

ESCOAMENTO E TRANSFERÊNCIA DE CALOR PARA JATOS INCIDENTES ESPIRALADOS

Aluno: Gabriel Penna Cerqueira Pinto

Orientador: Luís F. A. Azevedo

Introdução

Jatos incidentes produzem as maiores taxas de transferência de calor que podem ser obtidas para escoamento monofásico. Por esta razão são encontrados diversos estudos sobre esta configuração na literatura. Jatos incidentes com uma componente circunferencial de velocidade superposta ao escoamento axial também encontram aplicações práticas. No entanto, uma análise da literatura revela contradições sobre a influência do componente circunferencial da velocidade sobre a troca de calor. Almeida e Azevedo (1995), 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 à placa influenciava a troca de calor. Abrantes (2005) realizou uma análise experimental de jatos espiralados, utilizando a técnica de PIV, para analisar detalhadamente o escoamento.

Objetivos

O presente trabalho faz parte de uma pesquisa mais ampla que tem como objetivo determinar as características de escoamento e transferência de calor da configuração formada por um jato circular de ar, espiralado, incidindo sobre uma superfície plana aquecida.

Metodologia

A seção de teste esquematizada na Fig. 1 foi projetada para permitir a medição do escoamento e dos coeficientes locais de transferência de calor ao longo da placa aquecedora. A placa de 400 x 400 mm. possuía um elemento de aquecimento na forma de uma folha de NiCr, com espessura de 0,025 mm colada à placa. As bordas da folha foram conectadas a uma fonte de alimentação DC, produzindo um fluxo de calor constante. Setenta termopares, com diâmetro 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.

A técnica empregada para medir as características do escoamento na experiência de jatos incidentes espiralados foi a velocimetria por imagem de partícula, PIV, que mede campos instantâneos de velocidade.

Foram conduzidos experimentos para diversos valores de H/d (de 1 a 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

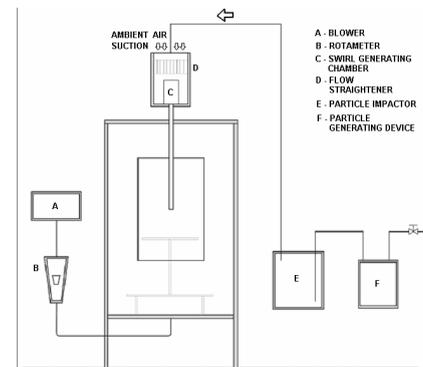


Figura 1 – Esquema de toda seção

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, Nu , foi avaliado dividindo-se o fluxo local de calor por unidade de área da 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

Na Fig. 2, são apresentados os campos de velocidade média no tempo com e sem rotação para um número de Reynolds de 21000 e $H/d=2$. Observa-se claramente, a reversão do escoamento ao longo do eixo de simetria no caso de rotação.

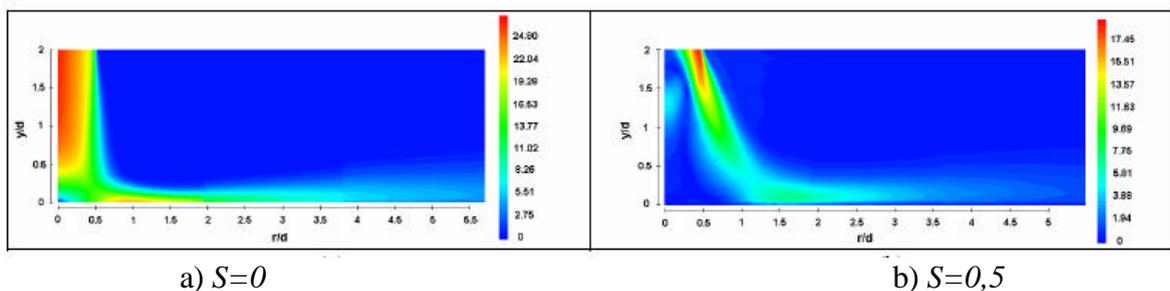


Figura 2 – Contorno de módulo de velocidade média no tempo, $Re=21000$, $H/d=2$.

Na Fig. 3, serão apresentados os resultados obtidos para transferência de calor na placa para um número de Reynolds de 21000 e diversos H/d . Os perfis mostram a distribuição radial do número de Nusselt local com rotação ($S=0,5$), adimensionalizados pelo número de Nusselt sem rotação ($S=0$), sendo a coordenada radial adimensionalizada pelo diâmetro do jato. Pela análise dos resultados, nota-se que a taxa de transferência de calor máxima ocorre para os jatos espiralados na região onde existe a provável presença de uma região de estagnação e recirculação próximo ao centro causa um decréscimo nas taxas de transferência de calor.

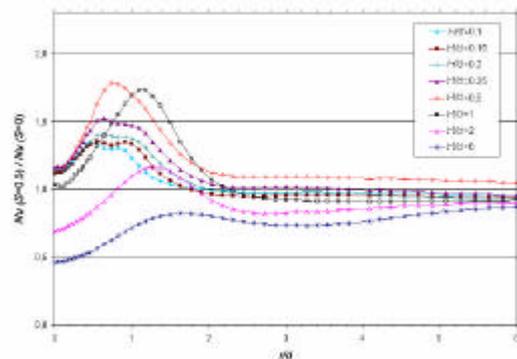


Figura 3 - Distribuição radial da razão $Nu(S=0,5)/Nu(S=0)$, $Re=21000$.

Conclusões

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 indicam que os picos na distribuição de Nusselt local estão associados a picos na intensidade de turbulência do escoamento.

Referências

1 - ABRANTES, J.K., Estudo do Escoamento e Transferência de Calor em um Jato Espiralado Incidente, Dissertação de Mestrado, PUC-RIO, 2005.

2 - ALMEIDA, J.A., AZEVEDO, L. F. A., Flow Visualization Study of Swirling Jet Impingement, XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, Belo Horizonte, MG, 1995 (CD-ROM).