



AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA EM VASOS DE PRESSÃO ESFÉRICOS CONTENDO GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO

Luciano de Oliveira Castro Lara

Departamento de Engenharia Mecânica
Faculdade de Aracruz – UNIARACRUZ
castrolara@hotmail.com

RESUMO

Possíveis falhas em vasos de pressão, geralmente catastróficas, têm influenciado e motivado pesquisas, que têm como intuito melhorar a integridade do vaso e, conseqüentemente, aumentar a segurança e economia nas indústrias petroquímicas. Com o objetivo de contribuir e permitir uma melhor análise desse problema, este trabalho faz uma avaliação da segurança em vasos de pressão esféricos de juntas soldadas.

Palavras-chave: Confiabilidade. Fadiga. Vaso de pressão.

ABSTRACT

Possible failures in pressure vessels, usually catastrophic, have motivated researches which aim to improve the physical integrity of the vessels and, consequently, to increase their safety and reduce costs in the oil industry. In order to allow and contribute to a better analysis of this problem, this paper evaluates the safety in spherical pressure vessels with welded joints.

Keywords: Reliability. Fatigue. Pressure Vessel.

INTRODUÇÃO

O nome vaso de pressão (pressure vessel) designa genericamente todos os recipientes estanques, de qualquer tipo, dimensões, formato ou finalidade, capazes de conter um fluido pressurizado. Dentro de uma definição tão abrangente, inclui-se uma enorme variedade de equipamentos, desde uma simples panela de pressão de cozinha, até alguns dos mais sofisticados reatores nucleares.

O estudo desenvolvido neste trabalho pode ser aplicado em vasos de pressão de indústrias de processo, que são as indústrias nas quais materiais sólidos ou fluidos sofrem transformações físicas ou químicas, ou as que se dedicam à armazenagem, manuseio ou distribuição de fluidos. Dentre essas indústrias, podem-se citar as refinarias de petróleo, as indústrias químicas e petroquímicas em geral, grande parte das indústrias alimentícias e farmacêuticas, a parte térmica das centrais termoelétricas, centrais nucleares, os terminais de armazenagem e de distribuição de produtos de petróleo, bem como as instalações de processamento de petróleo ou de gás natural, em terra ou no mar.

Nas indústrias de processo, existem três características específicas que tornam necessário um maior grau de confiabilidade para os equipamentos, em comparação com o que é normalmente exigido para as demais indústrias em geral (TELLES, 1996):

1. A grande maioria dessas indústrias trabalha em regime contínuo. Os equipamentos ficam, portanto, submetidos a um regime severo de operação, porque não há paradas diárias para manutenção e inspeção.
2. Os diversos equipamentos formam uma cadeia contínua, através da qual circulam os fluidos de processo. Desse modo, a falha ou a paralisação de um único equipamento obriga geralmente a paralisação de toda a instalação. Toda a paralisação não programada de uma indústria resulta sempre em vultosos prejuízos de perda de produção e de lucros cessantes, vindo daí a necessidade do máximo de segurança e confiabilidade de funcionamento desses equipamentos.

3. Nessas indústrias, existem, muitas vezes, condições de grande risco, devido ao manuseio de fluidos inflamáveis, tóxicos, explosivos, podendo estar em elevadas pressões e temperaturas, condições para as quais qualquer falha pode resultar em um acidente grave ou mesmo em um desastre de grandes proporções.

Portanto, a contínua proteção de vasos de pressão é um fator importante para assegurar a viabilidade da extensão da vida do equipamento. Assim, para manter a sua integridade, fatores importantes de segurança e econômicos devem ser considerados.

HISTÓRICO SOBRE VASOS DE PRESSÃO CONTENDO GÁS LIQUEFEITO

Nas últimas décadas, várias experiências foram feitas para a determinação da origem do vazamento seguido de falha catastrófica de vasos contendo líquidos com baixo ponto de ebulição, isto é, superaquecidos. Modelos de vazamento do gás liquefeito de petróleo (GLP) e de substâncias similares, seguidos da falha dos vasos de armazenagem, foram feitos por alguns pesquisadores. Nolan et al. (1990) estudaram vários mecanismos de fratura de vasos, nos quais dados experimentais foram usados para examinar a aplicabilidade de alguns modelos e para prover uma completa apreciação termodinâmica de eventos que ocorrem imediatamente antes, durante e após vazamento.

Dancer e Sallet (1990), preocupados com a ocorrência de acidentes em vasos de pressão contendo gases liquefeitos, discutiram a característica de um novo código numérico que foi apresentado para prognosticar históricos de pressão e temperatura em vasos de pressão devido à produção acidental de calor interno (reações exotérmicas) ou adição de calor externo (incêndio).

Quando um vaso que contém gás liquefeito é exposto ao fogo, existe o risco de uma ruptura termicamente induzida do vaso. Se o vaso romper, o perigo em potencial inclui explosão, rajada de projéteis, incêndio e exposição a um ambiente tóxico. Nos últimos anos, muitos pesquisadores têm conduzido testes em vasos para melhorar o entendimento do processo de falha e riscos associados. Kletz (1994) mostra que, dentre as pesquisas publicadas, o conteúdo explorado inclui avaliação de risco,

incêndios e explosões, dispersão de gás, proteção ambiental e outros. Um ponto fortemente debatido nessas pesquisas é a rápida evaporação do gás liquefeito pressurizado devido a uma súbita despressurização. Uma falha no vaso pode levar a uma repentina despressurização do GLP e isso pode disparar uma rápida mudança de fase resultando em uma explosão de vapor. Birk (1995) faz uma análise desse caso.

SEGURANÇA EM VASOS DE PRESSÃO DE ARMAZENAGEM DE GLP

Os vasos de pressão constituem não só os equipamentos mais importantes da maioria das indústrias de processo, como também são geralmente os itens de maior tamanho, peso e custo unitário nessas indústrias, representando, em média, 60% do custo total dos materiais e equipamentos de uma unidade de processo (TELLES, 1996). É importante enfatizar que, além do aspecto de segurança em equipamentos cuja operação apresente risco potencial de acidentes, deve ser considerada a segurança contra acidentes na fabricação e na montagem do vaso, bem como possíveis prejuízos a terceiros e danos ecológicos.

Em todos os vasos de pressão, existe um invólucro estanque, externo e contínuo, que é denominado parede do vaso de pressão, ou seja, o elemento do vaso que contém o fluido pressurizado.

Os gases são quase sempre armazenados sob a forma liquefeita, para que possam ter uma grande massa acumulada em um volume relativo pequeno. A armazenagem desses produtos na forma gasosa é geralmente antieconômica, devido ao pequeno peso específico. Um gás pode ser mantido liquefeito pela pressurização, em temperatura ambiente e, nesse caso, os reservatórios de armazenagem são vasos de pressão, ou podem ser liquefeitos, em pressão atmosférica, desde que mantidos em temperatura inferior ao seu ponto de ebulição. Nesse caso, que é bem mais raro, os reservatórios de armazenagem não são considerados vasos de pressão.

Existe um certo número de materiais que podem ser liquefeitos e então estocados como um líquido dentro de um vaso fechado, usando sua própria pressão de vapor para mantê-lo no estado líquido. Podemos mencionar, como exemplo, materiais

inflamáveis, como gás liquefeito de petróleo e propileno, além de alguns tóxicos, como amônia.

Devido à ruptura de vasos de pressão, muitos acidentes têm ocorrido, vazando seus conteúdos como uma mistura de líquido e vapor. Ao alcance de uma fonte de ignição, a mistura vazada de um material inflamável leva a fogo e explosões, causando perda de vidas, propriedade e bens.

Um acidente com reflexos ambientais, ocorrido no dia 19-11-1984, no Vale de San Juanico, situado nas proximidades da Cidade do México, envolvendo uma usina de GLP, devido a um vazamento acidental desse produto em uma das tubulações por onde passava o gás que ia para um dos tanques esféricos de GLP, resultou em incêndio e em uma série de explosões, que geraram perdas humanas (500 mortos) e materiais que poderiam ser evitadas, se medidas e ações preventivas tivessem sido adotadas. É de essencial importância que esses acidentes sejam evitados, o que nos leva à elaboração de estudos cada vez mais voltados para a prevenção desse tipo de problema (DAVENPORT, 1988).

Acidentes, como o do Vale de San Juanico, têm ocorrido em vasos de pressão de armazenagem de GLP, quando a sua integridade é perdida. A estrutura de um vaso de armazenagem é projetada para resistir a uma pressão normal de trabalho. As normas de projeto permitem, para uma significativa margem de segurança, que seja selecionado um valor máximo dessa pressão. De modo geral, a falha do vaso ocorrerá se a tensão em algum ponto do vaso exceder a tensão de resistência do material do qual o vaso é constituído. Sendo assim, torna-se necessário que os materiais dos quais esses vasos são constituídos apresentem um bom desempenho estrutural, garantindo condições mínimas de segurança para a operação, pois essa é a principal finalidade das normas de projeto de vasos de pressão.

A falha do vaso de pressão está associada à existência de defeitos que aparecem durante sua fabricação, montagem e sua vida em operação. Defeitos estes que, para o estudo presente, nada mais são que descontinuidades (trincas) que aparecem freqüentemente nas juntas soldadas do vaso de pressão. Esses defeitos podem se propagar de modo sinérgico por corrosão sob tensão e fadiga. O

primeiro devido à presença de contaminantes e o segundo pela variação da pressão.

Nos casos de flutuações de pressão interna nos vasos de pressão, haverá a ocorrência de carregamentos cíclicos, os quais têm grande influência na propagação de trinca. O mecanismo de propagação de trinca envolvendo cargas dinâmicas é referido como fadiga.

Devido à disponibilidade de uma grande variedade de estudos na literatura sobre mecânica da fratura probabilística, utiliza-se essa metodologia para avaliar a integridade estrutural de vasos de pressão que servem para a armazenagem de GLP. A Figura 1 mostra a representação de um fluxograma para estimativa da vida útil de um vaso de pressão esférico de armazenagem de GLP, com uma parede de espessura t e com uma trinca de profundidade a .

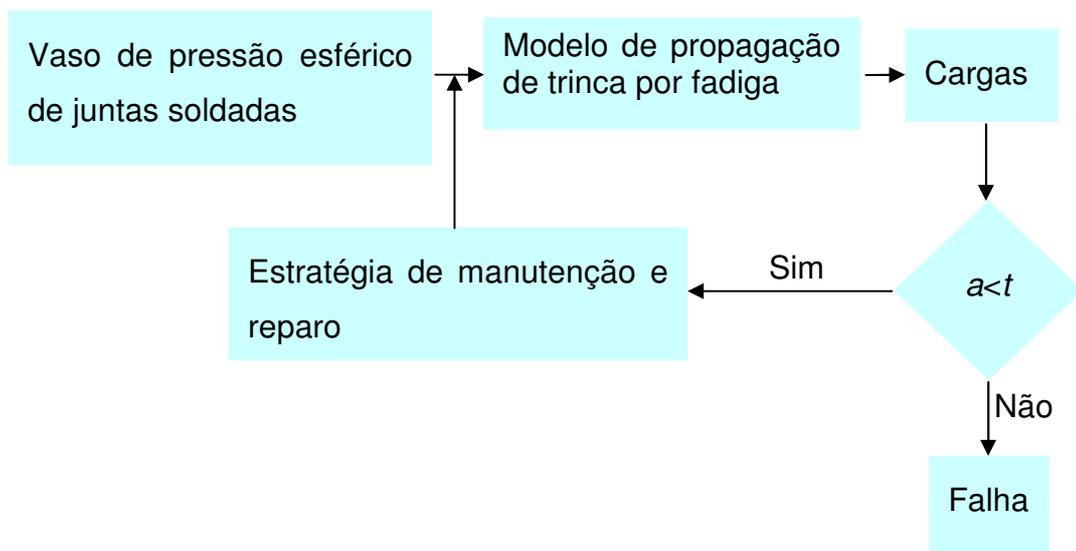


Figura 1. Fluxograma para estimativa da vida útil de um vaso de pressão esférico de juntas soldadas

Com essa abordagem probabilística da mecânica da fratura, é possível uma avaliação da extensão de vida para importantes equipamentos, entre estes, os vasos de pressão de armazenagem de GLP.

CONCLUSÃO

O presente trabalho procura contribuir para uma melhor avaliação do problema de segurança em vasos de pressão, fundamental para o acompanhamento da vida em serviço do equipamento e melhoramento de seu rendimento funcional. Pela aplicação da mecânica da fratura probabilística, torna-se possível uma estimativa da confiabilidade e vida útil ou restante de vasos de pressão esféricos de juntas soldadas, dando margem, assim, para uma futura avaliação estratégica de inspeção e manutenção.

REFERÊNCIAS

- 1 BIRK, A. M. Scale effects with fire exposure of pressure-liquefied gas tanks. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 8, n. 5, p. 275-290, 1995.
- 2 DANCER, D.; SALLET, D. W. Pressure and temperature response of liquefied gases in containers and pressure vessels which are subjected to accidental heat input. **Journal of Hazardous Materials**, n. 25, p. 3-18, 1990.
- 3 DAVENPORT, J. A. Hazards and protection of pressure storage and transport of LP-gas. **Journal of Hazardous Materials**, n. 20, p. 3-19, 1988.
- 4 KLETZ, T. Safety, health and loss prevention in the oil, chemical and process industries. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 7, n. 3, 1994.
- 5 NOLAN, P. F. et al. Release conditions following loss of containment. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 3, Jan. 1990.
- 6 TELLES, P. C. S. **Vasos de pressão**. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos. 1996.