

Capítulo 4

Eletrocorrosão de metais

Uma visão simplificada

Quando mergulhados em salmoura (eletrólito), dois eletrodos metálicos ligados a uma fonte de corrente contínua vão se comportar da seguinte forma: o eletrodo ligado ao pólo positivo (anodo) se dissolverá na salmoura, além de liberar gás cloro (cuidado!), e o eletrodo ligado ao pólo negativo (catodo) inicialmente apenas liberará hidrogênio mas, eventualmente, formará em sua superfície depósitos pulverulentos dos metais que compõe o outro eletrodo. Este arranjo de eletrodos mergulhados em um eletrólito é chamado cuba eletrolítica (figura 4.1).

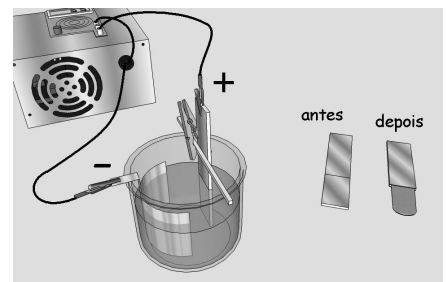


Figura 4.1

Se um isolante como um verniz ou uma cera for aplicado sobre uma parte da superfície do metal do anodo, formando uma máscara, esta parte não sofrerá corrosão, preservando seu aspecto original.

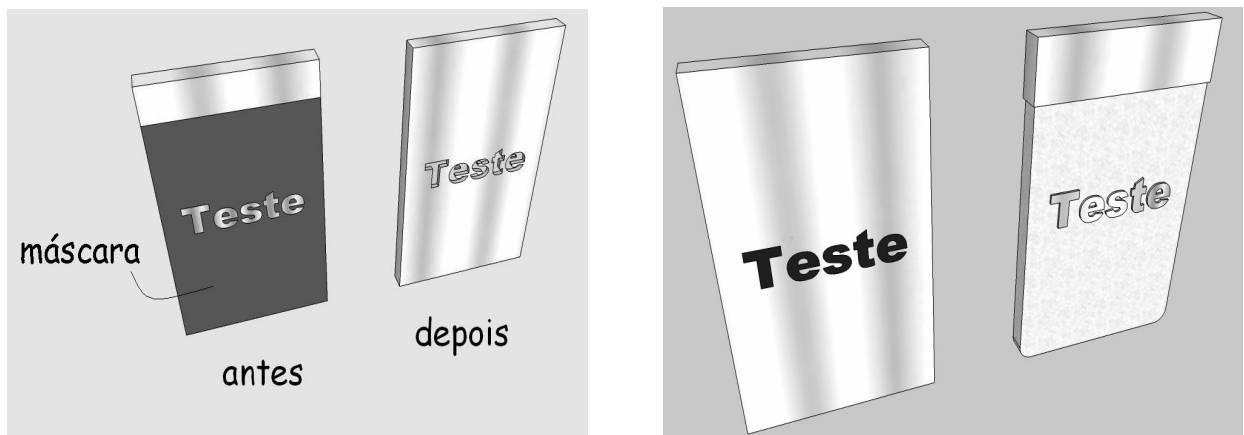


Figura 4.2

Este resumo é o conhecimento básico necessário para cortar e esculpir metais usando eletricidade. É um pedaço pequeno de uma vasta e complexa ciência chamada eletroquímica.

A voltagem

Não é necessário mais do que 5 volts para obter uma boa corrosão. Dependendo do metal a ser corroído, mesmo 3 volts já fazem um bom trabalho. Abaixo disso, podem surgir problemas, pois cada metal necessita um mínimo de tensão para começar a ir para o eletrólito na forma de íons. Acima de 5 volts, por outro lado, grande parte da energia é consumida na formação de gases (hidrogênio no catodo e oxigênio ou cloro no anodo) e na dissipação de calor. Não apenas isso é um desperdício de energia, como pode favorecer o descolamento da máscara, pelo aumento da temperatura e a excessiva formação de bolhas.

As [fontes de computador](#) têm uma saída de 5 volts capaz de fornecer dezenas de amperes, se prestando muito bem ao trabalho de eletrocorrosão. É particularmente útil adaptar um amperímetro de 10A na saída da fonte, para acompanhar as variações da corrente que percorre a cuba eletrolítica.

A corrente

Quanto maior for a corrente, mais rápida será a corrosão, portanto, é interessante trabalhar com correntes altas. Um valor razoável, de referência, seria de 1 ampère por centímetro quadrado. Evidentemente, para áreas maiores de corrosão, a corrente total pode chegar a valores acima da capacidade da fonte disponível, e o eletrólito deve ser diluído para reduzir a corrente pelo aumento da resistência.

Utilizando o valor de 1 A/cm² e a lei de Faraday dos equivalentes eletrolíticos, poderia se esperar uma velocidade de corrosão de:

- 12 mm/h para o alumínio
- 3,4 mm/h para o chumbo
- 1,33 mm/h para o cobre
- 7,2 mm/h para o estanho
- 1,9 mm/h para o ferro e o aço
- 3,8 mm/h para prata

Na prática, as taxas de corrosão são bem menores, pois parte da energia é usada na produção dos gases, mas a proporção entre as velocidades é aproximadamente a mesma, ou seja, para uma mesma corrente, o alumínio é corroído quase dez vezes mais rápido que o cobre..

Existem quatro maneiras de se aumentar a corrente: aumentando a tensão, aumentando a área dos eletrodos, reduzindo a distância entre eles ou reduzindo a resistência do eletrólito. Como já foi estabelecido que se deve trabalhar com a menor tensão possível, resta modificar a geometria dos eletrodos ou reduzir a resistência do eletrólito.

O metal a corroer

O **alumínio** é corroído rapidamente em solução de sal de cozinha. Neste caso forma-se um hidróxido gelatinoso que pode atrapalhar a eletrolise. Este problema é aliviado pela adição de um pouco ácido, como será discutido mais adiante. Em solução pura de ácido sulfúrico, entretanto, não ocorre a corrosão, mas a anodização do alumínio.

O **ferro e o aço** inoxidável também são prontamente corroídos em salmoura, mas este processo também sofre com a formação de hidróxidos insolúveis que formam uma lama escura. Também aqui a adição de algum ácido é benéfica, mas não essencial. A eletrolise feita em solução diluída de ácido sulfúrico resulta em um processo mais limpo, sem resíduos sólidos.

O **latão** pode apresentar diversos resultados dependendo da composição de sua liga mas, de modo geral, sua corrosão é lenta, independentemente do eletrólito usado.

A **prata** não apresenta boa corrosão em salmoura, pois forma uma camada isolante de cloreto de prata em sua superfície.

O "outro" eletrodo: o catodo

É importante que o catodo (o eletrodo ligado ao pólo negativo) seja grande e esteja próximo do anodo. Isso diminui a resistência elétrica do circuito e permite trabalhar com correntes maiores, resultando em corrosão mais rápida. A composição do catodo não é tão importante e ele pode ser escolhido entre a sucata disponível. Como sua espessura também não é importante, lâminas finas de alumínio ou mesmo papel alumínio podem ser usadas sem problemas.

O metal usado como cátodo dificilmente será atacado pelo eletrólito durante a eletrocorrosão, pois estará sob "proteção catódica". Entretanto, poderá sofrer uma corrosão natural se for deixado dentro do eletrólito quando não estiver fluindo corrente pela cuba.

Para uma corrosão pontual, podem ser usados cátodos em forma de agulha, com a ponta posicionada bem próxima ao ponto que deve ser corroído. Neste caso, o eletrólito deve ser um pouco menos condutor (mais diluído) para se obter melhores resultados.

Composição do eletrólito

O eletrólito mais barato e disponível é, sem dúvida, uma solução de **sal de cozinha**. Apesar de liberar o gás tóxico cloro durante a eletrocorrosão, uma boa ventilação será suficiente para pequenos trabalhos.

Um eletrólito feito com **sulfato de magnésio** (sais de epton, vendido em farmácias) não libera gases tóxicos mas apresenta resultados variáveis dependendo do metal a ser corroído. O alumínio, por exemplo, não se dissolverá nesta solução, e o aço necessitará de uma tensão maior do que 5 volts para apresentar uma corrosão lenta.

O eletrólito de **sulfato de cobre** também não libera gases tóxicos e pode ser usado para corrosão de latão ou cobre. Entretanto, esta solução tende a depositar cobre metálico sobre metais como alumínio ou ferro, mesmo sem o fluxo de corrente elétrica.

Mesmo as cubas que usam eletrólitos que não liberam cloro devem ser bem ventiladas, pois o hidrogênio é inflamável e a mistura hidrogênio+oxigênio é explosiva!

Na eletrocorrosão, é comum a formação de **hidróxidos sólidos** que podem ser problemáticos na medida em que dificultam a saída dos gases formados na reação. Na eletrólise do alumínio, por exemplo, a solução eventualmente pode se transformar em um gel pastoso. Já na eletrólise do ferro, do aço e do aço inoxidável, os sólidos formam uma lama pardacenta que chega a criar uma "espuma" na superfície do eletrólito. A adição de um ácido "caseiro", como o cítrico (suco de limão) ou acético (vinagre), ao eletrólito minimiza ou elimina este tipo de problema. O uso de **solução diluída de ácido sulfúrico** (cerca de 10%) como eletrólito não apenas evita os problemas da precipitação de sólidos como proporciona uma corrosão bem mais limpa para o ferro e o aço. Cabe ressaltar que o ácido sulfúrico por si só já ataca o ferro e o aço comum, e a eletricidade apenas acelera o processo.

A máscara

As superfícies da peça que não devam ser corroídas devem ser protegidas por um isolante elétrico, a máscara. Este isolante deve ser resistente à água e aderir bem ao metal.

Para grandes superfícies, podem ser usados filmes plásticos auto-adesivos ou filmes plásticos fixados nas bordas com fita isolante. A própria fita isolante serve para cobrir áreas menores.

Para desenhos, podem ser utilizados o esmalte de unha comum ou esmalte sintético aplicados com pincel fino. ou cera derretida, também aplicada com pincel.

As canetas com tinta indelével (para fazer transparências de retroprojeter ou marcar CDs) geralmente não produzem bons resultados, entretanto, os outros métodos para criação de máscaras para a confecção de circuitos impressos, podem ser utilizados.

Cortando uma chapa grande

Quando se precisa de um corte reto ou com uma curvatura suave em uma chapa grande, existe uma maneira mais simples do que encher um tanque com vários de litros de eletrólito.

Primeiro é feito o traçado da linha de corte sobre a chapa com um lápis macio. Depois é aplicada fita isolante dos dois lados do traço, deixando o metal traçado exposto e prendendo um filme plástico que cobre o resto da chapa, como indicado na figura 4.3.

Uma tira de papel de alumínio é cortada ou dobrada para acompanhar a linha de corte, e é ligada ao pólo negativo da fonte. Deve ser tomado cuidado para que não ocorram curto-circuitos entre o papel alumínio e a chapa. A borda do papel de alumínio deve ficar bem próxima (cerca de 1mm) do espaço entre as fitas isolantes, mas não deve tocar o metal da chapa. O pólo negativo é ligado à chapa e o eletrólito é pincelado constantemente sobre o traçado do corte (figs. 4.5 e 4.6).

O pincelamento constante é necessário para renovar o eletrólito e remover bolhas e os hidróxidos, melhorando o contato.

Apesar de ser possível obter um sulco bem profundo dessa maneira, ou mesmo o corte completo, se obtém melhores resultados se o procedimento for repetido do outro lado da chapa.

Para uma chapa de latão de 0,3mm, submetida a 5V, é preciso cerca de meia hora de pincelamento de cada lado para obter um enfraquecimento que permita o corte da chapa com alguns movimentos, conforme a figura 4.6

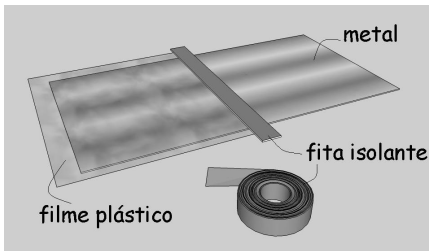


Figura 4.3

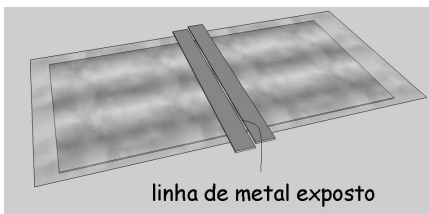


Figura 4.4

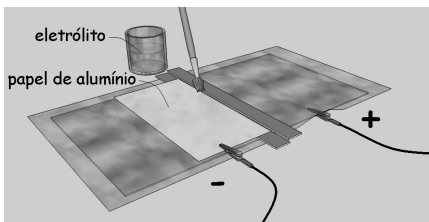


Figura 4.5

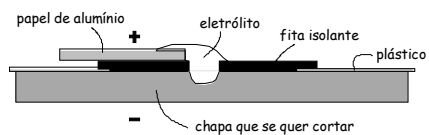


Figura 4.6

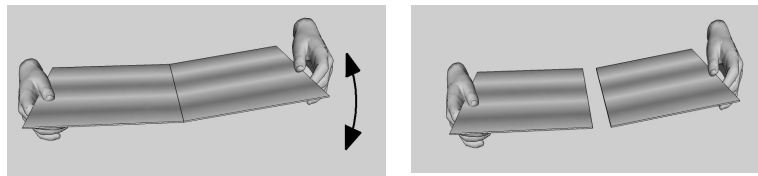


Figura 4.7

Cortando peças pequenas

A eletrocorrosão pode ser usada para recortar peças com formatos intrincados em chapas de metal relativamente finas. Para tanto, o desenho da peça a ser recortada é aplicado em uma das superfícies da chapa e a outra é completamente revestida de material isolante. É importante que o desenho exponha o metal apenas nas linhas de corte, poupando tempo e energia, como mostra a figura 4.8

A figura 4.9 mostra um tipo de problema que pode ocorrer quando o contato elétrico não é mantido em todas as partes da peça até o fim do trabalho. Para garantir este contato, pode ser usada uma chapa de metal extra, colocada atrás da chapa corroída, e que serve apenas para manter o contato elétrico (figura 4.10). Esta chapa não precisa ser do mesmo metal que a chapa corroída, mas deve ter, no mínimo, a mesma espessura. Outro método para garantir a corrosão homogênea das partes, é deixar linhas de ligação entre as "ilhas" isoladas pelo corte, como mostra a figura 4.11.

Uma outra maneira de se obter linhas finas para o corte é cobrir toda a superfície da peça com uma camada fina de cera e desenhar as linhas de corte usando uma ponta afiada que faça um sulco na cera, deixando exposto o metal (figura 4.12). As bordas e cantos afiados da chapa muitas vezes não se cobrem bem com cera, e é recomendável a aplicação prévia de um verniz nestas bordas ou um retoque cuidadoso com cera derretida.

No processo da camada de cera, é comum acontecer do eletrólito não molhar bem o fundo do corte, resultando em uma corrosão irregular. É preciso se certificar que o metal no fundo está bem exposto, e é boa prática pincelar eletrólito com um pouco de sabão sobre o corte antes de iniciar a eletrocorrosão, para garantir um contato mais homogêneo.

Sobre as ceras

A cera ideal para se fazer máscaras deve ser resistente e apresentar boa aderência ao metal. Caso se pretenda fazer desenhos com estilete, a cera também deve ser macia, para permitir um corte perfeito.

Uma mistura de pesos iguais de breu e cera de abelha costuma dar bons resultados. Curiosamente, esta fórmula é bem parecida com a cera de depilação vendida em farmácias.

Estes são os componentes geralmente usados nas misturas de ceras:

1) Breu (colofônia)- cristais amarelos translúcidos, vendidos em lojas de tintas e ferragens. Não é uma cera, é um produto resinoso obtido da destilação seca da madeira. É duro e quebradiço demais para ser utilizado puro. Quando usado na

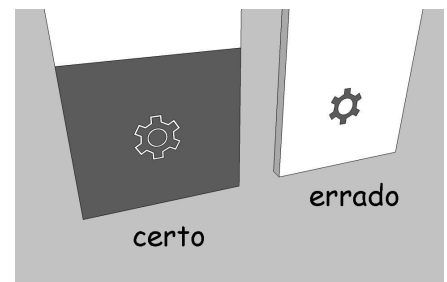


Figura 4.8

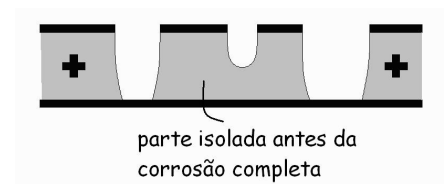


Figura 4.9

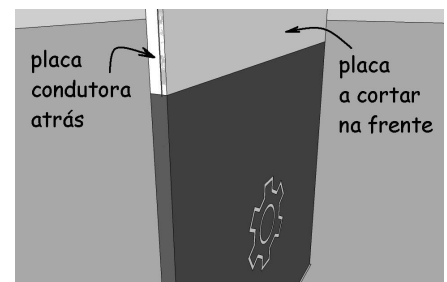


Figura 4.10

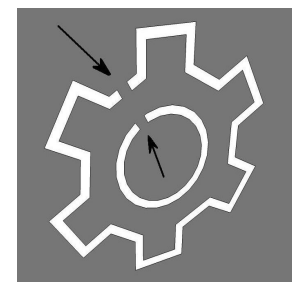


Figura 4.11

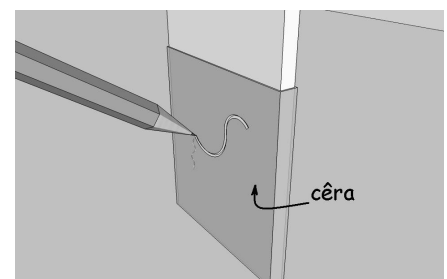


Figura 4.12

mistura de ceras, entretanto, aumenta muito a aderência destas ao metal, além de dar dureza à mistura. O breu também é chamado de colofônia. Não deve ser confundido com piche (asfalto), também chamado de breu em alguns locais;

2) Cera de abelhas - é macia e derrete em temperaturas relativamente baixas;

3) Cera de carnaúba - é a mais dura e nobre das ceras, dando resistência à mistura;

4) Parafina - é barata e amplamente disponível mas, quando pura, é quebradiça demais para ser usada como máscara de eletrocorrosão com recortes. Entretanto, pode ser usada pura para cobrir grandes áreas, como o verso de chapas que serão eletrocorroídas.

AVISO:

Este texto é uma leitura proporcionada por www.centelhas.com.br. Seu conteúdo, assim como todo o conteúdo do site, é propriedade intelectual do autor e não pode ser copiado ou modificado sem sua autorização. Não é autorizado o uso comercial deste trabalho. Entretanto, é permitido o download e a distribuição deste arquivo sem modificações para uso pessoal.

Nem o autor nem os administradores do site assumem qualquer responsabilidade sobre o uso das informações deste texto. Muitos precedimentos aqui descritos são potencialmente perigosos. A execução de qualquer destes procedimentos não deve ser tentada por quem não tem o conhecimento e a habilidade necessária. Este texto é um trabalho em desenvolvimento e pode conter erros e lacunas. Verifique no site a existência de versões mais atualizadas.