

ASPERSÃO TÉRMICA NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA – PARTE 2: LINGOTAMENTO CONTÍNUO E ROLOS DE PROCESSAMENTO

Cristiane S. Brandolt

Este artigo é o segundo de uma série de trabalhos dedicados às aplicações de revestimentos aspergidos na indústria de fabricação de aços. Neste trabalho serão detalhadas as aplicações em moldes de lingotamento contínuo, rolos de lingotamento contínuo e rolos de processamento.

1. Aspersão em lingotamento contínuo – moldes

O lingotamento contínuo consiste na etapa de solidificação contínua do aço para produção de um produto semi-acabado na forma geométrica de lingote, tarugo, bloco placa ou perfil. A constituição dos componentes do lingotamento contínuo se encontra na **Fig 1**. Esta solidificação do aço é realizada através da extração de calor no metal, que se inicia no molde, sendo que este também dá a forma ao tarugo (**Fig 1**). O material de base é de cobre e o molde é refrigerado a água, contudo devido às elevadas temperaturas o qual este é exposto, adicional proteção é requerida [1,2].

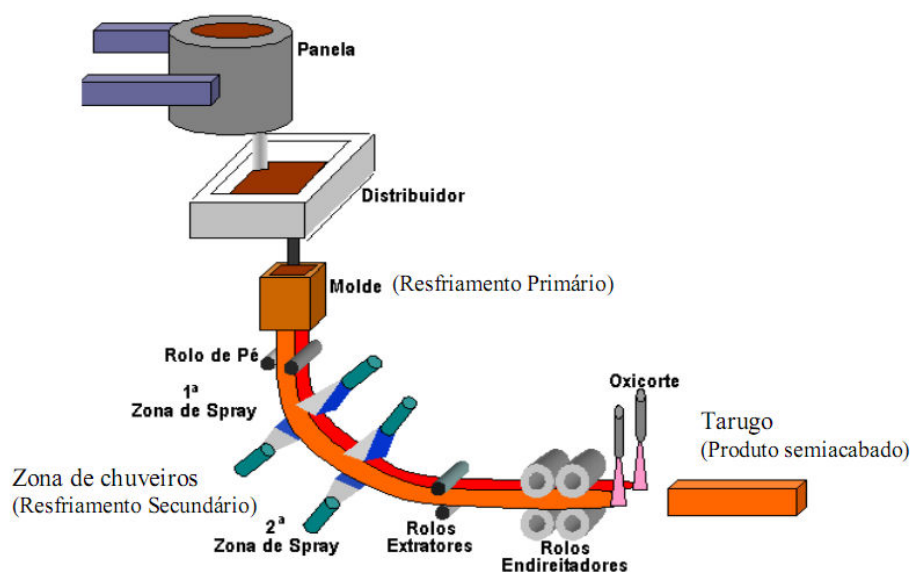


Fig 1. Representação esquemática do lingotamento contínuo [2].

Revestimentos galvanizados de Cr e Ni constituíam as soluções padrão da indústria. No entanto, sob as novas regras da Agência de Proteção Ambiental (EPA), os compostos de crômio hexavalente produzidos durante a galvanoplastia de cromo estão cada vez mais sujeitos a limites máximos de exposição, já que o cromo hexavalente é cancerígeno e pode causar sérios acidentes ambientais. Neste contexto os revestimentos aspergidos se mostram como uma opção ambientalmente limpa para estes componentes [3].

Os revestimentos aspergidos utilizados nesta aplicação devem proporcionar resistência ao desgaste, condutividade térmica suficiente, resistência à corrosão dos fluidos de lubrificação do molde e resistir à fadiga térmica.

Materiais aspergidos em moldes de lingotamento incluem [1,4]:

- WC-Co;
- Ligas de Ni;
- Cermets;
- Cerâmicas;
- Revestimentos funcionais com camadas de liga de Ni e WC-Co.

2. Aspersão em lingotamento contínuo – rolos

Conforme mostra a **Fig. 1**, à medida que o aço em solidificação sai do molde, ele é suportado por uma série de rolos de retenção que o redirecionam para um leito de saída horizontal e operações de corte. Estes rolos são submetidos a altas temperaturas, ciclos térmicos e elevada pressão dos lingotes.

Revestimentos por soldagem de aços inoxidáveis martensíticos são empregados, porém oferecem tempos de vida limitados devido a surgimento de trincas por ciclo térmico, oxidação e falta de tenacidade. Revestimentos aspergidos termicamente vêm sendo empregados com sucesso em tais aplicações e desenvolvendo melhores desempenhos que revestimentos por solda, dentre os quais podemos citar [1]:

- Cr_3C_2 -25NiCr;
- WC-Co juntamente com óxidos;
- Cermets.

3. Aspersão em rolos de processamento

Uma quantidade infindável de rolos são empregados durante a produção e processamento do aço (**Fig. 2**). As propriedades da superfície do rolo são críticas para determinar a funcionalidade do rolo quanto à resistência ao desgaste e à corrosão. Seu desempenho tem uma influência significativa sobre o acabamento superficial e a qualidade do produto

de aço. Neste contexto, há um grande número de soluções de revestimento obtidos por aspersão térmica direcionadas para rolos de processamento na indústria do aço [1].



Fig 2. Rolos são empregados nas mais diversas etapas de produção do aço [5].

3.1 Cilindros de arraste

Os cilindros ou rolos de arraste são usados para controlar a tensão na tira de aço à medida que passa através das linhas contínuas de decapagem, recozimento e galvanização. Além de resistência ao desgaste, estes rolos precisam ter uma rugosidade que seja suficiente para impedir o deslizamento da chapa, mas não muito áspera ao ponto de dar textura à tira. Revestimentos aspergidos a base de WC cada vez mais vêm sendo usados em substituição aos convencionais revestimentos de cromo, devido à resistência ao desgaste superior de revestimentos à base WC [1,6].

3.2 Rolos de forno

Empregados para tratamentos térmicos de chapas lamiladas a frio em linhas de recozimento contínuo (**Fig 3**). Além de grandes pressões e temperaturas, os rolos são submetidos à atmosferas redutoras, tendo também que resistir à aderência de partículas ou óxidos estranhos que se acumulam na superfície.

Um problema comum nestes componentes é a formação de acúmulo de material que pode ocorrer por mecanismo mecânico entre o rolo e a chapa ou mecanismos químicos envolvendo a formação de óxidos que se acumulam nos rolos. As questões mais graves relacionadas com o acúmulo têm surgido no processamento de aços de alta resistência contendo níveis elevados de Mn e Si que podem oxidar-se seletivamente com a atmosfera do forno.

Uma camada rica em óxidos de Mn e Si se forma sobre a superfície de aço durante o tratamento térmico. Alguns destes óxidos são transferidos para o rolo onde reagem com o material em rolo. Parte dos materiais e revestimentos destes componentes contam com a formação de uma camada protetora do óxido de Al_2O_3 ou de Cr_2O_3 para minimizar a oxidação. Contudo, à temperatura elevada o óxido de manganês sofre uma reação em estado sólido com estas fases de óxido formando espinélios altamente frágeis. Estes resultam em acumulação na superfície do rolo e significativamente reduzem o desempenho e a qualidade da superfície do material em rolo, o que por sua vez afecta a qualidade da tira de aço [1,7].



Fig 3. Rolos de forno [8].

Neste contexto, revestimentos aspergidos vêm se mostrando como uma opção para evitar este problema. Revestimentos de Cr_3C_2 e NiCr a plasma se mostram como uma opção para rolos de forno. Para situações mais agressivas (aços com alto teor de Mn ou temperaturas acima de 1100°C) é comum o uso de cermets [1].

4. Referências

- [1] S. Matthews, B. James, Review of Thermal Spray Coating Applications in the Steel Industry : Part 1 — Hardware in Steel Making to the Continuous Annealing Process, J. Therm. Spray Technol. 19 (2010) 1267–1276. doi:10.1007/s11666-010-9518-8.
- [2] V.K. de Barcelos, Análise de transferência de calor durante a solidificação de aços em moldes no lingotamento contínuo, UFRGS, 2007.
- [3] A. Sanz, Tribological behavior of coatings for continuous casting of steel, 147 (2001) 55–64.
- [4] R.C. Tucker, Thermal Spray Applications in the Steel Industry, in: ASM Handbook, Vol. 5A, Therm. Spray Technol., 2013: p. 412.
- [5] Stahlseite, Reiner Brach Gmbh, (2017). <http://www.stahlseite.de/>.
- [6] A. Y. Sato, S. Midorikawa, Y. Iwashita, A. Yokogawa, T. Takano, Service Life extension Techniques for Cold Rolling Rolls, Kawasaki Steel Tech. Rep. No. 29 (1993) 74–82.
- [7] J.H. Grabke, V. Leroy, H. Viefhaus, Segregation on the Surface of Steels in Heat Treatment and Oxidation, ISIJ Int. 35 (1995) 95–113.
- [8] GMBH, Furnace Rolls, (2017). http://www.ferroman.de/english/furnace_rolls.html.