cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Estudo da corrosão do aço inoxidável 316L em equipamento do sistema de secagem de zeólita

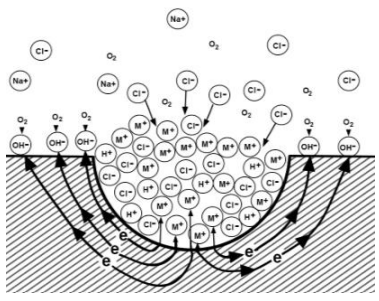
Jhennifer Araujo de Menezes[1]; Téo Vinicius Coelho da Silva[1]; Jorge Luiz Rosa[2], Luiz Antônio Borges Júnior[1], Simone Pereira Taguchi Borges[1].

1.Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Programa de pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais - PPGCEMAT; 2. Universidade de São Paulo-EEL/USP.

Introdução

Secadores de zeólitas normalmente são feitos de aço inoxidável austenítico AISI 316L, e embora sejam bastante resistentes a corrosão[1], podem apresentar degradação severa em meio de cloreto de amônio (NH_4Cl), podendo gerar custos de manutenção que chegam a 50 mil reais anuais, por ativo. O sal pode comprometer a camada passiva do aço e favorecer processos de corrosão localizada[2], como pites.

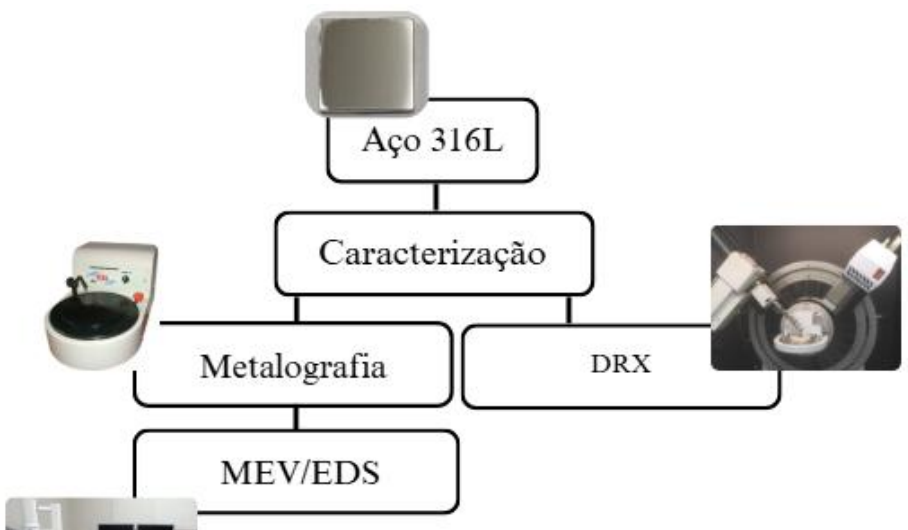
$$FeCl_2 + 2H_2O \rightarrow Fe(OH)^2 + 2HCl$$
$$Cr_3{}^+ + 3H_2O \rightarrow Cr(OH)^3 + 3H^+$$
$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$$
$$Fe + 2H+ \rightarrow Fe_2+ + H_2$$



Objetivos

Avaliar o comportamento de corrosão do AISI 316L utilizado em hélices do sistema de secagem de zeólita após 6 meses de operação, caracterizando as regiões degradadas e identificando possíveis mecanismos associados à corrosão e à falha do componente.

Metodologia



Propriedades do Aço Inoxidável AISI 316L	Valor
Composição Química (% em peso)	
Carbono (C)	≤ 0,03
Cromo (Cr)	16,0 – 18,0
Níquel (Ni)	10,0 – 14,0
Molibdênio (Mo)	2,0 – 3,0
Manganês (Mn)	≤ 2,0
Silício (Si)	≤ 0,75
Fósforo (P)	≤ 0,045
Enxofre (S)	≤ 0,03
Propriedades Mecânicas (mínimas, estado recozido)	
Limite de Resistência à Tração	485 MPa
Limite de Escoamento (0,2%)	170 MPa
Alongamento (em 50 mm)	40%
Dureza Brinell (HB)	≤ 217
Dureza Rockwell B (HRB)	≤ 95

Fonte: Adaptado de ASM Handbook (1990) e dados de fabricantes.

Fig. 1. Fluxograma do procedimento experimental e características do aço inoxidável 316L.

Resultados e Discussão



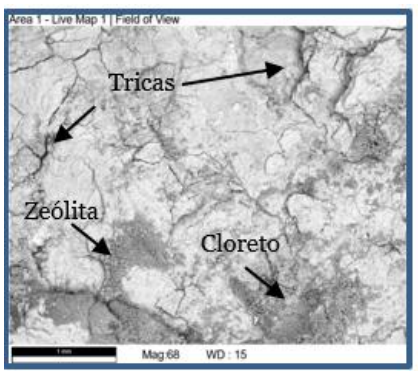
Fig. 2. Imagem do helicoide de aço 316L do secador de zeólita após 6 meses de utilização.

DRX - Fases cristalinas

Aço: liga Cr,Fe,Mo,Ni,Si (JCPDS00-050-1202); liga Fe,Ni (JCPDS 03-065-5131)

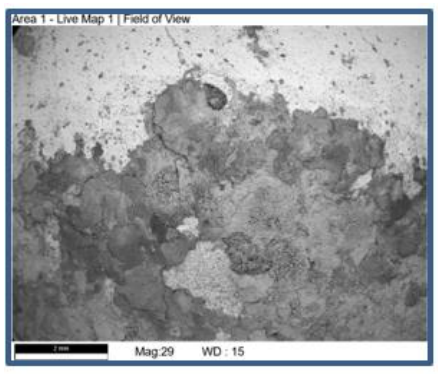
Região corroída: Óxido Fe,Cr,Ni (JCPDS01-080-0389)

Superfície corroída



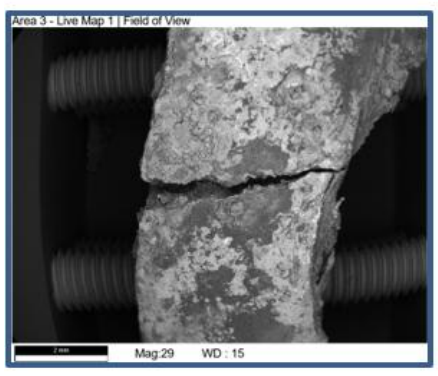
Elemento	% Peso	% Atômica
C	3,1	7,9
O	28,9	54,3
Al	0,8	0,9
Si	1,7	1,8
Cl	0,4	0,4
Cr	7	4
Mn	1,4	0,8
Fe	50,2	26,9
Co	0,9	0,5
Ni	4,6	2,3
Mo	1	0,3

Região da solda



Elemento	% Peso	% Atômica
C	4,2	10,2
O	26,4	48,3
Ne	1,5	2,2
Al	2,4	2,6
Si	5,4	5,7
Cr	10,6	6
Mn	1	0,5
Fe	41,1	21,6
Ni	4,6	2
Mo	1,1	0,3
La	1,6	0,3

Região da fratura



Elemento	% Peso	% Atômica
C	6,4	12,9
O	32,9	49,7
Ne	1,6	1,9
Al	14,9	13,4
Si	6,7	5,8
Cl	0,5	0,4
Cr	5,5	2,5
Mn	0,9	0,4
Fe	26	11,3
Ni	3,8	1,6
Mo	0,6	0,2

Fig. 3 - Imagem de MEV/EDS da superfície corroída do aço AISI 316L, região da solda e da fratura.

Conclusões

A degradação prematura do AISI 316L resultou de uma interação sinérgica entre a agressividade química dos cloretos e a vulnerabilidade metalúrgica da Zona Termicamente Afetada (ZTA). A corrosão por pites, intensificada pela sensitização da solda, comprometeu a integridade do equipamento em apenas 6 meses de uso. Materiais alternativos como Aço Superduplex e Incoloy tem sido estudado, visando identificar opções mais adequadas às condições de serviço, reduzir os custos de manutenção e aumentar a vida útil dos componentes.

Referências e agradecimentos

1. COLPAERT, H. Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns. 4ª ed., P 527, 2008.
2. SOUZA, F.M., SANTIAGO, R. SANTANA, A.I.C. Observação do efeito da concentração de Cloreto e do PH do meio oxidante sobre os processos corrosivos nos aços AISI 304 e 316. In INTERCORR2016, Nº 196, Búzios-RJ, 2016
3. MODENESI, Paulo J. Soldabilidade dos aços inoxidáveis. São Paulo: SENAI-SP; 2001. 100 p.

GPEMaC · CAPES · UFRRJ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro · PPGCEMat · USP Universidade de São Paulo