

## 2. Processos de Revestimento e Tratamentos de Superfície

### GalvInfoNote

## 2.1

# O Processo de Revestimento Contínuo por Imersão a Quente para Chapas de Aço

Rev1.0jan 2011

### Introdução

Hoje, o processo de revestimento contínuo por imersão a quente para chapas de aço é amplamente utilizado e empregado em todo o mundo. Ele foi originalmente desenvolvido há mais de cinquenta anos para a galvanização (revestimentos de zinco). Hoje ele também é utilizado para aplicar outros metais a chapas de aço e os profissionais antigos quase não reconheceriam as linhas de revestimento de hoje. Ele se transformou numa operação avançada tecnicamente e muito sofisticada, que se tornou possível graças à disponibilidade de sistemas de controle computadorizados mecânicos/elétricos. Originalmente, o produto era utilizado para aplicações que não demandavam uma alta qualidade de acabamento ou um alto grau de conformação. Hoje, as indústrias consumidoras estão utilizando produtos revestidos por imersão a quente para aplicações muito exigentes: itens como capôs, pára-choques e portas para automóveis. Essas aplicações não só precisam de uma qualidade de superfície excelente, mas também exigem um alto grau de conformação. Chapas revestidas por imersão a quente são produzidas com espessuras entre 0,010 pol. e 1,70 pol. [0.25 mm a 4.30mm] e com larguras de até 72 pol. [1830 mm].

### O Processo – Princípio Básico

Como o nome sugere, o revestimento contínuo por imersão a quente envolve uma aplicação de um revestimento fundido na superfície de uma chapa de aço em um processo contínuo. A chapa de aço é passada como uma faixa contínua através de um banho de metal fundido à velocidade de 600 pés por minuto. No banho de metal fundido, a faixa de aço reage (liga) com o metal fundido para ligar o revestimento à superfície da tira. À medida que a tira emerge do banho fundido, ela derruba o excesso de metal líquido, muito parecido como quando um objeto é puxado rapidamente de um contêiner de água. Utilizando um processo de secagem a gás, uma espessura controlada de revestimento, normalmente denominada como peso [massa] de revestimento por área de unidade, é deixada na superfície da tira.

#### *Quanto revestimento é necessário?*

*Revestimentos galvanizados por imersão a quente podem ser aplicados em níveis tão baixos quanto 0,30 oz/ft<sup>2</sup> [90 g/m<sup>2</sup>] e até mais altos que 2,00 oz/ft<sup>2</sup> [600 g/m<sup>2</sup>]. A quantidade de revestimento necessária depende da aplicação. Revestimentos finos galvanizados proporcionam uma proteção à corrosão suficiente para aplicações nas quais a taxa de corrosão é baixa (equipamento elétrico interior, painéis de parede interiores, equipamentos de computador, etc.). Revestimentos espessos são destinados a aplicações nas quais a taxa de corrosão é alta e uma vida útil maior é necessária (ambientes marítimos e aplicações subterrâneas). Para uma discussão detalhada sobre terminologia de peso de revestimento, consulte a GalvInfoNote 1.1.*

*Considerações semelhantes relacionadas à corrosividade da aplicação precisam ser feitas para os outros tipos de revestimento por imersão a quente. Em todos os casos, é sempre bom ter cuidado. A espessura do revestimento pode afetar outras propriedades dos produtos de chapa de aço revestida, portanto, todos os requisitos de aplicação precisam ser considerados ao selecionar o peso de revestimento específico. Por exemplo, a peça a ser produzida envolve uma grande capacidade de conformação? Isso pode limitar a espessura de revestimento a fim de evitar perda de aderência do revestimento. Haverá solda por pontos? Isso pode limitar a espessura máxima de revestimento para uma dada aplicação. Consulte as GalvInfoNotes 1.6 e 3.1 para mais informações sobre a escolha de peso de revestimento.*

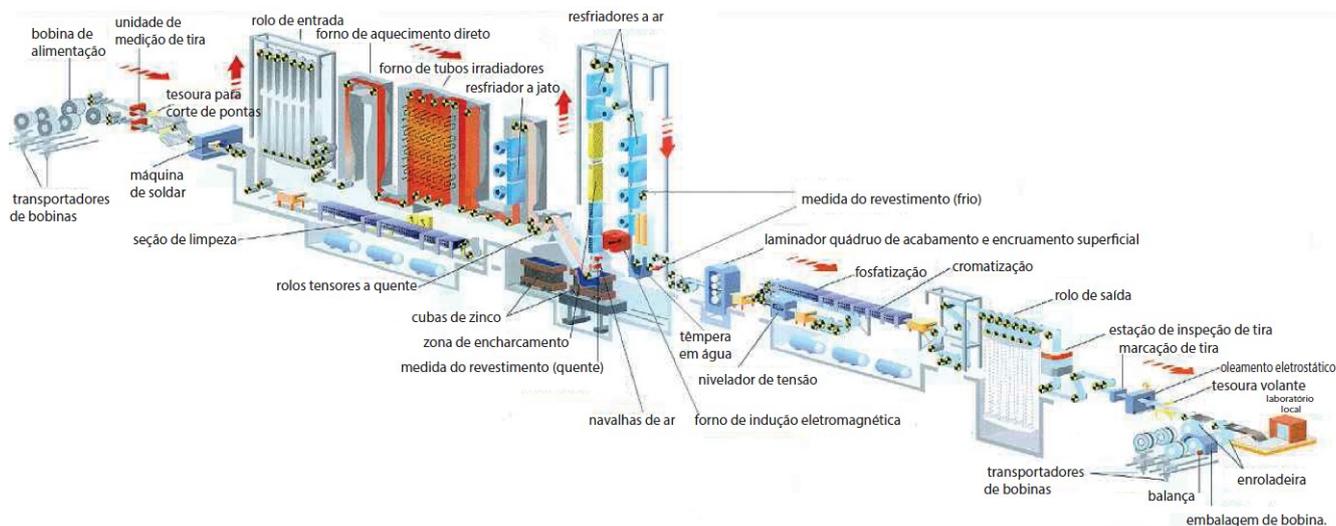
### Os Detalhes do Processo

As linhas de processamento de revestimento por imersão a quente contínuo consistem de uma série de passos, que podem incluir as seguintes operações sequenciais:

- Um soldador de extremidades para juntar a borda de fuga de uma bobina à borda de ataque da bobina seguinte, a fim de permitir que o processo seja contínuo.

- Uma seção de limpeza alcalina para remover os óleos de laminação, sujeira e finos de ferro (contaminadores de superfície de um processo de laminação a frio) que estão na superfície da chapa.
- Um forno de recozimento, que é utilizado para aquecer o aço a altas temperaturas para transmitir as propriedades mecânicas desejadas (resistência e conformação) para a chapa de aço
- Um banho de revestimento de metal fundido aplicado na superfície do aço
- Navalhas de ar para secar o excesso do metal de revestimento e obter o peso solicitado de revestimento
- Forno Galvanneal para produzir um revestimento de zinco-ferro
- Uma seção de resfriamento para resfriar a faixa e solidificar o revestimento à medida que ele emerge do banho
- Um laminador de encruamento para transmitir a superfície final desejada ao aço revestido
- Um nivelador para aplainar a tira, para que ela atenda às necessidades de utilização final
- Uma seção de tratamento para aplicar tratamento transparente e a base de água no revestimento, para prevenir manchas de estocagem que podem se formar na superfície do revestimento quando há umidade presente (condensação e/ou infiltração de água geradas devido a envio ou estocagem impróprios.)
- Uma seção de oleamento utilizada mais comumente para aplicar um óleo de inibição de ferrugem e, às vezes, para aplicar um óleo de conformação
- Uma bobinadeira para rebobinar a bobina de aço que agora tem:
  - A conformação e resistência de aço desejadas
  - Um revestimento resistente à corrosão aderente
  - O acabamento de superfície desejado
  - Um alto nível de planicidade
  - Um tratamento químico transparente e/ou um óleo para auxiliar na prevenção da degradação da aparência da chapa revestida.

Abaixo há um esquema de uma linha de revestimento por imersão a quente.



Na maioria dos casos, o aço de entrada é uma chapa “completamente rígida” que veio diretamente de uma estação de laminação a frio. A estação de redução a frio é utilizada para diminuir a espessura da tira decapada da chapa por imersão a quente para a espessura desejada. Laminar a frio faz o aço muito rígido e com moldagem limitada. Para espessuras de chapas mais pesadas, o produto pode ser colocado diretamente dentro de uma linha de revestimento depois de laminar a quente e decapar. Em ambos os casos, a chapa é desbobinada e soldada ao final da bobina a frente na linha de processamento. Ela é então limpa na unidade de processamento que normalmente utiliza um líquido alcalino combinado com uma escovação, enxague e

secagem. Da seção de limpeza, a tira passa pelo forno de aquecimento (recozimento) para amaciar a tira completamente dura e transferir a resistência desejada e a capacidade de moldagem ao aço.

No forno de recozimento, a tira é mantida sob uma atmosfera de gás reduzido para remover quaisquer vestígios de óxido na superfície do aço. A atmosfera de gás é composta de hidrogênio e nitrogênio. Este passo de redução de óxido (óxido de ferro convertido em ferro através da reação com o hidrogênio) é muito importante para obter uma completa molhadura<sup>1</sup> da superfície do aço durante o curto período de tempo o qual é imerso no banho de revestimento.

A extremidade de saída do forno é conectada diretamente ao banho de revestimento fundido por um “snout” a fim de prevenir que o ar re-oxide a tira de aço aquecida antes de ela reagir e se ligar ao metal fundido de revestimento. Durante o banho, a tira passa ao redor de um cilindro submerso e então sai do banho verticalmente. No ponto de saída, um conjunto de navalhas de ar (normalmente ar de alta pressão) seca o excesso de metal fundido, deixando uma espessura de metal fundido muito controlada.

O revestimento é então resfriado para permitir que o metal se solidifique sobre a superfície do aço. O congelamento do revestimento, ou solidificação, deve ser finalizado antes que a tira entre em contato com outro cilindro, a fim de evitar a transferência de revestimento para o cilindro. Para conseguir isso, as linhas de processo de revestimento normalmente têm uma torre alta sobre o banho de revestimento, com alturas de cerca de 200 pés em algumas linhas mais modernas.

O Galvanneal é produzido a partir da galvanização, através do reaquecimento da chapa revestida acima das navalhas de ar para ligar o zinco com o ferro no aço. Consulte a GalvInfoNote 1.3 para uma descrição detalhada do processo de galvannealing.

Após resfriar até uma temperatura próxima da ambiente, a tira segue para os equipamentos localizados na extremidade final – laminador de encruamento, nivelador de tensão, seção de tratamento químico, e lubrificação; depois, ela é rebobinada em um mandril na extremidade final.

A tira contínua é cisalhada na junta soldada que foi feita na extremidade da entrada da linha para remover a junta e assim preservar a identidade entre bobinas.

Nem todas as linhas de revestimento por imersão a quente possuem todos estes passos acima. Por exemplo, algumas não incluem o estágio de limpeza aquosa, utilizando, em vez disso, uma limpeza a “chama” na extremidade de entrada do laminador de encruamento. Outras podem não ter um laminador de encruamento; a laminação de encruamento não é necessária e talvez ela não seja nem desejada para algumas aplicações de chapas revestidas por processo de imersão a quente.

## Processo Alternativo (Revestimento de Fundente)

Há outro processo por imersão a quente que é utilizado em algumas partes do mundo, incluindo os Estados Unidos, que envolve uma abordagem significativamente diferente. Neste processo, chamado de processo de revestimento de fundente, o aço é recozido antes da linha do revestimento em uma operação separada, tanto por recozimento de fornadas individuais ou recozimento contínuo. Assim, a linha de revestimento não tem um grande forno de recozimento contínuo, conforme mencionado acima. No processo de revestimento de fundente, o aço é limpo para remover óleos, sujeira, etc. Depois, ele é decapado para remover o fino revestimento de óxido que está presente na superfície do aço. Após o enxágue, o aço é então passado em uma solução fundente aquosa para aplicação de um revestimento fundente sobre todas as áreas da superfície do aço.

Quando a tira coberta pelo fundente entra no banho de revestimento, a ação química do fundente se comporta de maneira similar ao desempenho de fundentes utilizados para solda; isto é, as reações do fundente auxiliam na rápida obtenção de “molhamento” do revestimento fundido na superfície do aço. Lembre-se que esta reação de molhamento é necessária para a obtenção de uma cobertura completa do revestimento fundido, além de uma boa ligação entre o revestimento e o aço.

O restante do processo de revestimento de fundente é essencialmente igual àquele utilizado no processo descrito acima para as linhas que possuem fornos de recozimento em linha.

Algumas referências ao processo de revestimento de fundente se referem a ele como um processo “a frio”, em contraste com o termo processo “por imersão a quente” utilizado para definir as linhas que possuem fornos de recozimento em linha.

De longe, o número de linhas “por imersão a quente” excede o número de linhas “a frio”.

Consulte a GalvInfoNote 2.7 para uma descrição mais completa do processo do revestimento por fluxo.

*<sup>1</sup>Molhamento é o termo utilizado para definir a reação entre a superfície do aço e o metal de revestimento fundido. Esta reação é muito importante para obter a cobertura completa por revestimento e boa aderência entre o revestimento e o aço.*

## Resumo

Hoje, o processo por imersão a quente para chapas de aço é utilizado para produzir de uma variedade de chapas revestidas por processo de imersão a quente, isto é, sete metais de revestimento diferentes. Estes revestimentos incluem:

- Galvanizado (zinco)
- Galvanneal (liga de zinco com 8-10% de ferro)
- Duas ligas de zinco e alumínio
  - Liga de 55% de alumínio e 45% de zinco
  - Liga de 95% de zinco e 5% de alumínio
- Liga de zinco, alumínio e magnésio
- Duas ligas a base de alumínio
  - Liga de Alumínio com 5-11% de silicone
  - Alumínio puro
- Revestimento terne (liga de chumbo com 3-15% de estanho)

Até 2011, há aproximadamente 90 linhas por processo de imersão a quente na América do Norte. Com exceção atual da liga de zinco-alumínio-magnésio, cada uma dessas linhas tem a capacidade de aplicar um ou mais dos revestimentos acima.

Consulte a GalvInfoNote 1.2, que descreve os revestimentos acima em mais detalhes.

Copyright © 2011 - ILZRO

---

Isenção de Responsabilidade:

Artigos, relatórios de pesquisas e dados técnicos são fornecidos apenas para fins informativos. Embora os editores esforcem-se para fornecer informações precisas e atuais, a Associação Internacional de Zinco não abona os resultados das pesquisas e informações relatadas neste comunicado e se isenta de toda e qualquer responsabilidade por danos resultantes da confiança nos resultados relatados ou outras informações contidas neste comunicado, incluindo, mas não limitando a, danos acidentais ou consequentes.

---