

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

ANÁLISE EXPERIMENTAL: PROCESSO DE FURAÇÃO POR ESCOAMENTO E ROSQUEAMENTO POR LAMINAÇÃO¹

EXPERIMENTAL ANALYSIS: FLOW DRILL AND THREAD FORMING PROCESS

Patrick de Paula Borges², Edmilton Oliveira Stein³, Ana Caroline Soares Aquino⁴, Lucas Schwertner⁵, Luiz Antônio Rasia⁶

¹ Trabalho de Iniciação Científica desenvolvido no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI

² Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, bolsista PIBITI/CNPq, patrickpborges@hotmail.com;

³ Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, bolsista PIBITI/CNPq, e_stein@outlook.com;

⁴ Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, bolsista PROBIC/FAPERGS, carolaquino01@hotmail.com;

⁵ Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, bolsista PIBIC/CNPq, lucaschwertner@gmail.com;

⁶ Professor Doutor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias e Orientador, rasia@unijui.edu.br.

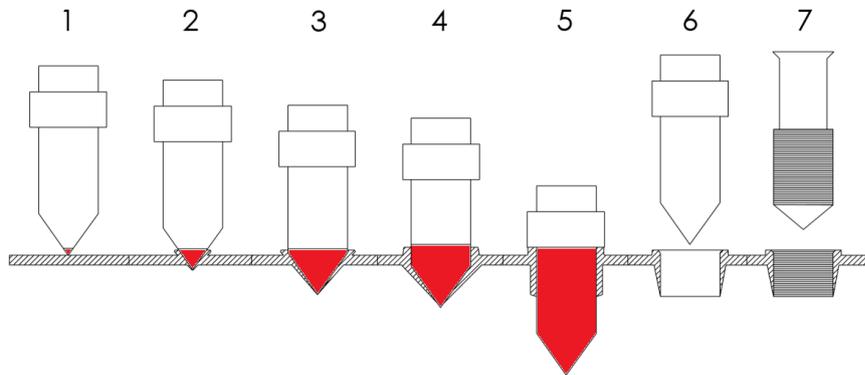
INTRODUÇÃO

O processo de furação por escoamento consiste na deformação de uma chapa fina, através de uma pressão aplicada sobre a superfície da peça utilizando uma ferramenta rotativa de metal duro. A deformação ocorre devido à elevação de temperatura pelo atrito da peça-ferramenta, o que reduz a resistência mecânica da peça. O furo é gerado pela deformação plástica do material (LOPES, 1994). Outro processo que é objetivo de estudo deste trabalho é o de rosqueamento por macho laminador. Nesta operação também não há remoção de cavacos, a ferramenta se desloca através do furo, deformando a superfície interna da peça na geometria do macho de forma plástica. Por não haver interrupção no fluxo de tensões no perfil das roscas, este processo apresenta maior resistência mecânica em relação a usinagem de roscas (PEREIRA, 2014). Entre as principais vantagens do processo de rosqueamento por macho laminador é a não formação de cavacos e a vida útil da ferramenta, que é maior quando comparada com os processos convencionais de obtenção de roscas. Entre os limites desta operação está o tipo do material, sendo necessária uma ductilidade mínima, e a capacidade da máquina para a realização da operação (PEREIRA, 2014).

O processo que é o objetivo desta pesquisa pode ser visualizado na figura 1. Nela estão identificadas as etapas de fabricação de furação por escoamento e obtenção de rosca por macho laminador. Inicialmente a ferramenta se aproxima da superfície da chapa a uma determinada rotação, e entra em contato ocasionando o atrito, elevando a temperatura no local (1). Com este aumento de temperatura, a resistência do material diminui, facilitando a conformação do furo. Então, com a aplicação da pressão sobre a superfície da peça é iniciada a formação do furo através do escoamento do material (2-4). Na próxima etapa é conformada a bucha (5), que pode apresentar um ressalto na superfície externa da peça, dependendo da ferramenta utilizada. Após esta etapa, é alterada a ferramenta (6) de furação por escoamento para um macho laminador, que realiza o rosqueamento na peça (7) (ELBAHLOUL et al., 2013).

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

Figura 1 - Etapas do processo de furação por escoamento e rosqueamento por macho laminador.



Fonte: Autoria Própria.

Este trabalho tem como objetivo avaliar o processo de furação por escoamento e rosqueamento por laminação através de experimentos práticos realizados em um corpo de prova do material ST52. A análise se dá através da obtenção de dados da fabricação deste processo, ensaios de tração realizados em corpos de prova e análise metalográfica em uma das amostras obtidas.

Palavras-chave: Processo de fabricação; Furação por fricção; Ensaio de tração; Análise metalográfica.

Keywords: Manufacturing process; Friction drilling; Tensile testing; Metallographic analysis.

METODOLOGIA

O experimento realizado para a obtenção dos dados consiste na realização de furos e rosqueamento de bitola M8 em um corpo de prova definido, para depois ser realizado ensaios de tração e metalografia com objetivo de verificar a resistência da peça após as operações, que podem causar alterações em sua estrutura.

Para a realização do experimento foi utilizado o centro de usinagem vertical marca DYNA MECHTRONICS, modelo DM2016. A peça foi fixada em uma morsa mecânica e foi executado um programa (CNC-7000.tx) para determinar os movimentos da ferramenta. Centros de usinagem são definidos como máquinas para operações de usinagem equipadas com Comando Numérico Contínuo (CNC), com uma grande gama de aplicações e boa confiabilidade (AZEVEDO, 2001). As informações do corpo de prova utilizado estão demonstradas na tabela 1.

Tabela 1 - Dados do corpo de prova.

Material	Tipo	Dimensões (mm)	Espessura (mm)
ST52	Tubo Retangular	30X40	3,35

Fonte: Autoria Própria.

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

Para a obtenção do furo foi utilizada uma ferramenta cônica de metal duro, similar aos modelos presentes na literatura, e para a rosca foi utilizado um macho laminador. Como o objetivo foi de realizar rosca com macho laminador, o diâmetro do furo realizado foi de 7,4 mm. Normalmente em processos de furação por escoamento se utiliza um fluido lubrificante para facilitar a operação, mas como esta pesquisa tem como objetivo apenas o estudo do processo, e a ferramenta tem pouco uso no laboratório de fabricação da instituição, não foi utilizado o lubrificante durante a operação. As rotações para a furação e rosqueamento foram de 1800 RPM e 800 RPM respectivamente, e os avanços de corte utilizados durante a operação de furação podem ser verificados na tabela 2. No programa de usinagem foi definida com 18 mm de profundidade, o suficiente para atender as especificações do projeto.

Tabela 2 - Avanços utilizados na furação.

Profundidade (mm)	Avanço
2	F 150
2	F 250
3	F 350
4	F 550
3	F 700
4	F 1000

Fonte: Autoria Própria.

Após a realização dos processos de fabricação, foram realizados ensaios para avaliar a qualidade dos corpos de prova produzidos. As peças foram submetidas ao ensaio de tração, com o objetivo de verificar em qual local apresentaria falha. Ensaio de tração tem como objetivo avaliar as propriedades dos materiais, como resistência mecânica e alongamento, e consiste na aplicação de uma carga uniaxial crescente até a ruptura (NORTON, 2004). Para este experimento, foi posicionado um parafuso Allen M8 no furo central da peça, com o objetivo de testar a resistência da rosca fabricada.

Para a realização do ensaio de metalografia foi retirada e preparada uma amostra do corpo de prova, sendo realizado um corte transversal na região do furo e da rosca na peça para a análise metalográfica. O objetivo da análise é observar a alteração da granulometria deste local devido a ZTA (zona termicamente afetada). Foram realizadas as etapas de embutimento, lixamento, polimento e ataque químico com aplicação de Nital 5%, para então, através de um microscópio óptico, analisar as características da amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

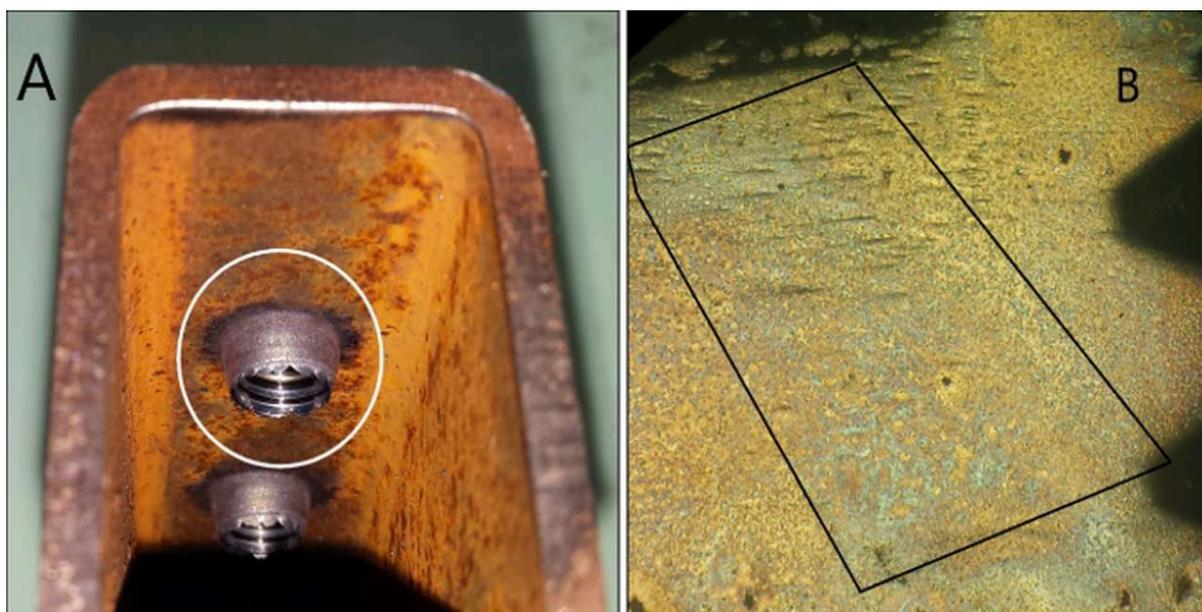
A falha ocorreu na rosca, com espanamento (defeito que inutiliza a função da rosca) no parafuso e na peça, devido a tensão aplicada. O corpo de prova apresentou falha com a força de 32,44 kN. Considerando-se que um parafuso Allen M8-10,9, a carga de prova é de 30,4 kN, com este experimento foi possível observar que o resultado foi satisfatório, pois a carga de falha do experimento foi superior a carga de prova do parafuso, reforçando a característica do processo de

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

elevada resistência mecânica.

Com a análise do ensaio de metalografia foi possível observar uma alteração da granulometria na região da ZTA. Os grãos apresentaram uma mudança de tamanho, com uma configuração mais porosa, que em certas condições, pode facilitar a propagação de trincas. Na figura 2 é demonstrada a ZTA visível a olho nu (A) na região mais escura e na análise realizada no microscópio óptico (B).

Figura 2 - Análise da ZTA, a olho nu (A) e no microscópio (B).



Fonte: Autoria Própria.

Para a análise deste processo também é levado como critério o tempo de fabricação. Então, a partir destes dados obtém-se o tempo de fabricação de uma peça de 1 minuto e 50 segundos. Como uma das vantagens deste processo é a agilidade para a fabricação, o tempo obtido pode ser considerado satisfatório, quando comparado com o tempo necessário para se fabricar o mesmo corpo de prova de forma convencional. As rotações utilizadas e tempos obtidos podem ser verificados na tabela 3.

Tabela 3 - Rotações e tempos do processo.

Material	Furação por Escoamento		Laminador M8	
	RPM	Tempo de operação	RPM	Tempo de operação
Aço ST42	1800	1'07"	800	43"

Fonte: Autoria Própria.

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste trabalho se fez possível identificar as características do processo de furação por escoamento e rosqueamento por laminação, suas aplicações, vantagens e limitações. Com a realização dos ensaios foi possível verificar as alterações que o processo causa no material, que podem vir a implicar na finalidade da peça, além de reforçar as principais características dos processos, como a elevada resistência mecânica, elevando a duração dos equipamentos, sem a formação de cavacos que podem gerar impactos ambientais, além da praticidade de execução, sendo um processo bastante ágil.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Brasil. Os autores agradecem à Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul pela estrutura laboratorial e equipamento disponibilizados assim como o apoio e o incentivo dos demais colaboradores que auxiliaram na realização do experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, João de. Aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão na seleção de centros de usinagem para uma central de usinagem. 2001. 288 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

EL-BAHLOUL, S. A. et al. Thermal Friction Drilling: (A Review). In: International conference on aerospace sciences & aviation technology, 15., 2013, Cairo. Review. Cairo: Asat, 2013. p. 1 - 16.

LOPES, João Carlos Oliveira. Furação por escoamento e rosqueamento por conformação. 1994. 217 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.

NORTON, Robert L. 2004. Projeto de Máquinas. 2ª. Porto Alegre : Bookman, 2004. 882p.

PEREIRA, Igor César. Comparação entre os processos de rosqueamento interno por usinagem e laminação. 2014. 143 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

Parecer CEUA: 058/15