

C A D E R N O S D A 
ASSISTÊNCIA TÉCNICA



ACESITA

ACESITA S.A. ASSOCIADA À ARCELOR

Caderno 01

Junho/2004

Os **Cadernos da Assistência Técnica** são materiais técnicos para divulgação de informações sobre os produtos fabricados pela ACESITA.

No contexto dos negócios da ACESITA, entendemos a Assistência Técnica como:

- 1) Um serviço de pré e pós venda que forma parte do conceito de produto ampliado.
- 2) Um serviço que nos permite uma melhor relação comercial e técnica com nossos clientes.
- 3) Um serviço para solucionar problemas de produtos e processos.
- 4) Um vetor de desenvolvimento de mercado, de novas aplicações e de novos produtos.
- 5) Um instrumento de padronização de produtos.

Uma das tarefas em que a Assistência Técnica da ACESITA é mais solicitada é a de atender consultas técnicas, sendo abordados freqüentemente assuntos relacionados com as características dos materiais, a especificação dos produtos para certas utilizações e os processos industriais em que os mesmos são aplicados.

Começamos os **Cadernos** com este primeiro exemplar no qual são consideradas **40 perguntas e 40 respostas sobre aços inoxidáveis** que na opinião dos assistentes técnicos são feitas com muita freqüência . Seguiremos em próximos exemplares abordando temas de natureza técnica que, sabemos, interessam ao mercado.

Os **Cadernos da Assistência Técnica** são distribuídos por correio eletrônico para clientes e consumidores dos produtos da ACESITA. São feitos em duas versões, português e espanhol e são distribuídos

em toda América Latina. Gostaríamos de saber que quem os recebe os lê e os distribui para outras pessoas e outras empresas que possam estar interessadas nos temas. O envio por e-mail visa facilitar a divulgação dos mesmos.

São Paulo, 8 de junho de 2004

Amadeu das Dores Resende (Mercado Externo- América Latina y Europa)

Antônio Torres Junior (Aço Silício)

Eugênio Borges Ferreira (Linha Branca)

Everson Cremonese (Construção Civil e Arquitetura)

Héctor Mario Carbó (Coordenador)

João Paulo S. Porto (Utilidades Domésticas)

Júlio Cesar Di Cunto (Mercado Externo- NAFTA)

Renato Cosac Schmalz (Centros de Serviços e Pequenos Clientes)

Roberto Bamenga Guida (Indústria Automobilística/Usinas de Açúcar)

Rubens Takanohashi (Aço Silício)

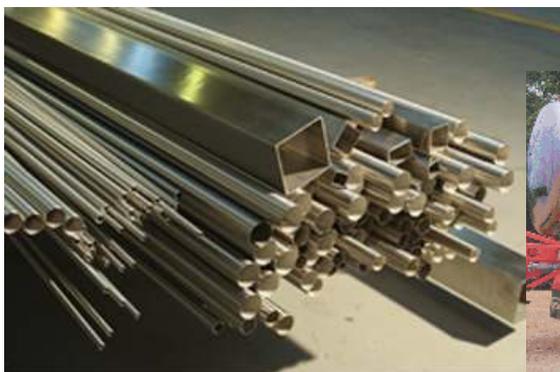
Sebastião C. D. de Moraes (Centros de Serviços e Pequenos Clientes)

Tatiana Botton (Tubos/Bens de Capital)

Tomaz de Aquino Viana Cabral (Mercado Externo- Ásia e Oriente Médio)

Valdir Luis Fodra Filho (Reprocessadores/Bens de Capital)

40 PERGUNTAS E 40 RESPOSTAS.



I. Aplicações Industriais (Bens de Capital, Tubos, Reprocessadores, Indústria Automobilística)

1) Qual a aplicação dos aços inoxidáveis na indústria automobilística?

A maior aplicação dos aços inoxidáveis nos automóveis é no sistema de exaustão dos gases de combustão provenientes do motor.

Além disto, são utilizados na fabricação de diversos componentes como limpadores de pára-brisa, antenas, frisos, capas de airbag, filtros de combustível, medidores de nível de óleo, juntas de vedação e tanques de combustível.

2) Quais são os componentes fabricados hoje em aço inoxidável no sistema de exaustão?

Hoje em dia, os aços inoxidáveis são utilizados em todo o sistema de exaustão dos gases de combustão. Outros materiais também são utilizados, mas a tendência mostrada pelo segmento automobilístico mostra uma substituição cada vez maior dos outros materiais por aços inoxidáveis, principalmente aços da série 4XX.

No sistema de exaustão encontramos o uso dos inoxidáveis em: coletor, tubo primário, catalisador, abafador, tubo intermediário, silencioso, tubo de saída e ponteira do escapamento.

3) Quais características precisam ter os aços inoxidáveis que são utilizados no sistema de exaustão?

O sistema de exaustão de automóveis pode ser dividido em duas partes: a parte quente, que trabalha com temperaturas superiores a 750°C e a parte fria, com temperaturas inferiores a 750°C.

Na parte quente se situam o coletor, o tubo primário e o catalisador. Nesta parte o material deve ser apto para resistir à oxidação cíclica, à fluência, à fadiga térmica e à fadiga termomecânica.

Na parte fria, onde temos o abafador, o tubo intermediário, o silencioso e o tubo de saída o material precisa ser resistente à ação corrosiva dos condensados e deve ter um bom comportamento frente à fadiga e também resistência à fadiga-corrosão.

4) Existe um tipo de aço inoxidável adequado para todas as partes do sistema de exaustão?

Tirando alguns poucos modelos de automóveis que fazem uso parcial de alguns aços da série 3XX, praticamente todos os aços inoxidáveis utilizados no sistema de exaustão são da série 4XX. Dos aços inoxidáveis da série 4XX, três deles são estabilizados com Titânio e/ou Nióbio, para melhorar a soldabilidade dos mesmos, o 409, 439 e 441. Um dos aços utilizados não é estabilizado, o 434, mas este não é submetido a operações de soldagem (é utilizado em peças recravadas).

O aço inoxidável 409, estabilizado com Ti é o mais simples deles e tem em sua composição 11%Cr. Os outros aços tem teores de Cr mais elevados resultando em uma melhor resistência à corrosão. No caso particular do inox 441, um teor mais elevado de Nb melhora a resistência à fluência em altas temperaturas. O 434, não estabilizado, contém também Mo para melhorar a resistência à corrosão.

Em um mesmo modelo de automóvel podemos encontrar todos estes aços da série 4XX no sistema de exaustão.

5) Qual é a função do catalisador ? De que forma os aços inoxidáveis contribuem para diminuir a contaminação ambiental?

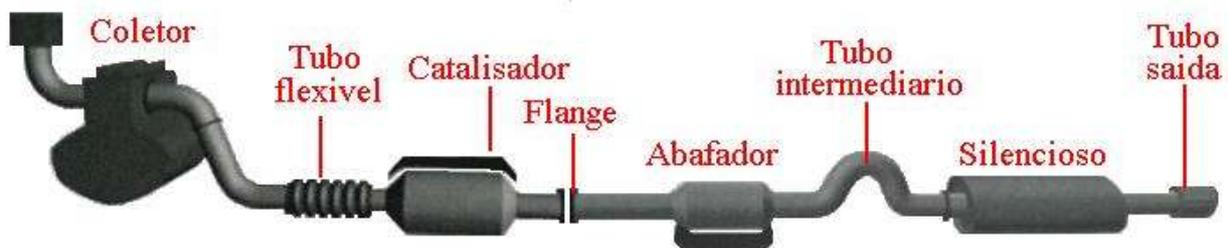
Os produtos de combustão dos automóveis contém gases nocivos (monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos não queimados) e a função do catalisador é transformá-los em gases inofensivos (dióxido de carbono, nitrogênio e vapor d'água).

Como eventuais produtos de corrosão dos componentes podem interferir na catálise, é necessário que os materiais de fabricação desses componentes sejam resistentes à corrosão. Esta é razão pela qual os aços inoxidáveis são escolhidos como os materiais adequados para o coletor, o tubo primário e o catalisador.

6) Qual é a função do silencioso ? Por que são utilizados aços inoxidáveis em sua fabricação?

A diminuição dos ruídos gerados na expulsão de gases pelo motor é conseguida com o abafador e silencioso. Como se trata de componentes situados em região de condensação de gases existe risco de corrosão devido a estes condensados. Os inoxidáveis ferríticos são utilizados nestas peças devido à sua boa resistência à corrosão.

SISTEMA DE EXAUSTÃO



7) Além da utilização no sistema de exaustão de veículos que outras utilizações são dadas aos aços inoxidáveis no segmento transporte ?

Os aços inoxidáveis são também utilizados na construção de composições do Metrô, em tanques para transporte rodoviário de produtos alimentícios e químicos, em vagões ferroviários e na parte estrutural de ônibus interurbanos.

No Metrô o material mais freqüente é o inox 301 (17%Cr-7%Ni), seja na condição recozido ou encruado (endurecido por laminação).

Em tanques para transporte rodoviário o tipo de aço inoxidável depende do produto a ser transportado, sendo muito utilizados os aços 304/304L e 316/316L. O primeiro é uma liga que contém 18%Cr e 8%Ni e o 316 é uma liga com 16% de Cr, 10% de Ni e 2% de Mo. Os tipos "L" (304L e 316L) tem teor máximo de carbono de 0,03% para melhorar a resistência à corrosão das regiões soldadas. Em vagões para transporte ferroviário de cargas abrasivas e na parte estrutural de ônibus é utilizado o aço inox 410D (com teor de 11%Cr).

8) O que é um aço inoxidável encruado?

É um aço endurecido por laminação à frio que não é submetido depois ao tradicional processo de recozimento. A dureza obtida está diretamente relacionada com o grau de redução de espessura praticado na laminação a frio e existem vários graus de encruamento: 1/8 duro, 1/4 duro, 1/2 duro, 3/4 duro, e totalmente duro. Quanto maior é a dureza, são também maiores os limites de resistência e escoamento, motivo pelo qual estes aços tem muita utilização em aplicações estruturais, como é o caso do Metrô.

O inoxidável mais utilizado na condição encruada é o 301. Com o aço inox 304 podem ser conseguidas as mesmas características mecânicas, mas o 301 é preferido porque o 304 necessita de reduções na laminação maiores que as necessárias no 301 para se conseguir as mesmas propriedades.

O aço inox 301 encruado é utilizado nas composições do Metrô, nos limpadores de pára-brisas dos automóveis, nas solas das botinas de segurança e

naquelas aplicações em que o material requer um elevado retorno elástico (efeito mola).

9) Quais vantagens apresenta o aço inox se comparando com aço aluminizado utilizado em escapamento?

Os aços inoxidáveis são ligas, onde as mais utilizadas no sistema de exaustão são as Fe-Cr estabilizadas com titânio e/ou nióbio. O aço carbono aluminizado é um aço comum com um revestimento de alumínio. Sempre que exista uma falha no revestimento (que pode ser provocado na própria utilização, como por exemplo um arranhão) o aço carbono ficará exposto ao meio. E o aço carbono não é um material com boa resistência à corrosão.

No escapamento, a maior parte dos componentes são submetidos a operações de solda. O aço carbono aluminizado perde seu revestimento nestas regiões.

10) Quais são as regiões do escapamento onde mais acontece corrosão?

Como já foi comentado em uma pergunta anterior, a corrosão acontece mais nas regiões de condensação, no tubo intermediário, no silencioso e no tubo de saída. Nessas partes, as regiões mais sensíveis são as regiões soldadas e partes com frestas.

A existência de frestas deve ser eliminada ou minimizada no próprio projeto do escapamento. As regiões soldadas devem ser sempre bem acabadas para minimizar os problemas de corrosão.

11) Podemos testar aços inoxidáveis em salt-spray (ou câmara de névoa salina)?

De um modo geral este não é um teste para aços inoxidáveis e sim para verificar a eficácia de revestimentos realizados em superfícies metálicas. Qualquer falha no revestimento ficará rapidamente evidenciada pelo aparecimento de óxidos e produtos de corrosão. Devido ao alto conteúdo de íons cloreto, este teste ataca

aos aços inoxidáveis e somente pode ser utilizado como um teste comparativo para saber que tipo de aço inoxidável é mais resistente ao meio empregado no teste.

12) Existe alguma relação entre o acabamento dos aços inoxidáveis e a resistência à corrosão?

Sim, essa relação existe e as diferenças de acabamento para o mesmo aço inoxidável podem levar a comportamentos diferentes em determinados meios agressivos. Em geral, quanto menos rugoso é o acabamento superficial, maior será a resistência à corrosão do material.

Os acabamentos que resultam de operações de lixamento tem menor resistência que os obtidos nos processos tradicionais de fabricação (laminação, recozimento e decapagem final).

13) O filme passivo é importante? Como se forma?

Sim, e esta diretamente relacionado à resistência à corrosão. Os aços inoxidáveis são ligas de ferro e cromo (e às vezes contém níquel, molibdênio e outros metais). Todos esses metais tem grande capacidade para reagir com o meio ambiente. Os aços inoxidáveis não reagem facilmente com o meio ambiente devido à habilidade que tem alguns desses elementos de liga (principalmente o cromo) para formar uma película aderente, fina e resistente de óxidos e hidróxidos sobre a superfície do material.

O filme passivo é um oxi-hidróxido de ferro e cromo que se forma espontaneamente em presença de água (da umidade do ar, por exemplo). Para os aços inoxidáveis existem diferentes filmes passivos. O filme depende do acabamento do material (superfícies mais ou menos rugosas) e também do meio que foi utilizado para formá-lo. Meios oxidantes, em geral, ajudam a formar e a preservar o filme passivo. Os filmes passivos formados nos aços inoxidáveis com a utilização de banhos nítricos são superiores, mais homogêneos e com oxi-hidróxidos mais ricos em cromo. Quase sempre o tratamento conhecido como apassivação consiste em um banho de ácido nítrico 15/20% de concentração onde

o material é colocado durante um certo tempo, normalmente não superior a 30 minutos.

14) Como fazer para reconhecer se um material é 304 ou 316?

A diferença fundamental entre esses dois aços é que o 316 contém molibdênio e o 304 não. Existem no mercado diversos produtos que são utilizados para uma rápida identificação da presença de molibdênio. Uma pequena área da superfície do material é previamente submetida a um rápido lixamento e depois são adicionadas 2 ou 3 gotas do reagente. As gotas são agitadas com uma vareta de plástico. Em poucos minutos, o reagente muda de amarelo para marrom se o material tem molibdênio. Se a gota permanecer amarela, o material não é um 316.

É importante observar que estes testes não são quantitativos. O reagente produz também uma cor marrom com teores de molibdênio menores que 2%, quantidade mínima aceitável para que o material seja considerado um 316.

15) Tanques de aço inoxidável para aquecimento de água em residências podem sofrer corrosão ?

Temos registrado vários casos, e em todos eles a corrosão não foi provocada pela água. Esses tanques levam, na parte externa, um revestimento isolante (lã de vidro, lã de rocha, poliuretano). Esses isolantes térmicos contêm normalmente elevados teores de cloreto, íons que em presença de umidade e na temperatura de trabalho dos tanques (aproximadamente 70° C) atacam ao aço inoxidável 304 provocando corrosão sob tensão. A recomendação é fazer os tanques com inox 304 e pintá-los externamente com pintura à base de epóxi. Outra forma de atacar o problema é utilizar aço inoxidável 444, imune a esta forma de corrosão.

16) Quando é feita uma soldagem, o óxido formado na região da solda deve ser eliminado?

Sim, o óxido formado é poroso e não protetor e embaixo dele existe uma região descromizada. Muitos meios, que não são agressivos para os aços

inoxidáveis conseguem atacar essas regiões, provocando corrosão. Os óxidos, podem ser eliminados com pasta ou gel decapante ou, quando são camadas muito grossas pode ser feito primeiro num esmerilamento e a seguir o tratamento com decapante.

17) Considerando os problemas de oxidação em altas temperaturas com perda de massa por descamação, qual é a máxima temperatura de utilização dos aços inoxidáveis da série 300?

Em contato com o ar os aços inoxidáveis 304 e 316 podem ser utilizados até temperaturas máximas de 920° C e o aço 310, que é um aço inoxidável refratário, nas mesmas condições, pode trabalhar até temperaturas de 1150° C. Em serviços intermitentes as temperaturas máximas de trabalho para estes aços são menores.

18) O aço 316 é sempre mais resistente à corrosão que o aço 304?

Nem sempre. Em muitos meios, realmente, o aço 316/316L tem uma resistência à corrosão superior à do 304/304L. Porém, em alguns ambientes oxidantes (como, por exemplo, em ácido nítrico), o aço 304L tem um comportamento melhor que o aço 316L.

19) Sendo o aço inoxidável 444 um aço da série 4XX pode ser mais resistente à corrosão que alguns aços da série 3XX?

Sim, em muitos meios, principalmente meios neutros ou ligeiramente ácidos que contém cloretos o inox 444 resiste melhor à corrosão por pites que o aço 304, e em alguns casos seu comportamento pode ser considerado equivalente ao do inoxidável 316.

20) Qual é a diferença entre o aço carbono e os aços inoxidáveis?

Os aços inoxidáveis diferem dos aços comuns principalmente por possuírem em sua composição química um mínimo de 10,5%Cr.

No segmento Indústria, os aços inoxidáveis utilizados tem teores de cromo freqüentemente mais elevados (aproximadamente 18% de Cr) e alguns tem ainda Ni, Mo e outros elementos de liga.

A presença de Cr é muito importante na formação de filmes passivos e na resistência à corrosão do material. O Ni contribui notavelmente na melhoria das propriedades mecânicas.

Quando comparados com o aço carbono, os aços inoxidáveis são, em geral, materiais muito mais resistentes à corrosão e com propriedades mecânicas superiores.

II. Linha Branca, Utilidades Domésticas e Construção Civil



1) Cubas e pias de aço inoxidável transpiram?

Pergunta relacionada com o fato de que às vezes verifica-se gotas de água na parte inferior das cubas das pias. Em uma análise preliminar, podemos supor que duas situações poderiam ocasionar tal fenômeno:

- a) Deficiência de vedação em algum ponto entre a cuba e a pia, permitindo escoamento da água utilizada para o lado inferior da cuba.
- b) O mais freqüente: condensação de umidade na superfície inferior da cuba. Se há presença de umidade no local, onde a pia está instalada, seja por vazamento de água, seja pela alta umidade relativa do ar, quando esse vapor d'água entra em contato com a cuba, sendo o metal sempre a superfície fria onde condensa a umidade, existirá condensação de água causando a sensação de que o material está transpirando. É possível encontrar, por este mesmo fato, vidros de janelas e azulejos igualmente "suados" em dias quentes e com alta umidade.

2) Qual é o melhor tipo de aço inoxidável para fabricar cubas para pias?

Dois tipos de aços inoxidáveis são utilizados na fabricação de cubas e pias: o inox 430 (que tem em sua liga 16% de Cr) e o inox 304 (mais rico em elementos de liga: 18% de Cr e 8% Ni).

Devido à sua maior resistência à corrosão atmosférica em cidades no litoral recomendamos o 304. Para cidades que ficam longe do mar, os dois tipos são adequados. Devido às melhores características para conformação, o 304 permite

fabricar cubas mais profundas. Não existe, entre o 304 e o 430, outra diferença significativa nesta aplicação em cidades que não ficam no litoral.

3) O aço inoxidável pega imã? Em caso da resposta ser afirmativa, isso nos permite concluir que o material é de qualidade inferior ?

Os aços inoxidáveis da série 400 (como o 430 por exemplo) são magnéticos, já os da série 300 (como o 304) não são.

De toda forma, nos aços da série 300, durante a conformação, existe uma transformação de fase que os torna parcialmente magnéticos. Isso pode ser evidenciado aproximando um imã a uma cuba de aço inoxidável 304. Encontraremos magnetismo nas regiões da cuba que sofreram maior deformação durante o processo de fabricação.

O fato de um material ser ou não magnético não tem uma relação direta com sua pior ou melhor qualidade.

4) Ao cozinhar certos alimentos (exemplo: macarrão, batatas, ...) colocamos na panela água e sal. Em panelas de aço inox a presença de sal pode atacar a superfície do material?

A resistência dos aços inoxidáveis é muito elevada em uma grande diversidade de meios. Normalmente, quando cozemos certos alimentos, mesmo que o teor de sal seja elevado, o tempo de cocção não é suficientemente alto como para que aconteça qualquer processo corrosivo. É recomendável, de toda forma, adicionar o sal somente quando a água já está em ebulição.

5) Considerando o aspecto saúde, há alguma vantagem na utilização de utensílios de aço inoxidável na cozinha?

Sim, há vantagens que são uma consequência natural dos seguintes fatores:

- a) A alta resistência à corrosão dos aços inoxidáveis;
- b) A baixíssima migração metálica existente (do utensílio de aço inox para o alimento)

- c) A baixa rugosidade que pode ser conseguida no acabamento da superfície de aço inoxidável, facilitando a limpeza e diminuindo a proliferação de bactérias.

Não é um fato casual que o aço inoxidável seja o material escolhido em praticamente toda a indústria alimentícia no Brasil e no mundo.

6) Quais são os aços inoxidáveis recomendados para fabricar lâminas de facas?

Os aços inoxidáveis martensíticos são os mais recomendados nesta aplicação. A Acesita fabrica 2 tipos de martensíticos: o inox 420 com 12%Cr e o ACE 498A com 13% de Cr e 0,5% de Mo. Os dois aços são temperáveis por tratamento térmico, o que permite aos fabricantes de facas obter lâminas muito duras e com boas características para o corte. O aço 420 é mais utilizado em facas de uso residencial. O maior teor de C presente no aço ACE 498A permite fabricar facas com lâminas ainda mais duras, normalmente utilizados para corte profissional em frigoríficos e açougues.

7) É possível fabricar facas com aços da série 3XX?

Sim, também são fabricadas facas com aços desta série e o mais utilizado dentre eles é o inoxidável 301 (com 17% de Cr e 7% de Ni). Como este aço não é temperável por tratamento térmico ele é fornecido em estado encruado (endurecido por laminação) para fabricantes de facas. A dureza conseguida no endurecimento por laminação é menor que a que resulta da tempera nos aços inoxidáveis martensíticos e por isso a capacidade de corte é inferior a das facas fabricadas com inoxidáveis martensíticos.

8) Podem aparecer óxidos na mesa de aço inoxidável do fogão?

Não. Às vezes, na região próxima aos queimadores aparece uma coloração amarela devido a óxidos formados a uma temperatura elevada que não devem aparecer se existir uma boa regulagem dos queimadores ou com uma distância

adequada entre os queimadores e a mesa de inox, o que deve ser previsto no projeto do fogão.

Em cidades, a beira mar, devido à agressividade da maresia, caso o fogão fique um tempo prolongado sem utilização o correto é cobrir o mesmo com um plástico.

9) O que deve ser feito para evitar o aparecimento de manchas na mesa de fogão de aço inoxidável?

Para evitar o aparecimento de manchas o procedimento correto é sempre lavar com esponja de náilon com água e sabão neutro após seu uso.

10) As esponjas de aço comum podem ser usadas na limpeza de utensílios de inox?

Não. Além de riscar a superfície dos utensílios de inox elas desprendem partículas de aço carbono que se incrustam na superfície do aço inoxidável e oxidam facilmente provocando óxidos popularmente conhecidos como ferrugem.

11) Que tipo de aço inoxidável é mais adequado para a fabricação de painéis na construção civil?

A maior parte dos painéis são fabricados com aço inoxidável 304. No entanto, em edifícios situados em cidades próximas ao mar (cloretos presentes na atmosfera) é recomendada a utilização do aço inoxidável 316.

Em se tratando de painéis internos, fora das regiões litorâneas pode-se utilizar o aço inox 430, material que exige limpeza mais freqüente devido a sua maior tendência ao manchamento.

12) Qual é a vida útil dos painéis de aço inoxidável?

Desde que seja escolhido o inoxidável adequado e se programe limpezas freqüentes para eliminar os depósitos provocados pelos sólidos em suspensão no ar, a vida dos painéis de aço inox será prolongada. Há exemplos de prédios com

fachada em aço inoxidável construídos há mais de 60 anos e que se encontram em perfeito estado de conservação.

13) As empresas que trabalham com revestimentos de fachadas com painéis de alumínio podem utilizar os mesmos sistemas de fixação utilizando painéis de aço inoxidável?

Sim, mas terão que levar em consideração que o peso do painel de inox é diferente do painel de alumínio e por isso poderá ser necessário um sistema de fixação mais reforçado.

14) Parafusos e rebite e, às vezes, soldagem são utilizados na fixação e união de painéis de aço inox. Existe algum outro meio eficiente para esta finalidade?

A colagem também pode ser utilizada. Existem no mercado colas confiáveis e eficientes para esta finalidade. Também existem fitas adesivas dupla face.

15) Como podemos fazer para limpar marcas de dedos nos revestimento de aço inoxidável dos elevadores?

A lavagem com água e sabão elimina essas marcas. Caso seja difícil fazer esta lavagem no interior de um elevador, pode ser utilizado um pano limpo molhado com álcool isopropílico.

Pode-se também atuar preventivamente aplicando vaselina líquida no revestimento de aço inoxidável do elevador (alguns aplicam uma mistura de vaselina e álcool).

Existem também no mercado produtos de limpeza em spray que são excelentes removedores de marcas de dedos e que conferem ao painel um aspecto brilhante e uniforme, dando uma proteção semelhante à alcançada pela vaselina líquida.

16) Devido aos problemas de dilatação térmica, como se deve proceder para calcular a distância mínima entre painéis de aço inoxidável?

Um exemplo pode ser a melhor forma de dar a resposta. Imaginemos painéis de inox 304 de 2500 mm de altura e 1300 mm de largura.

O coeficiente de dilatação para o inox 304 é: 0,0172 mm/m°C.

Suponhamos que o painel seja instalado com uma temperatura de 20° C e que chega, sob ação direta do sol a uma temperatura máxima de 90° C, ou seja, consideremos uma variação máxima de temperatura de 70° C.

Dilatação térmica (mm) = coef. de dilatação (mm/m°C) x comp. Inicial (m) x variação de temp (°C)

Dilatação longitudinal = 0,0172 x 2,5 x 70 = 3,01 mm

Dilatação transversal = 0,0172 x 1,3 x 70 = 1,56 mm

Logo, entre dois painéis a distância na vertical deve ser de um mínimo de 3,01 mm e a distância na horizontal de 1,56mm.

17) Em aplicações estruturais, na construção de prédios, podem ser utilizados aços da série 4XX?

Alguns dos inoxidáveis da série 4XX podem ser utilizados. É importante comentar que a temperaturas superiores a 400° C todos os materiais metálicos sofrem uma perda significativa em suas propriedades mecânicas. Neste sentido, os aços da série 4XX tem um comportamento semelhante ao aço comum.

Já os da série 3XX conservam melhor suas propriedades mecânicas em altas temperaturas. Por esse motivo, em aplicações estruturais em prédios, por motivos de segurança (em caso de incêndio), recomendamos os aços inox da série 3XX.

18) Que aços inoxidáveis podem ser utilizados na fabricação de corrimãos?

São utilizados tubos dos aços inox 304, 444 e 439. Para exteriores, os inoxidáveis 304 e 444 são recomendados. Para interiores, pode ser utilizado o inoxidável 439.

Em cidades à beira mar, os aços 316 e 444 são boas opções e para interiores os corrimãos devem ser feitos de 444 ou 304.

19) Nas utilizações nas construção civil, os aços inoxidáveis e o alumínio, em contato podem dar lugar à corrosão galvânica?

De um modo geral não, porque tanto os aços inox quanto o alumínio formam filmes passivos que se conservam em atmosferas não muito contaminadas. Em cidades no litoral, se um dos materiais for atacado perderá nesta região o filme passivo. Neste caso, poderá acontecer corrosão galvânica.

De toda forma, sempre recomendamos não utilizar materiais diferentes em contato na mesma obra.

20) Como pode acontecer a contaminação dos aços inoxidáveis?

O principal agente de contaminação dos aços inoxidáveis é o aço carbono (aço comum).

Pode ocorrer de várias formas:

- contato direto entre aço inox e aço carbono;
- utilização de equipamentos de corte ou de conformação que trabalham indistintamente com aço carbono e aço inoxidável;
- esmerilamento de aço carbono nas proximidades de aços inoxidáveis
- utilização de abrasivos não adequados para os aços inoxidáveis em operações de lixamento (ou mesmo quando adequados, não podem ser utilizados primeiro com aço carbono e em seguida com aço inox).

Um aço inoxidável com partículas de carbono incrustadas em sua superfície é um aço inoxidável contaminado e essas partículas começarão a corroer em presença do meio ambiente (o aço carbono não resiste à corrosão pela atmosfera).

Para detectar a contaminação pode ser feito um teste pulverizando na superfície do aço inoxidável uma solução preparada com 1000 ml de água destilada, 20 ml de ácido nítrico (65%) e 30g de ferrocianeto de potássio. Se existe contaminação se forma um produto de cor azul intensa (azul da prússia) que é o ferrocianeto férrico.

Caso um aço inoxidável tenha sido contaminado, a contaminação pode ser eliminada com pasta ou gel decapante ou, de preferência, o material deve ser deixado em contato com uma solução de ácido nítrico 15 a 20% durante 20 a 30 minutos. Depois, o material deve ser lavado com água em abundância.

Nota: as respostas às perguntas sobre sistema de escapamentos na indústria automobilística foram tiradas dos seguintes materiais internos da ACESITA:

- Aplicação de tubos de aço inoxidável no setor automotivo. Hélio José Batista Alves.
- Estudo dos mecanismos envolvidos em falhas por fadiga e fadiga-corrosão em aços inoxidáveis ferríticos estabilizados utilizados no sistema de exaustão de veículos. Ricardo Augusto Faria.