



INFLUÊNCIA DO FLUXANTE NA REDUÇÃO DO DESGASTE DE VÁLVULA SUBMERSA NO MOLDE DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO¹

Alexandra de Almeida Diego²
Maria Carolina Campelo Bezerra³
Cláudio Antônio Goulart Valadares⁴
Santiago Ruiz Barrios⁵
Nilson Ferreira Gomes⁶
Mylene Laurindo de Seixas Sá⁷
Jayme Alves de Souza Junior⁸

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo elaborar uma nova composição de fluxante para diminuir a taxa de desgaste na válvula submersa. A metodologia adotada foi a análise da espessura de desgaste através do teste de ataque por escória, utilizando amostras da válvula submersa na região de escória com diferentes fluxantes fundidos. A composição química do novo fluxante foi otimizado e conseqüentemente diminuiu o desgaste na válvula submersa. Dessa forma foi possível adequar o produto ao processo.

Palavras-chave: Fluxante; Desgaste; Válvula submersa.

MOULD FLUX INFLUENCE ON REDUCTION OF SUBMERGED ENTRY NOZZLE WEAR FOR CONTINUOUS CASTING MOLD

Abstract

This work is focus on developing the new mold flux composition in order to reduce Submerged Entry Nozzle wear. The methodology was the thickness wear analysis by slag attack, using samples came from slag line Submerged Entry Nozzle with different melted mold fluxes. The new chemical composition was important to reduce the Submerged Entry Nozzle wear. The wear was evaluated by laboratory tests and was confirmed the effectiveness of mold flux designed to adequate product to process needs.

Key words: Mold flux; Wear; Submerged entry nozzle.

¹ Contribuição técnica ao 41º Seminário de Aciaria – Internacional, 23 a 26 de maio de 2010, Resende, RJ, Brasil.

² Engenheira de Materiais, Pesquisa e Desenvolvimento da Carbox.

³ M.Sc em Engenharia de Metalurgia e Materiais, Engenheira Química, Diretora de Operações da Carbox.

⁴ M.Sc, CQE/ASQ, Engenheiro Metalurgista, Diretor Técnico da Carbox.

⁵ M.Sc, Engenheiro Metalurgista, Superintendente de Refratários da Carbox.

⁶ Assistente Técnico da Carbox.

⁷ Engenheira Metalurgista.

⁸ Engenheiro Metalurgista.



1 INTRODUÇÃO

As válvulas submersas são utilizadas para proteger o fluxo de aço proveniente do distribuidor para o molde. A sua profundidade deve ser definida em uma faixa para obter o melhor escoamento do aço no molde. A face externa da válvula está em contato com o menisco do aço líquido e com as camadas do fluxante, gerando um desgaste responsável pela necessidade de troca da mesma para garantia do bom andamento do processo de lingotamento.

A vida útil das válvulas submersas depende, entre outros fatores, do perfil de ataque do fluxante na linha de escória, tornando-se necessária a utilização de produtos compatíveis com os requisitos técnicos, entre eles, fluxantes de baixa viscosidade, baixo ponto de fusão e temperatura de cristalização, compatíveis com a sua utilização.

A fim de melhorar a vida útil das válvulas submersas na região da linha de escória, as válvulas atuais são constituídas por uma luva refratária externa, constituída basicamente por grafite-zircônia-SiC. Essa luva é composta basicamente por grânulos de zircônia eletrofundidos, grafite e algumas vezes por grãos de SiC. A qualidade da válvula varia em função da pureza do grafite, da granulometria dos grãos refratários do SiC, ZrO_2 e do grafite. Os grãos de zircônia podem ser ZrO_2 puro ou estabilizados com MgO, CaO ou Y_2O_3 .⁽¹⁾

Existe uma variabilidade na qualidade de válvulas submersas entre fabricantes. De um modo geral, a válvula mais resistente ao ataque químico tem maior tendência ao entupimento por Al_2O_3 e a com menor tendência ao entupimento por escórias ricas de Al_2O_3 , tendem a ser menos resistentes ao ataque químico da escória. A maior ou menor aderência de Al_2O_3 pode estar relacionada com maiores ou menores teores de grafite no corpo refratário da válvula.⁽²⁾

A corrosão da válvula submersa consiste na penetração de escória na matriz refratária levando a fragmentação dos grãos de zircônia. Considera-se também este mecanismo para altos teores de flúor e álcalis no fluxante que resulta no aumento da fluidez da escória formada. Este se refere a um processo de dissolução, que, por envolver um sólido em um líquido, está associado à difusão. A velocidade de ataque está relacionada com os íons presentes na fase solvente (fluxante fundido) e da temperatura do sistema.

A escória, causadora deste desgaste, consiste em uma categoria muito genérica de produtos, como materiais inorgânicos diversos e são constituídas basicamente por silicatos. As escórias são constituídas por óxidos ácidos como SiO_2 e por óxidos básicos como o CaO e o MgO. Essa constituição corresponde a um líquido solidificado de altíssima viscosidade, por isso não apresenta uma distribuição atômica regular e sem retículo cristalino característico. Dessa forma, a diminuição do teor de SiO_2 , decresce a viscosidade e diminui o tamanho da cadeia formada.

Nas estruturas vítreas os cátions são ligados aos ânions. O oxigênio é o mais comum entre eles e pelo seu caráter bivalente, promove um maior grau de polimerização, enquanto o flúor tende a diminuí-lo pela quebra de ligação de oxigênio. Dessa forma, a adição de elementos alcalinos, como o Na, e alcalinos terrosos, como o Ca, promove a modificação da estrutura, diminuindo a viscosidade, enquanto o Si, B, P, Ge são formadores de estruturas. Assim, à medida que o teor de SiO_2 decresce, a viscosidade e o grau de polimerização dos vidros também diminui.⁽³⁾

Para avaliar o desgaste das válvulas submersas, pode-se medir a diferença do diâmetro externo antes e após um intervalo de tempo de lingotamento. Desta



forma, pode-se obter a taxa de desgaste dividindo-se esta diferença pelo tempo de lingotamento.⁽⁴⁾

No presente trabalho, foram avaliados dois tipos de fluxantes utilizados no lingotamento de aços baixo carbono a fim de verificar qual deles propicia um menor desgaste na válvula submersa em um teste desenvolvido em laboratório.

Um desses fluxantes já se encontravam em utilização e o outro fluxante foi desenvolvido pela Carbox a fim de reduzir o desgaste de válvula.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi desenvolvido um fluxante baseado na composição química do produto Carbox referente à amostra AM01. Para isso, efetuou-se um pequeno ajuste a fim de reduzir o desgaste de válvula. De modo que as alterações não poderiam ser drásticas, pois as características da escória fundida devem ser mantidas para garantir o mesmo desempenho no molde. Foram avaliadas duas amostras de fluxantes utilizados no lingotamento de aços baixo carbono, identificados da seguinte maneira:

AM01: Pó fluxante Carbox que estava em utilização; e

AM02: Fluxante Carbox desenvolvido para redução do desgaste de válvula.

Os fluxantes apresentam a composição química mostrada na Tabela 1 e as propriedades físicas mostradas na Tabela 2.

Tabela 1: Composição química das amostras de fluxantes

Fluxante	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	F	Fe ₂ O ₃	MgO	C	CaO/SiO ₂
AM01	33,5	31,0	2,5	10,5	0,3	8,0	0,3	1,9	4,5	0,93
AM02	32,5	32,5	3,9	10,0	0,3	8,0	0,3	2,0	4,7	1,00

Tabela 2: Propriedades físicas dos fluxantes

Fluxante	Viscosidade (a 1300°C)	Break Temperature
AM01	0,9	1.154°C
AM02	1,0	1.144 °C

Para avaliar o desgaste de cada pó fluxante na válvula submersa, foi efetuado um ensaio laboratorial para avaliação de desgaste em refratários, onde foram coletadas amostras dessas válvulas utilizadas em uma usina integrada. De cada válvula, conforme Figura 1 retirou-se a parte que contém o anel de zircônia, a fim de verificar o desgaste que ocorre na linha de escória, conforme Figura 2 e 3.



Figura 1: Válvula submersa desgastada.



Figura 2: Corte do perfil da válvula na linha de escória com desgaste normal.



Figura 3: Perfil da válvula após corte horizontal.

Em seguida, o anel de zircônia foi dividido em cinco partes iguais, conforme esquema da Figura 4, gerando cinco corpos de prova onde cada um deles foi perfurado com broca de 8 mm de diâmetro até uma profundidade de 10 mm conforme esquema da Figura 5. Logo, esses corpos de prova, na realidade, serviram como cadinho para inserir o fluxante em seu interior.

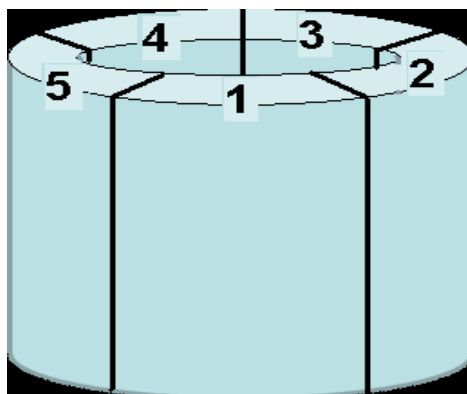


Figura 4: Esquema de corte do anel de zircônia em 5 partes iguais.

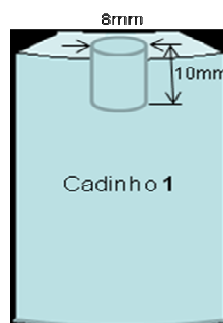


Figura 5: Esquema do cadinho perfurado (válvula submersa), sendo que o fluxante foi inserido no furo.

Os corpos de prova contendo os dois fluxantes foram levados ao forno a uma temperatura de 1.400°C pelo tempo de uma hora, a fim de garantir a fusão do fluxante dentro do cadinho.

Após a retirada dos corpos de prova do forno, o fluxante solidificou e formou uma escória vítrea. Os corpos de prova foram cortados ao meio e a seção longitudinal que mostra a região da reação escória/refratário foi avaliada, conforme Figura 6.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Ensaio de Desgaste de Refratário foi avaliada a superfície reagida entre o fluxante fundido e o refratário composto do anel de zircônia da válvula submersa. A Figura 6 mostra o resultado deste ensaio.



Figura 6: Corte longitudinal dos corpos ensaiados, mostrando a área de reação.

Observou-se que o corpo de prova da amostra 2 (AM02) apresentou menor área reagida que a amostra 1 (AM01). Logo, o fluxante desenvolvido provavelmente irá desgastar menos a válvula do que o fluxante usado anteriormente. Porém, isso somente será comprovado após a utilização do produto no cliente através das medições do diâmetro da válvula.

Observa-se que a alteração mais significativa no fluxante foi o acréscimo no percentual de Al_2O_3 (1,4%), além da redução do teor de Na_2O , que contribuem para o aumento da viscosidade da escória. Porém, para não alterar o desempenho do produto em termos de lubrificação no molde, aumentou-se o teor de CaO , de forma a controlar esse aumento da viscosidade.

4 CONCLUSÕES

Conforme resultados obtidos no teste solidificação das amostras AM01 e AM02 verificou-se que:

- o ensaio de desgaste em refratário desenvolvido pode ser uma ferramenta auxiliar para simular o desgaste de válvula, uma vez que podemos relacionar esse desgaste com a porção reagida escória/refratário obtida no ensaio;
- a alteração efetuada na composição química do fluxante mostrou-se eficaz na redução do desgaste de válvula, considerando-se os ensaios laboratoriais que mostram a reação na interface escória/válvula.

REFERÊNCIAS

- 1 OLIVEIRA A. L.; BEZERRA M. C. C.; VALADARES C. A. G.; EMI M.; NOMA K.; UCHIYAMA H.; "Moisture influence on performance of nozzle filler for continuous casting of steel" - Seminário de Aciaria Internacional, Maio 2008, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, Curitiba-PR.



- 2 PARKER K. M.; SHARP J. H.; "Refractory calcium aluminate cements", Brit. Ceram. Trans. J. 81, 2 (1982), p. 35-42.
- 3 KAJITANI T.; KATO Y.; HARADA K.; SAITO K.; "Mechanism of hydrogen-induced sticker breakout in continuous casting of steel: Influence of hydroxyl ions in mould flux on heat transfer and lubrication in the continuous casting mould"- ISIJ International, 2008, Vol. 48, N° 9, p. 1215-1224.
- 4 ZAITSEV A. I.; LEITES A. V.; LITVINA A. D.; MOGUTNOV B. M.; "Investigation of the mould powder volatiles during continuous casting" – Steel Research, 1994, N° 9.