

Copyright 2014, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2014, em Fortaleza/CE no mês de maio de 2014.

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

PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO DE TETOS DE TANQUES ATMOSFÉRICOS

Prof. E. Lyublinski^a, R. Singh^b, M. Schultz^c, E. Leal^d

Abstract

Corrosion of crude oil storage tank roofs is a worldwide problem. The environmental and application conditions of roof vapor spaces are unpredictable: high concentration of acidic gases, relative humidity (RH) up to 100%, pH as low as 2 and large variations in temperature. Pitting and crevice corrosion rates (CR) can be as high as 5-10 mm/year. As a result, tanks could be taken out of operation for maintenance to replace tank roofs as often as every 7-10 years. Stainless steel and aluminium roofs in most cases cannot be recommended for replacing carbon steel roofs as they will still have problems with pitting and crevice corrosion. This paper will present the results from eight years of field experience with a corrosion protection system utilizing volatile corrosion inhibitors (VCI). The new system greatly reduced pitting, crevice and general corrosion rates. As such, this corrosion protection system can greatly increase the service life of tank roofs more than threefold.

Keywords: tanks, roofs, environment, corrosion, inhibitor, efficiency, service life

Resumo

A corrosão em tetos de tanques atmosféricos de armazenamento de petróleo e seus derivados é um problema mundial. Sendo imprevisíveis as condições do meio e de aplicação no espaço de vapor na região interna do tanque, devido: alta concentração de gases ácidos, umidade relativa (UR) de até 100%, pH tão baixo quanto 2 e alta variação de temperatura. As taxas de corrosão por "pitting" e por frestas podem ser tão alta quanto 5 a 10 mm/ano. Como resultado, os tanques podem ser parados para sua manutenção e substituição do teto, frequentemente a cada 7 a 10 anos. Aço inoxidável e alumínio na maioria dos casos, não podem ser recomendados para substituição dos tetos em aço carbono, pois eles ainda terão problemas com corrosão por "pitting" e frestas. Este artigo apresenta os resultados de oito anos de experiência de campo, através de um sistema de proteção contra corrosão, utilizando inibidores voláteis de corrosão (VCI). O novo sistema reduz significativamente a taxa de corrosão por "pitting", frestas em geral. Como tal, este sistema de proteção contra corrosão pode aumentar muito a vida do teto do tanque, mais do que o triplo da vida útil usual.

Palavras-chave: tanques, topo, teto, ambiente, corrosão, inibidor, eficiência, vida útil

^a Professor - Vice Presidente&Diretor - Northern Technologies International Corporation, EUA

^b Engenheiro - Zerust Prevenção de Corrosão S.A., Brasil

^c Engenheiro - Petrobras, Brasil

^d Engenheiro - EMI, Reduc, Petrobras, Brasil

Introdução

A corrosão do teto de tanque em aço é um problema mundial (1 a 16). O espaço vapor existente dentro do tanque atmosférico de armazenamento de petróleo e seus derivados (Figura 1, a-d) contém muitos elementos corrosivos (SO_2 , H_2S , Cl^- , CO_2 , etc.). A umidade relativa (UR) na maioria dos casos é de 80 a 100%, e a temperatura pode ser desde a temperatura ambiente até superior a 80 °C. Os componentes gasosos podem ser absorvidos na camada de água condensada na superfície interna do teto do tanque, e assim, criar um eletrólito altamente ácido, com um pH tão baixo quanto 2. Neste ambiente, podem ocorrer os seguintes tipos de corrosão, de acordo com as respectivas taxas de corrosão:

Quadro 1– Tipos e Taxas de corrosão típicas em tanques atmosféricos

Tipos de Corrosão	Geral	<i>Pitting</i>	Galvânica	Fresta
Taxa de Corrosão (mm/ano), até:	0,5	5,0	3,0	8,0

Corrosão de teto de tanque podem criar as seguintes situações críticas:

- Possível risco de incêndio e explosões de tanques;
- Perda de produto e a contaminação do meio ambiente;
- Necessidade de parada do tanque e substituição do teto de tanque, a cada 5 a 7 anos, ou perda de cerca de 10% da vida útil do tanque.

Em muitos casos, métodos tradicionais e em alguns novos tipos de proteção contra corrosão (revestimentos, aço inoxidável, alumínio, cobre poliméricos, etc.), não são eficientes e/ou eficazes, possuem baixo custo benefício, ou são inaplicáveis. Nenhum destes métodos pode ser aplicado sem a parada do tanque.

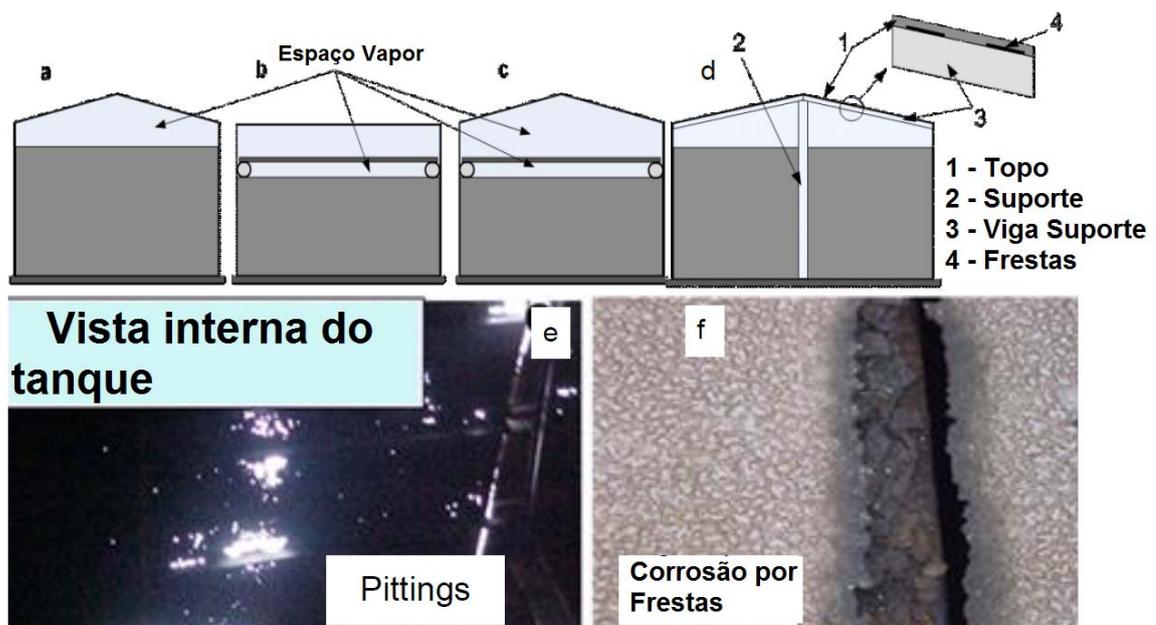


Figura 1–Exemplos de espaços de vapor no teto de tanque atmosféricos de armazenamento (a-d), corrosão por "pitting" e frestas no teto do tanque, que possuem revestimento contra a corrosão (e-f)

Trabalhos anteriores apresentam o teste básico e os resultados da aplicação inicial, que previa a eficácia de longo prazo para o novo sistema de proteção contra corrosão (1). Este artigo irá apresentar um resumo de dados anteriores e dos novos resultados de aplicação, após 8 anos de teste prático.

Metodologia

Novo Sistema de Proteção Contra Corrosão

O sistema inclui:

- Formulações de compostos inibidores VCI, que podem ser eficaz na maior parte de ambientes corrosivos, em tanques atmosféricos de armazenamento de petróleo e seus derivados;
- Reservatórios para a liberação de VCI, que reduz a frequência de operações e substituições do teto de tanque, devido à corrosão.

Testes em Laboratório

Foram realizados testes, com um grande número de VCIs, em diferentes ambientes agressivos(1).

Os resultados do teste podem ser resumidos, conforme abaixo:

- A seleção de composição VCI exibiu alta eficiência, em ambientes corrosivos que continham: dióxido de enxofre, sulfeto de hidrogênio, cloreto, umidade relativa a 100% e temperaturas de até 55 °C;
- Eficácia de proteção contra corrosão tão alta quanto 70a 95%, foram possíveis de serem atingidas, através da seleção do tipo de VCI, assim como, sua combinação e concentração.

Teste Experimental em Campo

O objetivo dos testes experimentais foi verificar a eficiência e a eficácia do VCI selecionado. Um sistema de reservatórios de inibidores voláteis de corrosão foi instalado no teto do tanque para liberação do VCI diretamente no espaço vapor existente dentro do tanque atmosférico (Figura 2).

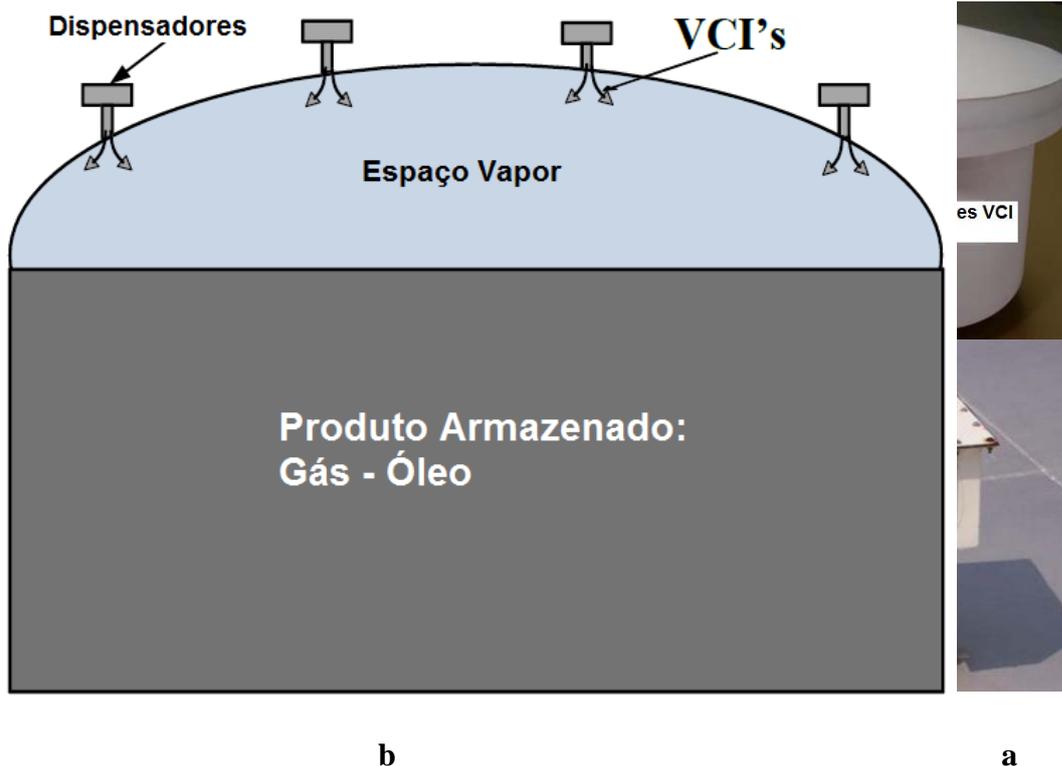


Figura 2–Reservatórios de armazenamento e liberação de VCIs (a) e sua forma de instalação no teto do tanque (b)

Os testes experimentais foram realizados ao longo de um período de dois anos e, em seguida, durante seis anos de aplicação em uma refinaria da Petrobras (Brasil). Dois tanques com características semelhantes foram selecionados para o ensaio:

- Ano de fabricação: 2004;
- Dimensões (diâmetro: 56 m e altura: 14 m);
- Armazenamento de gasóleo;
- Espessura da chapa do novo teto de tanque: 4,76 milímetros;
- Mínima espessura permitida: 2,5 mm.

Os seguintes procedimentos foram realizados para determinar a eficiência e a eficácia do novo Sistema de Proteção Contra Corrosão:

- Monitoramento das condições do ambiente: UR, temperatura e concentrações: O₂, SO₂, H₂S, nos espaços de vapor dentro do tanque;
- Medição da espessura do teto do tanque, através do instrumento de medição de espessura *Ultrasonic Thickness Gage*;
- Monitoramento do inibidor, através do controle da perda de massa, para definir a frequência esperada para reabastecimento dos reservatórios.

Resultados e discussão

Resultados do Teste de Campo

O espaço vapor dos tanques tinha ambiente corrosivo muito agressivo (Tabela 1).

Tabela 1–Condições do Meio para Espaço de Vapor do Tanque 1 (Controle) e Tanque 2 (com instalação dos Dispensadores VCI)

Parâmetro Base		Resultados do Monitoramento	
		Tanque 1 (Controle)	Tanque 2 (com VCI)
Temperatura(°C)		20 - 55	
UR (%)		40 - 100	
Concentração	O ₂ (%)	18 - 18,9	10 - 21
	SO ₂ (mg/L)	1,0 - 7,0	> 20
	H ₂ S (mg/L)	3,0 - 6,0	> 26

A comparação dos resultados dos testes mostraram que no Tanque 2 (Testado), o meio corrosivo foi muito mais agressivo do que no Tanque 1 (Controle). As concentrações de muitos ácidos poluentes corrosivos (SO₂ e H₂S) no Tanque 2 foram 3 a 20 vezes maiores do que no Tanque 1.

Perda de Corrosão do Teto de Tanque

Um resumo dos resultados dos testes foi apresentado na Figura 3. As medições de espessura, (técnica por ultra-som) do teto do tanque indicou uma vida útil de serviço para o tanque:

- Sem proteção é de cerca de 7 a 9 anos;
- Com aplicação dos Dispensadores VCI, temos vida útil estimada, de 25 a 40 anos.

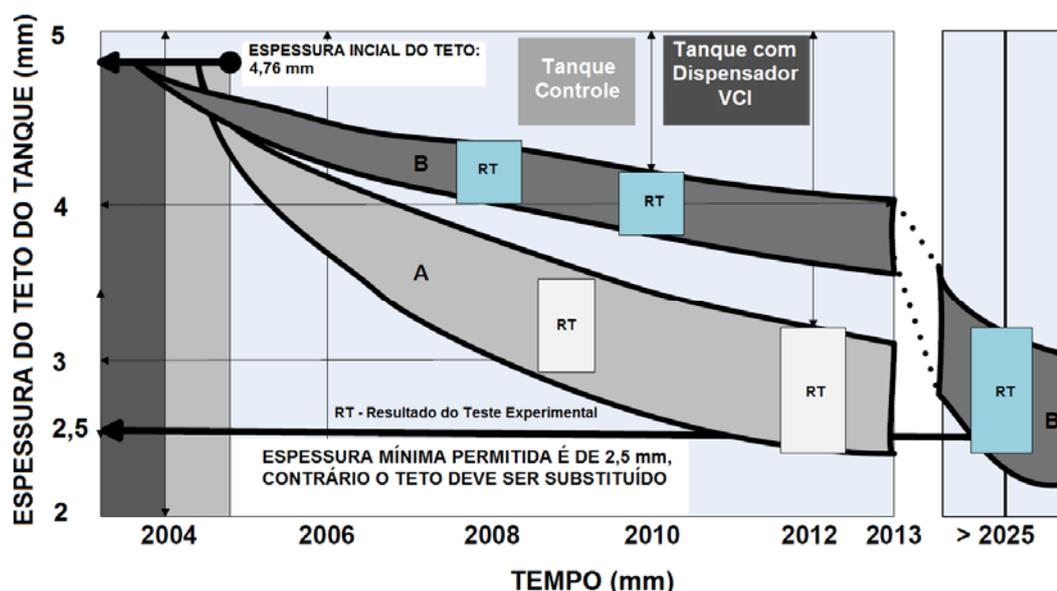


Figura 3 – Perda de espessura do teto do tanque devido à corrosão: tanque Controle (A) e do tanque com VCI (B)

Conclusões

1. Perda de espessura do teto do tanque pela corrosão irá depender da composição e concentração dos principais compostos gasosos (SO_2 , H_2S), UR, temperatura e as condições de operação do tanque.
2. O teste do sistema de proteção contra a corrosão reduziu a perda de espessura no meio mais corrosivo, e aumentou a vida útil de serviço do teto de tanque, em pelo menos três vezes.
3. O sistema de proteção contra corrosão desenvolvido pode ser aplicado em tanques atmosféricos de armazenamento de petróleo, novos ou existentes, proporcionando as seguintes vantagens:
 - o Redução da frequência de paradas para substituição de teto e/ou revestimentos do tanque;
 - o Manutenção do projeto com o uso de aço de carbono, em vez do aço inoxidável, alumínio ou plástico, que possuem alto custo.
4. A composição da formulação VCI pode ser selecionado para otimizar a proteção para diferentes produtos, dependendo das condições ambientais e de aplicação.

Referências bibliográficas

- (1) E.Y. Lyublinski, et all, Efficiency of Volatile corrosion inhibitors in aggressive vapor space environments, EUROCORR, Moskow, Sepotember, 2010
- (2) R. Bhaskaran, et all “Corrosion Auditing in a Petrochemical Complex”, Material Performance, 12, 2004, p.42
- (3) P. Cavassi and M. Cornago, “The Cost of Corrosion in the Oil and Gas Industry”, JPCL, May 1999, p.30
- (4) “Corrosion Costs and Preventive Strategies in the United States”, Supplement to Materials Performance, NACE, Houston, TX, July, 2002
- (5) R. C. Duncan and W. Youngquist, “The World Petroleum Life-Cycle”, Workshop OPEC Oil Pricing and Independent Oil Producers, Los Angeles, California, October, 12, 1998
- (6) A. Grossman, “Corrosion of Aboveground Fuel Storage Tanks”, Material Performance, 2005, September, p. 44
- (7) Y.I. Kuznetsov, and E.Y. Lyublinski, Inhibitors for Corrosion Protection by Storage and Transportation of Oil (Moscow, Russia, VNIIONG, 1980), p. 27, 43, 50
- (8) Y.I. Kuznetsov, Organic Inhibitors of Corrosion of Metals (New York, Premium Press), 1996
- (9) E.Y. Lyublinski, and V.D. Pirogov, Corrosion and Protection of Ships, Handbook, (Leningrad, Russia, Sudostroenie, 1987), p. 5, 26, 75105
- (10) E.Y. Lyublinski, Electrochemical Corrosion Protection (Moscow, Metallurgy, 1987), p. 37, 52
- (11) E.Y. Lyublinski and D.A. Kubik, Corrosion Protection of Storage Tanks Tops: 5th COTEQ, Corrosion, 2001 Sao-Paolo, Brasil,
- (12) P.E. Myers, “Aboveground Storage Tanks”, (New York, McGraw-Hill, 2000), p. 89-138

- (13) I.M. Parker, *Inhibition of Tanks and Other Structures: Corrosion Inhibitors*, (NACE, Houston, 1981), p.98
- (14) R.W. Revie, “*Ulig’s Corrosion Handbook*”, New York, John Wiley & Sons, 2000, pages 108, 521 and 529
- (15) I.L. Rosenfeld,. “*Corrosion Inhibitors*”, Moscow, Chimia, 1977
- (16) V.S. Sastri, “*Corrosion Inhibitors. Principles and Applications*”, New York, John Wiley & Sons, 1998