



ESTUDO DA GERAÇÃO DE CALOR E SUA RELAÇÃO COM A ENERGIA ENVOLVIDA NO PROCESSO DE FURAÇÃO

Guilherme Henrique Alves Andrade¹, Ivanilson Sousa da Costa², Márcio Bacci da Silva³

RESUMO: A maior parte da potência consumida na usinagem dos metais é convertida em calor próximo à aresta de corte da ferramenta. Uma das técnicas experimentais utilizadas para medição desse calor é o método calorimétrico, onde as trocas térmicas ocorrem no interior de um calorímetro. Neste trabalho foi utilizado um calorímetro de água para medição de calor e temperatura na furação de ferro fundido cinzento. Baseado nos resultados obtidos pode-se afirmar que o calorímetro de água se mostrou promissor, indicando que a metodologia pode ser utilizada na avaliação do calor gerado em processos de usinagem.

PALAVRAS-CHAVE: calorímetro, calor, temperatura, furação.

STUDY OF THE HEAT GENERATION AND ITS RELATIONSHIP TO THE ENERGY INVOLVED IN THE DRILLING PROCESS

ABSTRACT: The power consumed in metal cutting is largely converted into heat near the cutting edge of the tool. One of the experimental techniques used to measure this heat is the calorimetric method, where the thermal exchanges happens inside a calorimeter. In this work a calorimeter of water was used for the measurement of heat and temperature in the drilling of gray cast iron. Based on the obtained results it can be stated that the calorimeter of water proved to be promising, being indicated that the methodology can be used in the evaluation of the heat generated in machining processes.

KEYWORDS: calorimeter, heat, temperature, drilling.

INTRODUÇÃO

A maior parte da potência consumida na usinagem dos metais é convertida em calor próximo à aresta de corte da ferramenta e muitos problemas técnicos e econômicos são causados direta ou indiretamente por conta desse aquecimento (TRENT; WRIGHT, 2000). Portanto, a medição de temperaturas durante a usinagem, mais especificamente na região da interface cavaco-ferramenta, tem se mostrado importante, apesar de suas dificuldades experimentais inerentes.

Uma das técnicas experimentais utilizadas é o método calorimétrico, onde as trocas térmicas ocorrem no interior de um calorímetro. Segundo Komanduri e Hou (2001), o calor gerado no corte pode ser determinado com bastante precisão pelo

¹ Graduando em Engenharia Mecânica, UFU, Uberlândia, MG

² Doutorando em Engenharia Mecânica, UFU, Uberlândia, MG

³ PhD em Engenharia Mecânica, UFU, Uberlândia, MG

método calorimétrico, apresentando boas concordâncias entre as medidas de potência obtida a partir de medições de torque. A literatura apresenta resultados interessantes obtidos através deste método (QUAN, HE e DOU, 2008; SILVA, 2015).

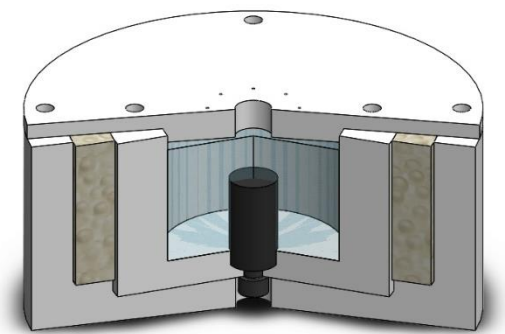
É nesse contexto que este trabalho é proposto, com objetivo principal de apresentar uma metodologia para avaliação da geração de calor em processo de furacão do ferro fundido cinzento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O material utilizado foi o ferro fundido cinzento na forma de barras de seção circular com diâmetro de 37,0 mm e comprimento de 1,80 m.

O modelo de calorímetro utilizado foi o calorímetro de água desenvolvido por Silva (2015), consistindo de dois recipientes cilíndricos coaxiais encaixados entre si, o externo de Technyl[®] e o interno de PVC (Policloreto de Vinila). Entre os dois recipientes é adicionado poliestireno expandido (Isopor[®]) para isolamento térmica. A tampa do calorímetro, construída de Technyl[®], acopla-se ao recipiente interno do calorímetro pelo seu ressalto, fixada ao recipiente externo do calorímetro por seis parafusos, tem oito furos para a passagem dos termopares. Os componentes do calorímetro estão apresentados na Fig. 1.

Figura 1 – Visão interior do calorímetro de água em sua configuração final



Fonte: Elaborada pelo autor

Os corpos de prova foram peças cilíndricas de ferro fundido cinzento com 16 mm de diâmetro e 30 mm de altura. Estes foram fixados, em sua face inferior, no rebaixo do recipiente interno do calorímetro por parafuso Allen M6 x 10 mm. No recipiente interno do calorímetro foi adicionado 90 mL de água destilada.

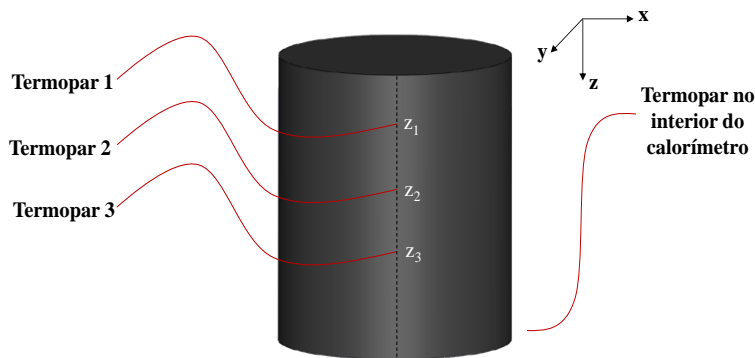
Foram utilizados termopares do tipo T que foram soldados com dispositivo de soldagem capacitiva. O equipamento para medição de temperaturas foi uma unidade de aquisição, comutação e registro de dados Keysight Technologies[®] modelo 34970A. A taxa de aquisição utilizada é de 5,88 Hz.

A ferramenta de corte utilizada consiste de uma broca helicoidal maciça de corte a direita com duas arestas cortantes de aço-rápido/cobalto revestida com uma cobertura de TiAlN (nitreto de titânio e alumínio). A máquina-ferramenta utilizada foi um Centro de Usinagem Romi® modelo Discovery CNC 760 com comando CNC Siemens.

Durante a usinagem, as temperaturas da água no interior do calorímetro foram medidas, considerando peça e ferramenta isoladas do meio ambiente. Com a variação da temperatura da água, calcula-se a quantidade de calor que é dissipada pela água. Durante o processo, todo o sistema (ferramenta, peça e cavaco) está imerso na água. Desta forma, o calor medido pelo calorímetro é comparado com a energia mecânica, sendo possível estimar uma partição de calor.

No teste 1 foi realizada a usinagem do corpo de prova com a inserção e retirada da broca. No teste 2 a broca permaneceu na posição de fim de curso. Os termopares foram soldados verticalmente, em linha reta, conforme a Fig. 2 e a Tab. 1. Inseriu-se, também, dois termopares adicionais para medição da temperatura da água no teste 1 e um termopar com a mesma função no teste 2. A velocidade de corte empregada foi de 30 m/min, o avanço foi de 0,10 mm/volta e a profundidade do furo foi de 15 mm.

Figura 2 - Posição dos termopares no corpo de prova



Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 1 – Posição dos termopares soldados no corpo de prova

Distâncias (mm)	Teste 1	Teste 2
z_1	2,60	3,50
z_2	10,60	7,50
z_3	15,70	10,90

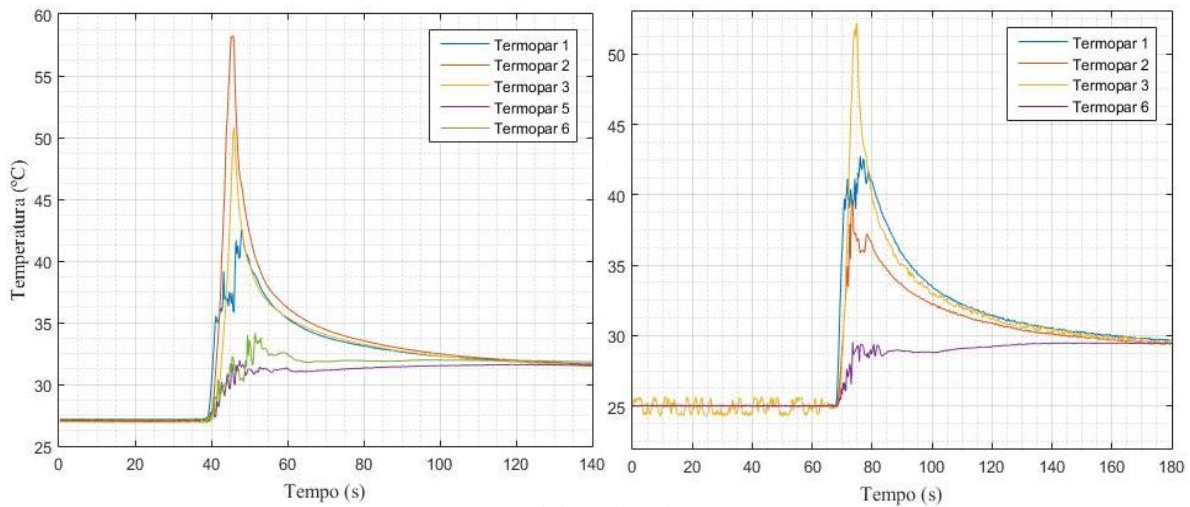
Fonte: Elaborada pelo autor

RESULTADOS PARCIAIS

Na Fig. 3 é apresentada as variações de temperaturas no corpo de prova durante a

usinagem, obtidas nos experimentos 1 e 2.

Figura 3 - Variação de temperatura no corpo de prova durante os testes 1 (esq.) e 2 (dir.)



Fonte: Elaborada pelo autor

Em função dessas temperaturas medidas, foi calculado 47,4 % da energia de furação dissipada para a água no teste 1 e 43,2 % dessa mesma energia dissipada no teste 2.

CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos nestes experimentos pode-se afirmar que o calorímetro de água se mostrou promissor devido aos valores obtidos da porcentagem de energia dissipada pela água nos testes, indicando que a metodologia pode ser utilizada na avaliação do calor gerado em furação de ferro fundido cinzento.

REFERÊNCIAS

KOMANDURI, R.; HOU, Z. B. **A Review of the Experimental Techniques for the Measurement of Heat and Temperatures Generated in Some Manufacturing Processes and Tribology**. Tribology International 34 (2001) 653–682.

QUAN, Y.; HE, Z.; DOU, Y. **Cutting Heat Dissipation in High-speed Machining of Carbon Steel Based on the Calorimetric Method**. China Mechanical Engineering, 2008, 3(2): 175–179.

SILVA, M. D. **Desenvolvimento e Construção de um Calorímetro para o Processo de Furação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. Uberlândia, 2015, 90 p.

TRENT, E. M.; WRIGHT, P.K. **Metal Cutting**. 4th Edition, Butterworths, London, ISBN 0408108568, 2000, 446 p.