

TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM JATOS ESPIRALADOS

Gabriel P. C. Pinto, Juliana K. Abrantes e Luiz F. A. Azevedo

PUC-Rio, Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Mecânica

Rua Marquês de São Vicente, 225, Bairro Gávea, CEP 22453-900, Rio de Janeiro, RJ

E-mail para correspondência: g.penna@mec.puc-rio.br

Introdução

O presente trabalho descreve os estudos realizados com o objetivo de determinar as características de transferência de calor da configuração formada por um jato circular de ar, espiralado, incidindo sobre uma superfície plana aquecida.

Alguns estudos já foram feitos levando em consideração jatos não espiralados incidentes em placas planas. Para jatos espiralados, o número de trabalhos é bastante reduzido. Em seu trabalho, Martin (1977) menciona que a componente circunferencial de velocidade não produz alterações significativas na troca de calor ou massa. No entanto, em estudos posteriores, Ward e Mahmood *et al.* (1982) apresentam conclusões opostas às de Martin (1977), indicando que a presença do escoamento espiralado reduz a troca de calor ou massa. Azevedo *et al.* (1994), conduziram experimentos de transferência de massa, investigando diferentes valores do número de Reynolds, da distância jato-placa e da intensidade do escoamento espiralado. Naquele trabalho foi sugerida que a presença de vórtices toroidais junto a placa influenciava a troca de calor. O presente trabalho faz parte de uma pesquisa mais ampla onde as características de escoamento e transferência de calor de jatos espiralados são determinadas. Neste trabalho apenas os resultados de transferência de calor são apresentados.

Metodologia

A seção de teste esquematizada a seguir na Fig. 1 foi projetada para permitir a medição dos coeficientes locais de transferência de calor ao longo da placa aquecedora (representada também na Fig 1). A placa possuía 400 x 400 mm. O elemento de aquecimento foi uma folha de NiCr, com espessura de 0,025 mm, com dimensões de 200 x 500, colada a placa. As bordas da folha foram conectadas a uma fonte de alimentação DC, produzindo um fluxo de calor constante. Setenta termopares, com diâmetro de 0,075 mm, foram instalados na superfície inferior da folha. As leituras dos termopares foram feitas somente na condição de regime permanente por um sistema de aquisição de dados Agilent 6491.

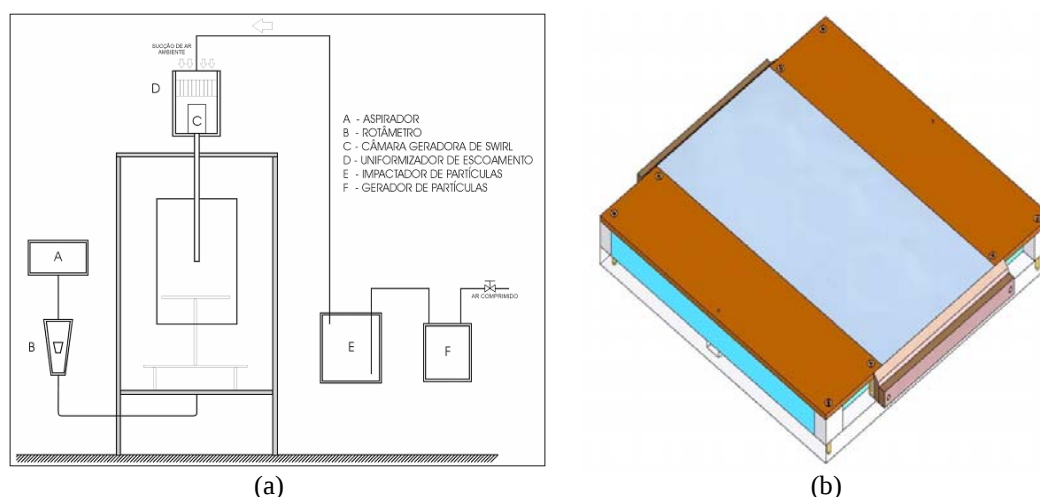


Figura 1 – Seção de teste; (a) esquema de toda seção; (b) placa aquecedora

Foram conduzidos experimentos para dois valores de H/d (2 e 6), onde H é a distância entre a saída do jato e a placa e d é o diâmetro interno do tubo.

O jato espiralado foi gerado através de uma câmara cilíndrica com furos tangenciais à circunferência interna. Depois de passar por esta câmara, o ar percorria o tubo, gerando assim o jato com uma componente

circunferencial de velocidade. A intensidade do escoamento espiralado é caracterizada pelo número de *swirl*, dado pela razão do fluxo de quantidade de movimento angular pelo fluxo de quantidade de movimento linear, multiplicado pelo raio do jato.

Neste experimento utilizou-se três valores do número de *swirl*, S , correspondendo a um jato de ar convencional, $S = 0$; e os que impõem uma componente circunferencial ao jato, $S = 0,3$ e $S = 0,5$.

O número de Reynolds foi avaliado diretamente da vazão medida no rotâmetro. Todos os experimentos foram conduzidos para $Re = 21000$.

O número de Nusselt local foi calculado a partir da Eq. (1), e é um número adimensional indicativo da intensidade do processo de transferência de calor. Ele é avaliado dividindo o fluxo local de calor por unidade de área de folha aquecida, q'' , pela diferença local da temperatura entre a placa e o fluido, $(T(r) - T_j)$, e multiplicando-a pela relação entre o diâmetro do jato e a condutividade térmica do ar, k .

$$Nu(r) = \frac{q''d}{(T(r) - T_j)k} \quad (1)$$

Resultados

A seguir, na Fig. 2, serão apresentados os resultados obtidos para transferência de calor na placa para um número de Reynolds de 21000, para todos os casos estudados. Os perfis mostram a distribuição radial do número de Nusselt local, sendo a coordenada radial adimensionalizada pelo diâmetro do jato.

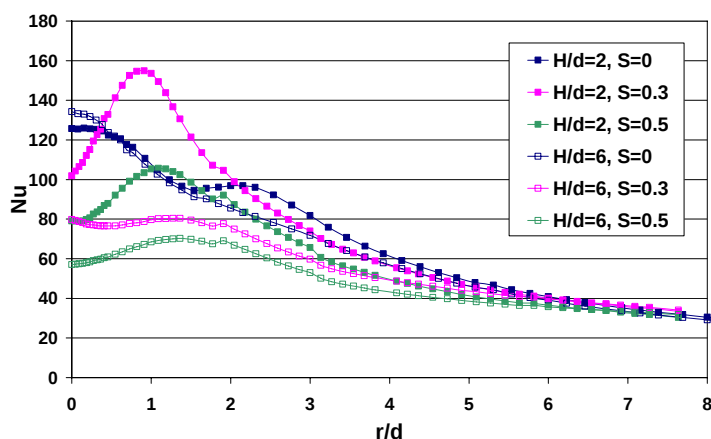


Figura 2 - Distribuição Radial do Número de Nusselt Local Nu , $Re = 21000$, $H/d = 2$ e $H/d = 6$

Pela análise dos resultados, especialmente para $H/d = 2$, nota-se que para $S = 0$ a taxa de transferência de calor máxima ocorre no centro da placa, enquanto para os jatos espiralados, a provável presença de uma região de estagnação e recirculação próximo ao centro causa um decréscimo nas taxas de transferência de calor.

Conclusão

As medidas de transferência de calor produziram distribuições radiais do número de Nusselt. Os resultados revelaram que a presença de um componente tangencial de velocidade reduz significativamente o valor do número de Nusselt na região central da placa. Os resultados para o campo de velocidade turbulenta junto à placa aquecida obtidos, mas não apresentados aqui, indicam que os picos na distribuição de Nusselt local estão associados a picos na intensidade de turbulência do escoamento.

Referências Bibliográficas

- Abrantes, J.K., “Estudo do Escoamento e Transferência de Calor em um Jato Espiralado Incidente”, Dissertação de Mestrado, PUC-RIO, 2005.
- Almeida, J.A., Azevedo, L. F. A., “Flow Visualization Study of Swirling Jet Impingement”, Anais do XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica (em CD-ROM), Belo Horizonte, MG, 1995.
- Martin, H., “Heat and Mass Transfer Between Impinging Gas Jets and Solid Surfaces, Advances in Heat Transfer”, pp 1-60, 1977.
- Ward, J., Mahmood, M., “Heat Transfer from a Turbulent, Swirling, Impinging Jet”, 7th Int. Heat Transfer Conference, pp. 401-408, 1982.