

ESTUDO DO ESCOAMENTO EM DISTRIBUIDOR DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE AÇOS

Autor: Isadora Bruck Py Velloso
Orientador: Magda G. François
Antônio C. F. Vilela

Laboratório de Siderurgia
Centro de Tecnologia – UFRGS
Avenida Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre/RS
Fone: (51) 3308-7116 – www.ct.ufrgs.br/lasid



INTRODUÇÃO

O distribuidor, no processo de produção de aço via lingotamento contínuo, além de servir como reservatório e fonte de aço líquido para os moldes, também é utilizado para reduzir as inclusões por meio de flotação e separação, melhorando a qualidade do aço. Portanto, devido ao aumento da qualidade, juntamente com a redução de custos, a participação do distribuidor durante o processo tem sua importância aumentada.

Como realizar testes diretamente com o aço é um processo complicado devido às altas temperaturas, à opacidade dos fluidos e aos custos elevados, utilizam-se modelos físicos ou numéricos para simular o escoamento do fluido. Os modelos físicos são econômicos e podem gerar resultados muito semelhantes sobre o escoamento no interior do distribuidor. O principal fluido utilizado para tais experimentos é a água devido ao seu comportamento semelhante ao do aço em altas temperaturas. No laboratório de Siderurgia da UFRGS há um modelo de distribuidor com escala 1:1 para a realização de testes com água como na figura 1.



Figura 1 – Modelo físico do distribuidor de lingotamento contínuo tipo Delta localizado no LaSid

OBJETIVO

O estudo tem como objetivo comparar o efeito do inibidor de turbulência sobre o escoamento em um modelo físico de um distribuidor tipo Delta utilizando dois tipos de inibidores de acrílico: um com formato octogonal retangular com uma fenda virada para a parede de trás do distribuidor (figura 2); e o outro com um formato de uma base de cone invertido com protuberâncias internas (figura 3) que auxiliam na separação das inclusões. A comparação se dá por meio da visualização das linhas de fluxo a partir de um ensaio com corantes, onde é possível acompanhar o percurso do aço durante o processo, analisando-se as vistas frontal, superior (figura 4) e lateral (figura 5).



Figura 2 – Molde em miniatura do inibidor de turbulência antigo (octogonal retangular).



Figura 3 – Molde em miniatura do inibidor de turbulência novo (circular).



Figura 4 – Vista superior de um ensaio de escoamento.



Figura 5 – Vista lateral de um ensaio de escoamento.

METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados em um modelo físico em escala 1:1 com similaridade de Reynolds e Froude. O modelo físico do distribuidor tipo Delta utilizado possui três veios, um tubo longo, uma soleira e um inibidor de turbulência, com medidor de fluxo na entrada e na saída de cada veio. Como em uma usina siderúrgica, o tubo longo é localizado bem ao centro do inibidor e com profundidade similar. A saída do veio central e de um veio lateral são instrumentados com sensores de condutividade por questões de simetria.

Nos ensaios é possível a análise do escoamento; dados do comportamento do fluido durante o processo de lingotamento. Os resultados dos ensaios são analisados e documentados por fotos das vistas frontal, lateral e superior, controlando o comportamento do fluido ao longo do tempo. Para a entrada e saída de água pelos veios são utilizadas bombas hidráulicas. Para exemplificar o escoamento do processo, realiza-se um ensaio com o corante roxo de permanganato de potássio, onde é possível visualizar o movimento da água após ser bombeado para dentro do distribuidor.

RESULTADOS

São analisados os ensaios de escoamento com os dois modelos de inibidor. Este ensaio utiliza-se da visualização das vistas frontal, lateral e superior, porém nas comparações a seguir aparecerão apenas imagens da vista frontal. O processo inicia em 0s e é acompanhado a cada 10s até sua total distribuição.

INIBIDOR ANTIGO:

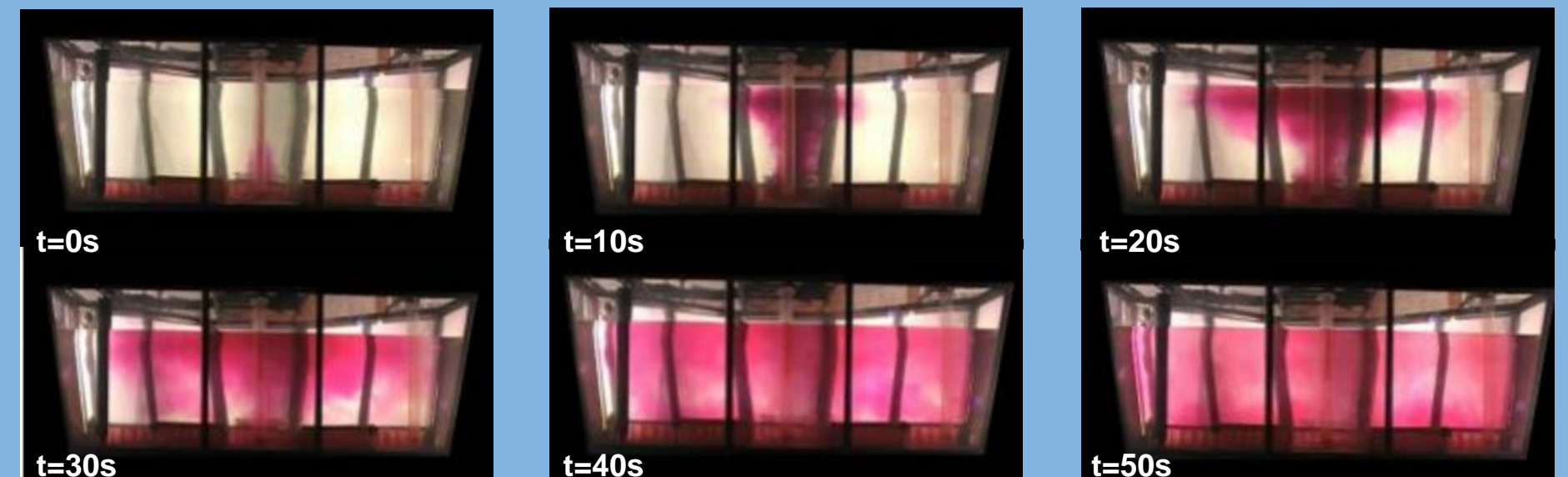


Figura 6 – Ensaio de corante realizado com o inibidor antigo.

INIBIDOR NOVO:

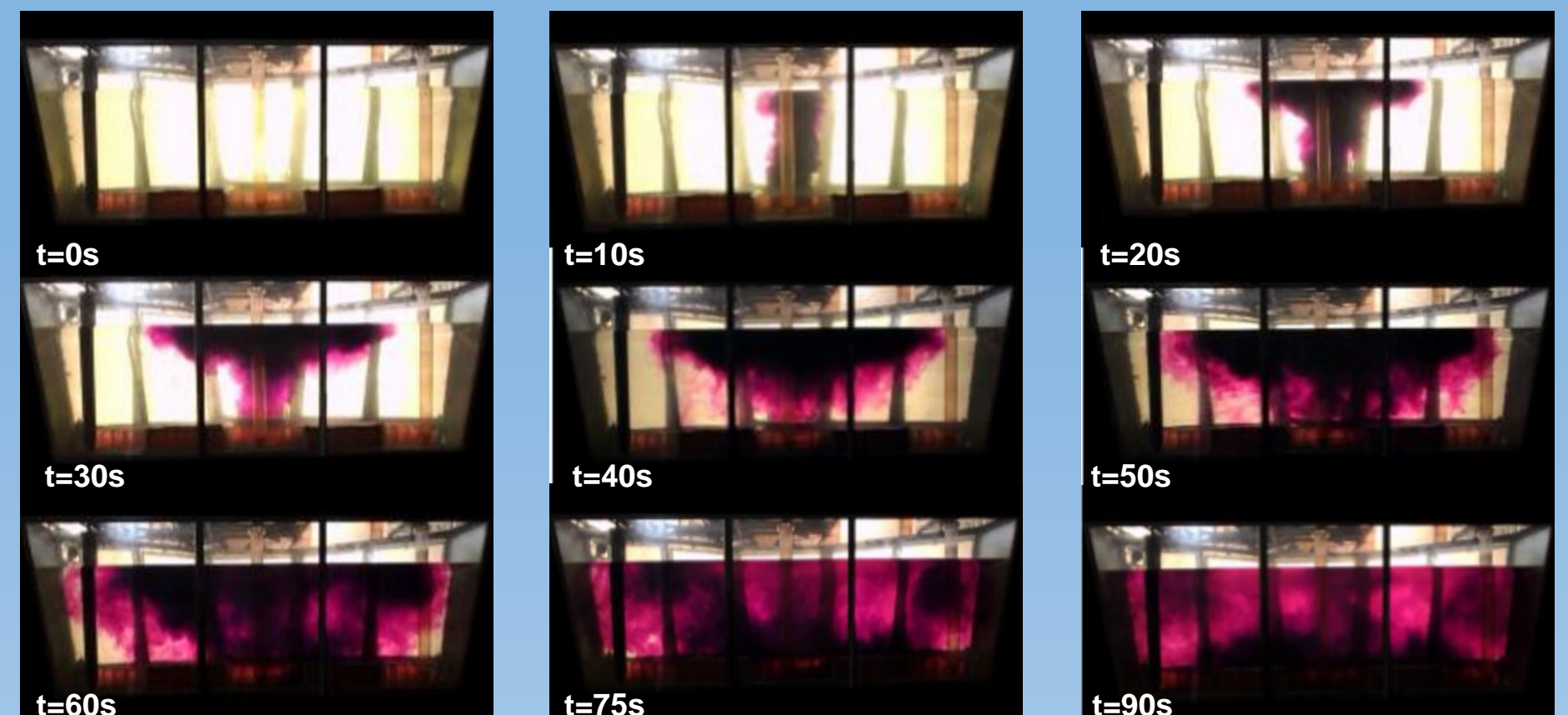


Figura 7 – Ensaio de corante realizado com o inibidor novo.

O processo inicia em t=0s, em t=10s o fluxo aparece ascendendo, em t=20s nota-se uma distribuição na parte superior, em t=30s e t=40s o fluxo encontra-se na direção das paredes do distribuidor e a partir de t=50s para o inibidor antigo há uma dissolução total, conforme imagens da figura 6. Já com o inibidor novo observa-se que, após o contato com o inibidor de turbulência, o fluxo tende a subir em t=10s e a se distribuir uniformemente na parte de cima do distribuidor em t=20s e t=30s, em seguida o fluxo dirige-se aos veios em t=40s, antes de alcançar as paredes laterais. Nota-se também algumas zonas mortas no interior e nos cantos do distribuidor, em t=60s, pouco antes de o fluxo se distribuir por completo em t=90s, conforme figura 7.

Em um ensaio de escoamento ideal, busca-se que o fluxo, após o contato com o inibidor, vá para a parte de cima do distribuidor, se espalhando, e fique o maior tempo possível na parte superior antes de descer para os veios e terminar de preencher o distribuidor com o mínimo possível de escoamento em baixa velocidade, reduzindo as zonas mortas. O espalhamento do fluxo pelas paredes laterais é importante devido a um tempo maior de contato do aço com a escória, aumentando as probabilidades de remover as inclusões.

CONCLUSÕES

Observa-se no processo que após o contato do fluxo com o inibidor antigo ascende e se espalha rapidamente, se dirigindo para as paredes laterais até preencher o restante do distribuidor; já no processo com o inibidor novo nota-se que após o fluxo atingir o inibidor há também um movimento de ascensão, porém mais cadenciado, o fluxo leva um pouco mais de tempo para se direcionar para as laterais e para o fundo novamente, o que é muito favorável para o processo de limpeza do aço devido elevação das inclusões. Conclui-se então, que apesar das diferenças dos dois inibidores, seus comportamentos são muito parecidos, mas ainda assim o novo modelo pode ser considerado um pouco mais efetivo para a separação das inclusões.

REFERÊNCIAS

- 1) Heaslip, L.J.; Mclean, A.; Sommerville, I.D. Continuous Casting, Chemical and Physical Interactions during Transfer Operation, Iron & Steel Society, Sahai, Y. e Emi, T., ISIJ International, vol.36, p.667-672, 1996
- 2) FRANÇOIS, M. G., BOCK, M. L. e VILELA, A. C. F. How to choose a good flow modifier/tundish set in the continuous casting of steel. XXXVII Seminário de aciaria, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais – ABM, Porto Alegre, p.388-97, 2006.
- 3) Machado FD. Modelagem física de remoção de inclusões em distribuidor de lingotamento contínuo de tarugos. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais – PPGE3M, 2014.