

10º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

UTILIZAÇÃO DE AÇOS EM DUTOS NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

AUTORES:

Briza Mateus dos Santos¹ , Rayanna Aguiar de Souza² , Elaine Cristina Macêdo Bezerra³

INSTITUIÇÃO:

¹²³ Unidade Acadêmica de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal de Campina Grande.

UTILIZAÇÃO DE AÇOS EM DUTOS NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

Abstract

Oil pipelines are hollow conduits made of circular section closed carbon steel, specially developed and built according to American Petroleum Institute (API) safety specifications. Oil and oil products can be transferred through a single pipeline or a pipeline network. The extraction pipelines are known as “drill pipes”. They vary in form, size, and weight to facilitate the extraction process. Thus, this paper aims to study which types of steel can improve this transport operation in a way to minimize oil loss, operational costs or even transportation time. For this, some studies were reviewed where given the efficiency of the use of pipelines as a mean of transportation for oil and oil products, the use of high strength and low alloy steels in the manufacture of pipelines is good for an effective way to operate at higher pressures and lower flow rates, with less weight and construction costs. An example of pipeline with high resistance are the tubes with a polymeric coating. And with the discovery of new oil fields that show a higher concentration of contaminants, the use of pipelines made of stainless steel is necessary, due to their mechanical and corrosion resistance being superior to ducts made of other materials.

Introdução

Todos os tubos (ou dutos) de petróleo são condutos de aço-carbono fechados de seção circular e ocos, e ainda podem ser transferidos por um único duto ou em uma rede de dutos, especialmente desenvolvidos e construídos, segundo especificações de segurança API (American Petroleum Institute), para o transporte e distribuição do petróleo e seus derivados.

Em 1825 foi desenvolvido o primeiro tubo de aço com a finalidade de resistir à pressões elevadas nas linhas de vapor. E em 1865 foi construído na Pensilvânia o primeiro oleoduto com 2 polegadas de diâmetro feito de ferro fundido com extensão de 8km e ligava um campo de produção a uma estação de carregamento de vagões.

A nível local, vemos que no Brasil há pouca representatividade no setor dutoviário, pelo fato de que o mesmo está concentrado em poucas empresas e tem pequena participação relativa na matriz logística de transporte. Segundo a Agência Nacional de Transporte Terrestres (ANTT) no país, cerca de 60% dos transportes é realizado por rodovias, 20% por ferrovias, 13% por hidrovias e apenas 4% por dutovias.

Na verdade, ainda são muito discutidas as principais características desse modal no que se refere às suas vantagens, desvantagens, produtos transportados, investimentos, custos e perspectivas.

Com isso, este trabalho tem como objetivo estudar quais os tipos de aço que podem melhorar a operação deste transporte de modo que sejam minimizadas as perdas, os custos operacionais ou, ainda, o tempo de transferência aumento assim a eficiência do uso de dutos na indústria do petróleo.

Metodologia

O presente trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica onde se procurou analisar, discutir e interpretar o referencial teórico em estudo. Organizou-se os conceitos e demais ideias de forma coerente e concisa, adotando uma linguagem de claro entendimento, a partir de diferentes modelos de documentos.

Resultados e Discussão

Os dutos são tubulações especialmente desenvolvidas e construídas de acordo com normas internacionais de segurança, para transportar petróleo e seus derivados, álcool, gás e produtos químicos diversos por distâncias longas, sendo então denominados como oleodutos, gasodutos ou polidutos (DUTOVIA, 2013).

Nas indústrias de extração de petróleo, os dutos têm importante função e duas delas são a extração e o transporte. A descoberta do pré-sal traz novos desafios para a indústria de exploração de petróleo, e o Brasil está à frente desse desafio. Os tubos (ou dutos) de petróleo são condutos de aço-carbono fechados de seção circular e ocos, especialmente desenvolvidos e construídos, segundo especificações de segurança API (American Petroleum Institute), para o transporte e distribuição do petróleo e seus derivados.

Os dutos de extração são conhecidos como “drillpipes”. Eles têm variadas formas, tamanhos e pesos para facilitar o processo de extração, mas é normalmente de 30 a 33 pés de comprimento cada tubo. Eles têm o interior oco que permite a passagem do fluido de perfuração.

São feitos de aços caros endurecidos para suportar as rochas dos túneis feitos a partir da retirada do petróleo, e seu interior tem um revestido que visa garantir a integridade, mesmo sendo observado o desgaste rápido deste revestimento.

Aços são ligas ferro-carbono em que o percentual mássico de carbono pode variar de 0,008% e 2,11%. Além destes elementos químicos (ferro e carbono), outros estão presentes, seja como impureza, intrínseco do processo de obtenção (Si, Mn, S, P), seja como elemento adicionado para conferir determinadas propriedades.

A grande gama de aplicações dos aços se deve ao baixo custo de obtenção, associado à grande versatilidade de propriedades que se pode obter a partir de pequenas mudanças na composição química, tratamentos térmicos e/ou no processamento e, principalmente da elevada ductilidade aliada a grande tenacidade e elevada dureza.

A classificação dos aços não obedece a um único critério, existindo classificações quanto à composição química, processamento, microestrutura, propriedades ou mesmo aplicações a que se destinam.

Os aços são ordenados de acordo com o teor de carbono, conforme segue:

Aço extra-doce: < 0,15%C;

Aço meio-doce: 0,15%C até 0,30%C;

Aço meio-duro: 0,30%C até 0,60%C;

Aço duro: 0,60%C até 0,70%C;

Aço extra-duro: 0,70 até 2,00%C.

É interessante salientar que as diversas instituições normativas, tanto nacionais quanto internacionais, estabeleceram critérios de designação para os diversos tipos de aço utilizados na indústria. Dentre as mais importantes, encontram-se as designações ABNT, AISI e SAE.

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

Por processamento entende-se o tipo de operação que se executa sobre o aço visando mudar a forma e/ou a estrutura. Os processamentos que visam impor uma forma são a conformação mecânica (a frio ou a quente, tal como a laminação, extrusão, trefilação), a fundição e a consolidação por sinterização (metalurgia do pó). O processamento altera a microestrutura do aço e, portanto, afeta as propriedades. A classificação de acordo com a microestrutura é típica da área metalúrgica, existindo os seguintes grupos:

Aços encruados: Estes aços geralmente são de microestrutura predominantemente ferrítica, com um pouco de perlita, sendo resultantes de processos de deformação a frio. Normalmente são aços de baixo teor de carbono (inferior a 0,4% C) e com baixa quantidade de elementos de liga.

Aços ferríticos-perlíticos: Obviamente os aços ferríticos-perlíticos possuem teor de carbono abaixo de 0,8% (hipoeutetóides), e são resultantes de processos em que houve resfriamento lento tais como material trabalhado a quente, recozido ou normalizado.

Aços martensíticos: Os aços constituídos de martensita revenida geralmente são aplicados em situações em que se exige resistência elevada ao longo de toda a seção transversal, tais como eixos e punções

Aços bainíticos: Sob determinadas combinações de resistência e dureza a estrutura bainítica propicia maior tenacidade que a martensítica, tornando tais aços preferíveis em situações que se necessite resistência associada à tenacidade.

Aços austeníticos: Uma vez que a austenita não é um constituinte estável em temperatura ambiente, sua estabilização depende da presença de elementos de liga, tais como o cromo e o manganês. A austenita, por ser não magnética, encontra aplicação em situações em que se deseja minimizar efeitos de campos magnéticos induzidos, tais como em suportes de bússolas. Há ainda o caso de aços austeníticos inoxidáveis, porém neste caso a resistência à oxidação é predominantemente devida aos elevados teores de cromo e níquel presentes em tais aços.

Aços dúplex ou bifásicos: Por aços dúplex costuma-se denominar duas categorias distintas de estruturas. Na primeira, do tipo austenítico-ferrítica (delta), encontram-se certos aços inoxidáveis, cuja resistência mecânica e à corrosão é superior àquela obtida nos inox austeníticos. A segunda categoria consiste de microestrutura ferrítico-martensítica, resultante de têmpera a partir de temperatura de dentro da zona crítica. Os aços de baixo carbono com esta estrutura apresentam combinação de resistência e ductilidade mais elevadas que os equivalentes ferríticos-perlíticos.

Os aços são classificados, quanto à composição química em: **Aços Carbono; Aços Ligados; Aços de Alta Resistência e Baixa Liga (ARBL).**

O aço carbono é uma liga metálica, e sua constituição de liga confere ao aço o seu nível de resistência mecânica, dispondo de 0,008% a 2,11% de concentração de carbono em sua composição. O ferro gusa, produto imediato da redução do minério de ferro pelo coque ou carvão e calcário em altas temperaturas, é a base utilizada para criar diversos tipos de aço.

Existem diversos elementos que garantem ao ferro a dureza necessária. O carbono é o principal elemento endurecedor. Manganês, silício e o fósforo também regulam o nível de resistência do aço. A

quantidade de carbono define sua classificação em: baixo, médio e alto. Existem três tipos de aço carbono, cada um possui características e aplicações próprias.

- Baixo carbono (até 0,30% de carbono): este tipo de aço carbono possui baixa resistência, porém, é usinável e soldável. Possui baixa dureza e altas tenacidade e ductilidade. De forma geral, não é tratado termicamente.
- Médio carbono (de 0,30% a 0,60%): possui uma maior resistência para tratamento térmico, além de dureza e menor tenacidade e ductilidade em relação ao baixo carbono. O médio carbono possui uma boa temperabilidade em água e é um dos tipos mais comuns de aço.
- Alto carbono (acima de 0,60%): este tipo é o de maior resistência ao desgaste e dureza. No entanto, o alto carbono possui menor ductilidade quando comparado aos demais. Geralmente, são utilizados temperados ou revenidos, possuindo propriedades de manutenção de um bom fio de corte.

Os aços-inoxidáveis são aqueles que contêm um mínimo de 10,5% de Cromo como principal elemento de liga. São aços onde não ocorre oxidação em ambientes normais. Alguns aços inoxidáveis possuem mais de 30% de Cromo ou menos de 50% de Ferro. Suas características de resistência são obtidas graças à formação de um óxido protetor que impede o contato do metal base com a atmosfera agressiva.

Alguns outros elementos como níquel, molibdênio, cobre, titânio, alumínio, silício, nióbio, nitrogênio e selênio podem ser adicionados para a obtenção de características mecânicas particulares. A indústria de óleo e gás enfrenta ambientes extremamente agressivos, o que exige a utilização de materiais com elevadas resistências à corrosão e tenacidade, propriedades presentes nos diversos tipos de aços inoxidáveis. No Brasil, o uso de aço inoxidável nesta indústria vem crescendo nos últimos anos com a descoberta de novos campos com maiores concentrações de contaminantes, que estão dentro de uma nova fronteira tecnológica de produção, o Pré-sal.

A seleção destas ligas resistentes a corrosão- LRCs pode ser um processo complexo, uma vez que as condições e operação estão cada vez mais severas. No caso dos tubos de revestimento esta condição de severidade está associada à concentração de CO₂ e à presença de H₂S, que apenas permitem a utilização de aços inoxidáveis supermartensíticos e superdúplex, pois são os aços mais adequados no momento para atender aos desafios tecnológicos deste novo cenário de exploração e produção.

Com a crescente demanda por gás natural e petróleo no Brasil e com os objetivos de aumentar a eficiência operacional e reduzir custos, é interessante a utilização de aços de alta resistência e baixa liga (ARBL) na fabricação das linhas dutoviárias como uma maneira eficaz para a operação a altas pressões e vazões com menor peso e menores custos construtivos.

Os aços para tubulações na indústria do petróleo são classificados segundo a API (American Petroleum Institute) em função de sua aplicação, composição química e resistência mecânica. Os aços utilizados especificamente na fabricação de tubos para linhas de transmissão seguem a classificação API 5L (Specification for LinePipe Steel) (ESTADOS UNIDOS, 2001).

Um volume expressivo de petróleo, derivados e gás natural, é transportado em todas as regiões do país por meio de tubulações de aço-carbono. No entanto, este e outros tipos de materiais utilizados para produção e transporte de produtos químicos, apresentam limitações na sua utilização, entre as quais está sua baixa resistência à corrosão, sob ação de calor, que causa desgaste e falha na sua operação, o que pode ocasionar sérios problemas para os setores envolvendo a indústria de petróleo.

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

Uma forma de proteção contra corrosão em dutos metálicos é o recobrimento interno do duto com uma película polimérica inerte. O revestimento está interposto entre o metal e o meio corrosivo, ampliando assim, a resistência à corrosão do duto.

Estes revestimentos devem possuir várias características para que possam cumprir as suas finalidades, dentre as quais podem: boa e permanente aderência ao tubo; resistência elétrica (resistividade elétrica); resistência à água, vapor e produtos químicos; resistência mecânica; boa estabilidade sob efeito de variação de temperatura; resistência à acidez, alcalinidade, sais e bactérias do solo; boa flexibilidade de modo a permitir o manuseio dos tubos revestidos e as dilatações e contrações do duto; permitir fácil aplicação e reparo; durabilidade e economicidade.

Trabalha-se com a ideia de utilização de aços de alta resistência mecânica para transporte de petróleo e gás, suportada pelo fator economia, já que tais aços permitem uma redução na espessura das paredes dos dutos e, conseqüentemente, uma economia do material, bem como aumento das pressões de bombeamento dos fluidos transportados. Contudo, o aumento da resistência mecânica dos aços empregados na fabricação dos dutos acarreta alguns problemas, visto que na medida em que se aumenta o grau dos aços empregados há, normalmente, uma perda de resistência à fratura, perda de resistência à corrosão sob tensão, de resistência à fragilização por hidrogênio e uma maior sensibilidade à presença de defeitos de fabricação. Uma possível solução para esse problema é a fabricação de dutos de aço de baixo grau reforçados com camada de material compósito.

A indústria de óleo e gás enfrenta ambientes extremamente agressivos, o que exige a utilização de materiais com elevada resistência à corrosão e tenacidade, propriedades presentes nos diversos tipos de aços inoxidáveis.

Na Indústria Química e Petroquímica, no Brasil e no mundo, os investimentos nas refinarias de petróleo ganharam muita força ao longo dos anos, pois tem a importante missão de abastecer essas indústrias com tecnologias inovadas e alto grau de exigência.

Esse segmento tem lançado grandes desafios ao mercado fornecedor de acessórios, ou seja, tubos, válvulas, compressores, bombas, trocadores de calor, flanges, etc. que serão utilizados na confecção de importantes equipamentos, produzidos a partir de materiais que combinam alta resistência à corrosão com excelente processabilidade.

Alguns campos de petróleo no Brasil apresentam elevada acidez naftênica, como consequência, no refino em alta temperatura, as frações de petróleo apresentam acidez que associada à velocidade provoca corrosão acelerada de fornos e outros equipamentos. A utilização de aços inoxidáveis pode mitigar este tipo de problema.

Conclusões

Com este trabalho pôde se observar as aplicações dos aços na fabricação dos dutos, sendo analisados os materiais que o compõe e as propriedades que devem ser levadas em conta para seleção do material. Como analisado, a utilização de Aços de Baixa Resistência e Alta Liga (ARBL) na fabricação das linhas dutoviárias é uma maneira eficaz para aumentar a eficiência operacional e reduzir os custos no transporte de óleo e gás, um exemplo de tubos com alta resistência são os revestidos com películas poliméricas. Sendo assim, se faz necessário o uso de dutos feitos de aço inoxidável para esse fim.

Agradecimentos

Os autores agradecem a professora Kássie Farias por estimular o desejo da realização desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

Aço carbono: o que é e para que serve? - <https://tubonasa.com.br/noticias/aco-carbono-tudo-o-que-voce-precisa-saber>, Acesso em: 24 de junho de 2019

Aço Inox – Petróleo e Gás - <https://www.abinox.org.br/site/aco-inox-petroleo-e-gas.php>, - Acesso em: 24 de junho de 2019

METALICA, Portal - Tubulações industriais - <http://wwwo.metalica.com.br/tubulacao-industrial> - Acesso em: 22 de junho de 2019

METALICA, Portal - Instalações industriais - <http://wwwo.metalica.com.br/intalacoes-industriais-tubulacao-industrial> - Acesso em: 23 de junho de 2019

Por EPBR - Mapa mundi dos dutos - <https://epbr.com.br/mapa-mundi-dos-dutos/> - Acesso em: 21 de junho de 2019

Por ANP - Oleodutos de transporte e transferência - <http://www.anp.gov.br/armazenamento-e-movimentacao-de-produtos-liquidos/oleodutos-de-transporte-e-transferencia> - Acesso em: 21 de junho de 2019

RODRIGUES, Rayrton - Por que no Brasil o transporte dutoviário é tão pequeno? - <https://qualidadeonline.wordpress.com/2012/08/14/por-que-no-brasil-o-transporte-dutoviario-e-tao-pequeno/> - Acesso em: 22 de junho de 2019

YSHII, L. N. Aplicação de aços de alta resistência em dutos de transporte de óleo e gás: Implicações sobre o projeto e construção. http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2007/Artigos/Art_TCC_040_2007.pdf - Acesso em: 24 de junho de 2019