

ESTUDO NUMÉRICO DO EFEITO MAGNUS EM UM PRISMA CILÍNDRICO 2D UTILIZANDO O SOFTWARE OPENFOAM.

Mayara Francisca Reis de Souza^{1*}, Fernando Augusto Alves Mendes¹

1. UFGD;

* Autor para contato: frsouza.mayara@gmail.com

A aplicação do estudo das forças aerodinâmicas para o melhoramento de projetos na engenharia é estudada há anos, a atribuição da velocidade de rotação em um corpo simétrico cria regiões de baixa e alta pressão, fazendo com que surja uma força de sustentação sobre o corpo. Esta força é conhecida como Efeito Magnus, um fenômeno hidrodinâmico descoberto pelo alemão Heinrich Gustav Magnus (1802-1888), o primeiro a estudar o efeito de sustentação em corpos rotativos. Esta pesquisa tem como objetivo principal a análise das forças aerodinâmicas presentes em um cilindro rotativo de raio 0,025 m em um escoamento com Reynolds ($Re = 5000$), verificando a viabilidade da aplicação do efeito Magnus na engenharia. A razão de velocidade do cilindro ($\alpha = \omega.r/U_\infty$) utilizada foi de $0 \leq \alpha \leq 3$, onde ω é a rotação do cilindro em rad/s, r é o raio e U_∞ é a velocidade de corrente livre do escoamento. Para a simulação numérica utilizou-se o software de CFD (*Computational Fluid Dynamics*) OpenFOAM® (*Open Source Field Operation and Manipulation*). Para implementar o caso em estudo no OpenFOAM® é necessário inserir instruções em um sistema de pastas e arquivos para a criação da malha, o fluido domínio, as condições de contorno, condições iniciais, as propriedades do fluido e os modelos utilizados para a solução do problema. O fluido de trabalho é o ar a 20°C com velocidade na entrada do domínio fluido de 1,562 m/s. Para o cilindro rotativo utilizou-se o *dynamicmesh*, criando uma zona de células e definindo uma região de contorno em torno do cilindro, permitindo que a malha representada pela zona rotativa possa se mover livremente e se comunicar com o domínio fluido. Utilizou-se o modelo de turbulência k-epsilon e o modelo de acoplamento PIMPLE com passo de tempo variável. As equações de momento foram resolvidas utilizando o método Upwind. Para a criação e refinamento da malha utilizou-se o utilitário de criação de malha do OpenFOAM® *snappyHexMesh* e em seguida, para

que se tenha um fluido domínio bidimensional, executou-se o *extrudeMeshDict*, mantendo apenas uma célula na direção z. A malha resultante possui 12.225 células sendo 11.826 hexaédricas, 108 prismas e 291 poliédricas. O OpenFOAM® calcula os coeficientes de arrasto e sustentação integrando a superfície sobre o cilindro. As equações utilizadas no cálculo são: ($C_l = \text{lift} / (1/2 * \rho * U^2_{\infty} * L)$) ($C_d = \text{drag} / (1/2 * \rho * U^2_{\infty} * L)$). Os resultados obtidos dos coeficientes de arrasto e sustentação são processados utilizando o excel para análise e interações gráficas que mostram picos de valores máximos e mínimos sendo tais: $C_{d \text{ máx}} = 3,21E+06$, $C_{l \text{ máx}} = 1,10E+06$, $C_{d \text{ mín}} = 2,83E+05$, $C_{l \text{ mín}} = -2,54E+06$ e forças de arrasto e sustentação de: $F_{a \text{ máx}} = 2,40E+02$, $F_{a \text{ mín}} = 2,11E+01$, $F_{s \text{ máx}} = 8,23E+01$, $f_{s \text{ mín}} = -1,90E+02$ $C_s/C_a = 0,54$. Vemos que os valores ainda não são desejáveis, apesar da força de sustentação ter obtido um pico positivo a média ainda é negativa e conseqüentemente menor que a força de arrasto causando efeito reverso. Conclui-se então que como o principal objetivo é a validação da utilização da força de sustentação o mesmo é atualmente inviável, ainda que a malha refinada, porém de maneira grosseira por ser uma quantidade de células baixas seus resultados são insatisfatórios.

Palavras-chave: *Efeito Magnus, Estudo Numérico, Reynolds 5000.*

Agradecimentos: Agradecimento especial ao Professor Fernando Augusto Alves Mendes e a UFGD pelo apoio desta pesquisa.