

Noções básicas sobre processo de Anodização do Alumínio e suas Ligas - Parte 1

A Anodização é um processo muito aceito e bem definido para produzir uma película decorativa e protetiva de alta qualidade



Por Adeval
Antônio
Meneghesso

Colaborador:
João Inácio
Graccioli
(Surface
Finishing - CBA)

A IMAGEM DO ALUMÍNIO É definida e fixada pelo acabamento aplicado sobre sua superfície. Essa afirmativa constata a importância dos processos empregados para essa finalidade, que determinam as características protetivas e/ou decorativas de alta durabilidade.

A anodização é um processo muito aceito e bem definido para produzir uma película decorativa e protetiva de alta qualidade nas ligas de alumínio, abrangendo um amplo espectro de aplicações, algumas das quais bastante específicas, tais como anodização técnica (Dura) para peças que estão sujeitas ao desgaste por abrasão e como camada protetora para refletores e capacitores eletrolíticos, anodização brilhante para frisos, anodização em cores para ornamentos e utensílios domésticos e anodização para fins arquitetônicos (janelas, portas, fachadas, gradis, boxes de banheiro, etc.), na construção civil.

A anodização é um processo científico, cujos parâmetros químicos e eletroquímicos podem ser mantidos sob controle. Entretanto, quando esse controle é feito de modo inadequado, ocorrem defeitos no acabamento da superfície prejudiciais a sua aparência, resultando em uma má performance da camada anódica final.

Para a obtenção desse efeito decorativo e protetivo deve-se tomar alguns cuidados quanto ao acabamento de superfície das peças, à estrutura metalúrgica das ligas utilizadas, ao pré-tratamento,

à anodização, propriamente dita, e à selagem da camada anódica. Essa camada por ser uma oxidação eletrolítica do próprio metal, irá salientar os defeitos existentes ou mesmo revelar irregularidades que não são visíveis no metal bruto. Alguns processos de pré-tratamento disponíveis podem esconder ou eliminar a maioria das irregularidades superficiais, mas em condições metalúrgicas da liga não podem ser controladas pela anodização e dependem do processo utilizado na fundição do metal, do controle de processos de extrusão e de laminação durante a sua fabricação.

A Química do Alumínio

O alumínio é um metal que aparenta ser inerte a ação atmosférica, isso devido a uma fina camada de óxido que se forma naturalmente sobre sua superfície, todavia, é um metal bastante reativo. O metal alumínio é um elemento que reage com ácidos e álcalis com evolução de hidrogênio.

Reações químicas do Alumínio com ácidos

A diluição de alumínio em uma solução de ácido sulfúrico aquecida irá formar o sal sulfato de alumínio, com liberação de hidrogênio da seguinte forma:



Da mesma forma, o alumínio adicionado a uma solução de ácido fosfórico, reage:



Em solução de ácido nítrico ou ácido crômico o alumínio

não se dissolve, ocorrendo uma passivação pela formação de um filme de óxido. A imersão do alumínio em uma solução de ácido fluorídrico irá produzir um filme insolúvel de fluoreto de alumínio (solúvel no excesso de ácido fluorídrico), da seguinte forma:



Reações químicas do Alumínio com álcalis

A maioria dos metais não-ferrosos, como; níquel, cobre, zinco, etc., tem reações similares à do alumínio, com uma exceção importante, pois são dissolvidos em solução de ácido nítrico. Os metais cobre, níquel e ferro são dissolvidos por álcalis, como hidróxido de sódio ou carbonato de sódio. Quando metais como zinco, bismuto estanho, alumínio, etc., são colocados em solução de soda cáustica (hidróxido de sódio) à quente, eles se dissolvem formando um sal e desprendem hidrogênio. No caso do alumínio é formado um sal conhecido como aluminato de sódio:



Esse sal resultante se ioniza, produzindo íons de sódio com cargas positivas e íons de alumínio com cargas negativas:



Metais que possuem a capacidade de produzir sais, os quais podem estar presentes como íon metálico em ânions ou cátions, são conhecidos como metais Anfoteris.

Processo de Anodização

O processo de anodização é composto por uma série de etapas básicas (Fig.1), comuns a todos os tipos de anodização, sendo que cada processo adquire uma característica própria que identifica o tipo de acabamento.

Etapas Básicas do Processo de Anodização

1ª Etapa - Montagem / Enganchamento

Consiste em fixar os perfis ou peças nas gancheras de alumínio ou titânio, de tal forma que permita um bom contato elétrico. O contato peça - ganchera deve ser bem firme para não permitir deslocamentos durante a movimentação da carga entre os vários estágios da anodização ou pela agitação de ar utilizado em alguns tanques da linha de anodização.

Gancheiras

“Ganchera” ou “Suporte” é o dispositivo no qual são fixadas as peças a serem anodizadas, sendo que o sucesso da anodização depende de um eficiente projeto de gancheiras, normalmente fabricadas em ligas de alumínio, devem privilegiar os seguintes quesitos;

- Permitir a fácil montagem e desmontagem das peças
- Permitir uma distribuição simétrica dos pontos de contato da peça com a ganchera
- Dimensionamento elétrico adequado evitando perdas e consumo excessivo de energia elétrica
- Permitir o rápido escoamento de gases liberados pelas reações químicas através de posicionamento adequado das peças na ganchera.
- A ganchera deve ser versátil permitindo o enganchamento de diferentes tipos e formas de peças na mesma ganchera pelo uso de acessórios como molas, ganchos, alicates, morsas, arames, pinças, etc. (Fig.2)

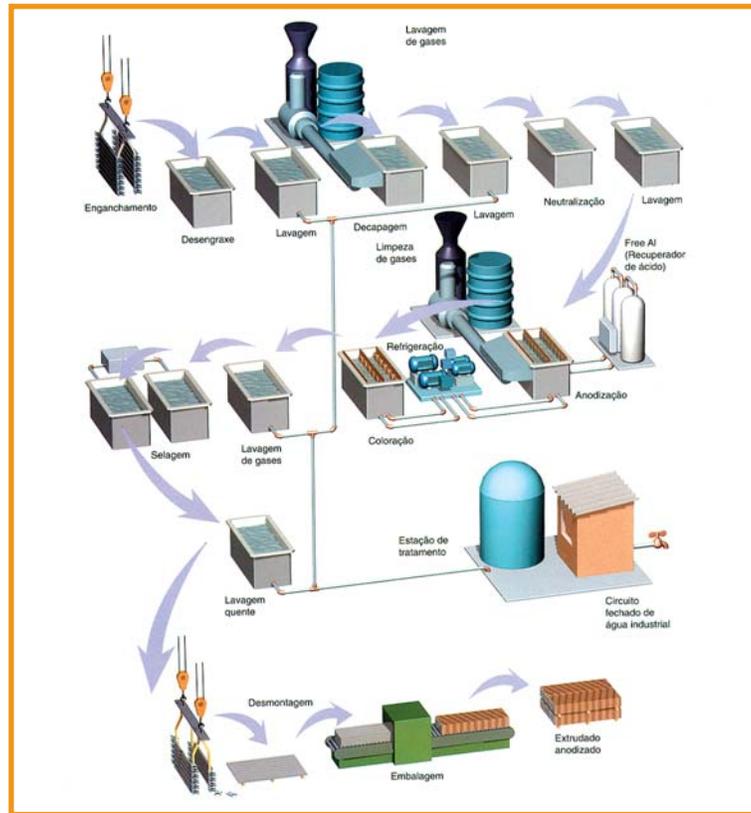


Fig. 1 - Fluxograma dos estágios básicos no processo de anodização

Decapagem das Gancheiras (remoção da camada anódica)

Devido a alta resistividade elétrica da camada anódica, após cada ciclo de anodização, as gancheiras devem ser decapadas (dissolução da camada de óxido de alumínio), a fim de se garantir um bom contato elétrico das peças que nelas serão montadas.

A remoção da camada de óxido pode ser por via química, pela imersão da ganchera em solução ácida e após lavagem em uma solução fortemente alcalina de soda cáustica que fará dissolução da camada de óxido de alumínio, ou por via mecânica, pelo uso de uma lixadeira que fará a remoção mecânica da camada de óxido de alumínio.

2ª Etapa – Desengraxe / Lavagem

O desengraxe é efetuado para limpar os produtos de alumínio removendo gorduras, óleos e outros resíduos aderentes ao metal, utilizando-se uma solução aquosa levemente ácida ou alcalina, o qual deve, também, remover filmes de óxidos da superfície.

O desengraxe da superfície do

alumínio pode ser efetuado por vários tipos de processos, a saber:

Desengraxe com Solventes

Os solventes são usados para remover grandes quantidades de contaminantes orgânicos, como óleos e graxas presentes na superfície do alumínio. Os resíduos de massa de polimento e lustração são facilmente removidos pela maioria dos solventes quando a limpeza é feita imediatamente após as operações de polimento.

Desengraxe Alcalino

É o método mais utilizado para a limpeza do alumínio e suas ligas, sendo de fácil aplicação nas operações de produção e os custos dos equipamentos são baixos. Normalmente são formulações que não agredem a superfície do alumínio, mantendo o brilho do polimento mecânico, removendo e emulsificando os contaminantes orgânicos.



Fig. 2 - Gancheiras de perfis de alumínio com fixação através de pinças tipo alicate

Desengraxe Ácido

Um das principais funções de um desengraxante ácido é a remoção dos óxidos da superfície antes da pintura, camada de conversão, abrillhantamento ou anodização.

A remoção de óleos e gorduras da superfície do perfil também é realizada pelo desengraxante ácido de modo satisfatório.

Lavagem

A lavagem em água é feita após o desengraxe e após cada uma das subsequentes fases do processo aplicado, (pré-tratamento para pintura, anodização, etc.). Sua finalidade é garantir a ausência de resíduos na superfície das peças provenientes da etapa anterior. É a fase mais importante do processo, pois pode ser uma fonte permanente de contaminação. Exige dimensionamento correto das vazões de água, estabelecendo um perfeito balanceamento entre a lavagem e o consumo de água, utilizando-se técnicas como sistema de spray, cascata e agitação para esse fim.

3ª Etapa – Fosqueamento

O fosqueamento pode ser considerado como uma limpeza da peça de alumínio em processo, entretanto, o tratamento com solução alcalina, usualmente 5 a 10 % de soda cáustica, aditivada com inibidores de ataque, resulta em um acabamento superficial acetinado nos perfis de alumínio para aplicação arquitetônica.

Mecanismo de reações que ocorrem no banho de fosqueamento

Conforme a equação apresentada a seguir o aluminato de sódio será facilmente mantido em solução, caso sejam preservadas as seguintes premissas:

- Manter a relação correta entre soda cáustica livre e alumínio dissolvido.
- A solução possuir um poderoso agente complexante do aluminato.

- A temperatura da solução de fosqueamento deve ser mantida acima de 20°C



Quando uma dessas condições é ignorada, principalmente a primeira, ocorre o desbalanceamento da reação, tornando-se irreversível pela formação de um precipitado de hidróxido de alumínio na forma de pedra nas paredes e no fundo do tanque, enquanto a concentração de soda livre aumenta por causa da soda formada pela seguinte reação:



O precipitado de hidróxido de alumínio gerado torna-se duro devido à perda de água e transforma-se em alumina pela ocorrência da seguinte reação:



Essa reação irreversível ocorre em soluções velhas e/ou soluções que sofreram um resfriamento abaixo de 20°C sendo que todo precipitado endurecido deve ser removido do fundo e das paredes do tanque através de ação mecânica.

Fosqueamento Acetinado / Aveludado

Este tipo de acabamento normalmente é obtido por ataque alumínio em solução de soda cáustica ou pela combinação de um tratamento mecânico, por exemplo jateamento, combinado com o ataque na solução de soda cáustica. O grau do fosqueamento dependerá de algumas premissas adotadas:

- Liga e tempera do material que está sendo atacado
- Quantidade de metal removida pelo ataque
- Tipo do ataque usado e as condições de operação

Para a obtenção de uma boa performance do fosqueamento acetinado, o teor de Fe na liga, deve estar entre 0,16 – 0,30 % e o teor de Zn não deve exceder

0,04 %. Aconselha-se o uso das ligas da série 6.000 para perfis a serem anodizados e chapas da série 1000. A taxa de remoção de 100 g/m² é normalmente adequada para produzir um acabamento satisfatório, tanto em chapas como em extrudados.

Quanto mais alta a temperatura de trabalho mais rápida será a taxa de remoção. A temperatura máxima do processo deve ser de 65°C e controlada através do resfriamento da solução.

Quanto maior o teor de alumínio dissolvido mais lenta será a taxa de ataque. A soda cáustica livre e o alumínio dissolvido estão em equilíbrio, como mostrado na reação (b), portanto, como o nível de alumínio cresce no ataque, existe a tendência da reação (b) deslocar-se da esquerda para a direita. Para evitar esta ocorrência, é necessário aumentar o nível de soda cáustica livre no ataque. Assim, numa orientação aproximada o nível de soda cáustica livre deve ser igual ao nível de alumínio dissolvido (Al³⁺).

4ª Etapa – Neutralização

Consiste em neutralizar o filme de solução de fosqueamento, que permanece aderido ao material, após a lavagem com água. A Neutralização é realizada para remover quaisquer partículas de intermetálicos ou hidróxidos presentes na superfície do alumínio, após o ataque alcalino e a lavagem. Esse é um processo a temperatura ambiente não consumindo energia. Tem como finalidade neutralizar os efeitos dos resíduos alcalinos, bem como dissolver compostos formados em decorrência das reações químicas dos elementos de liga do alumínio, durante a fase de fosqueamento. •

Eng. Adeal Antônio Meneghesso

*Diretor superintendente da Italtelco do Brasil – Contato: Fax.: (11) 3825-7022
adeal.meneghesso@italtelco.com.br*