Jurandir Primo

Pinturas & Revestimentos Industriais

Fundamentos e Inspeção







A PDHOnline Approved Continuing Education Provider (USA)

Pinturas e Revestimentos Industriais
Fundamentos e Inspeção

Jurandir Primo
Copyright @ 2020
1ª edição – janeiro de 2021

Capa: Jurandir Primo – Sorocaba/SP

Primotech - Engineering Manuals

Primo, Jurandir

Pintura; Revestimentos; Polímeros; Sistemas Industriais.

Índice para pesquisas: Tintas Industriais, Pintura, Revestimentos Especiais, Polímeros

ISBN:

Livro no sistema de auto-publicação cuja edição, revisão, diagramação e capa foram selecionadas pelo próprio autor, para diminuir custos e facilitar a todos os interessados em engenharia e tecnologia.

O autor permite que todas as partes do livro possam ser copiadas ou reproduzidas para fundamentos educacionais, instrutivos e treinamento técnico.

Para adquirir esta ou outras publicações do autor, enviar solicitação para:

primotechcourses@hotmail.com

INDICE:

INTRODUÇÃO:

CONCEITOS BÁSICOS:

PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES:

1) Padrões de Preparação de Superfície:
2) Avaliação de Contaminantes:
3) Padrões de Inspeção Fotográfica:
4) Padrões Fotográficos de Superfícies:
5) Métodos Alternativos para Limpeza de Superfícies:
6) Abrasivos para Jateamento:
7) Tamanhos dos Abrasivos:
8) Perfil da Superfície dos Metais:
9) Equipamentos de Jateamento e Limpeza:

REVESTIMENTOS – APLICAÇÃO E MÉTODOS:

1) Intervalo entre Jateamento e Pintura:
2) Tipos de Revestimentos:
3) Camadas dos Revestimentos:
4) Condições Ambientais:
5) Métodos de Aplicação de Revestimentos:
6) Outros Processos de Revestimentos:
7) Tipos e Especificações de Revestimentos:
8) Revestimentos Especiais:
9) Características dos Revestimentos:
10) Tipos de Resinas e Propriedades de Aplicação:
11) Modificações Alquídicas:
12) Secantes de Cura e Endurecimento:
13) Procedimentos de Pintura:
14) Umidade Relativa e Ponto de Orvalho:

SISTEMAS DE CORES:

1) O Sistema de Cores Munsell:
2) Sistema de Cores Prang:
3) Sistema de Cores RAL:

INSPEÇÃO DE PINTURA & REVESTIMENTOS:

1) Inspeções de Pinturas e Revestimentos:
2) Inspeção de Falhas em Pintura e Revestimentos:

MEDIÇÕES E TESTES DE WFT & DFT:

1) Medições com Testes Não-Destrutivos:
2) Medições com Testes Destrutivos:

REVESTIMENTOS PARA CONCRETO:

NORMAS DE REFERENCIA:

I. INTRODUÇÃO:

A palavra "*revestimento*" é um termo genérico e também inclui "*pintura*". Em termos mais gerais, um "*revestimento*" é uma proteção contra a **corrosão ambiental**, onde uma "*tinta*" pode ter propriedades adicionais, como pigmentos de proteção de cor ou ultravioleta. Esses termos são usados alternadamente em toda a literatura. Em geral, ao descrever as superfícies internas de tubos ou tanques, o termo "*revestimento*" também é usado para identificar a proteção das superfícies internas e "*pintura*" normalmente é usado para identificar a proteção das superfícies externas.

A formulação de uma tinta ou um revestimento é geralmente baseada em **química** orgânica, inorgânica, polímero e copolímero. Não é a intenção deste guia discutir a química do revestimento, mas fornecer um **conhecimento** básico dos componentes das tintas, revestimentos, tipos genéricos e procedimentos de aplicação e inspeção para proteção de equipamentos industriais.

A eficácia de um revestimento depende da **seleção** de um material que corresponda corretamente à exposição de serviço pretendida para o metal. Hoje, a seleção é **baseada** na exposição ao meio ambiente, desempenho e avaliação dos produtos disponíveis comercialmente. As organizações que definem os padrões para a especificação de materiais de revestimento, preparação de superfície, aplicação, inspeção e teste estão referenciadas abaixo:

- American Society for Testing and Materials (ASTM).
- NACE International (formerly called National Association of Corrosion Engineers) (NACE).
- Society for Protective Coatings (formerly called Steel Structures Painting Council) (SSPC).

Não se espera que o aplicador de revestimentos (ou pintor) e mesmo um inspetor tenha o **conhecimento** de um formulador de produtos químicos de revestimento ou de um engenheiro especialista em revestimentos, mas deve estar razoavelmente familiarizado com os **materiais** aplicados. Este **guia** tem como objetivo fornecer os conhecimentos básicos sobre tipos de materiais genéricos, preparação de superfície, aplicação e métodos de inspeção.

II. CONCEITOS BÁSICOS:

1. Corrosão: O principal motivo para o revestimento de aço é evitar a corrosão. A corrosão de metais é uma reação eletroquímica que pode ser controlada interferindo com um ou mais dos quatro elementos necessários de uma célula corrosiva:

(1) Ânodo (área de corrosão);
(2) Cátodo (área não corrosiva);
(3) Eletrólito (umidade na atmosfera, imersão ou solo);
(4) Placas (dois metais diferentes ou dentro do mesmo metal).

Os tipos mais comuns de corrosão encontrados em obras de metal ferroso são:

(a) Corrosão Uniforme: Corrosão que ocorre de maneira mais ou menos uniforme e resulta em ferrugem e perda de metal sobre a superfície do metal.

(b) Corrosão Galvânica: Corrosão que ocorre no metal mais ativo de dois metais diferentes eletricamente acoplados no mesmo eletrólito (por exemplo, água). O metal mais ativo irá corroer.

(c) Corrosão em Fendas: A corrosão em fendas é uma forma de corrosão localizada que ocorre em fendas onde o ambiente difere do ambiente em redor. Os diferentes ambientes resultam em corrosão por causa das diferenças na concentração (por exemplo, oxigênio, pH e íons férricos). Se houver uma diferença de concentração de oxigênio, a corrosão ocorrerá nas fendas onde há menos oxigênio do que no ambiente ao redor da fenda.

Corrosão em fendas se forma quando duas superfícies estão próximas uma da outra, como quando duas superfícies de metal estão uma contra a outra, quando uma gaxeta está contra uma superfície ou quando as cantoneiras são colocadas costas com costas. A corrosão em fendas pode ocorrer sob escória (por exemplo, cracas, sujeira, graxa e limo) em uma superfície de metal.

(d) Corrosão por Pite: Uma corrosão localizada onde a profundidade de penetração é maior do que o diâmetro da área afetada, conforme se pode ver na figura abaixo..



(e) Corrosão por Cavitação: Perda de metal causada pela formação e colapso de bolhas de vapor em um líquido próximo a uma superfície de metal. A aparência da cavitação é semelhante à

corrosão, exceto que os pontos estão bem espaçados e a superfície é consideravelmente rugosa.

(f) Erosão-Corrosão: É a perda acelerada de metal através de um mecanismo de corrosão inicial associado a fluxos de alta velocidade e abrasão. A erosão-corrosão é caracterizada por sulcos, ravinas, ondas e cristas ou vales arredondados e exibe um padrão de fluxo direcional.

2) Lixiviação: É a remoção seletiva de um dos elementos de uma liga por ataque preferencial ou dissolução completa da matriz quando se coloca um constituinte catódico. O elemento removido é sempre anódico à matriz.

Com a lixiviação, não há perda de metal, mudanças de dimensão, rachaduras ou ranhuras; no entanto, a área afetada pode ser evidente devido a uma **mudança** de cor. A área afetada se torna mais leve, porosa e perde suas propriedades mecânicas originais (ou seja, torna-se frágil e perde a resistência à tração). As duas formas comuns de lixiviação são:

- **Dezincificação:** É a dissolução seletiva do zinco das ligas de latão. É reconhecido por uma mudança de cor (por exemplo, de sua cor original de latão amarelo para uma aparência distintamente vermelha acobreada).

- **Degrafitização:** É a dissolução seletiva do aço e de alguns ferros fundidos, geralmente ferros fundidos cinzentos. Normalmente procede uniformemente para dentro da superfície, deixando uma liga de matriz porosa que é composta principalmente de carbono. A degrafitização pode ser reconhecida por uma mudança de uma cor cinza prata

original para um cinza escuro. O metal afetado pode ser facilmente cortado ou perfurado com uma faca.

III. PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES:

Falhas prematuras geralmente são o resultado de **preparação inadequada** de uma superfície qualquer. As preparações de superfície que aceitam qualquer tipo de limpeza podem deixar contaminantes na superfície, que tendem a diminuir a **vida útil** do revestimento. Assim, a limpeza do **substrato** é um componente extremamente **importante**, integrante de um sistema de pintura ou revestimento. Os tipos de contaminantes de superfície são:

Ferrugem: A ferrugem é o subproduto da corrosão do ferro ou aço (óxido ferroso) que pode ser solta ou aderir com relativa firmeza ao substrato; é porosa e pode incluir umidade, oxigênio e sais solúveis. A ferrugem pode se expandir em até oito vezes o volume do metal base, e corroerá ainda mais o substrato de um material, desalojando qualquer revestimento aplicado sobre ele.



Escama: A escama é uma camada de óxido formada durante a fabricação a quente ou tratamento térmico de metais e tem uma cor azulada. A escama eventualmente se soltará do substrato do ferro ou aço, levando o revestimento com ela. O aço é anódico (o

aço tem uma diferença de potencial elétrico-químico menor do que a escama); portanto, o aço irá corroer.

Sais Solúveis: Os sais solúveis depositados em uma superfície podem permanecer na superfície, mesmo após uma limpeza abrasiva. Os sais solúveis podem aumentar a permeabilidade por umidade através da pintura ou do revestimento (bolhas osmóticas) e podem acelerar a taxa de corrosão, sob o filme de revestimento. Os sais solúveis mais comuns encontrados na indústria de revestimentos são íons de **cloretos, sulfatos e sais metálicos**. Os íons de cloretos são os mais agressivos.

Graxa e Óleo: Graxa e o óleo evitam que uma pintura ou revestimento tenha condição de aderir ao substrato.

Sujeira e Poeira: A sujeira e a poeira na superfície impedem a aplicação de uma película uniforme e lisa e enfraquecem a adesão da pintura ou do revestimento ao substrato.

Água: A água impede a adesão e pode produzir ferrugem instantânea antes da aplicação da pintura ou revestimento ou pode acelerar a corrosão sob o filme após a aplicação. A umidade no estado vapor, líquido ou congelado além de impedir a adesão do revestimento ao substrato também pode interromper as reações de cura dos revestimentos. A contaminação por umidade pode causar vários tipos de falhas.

Giz: É um tipo de resíduo deixado após a deterioração do ligante orgânico do revestimento. O giz resulta da exposição do revestimento à luz solar direta ou luz ultravioleta artificial. Todos os revestimentos criam certo grau de giz, visto que os **epóxis** são mais propensos ao **calcário**. O revestimento, no futuro, resultará em

má adesão e poderá resultar em falha de delaminação (separação de uma camada de revestimento de outra).

Revestimentos Deteriorados: Revestimentos velhos, soltos e deteriorados quando apenas são pintados por cima podem descascar, delaminar ou sair do substrato e deteriorar o antigo e o novo revestimento.

Contaminantes de Ar Comprimido: A umidade e o óleo dos compressores de ar também podem contaminar o processo de pintura, e que resultam em falhas relacionadas à adesão. As duas operações comuns que transferem contaminantes de óleo e água, do suprimento de ar comprimido, para substratos são:

- Operações de preparação de superfícies abrasivas;
- Soprar o substrato com ar comprimido, após a preparação da superfície para remover a poeira, antes de aplicar a pintura ou revestimento.

Nota: Os compressores de ar devem ser **equipados** com separadores de umidade e óleo em linha (purgadores) em todas as linhas. O inspetor de pintura deve verificar o suprimento de ar para contaminantes de acordo com ASTM D 4285 (Apêndice G). Recomenda-se que as linhas de ar comprimido sejam verificadas uma vez a cada **4 horas** ou após o compressor ter sido desligado.

Ferrugem Instantânea: A ferrugem instantânea (às vezes chamada de ferrugem flashback ou florescimento de ferrugem) é uma oxidação leve (corrosão) da superfície ferrosa após a conclusão da preparação da superfície. A ferrugem instantânea se desenvolve em superfícies recém-preparadas na presença de umidade. Depois que a umidade seca, qualquer corrosão resultante é cha-

mada de ferrugem instantânea e pode ocorrer minutos após a preparação da superfície.

Jateamento de Areia: Tempos atrás, o material usado para a preparação da superfície era **areia**, antes de executar as operações de pintura ou revestimento, que era comumente peneirada até um tamanho uniforme, daí o termo "*jato de areia*". Organizações de saúde e meio ambiente condenam essa atividade, pois o pó de **sílica** produzido no jato de areia gera poluição e esse processo causa uma **doença** pulmonar conhecida como **silicose**.

Jateamento de Granalha: Significa a preparação da superfície do metal soprando uma mídia abrasiva, por exemplo, granalha de aço, granalha de vidro, escória de cobre, grânulos de metal, gelo seco, abrasivos em pó, escória metálica, e até mesmo cascas de coco ou espigas de milho moídas, cascas de nozes e mesmo bicarbonato de sódio têm sido usados para aplicações específicas e produzem acabamentos de superfície distintos, usando ar comprimido ou meios mecânicos para impulsionar o jato.

1. Padrões de Preparação de Superfície:

Existem várias normas que descrevem os métodos de preparação da superfície, porém, as mais usuais são SSPC, ISO e NACE. O inspetor deve garantir que o padrão de **procedimento** aplicável esteja disponível no local de trabalho. Os padrões visuais conforme SSPC, ISO e NACE são um suplemento de auxílio na determinação da limpeza. A inspeção visual da superfície não deve mostrar vestígios de óleo, graxa ou sal. As descrições são:

1) SSPC-SP1 - Limpeza com solvente: A limpeza com solvente é usada para remover graxa, óleo, sujeira, compostos e outros

contaminantes de limpeza como solventes, água, compostos químicos e vapor. Este procedimento é um **pré-requisito** para todos os outros métodos de preparação de superfície, exceto para SSPC-SP12 / NACE 5 (hidrojateamento) e SSPC-SP13 / NACE 6 (superfícies de concreto).

2) SSPC-SP2 - Limpeza com ferramentas manuais: Ferramentas manuais podem ser usadas para remover escamas, ferrugem, revestimentos deteriorados, escória de solda ou respingos por escovação, lixamentos, e lascamentos. Ferrugem fortemente aderente, escamas e tinta velha podem permanecer. O uso de ferramentas manuais é geralmente restrito a pequenas áreas, todas as áreas de manutenção ou todas as áreas inacessíveis.

3) SSPC-SP3 - Limpeza com ferramentas elétricas: Ferramentas elétricas podem ser usadas para remover escamas, ferrugem, revestimentos velhos, escória ou respingos de solda. Ferrugem fortemente aderida, escamas e revestimentos velhos que permanecem, que não puderem ser removidos pode se tentar retirá-los com uma espátula. Os requisitos desse método são semelhantes ao SSPC-SP2, exceto que, com ferramentas elétricas, e portanto, áreas maiores podem ser limpas com mais eficiência.

4) SSPC-SP5 / NACE 1: Limpeza por jato de metal branco: A limpeza por jato ao metal branco emprega jateamento abrasivo para remover toda a graxa, óleo, sujeira, poeira, escamas, ferrugem, pintura velha, óxidos, subprodutos da corrosão e outros materiais estranhos que são visíveis. São aceitáveis variações na cor causadas pelo tipo de aço, condição original da superfície, espessura do aço, metal de solda, fresa ou marcas de fabricação, tratamento térmico, zonas afetadas pelo calor, abrasivos de jateamento ou diferenças no padrão de jateamento.