

Aço Inoxidável do Tipo 316

Pinos Elásticos Espirais

Uma visão mais próxima do Tipo 316 em comparação aos Tipos 302/304 e os usos comuns.

por Christopher G. Jeznach, Engenheiro de Produto
SPIROL International Corporation, E.U.A.

A versatilidade dos Pinos Elásticos Espirais muitas vezes os torna fixadores ideais para o alcance dos objetivos econômicos e de engenharia das aplicações de pinagem. Eles estão disponíveis em uma ampla variedade de tamanhos, cargas, acabamentos e materiais. Entre os materiais utilizados para a fabricação dos Pinos Elásticos Espirais, o aço inoxidável é, muitas vezes, necessário devido à sua alta resistência à corrosão. Os Pinos Elásticos Espirais são, em sua maioria, fabricados a partir do aço inoxidável de Tipos 302/304 e Tipo 420, mas o Tipo 316 também está disponível e é tipicamente selecionado por sua resistência superior à corrosão. Este artigo tem por objetivo analisar mais de perto como o Tipo 316 se compara ao Tipo 302/304, além de discutir diversas aplicações e ambientes onde ele oferece vantagem.

Composição Química

Mesmo que o aço inoxidável de Tipos 302 e 304 sejam materiais tecnicamente diferentes, eles estão bem próximos do ponto de vista da composição química e das propriedades. Por este motivo, as usinas de aço derretem o material de tal forma que eles atendem tanto às especificações do Tipo 302 quanto às do Tipo 304. Por essa razão, os fabricantes referem-se aos Pinos Espirais austeníticos como sendo do Tipo 302/304 e esta nomenclatura será utilizada ao longo deste artigo.

Tabela 1 compara a composição química dos tipos de aço inoxidável austeníticos utilizados para os Pinos Elásticos Espirais. Austenítico refere-se à estrutura do metal e classifica o aço inoxidável como não tratado a quente, não magnético no estado de recozimento pleno e com habilidade de encruamento.

Antes de especificar o Tipo 316, será esclarecedor explicar brevemente como são feitas as ligas dos Tipos 302 e 304 e o que permite que cada uma delas atinja sua resistência à corrosão.



Tabela 1. Composição química (%) dos níveis de aço inoxidável austenítico utilizados nos Pinos Elásticos Espirais da SPIROL

	Tipo 302	Tipo 304	Tipo 316
Composição Química (%)			
C	0,15	0,08	0,08
Mo	--	--	2 – 3
Cr	17 – 19	18 – 20	16 – 18
Ni	8 – 10	8 – 10.5	10 – 14

*Valores únicos são os valores máximos.

Cada uma das séries 300 de aço inoxidável mostradas na *Tabela 1* tem a liga com mais níquel que o aço inoxidável do Tipo 420 e possuem maior concentração de cromo. (O aço do Tipo 420 possui 0,5% de níquel e 12-14% de cromo.) Isso permite que o aço inoxidável da série 300 possua maior resistência à corrosão, especificamente corrosão alveolar e fragilização por corrosão sob tensão. Além disso, os aços inoxidáveis da série 300 contêm menos carbono que alguns outros tipos de aço inoxidável, o que os auxilia a apresentar uma maior resistência à corrosão, reduzindo a capacidade de formação de carbonetos em contornos de grãos e o surgimento de corrosão intergranular (conhecida como sensitização).

A principal diferença na composição do Tipo 316 e dos Tipos 302/304 é que o Tipo 316 apresenta uma liga com 2-3% de molibdênio, que aumenta a resistência a corrosão alveolar aumentando a durabilidade da camada passiva. A camada passiva, geralmente um óxido, é uma camada "clara, invisível" sobre a superfície do metal que melhora a resistência à corrosão. A adição de molibdênio também aumenta a tensão sobre a estrutura cristalina, forçando as moléculas a ficarem mais juntas, e, assim, aumentando a energia necessária para os átomos de ferro se dissolverem e chegarem à superfície. O molibdênio possui um efeito semelhante ao do cromo na microestrutura, razão pela qual o Tipo 316 não necessita de tanto cromo como os Tipos 302/304. Para manter a estrutura austenítica nos aços inoxidáveis contendo molibdênio, a quantidade de níquel deve ser aumentada. Como mostrado na *Tabela 1*, a faixa de quantidade de níquel para o Tipo 316 é de 10–14% contra 8–10,5% para o Tipo 304 e 8–10% para o Tipo 302.

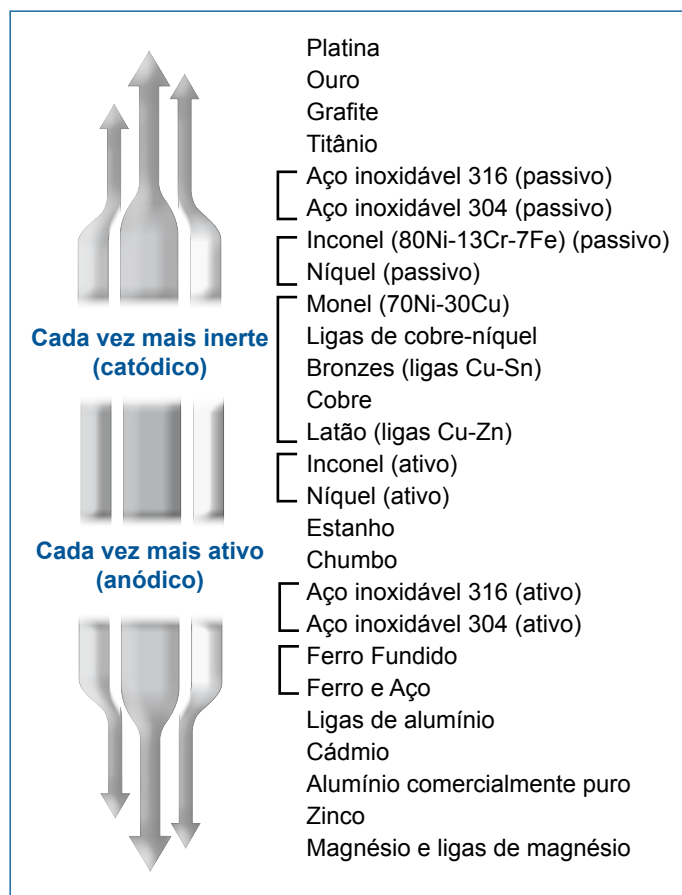
Resistência à Corrosão

Enquanto os aços inoxidáveis da série 300 apresentam propriedades físicas e de força que os torna adequados para diversas aplicações, sua habilidade de resistir a diferentes ambientes corrosivos, tanto químicos quanto atmosféricos, é geralmente considerada a principal razão de sua seleção. Considera-se que todos os aços inoxidáveis da série 300 possuem alta resistência à corrosão, mas o Tipo 316 é conhecido por ser um dos mais resistentes. Enquanto a resistência à corrosão dos Tipos 302/304 atende à maioria das aplicações, eles tendem a se corroer em ambientes mais severos onde o Tipo 316 não corrói, como em águas marinhas e ambientes petroquímicos. Existem vários tipos de corrosão, e é importante entender cada tipo e como o Tipo 316 pode apresentar vantagem.

Corrosão Galvânica

Este tipo de corrosão ocorre entre dois metais diferentes quando eles estão em contato e imersos em um ambiente onde reagem química e eletricamente um com o outro. É importante considerar a série galvânica (*ver Tabela 2*) para garantir que o material não seja corroído quando exposto ao material de acoplamento. Por exemplo, quando duas ligas estão em contato em água marinha, a corrosão ocorrerá na liga de menor série. Quanto mais distantes estiverem os dois metais no gráfico da série galvânica, maior é a probabilidade de eles sofrerem corrosão quando imersos em um eletrólito.

Tabela 2. A Série Galvânica¹



Corrosão Alveolar

A corrosão alveolar é um tipo de corrosão muito localizada que leva à criação de pequenos pontos e eventuais furos no material. Qualquer tipo de rachadura ou mesmo um pequeno arranhão pode ser o início da corrosão alveolar e levar à falha (*Ver Figura 1*). A corrosão alveolar pode ocorrer na água marinha com os Tipos 302/304 e, por esta razão, o Tipo 316 é geralmente utilizado. A adição de molibdênio aumenta significativamente a resistência à corrosão alveolar.

¹ M.G. Fontana, *Corrosion Engineering (Engenharia de Corrosão)*. 3ª Edição. Copyright 1986 by McGraw-Hill Book Company.

O Tipo 316 é tipicamente conhecido por possuir vantagens sobre os Tipos 302/304 em ambientes ricos em cloreto como água marinha, sendo este o motivo de ser referenciado como aço inoxidável de grau marinho. Há também diversos ambientes cáusticos detalhados na *Tabela 3* onde o Tipo 316 pode oferecer maior resistência à corrosão.

Muitos relatórios e estudos foram realizados a fim de analisar o impacto da SCC em aços inoxidáveis austeníticos, mas devido à muitas variáveis e muitos fatores como forças, composição química e condições ambientais, é difícil aplicar um "padrão" de correlação entre os vários tipos de aço inoxidável e suas reações. Portanto, é importante realizar testes para os requisitos de uma aplicação específica.

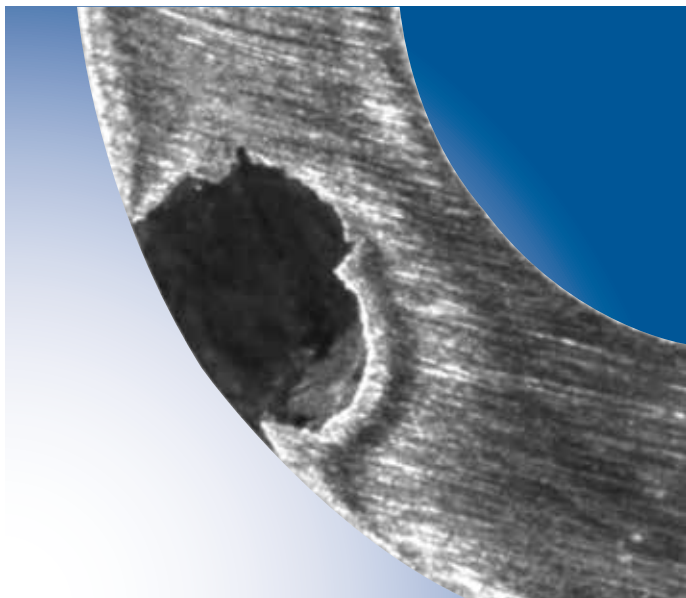


Figura 1. Seção transversal da fenda demonstrando impacto na área da seção transversal e redução na força.

Aqui você encontra uma lista de algumas soluções de cloreto que podem causar SCC no aço inoxidável da série 300²:

- Cloreto de amônio
- Cloreto de cálcio
- Cloreto de cobalto
- Cloreto de lítio
- Cloreto de magnésio
- Cloreto de mercúrio
- Cloreto de sódio
- Cloreto de zinco

Corrosão Intergranular

Este tipo de corrosão não é uma preocupação típica do aço inoxidável da série 300 uma vez que envolve a permanência dos pinos em altas temperaturas (acima de 800°F/430°C) por longos períodos de tempo. No entanto, isso é uma preocupação para outros produtos fabricados com o aço da série 300 que precisam ser soldados ou submetidos a altas temperaturas. Os Pinos Elásticos Espirais inoxidáveis da série 300 não são tratados a quente nem recomendados para solda e, portanto, a corrosão intergranular raramente ocorre, uma vez que eles não são expostos a altas temperaturas.

Tabela 3. Ambientes onde o Tipo 316 oferece maior resistência à corrosão em comparação aos Tipos 302 e 304

Água marinha	Ácido sulfuroso
Água da torneira	Ácido tartárico
Água de minas	Ácido acético
Água de caldeira	Ácido fórmico
Cloretos alcalinos	Ácido láctico
Sais ácidos	Diversos ácidos orgânicos
Sais de halogênio	Corrosão por alimentos
Ácido fosfórico	

Propriedades Mecânicas

Uma vez que os aços inoxidáveis da série 300 (e todos os austeníticos) podem endurecer quando tratados a frio, eles exibem uma vasta gama de propriedades mecânicas. O tratamento a frio altera a dureza e o magnetismo dos aços inoxidáveis da série 300. A *Tabela 4* abaixo mostra as propriedades mecânicas para os aços inoxidáveis austeníticos de Tipos 302, 304 e 316 no estado recozido.

Tabela 4. Propriedades mínimas de temperatura ambiente no estado recozido³

	Tipo 302	Tipo 304	Tipo 316
Resistência à Tração, MPa (ksi)	515 (75)	515 (75)	515 (75)
Limite de Elasticidade, MPa (ksi)	205 (30)	205 (30)	205 (30)
Dureza, máx (HRB)	88	88	95

Corrosão Sob Tensão

A fragilização por corrosão sob tensão (SCC) é um processo de fragilização que pode ocorrer apenas se o material estiver em um ambiente corrosivo e sob tensão mecânica. Sem uma das duas condições, a SCC não pode ocorrer. Para os aços inoxidáveis da série 300, a fragilização por corrosão sob tensão de cloreto é um dos tipos mais comuns de influência na integridade estrutural do material. Existem diversos fatores que podem impactar na SCC, incluindo força residual e aplicada, temperatura e condições cíclicas da aplicação.

² The International Nickel Company, Inc. (Indústria Internacional do Níquel) 1963. "Corrosion Resistance of the Austenitic Chromium-Nickel Stainless Steels in Chemical Environments" ("Resistência à Corrosão dos Aços Inoxidáveis Austeníticos de Cloro-Níquel em Ambientes Químicos").

³ Metals Handbook (Manual de Metais). Desk Edition, 2ª Edição. 1998. ASM Internacional

Magnetismo

Quando aços inoxidáveis da série 300 passam por um processo de recozimento eles não apresentam magnetismo, seu magnetismo aumenta à medida que eles encruam. Os Tipos 302/304 exibem uma permeabilidade magnética mais forte como resultado do encruamento.

Custo e Disponibilidade

Para os Pinos Elásticos, os Tipos 302/304 são os aços inoxidáveis mais amplamente utilizados e, por esta razão, eles são geralmente procurados em grandes quantidades se comparados com o Tipo 316. Por este motivo, os Pinos Elásticos de aço inoxidável dos Tipos 302/304 geralmente custam menos e estão disponíveis a pronta entrega.

Aplicações

Existem diversas aplicações que podem requerer maior resistência à corrosão do que os Tipos 302/304 podem oferecer. Alguns deles estão detalhados na *Tabela 5*. Os Pinos Espirais em aço inoxidável de Tipo 316 reduzem a corrosão alveolar que ocorre nestas aplicações uma vez que elas estão sujeitas a diversos produtos químicos (ver *Tabela 3*).

Tabela 5. Aplicações e Indústrias que utilizam os Pinos Elásticos Espirais de Aço Inoxidável de Tipo 316 (Observação: Os Tipos 302/304 podem ser suficientes)

Aplicações

Montagens expostas a ambientes marinhos
Acessórios para barco
Coletores de exaustão
Peças de motor a reação
Equipamentos farmacêuticos
Peças de fornos
Equipamentos fotográficos
Equipamentos de processamento de papel e celulose
Telas para mineração e filtração de água
Trocadores de calor
Montagens em estações de tratamentos químicos
Equipamentos médicos

Indústrias

Indústrias química e farmacêutica
Equipamentos digestores, evaporadores e de manuseio das indústrias de papel
Indústria Médica
Equipamento de refinamento têxtil
Filme fotográfico
Equipamento de refinamento de petróleo

Conclusão

Os Pinos Elásticos Espirais podem ser fabricados em diversos tipos de materiais, incluindo vários níveis de aços inoxidáveis. Os aços inoxidáveis de Tipos 302/304 são escolhas comuns devido à sua alta resistência à corrosão. Em ambientes onde a resistência à corrosão dos Tipos 302/304 não for suficiente, como em um ambiente marinho onde o pino é exposto a cloretos, o Tipo 316 pode ser a escolha mais adequada uma vez que a corrosão alveolar não ocorre tão rapidamente. O Tipo 316 é geralmente mais caro que os Tipos 302/304, mas a resistência adicional à corrosão ajuda a garantir que os componentes críticos permaneçam intactos e não causem danos adicionais às peças ao redor. Para muitas equipes de engenharia, a segurança adicional é mais importante que o custo mais elevado do componente, especialmente ao lidar com produtos químicos perigosos.

Devido à complexidade e às diversas variáveis que caracterizam os ambientes corrosivos, como o tipo e a concentração dos produtos químicos, a força no material, as condições atmosféricas, o tempo e a temperatura, é sempre importante realizar testes ao fazer seleções manuais de fixadores como Pinos Elásticos Espirais a fim de garantir que o material alcançará os resultados desejados.

A seleção do material adequado é um dos critérios mais importantes do projeto para os engenheiros, pois ela determina o custo final, a vida útil e o desempenho do produto acabado. Há diversos tipos de materiais para serem escolhidos e quando se fala em seleção de materiais para fixação, as empresas experientes em projetos de fixação podem auxiliar a determinar qual o tipo de material mais adequado.



Pino Elástico Espiral utilizado na trava de barco em aço inoxidável 316

Américas**SPIROL Brasil**

Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brasil
Tel. +55 19 3936 2701
Fax. +55 19 3936 7121

SPIROL EUA

30 Rock Avenue
Danielson, Connecticut 06239 EUA
Tel. +1 (1) 860 774 8571
Fax. +1 (1) 860 774 2048

SPIROL Divisão de Calços

321 Remington Road
Stow, Ohio 44224 EUA
Tel. +1 (1) 330 920 3655
Fax. +1 (1) 330 920 3659

SPIROL Canadá

3103 St. Etienne Boulevard
Windsor, Ontario N8W 5B1 Canadá
Tel. +1 (1) 519 974 3334
Fax. +1 (1) 519 974 6550

SPIROL México

Carretera a Laredo KM 16.5 Interior E
Col. Moisés Saenz
Apodaca, N.L. 66613 México
Tel. +52 (01) 81 8385 4390
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

Europa**SPIROL França**

Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin
18 Rue Léna Bernstein
51100 Reims, França
Tel. +33 (0) 3 26 36 31 42
Fax. +33 (0) 3 26 09 19 76

SPIROL Reino Unido

17 Princewood Road
Corby, Northants
NN17 4ET Reino Unido
Tel. +44 (0) 1536 444800
Fax. +44 (0) 1536 203415

SPIROL Alemanha

Ottostr. 4
80333 Munich, Alemanha
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 71
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 72

SPIROL Espanha

08940 Cornellà de Llobregat
Barcelona, Espanha
Tel. +34 93 193 05 32
Fax. +34 93 193 25 43

SPIROL República Tcheca

Sokola Tůmy 743/16
Ostrava-Mariánské Hory 70900
República Tcheca
Tel/Fax. +420 417 537 979

SPIROL Polônia

ul. M. Skłodowskiej-Curie 7E / 2
56-400, Oleśnica, Polónia
Tel. +48 71 399 44 55

Ásia-Pacífico**SPIROL Ásia**

1st Floor, Building 22, Plot D9, District D
No. 122 HeDan Road
Wai Gao Qiao Free Trade Zone
Xangai, China 200131
Tel. +86 (0) 21 5046 1451
Fax. +86 (0) 21 5046 1540

SPIROL Coreia

160-5 Seokchon-Dong
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Coreia
Tel. +86 (0) 21 5046-1451
Fax. +86 (0) 21 5046-1540



Por gentileza, consulte as especificações e linhas padrão mais recentes em www.SPIROL.com.br.

Os engenheiros de aplicação da **SPIROL** revisarão as necessidades de sua aplicação e trabalharão em conjunto com sua equipe de projeto para recomendar a melhor solução. Uma maneira de iniciar o processo é visitar nosso portal de **Excelência em Engenharia de Aplicação** no endereço www.SPIROL.com.br.

Certificação ISO/TS 16949
Certificação ISO 9001

© 2017 SPIROL International Corporation

Esta publicação não pode ser reproduzida ou transmitida de qualquer forma ou meio, eletrônica ou mecanicamente, integral ou parcialmente, sem uma permissão por escrito da SPIROL International Corporation, salvo quando previsto por lei.

e-mail: info-br@spirol.com

SPIROL.com.br