



Instituto Politécnico, Nova Friburgo
August 30th - September 3rd, 2004

Paper CRE04-MT07

Análise de Juntas Coladas segundo uma abordagem de Planejamento de Otimização de Experimentos

Antonio Henrique Monteiro da F. T. da Silva¹ e Eduardo M. Sampaio²

Instituto Politécnico, IPRJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ
Nova Friburgo, RJ, Brasil

¹ahmfts@click21.com.br, ²esampaio@iprj.uerj.br

A utilização de reforços constituídos de materiais compósitos em dutos metálicos constitui atualmente uma das mais interessantes alternativas aos sistemas tradicionais de conservação e manutenção. O uso destes reforços compreende desde o recobrimento de superfícies até o reforço estrutural, com o objetivo de aumentar a vida útil de equipamentos e minimizar custos de manutenção. Com este intuito, se faz necessário a priori o estudo dos princípios de adesão e aderência entre adesivo e substrato, bem como a análise do comportamento das tensões nas juntas coladas^[1]. Neste projeto, investigamos a contribuição da variação do trabalho mecânico na superfície do substrato metálico, a partir de diferentes tratamentos superficiais, e da espessura da camada de adesiva na resistência das juntas de topo coladas com resina epóxi. Os resultados obtidos experimentalmente são abordados segundo os conceitos de planejamento e otimização de experimentos^[2], com análise dos intervalos de confiança, efeitos individuais e de interação dos fatores de entrada, neste caso tratamentos superficiais dos substratos metálicos e espessura da camada adesiva, sobre as variáveis de resposta, constituídas pela força e energia na ruptura das juntas ensaiadas. É importante ressaltar que, neste trabalho, como foram analisadas duas variáveis de entrada a dois níveis de variação cada uma, utilizaremos o planejamento fatorial do tipo 2², que exige a realização de 4 ensaios diferentes, onde todos os níveis de todas as variáveis sejam combinados.

Neste trabalho foram analisadas juntas cujos substratos metálicos, feitos de alumínio, foram submetidos a 2 diferentes tratamentos superficiais^[1,2], de acordo com a norma ASTM D2651-90: Nível inferior - Lixamento com lixa 320 + anodização em ácido fosfórico (PAA) + processo de pós-anodização (PAD) e Nível superior - Polimento + tratamento com ácido sulfúrico e sulfato férrico (P2) + PAA + PAD. As espessuras de adesivo utilizadas foram: Nível inferior - 0.6 mm e Nível superior - 1.6 mm.

Realizando os ensaios em que os níveis de tratamento do substrato e de espessura da camada adesiva fossem adequadamente combinados, foi possível concluir que, dado o alto grau de dificuldade de controle de processos envolvendo ensaios com juntas coladas, os intervalos de confiança obtidos para as variáveis analisadas (70% para força de ruptura e 80% para energia de ruptura) são satisfatórios.

Quanto à análise dos efeitos dos fatores considerados sobre a Força de Ruptura e Energia de Ruptura das juntas estudadas^[3], podemos concluir que:

a) A espessura do material e o tipo de ataque químico no substrato exercem uma influência significativa sobre a Força de Ruptura e sobre a Energia, atuando inclusive de forma a apresentar um efeito de interação na influência das propriedades finais das juntas.

b) Obtém-se a minimização da Energia e Força de Ruptura para superfícies adesivas mais espessas (1.6mm) e submetidas ao polimento e tratamento P₂ + PAA + PAD. Por outro lado, a maximização destes valores é obtida para superfícies adesivas menos espessas (0.6mm) e submetidas ao lixamento e tratamento PAA + PAD.

c) A variação da Energia de Ruptura em função da variação do tratamento químico aplicado à superfície aderente é mais pronunciada do que a variação desta energia em função da variação da espessura da camada adesiva. Isto pode ser verificado, dentre outras coisas, a partir do valor do efeito principal do tratamento superficial (ataque químico) sobre a Energia na Ruptura, superior ao valor do efeito principal da espessura sobre esta energia.

d) A variação da Força de Ruptura em função da variação do tratamento químico aplicado à superfície aderente é, ao contrário do que ocorreu com a Energia, menos pronunciada do que a variação desta força em função da variação da espessura da camada adesiva. Isto pode ser verificado, dentre outras coisas, a partir do valor do efeito principal do tratamento superficial (ataque químico) sobre a Força de Ruptura, inferior ao valor do efeito principal da espessura sobre esta força.

e) Os efeitos de interação apresentaram ordens de grandeza comparáveis aos efeitos principais tanto na análise da Energia quanto da Força de Ruptura. Isto mostra que a interação entre as variáveis de entrada selecionadas (Ataque químico e espessura da camada adesiva) não deve ser desconsiderada em análises futuras.

As etapas futuras deste projeto consistem na análise de planejamento de ordens superiores e/ou análises de planejamentos 2 x 2 sob outras condições de entrada. Além disso, trata-se de etapa futura importante a inclusão da Distribuição de Fisher como parâmetro de análise probabilística dos resultados obtidos no laboratório.

REFERÊNCIAS

- [1] SAMPAIO, E. M., **Um Modelo de Dano em Juntas Coladas, tese de Doutorado, PEMM / UFRJ, Brasil (1998).**
- [2] LANDROCK, Artur H.; **Adhesives Technology Handbook, Volume Único, Noyes Publications, Estados Unidos, 1985.**
- [3] NETO, B. B., SCARMINIO, I. S., BRUNS, R. E., **Planejamento e Otimização de Experimentos, Volume Único, 2ª edição, Editora da Unicamp, Brasil (1996).**
- [4] SILVA, A. H. M. F. T, SAMPAIO, E. **Otimização do Estudo dos Mecanismos de Falha de Juntas Metálicas de Topo Coladas com Resina Epóxi., VI Encontro de Modelagem Computacional, Nova Friburgo, Rio de Janeiro (2003).**