



2º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO & GÁS

ESTUDO DA ADESIVIDADE DE MATERIAL COMPÓSITO EM SUBSTRATO DE AÇO PARA DUTOS

Rita de Cássia Oliveira Marcelino¹, Fernando Luiz Bastian²

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Brigadeiro Trompovski, s/n, Cidade Universitária - Ilha do Fundão,
Caixa Postal: 68505, CEP: 21941-972, Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia – Laboratório de Materiais Compósitos, rita@metalmat.ufrj.edu.br

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Brigadeiro Trompovski, s/n, Cidade Universitária - Ilha do Fundão,
Caixa Postal: 68505, CEP: 21941-972, Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia – Laboratório de Materiais Compósitos,
fbastian@metalmat.ufrj.edu.br

Resumo - A perda de espessura causada por corrosão é um tipo de defeito quase inevitável em dutos de transporte de petróleo e derivados. Dessa forma, o domínio de tecnologias para reparo de dutos corroídos é de grande importância para a redução de custos do transporte de hidrocarbonetos e, por isso, muitas técnicas têm sido estudadas nesta área, dentre elas o reparo de dutos com compósitos. A caracterização da adesão e o estudo de técnicas para maximizá-la são de grande interesse científico, pois a eficiência do reparo dependerá da boa adesão entre o material compósito do reparo e o duto de aço. O objetivo deste trabalho é estudar a adesividade do material compósito utilizado em reparos de dutos em substratos de aço. Para isso, serão confeccionadas juntas adesivas compósito/metal para ensaio de adesividade, em conformidade com a norma ASTM D 1002/94, de onde serão obtidas as propriedades mecânicas das juntas. Em seguida, as superfícies de fratura serão analisadas por microscopia eletrônica de varredura e caracterizadas de acordo com a norma ASTM D 5573/94. O modo de fratura do sistema adesivo será associado com as propriedades mecânicas obtidas nos ensaios de adesividade e o tipo de acabamento da superfície do substrato de aço.

Palavras-Chave: junta adesiva; compósito; reparo de dutos; adesividade.

Abstract – Corrosion is a type of defect almost inevitable in pipelines. By this way, knowing a technology of pipes repair is very important to reduce costs of hydrocarbonates transportation. Therefore many techniques are being developed, amongst them, the repair with composite materials. The characterization of the adhesion and the study of techniques to maximize it are of great scientific interest, because the efficiency of the repair will depend on the good adhesion of the composite material of the repair and the steel substrate. The aim of this work is to study the adhesiveness of a composite material on a steel substrate used in pipeline repair. Hence, metal-composite adhesive joints will be manufactured with the dimensions recommended by the ASTM D 1002-74 standard, in which the mechanical properties will be obtained. Then, the fracture surfaces will be analyzed by electron scanning microscopy and classified according to the ASTM D 5573-94 standard. The fracture failure modes of the adhesive system will be associated with the mechanical properties obtained in the adhesion tests and the roughness of the steel substrate.

Keywords: adhesive joint; composite; pipes repair; adhesiveness.

1. Introdução

A perda de espessura causada por corrosão ocorre com o passar do tempo e é um tipo de defeito quase inevitável em dutos de transporte de petróleo e seus derivados. As técnicas de reparo convencionais apresentam dificuldades que independem da técnica utilizada, tal como o difícil acesso a trechos situados em locais remotos e a remoção do solo retirado pela escavação, além da interrupção da operação do duto (HASSUI, 1999).

Com o desenvolvimento tecnológico, surgiram novos materiais, como é o caso dos materiais compósitos. Este termo é empregado para descrever um material final formado a partir da combinação de dois ou mais materiais dissimilares, separados por uma interface, cujas propriedades são superiores a dos materiais constituintes isoladamente (CHAWLA, 1987). O material compósito frequentemente utilizado no reparo de dutos é constituído de fibras agregadas com uma resina de polímero, denominada matriz.

O reparo de dutos com material compósito consiste em envolver o trecho corroído do duto com camadas de material polimérico reforçado por fibras orientadas. No reparo deve-se garantir que haja aderência perfeita da primeira manta à superfície externa do duto e das mantas entre si. Além disso deve assegurar que as fibras fiquem na direção da tensão circunferencial, que é a maior tensão atuante no duto. Esta técnica têm demonstrado vantagens sobre outras técnicas de reparo devido a sua simplicidade na aplicação.

Para formar a ligação adesiva efetiva, inicialmente é preciso um substrato limpo, livre de contaminantes e óxidos e o adesivo deve molhar totalmente a superfície do duto para poder ser espalhado uniformemente. Para melhorar as propriedades da adesão, muitas vezes realiza-se um tratamento superficial do aço, que aumenta a resistência da ligação pela alteração da superfície do substrato de formas variadas como, por exemplo, aumentando a tensão superficial, aumentando a rugosidade da superfície ou mudando quimicamente a superfície do aderente (BERRY, 2001).

Na teoria de adesão, as forças que promovem a molhabilidade do adesivo, o seu espalhamento e a ligação da resina curada ao substrato são atribuídas aos mecanismos de adesão, que até hoje não são bem entendidos. Muitas pesquisas têm sido realizadas para avaliar a contribuição de cada processo na adesão, mas nenhum mecanismo isolado foi identificado como responsável pela formação da ligação. As teorias de ligação são seis: adsorção física, ligação química, interligação mecânica, difusão, eletrostática e camada de ligação fraca.

As juntas coladas, uma vez carregadas, podem falhar no adesivo, na interface substrato-adesivo ou mesmo no substrato. Os tipos de fratura estão relacionadas com as tensões desenvolvidas em cada uma destas partes e também de acordo com a resistência de cada uma delas. Os tipos mais frequentes de falhas de adesivos são as falhas adesivas ou coesivas ou ainda os dois tipos de falhas mescladas.

A motivação deste trabalho foi avaliar a adesividade de um material compósito utilizado em reparos de dutos em substrato de aço, por meio de ensaio de cisalhamento, avaliando a influência da espessura da camada adesiva, e associar os resultados do ensaio com o modo de fratura da junta. Além disso, caracterizar as rugosidades das superfícies dos substratos de modo a correlacioná-las com o comportamento mecânico da junta e o seu modo de fratura.

2. Materiais e Métodos.

Neste trabalho, os ensaios de adesividade serão realizados aplicando a metodologia descrita na norma ASTM D 1002-74.

Como substrato será utilizado um compósito de matriz polimérica reforçado por fibra de vidro fabricado pelo método de hand-lay-up, visualizado na Figura 1. Dois adesivos serão estudados e a espessura da camada adesiva será variada. Os adesivos e o compósito utilizados serão fabricados no Laboratório de Materiais Compósitos da COPPE/UFRJ. Com a finalidade de aproximar o ensaio de resistência do adesivo das condições reais, o outro substrato a ser utilizado na junta simples será uma chapa de aço ABNT 1020.

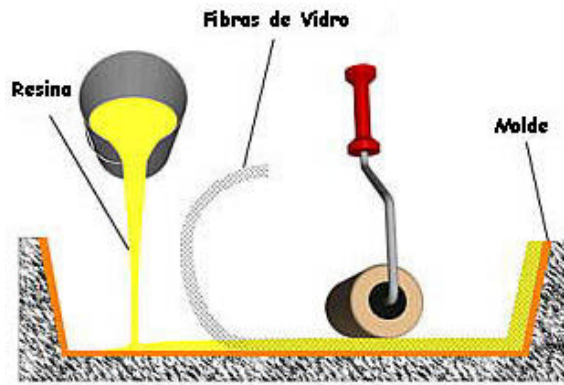


Figura 1 – Processo de “Hand-Lay-Up” .

Como dito anteriormente, as juntas adesivas serão confeccionadas de acordo com a norma ASTM D 1002-94. Neste documento, observa-se que duas metodologias diferentes podem ser empregadas para a confecção dos corpos de prova. As amostras podem ser coladas na forma de placas inteiras (uma placa de compósito e uma placa de aço nas dimensões da norma) e em seguida cortadas, descartando as peças da borda, ou ainda, as tiras de compósitos e de metal podem ser cortadas nas dimensões apropriadas e posteriormente coladas para obtenção da junta adesiva. As dimensões dos corpos de prova podem ser vistos na Figura 2.

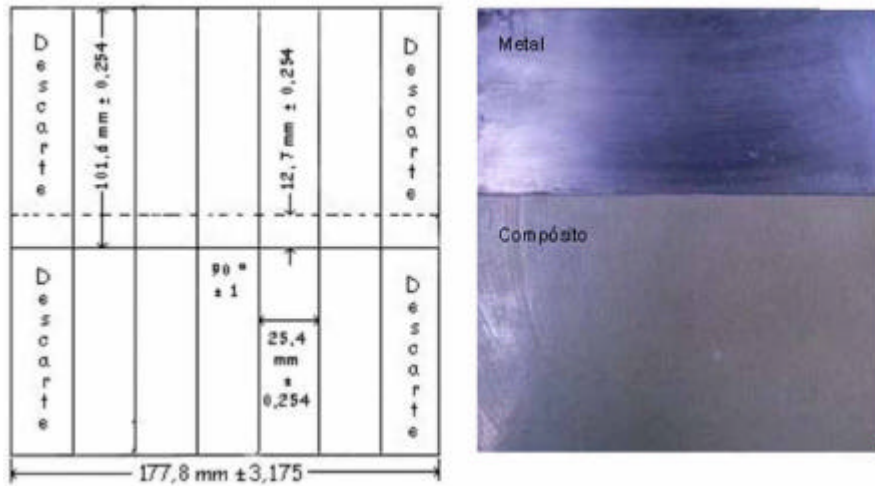


Figura 2 - Esquema das dimensões dos corpos de prova.

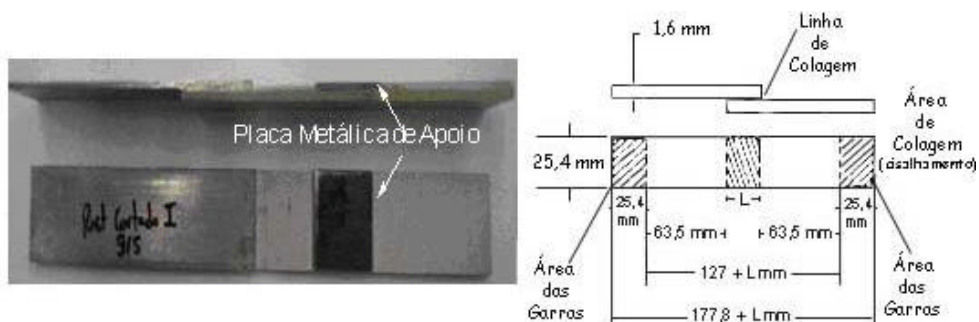


Figura 3 – Dimensões dos corpos de prova.

Como os resultados dos ensaios preliminares não mostraram diferenças significativas entre as duas técnicas de preparação optou-se, por facilidade pela confecção, das juntas adesivas por meio de tiras de compósitos e tiras de metal, com as dimensões da norma, para posterior colagem e formação da junta.

O esquema da Figura 3 mostra as dimensões dos corpos de prova. Na região do compósito, distando 25 mm da área sobreposta, serão coladas placas metálicas de apoio, denominadas “tabs” nas dimensões de 25 mm por 25mm, para garantir o alinhamento das garras do extensômetro.

O experimento será realizado em uma máquina de tração universal da marca INSTRON modelo 1125, acoplada a um sistema de extensometria constituído de um extensômetro, modelo 2620-525 (da mesma marca) e um condicionador de sinais.

Serão realizadas medições da área sobreposta de colagem para o posterior cálculo da tensão cisalhante da junta (τ), dada pelo quociente da carga aplicada (P) e área da região sobreposta (A), para a construção dos gráficos tensão de cisalhamento *versus* deformação cisalhante.

$$t = P/A \quad (1)$$

Para caracterizar a rugosidade das superfícies dos substratos metálicos, por meio da avaliação da rugosidade das superfícies, será utilizado o parâmetro R_a , que embora apresente algumas desvantagens, mostrou-se adequado para os fins deste estudo. As medições serão realizadas no rugosímetro da marca SLOAM modelo DESTAK II.

Após os ensaios de cisalhamento as juntas passarão por uma análise fractográfica com a utilização de um microscópio eletrônico de varredura. Com esta análise será possível relacionar o tipo de falha com o acabamento superficial do material.

3. Resultados.

Como este trabalho está em fase inicial, não existem ainda resultados para serem apresentados.

4. Agradecimentos.

À ANP por bolsa de mestrado para R.C. O. Marcelino e pelo apoio financeiro. Ao CNPq, CNPQ/CT PETRO e FINEP/CT PETRO por bolsas de apoio financeiro.

5. Referências.

- ASTM D 1002 – 74, “Standard Test Method for Apparent Shear Strength of Single Lap-Joint Adhesively Bonded Metal Specimens by Tension Loading”, In: 1994 Annual Book of ASTM Standards, Vol.15.06, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, pp 432-434, 1994.
- ASTM D 5573 – 94, “Standard Practice for Classifying Failure Modes in Fiber-Reinforced-Plastic (FRP)”, In: 1994 Annual Book of ASTM Standards, Vol.15.06, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, pp 456-457, 1994.
- BERRY, G., d’ ALMEIDA, J. R., - “Efeito da Presença de Defeitos no Comportamento Mecânico de Juntas Coladas Carbono-Epóxi”, Artigo Técnico Científico, Polímeros – Ciência e Tecnologia, site: www.scielo.com.br, ISSN 0104-1428.
- CHAWLA, K. K., “Composite Materials: Science and Engineering”, 1st Ed. New York, Springer-Verlag, 1987.
- DAMASCO, A.; FERREIRA, I., AZAMBUJA, S., ALCÂNTARA, N. G. de, “Propriedades Mecânicas de Juntas de Aço Soldadas a Ponto por Resistência Elétrica ou com Epóxi”, Suplemento Técnicos, Revista Soldagem e Inspeção, ano 5, nº 10.
- HASSUI, L. H., “Análise Estrutural de Dutos Reparados por Material Compósito”, Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1999.
- SMITH, W. F., “Principles of Materials Science and Engineering”, 2nd Ed., Mc. Graw Hill, 1990.
- SOUSA, S.D.I. – “Estudo das Superfícies Técnicas” – Ed. Livraria Nobel, São Paulo, 1980.