MEC 2335 -- Dinâmica dos Fluidos Computacional
Lista de Exercícios no. 3 -- Período: 2017.1 – dia de entrega: 24 de abril
Prof. Angela O. Nieckele

1) Um fluido Newtonianao escoa em um duto de seção anular, com razão de raios RR= r_{ex}/r_{in}=5. Considere o duto muito longo tal que o escoamento seja hidrodinâmicamente desenvolvido.

1.1 A equação de conservação de quantidade de movimento linear neste caso é:

$$\frac{1}{r}\frac{d}{d\,r}\left(r\;\mu\;\frac{d\,u}{d\,r}\right)-\frac{d\;p}{d\;x}=0$$

onde u é o componente de velocidade na direção axial, e dp/dx é o gradiente de pressão constante na direção axial. Calcule o perfil de velocidade e compare os resultados com a solução exata. Indique o erro médio e o erro máximo. Trace um gráfico da variação da velocidade com o raio. Assuma a viscosidade μ constante. Use as seguintes variáveis adimensionais:

$$\eta=\frac{r}{r_i}\quad ; \quad U=\frac{u\;\mu}{r_i^2\;(-dp/dx)}\quad ;$$

Determine o produto f **Re**, onde $f=\dfrac{(-dp/dx)\;D_h}{(1/2)\;\rho\;u_m^2}$ e $\mathbf{Re}=\dfrac{\rho\;u_m D_h}{\mu}$. sendo u_m a velocidade média definida como $u_m=\dfrac{1}{A_t}\displaystyle\int_{A_t} u\;dA$. Compare com a solução analítica. Verifique a influência do número de pontos da malha na solução. Verifique se o balanço global é satisfeito.

1.2 Sabe-se que o duto encontra-se isolado na parede externa e que um fluxo de calor constante q é prescrito na superfície interna. Adimensionalise a temperatura com

$$\theta=\frac{T_{s,i}-T}{q\;D_h/k}$$ onde T_{si} é a temperatura da parede interna.

Conhecido o campo de velocidade do item anterior, determine o campo de temperatura. Trace um gráfico do perfil de temperatura ao longo da coordenada radial. Determine o número de Nusselt

$$Nu=\frac{\bar{h}\;D_h}{k}\quad ; \quad \bar{h}=\frac{q}{T_{si}-T_m}$$

onde a temperatura de mistura é $T_m=\dfrac{1}{u_m A_t}\displaystyle\int_{A_t} T\;u\;dA$

Compare o número de Nusselt com valores exatos disponíveis na literatura, indicando o erro.

2) Utilizando o Fluent, resolva o problema 1.1 e compare o perfil de velocidade com a solução obtida pelo seu programa. Compare também o valor do produto f**Re**

Utilize, um domínio com comprimento L/r_{in}= 5, com somente 5 pontos nodais na direção axial. Na direção radial, utilize 40 pontos, com a malha concentrada nas paredes. Utilize condição de contorno periódica na direção axial.

3) Considere a aleta da Lista 2. A equação governante é

$$\frac{d}{dx}\left(k\,\frac{dT}{dx}\right)+\frac{hP}{A}\left(T_\infty - T\right)=0$$

Considere $$\theta=\frac{T-T_\infty}{T_b-T_\infty} \qquad \eta=\frac{x}{L} \qquad \beta^2=\frac{h\,P\,L^2}{k_{ref}\,A}$$

Porém, a condutividade térmica da parede varia com a temperatura de acordo com

$$k=k_{ref}\,[1+\Omega\ \theta^3]$$

Obtenha a distribuição de temperaturas, utilizando o método de volumes finitos, com 50 volumes de controle. Para solução do sistema algébrico utilize o algoritmo TDMA. Considere o problema convergido quando o máximo resíduo for menor que *tol*=10^{-10}.

$$\mathbf{max}\,Res_i \le tol \qquad\qquad Res_i = a_P\,T_P - \left(\sum_{nb} a_{nb}\,T_{nb} + b\right)$$

3.1. Resolva com o método de Picard.

3.2. Resolva com o Método de Newton

Considere $\beta^2=\dfrac{h\,P\,L^2}{k_{ref}\,A}=4$ $\qquad \Omega=10$

(a) Verifique se com Ω=0 a solução da lista 2 é recuperada.
(b) Trace um gráfico com o perfil de temperatura ao longo da aleta.
(c) Determine a perda de calor para o ambiente.
(d) Verifique se o balanço global foi satisfeito.
(e) Verifique o número de iterações para convergir.