

P94 – Estudo da Viabilidade Técnica Para Adotar Como Permanente o Método de Corte do Ramal de Aço Através do Esmagamento e Capeamento da Tubulação - Ciclo P&D 2009/2010

Ivan Moroz¹, Rafael Wagner Simon¹, Dorival Munhoz Junior¹

1 CCDM / UFSCAR

Resumo – O projeto em questão foi concebido em função da existência de dois métodos para corte de ramal de aço submetidos à pressões de até 4 barg, sem a interrupção do fornecimento de gás na rede principal. O 1º Método (criação de by-pass) envolve ao menos três áreas da companhia, tratando-se de procedimento complexo, demorado e dispendioso. O 2º Método (esmagamento do tubo do ramal), procedimento alternativo, mais simples e que envolve somente uma área da empresa, trata-se de uma prática temporária, a qual é executada em situações de emergência, com posterior substituição pelo 1º método, o qual permanece como definitivo na rede. Assim, o presente estudo tinha como objetivo adotar o método por esmagamento como permanente, por meio de uma avaliação das características do material do ramal após sua estricção.

Palavras-chave: corte de ramal de aço; método permanente; esmagamento e capeamento

Introdução

A Comgás enviou ao CCDM diversos tubos de aço, os quais foram divididos em quatro amostras diferentes. A pressão interna de trabalho a que esses tubos são submetidos é de 4 bar (~58 psi). A fim de interromper o fluxo de gás para reparos ou mudanças na linha, esses tubos foram conformados (“squeezados”) com uma pressão de 6000 psi (413,7 bar), tida como a ideal para realização do procedimento.

O objetivo do presente estudo é a avaliação da viabilidade técnica em adotar procedimento de interrupção de linha considerado provisório de forma permanente.

As composições químicas das amostras, obtidas através de análise química, estão dentro das especificações. As microestruturas das amostras mostraram a deformação dos grãos em todos os tubos conformados e a presença de trincas em alguns deles.

Desenvolvimento

Na análise química quantitativa, os teores dos elementos foram determinados utilizando-se um espectrômetro de emissão óptica por centelha (SPECTROMAXx), segundo o procedimento interno AQ-388.

A amostra metalográfica foi preparada de forma usual, de acordo com o procedimento interno IT META-370, passando-se pelas

etapas de corte, embutimento, lixamento, polimento e ataque com o reagente adequado.

A amostra foi observada em um microscópio ótico Leitz Laborlux 12ME S – Leica. O tamanho de grão foi determinado segundo a norma ASTM E112-10 (Standard Test Methods for Determining Average Grain Size).

As medidas de dureza foram realizadas em amostras dos tubos retiradas em pontos distantes da região conformada (seções transversais), em escala Vickers utilizando-se carga de 0,5 kgf, em equipamento SHIMADZU – HMV2 com sistema C.A.M.S. – Computer Assisted Microhardness System. A preparação superficial, antes das medições, consistiu de lixamento e polimento. Foram realizadas cinco medidas em cada amostra de tubo, a partir das quais foram obtidos os valores médios de dureza.

Os ensaios com líquido penetrante (LP) foram executados de acordo com as instruções do fabricante dos produtos utilizados, após procedimento de limpeza com escova macia, água e detergente.

Os ensaios de dobramento foram realizados em equipamento EMIC - Linha DL, utilizando célula de carga com capacidade máxima de 100 kN. Os tubos sofreram solicitação de flexão em quatro pontos, conforme mostra a imagem da Figura 1. Foram colocados mandris dentro das laterais dos tubos ensaiados para que não sofressem deformação, permitindo o dobramento. Os ensaios foram feitos nos tubos

com pressão de squeeze de 6000psi, para avaliar o ângulo de dobramento necessário para abertura de trincas.



Figura 1 – Imagem ilustrativa da configuração do ensaio de dobramento.

Resultados

Os resultados obtidos da análise química das amostras são apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 – Resultados das análises químicas (% em massa).

Elemento (%)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	API 5L Gr X42 ou Gr B
C	0,050	0,070	0,060	0,062	0,28 máx.
Si	0,017	0,016	0,012	0,008	-
Mn	0,31	0,34	0,28	0,16	1,2 máx. (X42) 1,3 máx. (B)
P	0,016	0,024	0,021	0,016	0,030 máx.
S	0,010	0,010	0,024	0,011	-
Nb+V+Ti	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	≤ 0,15
Fe	balanço	balanço	balanço	balanço	balanço

Os tubos que apresentaram trincas após o ensaio de LP são indicados na Tabela 2:

Tabela 2 - Tubos que apresentaram trincas após o ensaio de LP.

Tubo	Amostra	Diâmetro Interno	Espessura da Parede	Carga (psi)
I	1	1 pol.	Fina	4500
II	1	1 pol.	Fina	4500
III	1	1 pol.	Fina	5000
IV	1	1 pol.	Fina	6000
V	1	1 pol.	Fina	6000
VI	2	1 pol.	Grossa	6000
VII	2	1 pol.	Grossa	7000
VIII	2	1 pol.	Grossa	9800
IX	3	2 pol.	Fina	9800

Os valores médios de microdureza Vickers apresentados pelas amostras são mostrados na Tabela 3:

Tabela 3 - Valores Médios de microdureza Vickers.

Amostra	Microdureza HV0,5 (Desvio padrão)
1	142,8 (5,0)
2	155,2 (4,1)
3	123,4 (4,4)
4	137,2 (0,7)

No total, ensaiaram-se 18 tubos, sendo dez com diâmetro interno de duas polegadas, e oito com diâmetro interno de uma polegada. O ensaio foi conduzido até deslocamento dos roletes aplicadores de carga igual a 7,5 centímetros, e então se procedeu à realização de ensaio de líquido penetrante, para verificar presença de trincas na região solicitada em tração no ensaio de dobramento. Os resultados obtidos estão resumidos na Tabela 4:

Tabela 4 - Tubos que apresentaram trincas após o ensaio de dobramento.

Tubos	Amostra	Diâmetro Interno	Espessura da parede	Ângulo de Dobramento
I	1	1 pol.	Fina	5°
II	1	1 pol.	Fina	6°
III	2	1 pol.	Grossa	6°
IV	2	1 pol.	Grossa	6°
V	2	1 pol.	Grossa	7°
VI	3	2 pol.	Fina	8°
VII	4	2 pol.	Grossa	5°
VIII	4	2 pol.	Grossa	6°
IX	4	2 pol.	Grossa	6°

Conclusões e Contribuições

Por meio de realização de ensaio de LP, encontraram-se trincas em tubos squeezados, inclusive com pressões abaixo da pressão de trabalho (6000 psi). Foi necessário realizar em duplicata o ensaio de LP devido à dificuldade de detecção da trinca por este método. Alguns tubos não apresentaram trincas antes do ensaio de dobramento; porém, após o ensaio ter sido realizado, ângulos de dobramento menores que 10° foram suficientes para abertura de trincas em metade dos tubos ensaiados.

Dados os resultados, não é recomendável a utilização do procedimento de squeeze em caráter definitivo devido a uma série de fatores. Primeiramente, foi identificada a presença de trincas difíceis de serem detectadas mesmo com LP, devido à geometria da região conformada, que podem ser passantes ou

tornarem-se passantes com o tempo, provocando pequenos vazamentos. Inclusive, em alguns tubos, essas trincas ocorreram em pressões menores do que a pressão de squeeze proposta. Além disso, a região deformada plasticamente possui maior taxa de corrosão em tubos enterrados, podendo provocar afinamento da parede reduzindo a vida útil do tubo. Salienta-se também a reduzida ductilidade da região deformada, podendo ocorrer trincas durante dobramento do tubo devido à movimentação do solo provocada pela presença de cargas externas como tráfego de veículos, maquinário de terraplanagem, reparos de pavimentação, etc. Finalmente, a falta de homogeneidade dos tubos utilizados, incluindo, até mesmo, tubos com costura, torna qualquer padronização de procedimento não confiável.

Algumas medidas que, se providenciadas, viriam a tornar o procedimento mais confiável são a verificação, *in loco*, durante o procedimento de squeeze, de eventuais vazamentos discretos e sua eficaz interrupção, a proteção contra flexão eventual dos tubos, na região do squeeze, que pode ser causada por diversos fatores e a garantia de proteção local efetiva contra corrosão. Com estas medidas, não se podem imaginar condições em que o procedimento não seria confiável; porém, deve-se considerar a dificuldade de se garantir que as medidas propostas sejam totalmente eficazes e que todas sejam atendidas.