

1. Especificações e Produtos com Revestimento Metálico

GalvInfoNote

Galvanneal – Diferenças do Galvanizado

1.3

Rev 1.1 Jan 2011

Introdução

Esta GalvInfoNote explica como o galvanneal por processo de imersão a quente se diferencia do galvanizado por processo de imersão a quente. A Especificação ASTM A653/A653M abrange os dois produtos. O processo de galvanização por processo de imersão a quente está descrito na GalvInfoNote 2.1. As principais diferenças no processo de fabricação de galvanneal são um baixo nível de alumínio (normalmente entre 0,11% e 0,14%) utilizado no banho de zinco e a tira móvel coberta com zinco, que é reaquelada imediatamente após passar pela navalha de ar acima do banho de zinco. Ao aquecer a tira entre 935 – 1050°F [500 - 565°C] e aguardar por alguns segundos, o revestimento de zinco, por meio de difusão, liga-se ao ferro no aço. O resultado final é que o revestimento é convertido em camadas de compostos de zinco-ferro intermetálicos com uma composição a grosso de aproximadamente 90% de zinco e 10% de ferro. Estas porcentagens são médias, já que a porcentagem de ferro varia ao longo da espessura do revestimento, apresentando valores desde ~6% na superfície até ~23% na interface do aço. Revestimentos galvanneal não possuem zinco livre presente e têm uma aparência fosca de baixo brilho, contra o brilho metálico de um revestimento galvanizado. A concentração de ferro a grosso no final depende, na maioria dos casos, do ciclo de aquecimento, visto que o índice de difusão é principalmente uma função de tempo e temperatura. As funções químicas do zinco e do aço podem também afetar o comportamento da liga, mas são secundárias ao ciclo de aquecimento.

As diferenças nas características e desempenho entre os revestimentos galvanneal e os revestimentos galvanizados estão explicadas abaixo.

Composição do Revestimento

Um revestimento galvanizado é essencialmente de zinco puro, com entre 0,20 e 0,50% de massa de alumínio, mesmo que o alumínio esteja mais concentrado na fina camada de inibição próxima ao aço. O alumínio está presente, não para alterar o desempenho contra corrosão, mas para possibilitar uma boa aderência do revestimento, que é necessária quando a chapa revestida é eventualmente conformada. Consulte a GalvInfoNote 2.4 para uma explicação sobre o papel do alumínio na galvanização por processo de imersão a quente contínua.

Os revestimentos galvanneal contêm entre 9-12% de massa de ferro, juntamente com o alumínio supramencionado, que se torna mais uniformemente distribuído pela espessura do revestimento do que no caso do galvanizado. O ferro em revestimentos galvanneal não é distribuído de maneira uniforme, no entanto, já que ele está combinado com zinco em 3 fases distintas de zinco-ferro. Estas fases são mostradas na Tabela 1, junto com as respectivas concentrações de ferro e alumínio.

Tabela 1 Composições e Fases de Galvanneal

Camada da Liga	Fe	%Al
Zeta (ζ) FeZn ₁₃	5,2 – 6,1	0,7
Delta (δ) FeZn ₁₀	7,0 – 11,5	3,7
Gama (Γ) Fe ₃ Zn ₁₀	15,8 – 27,7	1,4

As fases na Tabela 1 são mostradas na ordem que elas ocorrem no revestimento, com a camada gama de alto teor de ferro próxima ao substrato de aço. Também é importante para uma boa aparência e conformabilidade que a camada zeta do topo contenha não menos que cerca de 5% de ferro ou haverá o risco de zinco livre sobre a superfície. A maior concentração a grosso de alumínio nas três camadas de liga é resultado da sua difusão externa à camada de inibição próxima ao aço onde estava concentrada antes do ciclo de reaquelamento.

A figura 1 é um micro gráfico de um corte transversal de um revestimento galvanneal mostrando as três camadas das fases de ligação.

Camada ζ →
 Camada δ →
 Camada Γ →

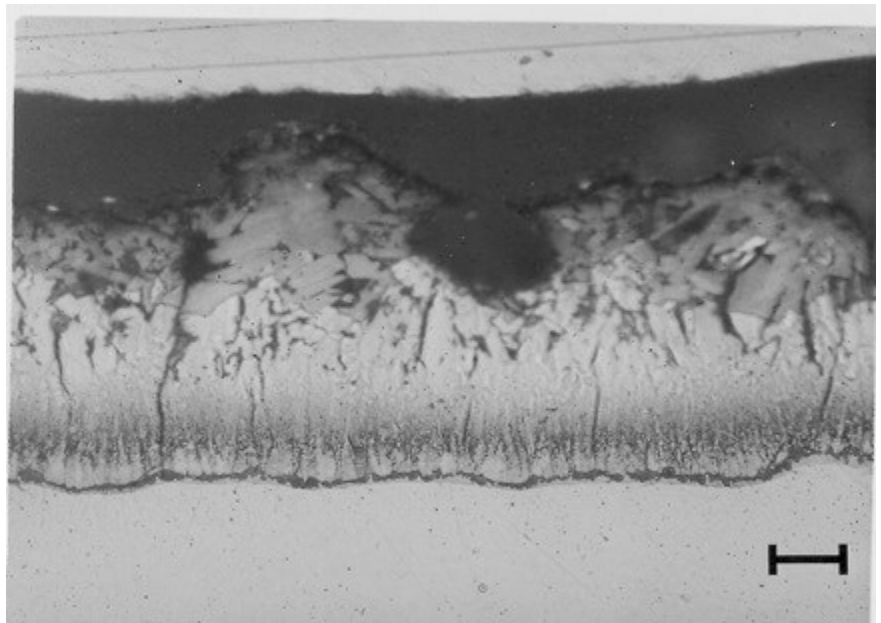


Figura 1 Corte transversal do revestimento galvanneal mostrando as camadas de liga gamma (ζ), delta (δ) e zeta (Γ)

Revestimentos galvanneal são rígidos e quebradiços, então durante o dobramento e conformação à prensa, as rachaduras e pulverização do revestimento estão sempre presentes em algum nível. Cada linha de revestimento deve desenvolver práticas para produzir propriedades de revestimento de qualidade para utilizações finais específicas, a fim de equilibrar o desempenho de conformação e o rendimento da linha de revestimento.

Produção de Galvanneal

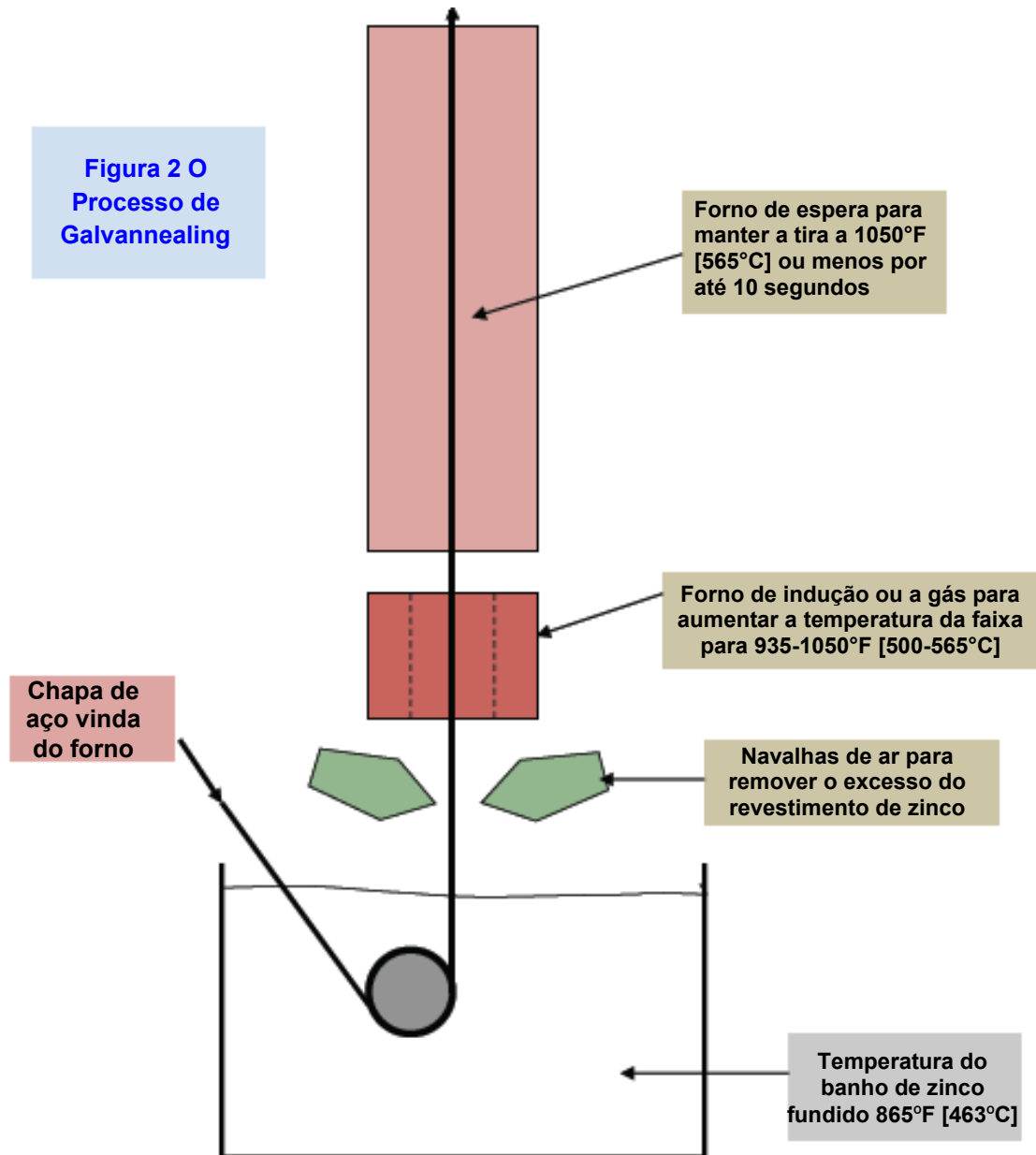
A chapa móvel é imersa no banho de zinco e o alumínio forma uma fina camada de liga de inibição na interface zinco-aço. À medida que a tira emerge do banho, ela arrasta junto a si mesma o zinco em excesso, que é removido pelas navalhas de ar para obter o peso de revestimento desejado. A tira, com o revestimento de zinco ainda líquido, entra no forno galvanneal cerca de 10-15 pés acima das navalhas de secagem a gás. Antes que o zinco possa se solidificar, o reaquecimento da tira é iniciado. À medida que a temperatura da tira aumenta, a reação de difusão de zinco-ferro recomeça e quebra a camada de inibição de alumínio-zinco-ferro formada na cuba de zinco na interface aço-zinco. Após 5-7 segundos de aquecimento, e até mais ou menos 10 segundos para encharque, uma quantidade de ferro suficiente difunde-se na camada para conferir a ela uma aparência cinza escuro fosca.

As linhas de revestimento construídas a partir do início dos anos 90 utilizam fornos de indução galvanneal. Normalmente, eles têm 3 ou mais zonas, que podem reaquecer a tira de aproximadamente 865°F [463°C] a mais de 1050°F [565°C] nos poucos segundos disponíveis. Após as zonas do forno de aquecimento, a zona de espera de aquecimento elétrica é utilizada para otimizar o conteúdo de ferro do revestimento. Linhas de revestimento galvanneal antigas utilizam fornos de aquecimento a gás, com os quais pode ser mais difícil obter uma reação de ligação bem controlada. O galvanneal por indução é essencialmente diferente da versão de radiação/convecção a gás, já que, no caso do primeiro, o aquecimento por difusão se origina dentro da tira e não externamente, como no caso do último.

As reações que convertem um revestimento de zinco líquido em um revestimento de zinco-ferro sólido se iniciam na interface do aço e dependem de vários fatores. Em ordem aproximada de importância, são eles: tempo e temperatura de aquecimento, percentual de alumínio no revestimento, temperatura do banho de revestimento, grau do aço, peso do revestimento e velocidade da linha. Estas variáveis não são necessariamente independentes e cada linha de revestimento tem que determinar o protocolo necessário para fabricar um produto para uma utilização final específica. Por exemplo, um teor de alumínio mais alto no revestimento exige uma temperatura de reaquecimento mais alta e/ou um encharque mais demorado. Uma

temperatura muito alta e/ou um teor de alumínio muito baixo resultará em alto teor de ferro e excesso de pulverização. Graus estabilizados de IF reagem mais rapidamente do que aço-carbono simples. Aços com teores de fósforo mais altos reagem mais lentamente em forno galvanneal do que aços com baixo nível de fósforo.

Figura 2 é uma representação esquemática do processo de galvanização.



A figura 3 retrata os estágios pelos quais o revestimento passa durante sua conversão de zinco para zinco-ferro.

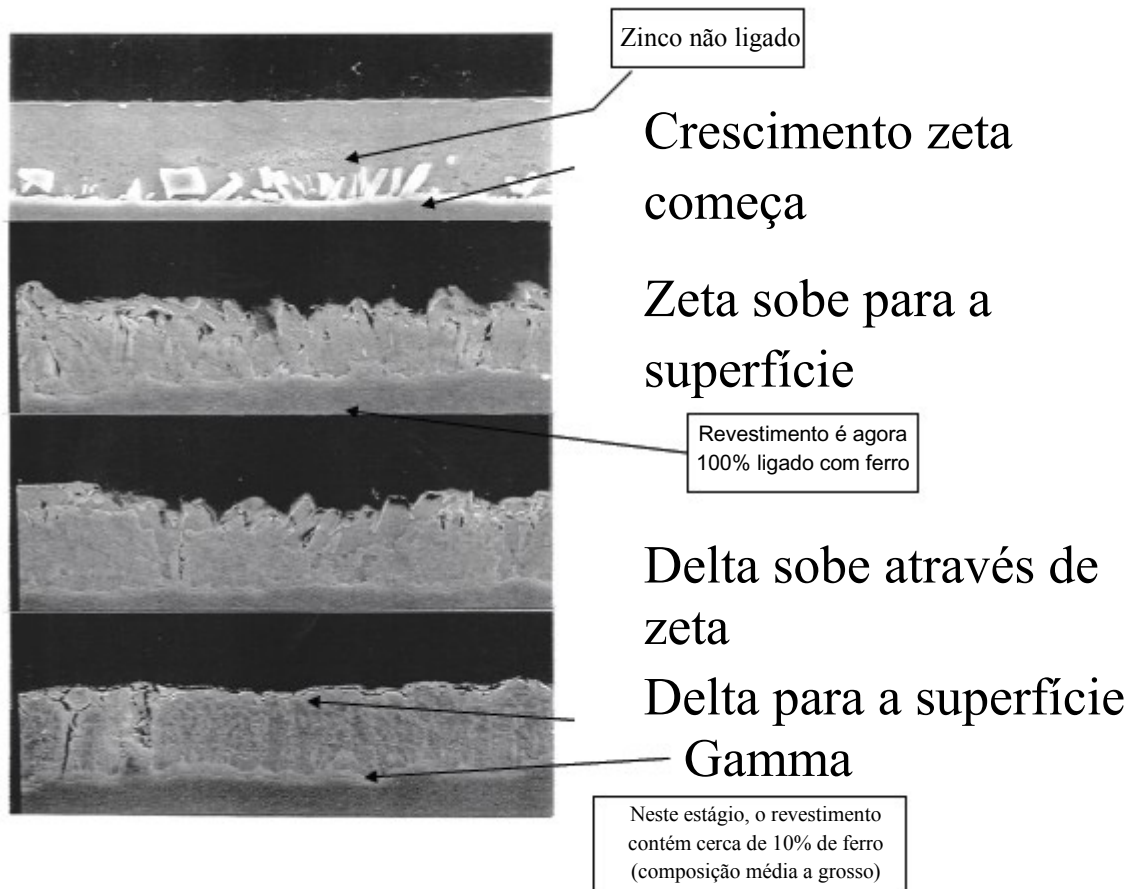


Figura 3 Os Estágios de Ligação Entre Chapa de Aço e Revestimento de Zinco Fundido para Produzir “Galvanneal”

Soldabilidade, Pintabilidade, Conformabilidade e Aderência do Revestimento

Os benefícios da utilização do galvanneal ao invés do galvanizado são:

- Melhor soldabilidade por pontos
- Facilidade de pintura e melhor aderência do revestimento

Soldabilidade – Os revestimentos de camada de zinco-ferro geralmente possuem melhores características para solda-ponto do que revestimentos de zinco puro¹. O nível mais alto de resistência elétrica do revestimento, junto com maior dureza e maior ponto de fundição, permite a obtenção de boas soldas em correntes mais baixas com vida de eletrodos mais longa, até o ponto em que a solda por pontos da chapa galvannealed parece muito com a de uma chapa conformada a frio.

Pintabilidade – O desempenho de galvanneal com tintas é aumentado devido à excelente ligação sinérgica formada entre a tinta e a superfície do revestimento. A razão para esta boa ligação está evidente na Figura 4 – a tinta pode “se ligar mecanicamente” aos cristais de zinco-ferro na superfície, além de qualquer ligação química que possa ocorrer. Por isso que revestimentos galvanneal podem ser pintados diretamente sem a necessidade de um primário. Em comparação com um produto galvanizado, o galvanneal geralmente exhibe menos enfraquecimento por corrosão sob a tinta em bordas expostas, arranhões, ou outros defeitos na pintura. Para alcançar a proteção máxima contra corrosão, o galvanneal é normalmente tratado com fosfato de zinco

antes da pintura (todas as carcaças de automóveis feitas com galvanneal são tratadas com fosfato de zinco antes da pintura).

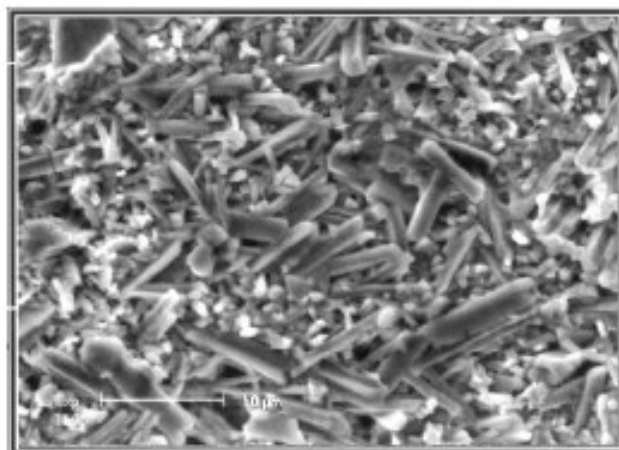


Figura 4 Superfície de Galvanneal – Mostra Cristais de Liga de Zinco-Ferro (zoom de ~2700X)

Conformabilidade – Um revestimento galvanizado é consideravelmente macio, e fácil de ser arranhado. Um revestimento galvanneal é muito rígido e, desse modo, não é tão fácil de ser arranhado quando manuseado. As ligas de zinco-ferro mais rígidas pulverizam com deformação, diferente dos revestimentos zinco puro, que podem se desgastar e descamar¹.

O bom comportamento de fricção e a estampabilidade do zinco, combinada com a excelente aderência alcançada entre o revestimento e o aço, permite que chapas galvanizadas sejam conformadas em muitos formatos complexos, sem qualquer perda na aderência do revestimento. Na realidade, devido à maciez do revestimento, deve-se tomar cuidado para prevenir descamações como resultado de desgastes.

Aderência - Apesar de a reação de ligação do galvanneal resultar num revestimento rígido e relativamente quebradiço, ele pode ser dobrado, esticado e estirado quando procedimentos corretos de fabricação de chapas e conformação de peças são utilizados. Muitas peças feitas de chapas galvannealed exigem uma trefilação profunda. Ao fazer a trefilação, a chapa galvannealed normalmente exibe alguma “pulverização” do revestimento como resultado da alta deformação à compressão que pode ocorrer durante a operação de conformação. Através do controle adequado das práticas processuais dos fabricantes, combinado com a configuração adequada de matrizes de esticar e a utilização de lubrificantes de esticar apropriados, o nível de pulverização pode ser minimizado e um desempenho excelente pode ser alcançado. A pulverização de um revestimento galvannealed durante a conformação é uma função de muitos parâmetros, na sua maioria relacionando às práticas da fabricação do aço abordadas anteriormente. A mais importante característica do revestimento que afeta a tendência à pulverização é a espessura do revestimento. O nível de pulverização aumenta conforme a espessura aumenta. Por esta razão, o peso máximo de revestimento para galvanneal é restrito para A60 (0,60 oz/ft²) [ZF180 (180 g/m²)]. Para muitas aplicações, um peso de revestimento A60 é muito espesso para fornecer um desempenho aceitável contra pulverização e muitos usuários especificam A40 (0,40 oz/ft²) [ZF120 (120 g/m²)] ou menos. Na verdade, a maioria das aplicações automobilísticas de galvanneal utiliza o equivalente de um revestimento A30 [ZF90], mais ou menos. A tendência do A60 à pulverização deve ser considerada ao selecionar um peso de revestimento.

A segunda maior influência na aderência dos revestimentos de galvanneal é o percentual de ferro no revestimento. O teor de ferro a grosso deve estar dentro entre 9-12% para um desempenho satisfatório na maior parte das operações de conformação. Teores de ferro menores que 9% resultam em revestimentos mais macios que podem conter zinco livre na superfície. Isto vai modificar o coeficiente de fricção e interferir na estampabilidade e elasticidade da chapa. Teores de ferro acima de 12% resultam em revestimentos mais rígidos que podem levar à pulverização excessiva, a ponto de incrustações formarem marcas na matriz. Alguns usuários de galvanneal preferem que os teores de ferro estejam próximos dos valores mínimos ou máximos devido à natureza dos seus processos de conformação. Os produtores de galvanneal precisam entender como controlar os teores de ferro do revestimento em seus equipamentos a fim de fornecer um produto satisfatório para seus diversos clientes.

Em geral, não há diferenças significativas nas propriedades do substrato do aço, seja ele galvanizado ou galvaneal. Qualquer diferença no comportamento de conformação (fendas, etc.) é normalmente relacionada à natureza diferente dos dois revestimentos metálicos. Por exemplo, a diferença substancial na dureza do revestimento pode acarretar em mudanças nos parâmetros de estampagem, isto é, tipo de matriz, folga da matriz, forças de sujeição, tipo de lubrificação, etc.

Desempenho à Corrosão

A espessura de um revestimento galvanizado tem influência direta no desempenho à corrosão e na vida do produto, isto é, quanto mais espesso o revestimento, maior é sua vida útil. Consulte a GalvInfoNote 3.1 – “Como o Zinco Protege o Aço” para mais informações.

O desempenho à corrosão de um revestimento galvanealed é mais complicado do que sua contraparte galvanizada. Quase todas as aplicações de chapa galvanealed envolvem pintura após a fabricação. A razão principal é que, quando não pintada, a presença de 10% de ferro no revestimento pode levar a um produto de corrosão de “coloração avermelhada” quando a superfície se torna úmida. A cor está relacionada à corrosão do ferro dentro do revestimento e não necessariamente significa que esteja ocorrendo corrosão do substrato do aço. Esta descoloração originada do ferro no revestimento é um efeito puramente cosmético.

Contudo, muitos usuários podem achar isso inaceitável, exigindo que galvaneals sejam pintados após a fabricação para a maior parte de suas aplicações. Por esta razão, a maioria dos estudos de corrosão de galvaneal se refere ao mesmo pintado. Já que a pintura normalmente tem uma influência direta na vida do produto, o desempenho à corrosão do galvaneal não é, de modo geral, comparado com galvanizado nu (não pintado). A importância da espessura do revestimento galvaneal é geralmente revelada nos cantos vivos, arranhões e outros, isto é, lugares onde o aço e o revestimento metálico estão diretamente expostos ao ambiente corrosivo. Com tais descontinuidades, um revestimento mais espesso pode aumentar a resistência de um filme de pintura, isto é, um revestimento galvaneal mais espesso pode diminuir a velocidade de degradação da tinta, conforme evidenciado pela corrosão dos cantos “vivos” e eventual perda total de adesão à pintura. Para maximizar o tempo de vida, é aconselhável utilizar um revestimento galvaneal com espessura tão grande quanto for permitido pelo problema de pulverização em potencial.

Considerando os índices relativos de corrosão:

- Um revestimento de zinco puro (galvanizado) proporciona um alto grau de proteção galvânica para aço exposto como em cantos vivos e arranhões.
- Um revestimento galvanealed é cerca de 10% menos galvanicamente ativo na maioria dos ambientes por conter 10% de ferro. Seu índice de corrosão quando não revestido pode, de fato, ser menor do que o de zinco puro, mas isso é mascarado pelos produtos de corrosão “de coloração avermelhada” que podem se formar na superfície devido à presença de água. **Tenha em mente que o galvaneal manterá sua aparência cinza fosca original se nunca for exposto à umidade.**
- Os revestimentos galvanizados mais galvanicamente ativos podem ser rapidamente consumidos quando agirem como protetores galvânicos para qualquer aço exposto. Os revestimentos menos galvanicamente ativos não oferecem tanta proteção galvânica e, portanto não são tão rapidamente consumidos durante o processo de corrosão. É interessante observar que, nas últimas duas décadas, revestimentos automotivos galvaneal mais ou menos equivalentes a A30 tiveram um desempenho tão bom quanto revestimentos galvanizados mais ou menos equivalentes a G50 com relação à resistência à corrosão de painéis automotivos exteriores pintados.
- As necessidades específicas de aplicação e as exigências de desempenho à corrosão ditam qual revestimento terá o melhor desempenho. Outras exigências para aplicação, como soldabilidade e as capacidades específicas de pintura de cada fabricante precisam ser consideradas ao decidir qual produto é melhor para uma dada situação.



Nota: O Galvanneal é amplamente utilizado para portas comerciais e molduras (esquerda). Elas são facilmente pintadas, sem problemas de aderência. Portas e molduras de interior podem ser deixadas sem pintura, se desejado. As superfícies Galvanneal expostas a intempéries devem ser pintadas para evitar corrosão.

Fonte da foto: www.metropolitandoor.com

Qual Produto Utilizar

Ao considerar a utilização de galvanizado ou galvanneal para uma aplicação específica, encontre as respostas para questões como:

- Quais são as demandas de proteção contra corrosão impostas pela utilização final e pelo ambiente? A espessura do revestimento é a consideração principal.
- A solda por pontos está envolvida? O galvanneal terá um desempenho melhor em termos de vida útil da solda.
- O produto será utilizado sem tinta? Na maioria dos casos, o galvanizado é preferível, mas o galvanneal pode ser utilizado sem pintura para aplicações internas.
- Há estampagem profunda envolvida? Antes de utilizar o galvanneal, ensaios de estampagem podem precisar ser conduzidos a fim de garantir que o grau de pulverização esteja aceitável.

Em quase todas as aplicações, há mais de uma questão envolvida. A recomendação correta do produto pelo produtor exige considerações profundas sobre todos os passos de processamento incluídos na fabricação, além do conhecimento das exigências para utilização final.

Referência:

- 1) J. P. Landriault, F.W. Harrison: CIM Bulletin, August 1987, pp. 71-78

Copyright® 2011 - 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.