Nestas Fases não foi retirado o forro de escória utilizado nos Potes do KR.

Na 4ª Fase o teste ocorreu apenas nos Potes de Escória do KR, com um consumo de 25.000 Kg de material. O objetivo foi eliminar o uso do forro nestes. Em função dos resultados preliminares, com baixo índice de cambamento, esta etapa foi dividida em 2 subfases, sendo:

1ª Etapa: Aplicação de 240 a 340 Kg por Pote, sendo que foram utilizados 280 Kg na maioria destes. A partir da metade do teste utilizou-se o forro de forma intercalada, porém sem melhora do índice de cambamento livre (30% no geral deste período);

2ª Etapa: Aplicação de 400 Kg por Pote sem forro. Foram selecionados 2 Potes em melhor estado superficial interno para esta etapa. O índice de cambamento livre melhorou (subiu para 68%). O batedor da área de basculamento dos Potes do KR foi reativado, e só foram considerados agarrados os Potes onde se utilizaram a máquina tipo Gradall na limpeza.

O resultado geral da 4ª Fase e da subfase com as alterações descritas (consumo de 400 Kg/pote, seleção de Potes de Escória com melhor superfície interna e uso do batedor da área de basculamento dos Potes do KR) são apresentados abaixo:

Tabela 2 - Resultado geral com relação ao consumo e cambamento livre

Número do Pote	Número de Utilizações	Cambagem Livre Por Pote	Cambagem Livre (%)
18	5	1	20,0
01	5	2	40,0
14	8	0	0,0
02	4	1	25,0
16	16	7	43,8
06	6	0	0,0
18	5	1	20,0
13	5	2	40,0
09	11	9	81,8
Total	60	22	37,0

Tabela 3 - Resultados de cambamento livre após alteração da quantidade por pote, seleção de potes em melhor estado e prática de cambamento na área

Número do Pote	Número de Utilizações	Cambagem Livre por Pote	Cambagem Livre (%)
09	11	9	81,8
13	1	1	100,0
16	11	6	54,5
18	1	0	0,0
01	1	1	100,0
Total	25	17	68,0



Durante estas aplicações, mesmo utilizando-se Potes em melhor estado superficial interno, agarramentos ocorreram em função de defeitos encontrados como a seguir.



Figura 3 – Pote de Escória 01: Defeito interno que estrangula saída do cascão (“barriga”).



Figura 4 – Pote de Escória 01: Aspecto interno após aplicação do revestimento. Mesmo coberto com uma camada de produto, o defeito tipo “barriga” ainda pode ser identificado.



Figura 5 – Pote de Escória 09: Presença de cascões metálicos no fundo.



Figura 6 – Pote de Escória 09: Fundo do Pote após aplicação do produto. Uma parte dos cascões foi coberta pelo revestimento.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As três primeiras fases dos testes foram utilizadas para se adequar o processo de aplicação e o consumo específico por Pote e aplicação. Neste caso o consumo foi de 140 Kg para o Pote do LD e 280 Kg para o Pote do KR (nestas fases não foi eliminado o forro do KR).



Com o objetivo de eliminar 100% do forro dos Potes de Escória do KR, na 4ª Fase iniciamos a aplicação em 280 Kg por Pote, pois no caso dos Potes do LD o material já se encontrava aprovado. Os resultados obtidos não foram satisfatórios, pois o cambamento livre ficou bem abaixo do esperado e obtido em outras fases. Para melhor avaliação das ocorrências de não cambamento livre, retornou-se com o forro, intercalando os Potes. Como cada carro tem 2 Potes, aplicávamos o forro em apenas um destes. Mesmo assim, o resultado ficou aquém da expectativa inicial.

Ao avaliarem-se detalhadamente os potes utilizados, observou-se que a qualidade superficial interna havia piorado e estes apresentavam desgaste acentuado, cascões metálicos no fundo e imperfeições nas paredes, tipo “barriga”, que seguravam os cascões. Após estas constatações, foram selecionados Potes em melhor estado superficial interno para a continuidade do teste. Nesta etapa a quantidade aplicada passou para 400 Kg/pote, o forro foi retirado e o batedor da área passou a ser utilizado com o objetivo de provocar a soltura do cascão. O aumento da quantidade possibilitou que parte dos defeitos encontrados nos Potes pudesse ser coberta com o revestimento aplicado no Pote.

Estas mudanças apresentaram o resultado esperado e o índice de cambamento livre subiu para 68%. Caso os Potes utilizados nesta etapa fossem novos, o índice de cambagem livre seria maior.

Com estes resultados o material, o Carbosil 75, foi considerado aprovado. A próxima fase será a elaboração de um projeto para uma instalação de aplicação automática, com o conceito de “one bottom operation”. Todos os equipamentos serão controlados por PLC. Programação específica poderá ser empregada, visando aplicar quantidades distintas de produto em função da vida ou estado interno do Pote de Escória. Um silo externo com alta capacidade (+ de 10 t) poderá ser acoplado a instalação, com alimentação por sistema pneumático. Abaixo desenho esquemático da instalação.

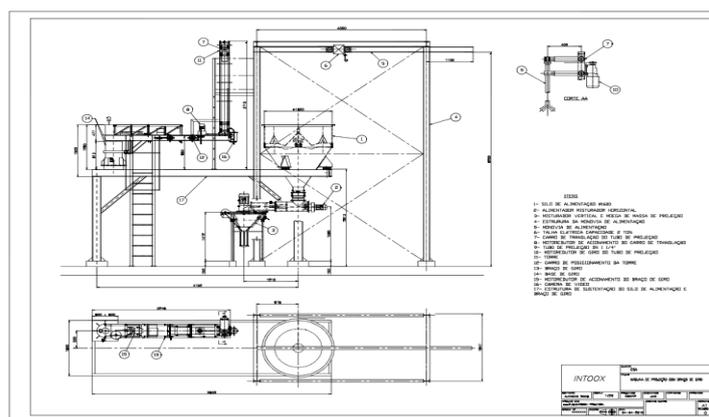


Figura 6 – Desenho esquemático da instalação de aplicação automática.



6 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, podemos afirmar que o teste atendeu aos objetivos iniciais a partir de alterações realizadas na 4ª Fase (quantidade de material, qualidade dos Potes e procedimento de cambagem). Um índice superior a 80% de cambamento livre nos Potes do KR poderá ser obtido, caso a qualidade interna dos Potes seja melhorada, principalmente com relação ao defeito tipo “barriga”. O uso contínuo do Carbosil 75 permite a criação de um “coating” na superfície interna do Pote protegendo este do ataque pelo metal líquido e permitindo um aumento no cambamento livre.

Para implantação definitiva do projeto, uma análise técnica e econômica deverá ser realizada, partindo do princípio que será utilizada uma instalação automatizada para aplicação do produto nos Potes de Escória.