

Aspersão térmica na siderurgia: Lingotamento contínuo e rolos de processamento



Cristiane S. Brandolt

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].

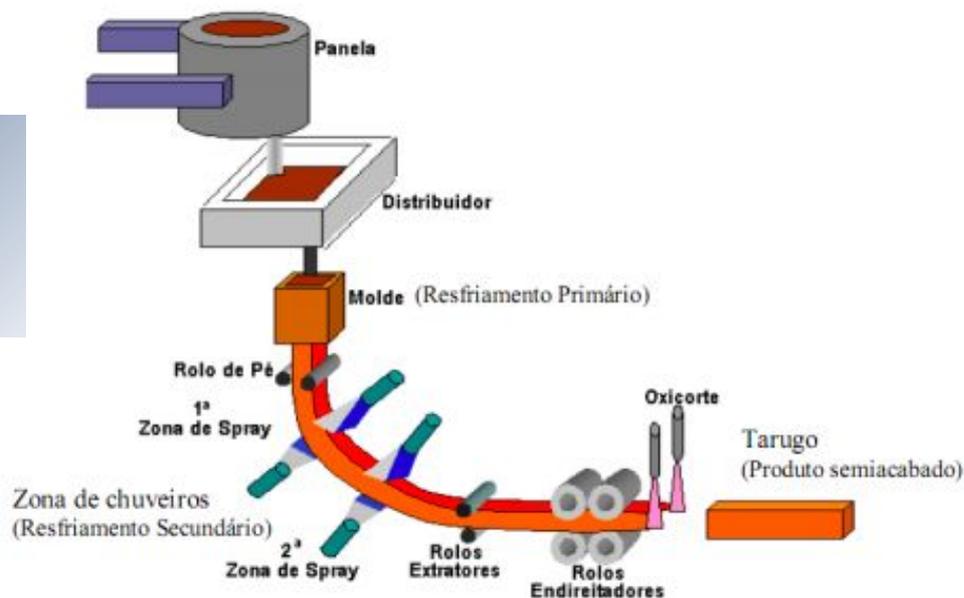


Fig 1. Representação esquemática do lingotamento contínuo [2].

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]:

- Cr₃C₂-25NiCr;
- 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].

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