1. OBJETIVO

O presente Boletim Técnico tem como objetivo apresentar o acidente ocorrido em no dia 24/02/2009, na ilha Ximentang, Shanghai/China, no Terminal de GNL operado pela Shanghai LNG Co Ltd., bem como identificar alguns aspectos técnicos relacionados à ocorrência.

2. O ACIDENTE

A explosão ocorreu durante a execução de teste pneumático de equipamentos no Terminal de GNL, que estava previsto para iniciar suas operações este ano com recebimento de cerca de 3 milhões ton/ano de GNL, nesta primeira fase. Quando terminado, o GNL importado da Malásia seria transportado por dutos de gás natural até o centro de Shanghai.

Os trabalhadores estavam comprimindo ar no sistema quando houve a ruptura catastrófica de um trecho de aproximadamente 500 m de tubulação, gerando a projeção de fragmentos ao redor de toda área.

- Este acidente gerou uma fatalidade e 16 feridos - todos pelo atingimento por fragmentos de equipamentos.
- A causa da explosão foi atribuída a uma falha catastrófica de um flange, localizado no final da seção de teste. A falha ocorreu durante a pressurização de uma linha de 36", com cerca de 600m de comprimento, para condução do teste pneumático. Este flange seria usado para conexões futuras.
- A pressão de teste era de 15.6MPa (159 kgf/cm^2) e a explosão ocorreu quando a pressão no sistema atingiu 12.3 MPa (125 kgf/cm^2).
- A ruptura ocorreu no corpo do flange, de 30 a 40 mm de distância entre o flange e a solda da tubulação. Há relatos de ocorrência de fratura frágil do corpo do flange, entretanto a causa da falha do flange ainda está sob investigação.
- O trabalhador que faleceu, atingido por uma tubulação de andaime, estava próximo a porta de entrada do dormitório, cerca de 350m de distância do local do acidente;
- Os trabalhadores feridos estavam distantes cerca de 100m do local do acidente;
- Estima-se que o acidente cause um atraso no início das operações em 6 meses;

3. PONTOS RELEVANTES

A fratura frágil é aquela que ocorre de maneira catastrófica, sem que haja tempo suficiente para a liberação de energia de deformação plástica. Pode ser causada por fatores internos (como a presença de inclusões não metálicas fragilizantes dentro do material) ou externos (como agentes ambientais fragilizantes como hidrogênio, gás sulfídrico, dióxido de carbono e outros).

Os Testes hidrostáticos (TH's) ou testes pneumáticos são aplicados em equipamentos de pressão para aferir se haverá ocorrência de vazamentos ou ruptura. São realizados com os equipamentos fora de serviço, através de sua pressurização com água (teste hidrostático), ar comprimido (teste pneumático) ou outro fluido disponível, em pressões superiores às pressões operacionais. Normalmente essas pressões situam-se na ordem de 1,5 vezes a Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA). Simula-se então uma

condição operacional mais rigorosa, para garantir que em serviço normal (a pressões mais baixas) não ocorrerão falhas ou vazamentos.

Devido às características inerentes aos fluidos de teste, há algumas diferenças significativas na aplicação de testes hidrostáticos e pneumáticos:

No caso de testes hidrostáticos, o fluido de teste – a água - é considerado incompressível, ou seja, a pressão não exerce influência no volume ocupado; pode-se aumentar ou diminuir a pressão que a densidade permanecerá constante. Neste caso, caso haja um vazamento durante o teste há uma rápida queda de pressão interna e os danos potenciais são relativamente mais fáceis de controlar do que quando comparados ao teste pneumático.

No caso dos testes pneumáticos, a grande compressibilidade e a excessiva capacidade de expansão, que compreendem as fundamentais características físicas dos gases, contribuem para que, nestes testes, o acúmulo de energia no sistema seja bem superior do que quando comparado ao teste hidrostático. Portanto, em caso de falha durante execução, os testes pneumáticos apresentariam maior potencial de danos do que os testes hidrostáticos.

Por serem testes aplicados em pressões acima das de operação, sua realização está muitas vezes sujeita a falhas, desde o aparecimento de pequenos vazamentos, crescimento de descontinuidades de soldas, até rupturas catastróficas durante a sua realização. Desta forma, sua execução deve ser cercada de controles de forma a garantir a segurança.

A realização destes testes é prevista na Norma Regulamentadora 13 do Ministério do Trabalho, bem como em outros códigos internacionais. Entretanto, por motivos de segurança, deve-se dar preferência à realização de testes hidrostáticos.

Caso seja inviável tecnicamente a realização de teste hidrostático, o teste pneumático pode ser realizado, entretanto, sob rígido controle operacional, e, preferencialmente, aplicado em pequenos volumes.

No caso dos testes pneumáticos, a NR-13 somente permite sua realização quando não houver outra alternativa, e indica que sejam adotadas medidas de segurança especiais devido ao alto grau de risco:

> 13.10.3.7 Quando não houver outra alternativa, o teste pneumático pode ser executado, desde que supervisionado pelo "Profissional Habilitado", citado no subitem 13.1.2, e cercado de cuidados especiais por tratar-se de atividade de alto risco. (113.065-0 / I4)

As razões técnicas que inviabilizam a realização de testes hidrostáticos, conforme NR-13, são listadas a seguir:

> 13.10.3.5 Considera-se como razões técnicas que inviabilizam o teste hidrostático:
>
> a) resistência estrutural da fundação ou da sustentação do vaso incompatível com o peso da água que seria usada no teste;
>
> b) efeito prejudicial do fluido de teste a elementos internos do vaso;
>
> c) impossibilidade técnica de purga e secagem do sistema;
>
> d) existência de revestimento interno;
>
> e) influência prejudicial do teste sobre defeitos subcríticos.

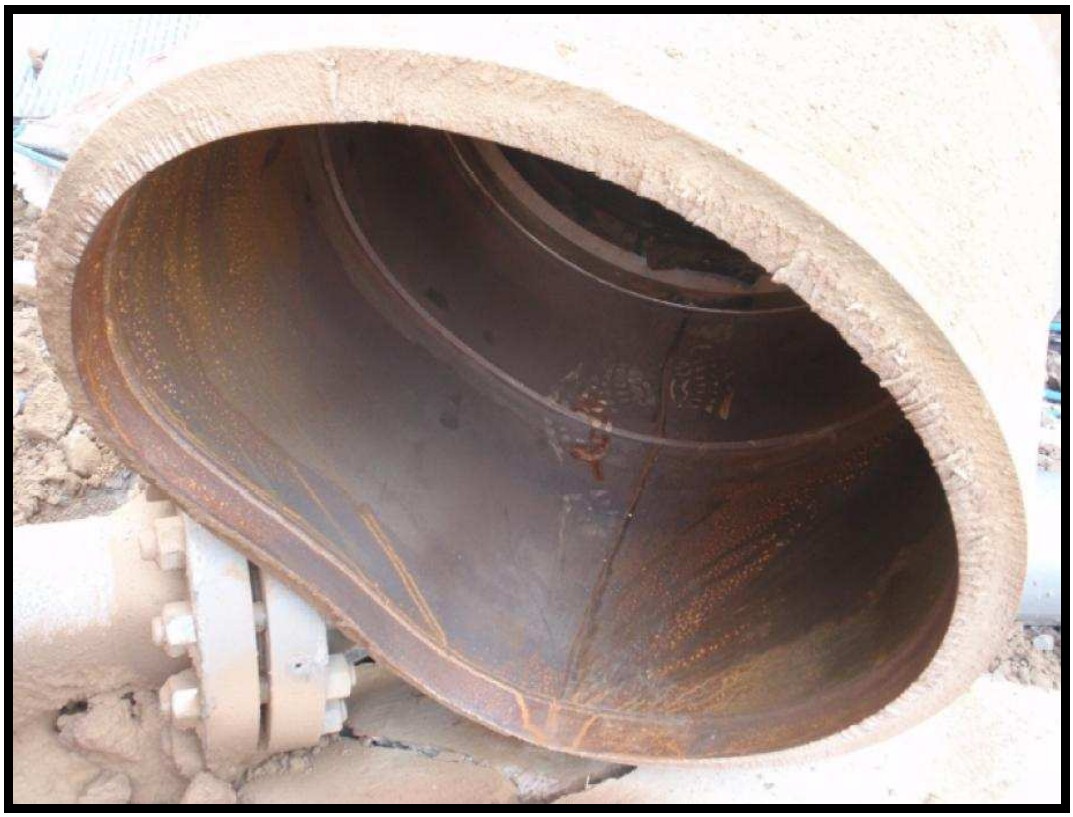
Já a Norma da PETROBRAS N-115 dá algumas diretrizes a respeito da realização dos testes hidrostáticos e pneumáticos em tubulações metálicas:

11.1.1 Antes dos testes devem ser executadas Análises Preliminares de Risco (APR) detalhando as necessárias medidas de segurança, principalmente onde, em caso de falha, haja perigo para o pessoal ou para as instalações adjacentes. O teste pneumático é aceitável para as linhas de ar de instrumentos e de serviço, porém, nos demais casos, só pode ser realizado com autorização da PETROBRAS, conforme procedimento específico previamente aprovado.

No caso de tubulações projetadas para operação normal com gás, deve-se atentar para a resistência estrutural da fundação ou da sustentação dos equipamentos, tendo em vista o peso da água que seria usada no teste hidrostático, conforme item 11.1.15 da N-115.

11.1.15 Tubulações projetadas para vapor ou gás, que sejam testadas com água, em geral necessitam que se usem suportes provisórios adicionais. A verificação de necessidade ou não desta suportação adicional deve fazer parte da APR mencionada no item 11.1.1.

4. REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO ACIDENTE



5. CONSULTAS

- Norma Regulamentadora 13 do Ministério do Trabalho
- *Chemical & Process Technology Website*
- LNGpedia Website
- N-115 – Fabricação e Montagem de Tubulações Metálicas