

**2. Processos de Revestimento e Tratamentos de Superfície****GalvInfoNote****O Processo de Eletro galvanização Contínuo para Chapas de Aço****2.2**

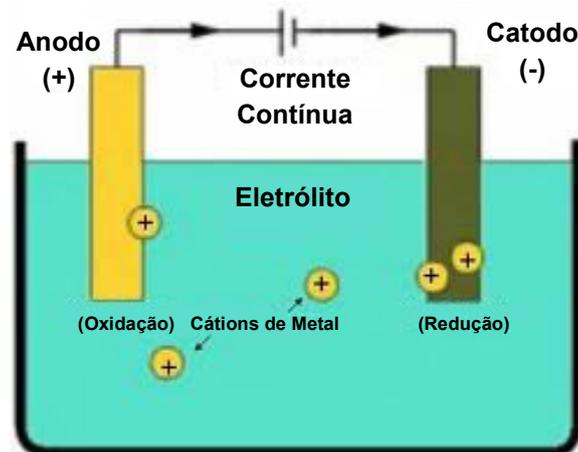
Rev1.0jan 2011

**Introdução**

O processo de eletro galvanização em chapas de aço utiliza o mesmo princípio básico utilizado para eletro galvanização convencional com fins de acabamento decorativo. Entretanto, o processo para chapas de aço é diferente, pois o revestimento eletro galvanizado é aplicado através da passagem da tira em alta velocidade por uma série de células de galvanização, formando a espessura do revestimento em pequenas quantidades cada vez que a tira passa por uma célula individual. Este processo contínuo para a eletro galvanização de tira de aço exige um equipamento para transportar a tira em altas velocidades, de 150-215 mpm [500-700 fpm] ou maiores, através de uma série de células de galvanização individual, o que não é tão simples como parece. Nesta GalvInfoNote, algumas complexidades do processo serão abordadas.

**Uma Célula de Eletro galvanização**

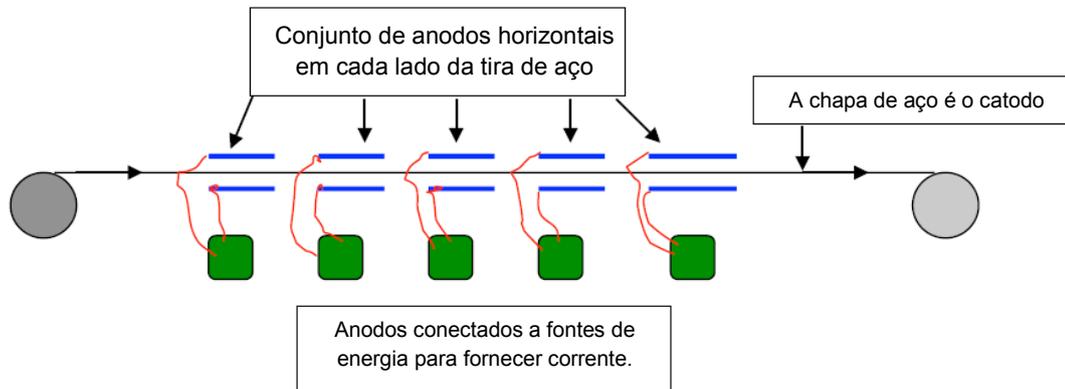
O tipo mais simples de célula de eletro galvanização é mostrado neste diagrama.



Esta simples célula de galvanização ilustra o que ocorre durante o processo de eletro galvanização. No caso do processo de **eletro galvanização (EG)**, o **anodo** é zinco, o **catodo** é aço e o **eletrólito** é sulfato de zinco (outro processo semelhante utiliza cloreto de zinco). A energia elétrica é fornecida pela fonte de corrente contínua. No anodo, o zinco é **oxidado** (libera 2 elétrons) e se dissolve como **cátion** no eletrólito. No catodo de aço, cátions de zinco se combinam com 2 elétrons (**redução**) e formam o zinco elementar, que se deposita sobre a superfície do aço. De volta ao anodo, a água é convertida em íons de hidrogênio e oxigênio para manter o equilíbrio elétrico. O oxigênio forma um gás ( $H_2O \rightarrow 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$ ) e, como resultado, nada fica depositado na superfície do ânodo. A solução de galvanização (eletrólito) carrega a corrente contínua entre o catodo e o anodo.

## Galvanização de Chapas de Aço em Processo Contínuo

Como essa operação de galvanização se estende à galvanização de chapas de aço muito largas, com 1800 mm [71 in.], de forma contínua e em altas velocidades? Imagine uma série de células como a mencionada acima, só que muito maior e alinhada em sequência. Conecte cada conjunto anodo/cátodo a uma fonte de energia. Adicione os cilindros e motores necessários para transportar a chapa através de um conjunto de anodo/cátodo em cada célula. Utilize uma desbobinadora na extremidade de entrada da linha para introduzir a chapa bobinada na seção de processamento e uma rebobinadeira na extremidade final da linha para reenrolar a chapa em uma bobina.



Claro que muitos outros equipamentos e controles elétricos são necessários para completar a linha. Para tornar o processo contínuo, um acumulador é necessário na extremidade da entrada para permitir que a extremidade final de uma bobina seja soldada ao cabeçote da bobina seguinte. A limpeza alcalina, para remover sujeira e óleos, e uma operação de decapagem para remover o filme fino de óxido de ferro na superfície do aço são operações importantes à frente das células de galvanização. Lembre-se que o revestimento está ligado ao aço por uma ligação interatômica; não há reação de difusão como a que ocorre no processo por imersão a quente. Portanto, a superfície do aço ao entrar tem que estar muito limpa para alcançar uma boa aderência.

Há muitos tipos de disposição de anodo. Alguns são horizontais, outros verticais, e há um processo que utiliza uma célula radial; ali, a tira passa ao redor de cilindros com grande diâmetro dentro de cada célula de galvanização e os anodos possuem um design radial para combinar com o diâmetro dos grandes cilindros submersos na solução galvanizadora. Cada tipo de disposição e design de anodo possui vantagens e desvantagens; assim, é fácil de ver porque diferentes fabricantes utilizam métodos diferentes. Cada um exige um controle muito cuidadoso do espaçamento entre anodo e tira para alcançar uma galvanização eficiente, evitando pontos de arco e outros defeitos no revestimento.

A manutenção do grande volume de solução de galvanização que está contido em todas as células é uma ciência própria. Caso a solução de galvanização para eletro galvanização tenha como base sulfato de zinco ou cloreto de zinco, a manutenção das variações apropriadas de concentração de íon de zinco e pH da solução são características importantes de controle. Além de zinco, alguns fabricantes possuem a habilidade de depositar revestimentos de liga. Isso requer pelo menos mais um nível de controle da solução de galvanização. Por exemplo, a produção de um revestimento de liga de zinco/níquel exige um controle cuidadoso das concentrações do zinco dissolvido e do níquel na solução. O controle da solução precisa ser realizado de forma dinâmica, uma vez que essas linhas operam continuamente.

## Exigências de Energia

O processo de eletro galvanização exige uma grande quantidade de energia elétrica para a aplicação de revestimentos de zinco. A exigência total de energia é uma função direta da espessura do revestimento que é necessária para atender às especificações do cliente. Por exemplo, a energia necessária para depositar uma massa de revestimento de zinco de 80 g/m<sup>2</sup> é aproximadamente duas vezes a quantidade necessária para depositar um revestimento de 40 g/m<sup>2</sup>. Uma linha normal que tem a capacidade de processar de 70 a 120 toneladas/hora com uma massa de revestimento de 50g/m<sup>2</sup> de cada lado que consumirá centenas de milhares de ampères durante uma hora de processamento. É fácil de ver porque os gastos com energia são componentes de custo muito importantes para unidades que processam grandes quantidades de chapas eletro galvanizadas.

**Nota:** Este GalvInfoNote utiliza somente unidades de massa de revestimento em g/m<sup>2</sup>. É dessa forma porque, até mesmo na América do Norte, os revestimentos em produtos eletro galvanizados são quase sempre especificados em unidades métricas (SI) min/máx por superfície, uma prática que tem sido sempre utilizada na indústria automotiva – a maior consumidora destes produtos. A ASTM A879/A879M contém unidades em polegada-libra, mas elas raramente são especificadas.

## Tipos de Produto

O revestimento eletro galvanizado para chapas de aço mais comum é o **zinco**. Os revestimentos de zinco eletro galvanizados são utilizados por muitas empresas automotivas para painéis de carenagem expostos, nos quais o valor típico de massa do revestimento varia de cerca de 50 a 80 g/m<sup>2</sup> por lado. Estes revestimentos são considerados mais espessos do que os revestimentos eletro galvanizados normalmente utilizados para aplicações não automotivas; portanto, linhas construídas para fabricar produtos para aplicações automotivas normalmente possuem um número maior de células de galvanização. Além disso, elas possuem o equipamento auxiliar necessário para produzir uma superfície de alta qualidade e exigem um grande gasto de capital para serem construídas. Os produtos estão incluídos nas especificações ASTM A879/A879M. Além disso, os clientes automotivos possuem suas especificações próprias para produtos revestidos.

Outro atributo associado à utilização de revestimentos eletro galvanizados em aplicações automotivas é o excelente acabamento de superfície que é alcançável com o processo de eletro galvanização. Trinta anos atrás, quando as empresas automotivas começaram a utilizar uma grande quantidade de chapas galvanizadas para painéis da carroceria externos para aumentar a proteção contra a corrosão, um dos poucos produtos revestidos que pôde atender às exigências de qualidade de superfície exigidas foi o eletro galvanizado. O galvanizado por processo de imersão a quente era, e ainda é, utilizado para peças da carenagem não expostas. À medida que a superfície de produtos por processo de imersão a quente melhora, eles continuam a substituir as chapas eletro galvanizadas em painéis de carenagem automotivos externos.

Outras linhas de eletro galvanização de zinco foram construídas através dos anos para produzir revestimentos mais finos. Normalmente, as chapas feitas nessas linhas possuem uma massa de revestimento de menos de 25 g/m<sup>2</sup>. As aplicações para esses produtos são normalmente internas, onde os ambientes não são muito corrosivos. Muitas estão relacionadas a produtos pintados. Muitas vezes, estas linhas de revestimentos possuem a habilidade de aplicar um pré-tratamento de pintura, de modo que o cliente possa pintar diretamente sem adição de tratamento adicional no local. As especificações ASTM A879/A879M também compreendem estes produtos eletro galvanizados com revestimento mais leve.

Um segundo tipo de chapa de aço revestida eletro galvanizada fabricado hoje tem um revestimento composto de uma **liga de zinco/níquel**. Geralmente, o conteúdo de níquel gira entre 10 e 16 por cento, com o equilíbrio sendo o zinco. A característica torna este processo único é o fato de que os íons de zinco e níquel são co-depositados para criar um revestimento de liga verdadeiro. Não é composto de camadas alternadas.

A aplicação para este produto tem sido limitada primariamente para algumas empresas automotivas. Estas empresas desenvolveram processos de fabricação e o design do produto internamente para tirar proveito das características únicas do revestimento de zinco/níquel. Para estas aplicações automotivas, o revestimento metálico é geralmente revestido com um recobrimento especial, orgânico, fino e resistente à corrosão por cima do zinco/níquel. A Especificação ASTM A918 trata sobre o revestimento de liga zinco/níquel.

Um terceiro tipo de revestimento eletro galvanizado é o revestimento de **liga de zinco/ferro**. Os atributos deste revestimento especializado são, de certa forma, similares aos de produtos galvannealed por processo de imersão a quente. Assim como a liga de zinco/níquel, o revestimento zinco/ferro é co-depositado como um

revestimento de liga. O ferro é uniformemente depositado através da espessura do revestimento. Além disso, assim como o revestimento zinco/níquel, o revestimento zinco/ferro é utilizado predominantemente pela indústria automotiva.

Os atributos do zinco/ferro eletrogalvanizado são: ele é relativamente fácil de ser soldado e pintado caso o equipamento adequado de *electro-priming* esteja disponível para o fabricante automotivo. Além disso, o revestimento é muito rígido, o que o torna menos suscetível a arranhões durante a estampagem e manuseio. Esta é uma característica importante, já que a chapa revestida com liga de zinco/ferro vem sendo utilizada quase que exclusivamente para painéis da carenagem externas.

### **Resistência à Corrosão de Revestimentos Galvanizados por Eletrólise**

Quanto ao comportamento perante corrosão de revestimento eletrogalvanizado contra um revestimento galvanizado por processo de imersão a quente, é importante notar que ele é essencialmente equivalente para massas de revestimento idênticas. Uma massa de revestimento de 100 g/m<sup>2</sup> proporcionará basicamente o mesmo nível de proteção contra corrosão, seja um revestimento galvanizado por processo de imersão a quente ou eletrogalvanizado. Consulte a GalvInfoNote 3.1 para mais informações sobre como o zinco protege o aço.

A razão pela qual as empresas automotivas podem utilizar com sucesso revestimentos com massa entre 50 e 80 g/m<sup>2</sup> é que elas aplicam tratamentos adicionais na superfície do revestimento metálico, incluindo um revestimento de fosfato de zinco, um revestimento de base orgânica com deposição eletrolítica, um primer e um revestimento de pintura de acabamento em multicamadas. Obviamente, a resistência à corrosão necessária para proteger um painel de carenagem por mais de 10 anos é maior do que a que pode ser oferecida somente pelo revestimento metálico. A aplicação dos revestimentos acima sobre uma camada metálica eletrogalvanizada resulta em um sistema sinérgico, cuja resistência à corrosão é maior do que a soma de seus componentes individuais.

### **Resumo**

Produtos com revestimento de zinco e de liga de zinco eletrogalvanizados são um tipo especial de aço com revestimento metálico. As aplicações se tratam tanto de um revestimento com massa entre 50 e 80 g/m<sup>2</sup> (por superfície), ou um revestimento com massa menor que 25 g/m<sup>2</sup>. Revestimentos mais pesados são utilizados predominantemente para aplicações automotivas, enquanto os revestimentos com massas mais leves são utilizados em aplicações (geralmente internas) que não exigem um alto grau de proteção à corrosão.

Lembre-se que a conversão de g/m<sup>2</sup> para oz/ft<sup>2</sup> é: 305 g/m<sup>2</sup> = 1,00 oz/ft<sup>2</sup>. Em comparação com revestimentos G90 por processo de imersão a quente, mesmo os revestimentos com massas mais pesadas de produtos eletrogalvanizados são consideravelmente menores do que em produtos galvanizados por processo de imersão a quente em uso hoje para aplicações externas. As despesas necessárias para a fabricação de revestimento de zinco eletrogalvanizado equivalente a um revestimento G90 seria exageradamente caro, assim como os gastos com energia de operação.

Em resumo, os revestimentos eletrogalvanizados em chapas de aço encontraram aplicações singulares nas indústrias que utilizam tais produtos. A superfície de alta qualidade de produtos eletrogalvanizados, combinada com o fato de que um revestimento com massa entre 50 e 80 g/m<sup>2</sup> é suficiente para atender às exigências relacionadas à corrosão, faz com que produtos eletrogalvanizados sejam ideais para painéis externos em um automóvel. Além disso, a outra categoria de revestimento eletrogalvanizado, com massa menor que 25 g/m<sup>2</sup>, é ideal para aplicações relativamente não corrosivas. A produção de revestimentos por processo de imersão a quente com espessura equivalente não é algo prático.

Copyright© 2009 – IZA

---

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.