



20 a 22 de Junho de 2016 - São Paulo/SP



Filtros de mangas da moagem de coque – proteção anticorrosiva

Eliane Taveira – TE&M do Brasil
Linaz Mazeika – 3L&T Inc.

Realização





A corrosão no processo de fabricação de cimento

Gerado pelos gases quentes provenientes da combustão do forno ou de um gerador de gases quentes.

Gravidade da corrosão varia de acordo com:

- a) Natureza do equipamento
- b) Condições operacionais sob as quais a corrosão ocorre

4 principais fatores afetam a gravidade da corrosão:

- a) a presença de compostos ácidos nos gases,
- b) a condensação na superfície interna do aço,
- c) a alta temperatura e
- d) a abrasão de partículas finas

**A FORMAÇÃO DE CONDENSADO ÁCIDO CORRÓI
AGRESSIVAMENTE O AÇO CARBONO**

TEMPERATURAS MAIS BAIXAS = MAIS PROBLEMAS DE CORROSÃO

O equipamento que opera na temperatura mais baixa dentro do processo de produção de cimento é onde a maior parte dos problemas de corrosão ocorre.

ISSO INCLUI O FILTRO DE MANGAS DA MOAGEM DE CARVÃO/COQUE E AS CHAMINÉS.

A corrosão nessas áreas pode ser ainda pior se houver vazamentos de ar, se as temperaturas exteriores forem baixas e se houverem paradas e partidas frequentes.



Figura 1. Duto corroído.

O processo da corrosão

Corrosão eletroquímica em filtros de coque

“Corrosão” = termo químico bastante empregado no cotidiano para se referir ao processo de destruição total, parcial, superficial ou estrutural de determinado material causado pela ação do meio.

Corrosão mais comum = processo eletroquímico

...um metal reage com seu meio ambiente para formar um óxido e outros componentes, geralmente na presença de água.

A pilha de corrosão que causa este processo tem três constituintes essenciais:

- a) um anodo,
- b) um catodo e
- c) uma solução eletricamente condutora.



O processo da corrosão

Corrosão eletroquímica em filtros de coque

Em filtros de mangas de coque:

- A) o anodo é o local em que o metal é corroído,
- B) o eletrólito é o meio corrosivo e
- C) o catodo forma o outro eletrodo na célula e não é consumido no processo de corrosão

No anodo o metal que está sendo corroído passa para a solução eletrolítica como sendo íons com carga positiva, liberando elétrons que participam da reação catódica.

A reação entre metal dissolvido e íons de hidróxido gera então os produtos característicos da corrosão.

O processo da corrosão

Corrosão eletroquímica em filtros de coque

Assim, a corrente de corrosão entre anodo e catodo consiste em:

- elétrons fluindo dentro do metal e
- íons fluindo dentro do eletrólito.

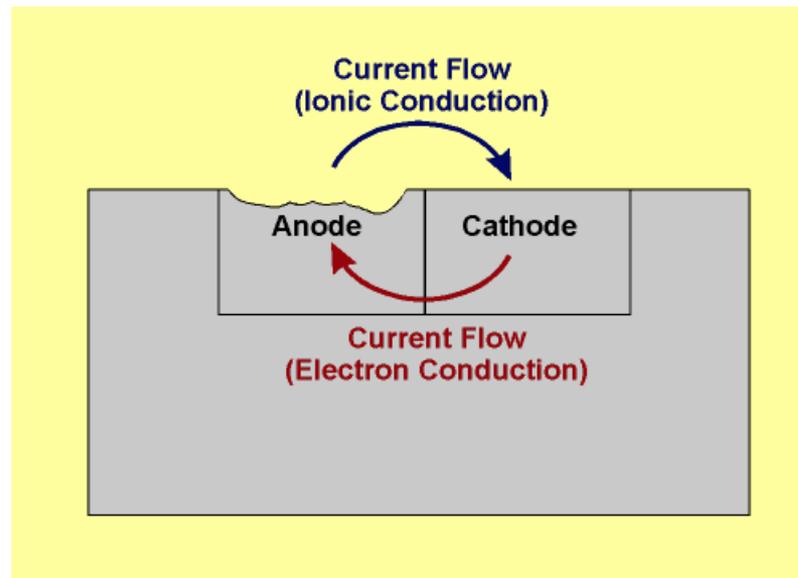


Figura 2. Esquema da corrosão eletroquímica do metal.

O processo da corrosão

Corrosão eletroquímica em filtros de coque

Como se dá o processo da corrosão numa fábrica de cimento, com os gases quentes da combustão:

- o ácido condensado é a solução eletrolítica
- o pH baixo potencializa a condutividade
- a elevada temperatura acelera o ataque ao metal nas regiões aniônicas
- as partículas abrasivas presentes nos gases removem a ferrugem da superfície e
- expõem novo metal à corrosão.

RESULTADO: taxas de perda de espessura do metal > 1 mm/ano

Métodos de proteção à corrosão

Alternativas

Mudança das condições operacionais

O que se pode fazer para reduzir o impacto deteriorativo ocasionado pela corrosão:

- ❖ manter a temperatura dos gases alta, acima do ponto de orvalho para prevenir a condensação

Limitação:

- a) desperdício de energia
- b) Proibida em muitos casos dadas as restrições ambientais
- c) não evita a condensação durante partidas e paradas



Métodos de proteção à corrosão

Alternativas

Uso de ligas especiais como materiais de construção

Fabricação em aço inoxidável 316L, Hastelloy ou Inconel.

Limitações:

Econômicas: investimento entre 5 a 10 vezes > aço carbono

Operacionais: casos em que ligas especiais não resistem

- a) concentração de H_2SO_3 e H_2SO_4 alta
- b) temperatura operacional constantemente baixa, próxima à do ponto de orvalho (entre 120 e 140°C)
- c) presença de cloretos nos gases (provenientes da queima de pneus, borracha, garrafas pet, resíduos orgânicos) ou
- d) Presença de fluoretos (da queima de resíduos da indústria de alumínio ou outros)

Métodos de proteção à corrosão

Alternativas

Aplicação de tintas tradicionais

Uso de diferentes tintas e revestimentos tradicionais, como os epóxis ou revestimentos à base de silicone

Limitações:

- preparo de superfície intenso (não aceitam a presença de contaminantes sobre a superfície metálica)
- aplicação em múltiplas demãos (demanda tempo)
- vida útil muito limitada, falham em consequência de corrosão undercut (corrosão por debaixo da camada de revestimento aplicada por falta de adesão à superfície metálica)
- falham por delaminação ou por formação de bolhas



Métodos de proteção à corrosão

Alternativas

Uso de revestimento de liga polimérica, curados e ligados ao substrato metálico – nova tecnologia FlueGard™-225

Desenvolvida final de 1999 - início dos anos 2000, nos EUA

O objetivo inicial era resolver problemas de corrosão em sistemas de despoeiramento de fábricas de cimento.

Temperatura operacional: de 100°C a 225°C, picos de até 270°C

Principal causa da corrosão:

- ❖ a presença de SO_2 e SO_3 provenientes do enxofre no combustível e
- ❖ a presença de cloretos dos combustíveis alternativos, ou devido à proximidade com a costa marítima.



Métodos de proteção à corrosão

Alternativas

Uso de revestimento de liga polimérica, curados e ligados ao substrato metálico – nova tecnologia FlueGard™-225

Objetivos deste desenvolvimento:

- a) obter um revestimento que promovesse uma longa e forte adesão ao metal
- b) igualmente o revestimento deveria resistir à temperatura operacional alta.

Como estes objetivos foram alcançados:

- a) Adesão ao aço = através do uso de um “binder” altamente reticulado e quimicamente muito reativo
- b) Resistência à alta temperatura = através da incorporação de diversos “fillers” (preenchedores) inorgânicos interativos

Aplicação em campo – planta em APAXCO, 2003

Quando a fábrica de cimento em Apaxco estava procurando uma solução para os problemas de corrosão no filtro de mangas do moinho de coque nós propusemos o revestimento recém-desenvolvido àquela época FlueGard™-225.



Figura 3. Vista da fábrica de cimento em Apaxco.



Figura 4. Filtro de mangas do coque da cimenteira em Apaxco.



Aplicação em campo – planta em APAXCO, 2003

Junho de 2003, durante parada da fábrica

- instalação de nosso revestimento FlueGard™-225, material de liga polimérica híbrida orgânico-inorgânica

- a) 500 micrometros de espessura de filme seco
- b) Demão única
- c) Cura térmica entre 140 e 180°C após estar seco ao toque

Desde então foram desenvolvidos novos materiais, e nestes filtros de coque onde a temperatura operacional é baixa podemos agora usar o CorrosionGard-160S:

- material igualmente desenvolvido através de uma mistura de compostos orgânicos e inorgânicos,
- de liga polimérica,
- que suporta até 160°C constantes e
- que traz a grande vantagem de não necessitar de cura térmica – ele se liga ao substrato metálico com força de coesão de mais de 3.000 psi em temperatura ambiente.

Inspeção em fevereiro de 2013, 10 anos após a aplicação

Todo o filtro foi inspecionado; todas as regiões revestidas encontram-se em perfeito estado.



Figura 5. Inspeção de parede revestida.

Filtros similares, sem proteção anticorrosiva, vêm apresentando graves problemas de corrosão em menos de 4 anos.



Figura 6. Inspeção do plenum do filtro protegido, com espelho e tubos sopradores.

Apaxco, México = exemplo claro de projeto com ótimo retorno do investimento.



CONCLUSÕES

Problemas distintos de corrosão em fábricas de cimento demandam soluções específicas e de longo prazo.

A corrosão, se não está sob controle

- aumenta o custo de manutenção e
- reduz a eficiência operacional de uma planta.

A análise mais importante da Engenharia no que se refere à corrosão é determinar um sistema de proteção efetivo.



CONCLUSÕES

Para desempenho de longo prazo o sistema de revestimento deve ser capaz de:

- resistir à temperatura operacional – incluindo picos eventuais,
- sobreviver a severo ataque químico,
- suportar a abrasão causada por particulado fino e
- mais importante – tem que ser imune à corrosão "undercut", ou seja, o revestimento tem que se ligar ao substrato metálico de forma tal que o condensado ácido não seja capaz de penetrar por debaixo da película protetiva.



CONCLUSÕES

Como a experiência na planta de Apaxco nos mostrou FlueGard™-225, ou o novo CorosionGard-160S, quando adequadamente instalado têm todos os atributos anteriormente mencionados.

Esta experiência mostra como algum trabalho e investimento, ou quando pensados de antemão na fase de projetos, ou quando pensados em termos de manutenção efetiva, podem levar a economizar muito tempo e muito dinheiro, e a ganhar produção durante a operação de um equipamento que se torna confiável.