
Copyright 2012, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2012, em Salvador/BA no mês de maio de 2012.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Inibidores de Corrosão Utilizando a Tecnologia V-Active VCI: Conceito e Aplicação. Mário C. Genovez¹, Radim Hrdina²; Marcelo Schultz³

Resumo

Os Inibidores Voláteis de Corrosão (VCI) têm sido exaustivamente empregados como uma eficiente ferramenta para inibição da corrosão de metais e suas ligas metálicas. Utilizando o mesmo conceito de mecanismo de ação superficial e inibição do meio, desenvolveu-se uma nova e prática tecnologia de inibidores com atividade na superfície metálica e meio e que se encontra, denominada genericamente como V-active VCI, onde os inibidores podem atuar em diferentes meios corrosivos.

Este trabalho descreve os eficientes resultados experimentais obtidos na aplicação destes inibidores em limpeza superficial, utilizando a técnica de Hidrojateamento, bem como avaliação da influência destes na aplicação de pintura. Complementa-se o trabalho demonstrando os novos meios de aplicação da tecnologia desenvolvida, especificamente em tanques de armazenamento de Diesel, com contaminação de água.

Com os resultados positivos para estes novos e eficientes inibidores, pôde-se evidenciar diversas aplicações, nomeadamente: a alteração de meios úmidos e corrosivos, controlando a quantidade de inibidor disperso no meio, a proteção interna de tanques combustíveis na fase líquida e vapor, inibição interna de tubos e tubulações, aumento de tempo de proteção entre fases de limpeza e pintura, entre outros.

PALAVRAS-CHAVE: Inibidor de Corrosão, VCI, IVC, Protetivo, Corrosão, Volátil, V-active

¹ Químico, M.Sc, VCI BRASIL

² Professor and Diretor, University of Pardubice – UPCE, Institute of Organic Chemistry and Technology

³ Engenheiro de Corrosão, M.Sc.Petrobras S.A

1. INTRODUÇÃO

VCI

Este produto foi inicialmente denominado segundo a sua propriedade físico-química como VPI (“*Vapor Phase Inhibitor*” - Inibidor por fase vapor) e através de uma designação mais ligada ao lado aplicativo, foi denominado como VCI, Inibidor Volátil de Corrosão, que vem do inglês “*Volatile Corrosion Inhibitor – VCI como comumente conhecido no mercado*”. O VCI inibe a ação corrosiva devido à formação de uma película invisível e monomolecular protetora sobre a superfície do metal.

Geralmente são compostos derivados de sais orgânicos e inorgânicos aplicados em suportes como o papel ou plástico, que tendem a volatilizar gradativamente, ou seja, possuem como característica fundamental: a baixa pressão de vapor. A pressão de vapor, em termos genéricos e aqui aplicados, indica a quantidade que um determinado sal orgânico vai transformar-se em vapor por um determinado período de tempo.

Esta característica é fundamental para se proceder à formulação de produtos químicos a atuar. Geralmente misturam-se vários produtos químicos (in natura ou obtidos por sínteses químicas) com diferentes valores de pressão de vapor, de acordo com o metal a proteger e com a durabilidade de ação do inibidor.

Mecanismo de Ação do VCI

A base orgânica (geralmente amina) funciona como um ‘carregador passivo e em alguns casos também ativo’, que ao volatilizar leva consigo um ânion inorgânico ou orgânico. A tendência natural é que se depositem na superfície metálica, ocorrendo a formação de uma película uniforme e invisível.

Após um determinado nível de concentração de vapor, estabelece-se o equilíbrio, ocasionando uma perfeita troca entre o inibidor na embalagem e na superfície do metal, ou seja, o mecanismo de condensação possui a mesma velocidade que o mecanismo de vaporização.

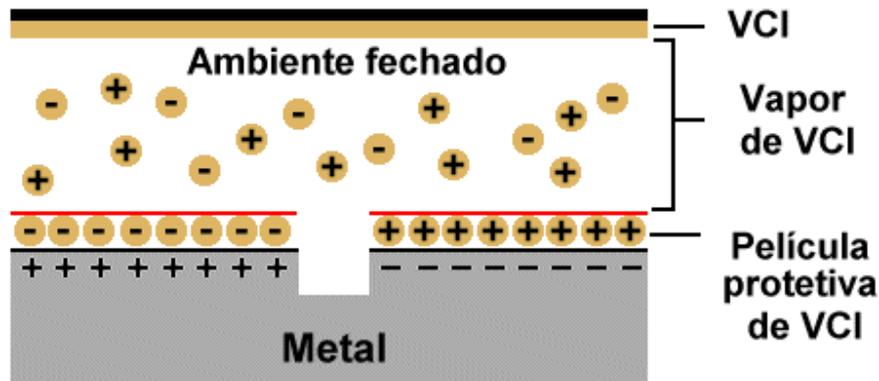
Num sistema Ideal, para ocorrer a proteção a embalagem deve estar hermeticamente fechada, ocasionando o equilíbrio no sistema. Neste caso a durabilidade da proteção corrosiva com VCI tende a ser infinita. Caso exista uma troca deste meio com o meio exterior (pequenos vazamentos ou aberturas) ocorrerá uma “renovação” constante do meio, o que provoca um consumo e, conseqüentemente, um desgaste do VCI aplicado no sistema.

A camada ou película inibidora sobre a superfície metálica é preservada enquanto o produto permanecer na embalagem fechada. O mecanismo de proteção assegura que as peças estejam prontas para o uso imediato, sem necessitar de uma limpeza ou lavagem com solvente. Esta operação complementar de limpeza depende, sobretudo, da aplicação final do metal em questão.

A corrosão metálica tem início quando a umidade (que contém o eletrólito) condensa na superfície do metal, ocasionando um fluxo de elétrons entre a superfície metálica e o eletrólito.

As moléculas de VCI não impedem a deposição do eletrólito, porém direciona o fluxo de corrente existente no sentido satisfatório para que não exista oxidação do metal. O VCI se dissocia em carga positiva e negativa, utilizando a própria água do meio e adsorvem na superfície do metal. Dependendo do metal e do sistema inibidor, a camada fina formada impede fisicamente o contato do eletrólito com o metal.

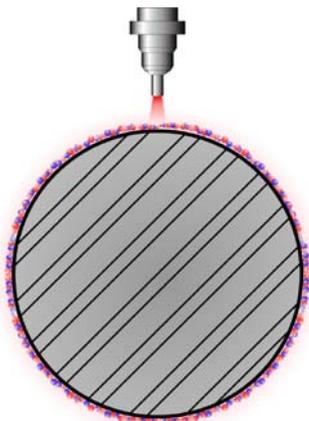
Em outras palavras, o sal orgânico (VCI) sublima por convecção e difusão atingindo a superfície metálica embalada, formando uma ‘barreira química’ protetora. Esta barreira impede qualquer reação de oxidação do metal, protegendo-o contra corrosão. O vapor não deixa qualquer resíduo ou película sobre os metais, evitando os dispendiosos, demorados, insalubres e poluentes métodos de aplicação e remoção dos protetivos graxos e oleosos convencionais.



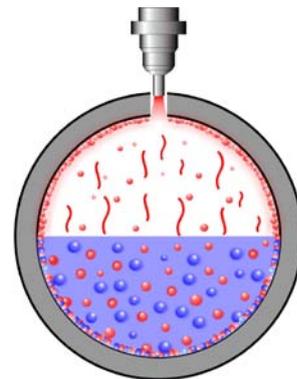
Outra vantagem do VCI é que o metal a ser protegido pode apresentar qualquer formato (superfícies lisas, ranhuras ou orifícios, etc), pois como se trata de uma fase vapor, a condensação se dá em qualquer localização da superfície metálica, fato impossível com outros tipos de protetivos como os oleosos ou graxos.

Tecnologia V-active VCI

Utilizando o conceito de dissociação do sal VCI promovido pela presença da água, desenvolveu-se uma nova família de inibidores químicos que utilizam a água como meio de dissociação, sendo que estes novos inibidores têm a propriedade de “neutralizar” o poder oxidante da água, transformando-a em seu meio de aplicação e propagação. Além desta propriedade, estes inibidores denominados por V-active, mantêm a propriedade de inibidor volátil. Sendo assim, denominam-se genericamente por V-active VCI.



Proteção externa
formador de filme
com atividade química



Proteção interna
na fase líquida e
na fase vapor - VCI

Esta propriedade possibilitou uma diversidade de aplicações, que permitiu formular novos produtos de acordo com o meio que se desejava proteger.

2. DESCRIÇÃO EXPERIMENTAL

Neste trabalho relata-se a aplicação em água de limpeza superficial por hidro-jateamento. Outras aplicações e evidências são apresentadas.

2.1 - Hidrojateamento

Neste processo, utiliza-se a água em ultra alta pressão (30 a 35 MPsi) e com rotação sobre a superfície metálica. Neste processo eliminam-se resíduos de óxido e pinturas, deixando o metal nu e exposto. A

temperatura na superfície do metal chega a aproximadamente 80°C, o que facilita a secagem e conseqüentemente acelera o processo de oxidação.

Após alguns minutos, a superfície recém limpa já apresenta manchas de óxido na superfície e em 2 horas está completamente oxidada.

Nos processos de pintura em Estaleiros, por norma, devem-se eliminar os resíduos de óxido superficial e a contaminação de sais da superfície metálica antes da aplicação da primeira camada protetiva (primer). Para isto realizam mais uma tarefa de lavagem por água em baixa pressão. Por vezes as tintas utilizadas podem ser aplicadas em superfícies úmidas. O processo torna-se moroso e obriga a operação fazer a preparação e pintura de um casco (parte) de navio em pequenas partes.

Foram realizados testes comparativos em laboratório e em teste piloto em um grande estaleiro no Nordeste do Brasil. Apresenta-se a seguir os resultados deste teste piloto.

2.1.1 – Dissolução do inibidor químico:

Dissolução direta no reservatório de água de Hidrojateamento do inibidor químico V-active VCI 1712 SPH na concentração de 2% (10.000L).



2.1.2 – Execução do processo de limpeza por Hidrojateamento

As chapas de metal a serem limpas e tratadas foram da mesma origem e estavam em condições superficiais semelhantes. Para melhor condição de avaliar a performance utilizou-se 10 chapas com mesma dimensão.

Condição inicial da superfície metálica:



a. 2% V-active VCI 1712 SPH (9:00hs)

Após adição do inibidor à água, observou-se durante a aplicação a formação de espuma, sem interferência na qualidade final da limpeza obtida.

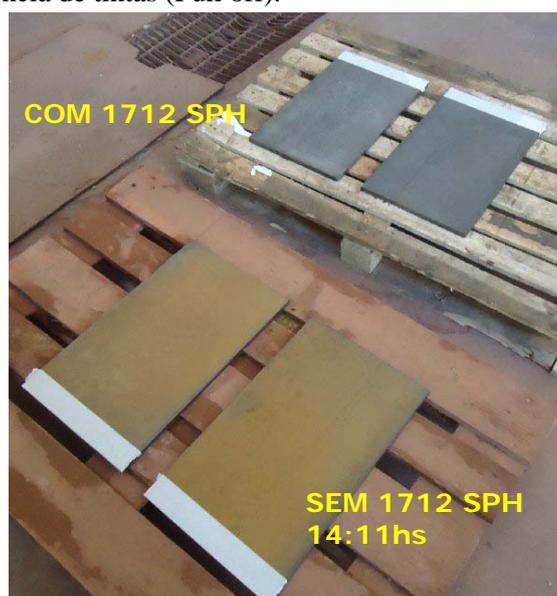
**b. Água (9:15hs) – teste em branco - referência**

Utilizou-se o procedimento padrão, onde aplica-se sobre a superfície do metal um jato de água sob uma pressão de 35.000 Psi. Suficiente para remover quaisquer incrustações superficiais, inclusive outras formas de proteção tail como tinta e carepas.



2.1.3 – Amostragem – resultados

Após a execução da limpeza, deixou-se secar em processo normal (já iniciada a contagem de tempo). As amostras foram submetidas aos ensaios de comprovação, onde avaliou-se o tempo de proteção ou oxidação e influência na aderência de tintas (Pull off).





Os resultados demonstraram que após 2hs as chapas hidrojetadas com água já se apresentavam totalmente oxidadas (o processo de oxidação inicia logo após à aplicação, observando manchas enquanto seca a superfície), enquanto as hidrojetadas com o 1712 SPH mantiveram-se sem oxidação por até 48hs. As amostras foram mantidas no ambiente úmido das salas de hidrojetamento.

A Temperatura superficial devido ao atrito chegar a 80°C, facilitando o processo de secagem e acelerando o processo de oxidação.

As amostras hidrojetadas com solução 1712 SPH 2% formaram um filme uniforme, imperceptível a olho nú, não demonstrando resíduos superficiais após completa secagem.

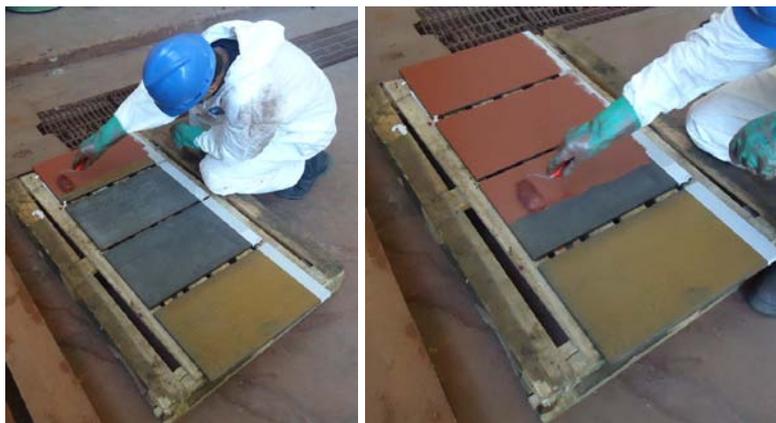
2.1.4 – Execução do processo de Pintura (procedimento Petrobrás)

Na continuação do teste, em parte do material tratado, utilizou-se o procedimento padrão de pintura Petrobras (utilizado pelo Estaleiro). Neste avaliou-se a influência do inibidor no processo de pintura e consequente influência no teste de aderência.

Utilizou-se as tintas normalmente aplicadas, sem nenhuma preparação superficial além do hidrojetamento. Segundo dados e informações, esta tinta de fundo (vermelha) está preparada para superfícies levemente oxidadas (as quais não devem desprender materiais ao toque) e úmidas. Utilizou-se a pintura com auxílio de rolos de espuma devido área de pintura ser muito pequena para aplicação por pistola.

Em outras amostras aplicou-se as tintas usuais em camadas de até 300µm.





2.1.5 – Teste de Aderência – Pull off (procedimento Petrobrás)

Após o período de 15 dias de aplicação das tintas, executou-se o procedimento padrão de teste de aderência, denominado Pull off. Este processo consiste em colar o pino específico do equipamento (cola, pino e tempo de secagem definidos em norma) e aplicar uma determinada força para que este pino seja arrancado.

Equipamento: Elcometer 110 PATTI





Os resultados indicam não haver nenhuma influência sobre a aderência da tinta, quando comparado com e sem aditivo. Para ambos os casos os resultados em números absolutos do equipamento foram superiores a 100 PSIG, demonstrando estar acima da especificação da Petrobrás.

3. OBSERVAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilita comprovar em prática a tecnologia proposta: V-active VCI utiliza a água como o meio de promover a inibição da corrosão metálica.

Outros meios de aplicação são relatados e novas aplicações estão em estudo, tais como preservação interna de tubos e tubulações, nos processos de Teste Hidrostático e limpeza com água, Tanques de Diesel contaminados com água, etc. Ou seja, onde houver a contaminação originada pela água (na forma de vapor ou líquida), pode-se promover a proteção interna de equipamentos e partes metálicas.

Introduz-se com estes resultados e aspectos técnicos o conceito de “preservar para não remediar”. É possível, com um estudo aprofundado e detalhado de caso, obter sistemas de preservação simples e que utiliza produtos comprovadamente biodegradáveis, praticamente atóxicos, que respeitam o meio ambiente e a saúde humana.

4. REFERÊNCIAS

1. G. TrabANELLI e V. Carassiti; em *Advances in Corrosion Science and Technology*, Eds. M.G. Fontana and R. Staehle, vol.1, Plenum Press, 186 (1970).
 2. D.D.N. Singh e M.K. Banerjee, *Anti-Corros. Methods Mater.*, 31, 4 (1984).
 3. S.Z. Levin, S.A. Gintzberg, I.S. Dinner and V.N. Kuchinski, C.R. *2eme Symp. Europeen sur les Inhibiteurs de Corrosion*, Annali Univ. Ferrara, N.S. Sez., V. Suppl n°4, 765 (1966).
 4. D.R. Lenard and J.G. Moores; *Corros. Sci.*, 34(5), 871 (1993).
 5. Ângelo, A.C.D.; Genovez, M.C. e Pinto, E.M.; *Corrosion*, submetido.
 6. Gileadi, E.; em *Electrode Kinetics for Chemists, Chemical Engineers and Material Scientists*, VCH, New York, 1993.
 7. Balezin, S.A.; *Comptes Rendus de 2 eme Europeann Symp. sur les Inhibiteurs de Corrosion.*; Ferrara, 1966.
 8. Boukamp, B.A.; *Equivrt Program.*; V3, (1989) 97.
 9. Mertens, S.F.; Xhoffer, C.; Decooman, B.C.; Temmerman, E.; *Corr. Sci.*,55, (1999) 278.
 10. kending, M.W.; Ryang, H.S.; Liao, T.L.; Jeanjaquet, S.L.; *Corr. Sci.*,55, (1999) 222.
-