

CADERNOS DA  
**ASSISTÊNCIA TÉCNICA**



**ACESITA**

*ACESITA S.A. ASSOCIADA À ARCELOR*

**Caderno 08**

**Fevereiro/2005**

# DECAPAGEM E PASSIVAÇÃO DE AÇOS INOXIDÁVEIS.

**Héctor Mario Carbó**

**Assistência Técnica Acesita**

Sobre os conceitos de decapagem e de passivação de aços inoxidáveis e também sobre os métodos e procedimentos para praticá-los, existe um conjunto de opiniões e interpretações que nem sempre acabam coincidindo.

Para alguns, decapagem e passivação são a mesma coisa e para outros são duas operações diferentes. As diferenças existem principalmente no conceito sobre passivação. Publicações modernas que podem ser consultadas nos sites de diversos fabricantes mundiais e nos de diversas organizações que trabalham com aços inoxidáveis, mostram as diferentes opiniões.

Essas diferenças, que nem sempre são percebidas por muitos leitores podem, às vezes, ser importantes e ter conseqüências no desempenho do produto. Um exemplo é a repassivação dos aços inoxidáveis: um aço inoxidável, quando é danificada sua superfície, por exemplo por um arranhão, volta a formar o filme passivo de forma espontânea? Sempre? Se formado, o filme passivo é da mesma qualidade?

Se decapagem e passivação são diferentes, quando é que deve ser aplicada uma ou outra? O que podemos esperar de um aço inoxidável decapado? E de um passivado?

## **DECAPAGEM DOS AÇOS INOXIDÁVEIS.**

Entendemos por decapagem a um conjunto de processos, mecânicos e/ou químicos, praticados com o principal objetivo, porém não único, de eliminar óxidos na superfície dos materiais.

A decapagem mecânica normalmente é realizada quando há necessidade de eliminar camadas mais grosseiras de óxidos, muitas vezes chamadas de carepa, resultantes de tratamentos térmicos em fornos ou de operações industriais nos quais os materiais são submetidos a altas temperaturas. De um modo geral, são formas de decapagem que vão sempre acompanhadas por outros tratamentos de acabamento posterior, muitas vezes a decapagem química.

As formas mais praticadas de decapagem mecânica são o jateamento e o esmerilamento.

A decapagem química dos aços inoxidáveis (a decapagem electrolítica é considerada aqui como uma forma de decapagem química) é praticada com ácidos que são capazes de provocar um ataque uniforme (uma corrosão generalizada) na superfície do material, com o intuito de eliminar os óxidos aderidos à mesma. Um aço inoxidável pode ser decapado com ácidos redutores e são normalmente utilizadas misturas nítrico fluorídricas com esta finalidade. O ácido nítrico inibe, em parte, a ação fortemente redutora do ácido fluorídrico.

Em processos de decapagem industrial de fabricantes de aços inoxidáveis, as soluções nítrico fluorídricas são normalmente utilizadas para decapar os aços inoxidáveis austeníticos. Os aços inoxidáveis ferríticos tem uma decapagem

que finaliza com um banho de ácido nítrico, mas são previamente decapados com outros ácidos ou com decapagem eletrolítica.

O tempo, a concentração de ácidos e a temperatura são os fatores que controlam a decapagem química.

A eliminação de óxidos provocados em operações de soldagem é também feita por decapagem. O princípio desta decapagem é o mesmo da decapagem industrial de fabricantes de aços inoxidáveis, mas como os óxidos se concentram somente nas regiões soldadas e não em toda a superfície do material, muitas vezes são utilizados produtos decapantes na forma de gel ou pasta. Gel e pasta decapante não são tão eficientes quanto uma decapagem de imersão, mas muitas vezes cumprem com seus objetivos.

Seja qual for a decapagem química praticada, o objetivo da mesma supera o de simples eliminação de óxidos: a decapagem deve remover as inclusões de sulfeto de manganês presentes na superfície dos materiais e também deve eliminar a região descromizada que está sempre presente embaixo do óxido formado.

Considerando que os óxidos dos que estamos tratando se formam em altas temperaturas, eles são o resultado da combinação química entre os elementos de liga presentes nos aços inoxidáveis e o oxigênio do ar. Como o cromo tem pelo oxigênio uma afinidade maior que a que o ferro tem por este elemento, os óxidos formados são ricos em cromo, cromo este que se difunde do interior do material para a superfície para formar o óxido. A região embaixo do óxido tem, por isso, pouco cromo e é conhecida como região descromizada. Sendo o cromo o principal elemento na resistência à corrosão dos aços inoxidáveis é

óbvio que esta camada descromizada tem uma resistência inferior. A decapagem tem também o objetivo de remover esta camada.

As inclusões de sulfeto de manganês nos aços inoxidáveis não estabilizados são pontos preferenciais para o início da corrosão por pites. Os sulfetos são solúveis em meios ácidos e são removidos durante a decapagem. Isto faz com que um aço inoxidável decapado quimicamente tenha sempre uma resistência à corrosão superior a de um aço não decapado.

As decapagens mecânicas não conseguem estes objetivos. O jateamento somente pode eliminar óxidos e o esmerilamento, que pode também eliminar a região descromizada, cria uma nova superfície onde podemos ter novas inclusões de sulfeto de manganês. Por isso o correto é, depois de realizar uma decapagem mecânica, continuar com uma decapagem química.

Soluções preparadas apenas com ácido nítrico somente cumprem um papel decapante quando as camadas de óxidos formadas são pequenas e leves. De um modo geral as soluções nítricas não conseguem decapar os óxidos formados durante tratamentos térmicos ou durante a soldagem dos aços inoxidáveis.

## **PASSIVAÇÃO.**

Pelo que foi dito até agora, a decapagem é uma operação que reúne as seguintes características: se objetiva remover um óxido da superfície de um material, se utilizam substâncias redutoras (principalmente ácidas), o que é coerente com a necessidade de remover óxidos e existe sempre, além da eliminação do óxido, uma remoção de material (do próprio aço inoxidável no caso) que é dissolvido no banho de decapagem.

A resistência à corrosão dos aços inoxidáveis (como também a de muitos outros materiais) depende da formação de filmes passivos na superfície dos mesmos, filmes finos e aderentes com composição química semelhante a oxi-hidróxidos de cromo e ferro (ou óxidos hidratados de cromo e ferro). Estes óxidos são totalmente diferentes de aqueles que pretendemos eliminar nas operações de decapagem (óxidos mais grosseiros, provenientes em geral de tratamentos térmicos e de operações de soldagem). Aparece aqui uma diferença fundamental entre decapagem e passivação: necessitamos, na passivação, formar um óxido (e não eliminá-lo), usamos meios oxidantes para formar filmes passivos melhores e mais homogêneos (ácidos oxidantes, como o ácido nítrico, ou outras substâncias oxidantes e não redutoras) e, durante a passivação, não removemos material.

Filmes passivos nos aços inoxidáveis podem ser formados por ação de diferentes meios, pelo contato do material com seu meio ambiente (entendendo como meio ambiente não apenas a atmosfera, mas também o meio em que o material se encontra), pelo contato com a água e o ar e principalmente com a água (presente na umidade do ar e nas chuvas), pelo contato com água oxigenada (outro oxidante), pelo tratamento com soluções de ácido nítrico e também de ácidos menos oxidantes que o nítrico como por exemplo o ácido cítrico.

Será que os filmes formados em condições tão diferentes são iguais?

Não, obviamente são diferentes. A espessura e a homogeneidade do filme e o teor de cromo presente no oxi-hidróxido de ferro e cromo dependem do procedimento utilizado para realizar a passivação. Filmes obtidos por imersão

de aços inoxidáveis em soluções de ácido nítrico são mais ricos em cromo e quando são feitos ensaios de medição de resistência à corrosão mostram um potencial de pite mais nobre. Normalmente, uma exposição mais prolongada em solução de ácido nítrico (30 minutos, aproximadamente) melhora o filme e a resistência à corrosão dos aços inoxidáveis. O que não significa que os filmes formados com outros procedimentos não sejam adequados, já que dependendo da aplicação e do meio ambiente existente eles podem ser considerados como satisfatórios. Um exemplo, neste sentido, o temos nas diversas aplicações de aços inoxidáveis lixados ou polidos (interior de elevadores, utilidades domésticas, painéis da construção civil, escadas rolantes). Esses materiais não recebem um banho nítrico depois do lixamento ou polimento e o filme passivo (formado aqui com certeza pela interação com o meio ambiente) é um filme resistente nessas aplicações.

Estamos agora em melhores condições para responder a pergunta feita na primeira página deste trabalho sobre a regeneração do filme passivo num arranhão. O filme passivo se autoregenera ou não nesta situação?

A resposta é: depende. Em primeiro lugar nos interessa agora o poder oxidante do meio em que o material se encontra. Como já foi dito em um caderno anterior, o poder oxidante necessário para conseguir a passividade é maior que o necessário para mantê-la. Como destruimos com um arranhão a passividade que tínhamos conseguido, agora podemos estar em um meio ambiente que não tem o poder de voltar a formar o filme. E em segundo lugar, a irregularidade da superfície num arranhão não permitirá que se forme um filme com as mesmas características do que se forma em uma superfície com acabamento fino e homogêneo.

E a outra pergunta, colocada também no início deste trabalho, sobre o que esperar de um aço inoxidável decapado? Na decapagem de um aço inoxidável austenítico com soluções nítrico fluorídricas é difícil assegurar que quando se processa a decapagem, com o conseqüente ataque à superfície do material, ao mesmo tempo o material está sendo passivado, formando um óxido protetor na sua superfície. O que sim podemos afirmar é que a decapagem está limpando a superfície e deixando-a homogênea e sem inclusões superficiais de modo que o filme passivo que se formará no meio ambiente, depois da decapagem, será mais homogêneo e resistente.

### **DESCONTAMINAÇÃO.**

Banhos de ácido nítrico são também utilizados para eliminar contaminações de aço carbono nos aços inoxidáveis.

Os aços inoxidáveis podem ser contaminados pela utilização de equipamentos que trabalham tanto com aços inoxidáveis quanto com aços carbono, pela utilização nos lixamentos de abrasivos não adequados, pelo contato físico com aço carbono e até pela concentração de partículas de ferro no meio ambiente (galpões onde é feito esmerilamento de aço carbono, por exemplo).

### **SOLUÇÕES UTILIZADAS PARA DECAPAGEM, PASSIVAÇÃO E DESCONTAMINAÇÃO.**

Recomenda-se não realizar nunca uma decapagem ou um tratamento de passivação sem antes ter removido contaminantes orgânicos. As soluções ácidas utilizadas nestes tratamentos não removem óleos e graxas e são recomendadas limpezas específicas com solventes adequados para remover estes contaminantes antes de proceder a uma decapagem ou tratamento de passivação.



Soluções de ácido clorídrico não são recomendadas na **decapagem** de aços inoxidáveis porque este ácido ataca muito aos aços inoxidáveis com risco de corrosão localizada (corrosão por pites).

As soluções mais utilizadas são as nítrico fluorídricas, com concentrações entre 10 e 20% de ácido nítrico e 0,5 e 4% de ácido fluorídrico. A temperatura pode ser a ambiente, mas caso se aqueça não devem ser excedidos os 60 graus celsius. No banho anterior, o verdadeiro agente decapante é o ácido fluorídrico, e a concentração, temperatura e o tempo de decapagem devem ser ajustados em função das necessidades, do tipo de óxido que é necessário eliminar. Óxidos muito leves podem ser decapados com soluções de ácido nítrico, sem presença de fluorídrico.

Como procedimentos válidos para a **passivação**, podemos mencionar a utilização de uma solução 15 a 20% de ácido nítrico, temperatura entre 20 e 60 graus celsius e tempos de 10 a 40 minutos.

Soluções de ácido nítrico com concentrações semelhantes às anteriores e com adição de 2 a 5% de dicromato de potássio também podem ser utilizadas.

Algumas empresas, para evitar o problema das emissões de NOx, preferem utilizar o ácido cítrico, 4 a 10%, 20 minutos à temperatura ambiente. É um ácido menos oxidante que o nítrico.

Tratamentos de **descontaminação** são feitos normalmente com ácido nítrico em soluções semelhantes às utilizadas para passivação. Para saber se a superfície de um aço inoxidável está contaminada podem ser seguidos vários procedimentos sendo que o teste com uma solução que contém ferricianeto de potássio, ácido nítrico e água destilada é o mais utilizado.

Como os produtos utilizados são, muitas vezes, ácidos, cuidados especiais devem ser tomados neste tipo de trabalhos.

**Bibliografia que pode ser consultada:**

Handbook for the pickling and cleaning of stainless steel. Anders Bornmyr, Avesta Polarit Welding AB and Björn Holmberg, Avesta Polarit. 1995.

Pickling and passivating stainless steel. Roger Crookes, Sheffield (UK).  
Materials and applications series, Vol. 4. The European Stainless Steel Development Association. 2004.

Passivation treatment of stainless steel. Lena Wegrelius and Birgitta Sjöden. Outokumpo Stainless AB. 2004.