ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CORROSÃO

associacaobrasileiradecorrosao
www.abraco.org.br
@abraco_br
/abraco.oficial

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro
Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

CORROSÃO

RECOMENDAÇÕES DE PROTEÇÃO ANTICORROSIVA PARA SISTEMAS, INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

ABRACO-RT-COR-006

V. 10092026

Total de páginas: 16

NOTA 1

A Associação Brasileira de Corrosão alerta os usuários: o uso de suas recomendações práticas requer conhecimento e experiência.
O uso inadequado das mesmas e consequentes resultados impróprios não se constituem responsabilidade da Associação.

A partir de abril de 2026 estes documentos são denominados de Recomendações Técnicas.

NOTA 2

É recomendável que todos os trabalhos relacionados aos sistemas de proteção anticorrosiva sejam executados, no que couber, por profissionais certificados conforme procedimentos da Associação Brasileira de Corrosão, relativos à Pintura Anticorrosiva, Proteção Catódica e Galvanização por Imersão à Quente.

COMPOSIÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO EXECUTOR

O Grupo de Trabalho responsável pela elaboração da presente Recomendação Prática foi constituído pelas seguintes pessoas:

Laerce de Paula Nunes – Coordenador

Luiz Paulo Gomes – Membro

Carlos Alexandre Martins da Silva – Membro

João Paulo Klausing Gervásio – Membro

Erik Barbosa Nunes – Membro

João Marcelo Silva de Oliveira – Membro

SUMÁRIO

1.0 OBJETIVO 4

2.0 APLICAÇÃO 4

3.0 DOCUMENTOS NORMATIVOS DE REFERÊNCIA 4

4.0 SISTEMAS 5

5.0 INSTALAÇÕES 10

6.0 EQUIPAMENTOS 12

7.0 CONCLUSÕES 16

8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 16

1.0 OBJETIVO

Esta Recomendação Técnica tem por objetivo apresentar orientações para proteção anticorrosiva de sistemas, instalações e equipamentos em ambientes atmosféricos, enterrados, em contato com a água ou fluídos agressivos aos materiais metálicos.

2.0 APLICAÇÃO

Esta Recomendação Técnica se aplica a qualquer tipo de sistemas, instalações ou equipamentos, podendo ser:

- Sistemas, como por exemplo sistemas de tratamento, armazenamento e distribuição de água; sistemas de coleta, transporte, tratamento esgoto e efluentes industriais; sistemas de refrigeração, sistemas de geração de vapor, sistemas de geração e transmissão de energia; sistemas de coleta e tratamento de lixo urbano; sistemas de proteção durante armazenamento e transporte; sistemas flutuantes (navios, embarcações, boias, plataformas semissubmersíveis e plataformas de produção e estocagem – FPSO);
- Instalações, tais como plataformas fixas, píeres e cais, unidades de processo (na indústria química, petróleo, petroquímica, papel e celulose, mineração, metalurgia etc.), gasodutos, oleodutos, minerodutos e adutoras; tubulações industriais e base de equipamentos;
- Equipamentos tais como tanques de armazenamento aéreos, apoiados no solo ou enterrados, fornos, permutadores de calor, vasos e esferas, máquinas de fluxo, equipamentos elétrico e de instrumentação.

3.0 DOCUMENTOS NORMATIVOS DE REFERÊNCIA

3.1 NORMAS DA ABNT

- ABNT NBR ISO 9223 – Corrosão de metais e ligas metálicas – Corrosividade de atmosferas – Classificação, determinação e estimativa.

3.2 NORMAS INTERNACIONAIS

- ISO 9224 – Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Guiding values for the corrosivity categories.
- ISO 12944-2 – Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 2: Classification of environments.

3.3 RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS – ABRACO

- ABRACO-RT-COR-001 – Avaliação do Nível de Corrosividade Previsto para Estruturas Aéreas, Enterradas, em Contato com a Água e com Fluidos Altamente Corrosivos.
- ABRACO-RT-COR-003 – Corrosão – Avaliação do Nível de Corrosividade Atmosférica para Estruturas Aéreas, com Base na Densidade de Compostos Solúveis.

- ABRACO-RT-COR-004 – Proteção Anticorrosiva de Estacas de Aço e de Estacas de Concreto em Instalações Marítimas ou Fluviais.
- ABRACO-RT-COR-005 – Recomendações de Práticas que Aumentam o Desempenho à Corrosão no Projeto e na Manutenção.
- ABRACO-RT-CAC-001 – Corrosão de Armaduras em Estruturas de Concreto – Causas Recomendações de Avaliação, Diagnóstico, Prevenção e Controle.
- ABRACO-RT-PTC-006 – Proteção Catódica – Critérios para Sistemas de Proteção Catódica de Estruturas Marítimas.
- ABRACO-RT-PAC-002 – Recomendações para Seleção de Esquemas de Pintura Anticorrosiva.
- ABRACO-RT-RAC-001 – Proteção Anticorrosiva de Condições Críticas em Estruturas Aéreas Revestidas.
- ABRACO-RT-RAC-002 – Recomendações para Proteção Anticorrosiva com uso de Revestimentos para Dutos Terrestres ou Submersos e Tubulações Enterradas.
- ABRACO-RT-RAC-003 – Recomendações para Proteção Anticorrosiva com uso de Revestimentos por Galvanização a Quente.

3.4 NORMA PETROBRAS

- Todas as Normas Petrobras relativas à Pintura Anticorrosiva. Disponível no endereço eletrônico https://canalfornecedor.petrobras.com.br/regras-de-contratacao/catalogo-de-padronizacao/

4.0 SISTEMAS

4.1 SISTEMAS DE TRATAMENTO, ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Os principais processos corrosivos observados são:

- Corrosão atmosférica externamente;
- Corrosão interna em tanque metálicos na etapa de tratamento e armazenamento;
- corrosão interna pela água doce nas tubulações e tanques.

Os métodos usuais de controle de corrosão são:

- Revestimento por pintura ou galvanização a quente, ou ainda a combinação destas duas técnicas, na parte externa de tubulações, acessórios, suportes etc. em tubulações aéreas;
- Revestimento interno por sistemas de pintura anticorrosiva para imersão em água nos tanques de tratamento e armazenamento, como alternativa pode ser utilizada a vitrificação (revestimento com vidro);
- Aplicação de proteção catódica interna em tubulações de grande diâmetro e nos tanques de tratamento e armazenamento e nas estruturas de concreto;
- Revestimento orgânico de alta espessura apropriado e proteção catódica externa em tubulações enterradas.

4.2 SISTEMAS DE TRANSPORTE, TRATAMENTO DE ESGOTOS E EFLUENTES INDUSTRIAIS

Os principais processos corrosivos observados são:

- Corrosão atmosférica nas partes externas;
- Corrosão pelo esgoto ou efluente nas partes internas.

Os métodos de controle da corrosão utilizados são:

- Revestimentos, especialmente por pintura nas partes aéreas ou galvanização a quente e pintura;
- Revestimentos resistentes a meios ácidos para as partes onde haja ação direta do esgoto ou efluente. como alternativa pode ser utilizada a vitrificação (revestimento com vidro);
- Proteção catódica das regiões submersas;
- Proteção catódica das estruturas de concreto.

4.3 SISTEMAS DE ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO

Os sistemas de água de refrigeração podem ser de dois tipos:

a) Sistemas em circuito aberto: nos sistemas em circuito aberto utiliza-se água do mar ou água doce e os processos corrosivos mais comuns são:

- Corrosão atmosférica nas partes externas;
- Corrosão pela água;
- Corrosão bacteriana.

Os métodos de controle usuais são:

- limpeza mecânica ou química periodicamente dos equipamentos;
- Seleção adequada de materiais metálicos;
- Aplicação de revestimento e proteção catódica nos locais que não prejudique a troca térmica, tais como: tubulações de grande diâmetro, caixas de resfriamento etc.;
- Proteção catódica de estruturas de concreto.

b) Sistemas em circuito fechado: água doce e os processos corrosivos são:

- Corrosão atmosférica nas partes externas;
- Corrosão pela água;
- Corrosão bacteriana.

Os métodos de controle utilizados são:

- Emprego de inibidores de corrosão e desaeração;
- Emprego de bactericidas;
- Emprego de revestimentos e proteção catódica onde não prejudique a troca térmica;

- Proteção catódica de estruturas de concreto;
- Seleção adequada de materiais metálicos.

4.4 SISTEMAS DE GERAÇÃO DE VAPOR

Nas caldeiras e demais componentes dos sistemas de geração de vapor, os principais processos corrosivos são:

- Corrosão pela água na parte interna dos tubos de caldeira, tubulão, tubulações e tanques de água, vapor, condensado etc.;
- Corrosão externa e sob isolamento térmico em tubulações;
- Corrosão por compostos de enxofre SO_2 e SO_3: ocorre nas partes mais frias (abaixo do ponto de orvalho da água) no pré aquecedor de ar, economizador, chaminés, dutos e também na parte interna da chaparia devido a infiltração de gases através do revestimento refratário;
- Corrosão química: oxidação a alta temperatura das partes externas dos tubos de caldeiras, tubulão etc., e ataque por cinzas contendo vanádio e sódio;
- Corrosão atmosférica externa da chaparia, estruturas etc., a corrosão externa pode ser agravada na chaparia e estruturas em caldeiras de recuperação em unidades de celulose pela grande quantidade de depósitos.

Os métodos de combate e controle da corrosão utilizados são:

- Tratamento químico da água (desmineralização, e controle de pH);
- Desaeração da água e emprego de inibidores;
- Seleção adequada de materiais metálicos para tubos e tubulões;
- Revestimento refratário da chaparia internamente e das regiões sujeitas a corrosão por compostos de enxofre. Adição de aditivos (CaO e MgO) no combustível para elevação do ponto de fusão de cinzas contendo vanádio (só para combustíveis contendo vanádio);
- Revestimento por pintura das superfícies externas ou galvanização e pintura;
- Revestimentos térmicos externo: usado em alguns casos para manter a temperatura da chaparia acima do ponto de orvalho e para economia de energia;
- Remover depósitos no caso de caldeiras de recuperação.

4.5 SISTEMAS DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA

Os sistemas de geração e transmissão de energia estão sujeitos aos seguintes processos corrosivos:

- Corrosão atmosférica nas partes aéreas de usinas hidroelétricas, usinas solares, eólicas e de torres de linhas de transmissão;
- Corrosão pela água nas partes submersas em usinas hidroelétricas;

- Corrosão pelo solo nas bases de torres de linhas de transmissão e estacas de seguidores solares (trackers) principalmente devido aos aterramentos;
- Corrosão das ligas de cobre em ambientes com compostos de amônia e H_2S.

Os métodos de controle da corrosão utilizados são:

- Podem ser usados revestimentos metálicos, especialmente galvanização a quente e revestimento por tintas nas partes aéreas, e revestimento por tintas nas partes submersas;
- Proteção catódica para as bases das torres, estacas e componentes submersos;
- Encapsulamento das ligas de cobre sujeitas à corrosão por compostos de amônia e H_2S.

4.6 SISTEMAS DE COLETA E TRATAMENTO DE LIXO URBANO

Os principais processos corrosivos observados são:

- Corrosão atmosférica nas partes aéreas;
- Corrosão pelo extrato do lixo (chorume).

Os métodos de controle da corrosão utilizados são:

- Revestimentos, especialmente por tintas nas partes aéreas;
- Revestimentos resistentes a meios ácidos para as partes onde haja contato com chorume.

4.7 SISTEMAS DE PROTEÇÃO DURANTE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE

Os equipamentos e peças durante o armazenamento e transporte estão sujeitos especialmente à corrosão atmosférica. Esta corrosão pode ser acelerada por umidade e produtos exalados das embalagens.

São necessários cuidados especiais com revestimentos pouco resistentes a impactos para evitar danos mecânicos.

Os métodos de controle da corrosão utilizados são:

- Aplicação de revestimentos removíveis;
- Redução da umidade relativa do ar com o uso de dessecantes;
- Uso de Inibidores voláteis de corrosão.

4.8 SISTEMAS FLUTUANTES (NAVIOS, EMBARCAÇÕES, BOIAS, PLATAFORMAS SEMISSUBMERSÍVEIS E PLATAFORMAS DE PRODUÇÃO E ESTOCAGEM – FPSO)

Os navios, embarcações e plataformas semissubmersíveis de perfuração e produção de petróleo e plataformas de produção e estocagem, de modo geral, estão expostos aos seguintes processos corrosivos:

- Corrosão atmosférica na região do casco, acima da linha d'água, no convés, nas superestrutura, dentre outras partes aéreas;

- Corrosão pela água do mar na parte submersa do casco, no sistema de refrigeração com água salgada, nos tanques de lastro, nos tanques de petróleo e derivados, no fundo e um metro das laterais;
- Corrosão pelo vapor do produto no teto e parte superior das laterais dos tanques;
- Corrosão por produtos químicos nos tanques destinados ao transporte ou armazenamento daqueles produtos;
- Corrosão pela água doce no sistema de refrigerações dos motores.

Os métodos de controle de corrosão frequentemente utilizados são:

- Revestimento por pintura no casco, convés, superestrutura, partes internas de tanque de lastro e de produtos químicos, fundo e um metro das laterais, teto e um metro das laterais nos tanques de petróleo e de derivados etc.;
- Aplicação de proteção catódica no casco, tanque de lastro, parte interna do fundo dos tanques e laterais em contato com a água salgada, nas caixas de mar, dentre outras regiões submersas;
- Uso de inibidores e desaeração na água de refrigeração e geração de vapor;
- Seleção de materiais resistentes a corrosão para tubos de feixe de permutadores, hélice etc.

4.9 SISTEMAS DE AR-CONDICIONADO

Os sistemas de ar-condicionado de grande porte, de um modo geral têm como meio refrigerante água, que por sua vez pode ser resfriada por ar ou água em sistema secundário com torre de resfriamento.

Estes sistemas estão sujeitos aos seguintes processos corrosivos:

- Corrosão atmosférica nas partes aéreas;
- Corrosão pela água;
- Corrosão bacteriana.

Os métodos de controle da corrosão utilizados são:

- Emprego de inibidores de corrosão e desaeração;
- Emprego de bactericidas;
- Emprego de revestimentos e proteção catódica onde se tenha fácil acesso para instalação do sistema e não prejudique a troca térmica;
- Seleção adequada de materiais metálicos;
- Revestimentos para as partes aéreas.

5.0 INSTALAÇÕES

5.1 INSTALAÇÕES EM PLATAFORMAS FIXAS, PÍERES E CAIS

São incluídos neste item os píeres de atração de navio, as ilhas artificiais, as plataformas de exploração e produção de petróleo etc., construídos com estacas metálicas.

Os processos corrosivos comumente verificados são:

- Corrosão pela água do mar;
- Corrosão pelo solo do fundo do mar no caso de estacas cravadas (píeres, ilhas artificiais, e plataformas fixas);
- Corrosão atmosférica nas partes aéreas.

Os métodos de controle de corrosão empregados normalmente, são:

- Revestimentos por pintura anticorrosiva de todas as partes aéreas ou por galvanização a quente e pintura anticorrosiva;
- Revestimentos de alta espessura como por exemplo os viscoelásticos à base poliisobuteno, massas epóxi poliamida, nas zonas de variação de nível;
- Proteção catódica nas partes submersas e enterradas.

5.2 INSTALAÇÕES EM UNIDADES DE PROCESSO (NA INDÚSTRIA QUÍMICA, PETROQUÍMICA, PAPEL E CELULOSE, MINERAÇÃO, METALURGIA ETC.).

Nas unidades de processo como, por exemplo, de destilação atmosférica, de FCC, de reforma, produção de papel e celulose, indústria química etc., os principais processos corrosivos são:

- Corrosão por compostos de enxofre;
- Corrosão química (oxidação em altas temperaturas);
- Corrosão sob tensão;
- Corrosão-erosão – muito importante nas unidades de FCC;
- Corrosão intergranular;
- Corrosão atmosférica de superfícies não isoladas e sob isolamento nas isoladas termicamente.

Os principais métodos de controle de corrosão utilizados são:

- Seleção adequada de materiais metálicos resistentes à corrosão – utilização de revestimentos metálicos por clades ou revestimentos com ligas de alto PREN por processo de metalização de alta velocidade de deposição;
- Aplicação de tratamentos térmicos de alívio de tensão após soldagem em componentes sujeitos à corrosão sob tensão;
- Controle de pH pela adição de amônia no topo de torres destilação atmosférica e pela adição de soda após a dessalgação no refino de petróleo;

- Uso de inibidores de corrosão;
- Emprego de revestimentos refratários e isolantes;
- Emprego de "revestimento duro" para prevenir corrosão-erosão;
- Revestimentos de alta espessura com polímeros ou borracha;
- Emprego de revestimento por pintura anticorrosiva em superfícies externas ou galvanização a quente e pintura;
- Uso de proteção anódica em digestores e tanques na indústria de celulose e em tanques de ácido sulfúrico na indústria do petróleo;
- Emprego de proteção catódica externa em tubulação enterradas e internamente onde houver espaço para instalação do sistema.

5.3 GASODUTOS, OLEODUTOS, MINERODUTOS E ADUTORAS

As tubulações de aço dos oleodutos, gasodutos e adutoras podem estar sujeitas aos seguintes processos corrosivos:

- Corrosão pelos solos ou pela água externamente;
- Corrosão pela água doce, água do mar ou produto contendo água internamente e contaminantes;
- Corrosão atmosférica em eventuais trechos aéreos.

Os métodos de controle de corrosão mais utilizados são:

- Revestimentos orgânicos de alta espessura adequada para tubulações enterradas ou submersa aplicados na parte externa;
- Revestimento por pintura em trechos aéreos e na parte interna em adutoras;
- Aplicação de proteção catódica;
- Monitoração da corrosão interna e uso de inibidores e biocidas se necessário.

5.4 TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS (DE PROCESSO E DE COMBATE A INCÊNDIO)

As tubulações industriais podem ser aéreas ou enterradas. As tubulações aéreas são utilizadas em unidades de processo e nos parques de armazenamento. Estas tubulações transportam petróleo, derivados, água, lastro de navios, ou insumos industriais etc.

Os principais processos corrosivos observados são:

- Corrosão atmosférica externamente;
- Corrosão pela água doce ou salgada, de refrigeração, água de lastro, água de incêndio etc.;
- Corrosão bacteriana.

Os métodos usuais de controle de corrosão são:

- Revestimento por pintura na parte externa de tubulações, acessórios, suportes etc.;
- Encapsulamento de condições críticas geradoras de frestas;

- Revestimento interno em tubulações de água salgada de lastro, de incêndio ou de refrigeração;
- Aplicação de proteção catódica interna em tubulações de lastro de navios, especialmente de grande diâmetro.

5.5 ESTRUTURAS METÁLICAS E BASE DE EQUIPAMENTOS

São normalmente chamadas de estruturas metálicas, as estruturas aéreas construídas em aço carbono, tais como: escadas, passadiços, suportes de tubulações, estruturas metálicas de galpões, postes, torres (para antenas, para-raios), bases de equipamentos etc.

Os processos corrosivos encontrados nesta estruturas são, em geral, corrosão atmosférica.

Os métodos usuais de controle de corrosão são construídos normalmente do emprego de revestimentos:

- Podem ser usados revestimentos especialmente a galvanização a quente e a pintura anticorrosiva, ou mesmo as duas técnicas forma conjunta;
- Encapsulamento de condições críticas geradoras de frestas;
- Como alternativa pode ser utilizado também a seleção de materiais resistentes à corrosão atmosférica, como por exemplo, os aços patináveis em ambientes de média para baixa corrosividade.

6.0 EQUIPAMENTOS

6.1 TANQUES DE ARMAZENAMENTO AÉREOS, APOIADOS NO SOLO OU ENTERRADOS

Os tanques metálicos de armazenamento podem ser de dois tipos: tanques aéreos e tanques enterrados.

Tanques aéreos estão sujeitos aos seguintes processos corrosivos, mais comuns:

- Corrosão atmosférica no costado e teto externamente em todo os tanques e no costado internamente nos tanques de derivados claros de teto fixo ou flutuante;
- Corrosão interna pela água salgada no fundo e um metro do costado nos tanques de petróleo;
- Corrosão interna por água doce no fundo e um metro do costado nos tanques de derivados;
- Corrosão interna pela água salgada em todo o tanque nos tanques de lastro de navio e corrosão interna pela água doce em todo o tanque nos tanques de armazenamento de água doce ou águas oleosas;
- Corrosão pelo solo na parte externa do fundo;
- Corrosão interna pelo vapor do produto na parte superior do costado e interna do teto em tanques de teto fixo de armazenamento de petróleo e derivados claros.

Os métodos de controle de corrosão comumente empregados são:

- Revestimento por pintura em todas as superfícies sujeitas a corrosão atmosférica, pela água ou pelo produto;
- Encapsulamento de condições críticas geradoras de frestas na parte externa, inclusive na base de apoio;
- Revestimento orgânico na base sob o fundo do tanque;
- Aplicação de proteção catódica interna onde há corrosão pela água e na parte externa do fundo que sofre corrosão pelo solo.

Tanques aéreos em concreto:

- São utilizados no armazenamento de águas e no espessamento de polpas, no tratamento de resíduos ou na concentração de minérios.

Processos corrosivos mais comuns:

- Corrosão pela água ou fluido de processo.

Os métodos de proteção comumente utilizados são:

- Impermeabilização com revestimentos de alta espessura;
- Aplicação de proteção catódica.

Tanques enterrados estão sujeitos aos seguinte processos corrosivos:

- Corrosão pela água internamente, quando houver presença de um lastro de água com o produto de petróleo ou, quando for um tanque de armazenamento de água;
- Corrosão pelo solo externamente.

Os métodos de controle de corrosão empregados são:

- Aplicação de revestimento por pintura Anticorrosiva na parte interna na região que houver água;
- Aplicação de revestimento por pintura anticorrosiva;
- Aplicação de proteção catódica externamente.

6.2 FORNOS

Fornos são muito usados para aquecimento de cargas na indústria do petróleo, petroquímica em craqueadores, na metalurgia, siderurgia etc. e estão normalmente, expostos aos seguintes processos corrosivos:

- Corrosão por compostos de enxofre SO_2-SO_3 nas partes frias tais como chaminés e condutos de gases, bem como na chaparia internamente devido a infiltração de gases de combustão através do revestimento refratário;
- Corrosão química (oxidação a altas temperaturas) de tubos e suportes. Esta corrosão pode ser acelerada pela presença de vanádio e sódio no óleo combustível;
- Corrosão atmosférica: na chaparia externa, estruturas, chaminés metálicos etc.

Os principais métodos de controle são:

- Seleção adequada de materiais metálicos para tubos, suportes, queimadores etc.;
- Revestimento refratário e isolante para as partes internas das paredes, chaminés, condutos etc.;
- Revestimento por pintura anticorrosiva das superfícies externas. Em alguns casos aplica-se também a pintura interna na chaparia (pintura à base de silicato inorgânico de zinco).

6.3 PERMUTADORES DE CALOR

Os permutadores de calor estão sujeitos aos seguintes processos corrosivos:

- Corrosão pela água em resfriadores e condensadores;
- Dezincificação quando o feixe é construído de latão com alto ter de zinco;
- Corrosão galvânica;
- Corrosão bacteriana;
- Corrosão atmosférica na parte externa do casco;
- Corrosão sob tensão devido as tensões introduzidas na mandrilagem dos tubos ao espelho;
- Corrosão-erosão devido a passagem de líquidos contendo sólidos em suspensão e na entrada dos tubos pelo aumento de velocidade.

Os principais métodos de combate e controle de corrosão são:

- Emprego de revestimentos na parte interna do carretel;
- Emprego de proteção catódica;
- Emprego de inibidores;
- Seleção adequada de materiais para tubos e espelhos, inclusive de latões não sujeitos a dezincificação(baixo teor de zinco, ou inibidos);
- Uso de espelho cladeados ou revestidos com ligas de elevado PREN;
- Desaeração da água em resfriadores e condensadores;
- Cuidados na mandrilagem dos tubos a fim de evitar tensões que possam provocar corrosão sob tensão;
- Adoção de sobre-espessura de corrosão para o casco e carretel;
- Revestimento por pintura anticorrosiva da parte externa;
- Aplicação de tratamento térmico de alívio de tensões em regiões soldadas do casco e carretel;
- Uso de chicanas quebra-jato na entrada de fluidos no casco;
- Limpeza mecânica ou química do equipamento;
- Proteção catódica para tampos e espelhos.

6.4 VASOS E ESFERAS

Nos vasos e esferas, utilizados principalmente no armazenamento de GLP e de insumos nas indústrias em geral, os principais processos corrosivos são:

- Corrosão atmosférica na parte externa;
- Corrosão interna por compostos de enxofre H_2S;
- Corrosão sob tensão devido a compostos de enxofre na parte interna (o H_2S principalmente).

Os métodos de controle de corrosão utilizados são:

- Aplicação de tratamento térmico de alívio de tensões;
- Aplicação de revestimento por pintura na parte interna e em toda a superfície externa, incluindo acessório e suportes;
- Encapsulamento de condições críticas geradoras de frestas.

6.5 MÁQUINAS DE FLUXO,

As máquinas de fluxos (bombas, turbinas e compressores) estão sujeitas aos seguintes processos corrosivos:

- Corrosão interna pelo fluido podendo no caso de bombas estar associada à cavitação e de um modo geral a processos erosivos;
- Corrosão atmosférica na parte externa.

Os métodos de controle da corrosão utilizados são:

- Seleção de materiais resistentes à corrosão;
- Aplicação de revestimentos internos especialmente no caso de bombas;
- Aplicação de revestimentos externos, especialmente por pintura.

6.6 EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS DE INSTRUMENTAÇÃO E DE PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÕES (DATA CENTERS)

Os equipamentos elétricos, de instrumentação e de processamento e armazenamento de informações estão sujeitos especialmente à corrosão atmosférica. Para evitá-la aplica-se revestimento de um modo geral e especialmente os metálicos, nos contatos. Pode-se também reduzir a umidade relativa em cubículos ou nos sistemas de refrigeração.

Nas atmosferas com amônia ou H_2S deve-se revestir ou encapsular as superfícies de cobre desde que não prejudique contatos elétricos, sendo que para o H_2S pode-se encapsular ou reduzir a umidade relativa do ar para valores inferiores a 40%.

7.0 CONCLUSÕES

Com a utilização adequada das técnicas de proteção anticorrosivas pode-se assegurar a integridade de ativos de forma econômica e por tempo indeterminado.

8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Nunes, Laerce P. – Fundamentos de Resistência à Corrosão – Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2ª edição 2025.
- Gentil, Vicente – Corrosão, 7ªed. LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora, 2022.
- IEC – Instalações e Engenharia de Corrosão – Sistemas de proteção Catódica - Editora Interciência, Rio de Janeiro,2020.
- Dutra, Aldo C. e Nunes, Laerce P. – Proteção Catódica – Técnica de Combate à Corrosão - Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Nunes, Laerce P. – Materiais – Aplicações de Engenharia – Seleção e Integridade – Editora Interciência, Rio de Janeiro
- Nunes, Laerce P. e Lobo, Alfredo O. – Pintura Industrial na Proteção Anticorrosiva Interciência, Rio de Janeiro, 5ª Edição.
- Fragata, Fernando L. – Pintura Anticorrosiva: Falhas e Alterações nos Revestimentos, Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2016.