

CORROSÃO: COLUNAS DE PERFURAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO

Abeilton Júnior¹
Jéssyca Souza¹
Mickael David¹
Pedro Pontes¹
Thainara Péricles¹
Givanildo Santos¹

Engenharia de Petróleo



ISSN IMPRESSO 1980-1777
ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

As colunas de perfuração são equipamentos extremamente importantes na área de exploração de petróleo, seja em poços *onshore* (perfuração em Terra) como em poços *offshore* (perfuração em mar). Porém como todo material fabricado de metal, aço, alumínio e seus derivados com o passar do tempo e com a exposição do meio em que está exposto, apresentam característica da corrosão, que nada mais é do que um processo químico que causa a destruição total ou parcial de determinado material causado pela ação do meio. A corrosão é um processo químico muito comum na área petrolífera, pois o petróleo bruto não é extremamente puro quando retirado do poço. O petróleo é constituído basicamente de hidrocarbonetos, mas existem outros constituintes em sua composição natural como o enxofre, nitrogênio, oxigênio, metais e sais que são minerais que levam as colunas de perfuração a uma possibilidade maior de exposição para a corrosão.

PALAVRAS-CHAVE

Petróleo. Colunas de Perfuração. Corrosão.

ABSTRACT

Drillstrings are extremely important equipment in oil exploration area, whether on-shore wells (drilling on land) and in offshore wells (drilling at sea). But like all manufactured material metal, steel, aluminum and its derivatives over time and with exposure of the environment in which it is exposed, exhibit characteristic of corrosion, which is nothing more than a chemical process that causes total destruction or part of a material caused by the action of the medium. Corrosion is a common chemical process in the oil sector, as crude oil is not extremely clear when removed from the well. The oil is basically made up of hydrocarbons, but there are other constituents in its natural composition such as sulfur, nitrogen, oxygen, metals and salts which are minerals that carry drilling columns to an increased possibility of exposure to corrosion.

KEYWORDS

Petroleum. Drillstring. Corrosion.

1 INTRODUÇÃO

No ramo industrial do petróleo existem vários fatores que levam empresas a investir bastante na área de exploração de poços. Normalmente nas áreas de interesse, onde o petróleo esta armazenado na forma de gás/óleo, faz-se necessário a utilização do processo de perfuração que inclui o uso de ferramentas especiais juntamente com o fluido com propriedades também especiais, conhecido na sonda como lama de perfuração. Este fluido que está presente durante todo o processo de perfuração, em que desempenha inúmeras funções que contribuem bastante no processo de extração do óleo.

Verificando que os equipamentos utilizados no processo de exploração do petróleo, passam por diversos fatores de desgastes sejam físicos ou químicos. Um fator de desgaste na área química muito presente é a corrosão. Para que possa ocorrer a produção segura de óleo e gás precisa haver o controle dos processos corrosivos dos materiais constituintes das instalações produtivas. Todos os cuidados são necessários, pois existe grandes risco com relação a integridade das pessoas, a contaminação do meio ambiente e de ocasionar prejuízos financeiros e de imagem à companhia, tornam o gerenciamento da corrosão ponto capital dentro do portfólio de propriedades da confiabilidade de equipamentos e instalações usados na produção *off shore* de petróleo e gás.

Assim, os processos corrosivos têm sido responsáveis por elevados gastos para repor os equipamentos degradados pela ação do meio, bem como já ocasionaram inúmeros acidentes graves devido à falha estrutural de equipamentos, contendo

substâncias tóxicas e explosivas, que são típicas da indústria de petróleo e gás. O adequado controle da corrosão é garantido pela soma dos benefícios obtidos por diversos fatores dentre os quais se destaca a injeção de inibidores de corrosão.

2 CONCEITO DE CORROSÃO

A corrosão consiste na deterioração dos materiais pela ação química ou eletroquímica do meio, podendo estar ou não associado a esforços mecânicos. Ao se considerar o emprego de materiais na construção de equipamentos ou instalações é necessário que estes resistam à ação do meio corrosivo, além de apresentar propriedades mecânicas suficientes e características de fabricação adequadas. "A corrosão pode incidir sobre diversos tipos de materiais, sejam metálicos como os aços ou as ligas de cobre, por exemplo, ou não metálicos, como plásticos, cerâmica ou concreto" (GENTIL, 2007, p.2).

A ênfase descrita será sobre a corrosão dos materiais metálicos, neste caso o aço carbono, que consiste em um tipo de aço muito utilizado para a fabricação dos módulos de equipamentos, que são destinados para a exploração do petróleo. Os processos corrosivos podem ser classificados em dois grandes grupos, abrangendo todos os casos deterioração por corrosão:

- Corrosão Eletroquímica: este é o tipo de corrosão mais comum, pois é a que ocorre com os metais, geralmente na presença de água. Ela pode se dar quando o metal está em contato com um eletrólito (solução condutora ou condutor iônico que envolve áreas anódicas e catódicas, ao mesmo tempo), formando uma pilha de corrosão.
- Corrosão Química: é o ataque de algum agente químico diretamente sobre determinado material, que pode ou não ser um metal. Ela não precisa da presença de água e não há transferência de elétrons como na corrosão eletroquímica.

Nos processos de corrosão, os metais reagem com os elementos não metálicos presentes no meio, O_2 , S, H_2S , CO_2 entre outros, produzindo compostos semelhantes aos encontrados na natureza, dos quais foram extraídos (ABRACO, 2005).

2.1 MEIOS CORROSIVOS

- Solos: os solos contêm umidade, sais minerais e bactérias. Alguns solos apresentam, também, características ácidas ou básicas. O eletrólito constitui-se principalmente da água com sais dissolvidos.
- Águas Naturais (rios, lagos e do subsolo): estas águas podem conter sais minerais, eventualmente ácidos ou bases, resíduos industriais, bactérias.

O eletrólito constitui-se principalmente da água com sais dissolvidos. Os outros constituintes podem acelerar o processo corrosivo.

- Água do Mar: estas águas contêm uma quantidade apreciável de sais. Uma análise da água do mar apresenta em média os seguintes constituintes em gramas por litro de água:

| | |
|--|---------|
| Cloreto (Cl ⁻) | 18,9799 |
| Sulfato (SO ⁻) | 2,6486 |
| Bicarbonato (HCO) | 0,1397 |
| Brometo (Br) | 0,0646 |
| Fluoreto (F ⁻) | 0,0013 |
| Ácido Bórico (H ₃ BO ₃) | 0,0260 |
| Sódio (Na ⁺) | 10,5561 |
| Magnésio (Mg ²⁺) | 1,2720 |
| Cálcio (Ca ²⁺) | 0,4001 |
| Potássio (K ⁺) | 0,3800 |
| Estrôncio (Sr ²⁺) | 0,0133 |

A água do mar em virtude da presença acentuada de sais é um eletrólito por excelência. Outros constituintes com gases dissolvidos podem acelerar os processos corrosivos.

- Produtos Químicos: os produtos químicos, desde que em contato com água ou com umidade e formem um eletrólito, podem provocar corrosão eletroquímica.

2.2 CORROSÃO EM COLUNAS DE PERFURAÇÃO

As colunas de perfuração são equipamentos necessários para a exploração de petróleo. O objetivo fundamental da coluna de perfuração é transmitir torque como transportar o fluido necessário para a perfuração. As principais funções de uma coluna de perfuração são: aplicar peso sobre a broca, transmitir a rotação para a broca, conduzir o fluido de perfuração, manter o poço calibrado e garantir a inclinação e a direção do poço.

Durante a perfuração é necessária à concentração de grande quantidade de energia na broca para cortar as diversas formações rochosas. Esta energia, em forma de rotação e peso aplicados sobre a broca, é transferida as rochas para promover sua ruptura e desagregação em forma de pequenas lascas, o que são removidos do fundo do poço e carreados até a superfície pelo fluxo do fluido de perfuração. (THOMAS, 2004, p. 70).

Este equipamento é importante, pois fixa toda a parte estruturados equipamentos que são utilizados para a extração do óleo. A coluna de perfuração é a responsável direta por todo este processo de exploração e consta dos seguintes componentes principais:

- Comandos: são elementos tubulares fabricados em aço forjado, suas principais funções são fornecer peso sobre a broca e prover rigidez à coluna, permitindo melhor controle da trajetória do poço.
- Tubos pesados: são elementos tubulares de aço forjado e usinados que têm como função principal promover uma transição de rigidez entre os comandos e os tubos de perfuração, diminuindo a possibilidade de falha por fadiga.
- Tubos de perfuração: são tubos de aço sem costura, tratados internamente com aplicação de resinas para diminuição do desgaste interno e corrosão, possuindo nas suas extremidades as conexões cônicas conhecidas como *tool joints*, que são soldadas no seu corpo.

Pode-se perceber que a maioria dos equipamentos que são utilizados para dá a sustentação de toda a parte estrutural da coluna de perfuração é fabricada de aço. E o aço, com o passar do tempo vai sofrendo degradações em sua forma física, e esses desgastes são dados por um processo químico muito conhecido como corrosão. A corrosão nada mais é, do que a destruição total, parcial, superficial ou estrutural de determinado material causado pela ação do meio em que se encontra.

Corrosão, em geral, um processo espontâneo, está constantemente transformando os materiais metálicos de modo que a durabilidade e desempenho dos mesmos deixam de satisfazer os fins a que se destinam. (GENTIL, 2007, p. 1).

Normalmente na indústria de perfuração de poços de petróleo, o processo de corrosão nos equipamentos, se dá pela presença de ácidos no meio em que se encontram, podemos citar H_2S que é um dos principais ácidos que ocasiona a corrosão do aço utilizado. Outros fatores, também, influenciam na ocorrência do ataque corrosivo como a relação óleo/gás, o teor de cloretos existentes, pH, presença de oxigênio que são materiais que se encontram na composição da lama de perfuração.

A presença de H_2S na lama de perfuração é extremamente prejudicial, pois, a existência de compostos de enxofre (H_2S , que pode ser dissolvido em HS^- e S^{2-}), reduz a cinética de recombinação gasosa e, conseqüentemente, favorece a entrada de hidrogênio para o metal. Para materiais que trabalham em ambientes, contendo H_2S , é também fundamental que o pH seja elevado para valores $\geq 10,5$, pois neste valor o H_2S é neutralizado a sulfeto de sódio (Na_2S), diminuindo assim o problema da ruptura por tensão.

A presença unicamente da água na lama de perfuração aumenta a condutividade do meio, favorecendo a atuação dos íons corrosivos. Assim é recomendável a utilização sempre de lama com óleo, de maneira a minimizar a condutividade do meio. E a presença de cloretos em alta concentração diminui a resistência ao ataque corrosivo do tipo localizado por pites em aço. Os quatro fatores acima discutidos, presentes na lama de perfuração, aliados a presença de inclusões de sulfetos, contribuíram para a formação de pites que aceleram o ataque corrosivo.

3 FATORES QUE INFLUENCIAM A CORROSÃO DAS COLUNAS EM MAR

A corrosão é uma das principais causas de falhas em equipamentos e tubulações de plataformas de produção de petróleo. Essas falhas prejudicam o processo, atrasam o cronograma operacional de produção, geram altos custos de manutenção, além de gerar riscos à saúde e ao meio ambiente. Devido ao fato de que a maioria dos equipamentos, tubulações e dutos das plataformas de produção são constituídas de aço (em geral, aço carbono), a indústria de exploração de petróleo estará sempre convivendo com os processos corrosivos.

As primeiras perfurações marítimas eram sondas terrestres montadas em uma estrutura para perfurar em águas rasas. Eram empregadas as mesmas técnicas utilizadas em terra, mas a necessidade de se perfurar em águas mais profundas fez surgir novos tipos de equipamentos e técnicas especiais para a perfuração marítima. (THOMAS, 2004, p. 109).

Quando se passou a se perfurar em alto mar, notou-se que existiam alguns fatores que poderiam ser causa de desgaste nos equipamentos. Um desses desgastes é a água do mar que é uma solução salina uniforme, consistindo de cloreto de sódio e magnésio dissolvidos em água. Quando presente em uma solução de 0,5M de cloreto de sódio. A solução de cloreto de sódio nesta concentração tem um pico de corrosividade mais agressivo sobre o aço do que concentrações mais altas e mais baixas.

Aços carbono e outros aços de baixa liga apresentam taxas de corrosão em curto prazo de 130 mm/ano, quando completamente submersos em água do mar. Em longo prazo (em torno de 10 anos) esta taxa é reduzida. Não há variações significativas das taxas de corrosão em função do método de fabricação do aço ou de pequenas adições de elementos de liga como cobre ou cromo.

O aumento da velocidade da água em geral aumenta a taxa de corrosão. Para águas paradas a taxa de corrosão para aços carbono fica em torno de 70 mm/ano, para períodos de imersão entre 5 e 10 anos. Para águas fluindo em baixa velocidade a taxa de corrosão para aços carbono é de aproximadamente 95 mm/ano. Para velocidades mais altas a taxa

chega a 380 mm/ano. Para aço com pequena adição de cobre, a taxa em água com alta velocidade é somente 120 mm/ano, o que aponta para um efeito favorável do cobre.

3.1 INIBIDORES

Os inibidores de corrosão possuem duas principais classificações: (i) quanto à composição, sendo subdivididos em inibidores orgânicos ou inorgânicos e (ii) quanto ao comportamento, podendo ser categorizados em inibidores anódicos, catódicos e de adsorção.

- Inibidores anódicos: reduzem a velocidade da reação anódica, usualmente por reagirem com os produtos de corrosão formando um revestimento protetor a superfície do metal;
- Inibidores catódicos: evitam que as reações catódicas ocorram;
- Inibidores de adsorção: devido ao seu efeito barreira, atuam nas duas reações são vantajosos devido à formação de uma camada adsorvida, sob a qual vão exercer a sua ação. São em geral compostos orgânicos do tipo aminas.

Os inibidores de corrosão são substâncias que, quando presente em concentrações adequadas, no meio corrosivo, reduzem ou eliminam a corrosão. (GENTIL, 2007).

Os inibidores têm a capacidade de bloquear a ação da reação anódica, catódica, ou de ambas. Essas substâncias devem ser ativas em um meio alcalino, para não alterar suas propriedades físicas, químicas e mecânicas.

Assim o uso de revestimentos orgânicos em combinação com proteção catódica oferece o método mais econômico e eficaz contra a corrosão em água do mar. Plataformas de petróleo, tubulações e outros equipamentos fazem uso deste método.

Quanto menos poroso o revestimento menor corrente é necessária para a proteção catódica e mais econômica o sistema. Anodos de alumínio são os mais comuns em água do mar. Como também são muito utilizados os anodos de zinco. Podem ser utilizados alguns métodos para a prevenção da corrosão, como:

- Revestimento e forro interno;
- Pintura;
- Lubrificação;
- Flanges de isolamento;
- Corrente elétrica;
- Proteção química;
- Fibra de vidro;
- Placas de inox e metálicas;

3.2 ELEMENTOS/RECURSOS OU FATORES TÉCNICOS QUE COMBATAM OS EFEITOS DA CORROSÃO

A pintura anticorrosiva é uma técnica muito utilizada na superfície dos equipamentos para a exploração do petróleo. Pois, para que um sistema anti-corrosivo tenha sucesso, ou seja, proteja o aço contra a corrosão, é necessário o conhecimento técnico do material que está sendo empregados para proteção (as tintas), a correta especificação das tintas, a mão de obra especializada e o controle de qualidade.

O inspetor de pintura é o profissional adequado para fazer a análise dos tubos e dos equipamentos que apresentam “cracas” ou empolamento, que são os primeiros sinais de corrosão no equipamento. Quando identificado a corrosão no equipamento, é feita a retirada para a manutenção. Logo em seguida, é feita uma lavagem da superfície por meio de um jato de água com uma pressão de 5 mil psi, para que possa ocorrer a retirada de toda “craca” do equipamento.

Em seguida, é feita a aplicação do inibidor de corrosão, ou seja, da tinta que é constituída com o sistema epóxi para o fundo e poliuretano como acabamento. Esse sistema é o mais utilizado, pois apresenta uma forte aliança de qualidade na resistência e dureza em meio à agressividade do ambiente, esta técnica de pintura consiste de uma garantia de 20 anos.

Destacam-se na parte industrial do petróleo as tintas chamadas LOW-VOC que possuem um elevado teor de sólidos em suas formulações, possibilitando camadas mais espessas de película, com baixas quantidades solventes orgânicos, requisitos solicitados por inúmeras empresas, pois atendem a normas de seguranças e meio ambientes nacionais e internacionais.

4 CONCLUSÃO

A exploração do petróleo é uma das principais atividades geradora de boa parte da economia no mundo. Todas as empresas que investem nesse ramo, se responsabilizam por muitos fatores. E com isto, apresentam constantes estudos para o desenvolvimento de equipamentos e técnicas que possibilitem um melhor aproveitamento de tecnologias.

Hoje, o Brasil investe bastante na formação de profissionais qualificados na área de petróleo, pois existe uma carência crescente na região brasileira de técnicos especializados. Uma das maiores preocupações de boa parte das empresas é o custo gerado dos equipamentos que são danificados pelo mau uso ou pelo desgaste em relação a sua vida útil.

Contudo, técnicas como, por exemplo, a inibição que faz a utilização de tintas anticorrosivas, para que ocorra o impedimento da corrosão, é uma forma de tecnologia empregada na manutenção dos equipamentos na indústria do petróleo. Pois este tipo de técnica apresenta um custo menor para a empresa, do que a compra de um novo equipamento, que com o passar dos anos apresentará o mesmo problema.

REFERÊNCIAS

ABRACO – Associação Brasileira de Corrosão. 2005. Disponível em: <<http://www.abraco.org.br/site1/>>. Acesso em: 07 março 2015

As Tintas na Proteção Anticorrosiva. **HIPERTECNOAR**. 27 set. 2013. Disponível em: <<http://www.hipertecnoar.com.br/index.php/content-category-4/115-getra-faucibus-eu-laoreet-nunc>>. Acesso em: 12 março 2015

CARDOSO, Luiz Cláudio. **Petróleo do poço ao posto**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

FERREIRA, Doneivan F. HONORATO, Nicolás. **Manual do operador de produção de petróleo e gás**. Campinas, SP: Komedi, 2011. p.596-606.

FRAUCHES-SANTOS, C.; ALBUQUERQUE, M. A.; OLIVEIRA, M. C. C.; ECHEVARRIA, A. A corrosão e os agentes anticorrosivo. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, 20 dez. 2013. p.294-303.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 3.ed. Rio de Janeiro: Saraiva, 1982.

THOMAS, José Eduardo. **Fundamentos de engenharia de petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

Data do recebimento: 12 de maio de 2015

Data da avaliação: 20 de maio de 2015

Data de aceite: 21 de maio de 2015

1. Alunos do curso de Engenharia de Petróleo da Universidade Tiradentes. E-mail: thainaraferro18@hotmail.com

Ciências exatas e tecnológicas | Aracaju | v. 3 | n. 1 | p.25-34 | Outubro 2015 | periodicos.set.edu.br