

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO ESCOAMENTO TURBULENTO EM MATRIZES TUBULARES

Paulo Sergio Berving Zdanski¹, Anderson Moisés Meier², Miguel Vaz Junior³

¹ Orientador, Departamento de Engenharia Mecânica - CCT – paulo.zdanski@udesc.br

² Acadêmico(a) do Curso de Engenharia Mecânica - CCT - bolsista PIBIC/CNPq

³ Professor Participante do Departamento de Engenharia Mecânica - CCT

Palavras-chave: Transferência de calor, perda de carga, análise numérica, matriz tubular

Este trabalho teve por objetivo determinar os principais fatores influentes no desempenho de uma matriz tubular submetida à convecção forçada. Diferentes aspectos foram estudados, destacando-se: a velocidade de incidência do escoamento e o posicionamento dos tubos na matriz. Para o presente estudo, foi realizada a simulação numérica de um escoamento cruzado de ar sobre uma matriz de nove cilindros, empregando o software comercial Ansys CFX[®] em uma abordagem tipo RANS para o escoamento turbulento médio.

Inicialmente trabalhou-se com dois casos de validação, matrizes alinhadas e alternadas, cujos resultados são bastante difundidos na literatura de pesquisa e experimentação e puderam ser comparados com a simulação realizada. A seguir partiu-se para um caso de matrizes ‘afuniladas’, com a introdução de um novo parâmetro adimensional s/D (conforme Fig. 1).

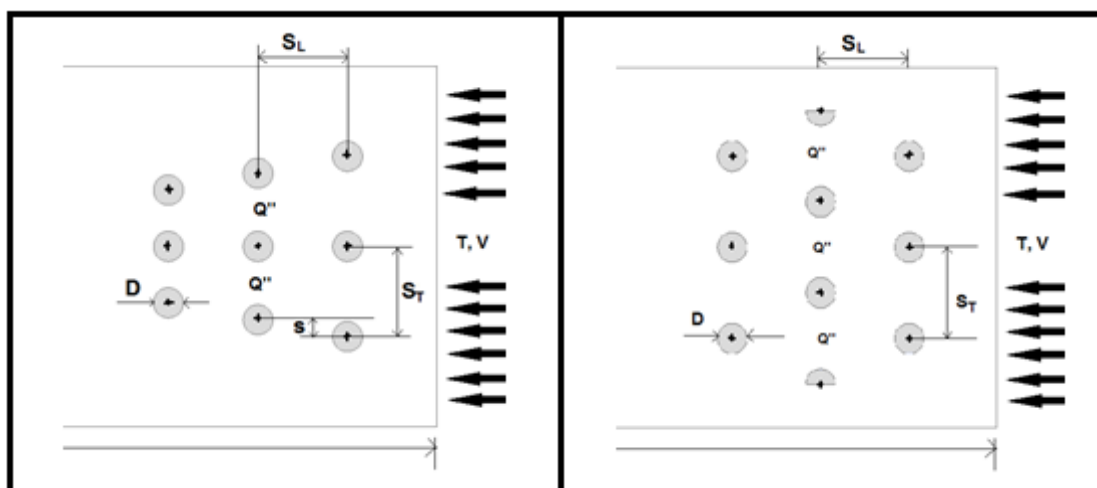


Fig. 1 Esquema do problema de matrizes alternadas e afuniladas

Para a realização da simulação do escoamento, foi necessária a determinação das condições de contorno apropriadas. A condição de entrada consistiu em um escoamento de ar à uma dada velocidade. As paredes superior e inferior do canal foram consideradas adiabáticas, não apresentando troca de calor na sua superfície.

Na saída do domínio foi especificada a pressão estática relativa, sendo definido um valor nulo. Na superfície dos cilindros foi utilizada a condição de parede com troca de calor, sendo especificado o fluxo térmico.

Diversas simulações foram realizadas variando-se o posicionamento dos tubos e também a velocidade de entrada no domínio. Buscou-se por uma configuração ideal entre todos os casos analisados, onde houvesse a maior transferência de calor (maior número de Nusselt) com menor penalização na perda de carga. A Tabela I a seguir apresenta uma comparação entre todos os casos estudados em busca de analisar o desempenho da matriz tubular.

Tabela I. Aumento percentual do número de Nusselt e da perda de carga para matrizes alternadas ou afuniladas em relação a uma matriz alinhada

Reynolds	Alternada		$\Delta_{3/16}$		$\Delta_{6/16}$		$\Delta_{9/16}$	
	\overline{Nu}_D	ΔP	\overline{Nu}_D	ΔP	\overline{Nu}_D	ΔP	\overline{Nu}_D	ΔP
12000	4.31%	17.09%	2.71%	6.43%	2.67%	10.40%	3.08%	14.08%
16000	5.47%	17.83%	2.46%	5.55%	4.55%	9.67%	6.70%	13.77%
20000	6.48%	19.20%	2.29%	4.92%	5.79%	9.30%	9.10%	13.33%
24000	7.43%	20.44%	2.17%	4.51%	6.68%	9.25%	10.80%	12.77%
30000	8.88%	21.92%	2.04%	4.21%	7.61%	9.70%	12.60%	11.66%

Conforme os resultados apresentados, percebe-se que a configuração alternada de cilindros proporcionou um aumento de até 8% nos resultados de Nusselt, porém para este caso também foram identificadas altas porcentagens de perda de carga, em torno de 20%. Por outro lado, o fator de 'afunilamento' apresentou uma influência significativa na troca de calor global da matriz tubular, principalmente em situações onde os valores de Reynolds são mais elevados, com aumentos de até 12% aproximadamente para Reynolds de 30000, sendo a perda de carga em torno de 11%.

Finalmente, é importante destacar que uma comparação entre os ganhos na troca de calor (Nusselt) em relação aos incrementos na perda de carga representa um parâmetro importante para uma tomada de decisão no que envolve a relação custo-benefício do sistema. Para o melhor caso simulado (matriz afunilada $s/D=9/16$ e Reynolds igual a 30000) obteve-se uma razão de incrementos de 1.081, o que corresponde a um aumento de Nusselt de 12.60% com uma penalização na perda de carga de 11.66%.