

SIMULAÇÃO DOS EFEITOS DA TROCA TÉRMICA NUM PROCESSO DE RETIFICAÇÃO CILÍNDRICA COM APLICAÇÃO DE UM FLUIDO CRIOGÊNICO

Gabriel Urbano de Souza

Eraldo Jannone da Silva

EESC/USP

Gabriel.urbano.souza@usp.br

Objetivos

O método de usinagem conhecido como retificação cilíndrica é um processo de acabamento superficial muito comum na indústria. Na maior parte dos casos, sua execução exige a utilização de fluido de corte, uma substância composta primariamente por água e óleos vegetais ou minerais. Busca-se substituir a aplicação do fluido de corte pelo nitrogênio líquido, evitando assim a utilização de substâncias altamente nocivas ao meio ambiente. Em apoio a esta causa, essa pesquisa busca desenvolver a simulação 3D do efeito térmico da retificação cilíndrica sobre a peça, a partir da potência de usinagem, assim como as trocas térmicas com o nitrogênio líquido e com o ar.

Métodos e Procedimentos

Na simulação do efeito térmico foi feita a modelagem pelo método de elementos finitos com o software ABAQUS. Experimentalmente extraiu-se o valor de potência de usinagem da máquina retificadora para simulação do calor gerado sobre a peça em contato com o rebolo a partir da equação abaixo, que relaciona a entrada de calor à partição da potência de usinagem convertida em calor e aplicada diretamente à peça. O resultado das simulações foi comparado ao resultado experimental.

$$\dot{Q} = R_w \frac{P}{l_g b_g}$$

Ao mesmo tempo, fez-se a comparação do uso de potência em valor constante. Além disso, a aplicação do calor de retificação, assim como no nitrogênio líquido, foi modelado como uma faixa móvel rotativa sobre a superfície de retificação, de espessura equivalente à faixa de contato peça-rebolo no caso do calor de usinagem.

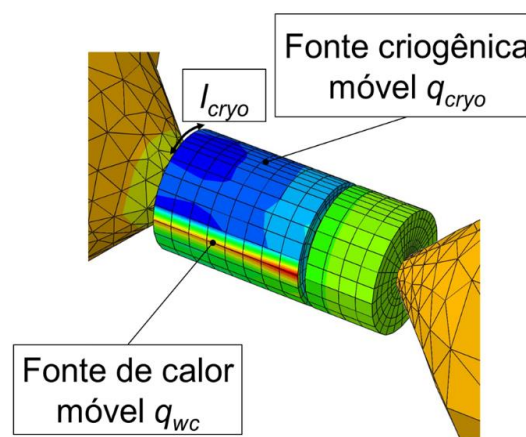


Figura 1: Fontes de calor e resfriamento sobre a peça

Resultados

Os resultados de simulação contendo valores médios de potência de usinagem foram efetivamente aproximados àqueles de simula-

ções a valor exato de potência em relação à temperatura final da peça. Os coeficientes de convecção encontrados para a pressão de jateamento do processo (2 a 4 bar) foram em torno de 5000 W/m²K.

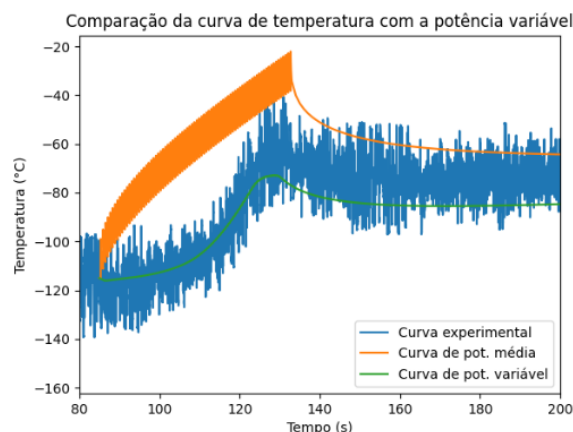


Figura 2: Gráfico da temperatura da peça

Conclusões

Os resultados obtidos na simulação da retificação são promissores e podem auxiliar em outras aplicações, especialmente caso haja progresso em algumas áreas. É de interesse encontrar um equacionamento que corretamente aproxime a potência de retificação (modelos atuais não fornecem resultado próximo aos obtidos experimentalmente), e modelar a curva de potência real da retificação que resulta das regiões de potência crescente/decrecente no início ou fim do contato da peça com o rebolo, respectivamente.

Agradecimentos

Agradecimentos em especial ao meu orientador, professor Eraldo Jannone, com quem trabalhei desde 2021. Agradeço também ao meu parceiro de pesquisa Ézio Carvalho, que me ajudou e me ensinou muito ao longo da escrita de muitos relatórios. Também deixo meu agradecimento ao Jackson de Souza, que me auxiliou em anos

anteriores e aos outros membros do Núcleo de Manufatura Avançada da EESC-USP

Referências

ABAQUS Version 6.6 Documentation. Disponível em:

<<https://classes.engineering.wustl.edu/2009/spring/mase5513/abaqus/docs/v6.6/index.html>>.

Jin, Tao & Hong, Jian-ping & Zheng, Hao & Tang, Ke & Gan, Zhi-hua. (2009). Measurement of boiling heat transfer coefficient in liquid nitrogen bath by inverse heat conduction method. Journal of Zhejiang University SCIENCE A. 10. 691-696. 10.1631/jzus.A0820540.

SANTANA, É. C. DE . Avaliação da aplicação criogênica em processos de retificação cilíndrica de mergulho. [s.l.] Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos, 2023.

QI, H.; ROWE, W.; MILLS, B. Contact length in grinding part 2: Evaluation of contact length models. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology, Professional Engineering Publishing, v. 211, p. 77–85, 1997. ISSN 13506501.

SANTANA, É. C. DE . Ampliando as possibilidades da retificação criogênica. [s.l.] Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos, 2024.