

Simulação Numérica do Escoamento em Canais Compostos a Baixo Reynolds

Jalusa Maria da Silva Ferrari¹, Jhon Nero Vaz Goulart²

Inserir aqui, com fonte Arial 9, a(s) categoria(s) do autor(es) e Instituições(s). Ex.:

1. Estudante de IC da Faculdade do Gama - UnB; *jalusaferrari@gmail.com

2. Orientador e pesquisador do Grupo de Mecânica Experimental e Computacional, UnB, Gama/DF

Palavras Chave: perda de carga, fator de atrito, canais compostos

Introdução

Canais compostos são caracterizados por um canal principal, por onde o escoamento se desenvolve com certa facilidade, conectado a uma ou mais fendas onde há predominância dos efeitos viscosos. A perda de carga é produzida pelo coeficiente interno do fluido e pelo atrito entre o fluido e o canal e, além da caracterização desses fatores, é importante o conhecimento da dinâmica do escoamento nesses canais. Uma das mais notórias e desafiadoras características de escoamentos em canais compostos é o aparecimento de estruturas coerentes de grande escala. No trabalho, um escoamento laminar é simulado em um canal retangular acoplado lateralmente a um pequeno subcanal. Nas simulações estacionárias o principal objetivo é a determinação do fator de atrito do canal composto e a comparação a um canal retangular. As simulações transientes têm por finalidade a visualização e descrição de estruturas coerentes na região da fenda.

Resultados e Discussão

O canal principal é retangular, possuindo largura W e altura H , 30 e 60, respectivamente. Ao longo de uma das paredes laterais existe um subcanal secundário de dimensões P e D , profundidade e largura, respectivamente. O comprimento do canal, para todos os casos, foi de 504 mm. Foram estudados valores de P e D nos casos C2 ($P/D = 7,5$), C3 ($P/D = 2,5$) e C4 ($P/D = 2,5$). Os números de Reynolds, baseados no diâmetro-hidráulico, D_H , na velocidade média do canal e na viscosidade cinemática, variam de 200 a 1200. Nas paredes, condições de não deslizamento foram impostas. Na Figura 1 (a) são mostrados os resultados do cálculo do fator médio de atrito como função do número de Reynolds para os canais com subcanais juntamente com os resultados para o canal retangular, C1. É possível notar que todas as curvas possuem relação inversa ao número de Reynolds e que as equações do tipo $f = C Re^{-m}$ são soluções para o problema.

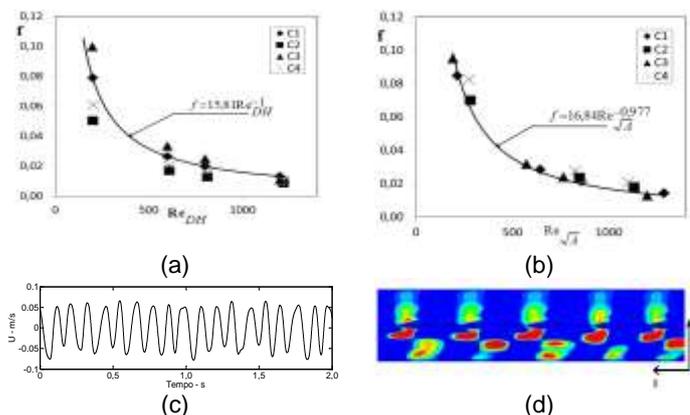


Figura 2. a) Fator de atrito médio f como função de Re_{DH} . b) Fator de atrito médio f como função de Re_{DH} . c) Histórico de velocidade na direção principal do escoamento na região da fenda em C4. d) Estruturas avaliadas pelo critério-Q.

Baseado nos resultados de Muzychka e Yovanovich (1998), que sugerem a adoção da raiz quadrada da área como escala de comprimento para o cálculo do fator médio de atrito, os cálculos do fator de atrito médio foram refeitos e mostrados na Figura 2 (b). O resultado transiente do histórico de velocidade na direção principal do escoamento na região da fenda (fronteira entre a fenda estreita do subcanal e o canal principal) é mostrado na Figura 2 (c). O padrão periódico das flutuações indica a presença de estruturas coerentes se convectando em direção à saída do canal. Através da função de autocorrelação a frequência das flutuações de velocidade é de 9 Hz. Outra questão é quanto ao aparecimento dessas estruturas de grande escala. As instabilidades puderam ser observadas somente para o caso C4. Na Figura 2 (c) essas estruturas são mostradas a partir do chamado critério-Q, sugerido por Hunt *et al.* (1988), $Q = \frac{1}{2} (|\Omega_{ij}|^2 - |S_{ij}|^2)$. Segundo os autores tal critério permite identificar zonas onde a vorticidade Ω_{ij} se sobrepõe ao tensor taxa de deformação, S_{ij} .

Conclusões

resultados mostraram que o fator de atrito médio do canal é inversamente proporcional ao número de Reynolds. A utilização da raiz quadrada da área da seção transversal do canal como escala de comprimento para os cálculos do fator de atrito médio f e do coeficiente de forma C mostrou-se uma melhor escolha quando comparada ao diâmetro-hidráulico, D_H . Os valores médios do coeficiente de atrito foram satisfatoriamente ajustados por uma curva do tipo $f = C Re^{-m}$, onde m é próximo a 1. Em C4 padrões periódicos de flutuação de velocidade foram observados nas simulações transientes. Os resultados mostraram que as dimensões P e D do subcanal influenciaram no surgimento dessas estruturas, dado que em C2 e C3 não as foram encontradas, ainda que C3 possua mesma relação P/D que C4.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo financiamento ao Programa de Iniciação Científica durante o qual o estudo foi realizado.

Hunt, J.C.R., Wray, A.A., Moin, P., 1988. "Eddies, stream, and convergence zones in turbulent flows", Centre for Turbulence Research Proceeding of the Summer Program, pp. 193-208.
Muzychka, Y.S., Yovanovich, M.M., 1998. "Modeling Friction Factors in Non-Circular Ducts For Developing Laminar Flow", 2nd AIAA Theoretical Fluid Mechanics Meeting, June 15-18, Albuquerque, NM.