

O Conceito de Corrosão

“Engenharia SACOR, setembro/1999”

A corrosão é a deterioração de metais e ligas por ação química do meio ambiente. Sendo este meio a água do mar ou o solo, metais e ligas que nele estiverem submetidos estarão sob severa ação de processos corrosivos.

Corrosão Eletroquímica

Entende-se por corrosão eletroquímica os processos de destruição que se desenvolvem, pela ação de eletrólitos, sobre o metal.

Tais eletrólitos compreendem: água do mar, solo, soluções aquosas de ácidos, bases, sais, ar atmosféricos com umidade, etc.

Dentre os vários tipos de corrosão de natureza eletroquímica, a mais expressiva para metais submersos em água do mar é a Corrosão Galvânica. Ela é resultante do contato elétrico de materiais dissimilares em presença do eletrólito.

Este tipo de corrosão será tão mais intenso quanto mais distantes forem os materiais na tabela de potenciais eletroquímicos.

Quando isto ocorre, o metal que libera corrente para o eletrólito se corrói, tendo comportamento anódico é denominado anodo. O metal que recebe a corrente do eletrólito fica protegido e é chamado de catodo por adquirir comportamento catódico.

A formação de áreas anódicas e catódicas nas embarcações depende de vários fatores, como por exemplo: heterogeneidade do aço, deterioração do revestimento, salinidade e temperatura da água do mar, etc.

Podemos citar como consequência dessa corrosão o aumento da rugosidade das superfícies do casco, com conseqüente acréscimo no consumo de combustíveis utilizado para o deslocamento da embarcação.

Tipos de Proteção

Baseados no mesmo princípio, que é o de injeção de uma corrente elétrica de proteção na estrutura através do eletrólito, existem dois métodos de proteção: Proteção Catódica Galvânica e Proteção Catódica por Corrente Impressa.

Proteção Catódica Galvânica:

Nesse processo o fluxo de corrente elétrica é fornecido pela diferença de potencial existente entre o metal a proteger e o outro metal, escolhido para anodo, como resultado de seus diferentes potenciais eletroquímicos.

Os materiais utilizados na prática como anodos galvânicos são ligas de zinco ou de alumínio, sendo muito empregados para a proteção dos cascos de navios pequenos e médios.

Devido a sua capacidade de corrente ser mais elevada e ao seu menor peso, em comparação com o zinco, os anodos de alumínio, nos últimos anos, tem sido muito bem aceitos no mercado.

Hoje o magnésio é pouco usado na proteção de embarcações, visto que se tornou antieconômico devido a baixa eficiência e o alto custo.

A vida útil dos anodos galvânicos varia em torno de dois a três anos.

Os sistemas galvânicos também são utilizados para a proteção interna dos tanques de lastro.

Proteção Catódica por Corrente Impressa:

O emprego do Sistema de Proteção por Corrente Impressa é a tendência mais moderna para a proteção externa dos cascos das embarcações ou plataformas Offshore, principalmente as de médio e grande porte.

Nesse processo os anodos são mais leves e econômicos do que os galvânicos, uma vez que são projetados para uma vida útil de cerca de dez a quinze anos e por não haver necessidade de substituí-los durante as docagens.

O sistema por corrente impressa compreende normalmente as seguintes partes principais:

- a) Unidade Retificadora - Converte a corrente alternada de bordo para corrente contínua que será drenada pelos anodos em função do nível de potencial de proteção do casco, monitorado pelos eletrodos.
- b) Anodos Inertes - Normalmente são de Titânio com revestimento de óxidos Nobres, sendo montados no casco com o objetivo de distribuir a corrente de proteção ao longo da superfície submersa do casco.
- c) Eletrodos de Referência - Tem o objetivo de gerar os potenciais do casco. Essa informação é enviada para as Unidades Retificadora a fim de que essas controlem as correntes de proteção.

Critérios de Proteção

Para se comprovar que uma embarcação encontra-se efetivamente protegida contra a corrosão, emprega-se o critério do potencial mínimo entre a embarcação e o eletrólito, potencial este medido com um eletrodo de referência (semi-célula).

Para o caso de embarcações, os eletrodos de referência mais utilizados são os de Prata/Cloreto de Prata (Ag/AgCl) e os de Zinco Eletrolítico.

Na tabela I encontram-se os potenciais mínimos de proteção de três diferentes tipos de eletrodos.

TABELA I

POTENCIAIS DE PROTEÇÃO PARA CASCO DE AÇO MEDIDOS EM RELAÇÃO DIFERENTES TIPOS DE ELETRODOS DE REFERÊNCIA

Eletrodo de Referência	Eletrólito	Potencial de Proteção na Água do Mar com Resistividade Elétrica de 20 ohm.cm à 20.C
Ag/AgCl	Água do Mar	- 0,80 V
Cu/CuSO ₄ (Solução)	Água do Mar	- 0,85 V
Zinco	Água do Mar	+ 0,25 V

Dimensionamento do Sistema de Proteção Catódica

O dimensionamento de um Sistema de Proteção Catódica deve ser baseado em um levantamento de dados da embarcação ou estrutura a ser protegida.

Uma vez definidos os principais dados , dimensiona-se o sistema.

O dimensionamento obedece algumas premissas básicas dentre as quais podemos citar:

a) Superfície Imersa ou Obras Vivas:

Considera-se a MAIOR superfície, entre a calculada e a indicada pelo Estaleiro.

b) Densidade de Corrente de Proteção:

É um dos parâmetros mais importantes para o dimensionamento de um sistema de proteção catódica.

O valor da densidade de corrente de proteção depende de muitos fatores, sendo mais significativos os seguintes: a resistividade elétrica do eletrólito (influenciada pela salinidade e temperatura), a velocidade desenvolvida pelo navio, a quantidade de oxigênio na água e as condições e a qualidade do revestimento protetor aplicado.

A tabela II apresenta as densidades de corrente máxima de proteção na água do mar parada, para o bronze, o aço sem revestimento e o aço com revestimento novo, bem aplicado.

TABELA II**DENSIDADE DE CORRENTE DE PROTEÇÃO NA ÁGUA DO MAR PARADA**

METAL	DENSIDADE DE CORRENTE (mA/m²)
Bronze	540
Aço (sem revestimento)	108
Aço (revestimento novo, bem aplicado)	10

c) Corrente Máxima Liberada pelos Anodos

A corrente máxima liberada por um anodo é determinada pelas resistências existentes no circuito elétrico e pelo tempo de vida que o anodo foi dimensionado. As resistências elétricas são:

- A queda de tensão no condutor elétrico pela sua resistência interna (ohm/Km);
- A resistividade elétrica do eletrólito (da água do mar é aproximadamente 25 ohm.cm.);
- E a densidade máxima de corrente permitida, que é determinada pelo tipo de liga de anodo (para titânio com óxidos nobres é na faixa de 600 A/m²), e para o período de vida projetado.

d) Distribuição de Corrente:

Esta fase requer experiência e habilidade do projetista, a fim de que não haja excesso de proteção em umas áreas e deficiências em outras.

A quantidade de corrente necessária para a proteção do casco, em qualquer momento, é automaticamente fornecida pela unidade de controle do sistema de corrente impressa.

Referências Bibliográficas

- GENTIL, V., "Corrosão". Almeida Neves Editores Ltda.
- HUMBLE, H.A., "The Cathodic Protection of Steel Piping in Sea Water". Corrosion 5 (9). Set. 1949.
- SPELLER, T.N., "Corrosion, Causes and Prevention". Mc Graw-Hill, 1951.

- COMPTON, K.G., “Cathodic Protection of Structures in Sea Water”. Corrosion/75. Paper nr. 13.
- MORGAN, J.H., “Automatic Control and Monitoring Equipment for Cathodic of Offshore Structures”. Corrosion/78. Paper nr. 215.
- FINN, J., “Corrosion and Protection of Offshore Steel Structures”. Corrosion/76. Paper nr. 182.
- DUTRA, A.C., “Proteção Catódica - Técnica de Combate à Corrosão” Editora Técnica Ltda. 1. Edição 1987.

- BS 7361 : Part 1 : 1991 “Cathodic Protection” BSI - British Standard”.

