



NOTICIÁRIO DA GALVANOPLASTIA

proteção superficial

ANO 6 - JULHO AGOSTO Nº 24 CR\$ 20,00

**O FENOMENO DA
CORROSÃO
E SUAS FORMAS**

**CONTROLE DE
BANHOS DE
ANODIZAÇÃO**



NÓS GARANTIMOS

SERVIÇO
MINUTO
POR
MINUTO

O
TEMPO
É
OURO



Para o Sr. conseguir este objetivo, ou seja eliminar as perdas de tempo de serviço dentro de sua galvanoplastia, e conseguir produção minuto por minuto, o Sr. precisa usar processos de alta qualidade, e poder contar com uma assistência técnica altamente especializada, com pronto atendimento e eficiência.

Nossos processos e nossa assistência técnica preenchem todos estes requisitos, que o Sr. à partir deste momento poderá beneficiar-se por nosso intermédio, e passar a ter no seu acabamento, a garantia SCHERING AG, o ponto mais alto na galvanotécnica Mundial.

Tradição e qualidade
desde 1.951



A LINHA MAIS COMPLETA PARA GALVANOTÉCNICA

Ind. de Produtos Químicos YPIRANGA Ltda.

Rua Gama Lobo n.º 1453 (sede própria) - Fones: 274-1328 e 63-2257 - São Paulo

Distribuidor no Rio Grande do Sul:

União de Produtos Químicos S. A. - Rua Dona Margarida n.º 585 - Fones: 22-5457 - 42-3215 - Porto Alegre

SUMÁRIO

NOTICIÁRIO DA GALVANOPLASTIA E **proteção superficial**

Pág. 7 O fenômeno da corrosão e suas formas.

Por Alexandre Foldes.

Pág. 16 Clínicas e Acabamentos.

Pág. 23 Controles de banhos de Anodização.

Pág. 32 A Fragilidade dos metais pelo hidrogênio, em tratamentos superficiais.

Pág. 34 A ABTG em revista.

Pág. 36 Novidades e Produtos.

NOTICIÁRIO DA GALVANOPLASTIA E PROTEÇÃO SUPERFICIAL

Editores e Diretores: Peter Strausz e Solanger G. Strausz

Diretor responsável: Mario Ernesto Humberg

Diretora de redação: Solanger G. Strausz

Redatora-chefe: Julieta Perego

Tradutor: Rodolfo Szanto

Circulação: Sonia M. Nogueira

Chefe de Arte: Antonio Martins Filho (Tite)

Fotografia: Armand Tornow

Colaboradora: Sonia D'Angelo

Publicado pela **EDITORA STRAUZ LTDA.**

Rua Darzan, 241 - CEP 02034 - Tel.: 290-5915

Composição: FESAN EDITORA LTDA;

IMPRESSÃO: GRÁFICA EDITORA HAMBURG LTDA.

Distribuidora: Fernando Chinaglia S/A

Fotólitos: Estúdio Ribeiro S/A.

Registrada no DPF, Divisão de Censura Federal e

Diversões Públicas sob n.º 1297.

NOTICIÁRIO DE GALVANOPLASTIA E PROTEÇÃO SUPERFICIAL é enviado às indústrias do setor de galvanoplastia, recobrimento metálico de superfícies, seus fornecedores, clientes e elementos ligados ao setor de proteção de superfície.

proteção superficial





Instalações Completas

EQUIPAMENTOS E PRODUTOS QUÍMI- COS PARA GALVA- NOPLASTIA.

RETIFICADORES MANUAIS
E AUTOMÁTICOS
TAMBORES ROTATIVOS
EXAUSTORES-REOSTATOS
REVESTIMENTOS
DESENGRAXANTES-SAIS
ABRILHANTADORES

Fones: 278-5203 - 279-7321
S. Paulo: R. André de Leão, 283
Rio: R. Estrela, 41 - Tel.: 234-6444

P. Alegre: R. Comendador Azevedo, 151
Fone: 22-5516 • Curitiba: Rua Eng.ª
Rebouças, 1876 - Fone: 22-1330



Carboquímica S/A

Linha completa de
produtos químicos,
nacionais e
importados.

Pronta entrega.

Departamento de
Produtos para
Galvanoplastia
Av. Santa Marina, 381
62-3714 - 65-4475 - 262-8692

CARTA AO LEITOR

Nesta edição gostaríamos de prestar a nossa homenagem a uma pessoa, já falecida, ao qual reputamos a nossa mais alta estima, Dr. Alexandre Folds. Não somente nós, mas como todas as pessoas que tiveram ligação direta ou indireta com seu trabalho em prol a divulgação de tecnologias, quer em palestras ou em valiosas conferências no Brasil como no exterior. "Fenômeno da corrosão e suas formas", esta verdadeira bíblia dos problemas das soluções encontradas diariamente, em nosso exercício profissional. E sempre que possível publicaremos as obras espetaculares que ele nos deixou.

Prosseguindo o assunto sobre o alumínio estamos apresentando um artigo que certamente agradará a todos os técnicos do setor de anodização: "Controle de banhos de anodização", um artigo de leitura agradável e de conteúdo técnico referente, que auxiliará aos técnicos definir os melhores processos para controlar os seus banhos.

O leitor poderá encontrar nesta edição outros assuntos e artigos de real interesse para o galvanotécnico. E aguardem para a próxima edição a continuação do assunto sobre "Pintura".

Solanger G. Strausz

URGENTE

Os melhores banhos de ouro não são nossos...

São da Lea-Ronal, porém nós somos os representantes exclusivos para a América do Sul.

Os melhores processos de ouro.

DECORATIVO - Espessura e flash. Alto e baixo quilates.

INDÚSTRIA ELETRÔNICA - Semi-condutores, conectores e deposição seletiva.

Nós dizemos que são os melhores processos, porém você não precisa acreditar. Faça como outras já fizeram. Peça para provarmos.



TECNOREVEST
produtos químicos Ltda.

Rua Oneda, 574 - Fones: 452-4422 - 452-4743 - 452-4198
Cx. Postal: 557 - CEP: 09700 - São Bernardo do Campo, SP

Lea-Ronal, Inc.

SELECIONE COM QUEM ENTENDE DE REMOÇÃO DE METAIS, O SEU REMOVEDOR QUÍMICO

Metal base	Metal a remover	Produto	Remoção Microns/hora	Não ataca	Vantagens adicionais
AÇOS FERRO MAGNÉSIO	Níquel e/ou Cobre	ENSTRIP - S	a 60° C Níquel 40 Cobre 60	ferro, aço, cromo e magnésio	Econômico, adicionado ao cianeto de sódio, temperatura 23 até 60° C
		ENSTRIP - A	Níquel 12 a 50 Cobre 30 a 60		Pronto para uso. Simples imersão. Boa vida útil. Facilidade de controle.
		ENSTRIP - Q 516	Níquel 15 a 50 Cobre 30 a 60		Pronto para uso. Simples imersão. Ambiente e aquecido. Alto ponto de saturação.
		ENSTRIP - S 190	Níquel 15 a 25 Cobre 8 a 12		Isento de cianeto, simples imersão. Longa vida útil, alto ponto de saturação.
	Níquel	ENSTRIP - N 122	20 a 30		Isento de cianeto, pH estável. Opera em temperatura média. Longa vida útil, não sofre auto decomposição.
	Cobre	ENSTRIP - C	25 a 35		Níquel, aço
COBRE E LATÃO	Níquel	ENSTRIP - 165 S	150 microns/hora	cobre, ouro, prata, cromo, alpaca	Dissolve o níquel rapidamente, sem corrente elétrica. Alto ponto de saturação.
COBRE LATÃO NIQUEL OURO PRATA MONEL MAGNÉSIO FERRO AÇO INOXIDÁVEL	Estanho e Ligas Sn - Pb	ENSTRIP - TL	80 a 100	ouro, cobre, latão, níquel, prata, monel, magnésio, ferro, aço inoxidável	Alcalino, remove depósitos espessos. Longa vida útil. Simples imersão.
COBRE	Soldas de Sn e Ligas Sn - Pb	ENSTRIP - TL 105	150 microns/hora	níquel, ouro, vidro	Opera em temperatura ambiente. Ácido. Específico para circuitos impressos. Simples imersão.
PONTAS DE GANCHAS EM AÇO INOXIDÁVEL TITÂNIO ALUMÍNIO	Níquel Níquel Oxímico Cobre Cádmio Zinco Latão Ferro Estanho e Ligas	ENSTRIP - 92	38 microns p/ minuto	aço inoxidável, alumínio, titânio	Não contém cianeto. Isento de fumos. Velocidade de remoção e estabilidade. Simples imersão.
MONTAGENS DE AÇO E LATÃO OU DE AÇO E COBRE	Ligas	ENSTRIP - NP	a 70° C 18 a 25	aço, cobre, ligas de cobre, chumbo, estanho e ligas, cromo	Estável, isento de fumos. Isento de cianeto. Usado sobre conjuntos soldados de aço e latão.
NIQUEL	Prata	ENSTRIP - 108	Variável	níquel, aço	Não ataca a base de níquel. Simples imersão. Alcalino. Recomendado na indústria de discos.
FERRO NIQUEL COBRE	Ouro	ENSTRIP - AU 71	12 a 25	cobre, níquel	Estabilidade e vida útil. Recomendado para remoção sobre circuitos impressos. Simples imersão.
ZAMAK	Cromo Níquel Cobre	ENSTRIP - L 88	Variável	zamak	Ácido Eletrolítico. Remove sucessivamente os três depósitos. Econômico e estável.

Para o seu problema de remoção de metais, temos a solução.
Consulte nosso depto. técnico.



ORWEC QUÍMICA E METALURGIA S/A
ENTHONE - DEWEKA - KENVERT 3M
"TECNOLOGIA EM ACABAMENTO DE SUPERFÍCIES".

Matriz: R. General Gurjão, 326 - RIO
CEP 20000 - End. Telegr. INCINEX
Fone: (021) - 284-1022

Representante:
INCOMAPOL IND. COM. LT.
Av. Amazonas, 1124
PORTO ALEGRE (RS)

Filial: R. Uruguaiana, 115/119 - SP
CEP 03050 - Telex (011) - 23580
Fone: (011) - 292-5376

O FENOMENO DA CORROSÃO E SUAS FORMAS



Dr. Alexandre Foldes

É sabido há muito, que os metais podem submeter-se a alterações, nas quais perdem as suas características metálicas e na maioria dos casos um elemento se transforma num composto. Assim, por exemplo, o ferro pela influência da umidade e do ar se transforma em óxido e carbonato básico de ferro, conhecido como ferrugem. Também em água salgada e na presença de oxigênio, o ferro se transforma em ferrugem, neste caso pela corrente elétrica, servindo a água como condutor.

Estes fenômenos são as manifestações mais conhecidas da corrosão, enquanto as camadas de óxido de ferro, as quais variam de azul claro até quase preto, e que aparecem em caso de aquecimento, são compostos de diferentes óxidos de ferro e são conhecidos como fenômenos de oxidação. Os processos de oxidação não devem ser confundidos com os processos de corrosão, motivo pelo qual serão tratados em separado.

O processo de corrosão pode ser definido de diferentes maneiras, dependendo do ponto de vista do observador. É de conhecimento geral, que um grande número de pessoas das mais diferentes classes, tem um interesse potencial pela corrosão. Para mencionar alguns

exemplos, quero apontar os cientistas, engenheiros, arquitetos, economistas e autoridades da saúde pública. É muito natural que todas as pessoas que se interessam pelo processo da corrosão observem o mesmo fenômeno de diferentes ângulos.

Por este motivo, o processo da corrosão também está sendo definido de maneiras diferentes, das quais eu gostaria de dar alguns exemplos:

I — Cinética de reações químicas, envolvendo metais e elementos não metálicos.

II — Resultado de diferentes afinidades eletrônicas dos metais pelos elementos não metálicos.

III — Eletro-química de células em curto circuito.

IV — Destruição da estrutura cristalina.

V — Reversão do processo da produção do metal.

VI — Uma forma de termodinâmica química.

VII — Uma doença dos metais, que somos obrigados a combater.

Como resultado destas diferentes definições, podemos concluir que a corrosão é uma transformação química ou eletro-química, onde o metal passa da sua forma elementar para um composto.

Todavia, esta definição não explica em sua totalidade os diferentes fenômenos da corrosão.

Como um exemplo não incluído nesta definição, quero lembrar as soluções de dois metais, como a formação por exemplo de uma solução sólida de zinco derretido no ferro, no caso de paredes de recipientes na galvanização a fogo, onde ocorre uma dissolução parcial desta parede, mas este fenômeno não pode ser considerado como corrosão.

Na tentativa de encontrar uma definição mais generalizada, que inclua as mais diversas manifestações da corrosão, chegamos à seguinte definição:

Destruição dos metais ou ligas por alteração química, alteração eletro-química ou dissolução física.

Nesta definição estão excluídos processos mecânicos, os quais destroem o metal, como por exemplo o lixamento ou a transformação do metal sólido em pó. Esta destruição, exclusivamente mecânica, sem alteração química, está sendo considerada pela ciência moderna como processo de erosão.

O estudo dos procesos da corrosão, fez enormes progressos nos últimos 50 anos e muitos fenômenos, os quais pare-

ciam confusos e inexplicáveis, se apresentam, hoje, dentro de um esquema lógico e explicados até quantitativamente por leis matemáticas.

CORROSAO — FENÔMENO ELETROQUIMICO

A corrosão, como se teve oportunidade de ver anteriormente, é um fenômeno destrutivo de um metal ou liga, oriundo de reações químicas, fenômenos eletroquímicos e dissolução.

Em outras palavras, poderíamos dizer, também, que a corrosão de um metal é conjunto de fenômenos que ocorrem na interface entre esse metal e o meio com o qual ele está em contato, resultando, em consequência, formação de compostos ou soluções.

Na presença de eletrólitos, a corrosão constitui um fenômeno essencialmente eletro-químico e o seu mecanismo é exatamente igual ao de uma célula galvânica em circuito fechado. Como, de um modo geral, os casos de um modo geral, os casos comuns de corrosão envolvem eletrólitos, é indispensável ter-se certas noções de eletroquímica para compreender perfeitamente o seu mecanismo. Por esse motivo, passaremos a examinar certas noções fundamentais desse ramo da ciência.

A eletroquímica visa o estudo de reações químicas que produzem ou absorvem energia elétrica durante a sua realização. Essas reações são designadas reações eletroquímicas.

Em face de sua definição, as reações eletroquímicas podem ser classificadas em dois grupos, estreitamente ligados entre si, a saber:

- a) reações que durante a sua realização criam uma diferença de potencial, como é o caso das células ou pilhas galvânicas.
- b) reações que se realizam em virtude da existência de uma diferença de potencial, como é o caso das células eletrolíticas.

Os dois tipos de reações acima, em muitos casos são reversíveis uma da outra, como por exemplo, no caso do acumulador de chumbo. Durante o carregamento desse acumulador ocorre reação num sentido e durante o seu descarregamento (utilização) a reação se processa no sentido inverso.

Tendo em vista que as reações eletroquímicas envolvem fenômenos elétricos, é necessário que os reagentes sejam condutores elétricos. No estudo da corrosão, os condutores que realmente interessam são os metálicos e os eletrolíticos, uma vez que a corrosão se processa na interface desses dois condutores. Desse modo, ocuparemos do estudo dos fenômenos físico-químicos que ocorrem no contato de um metal com um eletrólito. Este contato metal-eletrólito é denominado **eletrodo** ou **meia célula**. A associação de duas meias-células dá origem a uma **célula** ou **pilha**.

O estudo da eletroquímica está intimamente ligado ao da termodinâmica e da cinética química, uma vez que as reações eletroquímicas constituem fenômenos nos quais há trocas entre a energia elétrica e a química.

CONDUTORES METALICOS E CONDUTORES ELETROLITICOS

Do ponto de vista que nos interessa pode-se classificar os condutores elétricos em dois tipos, a saber: a) metálicos e b) eletrolíticos ou iônicos.



Os condutores metálicos compreendem os metais, tanto no estado sólido como líquido, e alguns não metais como a grafite. Nesses condutores o fluxo de corrente elétrica é devido ao deslocamento de elétrons. Várias teorias procuram explicar o mecanismo desse deslocamento, sendo as mais difundidas a do gás de elétrons e a das bandas eletrônicas.

Os condutores eletrolíticos compreendem certas soluções de sais, ácidos e bases, bem como algumas substâncias, principalmente sais, no estado fundido. A transferência de carga elétrica, é neste caso, devida ao movimento de íons, tanto positivos (cátions), como negativos (ânions).

CELULA GALVANICAS E ELETROLITICAS

A reunião de dois eletrodos ou meias-células dá origem, como mencionei antes, a uma célula ou pilha. Dependendo do modo como são associados os dois eletrodos, teremos dois tipos de células, a saber, as **células galvânicas** e as **células eletrolíticas**.

As células galvânicas são constituídas por eletrodos que diferem entre si pelos metais ou pelos eletrólitos ou por ambos. A ligação entre os metais é feita por um condutor ou mesmo um resistor, porém, com a condição de que não exista no circuito nenhum gerador de corrente.

As células eletrolíticas são constituídas por eletrodos que não precisam necessariamente ser diferentes entre si, sendo que a única exigência é estarem os metais desses eletrodos em potenciais elétricos diferentes. Isto se consegue a custa de um gerador de corrente, cujos terminais são ligados aos eletrodos.

A diferença fundamental entre os dois tipos de células, reside no fato de que nas células galvânicas a diferença de poten-

cial entre os dois eletrodos é devida única e exclusivamente aos diferentes potenciais desses eletrodos e nas células eletrolíticas essa diferença é ditada por uma fonte de energia elétrica externa.

A maioria das reações de corrosão se dá por um mecanismo idêntico ao que ocorre numa célula galvânica. Contudo, é possível que ela possa ocorrer segundo as reações de uma célula eletrolítica como, por exemplo, em alguns casos de corrosão por correntes dispersas. No estudo da corrosão, é importante, por isso, o conhecimento dos fenômenos que tem lugar nessas células. Do ponto de vista corrosivo, o **anodo representa sempre o metal que sofre corrosão** e o catodo o metal que é protegido da corrosão a custa do outro.

Diz-se também, neste último caso, que o metal fica **protegido catodicamente**.

CÉLULAS DE CORROSAO

As células responsáveis pela corrosão são designadas genericamente pelo nome de **células de corrosão**. Os tipos de células de corrosão mais importantes são os seguintes:

- a) célula local;
- b) célula bi-metálica;
- c) célula de concentração;
- d) célula ativa-passiva;
- e) célula eletrolítica.

a) **Célula local** — Quando se coloca uma peça de ferro comum numa solução de ácido clorídico, observa-se que ele é atacado rapidamente em toda a sua superfície e de maneira completamente uniforme. No entanto, se acompanharmos esse ataque com um potente microscópio, verificaremos que a superfície do metal apresenta-se subdividida em um grande número de pequenas áreas anódicas e catódicas e que a dissociação do ferro ocorre nas áreas anódicas, enquanto nas áreas catódicas observa-se formação de bolhas de hidrogênio. Verifica-se, além disso que



essas áreas não são fixas, mas variam com o tempo, permitindo desse modo a corrosão uniforme do metal. A formação das áreas anódicas e catódicas na superfície de um metal é devida a uma série de fatores, a saber: inclusões no metal, tensões localizadas, diferença de orientação dos grãos, ausência de homogeneidade, imperfeições superficiais e variações de concentração do eletrólito. Ao conjunto de uma área anódica e outra catódica, vizinhas na superfície de um metal e que estão em contato com um eletrólito, dá-se o nome de **célula local**. Quando essas áreas só são discerníveis ao microscópio, teremos a chamada **micro-célula**.

b) **Célula bi-metálica** — Este tipo de célula de corrosão ocorre quando dois metais diferentes em contato, estão mergulhados num mesmo eletrólito, nesse caso o metal mais eletro-negativo se torna anódico e é o que sofre corrosão, enquanto o outro fica protegido catodicamente.

c) **Célula de concentração** — Esta célula é extremamente frequente nos processos de corrosão. Ela se forma numa superfície metálica simples devido às diferenças de concentração existentes no eletrólito com o qual está em contato. Por exemplo, um metal, mergulhado numa solução que contém os seus íons em concentrações variáveis de ponto para ponto, torna-se anódico nas regiões de baixa concentração e catódico nas de alta. A variação da con-

centração num eletrólito pode ser devida a diversos fatores. Um dos mais importantes é o movimento relativo do metal com relação ao eletrólito. Por exemplo, um disco de cobre girando em torno de um eixo dentro da água do mar. O metal próximo do eixo tem menor velocidade do que na periferia. Desse modo ocorre uma acumulação de íons metálicos na região vizinha ao eixo enquanto na periferia ocorre o contrário. Forma-se, assim, uma célula de concentração cujo anodo é a periferia do disco e o catodo é a região vizinha do eixo.

Um outro exemplo de célula de concentração é a chamada **célula de concentração de oxigênio**, ou **célula de aeração diferencial**.

Nessa célula a região catódica desenvolve-se nas áreas de alta concentração em oxigênio e a anódica nas de baixa. Um importante caso em que ocorre a formação desse tipo de célula é o da **corrosão em frestas**, devida ao contato de um metal com um outro material. Como nessas frestas a aeração é pequena, resulta uma baixa concentração de oxigênio no eletrólito que se encontra dentro das frestas e uma alta concentração no eletrólito que se encontra em contato com o metal fora das frestas.

d) **Célula ativa-passiva** — Este tipo de célula ocorre na superfície de metais que se apresentam com tendência à passivação, ou seja, formação de uma película fina e aderente, de óxido na superfície. É o caso, por exemplo, do alumínio, chumbo, aço inoxidável, entre outros. Nesses metais, o empobrecimento em oxigênio destrói a sua película protetora, tornando-os quimicamente mais ativos.

Assim, quando esse empobrecimento é confinado apenas a uma porção da sua superfície, resulta uma diferença de potencial entre a porção ativa, que se torna anódica, e a passiva, que se torna catódica. Uma cé-

lula ativa-passiva quase sempre está associada a uma célula de concentração de oxigênio.

e) **Célula eletrolítica** — Em certos casos é possível o aparecimento de gradientes de potencial, numa estrutura mergulhada num determinado eletrólito, devido à ação de agentes elétricos externos. É o que ocorre, por exemplo, nos casos de corrosão por correntes dispersas, em que a diferença de potencial entre duas porções de uma estrutura metálica enterrada é devida à existência de uma estrutura próxima, também enterrada, porém num potencial elétrico diferente. As células resultantes são de caráter eletrolítico, pois a corrosão ocorre à custa de energia elétrica externa.

A corrosão atmosférica é, como o próprio nome indica, a corrosão por agentes atmosféricos, de metais expostos ao ar. Como é sabido, o ar atmosférico não é constituído apenas de oxigênio e nitrogênio e sim de vários outros componentes gasosos e mesmo de partículas sólidas em suspensão. A composição do ar varia de uma região para outra e mesmo numa área bastante restrita como, por exemplo, a área ocupada por uma cidade, temos variações de composição locais devidas, principalmente, às diferentes atividades da comunidade.

No que se refere à corrosão, costuma-se classificar a atmosfera em três tipos, a saber:

- a) atmosfera rural;
- b) atmosfera marinha;
- c) atmosfera industrial.

A atmosfera rural é encontrada em áreas afastadas da orla marinha e nas quais inexistente qualquer tipo de atividade industrial. A atmosfera marinha é encontrada em áreas próximas do mar e caracteriza-se por apresentar quantidades apreciáveis de sais, principalmente NaCl. Finalmente, a atmosfera industrial

é encontrada em áreas de atividade industrial e contém quantidades apreciáveis de SO_2 , quantidades menores de H_2S , NH_3 e NO_2 e vários sais em suspensão. Dependendo da concentração industrial classifica-se, às vezes, a atmosfera industrial em atmosfera fortemente industrial e atmosfera semi-industrial, conforme a concentração de indústrias seja grande ou pequena, respectivamente.

Desses três tipos de atmosferas, a rural é a menos agressiva e a agressividade relativa das outras duas, depende do metal que se considera. Assim, por exemplo, o zinco é mais atacado em atmosfera industriais do que marinhas, ocorrendo o inverso com o ferro.

Um outro critério de classificação da atmosfera, no que se refere à sua agressividade e que completa a indicada anteriormente, baseia-se na umidade do ar, uma vez que a corrosão está, como veremos mais adiante, intimamente ligada à quantidade de vapor d'água existente na atmosfera. Segundo este critério, a atmosfera pode ser seca, semi-úmida, e úmida, a agressividade crescendo da primeira para a última.

A influência da temperatura sobre a corrosão atmosférica é também de grande importância, uma vez que ela acelera as reações responsáveis pela corrosão. De acordo com a temperatura, as atmosferas são classificadas em tropicais, temperadas e árticas.

No estudo de corrosão at-

mosférica deve-se distinguir ainda os casos de metais expostos ao ar livre daqueles que não o são. No primeiro caso, os metais sofrem muito mais intensamente a influência dos agentes do clima, visto que ficam diretamente expostos à ação da chuva, vento, variações de temperatura etc. Já no segundo caso é mais reduzida a influência desses agentes, podendo mesmo ser anulada, dependendo do tipo de proteção sob a qual se encontra o metal.

Em vista do exposto, quando do estudo da corrosão de um metal por uma determinada atmosfera, é de grande importância a especificação, para efeito de comparação, de:

- a) tipo de atmosfera (rural, marinha ou industrial);
- c) umidade da atmosfera (seca, semi-úmida ou úmida);
- c) temperatura da atmosfera (tropical, temperada ou ártica)
- d) maneira pela qual o metal é exposto (ao ar livre ou protegido).

Essa especificação é necessária, pois um mesmo metal ou liga comporta-se, ante a corrosão, de maneira diversa em atmosferas diferentes. Assim, por exemplo, o níquel é resistente à corrosão em atmosfera marinha, porém é sensível à corrosão pelo ácido sulfúrico das atmosferas industriais.

A corrosão atmosférica não é completamente uniforme, visto que, observam-se na superfície dos metais minúsculas regiões onde a corrosão é mais profunda. Trata-se dos chamados **alvéolos** ("pits") e o mecanismo de sua formação constitui o que se denomina **corrosão alveolar** ou **corrosão puntiforme**. A origem dos alvéolos é em geral devida às heterogeneidades existentes na superfície do metal ou às partículas sólidas em suspensão na atmosfera e que se depositam sobre o metal. Em ambos



os casos, formam-se células locais de corrosão fixas, de modo que a corrosão se processa de maneira bem localizada.

Fatores que determinam a corrosividade da atmosfera

Os fatores mais importantes que determinam a agressividade de uma atmosfera sobre os metais são os seguintes:

- a) umidade;
- b) partículas sólidas;
- c) gases contaminantes;
- d) temperatura.

a) **Umidade** — O componente mais importante do ar e sem o qual a corrosão praticamente não ocorreria e o vapor d'água. Em regiões áridas como, por exemplo, desertos, a corrosão dos metais é praticamente inexistente, caracterizando-se apenas por um simples embassamento das superfícies polidas. Do mesmo modo, em regiões frias onde a temperatura normalmente se mantém abaixo do ponto de congelamento da água, ela também inexistente, pois o gelo constitui um eletrólito extremamente fraco. Desse modo, a corrosão atmosférica é determinada pela quantidade de vapor d'água existente na atmosfera. Normalmente, a quantidade de vapor d'água na atmosfera é medida, em cada temperatura, pela **umidade relativa** que é a relação porcentual entre quantidade de vapor d'água existente na atmosfera e a quantidade máxima de vapor que a atmosfera pode conter nessa temperatura. Quando a umidade relativa é igual a 100% diz-se que o ar apresenta-se saturado em vapor d'água. Como a quantidade máxima de vapor d'água na atmosfera pode causar saturação e, além disso, promover a condensação da quantidade de vapor que fica em excesso. Esta condensação manifesta-se sobe diferentes formas, como por exemplo nuvens,

chuva, neve, orvalho, neblina, etc. Assim, a superfície de um metal exposto ao ar pode sempre estar em contato com a água, quer pela condensação direta devida ao abaixamento da temperatura, quer pela precipitação de chuva, neve ou neblina.

Numa atmosfera não contaminada, à temperatura constante, não se deveria teoricamente, ter corrosão apreciável para qualquer umidade relativa inferior a 100%. Na prática contudo, verifica-se que, em virtude das flutuações térmicas e da existência de partículas higroscópicas na atmosfera e no próprio metal, ocorre condensação de água nas superfícies metálicas mesmo quando a umidade relativa é inferior a 100%. Verificou-se experimentalmente que a corrosão dos metais somente se torna insignificante abaixo de um certo valor, denominado **umidade relativa crítica**. No caso do aço, cobre, níquel e zinco, o valor da umidade relativa crítica está compreendido entre 50 e 70%.

b) **Partículas sólidas** — As partículas sólidas em suspensão na atmosfera desempenham um importante papel na corrosão dos metais. Foi demonstrado experimentalmente que numa mesma atmosfera, a corrosão é mais intensa, quando existem partículas sólidas em suspensão do que quando elas não existem.

Em muitas atmosferas as partículas sólidas constituem o primeiro contaminante em peso. O ar das cidades contém

em média 2mg/m³ de partículas sólidas em suspensão, enquanto que numa atmosfera industrial este valor pode atingir até 100 mg/m³ ou mais. Estima-se que cerca de 40 toneladas de partículas sólidas depositam-se mensalmente, por quilômetro quadrado, numa região industrial. Numa atmosfera industrial as partículas em suspensão são, em geral, constituídas de carbono e compostos de carbono, óxidos metálicos H₂SO₄, NaCl, (NH)₂SO₄ e outros sais. As atmosferas marinhas contêm em suspensão, partículas de NaCl e, em menor quantidade, outros sais que, às vezes podem ser levadas vários quilômetros para o interior do continente quando os ventos predominantes sopram do mar para a terra.

As partículas em suspensão, de natureza higroscópica, quando se depositam numa superfície podem promover a condensação da umidade, dando assim origem a um eletrólito que, por sua vez, dá origem às células locais de corrosão. As partículas que não são higroscópicas quando se depositam na superfície metálica podem promover a formação de células de concentração como, por exemplo, as células de aeração diferencial.

Uma consequência importante da corrosão provocada pelas partículas sólidas em suspensão é que as superfícies inferiores dos metais são menos corroídas do que as superiores, pois nestas últimas a deposição dessas partículas é maior em virtude de fatores gravimétricos.

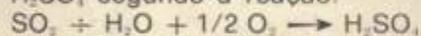
c) **Gases contaminantes** — Os gases do ar, outros que não o oxigênio e o nitrogênio, exercem um importante papel na corrosão atmosférica.

Numa atmosfera normal, isto é, atmosfera não contaminada, encontram-se os seguintes gases: argônio (0,94%), CO₂ (0,03%) e hidrogênio, neônio e hélio (0,01%). Desses gases, o argônio, neônio e hélio não tem



praticamente nenhuma influência sobre a corrosão em virtude de sua completa inércia química. O hidrogênio não chega a causar problemas, pois o seu teor é extremamente baixo. Finalmente o CO₂, apresentando-se na quantidade acima, na realidade diminui a corrosão, pois parece favorecer a formação de um filme mais protetor.

Numa atmosfera industrial, no entanto, encontram-se também, como se citou anteriormente, quantidades apreciáveis de SO₂, quantidades menores de H₂S, NH₃ e NO₂. O mais importante constituinte corrosivo das atmosferas industriais, origina-se predominantemente da combustão de óleos, gasolina e carvão. Esse gás, em presença de água e oxigênio dá origem a H₂SO₄ segundo a reação:



Desse modo, toda a água que se condensa sobre as superfícies metálicas em regiões industriais é na realidade uma solução diluída de H₂SO₄, e a corrosão é, conseqüentemente, mais acelerada.

Os demais gases tem as mais diversas origens e a sua ação corrosiva depende essencialmente do metal exposto.

d) **Temperatura** — Como é sabido, a cinética das reações químicas é afetada pela temperatura, sendo que, na maioria das vezes, a velocidade de uma reação é tanto maior quanto maior a temperatura. Desse modo, a temperatura da atmosfera desempenha um papel importante na corrosão dos metais, uma vez que o seu aumento acelera o desenvolvimento do ataque. Assim, uma atmosfera tropical é normalmente mais agressiva do que uma outra idêntica, porém temperada.

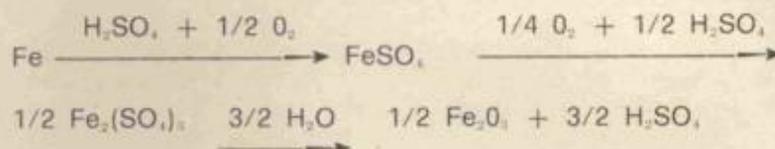
O aumento da temperatura, por outro lado, pode, às vezes, debelar a corrosão, pois a umidade relativa é diminuída, e a evaporação é facilitada. Desse modo, a superfície metálica se torna seca, deixando de sofrer corrosão. Isto, no entanto, so-

mente se verifica em regiões não muito úmidas.

O modo pelo qual a temperatura de uma atmosfera varia também influi na corrosão, pois abaixamento frequentes de temperatura, facilitam a condensação da água nas superfícies metálicas, favorecendo assim a corrosão.

Ação protetora dos produtos de corrosão

Os produtos de corrosão formados na superfície dos metais pela ação da atmosfera tendem a diminuir a velocidade da cor-



Verifica-se, pois, que o H₂SO₄, que contamina uma ferrugem desempenha o papel de catalisador positivo da corrosão, formando sempre mais ferrugem, a não ser que seja removido do produto formado. Esta remoção é geralmente efetuada pela chuva que lava as superfícies atacadas. Nos metais que não são expostos ao ar livre isto não ocorre, razão por que são mais corroídas do que os expostos.

A extensão da proteção oferecida pelos produtos de corrosão, depende do metal ou liga. Assim, por exemplo, no caso do aço comum o produto de corrosão formado pela ação da atmosfera é poroso e não aderente ao metal de modo que a corrosão processa-se normalmente com uma velocidade consideravelmente elevada até a sua destruição total. Já em aços com 0,2% de cobre, o produto de corrosão é mais compacto e aderente, de modo que a velocidade de sua corrosão pela atmosfera é bem menor. A adição de outros elementos de liga, como, por exemplo, níquel, diminui ainda mais essa velocidade.

Os metais ou ligas sujeitos à passivação, isto é, aqueles, em

cuja superfície forma-se uma película fina e aderente de óxido, como é o caso do alumínio e aços inoxidáveis, entre outros, são os que experimentarão maior proteção contra a corrosão atmosférica devido a formação de um produto de corrosão. O alumínio, por exemplo, é quimicamente mais reativo do que o ferro. Desse modo, quando exposto à ação da atmosfera sofre um ataque inicialmente extremamente rápido, porém, uma vez formada a película de óxido, a corrosão praticamente cessa. Apenas em certas atmosferas contaminadas, a sua corrosão pode se tornar problemática.

CORROSAO DE METAIS ENTERRADOS

Generalidades

A importância da corrosão dos metais enterrados deriva, principalmente da elevada quantidade de estruturas nessas condições, como é o caso dos oleodutos, aquedutos, gasodutos, cabos subterrâneos, trilhos, entre outros. A corrosão dessas estruturas exige constante manutenção e reposição de modo a constituir um fator econômico de considerável monta.

Da Elquimbra
Para Indústrias em
Geral

O negócio é não poluir,
mas . . . se não houver
jeito, fale conosco.
Elquimbra



Elquimbra

CIA. ELETROQUÍMICA DO BRASIL

VENTILAÇÃO INDUSTRIAL

Instalações e equipamentos para:

Controle de poluição do ar

Ventilação industrial

Aspiração e filtragem de pó e gases

Estufas e secadores industriais

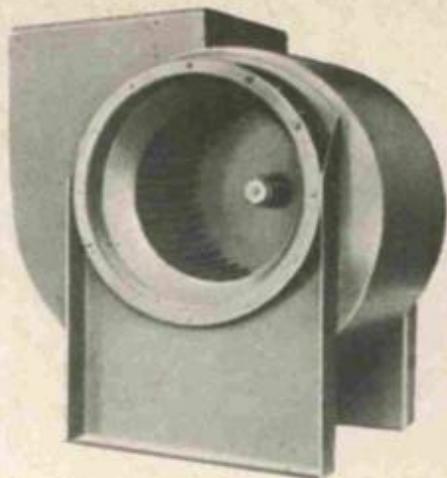
Cabines de pinturas

Decapagem e fosfatização

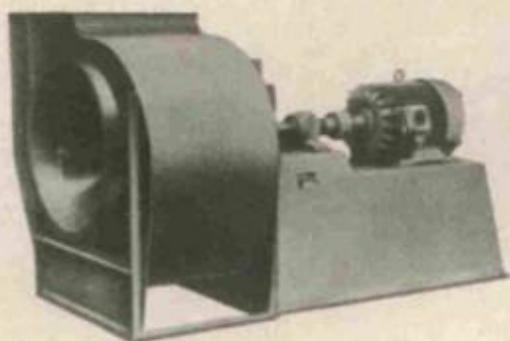
Eletrodeposição

Anodização

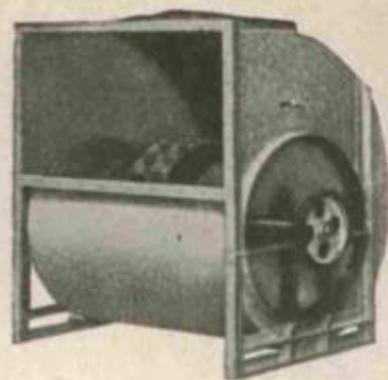
VENTILADORES CENTRIFUGOS



Ventilador
Tipo "Sirocco"

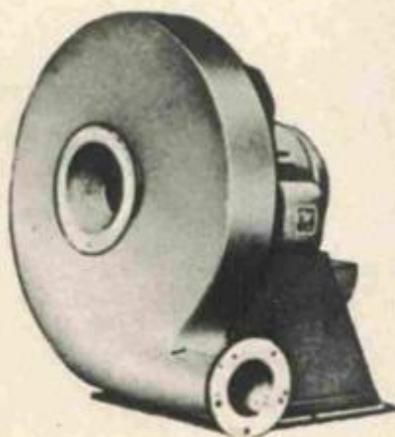


Ventilador centrifugo
rotor radial com
palhetas curvadas para trás

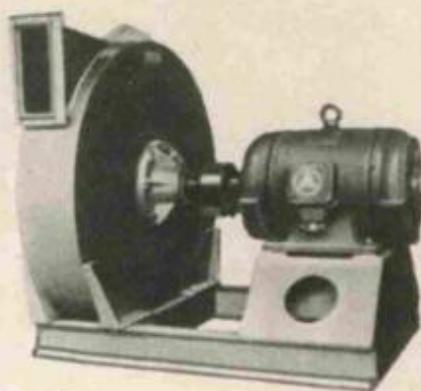


Ventilador centrifugo
rotor radial com
dupla entrada

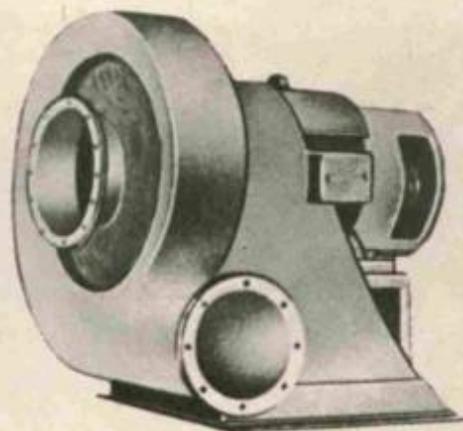
SOPRADORES CENTRIFUGOS



Soprador centrifugo
para maçaricos

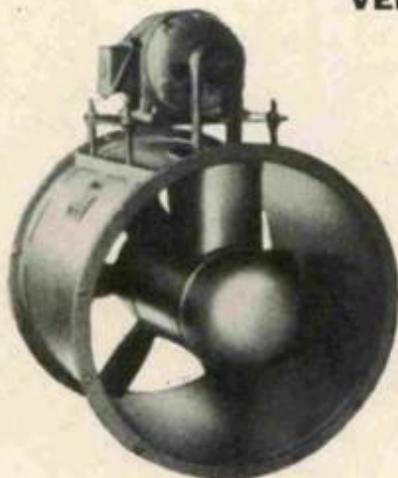


Soprador centrifugo
para alta pressão
com um ou vários estágios



Soprador centrifugo
para fornos "Cubilot"

VENTILADORES AXIAIS

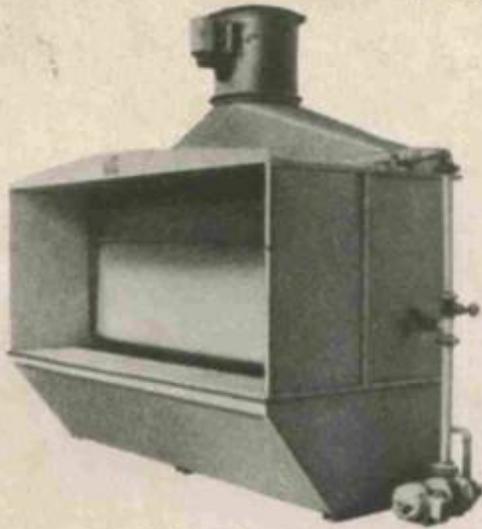


Ventilador tubo axial
com proteção do
sistema de acionamento

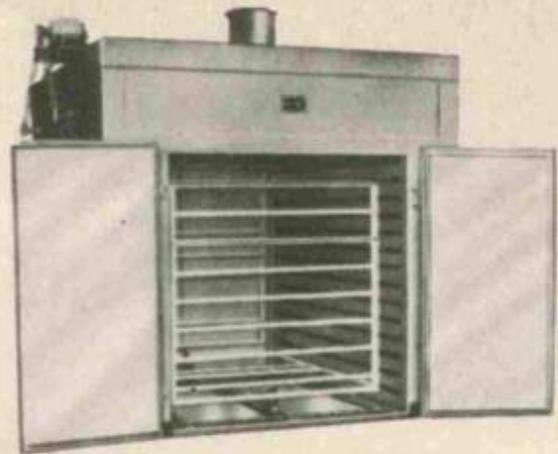


Ventilador tubo axial
com transmissão por
polias e correias

PINTURA E SECAGEM



Cabine de pintura
com cortina d'agua

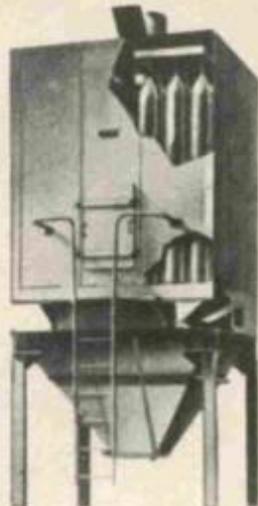


Estufas de secagem
tipo "Tunnel" ou especiais

SEPARAÇÃO E FILTRAGEM DE PO

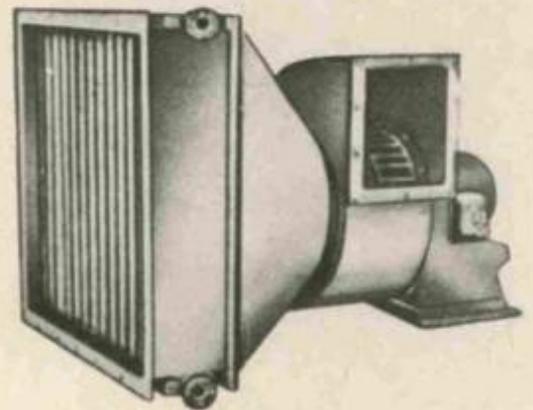


Ciclones e
Lavadores de gases



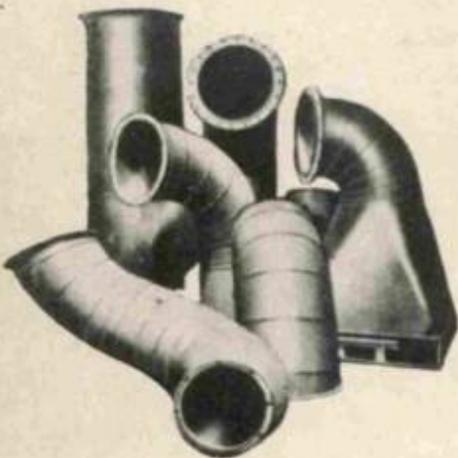
Filtros de mangas
simples ou automáticos

UNIDADE AEROTÉRMICA

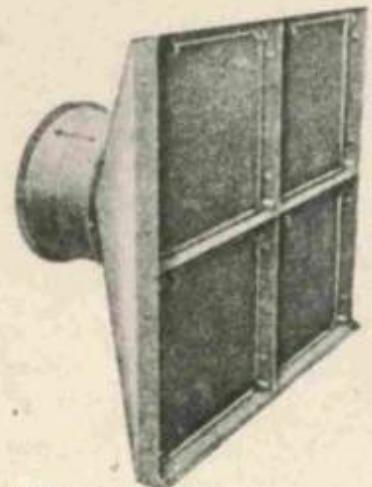
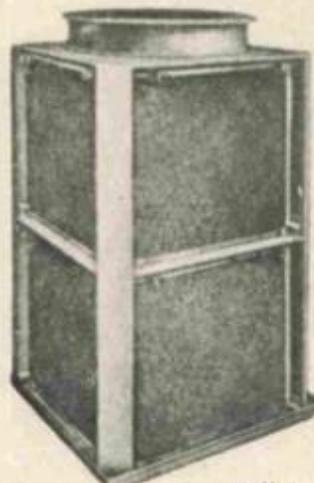


Unidades aerotérmicas
Radiadores de vapor

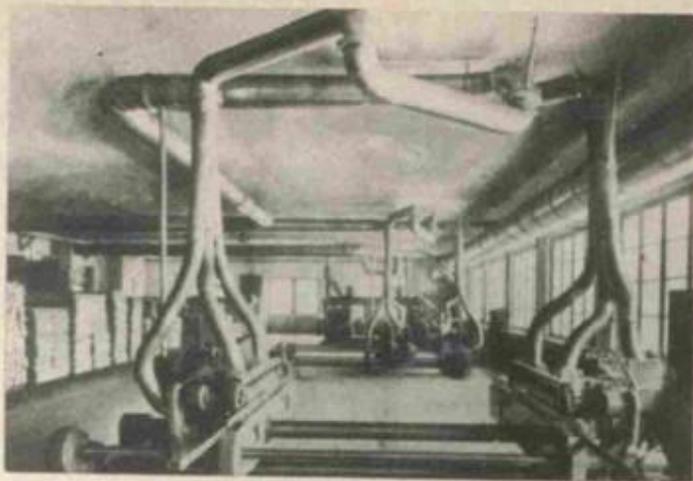
FUNILARIA INDUSTRIAL



FILTROS DE AR



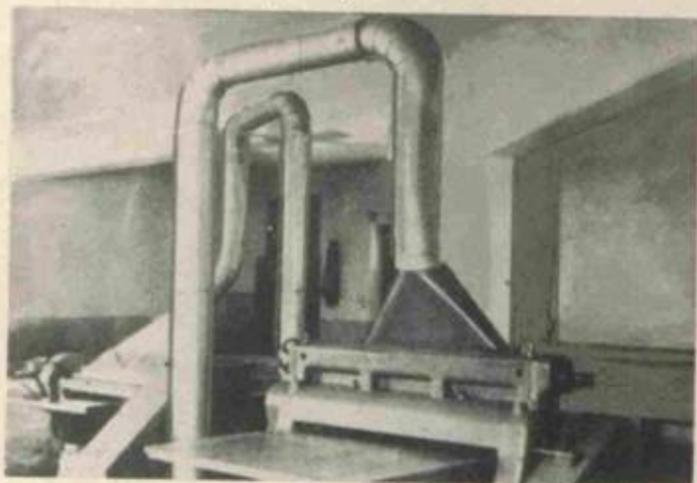
Filtros de ar viscoso
Filtros de ar com lâ de vidro
Filtros de ar com poliuretano exp.



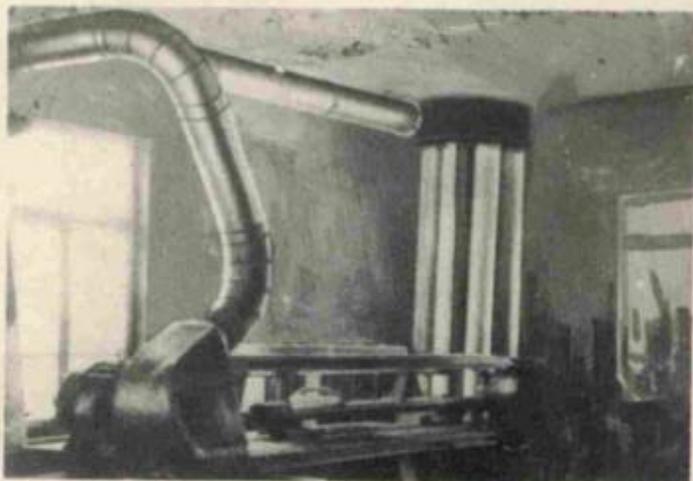
Sistema de aspiração de pó e cavacos de madeira numa esquadrejadeira de bordas



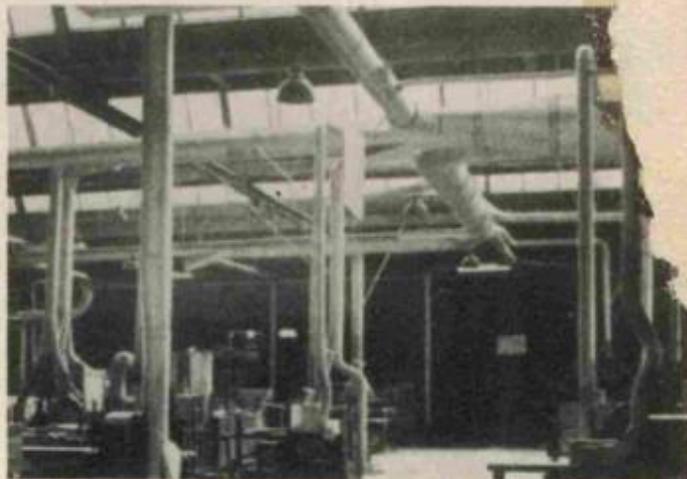
Ciclone para separação do pó e cavacos aspirados



Aspiração de cavacos numa desgrossadeira



Aspiração e filtragem de pó de madeira numa lixadeira



Sistema de aspiração com diversas máquinas conjugadas

Consulte-nos para maiores informações.



EQUIPAMENTOS E PROCESSOS MODERNOS DE ELETRODEPOSIÇÃO

CIA. ELETROQUÍMICA DO BRASIL

Rua Padre Adelino, 43 a 49 - Telefones: 292-1745 - 292-1806 - 292-5613
Caixa Postal 8800 - End. Telegr.: "Galvano" - São Paulo

Somente nos EE.UU. despende-se, anualmente, cerca de 600 milhões de dólares com a reposição de material destruído pela corrosão e com as medidas de sua prevenção, numa rede de dutos cujo comprimento atinge quase 1.000.000 de milhas. Deve-se levar em conta, ainda, o fato de que a danificação de algumas dessas estruturas pode ocasionar graves acidentes.

A corrosão dos metais enterrados depende principalmente da natureza do solo com o qual estão em contato. Assim, em certos solos, uma tubulação de ferro fundido pode durar até 50 anos, enquanto em outros não chega aos 20. Em certos casos a corrosão das estruturas enterradas é afetada por fatores acidentais, tais como, por exemplo, a existência nas suas proximidades de uma outra estrutura que se encontra em potencial elétrico diferente. Trata-se nesse caso, da chamada corrosão por correntes dispersas que abordaremos mais adiante num item especial.

A velocidade da corrosão dos metais pelos solos é normalmente mais elevada que pela atmosfera. A adição de certos elementos, como, por exemplo, cobre e níquel aos aços não tem praticamente nenhum efeito sobre a sua resistência à corrosão. Assim, os aços comuns, os aços com 0,2% de Cu e os aços de baixa liga são corroídos com aproximadamente, a mesma velocidade, em qualquer tipo de solo. A corrosão bi-metálica resultante do emprego de diferentes metais numa mesma estrutura enterrada é bastante acentuada.

Fatores que determinam a agressividade dos solos

Os principais fatores que determinam a agressividade de um solo são os seguintes:

- umidade
- aeração (porosidade)
- acidez total
- sais dissolvidos
- condutividade elétrica
- micro-organismos

CORROSAO DE METAIS IMERSOS

Generalidades

Os metais quando imersos em um determinado líquido, podem ser passíveis de sofrer forte corrosão, dependendo da natureza do líquido e do metal. Neste trabalho a-ter-nos-emos ao estudo da corrosão dos metais pelas águas encontradas na natureza e por aquelas tratadas para consumo domiciliar ou industrial.

No que se refere às águas encontradas na natureza, deve-se dividi-las em dois grandes grupos, a saber: a água do mar e a água doce (dos rios e dos lagos). A água do mar é consideravelmente mais agressiva do que a água doce, em virtude dos sais que apresenta em solução. Certas águas doces contaminadas, como, por exemplo, as águas dos rios que recebem detritos industriais, são, contudo, de todas as águas naturais, as mais agressivas.

Fatores que determinam a corrosão dos metais imersos em água

Os principais fatores que determinam a corrosão dos metais imersos em água são os seguintes:

- oxigênio dissolvido;
- constituintes químicos da água;
- pH;
- velocidade relativa do metal em relação à água;
- temperaturas;
- micro-organismos.



CORROSAO EM FRESTAS

Mecanismo da corrosão

A corrosão em frestas ("crevice corrosion") caracteriza-se por um ataque altamente localizado e ocorre nas frestas que resultam do contato de duas peças de materiais diferentes ou do mesmo material. Este tipo de corrosão somente ocorre em presença de um eletrólito que consegue penetrar nas frestas. Como nesses frestas a aeração é pequena, resulta, em consequência, uma diferente concentração de oxigênio no eletrólito que se encontra em contato com o material na parte externa.

A diferença de concentração em oxigênio desenvolve, na superfície da maioria dos metais e suas ligas, áreas catódicas e anódicas correspondente, respectivamente, às regiões de alta e baixa concentração em oxigênio. Criam-se, assim, as chamadas "células de concentração de oxigênio" que promovem uma corrosão acentuada de um metal que esteja em contato com a fresta.

A corrosão em frestas ocorre com uma série de metais e ligas em grande variedade de meios corrosivos. No entanto, os metais e ligas que apresentam tendência a passivação, ou seja, formação de uma película fina e aderente de óxido na superfície, são particularmente sensíveis a esse tipo de ataque. É o caso, por exemplo, do alumínio, chumbo, aço inoxidável, entre outros. Nestes metais, o empobrecimento de oxigênio destrói o seu filme protetor, tornando-se quimicamente mais ativos. Assim, quando esse empobrecimento é confinado apenas a uma porção da sua superfície, resulta uma diferença de potencial entre a porção que se tornou ativa e o restante da superfície, que continua passiva, dando origem à chamada "célula ativa-passiva". A ação dessa célula simultaneamente com a de concentração de oxi-

gênio reforça a intensidade de corrosão.

A corrosão em frestas nem sempre ocorre na região de contato. Há casos em que ela se dá na região imediatamente próxima ao contato dos materiais, porém fora das frestas.

É o que costuma ocorrer, às vezes, com o cobre e nas ligas ricas em cobre. Neste caso, ocorre uma acumulação de íons de cobre dentro da fresta e resulta uma célula de concentração de cobre, cuja ação é contrária a de uma célula de concentração de oxigênio. Quando a concentração de íons de cobre atinge um determinado nível, ela se torna mais ativa do que a de concentração de oxigênio e promove a corrosão na região citada.

Fatores dos quais depende a corrosão em frestas

A corrosão em frestas, de um metal ou liga, depende de uma série de fatores entre os quais podem ser citados os seguintes:

- a) natureza do material em contato;
- b) natureza do eletrólito;
- c) pH do eletrólito;
- d) espessura da fresta;
- e) tensão superficial do eletrólito;
- f) vulnerabilidade do metal ou liga em perder a passividade;
- g) extensão da área externa às frestas.

TIPOS DE CORROSÃO CONJUGADA A SOLICITAÇÃO MECÂNICA

Um metal no estado deformado (deformações elásticas ou plásticas) tem mais energia interna do que se nele atuassem tensões. Consequentemente, ele tende para um estado de energia mais baixo, portanto mais estável, o que poderá ocorrer, digamos, por conveniente tratamento térmico. Por outro lado, um metal sujeito à corrosão tem nível de energia menor. Exemplificando: aço,

quando exposto à corrosão atmosférica, transforma-se em óxidos (minério de ferro), que são mais estáveis e caracterizados por menor energia interna do que o próprio aço. O abaixamento do nível de energia interna, de um modo amplo e geral, não é nada mais do que a expressão da tendência natural e espontânea para o equilíbrio.

Esta é a lei da Natureza. Compreende-se, pois, que entre fenômenos de corrosão e tensões mecânicas devem existir correlações.

Nesta ordem de idéias, não interessa, em princípio, se a corrosão é essencialmente de ordem eletroquímica ou de natureza química, se as tensões decorrem da ação de cargas externas ou se elas são residuais.

Importante é ressaltar os seguintes fatos:

- A solicitação mecânica em si, pode causar corrosão ou acelerá-la, pela modificação do potencial eletrolítico de certos metais gerando células de corrosão. Tensões de tração são mais perniciosas do que tensões de compressão.
- Tensões de tração podem causar microfissuras em capas protetoras de certos metais (aço 18.8, ligas de Al etc.), comprometendo seriamente, a sua função de passivação.
- Por outro lado, em determinadas condições, tensões de compressão induzidas po-

dem diminuir a susceptibilidade à corrosão de metais sujeitos, concomitantemente, à corrosão e solicitações alternadas, aumentando a resistência à fadiga.

Enorme é a variedade de casos e de extrema complexidade são as condições em que a corrosão apresenta-se conjugada à solicitação mecânica. Obedecendo a certo princípio de ordem, costuma-se distinguir os seguintes casos típicos a serem estudados:

- CORROSÃO CONJUGADA A FADIGA.
(Corrosion fatigue, Korrosionsermudung)
- CORROSÃO CONJUGADA AO ATRITO.
(Fretting corrosion, Reibkorrosion)
- CORROSÃO CONJUGADA A CAVITAÇÃO.
(Kavitations-Korrosion)
- CORROSÃO CONJUGADA CAVITATION CORROSION, AO IMPACTO DE GOTAS.
(Impingement corrosion, Tropfenschlag-Korrosion)
- FRAGILIZAÇÃO DEVIDA AO HIDROGÊNIO.
(Hydrogen embrittlement, Wasserstoffversprodnung)
- CORROSÃO CONJUGADA A FORMAÇÃO DE SULFETO.
(Sulfid-corrosion, Sulfid-Korrosion)
- CORROSÃO CONJUGADA A TENSÃO.
(Stress corrosion, Spannungskorrosion)
- FISSURAÇÃO POR EFEITO DE TENSÕES E CORROSÃO CONJUGADAS.
(Cracking stress corrosion, Spannungsrisskorrosion).

Na apresentação e discussão destes tipos de corrosão, é necessário ter presente, preliminarmente, os seguintes fatos:

- os tipos de corrosão acima referidos não precisam apresentar-se isoladamente. Eles também podem estar associados a outros, que independem do concurso de tensões mecânicas.



C A P A

- comumente, o dano global vem a ser maior do que a soma dos danos decorrentes de cada uma das causas de corrosão. Não é aplicável o princípio da superposição.
- ainda não há uma teoria geral para cada um dos tipos de corrosão em estudo e, muito menos, uma teoria ampla que permita um tratamento quantitativo da corrosão e sollicitação mecânica conjugadas. Os resultados de cálculos baseados em considerações teóricas tem mais valor qualitativo do que quantitativo.
- os resultados de ensaios de laboratórios nem sempre permitem prever o comportamento dos metais quando expostos às condições de trabalho reais.
- a corrosão tem início na superfície metálica; comumente, a ruptura de peças de máquinas também nela se origina. Assim, impõe-se um

estudo mais detalhado das propriedades da superfície metálica.

Conclusões genéricas de ensaios de laboratório

O tipo de corrosão acima tratados é dos mais traiçoeiros, porque manifesta-se, sem que externamente possam ser notados sinais evidentes de corrosão, antes de ocorrer destruição total. Sendo imprevisíveis e frequentes os danos decorrentes deste tipo de corrosão. Muitíssimos e minuciosos ensaios foram feitos para verificar o comportamento dos mais variados metais, em diferentes estados, quando sujeitos à ação conjugada de sollicitação mecânica e meios agressivos, os mais diversos. A luz de riquíssima documentação experimental e de ensinamentos de metalurgia física e da física dos metais, ainda não foi possível a formulação de uma teoria, am-

pla e de geral significação para esclarecer o mecanismo dessa destruição.

Não obstante, o seguinte quadro geral pode ser apresentado:

- Até o presente, ainda não é possível uma previsão segura, se, e em que condições, metais são sensíveis a este tipo de corrosão.

Sabido é, unicamente, que certos metais quando sujeitos a determinados meios agressivos, comumente fracos, são sensíveis à corrosão conjugada à sollicitação mecânica.

Uma característica mesmo deste tipo de corrosão é a condição de serem fracos os meios agressivos, pois, se fossem concentrados, o ataque seria generalizado, e não seletivo.

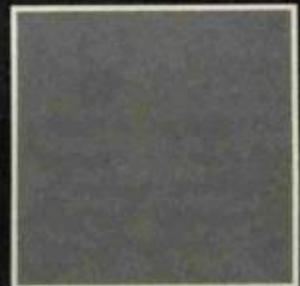
Trabalho preparado pelo Eng. Alexandre Foldes, já falecido, um dos fundadores da ARTG e que dedicou muitos anos ao tema da corrosão e às múltiplas técnicas de proteção. ●

PRODECOLOR

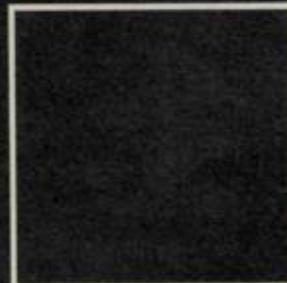
O NOVO PROCESSO
ESPECIAL DE ANODIZAÇÃO
A CORES



1001 - Bronze claro
1002 - Bronze médio
1003 - Bronze médio escuro
1004 - Bronze escuro
1005 - Preto



Garantia total pelos nossos testes de laboratório e aprovado pelo IPT



PROTEÇÃO E DECORAÇÃO DE METAIS

Rua Barão de Rezende, 300/20

Fone: (PBX) 273-5144 - Caixa Postal 4.337 - CEP 04210 - São Paulo

CLINICA DE ACABAMENTOS

Esta seção se dedica a responder, dentro do maior rigor técnico, qualquer consulta sobre galvanoplastia e proteção superficial. As cartas deverão ser enviadas à redação — Editora Strausz Ltda., Rua Darzan, 241, CEP 02034 — São Paulo, SP — que se compromete a manter sigilo sobre a empresa consultante, sempre que for solicitado. Qualquer colaboração no sentido do aprimoramento das respostas será bem recebida e publicada.

DOIS SOBRE LATAO

P. Vocês poderiam nos fornecer informação sobre uma solução não cianídrica para deposição de latão, sem problemas de descarga no esgoto. Onde podemos encontrar uma anilina na cor de latão.

R. Segundo nossos conhecimentos, não há soluções para a deposição de latão que não contenham cianeto. Inclusive contactamos duas outras pessoas com experiência nesse campo e sua opinião é a mesma.

Informações sobre anilinas para vernizes incolores podem ser obtidas em qualquer um dos fornecedores mencionados no CATALOGO do "Product Finishing".

P. Vocês poderiam fornecer uma formulação ou uma fonte de suprimento para deposição de latão em banho ácido.

R. Discutindo os princípios de deposição de ligas em "Eletrodeposição Moderna", Charles Faust destacou que numa solução contendo sais simples de zinco e cobre, não será possível aproximar suficientemente os potenciais de deposição de cobre e zinco, para permitir uma boa deposição de liga. Soluções cianídricas, por isso mesmo, são geralmente usadas para esse fim.

Em "Eletrodeposição de Ligas" Prática e Princípios, pu-

blicada em 1963, Brenner destaca que não há soluções de deposição de latão não cianídricas comercialmente práticas. Ele revisa os princípios e desempenho de muitos banhos não cianídricos detalhadamente.

Além disso, ainda em "Eletrodeposição Moderna", Geissman e Bennett discutindo a deposição do latão, destacam que enquanto numerosas pessoas alegaram uma deposição aceitável em várias soluções, somente a solução cianídrica parece oferecer praticabilidade comercial. Entretanto, eles realmente relacionaram um número de referências, alegando deposição bem sucedida a partir de banhos não cianídricos. Essa lista será encontrada nas páginas 522-527 da Terceira Edição

P. Nós estamos eletrodepositando folhas naturais e estamos tendo problemas. Vocês poderiam nos recomendar um bom processo, composição de banhos, etc.? P. T.

R. O procedimento para metalizar não-condutores pode ser bastante complicado e com compromissos. Em específico, as soluções usadas para metalizar devem ser cuidadosamente preparadas e usadas. É por isso que as privativas são grandemente recomendadas ao invés das "feitas em casa". É também muito importante fixar contatos adequados a fim de que a totalidade da área a ser depositada esteja recoberta com o depósito antes que a camada de metalização seja dissolvida pela solução de deposição.

Uma discussão completa de todos esses fatores necessitaria de muitas páginas. Estamos indicando um fornecedor de produtos o qual se localiza razoavelmente próximo a vocês e que está habilitado na formulação e aplicação de vários banhos de deposição química, que

podem ser usados no processo de metalização. Estamos certos de que eles irão ajudá-los na medida do possível, e sugiro que vocês entrem em contato com eles para solicitar sua assistência.

VERNIZ COLORIDO PARA CODIFICAÇÃO

P. Nós produzimos peças de aço zincado. As peças são coloridas para codificação e estamos usando atualmente um verniz a base de solvente de secagem a ar, por imersão e secando em centrífuga. Estou interessado em encontrar um processo químico econômico. A camada deve durar apenas por pouco tempo. Poderia nos ajudar? W. B.

R. Uma vez que vocês não descreveu os detalhes ou sequência da aplicação do revestimento atualmente usado em suas peças, parece-me que nenhum outro processo reduziria apreciavelmente suas despesas. Certamente uma conversão química e um processo de tingimento seriam mais dispendiosos, uma vez que envolveriam pré-limpeza. (Eu presumo que uma vez que vocês estejam usando um verniz baseado em solvente, nenhuma pré-limpeza seja utilizada).

É concebível que vocês possam aplicar com "Roller Coat" uma tinta diretamente sobre a tira durante a alimentação para as suas prensas e obtenham os mesmos resultados sem o trabalho de imersão e secagem. Entretanto deve-se tomar cuidado para assegurar que a tinta seja trocada cada vez que a cor na prensa seja trocada a fim de que a cor se iguale na peça a ser produzida. É inteiramente possível que este procedimento possa ser seguido, ou com o uso de seu verniz atual ou de um material ligeiramente modi-

A YPIRANGA SEMPRE NA FRENTE EM QUALIDADE



MOVILUX 300

ABRILHANTADOR INTERNO PARA ZINCO ALCALINO

- Para banhos rotativos e parados
- Alto rendimento
- Baixo, medio e alto cianeto
- Baixo custo
- Alta penetração
- Temp. de trabalho até 55°



Movilux é a grande novidade no mercado galvano

Schering



técnico
Mundial

GALVANOTECNICA

Ind. de Produtos Químicos YPIRANGA Ltda.

Rua Gama Lobo n.º 1453 (sede própria) - Fones: 274-1328 e 63-2257 - São Paulo

Distribuidor no Rio Grande do Sul:

União de Produtos Químicos S. A. - Rua Dona Margarida n.º 585 - Fones: 22-5457 - 42-3215 - Porto Alegre

ficado adquirido em seu fornecedor, ou em um dos fornecedores citados no CATALOGO DE "Product Finishing".

ABRILHANTAMENTO EM GRANDE VOLUME

P. Nós fazemos abrilhantamento em cerca de 45.000 kg. de latão por dia, numa solução de ácido sulfúrico crômico, mas temos que eliminar o ácido crômico. Nós usamos 4800 cestos de ferro para contar as peças e não postariamos de ter que mudar para aço inoxidável, em virtude do elevado custo. As fórmulas que tentamos não apresentaram tão bom desempenho quanto a imersão atual. O que podemos fazer? **R:**

Embora você não tenha fornecido as concentrações da imersão que está sendo usado, nós vamos assumi-lo como uma solução relativamente diluída. O uso do ácido crômico tem a vantagem de, não somente fornecer uma superfície lustrosa e limpa, mas também de deixar uma película resistente a manchas. Muitas outras imersões não fazem isso. As imersões baseadas em ácido nítrico com outros ácidos inorgânicos introduzem o problema de vapores de óxidos nítricos e são geralmente de concentração suficientemente mais alta, que as torna mais dispendiosas que a mistura crômico-sulfúrica.

Estou devolvendo as peças que você enviou. Elas foram processadas de maneira bastante superficial numa solução, feita sem muita precisão, de aproximadamente 20% de ácido sulfúrico com a adição de peróxido de hidrogênio. Após a imersão em ácido, elas foram processadas em um protetor contra manchas para auxiliar na resistência do acabamento, uma operação, numa solução como essa, irá requerer adições frequentes de peróxido de hidrogênio, para manter o cobre dissolvido em estado cúprico; ácido sulfúrico, para manter a acidez; e remoção periódica de porções do banho, para manter

o conteúdo de metal nos limites adequados. O cobre e o zinco dissolvidos poderiam ser recuperados através de um, dentre muitos métodos.

Infelizmente, vocês teriam que mudar para cestas de aço inoxidável, ou então revestir suas atuais cestas de ferro com de plastisol. O ferro se dissolveria na solução e interferiria na operação da solução.

PINTURA NÃO-ADERENTE

P. Nós rosqueamos chapas de magnésio, aplicamos uma decapagem de dois minutos em crômico, pulverizamos uma pintura de epoxy branco e cortamos para a forma final. Em cerca de 50% das peças, a pintura lasca nessa última fase de corte. Como podemos eliminar isso?

R. Uma vez que somente uma porcentagem das chapas que vocês processam se perde, o problema me parece mais de técnica do que de materiais.

Você não menciona nenhum estágio de pré-limpeza anterior à decapagem no crômico. Se você não tem uma pré-limpeza em sua linha, deverá acrescentar uma. A decapagem de crômico não é um limpador excepcional, portanto você pode estar tendo problemas com uma remoção incompleta de óleo das chapas; ou então, mesmo que o óleo seja removido pela decapagem, ele poderá flutuar na superfície da solução e se re-depositar sobre o revestimento, quando a chapa é retirada.

Se você acha que o problema ainda não é esse, procure pela contaminação de óleo após o tratamento químico e antes da pintura. Se é usado ar comprimido para secar as chapas, Verifique os métodos de maar, para assegurar a completa remoção do óleo. Verifique se na área onde as chapas são armazenadas durante o tempo entre as operações, não há óleo trazido de alguma máquina próxima, prensa hidráulica, etc verifique às linhas e filtros de

nuseio, para ter a certeza de que mãos ou luvas sujas de óleo mantenham-se distantes das superfícies. Se trapos são usados para limpar a superfície, antes da pintura, esteja certo de que aqueles panos não contém óleo. Outras possibilidades de contaminação lhe ocorrerão, indubitavelmente, quando você estiver revisando sua operação.

É possível também que a aderência da pintura ao magnésio tratado seja relativa. Se for esse o caso, o uso de um primer adequado, eliminará o problema.

É ainda possível que a chapa não esteja sendo segura da firmemente quando cortada, ou que haja muita folga na tesoura de corte, e portanto, a lâmina se deforma próxima ao estágio de corte. Se isto está ocorrendo, a aderência da pintura se quebra, causando as lascas.

ACABAMENTO PRETO SOBRE NIQUEL

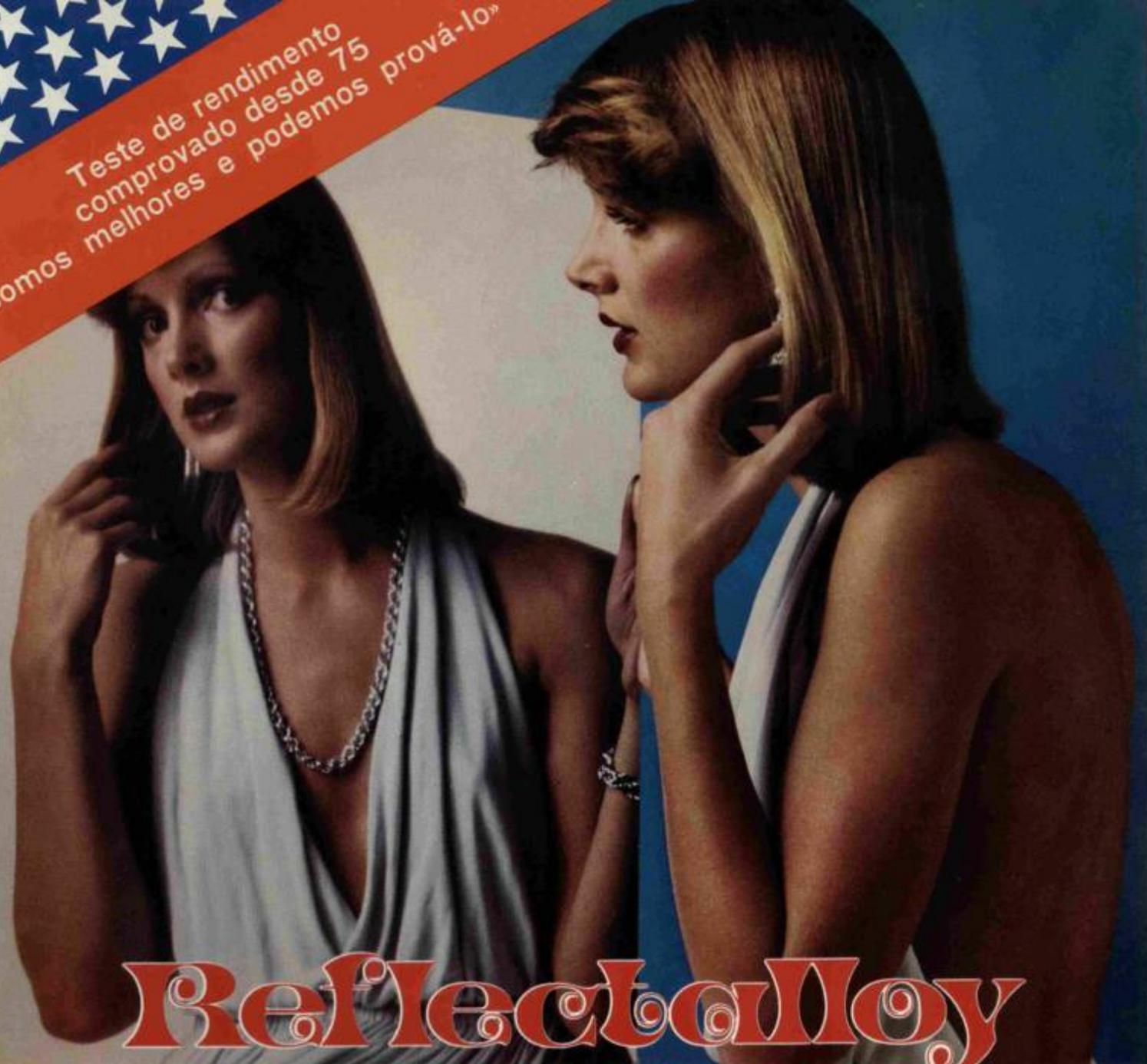
Pergunta: Usamos um molde de níquel eletroformado em um processo de moldagem com irradiação e precisamos de um acabamento preto para obter a absorvência de um "corpo preto". Existiria um acabamento preto prático, fino, com elevada condutividade térmica, adesão perfeita, firme e resistente à limpeza alcalina à quente?

Resposta: O melhor acabamento preto para esta finalidade seria um filme de óxido de níquel, produzido por aquecimento em ar quente à 840 a 1200 °C durante alguns minutos. Mas a Temperatura ambiente; pH de temperatura elevada pode produzir um empenamento no molde.

O processo descrito a seguir produzirá uma cor preta no níquel e sua viabilidade pode ser testada:

Tiocianato de potássio. 0,5 g/l
Acido sulfúrico 5 ml/l
Peróxido de hidrogênio (100 volumes) 25 ml/l
1,2, duração: 10 a 20 minutos

Teste de rendimento
comprovado desde 75
«somos melhores e podemos prová-lo»



Reflectalloy

**... O BRILHO DO NIQUEL
... A ECONOMIA DO FERRO**

Agora você pode ter as vantagens de um sistema, utilizando apenas um abrillantador e ao mesmo tempo gozando as economias usualmente associadas às ligas de Níquel-Ferro, é quando você começa a usar o REFLECTALLOY ROHCO... um NOVO processo de Níquel-Ferro NO BRASIL.

Com o REFLECTALLOY, você obterá brilho, ductibilidade e nivelamento superior a qualquer outro banho de Níquel-Ferro. Conversão? Fácil, e sem perda de tempo e de pro-

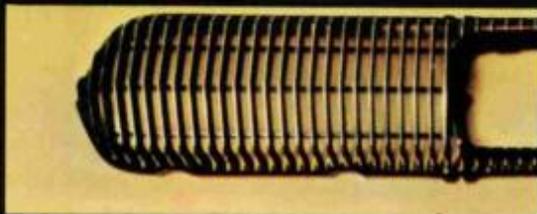
dução. E REFLECTALLOY pode lhe ajudar a reduzir o índice de rejeição de cromação, pela sua alta receptividade ao cromo. REFLECTALLOY com o teste de rendimento comprovado, garante a você seu desempenho em todas as suas especificações.

ROHCO BRASILEIRA INDL.
E COML. LTDA.
Al. dos Alcás, 1067 - 04086
S. Paulo - SP.
Telefones: 240-5214 e 93-3833

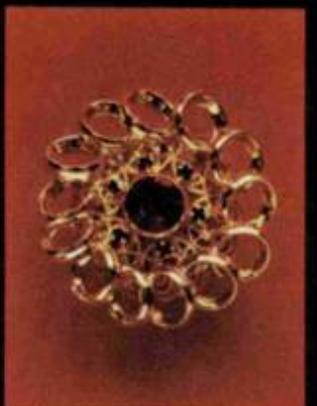


PROCESSOS COMPLETOS PARA CADMIO, COBRE ALCALINO, COBRE ACIDO, NIQUEL, NIQUEL-FERRO, ESTANHO, ZINCO ALCALINO E ZINCO ACIDO, PRODUTOS PARA PRÉ-TRATAMENTO E PÓS-TRATAMENTO.

A LINHA MAIS COMPLETA



Nosso departamento técnico está a disposição de Vv.Ss., para orientá-los na aplicação destes produtos como também para qualquer consulta referente ao ramo, pois a YPIRANGA dispõem de uma grande equipe altamente especializada com longos anos de experiência dentro da GALVANOTÉCNICA.



- Desengraxantes Químicos
- Desengraxantes Eletrolíticos
- Decapantes Ácidos
- Cobre Alcalino Brilhante
- Cobres Ácidos Brilhantes
- Niquel Brilhante de Alta Penetração
- Cromo Auto-Regulável — Decorativo
- Cromo Duro
- Cromação de Plásticos
- Zinco Alcalinos modernos



Ind. de Produtos Químicos YPIRANGA Ltda.

Rua Gama Lobo n.º 1453 (sede própria) - Fones: 274-1328 e 63-2257 - São Paulo

Distribuidor no Rio Grande do Sul:

União de Produtos Químicos S. A. - Rua Dona Margarida n.º 585 - Fones: 22-5457 - 42-3215 - Porto Alegre

PARA GALVANOTECNICA



SCHERING AG

Galvanotechnik Berlin

- Desengraxantes Químicos
- Desengraxantes Eletrolíticos
- Decapantes Ácidos
- Cobre Alcalino Brilhante
- Cobres Ácidos Brilhantes
- Níquel Brilhante de Alta Penetração
- Cromo Auto-Regulável — Decorativo
- Cromo Duro
- Cromação de Plásticos
- Zinco Alcalinos modernos

Tradição e qualidade
desde 1.951

O MUNDO DA ELETRODEPOSIÇÃO DE METAIS PRECIOSOS



Quando o acabamento final é metal precioso consulte a OXY.

A OXY tem o processo apropriado para cada tipo de aplicação. Entendendo-se por processo tudo o que é necessário à partir da preparação da superfície até a finalização da deposição de metais preciosos.

O sistema OXY compreende além dos banhos de prata, ouro, rodio, etc. também os condicionadores de superfície, banhos, de cobre, níquel, anodos, equipamentos e

instrumentos, complementando-se com a Assistência Técnica proporcionando um total atendimento.

OXY é a única em condições de proporcionar total cobertura no campo da galvanostegia em razão de, além de ser líder no campo da eletrodeposição de metais preciosos, lidera também na eletrodeposição de metais comuns e equipamentos.

A finalidade do Sistema OXY é assegurar aos nossos clientes TOTAL SATISFAÇÃO.



OXY METAL FINISHING BRASIL S/A

São Paulo - Rio de Janeiro - Porto Alegre - Curitiba - Recife
Av. Nações Unidas, 1454 - Fone: 247-8122
Bairro Industrial - Jurubatuba - SP

CONTROLE DE BANHOS DE ANODIZAÇÃO



Métodos analíticos, específicos para anodização, ataque e remoção de filmes e de outros banhos usados no acabamento do alumínio.

Por Dr. Raichur Satee*

Na anodização do alumínio há um contínuo desgaste dos ingredientes das soluções químicas, à medida que o metal é processado. Essa redução na concentração dos ions deve ser repostada, para se obter resultados satisfatórios.

Métodos de controle rápidos e seguros fazem a diferença entre sucesso e fracasso. Sob muitos aspectos o controle rigoroso é muito mais necessário do que nas operações de deposição comuns.

Deve ser ressaltado aqui, que uma precisão muito elevada, não é necessária. Métodos úteis podem ser estabelecidos por pessoas que tenham um conhecimento perfeito dos processos envolvidos.

Um bom método de controle deverá fornecer as informações necessárias em pouco tempo, e não deverá envolver titulações

monótonas, soluções de fácil decomposição que implicam em repetidas estandardizações, destilação, secagem em forno e assim por diante

Embora um ou todos os processos acima, nem sempre podem ser evitados, tais procedimentos podem ser realmente minimizados ou inteiramente eliminados pelo uso de procedimentos alternativos ou pela escolha de processos que não envolvem composições químicas que não possam ser analisadas fácil e rapidamente. Por exemplo, quando um banho de coloração está sendo preparado para produzir determinada cor, deve-se sempre tentar chegar ao final da composição usando-se não mais que duas anilinas separadas, a menos que seja absolutamente impossível a obtenção de uma cor específica, com menos de 3 cores. Isto depende de um pequeno conhecimento de química, mas de um bom conhecimento das várias anilinas disponíveis no mercado.

É fato que qualquer composição química, a qual não pode operar por longos períodos de tempo, sem ser minisiosamente controlada, não se constituiem processo industrial de sucesso, embora possa ser excelente ao nível de alboratório. Essa é a razão pela qual os processos de

polimento do alumínio, que utilizam materias facilmente esgotáveis, não tem sido aceitos pela indústria Americana, mesmo quando, tais processos são bem menos dispendiosos, que aqueles que usam ácido fosfórico. As recomendações que se seguem são dadas para o uso de técnicos de laboratório e químicos que trabalham neste campo. Deve ser lembrado que estes procedimentos se aplicam melhor a laboratórios de oficinas que trabalham juntamente com a produção diária de paças vendáveis.

AGUA DEIONIZADA. Este material de suma importância é o ponto inicial na preparação de diversos banhos funcionais na oficina de anodização. Ignorar a qualidade da água resultará em problemas difíceis de detectar. A maioria das oficinas modernas possui deionizadores que produzem constantemente água deionizada para enxaguamentos, banhos de selagens ou similares. Tais deionizadores usam resinas catiônicas e aniônicas que são "esgotadas" depois que um certo volume de água é tratado. Elas devem ser regeneradas antes de serem usadas novamente. A maioria dos deionizadores possui um medidor de condutividade embutido.

* Satee é o nome profissional usado pelo autor(Raichur S. Narayan. Dr. Satee trabalha atualmente nos laboratórios de Engenharia de Processos da Sunbeam Appliance Co., Chicago, uma divisão da Sunbeam Corp. Ele é também presidente honorário da Sat-Brite, Ind. de Illinois.

ANODIZAÇÃO

Água de ótima qualidade, terá uma faixa de resistência de 150,000-200,000 ohms. Observando o medidor de ohms, o operador saberá quando o deionizado deve ser desligado para reengeração.

Deve ser notado que a faixa de boa qualidade estabelecida acima, é bastante flexível; uma vez bons resultados podem ser obtidos mesmo a 80,000 ohms. Assim, é uma questão de especificar a caixa de qualidade, dependendo das peculiaridades da instalação de cada um.

Há entretanto, outro método pelo qual a qualidade da água pode ser verificada. Água de boa qualidade deve ter um pH não inferior que cerca de 8.0. Amostras da água devem ser recolhidas num encher (depois de deixar a água correr por uns poucos segundos e de enxaguar o encher minuciosamente por várias vezes) de hora em hora. O pH é determinado com um bom medidor de pH eletrométrico. Sempre que a leitura do pH cair à baixo do limite mínimo (geralmente 8.0), deionizador deverá ser desligado e regenerado. O processo de regeneração, geralmente não leva mais do que duas horas. Não dispondo de um medidor de pH este poderá ser estimado adicionando-se umas poucas gotas de um indicador apropriado, tal como fenolftalena, a qual produz uma leve cor rosa no valor do pH de cerca de 8.0.

O controle pela medição do pH é uma boa segurança, uma vez que o medidor pode mostrar leituras erradas quando quebrado, sem que o operador o perceba. O controle da qualidade da água deionizada através do método acima não deverá levar mais que um minuto ou dois, num período de 60 minutos. Boas instalações possuem dois ou mais deionizadores, assim quando a água de um é desligada, o outro estará pronto, tornando possível um contínuo suprimento de água boa todo o tempo.

Deve ser observado aqui que um pH muito acima de 8.0 é suspeito, e que um limite superior em 10.0 certamente deverá ser estabelecido. Uma leitura consistente acima de 10.0 geralmente indica ineficiência de resina catiônica, que deverá então ser verificada e reforçada.

Pequenas instalações podem evitar o alto custo inicial da instalação deionizadores, alugando um deionizador do tipo cilindro único. Estes indicam que a resina está esgotada quando uma pequena lâmpada de filamento fixada no alto deixa de acender, quando então um novo cilindro pode ser ligado no circuito.

ENXAGUES. Os enxagues são usados após tratamento químico, tal como limpeza, polimento, anodização, fosqueamento, selagem conversão de camadas e coloração. É necessário que haja tanques de enxagues overflow de três ou mais estágios logo após operações, como fosqueamento e limpeza. Nenhum controle preciso de qualidade do enxague é geralmente necessário nesses estágios. Tanques de enxague com contra corrente de três ou mais estágios tem se mostrado satisfatórios para enxaguar as peças depois da anodização



Uma verificação da qualidade da água é raramente necessária mas deve-se ter em mente que estamos assumindo que a água usada na instalação é razoavelmente pura e livre de altos níveis de ferro.

Onde enxagues parados tem que ser usados a qualidade da água, tem que ser controladas principalmente para uso após as operações de selagem, polimento e remoção de filmes. Não seria econômico ter enxagues com overflow depois de cada operação, embora esta seria a situação ideal.

Onde enxagues parados precisam ser usados, a qualidade dos enxagues deve ser verificada, particularmente depois da anodização e antes da selagem.

Para controlar tais enxagues, o operador deve aumentar o pH uma ou duas vezes durante um período de oito horas.

O banho de enxague depois da anodização e antes da selagem deve ser mantido entre pH 6.0 e 7.0, para que se possa ter a certeza de que o banho de selagem pH não é seriamente alterado durante cada transferência do enxague para o banho de selagem. Para o pH do enxague, a quantidade requerida de 56% de ácido acético ou 50% de solução de hidróxido de sódio deverá ser adicionado. Se o pH do enxague esta acima de 7-7.5, ácido acético é adicionado; se abaixo de 6.0 adiciona hidróxido de sódio.

Pode se chegar facilmente à quantidade requerida sem qualquer cálculo químico. Retira-se uma amostra de 1 litro do enxague e determina-se seu pH com um medidor de pH eletrométrico. Se o pH for tal que a adição de ácido acético se tornar necessária, o ácido é colocado gota a gota a encher com uma pipeta graduada, de maneira constante, até que o pH desejado seja alcançado. Se x ml de ácido acético forem necessários para se chegar a isso num litro de amostra, então 3.785x ml serão necessários por

ANODIZAÇÃO

galão de enxague. Conhecendo-se a capacidade do tanque de enxague, pode-se encontrar o volume de ácido acético necessário para o banho de enxague.

Procedimento semelhante pode ser seguido com o hidróxido de sódio se o pH precisar ser aumentado. Uma pipeta graduada de 1/10 ml é adequada.

Observe-se que o galão a que nos referimos acima e ao qual faremos menção a seguir é o U.S. galão.

Medidas de controle semelhantes serão necessárias para o banho de enxague usado depois da anodização e antes da coloração. Todos os enxagues mencionados até aqui são geralmente operados à temperatura ambiente.

Os enxagues que se seguem imediatamente após a imersão de polimento no banho comumente usado de ácido fosfórico nítrico, requerem um pouco mais de atenção que os enxagues mencionados acima. O banho de fosfórico nítrico é uma solução viscosa e pesada e adere à superfície para o enxague. O primeiro enxague depois da imersão de polimento é geralmente mantido a 27-32°C. Parte do ácido fosfórico usado pode ser redissolvido aqui e recuperado para ser vendido a fabricante de fertilizantes ou para reutilização em imersões de polimento (depois de evaporação e concentração). Este enxague pode ser controlado com simples redução do peso específico. A amostra é despejada num cilindro de vidros de tamanho adequado. Após equalizar as temperaturas num banho de temperaturas constantes, mantendo-a, 27°C, o peso específico é medido com hidrômetro. Um peso específico de cerca de 1.27 corresponde a uma concentração de ácido fosfórico de 35% (peso).

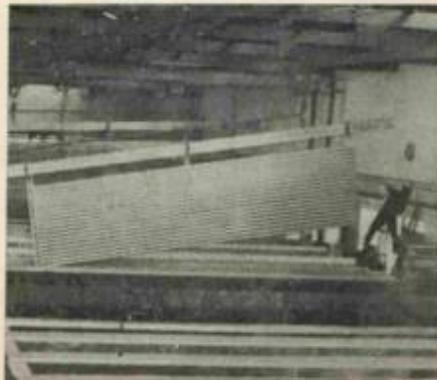
Quando tal valor é alcançado, o tanque de enxague deve ser bombeado para um tanque de armazenagem até que o nível

do tanque do enxague baixe em cerca de 20 a 30 cm. A água do segundo enxague deverá então ser bombeada para o primeiro enxague, até o nível de operação. O nível do segundo enxague é completado com água fresca. A eficiência do enxague após a imersão de polimento pode ser mantida pela simples medição do peso específico e seguindo o procedimento acima.

Isto ajuda não apenas a manter a eficiência do enxague, mas também a acumular ácido vendável, aliviando de alguma forma os altos custos de produto químico da imersão de polimento. A recuperação do ácido é também importante do ponto de vista da diminuição da poluição do fosfato, a qual geralmente, é bastante elevada nas descargas das estações de anodização.

A maioria das linhas de anodização possui um estágio final onde os produtos acabados são enxaguados completamente antes que a barra carregadora de ganchos sejam retiradas. Esse enxague tem a finalidade de remover qualquer resíduo dos tanques de selagem e também de secar as peças, por essa razão o banho é mantido a uma temperatura de 82-88°C. Água deionizada deve ser usada neste enxague e um pH de 7-7.5 deve ser mantido, usando-se o procedimento de controle descrito previamente.

BANHO DE POLIMENTO QUÍMICO: Talvez não seja muito apropriado usar a palavra "banhos" quando nos referimos a



imersão de polimento, uma vez que o único banho industrialmente usado atualmente nos Estados Unidos é fosfórico nítrico e água. É surpreendente o fato de este banho ter conseguido se afirmar por mais de duas décadas apesar do seu custo bastante elevado, de seu alto risco de poluição e de desconforto para os operadores.

O banho é um mercado lucrativo para os produtores de ácido fosfórico, que vem a ser seu principal elemento.

Uma análise realmente completa de um banho fosfórico-nítrico, levará cerca de uma hora. Os fatores que controlam satisfatoriamente alteração são:

- temperatura
- peso específico
- viscosidade
- volume de ácido nítrico
- alumínio dissolvido e água

O ácido fosfórico constitui cerca de 70% em peso de banho. Em operação normal não é necessário analisar para isto. Além disto, o ácido fosfórico é arrastado em cada operação de imersão de polimento e o nível de operação deve ser repostado com o ácido fosfórico, não tendo os operadores nenhuma outra alternativa nesse aspecto.

Felizmente não há necessidade de analisar em base regular alumínio e água.

O teor de ácido nítrico e o peso específico devem ser verificados uma vez cada oito horas. Um operador experiente pode facilmente determinar quando o banho necessita ácido nítrico e pode fazer as adições adequadas. O peso específico deve ser mantido entre 1680 e 1720, com um valor médio de operação de 1700. O ácido nítrico deve estar numa faixa de 2.8 a 3.2% (peso) com um valor médio de operação de 3%. Um peso específico extremamente alto geralmente significa um nível muito alto de alumínio no banho e isto pode fazer com que o banho "congele". Enxaguar as peças depois de processadas em tal so-

ANODIZAÇÃO

lução será muito difícil. A temperatura da solução deve ser mantida entre 88 a 100°C.

O peso específico é medido enchendo-se um cilindro de vidro de 250 ml com a solução a ser testada, até uma altura de meia polegada abaixo do topo, esfriando-a a cerca de 32°C e colocando-a num banho de temperatura constante mantida a 27°C. Um hidrômetro com leitura numa escala de 1600-1840 é colocado na solução e a leitura é tomada após a equalização da temperatura.

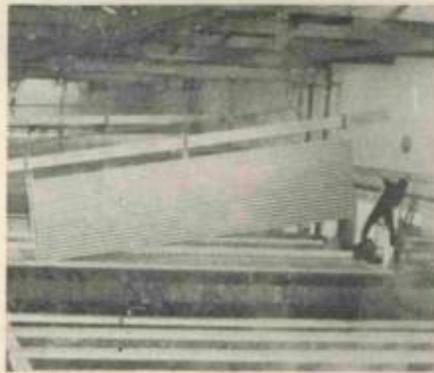
O conteúdo de ácido nítrico pode ser medido por procedimento de titulação volumétrica. O método escolhido aqui é conhecido como "Método Monsanto", pois foi desenvolvido por químicos da Monsanto. O método pode parecer longo quando descrito no papel, mas não deverá levar mais do que 10 minutos, uma vez que todas as soluções tenham sido preparadas.

Os seguintes reagentes são necessários e são preparados da seguinte maneira:

A solução de dicromato potássio padrão é preparada dissolvendo-se 7.356 gramas de dicromato de potássio puro grau reagente em água destilada, e completando-se um litro num frasco volumétrico. A solução pode ser armazenada numa garrafa de plástico até que seja totalmente usada.

A solução de sulfato ferroso é preparada dissolvendo-se 55 gramas de cristais de sulfato ferroso puro ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) e 20 gramas de cloreto de sódio seco em 100 ml de água, na qual cerca de 4 ml de uma solução de ácido sulfúrico a 50% já foi adicionado. A dissolução pode ser apressada, aquecendo o recipiente e agitando o conteúdo. O volume é então completado até um litro, com ácido sulfúrico a 50%.

A solução indicadora de ferro é obtida através de vários fornecedores de produtos químicos.



A solução 0.01 Molar pode ser obtida em garrafas de quatro onças fluidas e perdurará por um número razoável de determinações.

DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE ÁCIDO NÍTRICO. Cerca de 200 ml da solução de polimento são colocados num becker e esfriados a 27°C. Então 25 ml da amostra esfriada são transferidos para um frasco volumétrico de 250 ml e diluídos para 250 ml, depois de dissolver-se inicialmente a amostra, em água com agitação contínua, usando-se um agitador magnético. Depois, 10 ml dessa amostra preparada são pipetados gota a gota num frasco de titulação de 250 ml, são adicionados 15 ml de água, 15 ml da solução de sulfato ferroso mencionada acima, retirada através de uma bureta, e 20 ml de ácido sulfúrico concentrado, adicionado de um cilindro graduado.

Uma solução padrão é preparada exatamente da mesma maneira como foi descrita acima, mas não com amostra da solução de polimento.

O padrão e a amostra são fervidos numa chapa quente ou num aquecedor por 3 minutos, esfriados rapidamente, e duas ou três gotas de indicador ferroso são adicionadas a cada um.

Cada uma das soluções mencionadas e agora titulada contra a solução de dicromato de potássio padrão até que desenvolva uma cor verde clara. O número de ml de dicromato necessário para o padrão B, e para a amostra S, são registrados. O peso específico, determinado segundo o método descrito aci-

ma, é também anotado. Agora a concentração de ácido nítrico no banho de imersão de polimento pode ser calculada através desta forma:

$$\text{Ácido Nítrico \% (peso)} = \frac{\text{B-S} \times 0.315}{\text{peso específico}}$$

peso específico

Para a operação diária, as duas determinações acima (peso específico e ácido nítrico) são suficientes. Quando o peso específico for muito mais alto que o normal, e se o nível permitir, pode-se adicionar o ácido fosfórico, a seguir determinar o ácido nítrico e adições desse ácido feitas de acordo. Nota-se que ácido fosfórico de 85% e ácido nítrico de 35% Baumé são geralmente usados.

É boa prática, especialmente em instalações que processam um grande volume de peças pálidas, determinar o conteúdo de alumínio no banho, no final de cada semana de trabalho. Assim o banho pode ser padronizado para a próxima semana. Novamente escolhemos o "Método Monsanto" porque duas medições físicas (uma do peso específico e outra da viscosidade) possibilitam a medição do conteúdo de ácido fosfórico e do alumínio. O conteúdo de água é obtido facilmente, subtraindo-se de 100 o total de ácido nítrico, ácido fosfórico e fosfato de alumínio.

VISCOSIDADE. É medida que o Viscosímetro Ostwald-Fenske, depois de extrair de 30 ml de amostra para o viscosímetro por sucção e de equalizar as temperaturas com o banho de temperatura constante de 27°C, a sucção é aplicada no topo da borda dos dois bulbos até que a parte do bulbo superior esteja cheia. Um cronômetro é posto em movimento quando o líquido passa pela maior marca no topo do bulbo inferior, e é desligado quando o líquido atravessa a marca mais baixa. O tempo exato em segundos, multiplicado pelo fator tubo nos dá a viscosidade em Centi-

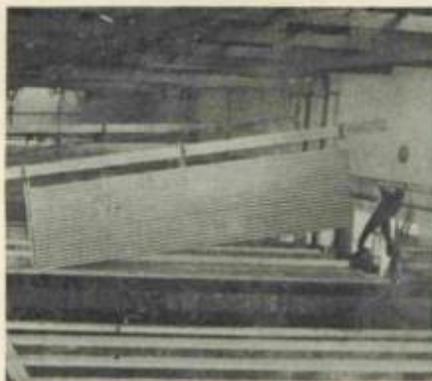
ANODIZAÇÃO

Stokes. O fator tubo é determinado pelo mesmo procedimento mencionado acima, mas com ácido fosfórico puro de concentração e viscosidade conhecidas, dividindo-se a viscosidade conhecida pelo tempo em segundos. O fator tubo, uma vez determinado, será utilizável num grande número de medições.

Tendo determinado o peso específico e a viscosidade em duas medições simples, pode-se ler a concentração de ácido fosfórico e a concentração de fosfato de alumínio em uma das três tabelas preparadas por Monsanto.

Cada uma dessas tabelas consiste em várias linhas paralelas de valores de peso específico e outro conjunto de linhas paralelas de valores de viscosidade. O ponto de interseção de duas dessas linhas, uma de cada conjunto, para o peso específico e a viscosidade determinadas pela amostra, possibilitará a medição simultânea de concentração de ácido fosfórico e de fosfato de alumínio. Um resultado útil desse procedimento detalhado, é que ele possibilita a medição do conteúdo de água de banho. Porcentagem por peso de água = $100 - (\text{porcentagem } \text{HNO}_3\text{PO}_4 + \text{porcentagem } \text{AlPO}_4)$. A faixa ideal de água é 18-20%. Conteúdo de água muito baixo pode causar pitting nas peças. Conteúdo de água muito alto pode tirar o brilho da superfície. Água ou ácido fosfórico devem ser adicionados conforme necessários.

Quando sais de cobre são adicionados para melhorar o polimento, o conteúdo de cobre pode ser determinado pela eletrodeposição de cobre sobre uma tela de platina previamente pesada, de um peso conhecido da amostra do banho. Na atualidade, tais adições são raramente feitas, uma vez que as ligas com cobre, as quais abrihantam perfeitamente bem, são disponíveis em todas as espécies de formas e tamanho, e



estão prontas para serem laminadas, forjadas ou extrudadas.

Conteúdos de alumínio correspondentes a valores de AlPO_4 , de 10-12% (peso) dão melhores resultados. Note-se que em tais banhos, uma certa quantidade de alumínio deve estar presente a fim de que se possa obter um bom polimento. Valores de AlPO_4 , acima de 15% resultarão em arraste excessivo, problemas de enxagues e em acabamentos deficientes.

BANHOS DE ELETROPOLIMENTO. Os banhos de eletropolimento são usados na maioria, em instalações que produzem peças de alta qualidade em pequenas quantidades. Tais métodos envolvem um eletrólito no qual as peças são o anodo. O polimento é conseguido passando-se corrente direta através do eletrólito. O tempo de polimento vai de 6 a 20 minutos.

Dentre os processos atuais de eletro-polimento usados na indústria, temos o Banho Battelle (Patente U.S. n.º 2.550.544), largamente usado, pelo menos nos países Europeus. A solução contém cerca de 75% de ácido fosfórico (peso específico 1.7), 5% de ácido sulfúrico e 6% de ácido crômico por peso, e o restante de água. A faixa de temperatura de operação é 77-93°C, densidades de correntes de 540-1620 A/m².

Controla-se principalmente a viscosidade da solução, a qual é mantida entre 10 e 12 centipoises. O conteúdo de alumínio, o qual é também associado à viscosidade, não deve se levar a mais de 3%. Uma verificação

frequente da viscosidade deve ser feita, e novo eletrólito deve ser adicionado após a remoção de quantidades pré-determinadas do eletrólito usado. Depois de alguma experiência com o banho, será possível fazer tais adições em qualquer análise regular do alumínio. Além disso, há tantos outros fatores que influenciam a operação que, gastar muito tempo no controle químico desse banho, não valeria a pena. Esse banho apresenta seus melhores resultados quando se desejam acabamentos do tipo "joalheria".

BANHOS DE ANODIZAÇÃO. A anodização é feita em soluções de ácido sulfúrico ou ácido crômico ou ainda oxálico, a ordem de enumeração indica a ordem de importância e volume de uso na indústria. Misturas de ácidos sulfúricos e oxálicos bem como de vários outros ácidos tais como sulfâmico e bórico também podem ser usadas para anodização.

As soluções para anodização com ácido sulfúrico apresentam uma escala de concentração de 165-200 g/litro em aplicações comuns.

A concentração do ácido e do alumínio deve ser verificada uma vez por dia em instalações grandes que lidam com cargas pesadas, embora uma verificação a cada dois dias possa também evitar sérios problemas.

Conteúdo de alumínio acima de 12 g/litro pode aumentar a resistência do banho e alterar a cinética do processo. Recomendamos o procedimento de controle a seguir. As soluções requeridas são:

1 — Solução de hidróxido de sódio, N (encontrada já pronta para usar).

2 — Solução de indicador fenolftaleína a 1% (encontrada já pronta para usar).

3 — Solução de fluoreto de potássio a 50%, preparada dissolvendo-se 50 gramas de fluoreto de potássio em 100 ml de água deionizada e adicionando-se algumas gotas de fenolftaleína, até o insenção de cor.

ANODIZAÇÃO

PROCEDIMENTO

Cinco milímetros da solução de anodização são transferidos para cada um de dois frascos de titulação de 125 ml e diluídos a cerca de 25 ml com água. Em um dos frascos, serão necessários 5 ml da solução de fluoreto de potássio mencionada acima. A seguir 2-3 gotas defenofaleína são adicionadas, acada um dos frascos e o conteúdo de cada um será titulado contra hidróxido de sódio 1N até que se desenvolva uma cor rosa pálida e permanente. Os conteúdos de ácido e de alumínio podem ser calculados através das seguintes equações:

Acido disponível =

$[7 + 0,2 (X-Y)] \times 9,8$ g/litro

Alumínio = $1,8 (X-Y)$ g/litro onde

X = ml de hidróxido de sódio requerido por amostra de 5 ml

Y = ml de hidróxido de sódio requerido por amostra de 5 ml

(com a adição de fluoreto de potássio).

Quando o conteúdo de alumínio exceder 12 g/litro, algumas polegadas do banho deverão ser retiradas e o nível deverá ser completado com água, após a adição da quantidade requerida de ácido sulfúrico fresco.

BANHO DE ACIDO CRÔMICO. A anodização com ácido crômico é para especificações militares e peças de aeronaves. O ácido crômico livre necessário para tal anodização requer uma escala de concentração de 50-100 g/litro.

PROCEDIMENTO

Dilua 25 ml do banho para 100 ml num becker e, com um eletrodo de um medidor de pH na solução misturada magneticamente, hidróxido de sódio 1N é adicionado lentamente em uma bureta até que o pH alcance 3.2. O número de ml de

hidróxido de sódio 1N necessário (X) é registrado. A titulação continua até que um pH de 4.8 seja alcançado. Anote o número de ml de hidróxido de sódio 1N necessário para alcançar esse pH (Y).

Os cálculos a seguir forneceram os parágrafos necessários:

Acido crômico livre =

$4X$ g/litro

Acido crômico total =

$4Y$ g/litro

Óxido de alumínio =

$(6,8Y - 6,94X)$

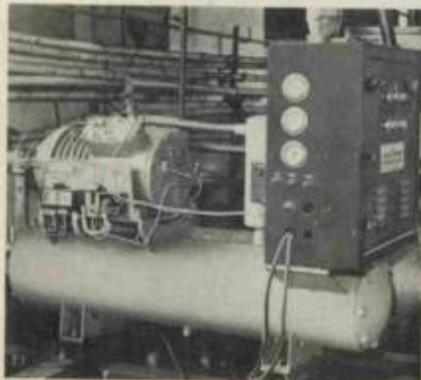
g/litro (Al_2O_3)

BANHO DE ACIDO OXALICO.

A anodização em ácido oxálico é raramente feita na indústria, exceto com propósitos muito especiais. A cor do revestimento de óxido depende da concentração de ácido, que pode variar de 0.5 a 5.0%. As soluções necessárias são:

- Permanganato de potássio 0.1N
- Ácido Sulfúrico 2N
- Hidróxido de Sódio 1N

Resfriador de líquidos Rádio Frigor. Feito por quem conhece refrigeração como ninguém.



Resfriador de líquidos instalado na Termomecânica Pries/SP.

Assegure o melhor acabamento nos seus serviços de anodização, niquelamento, cobreagem ou cromagem, utilizando o resfriador compacto de líquidos da Rádio Frigor.

Com capacidade frigorífica de 5 a 150 TR, a sua alta qualidade é aplicada para o aprimoramento da produção na galvanoplastia, principalmente pelas indústrias que utilizam o processo de resfriamento direto do eletrólito líquido.

É mais um produto garantido pela tecnologia da Rádio Frigor, a maior fabricante de equipamentos para refrigeração industrial.

Uma empresa para quem a refrigeração não tem segredos.

Consulte o Departamento Técnico da Rádio Frigor. Uma equipe de profissionais altamente especializados para a elaboração de projetos, instalações e estudos especiais para a aplicação do frio na indústria, está à sua disposição.

RÁDIO
Frigor

Figram

Av. Mofarrej, 317 (V. Leopoldina)
Tel. 260-4322 (PABX) - São Paulo/SP
Filiais: São Paulo, Porto Alegre, Curitiba, Rio de Janeiro e Recife.

ANODIZAÇÃO

PROCEDIMENTO

Transferir 25 ml do banho de anodização para um frasco volumétrico de 250 ml e diluir a exatamente 250 ml. Transferir 25 ml dessa solução para um frasco de titulação, adicionar 25 ml de ácido sulfúrico 2N e aquecer a solução a cerca de 70°C. A solução aquecida é titulada contra a solução de permanganato de potássio padrão a um ponto final de violeta permanente.

Acido total = ml de permanganato de potássio 0.1N x 0.0065 g de ácido oxálico de hidratado ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$) em amostra de 25 ml.

Para obter a concentração de ácido livre, deve-se diluir 25 ml do banho de anodização para cerca de 100 ml, 3-4 gotas de indicador de fenolftaleína são adicionadas e a solução é titulada contra hidróxido de sódio 1N a uma cor rosa permanente.

Acido livre = ml de hidróxido de sódio 1N x 0.063 g de ácido oxálico desidratado numa amostra de 25 ml.

Alumínio = (ácido total — ácido livre) x 0.2(%).

FOSQUEAMENTO COM SODA CAUSTICA. As soluções de hidróxido de sódio (soda cáustica) são usadas no fosqueamento do alumínio para produzir superfícies foscas antes da anodização, para várias aplicações na arquitetura e na decoração. Tais banhos podem também ser usados simplesmente como imersão pós-limpeza, após a limpeza ou fosqueamento em soluções de ácido. Durante o fosqueamento, grandes quantidades de alumínio são removidas, esse alumínio entra na solução na forma de alumínio de sódio. A quantidade de alumínio deve ser controlada para produzir acabamentos consistentes. A concentração normal de hidróxido de sódio em banhos de fosqueamentos é 60 a 75 g/litro. Não se deve permitir que o conteúdo de alu-

mínio se eleve acima de 45 g/litro.

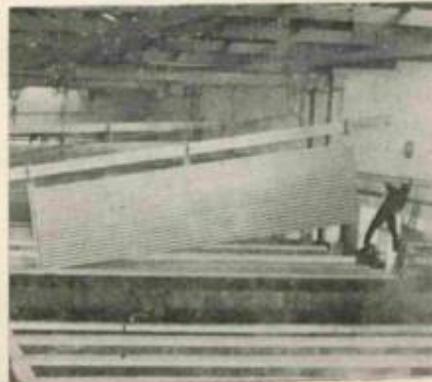
As soluções requeridas para análise são:

- Acido sulfúrico 2N (disponível pronto para uso).
- Solução de indicador de fenolftaleína de 1% em álcool (disponível pronto para uso).
- Solução de fluoreto de potássio a 50%.

PROCEDIMENTO

Uma amostra do banho de fosqueamento é primeiramente filtrado no filtro de papel Whatman n.º 4, para remover o sedimento, e outras substâncias em suspensão. (Isto se torna especialmente essencial depois que o fosqueador tenha sido usado por algum tempo). Transferir 10 ml da amostra filtrada para um frasco de titulação de 250 ml, e adicionar cerca de 50 ml de água. Adicionar então 3-4 gotas de indicador de fenolftaleína e titular a solução contra o ácido sulfúrico 2N para um ponto final claro. Agora 5-50 ml de solução de fluoreto de potássio a 50% preparada tal como foi explicado na análise de banho de anodização em ácido sulfúrico) são adicionados ao conteúdo do frasco quando a cor rosa reaparece. A bureta torna a ser enchida até zero e o conteúdo do frasco é novamente titulado até que a cor rosa desapareça.

Os cálculos a seguir fornecerão os parâmetros de controle: Hidróxido de sódio disponível = $(A - b/3) \times 8.02$ g/litro.



Alumínio =
B x 1.8 g/litro
onde

A = ml de ácido sulfúrico necessário na primeira titulação.

B = ml de ácido sulfúrico necessário na segunda titulação.

Umás poucas polegadas do banho de fosqueamento devem ser drenadas periodicamente a soda cáustica e água devem ser adicionados:

BANHOS PARA REMOÇÃO DE FILMES. Embora vários banhos para remover filmes usados para a remoção de filmes formados durante o fosqueamento disponíveis como formulações privativas, o ácido nítrico também pode ser usado para tais tratamentos. As soluções de 5-50% de ácido nítrico em água podem ser usados à temperatura ambiente para remover filmes da maioria das ligas fosqueadas em soda cáustica ou em banhos de bifluoreto de amônio. As ligas que contêm grandes quantidades de silicato desenvolvem filmes de óxido que podem ser removidos pela simples solução de ácido nítrico. Em tais casos um mistura de ácido nítrico e ácido fluorídrico pode ser usado.

BANHO DE ACIDO NITRICO PARA REMOÇÃO DE FILMES. Coloque 25 ml de solução para remoção de filmes em um frasco volumétrico de 250 ml e dilua-a 250 ml. Transfira 25 ml da amostra diluída para um frasco de titulação, adicione uma grama de fluoreto de potássio, e dissolva. A solução é titulada contra uma solução de hidróxido de sódio 1N após a adição de algumas gotas de indicador azul timol para uma cor azul permanente.

Acido Nítrico (vol. %) =
ml de hidróxido de sódio 1N x 2.52

Outro método de controle inteiramente físico e extremamente simples é baseado no fato de que o peso específico do ácido nítrico é linearmente dependente da concentração

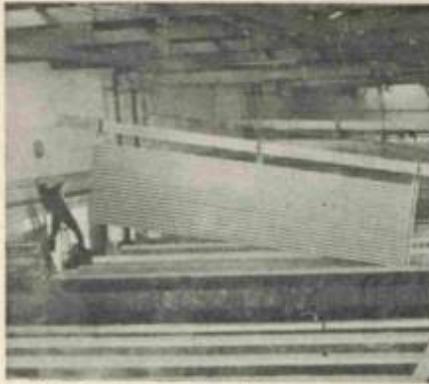
ANODIZAÇÃO

expressa em gramas por litro. O peso específico pode ser medido pelo método já descrito sob controle do banho de imersão de polimento fosfórico-nitrício e a concentração verificada pela referência a tabelas padronizadas.

BANHO PARA REMOÇÃO DE FILMES ACIDO NITRICO-FLUORIDRICO. Primeiramente prepara-se siliicagel fresca, fervendo-se ácido fluossilícico diluído e adicionando-se hidróxido de sódio até que ela seja alcalina à fenolftaleína. Depois de filtrar e esfriar, um excesso do gel é adicionado a uma amostra de 5 ml do banho, para remoção de filmes colocado em um becker plástico. A essa amostra adiciona-se uma quantidade (igual ao volume de líquido contido no becker) de álcool (álcool etílico) juntamente com umas poucas gotas de fenolftaleína. O conteúdo da proveta é titulado contra hidróxido de potássio 1N até que a primeira cor rosa persistente por poucos segundos seja produzida. O volume de hidróxido de potássio necessário (X ml) é registrado. O conteúdo do becker é agora transferido para um becker de vidro, fervido após a adição de 25 ml de água e novamente titulado com o hidróxido de potássio até uma cor rosa permanente. O volume de álcali usado é registrado (Y ml). As concentrações de cada um dos componentes do banho para remoção de filmes podem agora ser facilmente calculados partindo-se das seguintes relações:

$$\begin{aligned} \text{Acido Nítrico} &= \\ (X-Y)/2 \times 12.6 \text{ g/litro} \\ \text{Acido Fluorídrico} &= \\ Y \times 6 \text{ g/litro} \end{aligned}$$

BANHOS DE SELAGEM. O alumínio anodizado pode ser selado em água fervente, acetato de níquel diluído, soluções de dicromato de sódio ou de potássio, aquecidos até próxima à fervura. Todos esses ba-



nhos são usados largamente na indústria e precisam ser cuidadosamente controlados se desejam obter resultados satisfatórios.

BANHOS DE SELAGEM EM AGUA. Aqui as medições de pH serão quase que as únicas a serem verificadas. As medições de pH devem ser feitas com um medidor de pH eletrométrico seguro, a cada duas ou três horas, uma vez que as variações do pH podem afetar seriamente a selagem. A escala normal de pH para um banho de selagem em água é 6-6.5. Os ajustes de pH podem ser feitos com ácido acético ou hidróxido de sódio, como foi descrito previamente no capítulo sobre controle dos banhos de enxague.

Os banhos de selagem devem ser sempre montados com água deionizada e devem ser mantidos livres de impurezas indesejáveis tais como fosfatos, cloretos e silicato. Algumas especificações requerem conteúdos sólidos na proporção de apenas 5 partes por milhão. Medidores eletrônicos são agora disponíveis e permitem a determinação do total de sólidos em uma questão de segundos.

Os fosfatos nos banhos de selagem são medidos com colorímetros ou espectrofotômetros. A medição dos fosfatos através da colorimetria ou espectrofotometria é baseada no fato de que a cor azul característica é desenvolvida pelo fosfato com molibdato de amônio na presença de cloreto estanhoso.

Foi demonstrado que, no caso dos banhos de selagem, o ácido sulfônico aminonaftol é um reagente mais seguro.

Uma série de padrões de concentração de fosfato conhecida, alcançando de 1 a 15 ppm pode ser preparada e um gráfico pode ser elaborado mostrando as leituras do fatômetro contra valores de fosfato correspondentes, com a cor sendo desenvolvida na mesma quantidade da amostra e usando-se as mesmas quantidades de reagentes. Será então possível ler o valor do fosfato correspondente a uma amostra teste tratada da mesma maneira. Alternadamente, pode-se comparar a cor desenvolvida na amostra teste com a cor correspondente a um valor de fosfato conhecido e um valor aproximado pode ser concluído. Muitos investigadores afirmaram que um conteúdo de fosfato de cerca de 5 ppm é prejudicial à selagem, embora segundo experiência deste autor, uma selagem satisfatória foi possível com um concentração de fosfato de 10 ppm. Deve ser, entretanto, destacado que o método de testar a qualidade da selagem é importante que um padrão uniforme deve ser estabelecido e então seguido por todos os autores de especificações.

Quando testes indicam elevados níveis de sólidos e fosfatos em grau anormal, a água deionizada deve ser verificada como foi descrito previamente e os enxagues antes da selagem também devem ser verificados e substituídos com água fresca, se necessário.

BANHO DE SELAGEM EM ACETATO DE NIQUEL. Soluções de acetato de níquel em água pura são largamente usadas para a selagem do alumínio anodizado. Elas produzem selagens superiores e boa resistência à corrosão. As concentrações alcançam faixas de 0.5 g/litro a 5 g/litro, dependendo do tipo de operação de selagem. As baixas concentrações são usadas para peças de cor natu-

ANODIZAÇÃO

ral enquanto as altas concentrações são para peças coloridas.

O advento do E.D.T.A. na análise química tornou possível eliminar o procedimento moroso que envolvia o uso de dimethyl glyoxima.

O curto e simples procedimento que se segue pode ser usado para estimar a concentração de acetato de níquel.

Os reagentes requeridos são os seguintes:

1. Solução E.D.T.A. padrão preparada dissolvendo-se em água deionizada 10.174 gramas de disódio E.D.T.A. dehidratado, completando-se volume a um litro, em um frasco volumétrico.

2. Indicador murexida, (disponível pronto para uso).

PROCEDIMENTO

Medir 50 ml da solução de selagem em um frasco de titulação e adicionar 10 ml de hidróxido de amônio. Cerca de 1/4 de grama de murexida é adicionado à solução e dissolvido. O conteúdo é agora titulado contra a solução E.D.T.A. padrão até que se desenvolva uma cor rosa-violeta. É útil calcular o total de libras de acetato de níquel no banho, pois assim a quantidade que falta poderá ser facilmente adicionada. A seguinte equação, prontamente, porém não muito precisa (suficientemente precisa para os propósitos do controle do banho de selagem) fornece o número total de libras de acetato de níquel:

Libras de acetato de níquel em banho de 1200 galões = (ml de E.D.T.A.) x 1.99.

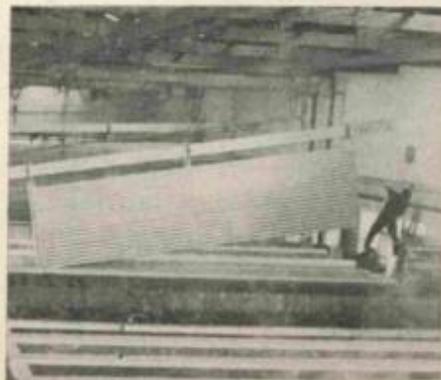
Para banhos de outras capacidades, correções correspondentes devem ser feitas. Por exemplo, se o banho possui somente 1000 galões, o resultado na equação acima deve ser multiplicado por 0.833, e assim por diante.

O pH do acetato de níquel alcança de 5.5 a 6.0. O pH é medido e corrigido com ácido acético ou hidróxido de sódio, como já foi explicado.

Os níveis de fosfato e os níveis de sólidos totais são medidos e corrigidos, como no caso dos banhos de selagem em água. A filtragem contínua deve ser empregada para remover produtos de reação da solução.

BANHOS DE SELAGEM EM DICROMATO. Banhos de selagem em dicromato de sódio ou potássio são necessários para aumentar a resistência à corrosão da superfície anodizada. Essas selagens são especificadas pelas manufaturas automotivas para frisos e acessórios de alumínio. As concentrações de tais soluções raramente excedem 0.5 g/litro. A escala do pH é a mesma da dos banhos de acetato de níquel.

Se um colorímetro ou espectrofotômetro estiver disponível, será possível medir facilmente a concentração de dicromato, através da preparação de vários padrões e da obtenção de um gráfico de concentração vs. porcentagem de transmissão. Todas as amostras devem ser tratadas com cerca de 0.3 g de carbonato de sódio para cada amostra de 20 ml, e devem ser deixadas em repouso por alguns minutos antes de serem medidas. Há também um procedimento analítico químico a ser seguido.



As soluções requeridas são:

1. Solução de Thiosulfato de sódio 1N (encontrada já pronta para uso).

2. 30% Solução de lodeto de potássio a 30%, preparada dissolvendo-se 30 g de lodeto de potássio puro (KI) em 100 ml de água deionizada.

3. Ácido sulfúrico em grau de reagente.

4. Solução de amido fresco, preparada dissolvendo-se 5 g de amido de batata em cerca de 200 ml de água.

PROCEDIMENTO

Dilua 25 ml do banho de selagem a exatamente 250 ml, em um frasco volumétrico. Então 25 ml da amostra diluída são colocados em um frasco de titulação. Adicione 100 ml de água, 5 ml de ácido sulfúrico reagente e 10 ml da solução de lodeto de potássio e deixe o conteúdo repousar por 5 minutos. A titulação é então executada contra a solução de Thiosulfato de sódio padrão, após a adição de algumas gotas de amido preparado recentemente, até que uma cor azul permanente seja obtida.

Dicromato de potássio = ml de Thiosulfato x 1.96 g/litro.

O controle dos banhos de coloração não será discutido aqui, por já haver sido tratado no artigo "Como tingir o alumínio anodizado", o qual foi publicado nas edições de Outubro e Novembro de 1974 do "Product Finishing".

O controle de banhos de limpeza também não foi discutido aqui, uma vez que numerosos limpadores privativos são usados na indústria, cujos procedimentos de controle são prontamente obtidos dos seus fornecedores.

A FRAGILIZAÇÃO EM TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

Na maioria dos tratamentos de superfícies e em particular nas operações de decapagem e recobrimentos eletrolíticos, em soluções aquosas encontramos em presença de desprendimento de hidrogênio que irá se incluir na película superficial do metal base. A experiência mostra que tais superfícies perdem suas propriedades físicas. O maior efeito destruidor é notado em peças de aço, endurecidos por tratamentos térmicos.

Numerosas pesquisas foram efetuadas no campo do tratamento de metais para melhorar as condições, evitando a degradação pelo hidrogênio. Tentaremos, analisar o problema sob aspectos práticos para a orientação do galvanotécnico.

Origens da hidrogenização

A origem das inclusões de hidrogênio é diretamente ligada ao desprendimento deste que ocorre nas operações de decapagem e na eletrólise. Todavia certas condições operatórias favorecem consideravelmente a difusão do hidrogênio enquanto que outras condições a inibem.

Para ilustrar e a título simplesmente sugestivo daremos uma imagem do fenômeno de fragilização.

Quem trabalha com depósitos de níquel brilhante deve ter observado que quando é usado fio de cobre para amarrar peças, o fio niquelado torna-se extraordinariamente quebradiço.

Esta fragilização não pode ser imputada a camada de níquel visto que geralmente ela ocorre quando a espessura do níquel não atingiu ainda os 20 microns.



Também se o níquel for quebrado ele não deveria provocar a ruptura de seu suporte (o fio de cobre).

Se for examinar com um microscópio a seção de fio de cobre niquelado constata-se uma modificação total da granulometria cristalina do cobre.

A interpretação do fenômeno pode ser feita pela observação de que ocorreram duas inclusões:

- a) hidrogenização;
- b) difusão de produtos orgânicos provenientes dos agentes abrillantadores provocando um tipo de cementação.

É difícil avaliar o peso de cada uma das inclusões na degradação do metal, mas achou-se um meio para limitar o fenômeno e até suprimi-lo, trabalhando em condições especiais controlando o pH das soluções.

O método consiste em depositar o metal em duas etapas.

- a) numa solução, isenta de agentes abrillantadores e de pH — controlado;
- b) numa solução normal com abrillantador.

Deste modo depositar-se-á uma camada que atuará como barreira à difusão do hidrogênio no metal base.

Tratando-se de peças em aço temperado, cementados, etc... o tratamento térmico favorece a oclusão do hidrogênio. De fato, as redes cristalinas criadas pelo tratamento térmico, apresentarão maior receptividade e fixação para o hidrogênio nascente.

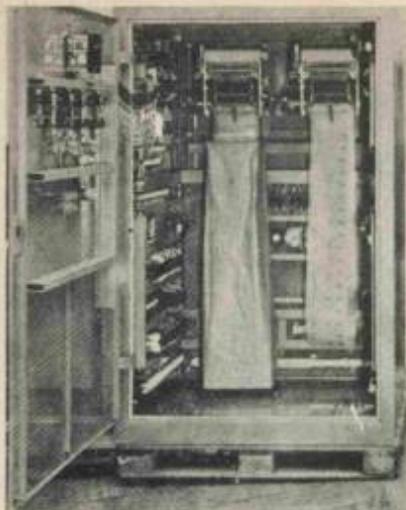
Diversos elementos externos ou inerentes aos processos galvanicos podem influenciar a oclusão de hidrogênio. Em primeiro lugar situa-se a natureza e estrutura do metal. Toda fissura, todo poro, zona intercristalina atuará como receptora de hidrogênio.

A própria sequência de operações de usinagem das peças têm influência na hidrogenização.

No caso de peças estampadas a quente, forjadas etc... maiores cuidados deverão ser tomados para evitar a oxidação profunda. A remoção de camadas de óxidos em soluções decapantes provocara a penetração em profundidade de hidrogênio.

O uso de inibidores de decapagem não resolve o problema, mas limita seus efeitos.

Nos tratamentos eletrolíticos, o desprendimento de hidrogênio nas peças é violento, ele varia com o rendimento de deposição do metal. No caso dos desengraxantes eletrolíticos em fase catódica, a ausência de deposição metálica faz com que o rendimento de desprendi-



mentos de hidrogênio seja elevado, obtendo-se uma oclusão máxima. Em presença de cianetos, esta oclusão é acentuada, catalizando a reação.

Observamos então que: é vantajoso limitar ao máximo o desengorduramento eletrolítico catódico dando preferência à carga anódica em ausência de cianetos.

Na ordem dos rendimentos de deposições metálicas o Cromo é aquele que tem menor valor. Este fato é particularmente importante quando se trata de cromo duro, onde os tempos de tratamento são prolongados.

Seguem-se as deposições metálicas de soluções complexas (banhos de cianetos). Deixando de lado o caso da prata onde o rendimento é próximo de 100%, os metais como o zinco, ou cádmio têm geralmente rendimentos da ordem dos 60%. Devido ao alto teor de cianeto livre, estas soluções comportam-se como desengraxantes eletrolíticos catódicos, e as oclusões de hidrogênio são significativas.

Para ilustrar citaremos o caso de molas Zincadas em tambor que após o tratamento galvânico quebram como vidro.

Nos banhos ácidos o fenômeno de fragilização pelo hidrogênio é mais facilmente contornado.

Um fator importante é a temperatura das soluções. Mais elevada ela será, maior dilatação de fissuras ocorrerá, resultando em maiores oclusões.

Como limitar a fragilização pelo hidrogênio

O problema da limitação da fragilização pelo hidrogênio tem várias soluções, tanto preventivas, como corretivas.

O melhor meio para evitar a fragilização é impedir a oclusão de hidrogênio evitando poros superficiais e despreendimentos violentos de gas.

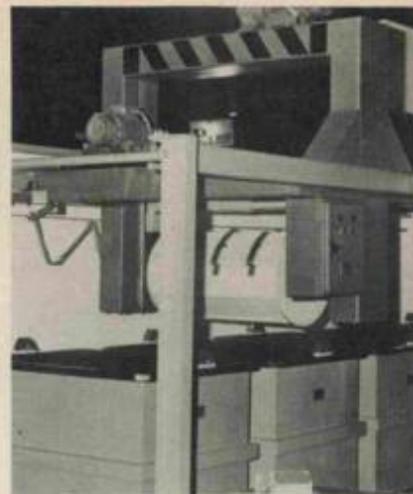
Os aços usados na confecção de peças deverão (na medida do possível) ser livres de fissuras e poros, tendo uma superfície a mais perfeita possível.

Toda operação de tempera, recozimento, revenimento, etc., deverá ser efetuada com as peças previamente limpas, para evitar queima de gorduras, óleos, etc., na superfície que provocam a formação de camadas de difícil remoção.

Quando peças forjadas devem sofrer tratamentos superficiais, devem ser evitadas decapagens ácidas, dando-se preferência à desbastes mecânicos, (tamboreamentos, lixamentos, etc.).

No caso de gorduras ressecadas, ou polimerizadas, residuais em peças submetidas a tratamento térmico, deverá ser evitada a decapagem ácida, porque esta ataca as partes limpas do metal, não eliminando os resíduos orgânicos; neste caso também recomenda-se os desbastes mecânicos.

Qualquer que seja o tratamento, o desengraxe deve ser a primeira operação. Se for necessário um desengraxe eletrolítico, a fase catódica deverá ser limitada e quando for possível recomenda-se preferencialmente o



desengraxe anódico. De qualquer jeito, a adição de agentes molhadores aniônicos favorecem a eliminação de hidrogênio nascente evitando sua oclusão no metal.

Nos banhos eletrolíticos o equilíbrio das soluções deverá ser tal que o maior rendimento de deposição seja conseguido, principalmente nos banhos a base de cianetos.

Após ter tomado todas as precauções para evitar a hidrogenização nos processos galvânicos, resta ainda um meio para corrigir a fragilização: "a desgazeificação".

A desgazeificação é uma operação que deve ser utilizada em último recurso. Ela consiste em tratar termicamente durante um tempo determinado as peças a fim de dilatar e expulsar o hidrogênio de fissuras ou poros da superfície metálica.

A operação de desgazeificação pode ser realizada em estufa de ar quente ou por imersão em líquidos aquecidos (óleo ou água). Evidentemente o tipo de peça determina o meio de desgazeificação e uma certa prática é necessária para se conseguir resultados, suficientemente positivos.

Pedimos a colaboração dos leitores para ampliar este tema, que aborda um problema de muitas faces.

ABTG EM REVISTA



GALVANOPLASTIA PENSA CRESCER 9%

As empresas de galvanoplastia instaladas no Estado de São Paulo poderão crescer cerca de 9% este ano, em média, em relação a 1976, segundo informações do presidente do Sindicato da Indústria de Galvanoplastia do Estado de São Paulo, Roberto Della Manna, reeleito para o cargo no final do mês passado. Isto apesar de estar-se registrando "uma certa queda de rendimento" no setor, que cresceu 10% no ano passado, índice um pouco inferior aos registrados nos anos anteriores (quando houve uma oscilação em torno de 11 a 12%).

Della Manna explicou, ainda, que um dos problemas mais importantes enfrentados pelas empresas de galvanoplastia relaciona-se com o abastecimento de matéria-prima, principalmente de metais não-ferrosos, "que são quase totalmente importados e que representam ao redor de 70% de todas as matérias-primas utilizadas". De acordo com suas declarações, divulgadas por meio de um "press-release", o problema reside na impossibilidade de a indústria transferir, ao produto final, os encargos inerentes à importação.

O presidente do sindicato referiu-se, também, ao Imposto sobre Transporte Rodoviário

como sendo "um óbice ao pleno desenvolvimento da indústria, especialmente das pequenas e médias, e que veio burocratizar ainda mais a parte administrativa das empresas que não têm porte para enfrentar novas exigências".

Ele recordou, ainda, que na Grande São Paulo localizam-se perto de 600 unidades produtoras do setor, cerca de 75% do total geral do Estado, que é de mais de 800, e que São Paulo concentra 95% de toda a atividade galvanoplástica do País.

E informou que apenas 10% das empresas do setor poderiam ser consideradas como de prestação de serviços (restauração de autopeças e outros itens), ressaltando que esse grupo industrial não poderia, de forma geral, ser classificado como tal, "como há algum tempo pretendiam alguns órgãos governamentais, a nível municipal".

Segundo o "press-release", a entidade deverá alterar sua denominação para Sindicato das Indústrias de Proteção, Tratamento e Transformação de Superfícies do Estado de São Paulo, passando a congregar empresas dos setores de galvanoplastia, galvanização, proteção química e tratamento térmico.

GUIDE BOOK 77 METAL FINISHING

O GUIDE BOOK é o mais completo compêndio resumido do ramo, constitui-se num valioso livro de referência e consulta prática, fornecendo as respostas para os problemas de todos os dias nas instalações de acabamento e de Galvanoplastia.

OBS.: POUCOS EXEMPLARES

— Pedidos por carta à EDITORA STRAUZ - Rua Darzan, 241 CEP 02034 SP

— Anexar um cheque no valor de Cr\$ 400,00 nominal a EDITORA STRAUZ LTDA.

ATIVIDADES NA A.B.T.G.



Aspecto do encerramento do II Curso Básico de Galvanoplastia realizado pela ABTG, durante o mês de julho, com grande êxito. Aguarde para breve a realização do próximo.



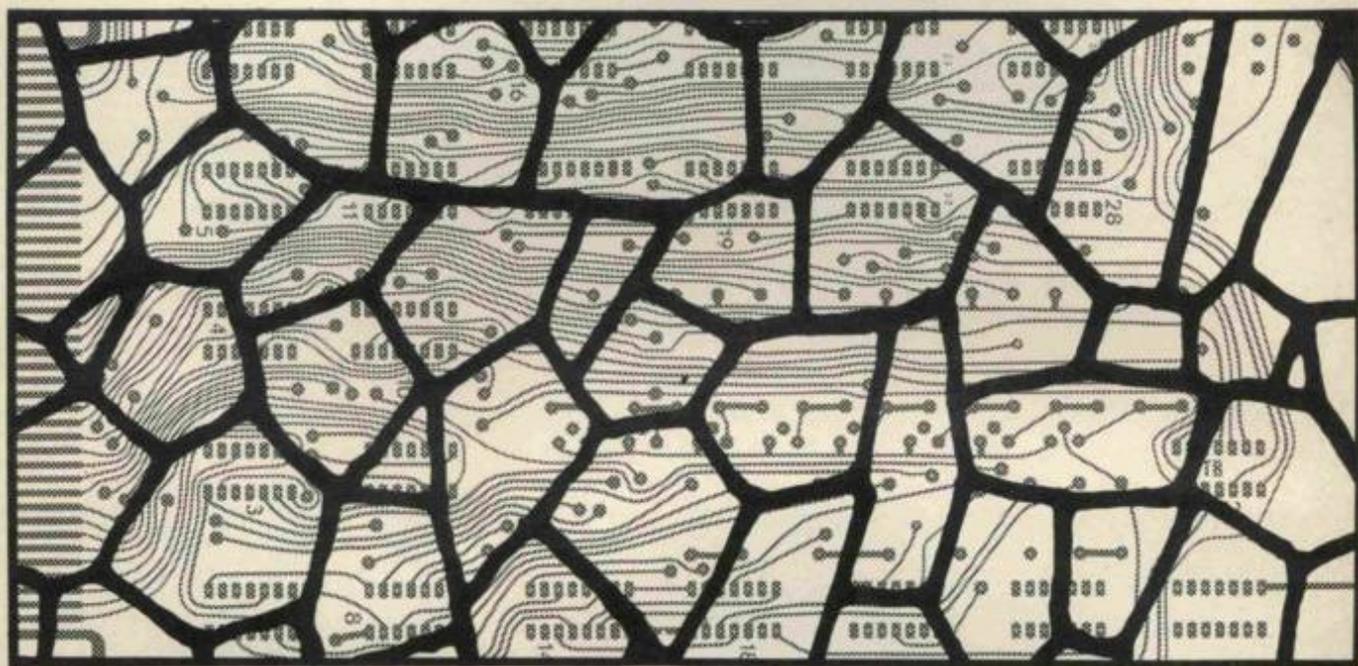
Na foto acima, o Eng^o Paulo Brandão, chefe do setor de controle de qualidade da Brasimet Ind. S/A., durante o cocktail que antecipou a sua palestra sobre as mais recentes novidades, referentes à tratamentos termoquímicos recentemente incorporados ao nosso parque industrial.



Aspecto da Palestra apresentada no dia 18/08/77, pelo Eng^o Jorg Sack da firma Durr do Brasil S/A – Equipamentos industriais, palestra esta que iremos publicar para os nossos leitores brevemente.

NÃO QUEBRE A CABEÇA

Se o seu problema é circuito impresso, consulte-nos e nos o ajudaremos a colocar cada peça no devido lugar.



Cobre Ácido, Chumbo, Estanho, Ouro, Níquel,
Estanho Acido

Os melhores e mais famosos processos do mundo, com a tecnologia dos dois centros mais avançados, EEUU e Alemanha, a serviço da indústria brasileira.

 **TECNOREVEST**
produtos químicos Ltda.

Rua Oneda, 574 - Fones: 452-4422 - 452-4743 - 452-4198
Cx. Postal: 557 - CEP: 09700 - São Bernardo do Campo, SP



LEA-RONAL, INC.



DR.-ING. MAX SCHLOTTER



Os Srs. Sergio Pereira e João Lotto, em companhia da diretoria da Lea-Ronal na fábrica de Nova York (foto a esquerda), e dos gerentes e técnicos da filial de Los Angeles (foto a direita). Na oportunidade os técnicos brasileiros puderam ver em laboratório e em produção os novos processos desenvolvidos pela Lea-Ronal.

ICZ EM EXPANSÃO

O Instituto Brasileiro de Informação do Chumbo e do Zinco — ICZ, que congrega produtores e consumidores desses metais, acaba de admitir o ingresso no seu quadro de filiais das empresas produtoras e consumidoras de níquel, de acordo com decisão de sua assembléia geral, realizada em São Paulo, passando a chamar-se Instituto Brasileiro de Informação do Chumbo, Níquel e do Zinco, conservando porém a mesma sigla.

Com essa resolução, algumas das grandes empresas brasileiras do setor passam a integrar o ICZ, entre elas as empresas mineiras, Morro do Níquel, que faz parte do Conselho Diretor, a Morro Agudo, e a Acesita, ao lado da Cia. Mineira de Metais, do Grupo Votorantim, produtora de zinco. Outra empresa do Grupo Votorantim a ingressar no ICZ é a Níquel Tocantins, que implanta um projeto de mineração em Goiás.

PRODUÇÃO DE ZINCO

No primeiro semestre deste ano, Minas Gerais produziu 19.800 toneladas de zinco, con-

tra 17.800 toneladas no mesmo período do ano passado, o que representa um crescimento de 11 por cento. A informação foi prestada pelo engenheiro Luiz de Oliveira Costa, diretor da Cia. Mineira de Metais, cuja fábrica de Três Marias, a única no Estado, é responsável por 80 por cento da produção brasileira de zinco.

Luiz de Oliveira Costa, que é também presidente do Instituto Brasileiro do Chumbo, Níquel e Zinco — ICZ, informou ainda que, até o fim deste mês, o fornecimento do produto ao mercado brasileiro estará totalmente normalizado, explicando que "alguns setores venham enfrentando problemas de abastecimento devido a atrasos na importação".

Importação

O abastecimento de zinco ao mercado brasileiro depende ainda em parte da importação, que representa cerca de 50 por cento do consumo interno. A importação, no entanto, está sujeita ao contingenciamento, ou seja, para cada tonelada de zinco "High Grade" importado, o comprador deve adquirir 2 toneladas do produtor nacional. Quanto ao zinco "Special

High Grade", para cada 3,4 toneladas importadas, uma deve ser adquirida internamente.

Segundo Luiz de Oliveira Costa, a produção nacional no entanto está crescendo no sentido da auto-suficiência e a Cia. Mineira de Metais, ainda este ano, ultrapassará a casa das 40 mil toneladas/ano, contra 36.500 no ano passado. Segundo os planos de expansão atualmente em curso, a empresa produzirá 60 mil toneladas/ano em 1978 e 80 mil em 1980.

Abastecimento

A Cia. Mineira de Metais coloca cerca de 98 por cento de sua produção diretamente junto aos consumidores, reservando apenas 2% para os revendedores. Seus principais clientes são, no setor siderúrgico, a Cia. Belbo Mineira e a Cia. Siderúrgica Nacional; no setor de ligas, a Termo-Mecânica; no setor de galvanização a SADE; e no setor de óxidos e pigmentos a Uniroyal. "Com esta política de comercialização pensamos contribuir para a normalidade do mercado, assegurando o fornecimento do produto às indústrias consumidoras" concluiu.

HARSHAW

apresenta

BOMBA FILTRO



Linha de fabricação composta de vários modelos em toda gama de banhos galvânicos, variando sua vazão desde 5.000 até 15.000 litros por hora.

Para melhores detalhes consulte-nos.



HARSHAW QUIMICA LTDA.
R. Josefina de Almeida, 15 - S. Bernardo do Campo
Tels.: 452-4044 - 452-4509 C.P. 9730 (S.P.) CEP 01000
End. Teleg. HARSHAW S. B. do Campo



RETIFICADORES DE CORRENTE AUTOMÁTICOS

com controle a distância
para fins industriais



RCT - 15100/2
15 V - 10.000 A.

TECNOVOLT INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

Rua Alencar Araripe, 106/132 - Sacoman - 04253 Caixa Postal 30512 - fone: 274-2266 (PABX)
End. Telegr. TECNOVOLT - SAO PAULO - SP.