

SIMULAÇÃO DO ESCOAMENTO DO MEIO LUBRI-REFRIGERANTE NA USINAGEM COM REBOLOS ESTRUTURADOS

Ademir N. P. Marcelino¹, Gustavo H. Nakagawa², Felipe Macedo³, Walter L. Weingaertner⁴

Departamento de Engenharia Mecânica, Laboratório de Mecânica de Precisão
Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal – 476- EMC
Campus Universitário, Trindade, Florianópolis, SC. CEP: 88040-970

¹ademir@lmp.ufsc.br, ²gustavo@lmp.ufsc.br, ³felipe@lmp.ufsc.br, ⁴wlw@lmp.ufsc.br

Uma vez que o meio lubri-refrigerante tenha atingido e penetrado a cavidade de corte, existirão novos obstáculos entre os quais o fluido deverá escoar: os grãos abrasivos. Os efeitos da sua presença no escoamento serão neste trabalho estudados e analisados. O foco da análise da influência dos grãos sobre o escoamento é concernente à sua distribuição através do disco. Por este motivo, características dos grãos como dimensões e forma foram tratadas de forma padronizada, assim como as dimensões e forma da cavidade de corte.

Para que a modelagem do problema seja elaborada, simplificações devem ser feitas, de modo a não tornar as simulações computacionais proibitivas. Através da simulação de toda a cavidade, seria possível a obtenção de resultados numéricos referentes ao comportamento do escoamento. Entretanto, em vista do expressivo número de volumes finitos necessário para a criação da malha computacional e da execução das simulações, a análise foi realizada apenas em relação a uma parte da cavidade, que apresenta repetibilidade e simetria. Através desta análise, foi possível verificar a influência dos grãos sobre o escoamento de uma forma qualitativa, ou seja, não é possível afirmar numericamente como a distribuição dos grãos é capaz de provocar mudanças no escoamento, e sim, inferir quais condições de distribuição o influenciam com maior ou menor significância.

Buckhard desenvolveu um método para produzir rebolos estruturados com uma única camada de abrasivos em sua periferia, utilizando material brasado como ligante entre os grãos e o disco, um exemplo pode ser verificado na figura 1.

A construção da geometria computacional deve ser feita com base em uma modelagem do problema previamente elaborada, e a seguir, devem ser feitas algumas considerações em relação ao seu modo de solução. No caso da cavidade com grãos, é verificada uma grande presença de paredes, o que induz naturalmente o aparecimento de gradientes no escoamento. Além disso, há a proximidade de fronteiras com condições de contorno bastante diferentes, intensificando o referido fenômeno.

Mostra-se necessária a elaboração de uma geometria que considere tais condições, e permita o desenvolvimento de uma malha computacional capaz de trazer resultados coerentes e confiáveis.

Após as referidas considerações geométricas, a malha computacional pôde ser criada. Pelo fato de que intensos gradientes de velocidade e pressão ocorrem em vista do escoamento através dos cilindros, um maior refinamento foi feito em torno destes corpos. É importante destacar que, dada a grande quantidade de paredes, o refinamento da cavidade como um todo foi feito com um elevado número de células como pode ser observado nas figuras 2 e 3.

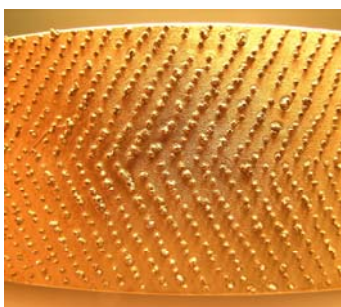


Figura 1 - Perfil de rebolo construído com ligante brasado

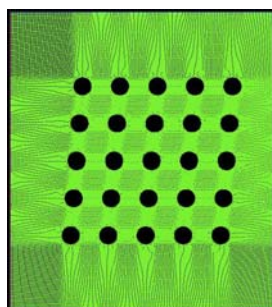


Figura 2 - Malha computacional

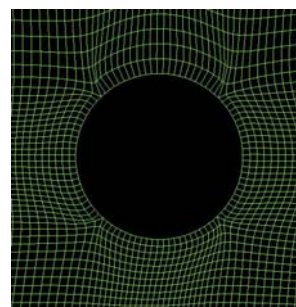


Figura 3 - Detalhe em torno dos cilindros

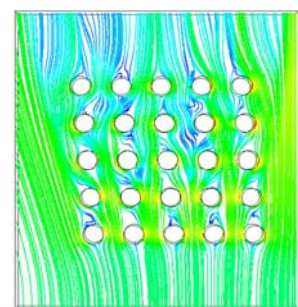


Figura 4 - Linhas de fluxo na cavidade de corte com grãos

As duas variáveis de entrada escolhidas para investigar as variações no escoamento são: a distância entre os grãos; o ângulo de distribuição dos grãos. Um exemplo referente ao escoamento do fluido através da cavidade de corte com grãos pode ser visualizado na figura 4.

Foi verificada a influência da distribuição de grãos na perda de fluido pelas laterais do modelo. Os ângulos de distribuição aqui analisados são: 0°; 4,5°; 9°; 13,5°; 18°; 22,5°; 26,56°. Por outro lado, as distâncias entre centros dos grãos escolhidas são: 0,5 mm; 0,6 mm; 0,7 mm; 0,8 mm; 0,9 mm. Na literatura, quando é feita a análise de escoamentos ao redor de distribuições de 2 ou mais cilindros, a distância entre os centros dos cilindros é dada por uma relação com os seus diâmetros. Sabendo-se que a geometria para os grãos escolhida é modelada por cilindros, que têm um diâmetro padrão de 250 μm , as distâncias entre centros dos grãos podem ser representadas da seguinte forma: 2d; 2,4d; 2,8d; 3,2d; 3,6d.

Analisando-se os resultados, pode-se inferir que para os espaçamentos entre grãos de 0,9 mm; 0,8 mm; 0,7 mm (3,6d; 3,2d; 2,8d), a variação de α pouco influencia nas perdas de fluxo lateral no modelo (figura 5). Isto é verificado inclusive para os números de Reynolds mais elevados aqui simulados, de em torno de $1,7 \cdot 10^4$.

Nas simulações em que os cilindros têm uma proximidade maior do que a anteriormente colocada (0,5 e 0,6 mm), pode ser verificada uma expressiva influência do ângulo de distribuição dos corpos ao longo do escoamento sobre estes. A perda de vazão pela região lateral do modelo torna-se bastante intensa e variável, como pode ser verificado a seguir na figura 6.

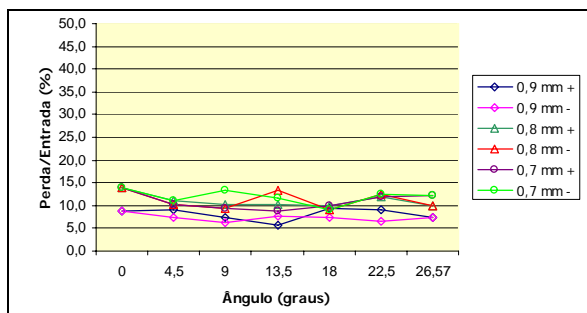


Figura 5 – Variação da perda de fluido lateral com espaçamento de grãos de 0,7, 0,8 e 0,9 mm

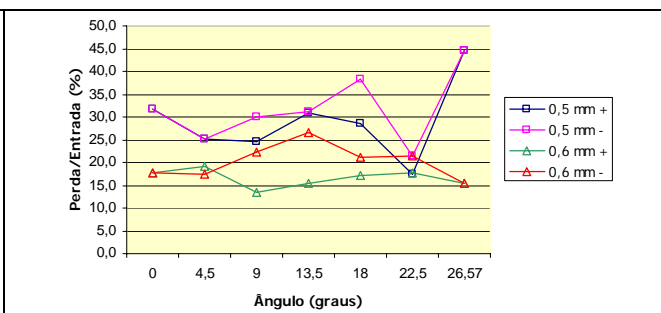


Figura 6 – Variação da perda de fluido lateral com espaçamento de grãos de 0,5 e 0,6 mm

É importante destacar que não é verificada nenhuma tendência no comportamento do escoamento lateral, na medida em que se trabalha com diferentes valores de α . Isto pode ser explicado em vista da combinação entre as interferências por proximidade e rastro, que em vista de pequenas alterações no posicionamento dos cilindros, são capazes de trazer intensas alterações ao escoamento.

De acordo com os gráficos, pode-se concluir que para o espaçamento entre cilindros de 0,5 mm é verificada maior tendência de haver perda de fluido pelas laterais do modelo em relação ao espaçamento de 0,6 mm. Este fenômeno deve ser dado pela presença de interferência com maior intensidade entre os cilindros.

REFERÊNCIAS

- König, W., Klocke, F., 1997, “Fertigungsverfahren: drehen, fräsen, bohren”. 5 ed. Berlin.
- König, W., 1980, “Retificação, brunimento e lapidação. Traduzido por Prof. Dr.-Ing. Walter Lindolfo Weingaertner do livro “Fertigungsverfahren – Schleifen, Honen, Läpen”. Florianópolis.
- Weingärtner, E., 2005 “Influência do Sistema de Alimentação de Fluido Lubri-Refrigerante na Retificação Com Rebolos de CBN” Florianópolis, UFSC.
- Jester, W., Kallinderis, Y., 2003, “Numerical study of incompressible flow about fixed cylinder pairs” Journal of Fluids and Structures 17