



INFLUÊNCIA E OTIMIZAÇÃO DE PARÂMETROS NO REPARO POR ATRITO

Lucas Antônio Caixeta; Sinésio D. Franco; Vera Lúcia Franco

Alguns equipamentos mecânicos, tais como tubulações e estruturas de plataformas de petróleo, estão sujeitas ao desenvolvimento e propagação de trincas, o que pode gerar danos, tais como acidentes e enormes perdas financeiras. Para evitar esses danos, reparos são realizados, na maioria das vezes, pela soldagem a arco elétrico. Porém, essa técnica, principalmente em áreas classificadas, apresenta alguns inconvenientes, como fragilização por hidrogênio, porosidade e riscos de explosões. Com intuito de minimizar e evitar esses problemas nessas áreas foi desenvolvido um novo reparo, o reparo por atrito. Esse reparo é obtido através da técnica denominada *Friction Hydro Pillar Processing* ou Processamento de Pinos por Atrito (ANDREWS, 1990; NICHOLAS and THOMAS, 1992; NICHOLAS, 1995; THOMAS and TEMPEL-SMITH, 1997).

O reparo por atrito é um processo recente de reparo de materiais e, portanto, ainda exige amplos estudos quanto à influência dos parâmetros de processo na qualidade final do reparo. Os principais parâmetros do processo são: velocidade de rotação do pino, força axial, geometria das amostras e comprimento de queima. Para o estudo da influência destes parâmetros na qualidade do reparo, foi construído uma Unidade de Processamento de Pinos por Atrito no Laboratório de Tecnologia em Atrito e Desgaste capaz de aplicar forças axiais de até 25 tf, rotação de até 2.500 rpm e torque de até 500 N.m, que é denominada UPPA-II.

O controle e monitoramento desses parâmetros durante o ciclo de operação tornam possíveis esses trabalhos de investigação (CAIXETA, 2008). Utilizando esse controle e monitoramento, o propósito do presente trabalho é iniciar a identificação dos efeitos de cada parâmetro de processamento na qualidade do reparo por atrito, otimizar os parâmetros de controle existentes, através de ajustes de controle PID, e definir, através de uma matriz de ensaios, a região de operação do equipamento.

Os primeiros testes para otimização do controle foram realizados com intuito de melhorar a curva de resposta da força aplicada sobre o pino, pois as análises teóricas realizadas para os ensaios consideram essa força constante durante todo o ensaio, ou seja, como uma entrada degrau. O controle dessa força é realizado por um cartão PID analógico. Assim, para tornar a resposta mais rápida e eficiente, alteraram-se os valores das constantes no próprio cartão. Além disso, o controle, que é feito através de um CLP, de algumas válvulas controladoras de fluxo de óleo foi alterado, proporcionando uma maior vazão de óleo para o sistema. Com isso, foi possível atingir uma maior força durante o processo e um melhor gradiente de pressão.

Como mencionado anteriormente, o equipamento tem capacidade de força, velocidade e torque limitados. Portanto, antes da realização de ensaios de reparo por atrito, utilizando essa unidade, é necessário conhecer em qual faixa de operação é possível realizar ensaios sem que ocorra travamento do motor. Essa região onde o equipamento pode operar em perfeitas condições será alterada com a mudança de geometria do pino ou furo (bloco), uma vez que a alteração destes muda o comportamento do ensaio, como por exemplo, a geração de calor. Nos ensaios realizados utilizou-se a geometria mostrada na tabela 1.

Tabela 1: Descrição geométrica dos materiais utilizados nos ensaios.

Amostras	Material	Diâmetro [mm]	Ângulo
Pino	ASTM A36	6	15°
Bloco	Aço 1010	23	20°

A Fig.1 mostra a curva de resposta de força de dois ensaios realizados com os mesmos parâmetros (Rotação= 2.500, Força= 25.000 kgf e comprimento de queima = 14 mm).

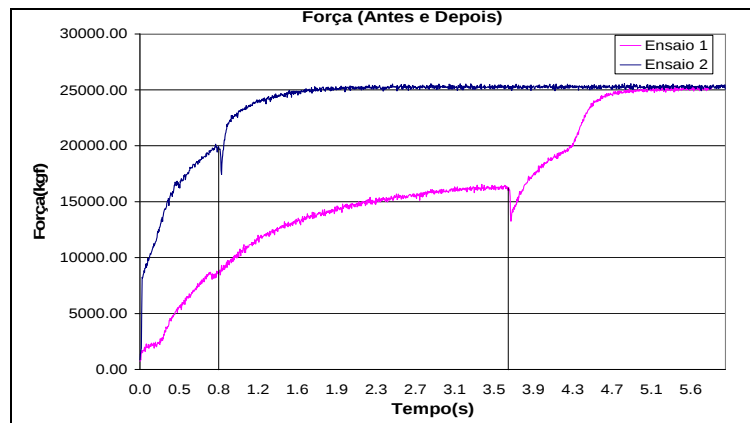


Figura 1: Curvas de resposta de força antes e após modificações no controle.

Os ensaios 1 e 2 foram realizados antes e depois, respectivamente, dos ajustes no controle de força. Com essas curvas é possível perceber que o sistema atinge a força pré-determinada mais rapidamente, uma vez que esse tempo é reduzido de 3,6 s a 0,8. Também nota-se que durante o ensaio, o sistema pode atingir um valor de força mais elevado, o que é devido à alteração do controle das válvulas.

A mudança dessa curva ou redução no tempo de subida é de extrema importância para o resultado do reparo, uma vez que a duração do processo é de apenas alguns segundos.

Na Fig. 2 pode-se observar a faixa de operação do equipamento para a geometria citada.

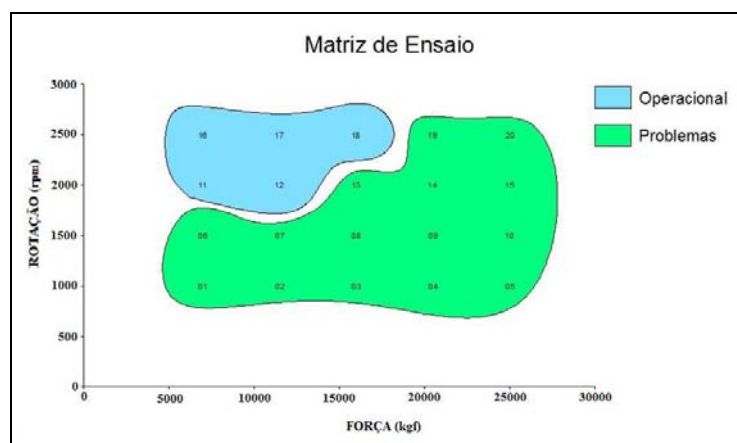


Figura 2: Matriz de operação do equipamento.

Analisando a figura percebe-se que o aumento da força e a redução da velocidade tende a causar o travamento do motor, devido ao aumento do torque resistivo. Segundo Lebedev, o torque resistivo varia como o coeficiente de atrito e o coeficiente de atrito é dependente da força e rotação. Portanto, mantendo a velocidade constante, o aumento da força elevada o torque de atrito, causando o travamento do motor.

Os próximos passos do trabalho são: otimização dos parâmetros de processamento, ampliação da faixa de trabalho e análise da qualidade do reparo por atrito.

REFERÊNCIAS

- ANDREWS, R.E., 1990, **"Underwater Repair by Friction Stitch Welding"**, Metals and Materials, pp 796-797.
- THOMAS, W.D., NICHOLAS S.D., et al., **"Friction Forming"**, patent no. ep 0.602.072 b1, 1992.
- NICHOLAS, E.D., 1995, **"Friction Hydro Pillar Processing"**, 11th Annual North American Welding Research Conference.
- THOMAS, W.M., TEMPEL-SMITH, **"P. Friction Plug Extrusion"**, gb 2.306.365, 1997.
- CAIXETA, L.C., **"Programação do Controle de um Sistema de Reparo por Atrito"**, Trabalho de Fim de Curso, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.
- LEBEDEV, V. K.; CHERNENKO, I. A. **"Friction Welding."**, Sov. Tech. Ver., 1992. v.4. (p. 72 –77.