



INIS-mf--7650

BR8206502

355

ANAIS	COBEM 81	PROCEEDINGS
	VI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECANICA	
	RIO DE JANEIRO, 15 - 18 de dezembro de 1981	
TRABALHO PAPER	N.º A-34	P.P. 355 - 362 PUC/RJ

MEDIDAS DE PRESSÃO ESTÁTICA E PERDA DE CARGA DO ESCOAMENTO
EM UM FEIXE DE SETE BARRAS COM ESPAÇADORES HELICOIDAIS

Marcos Coitinho Graça, Estudante
Henrique Ballve, Estudante
Eloí Fernandez y Fernandez, Professor Auxiliar
Pedro Carajilescov, Professor Associado
Departamento de Engenharia Mecânica - PUC/RJ

SUMÁRIO

O coeficiente de atrito e as distribuições da pressão estática, nas direções axial e transversal, da parede do duto hexagonal contendo um feixe de sete barras com espaçadores helicoidais, foram obtidos experimentalmente, utilizando-se um circuito aberto de ar. Os números de Reynolds situam-se entre 10^3 e 5×10^4 . Os coeficientes de atrito são comparados com correlações existentes. As distribuições da pressão estática demonstram que a mesma não é hidrostática em uma secção reta do escoamento. (autor).

SUMMARY

The friction factor and the static pressure distributions, in the axial and transversal directions, in the wall of the hexagonal duct, enclosing a seven wire-wrapped rod bundle, were experimentally measured, using an air opened loop. The Reynolds numbers are in the range 10^3 — 5×10^4 . The friction factors are compared to existing correlations. The static pressure distributions show that the static pressure is not hydrostatic in the cross section of the flow. (author).

1. Introdução

Diversas concepções de reatores nucleares do tipo LMFBR utilizam, como elementos combustíveis, feixes de barras, dotados de espaçadores helicoidais, de arranjo triangular, contidos em dutos hexagonais fechados, com o fluido refrigerante escoando entre as barras. Desta forma, nos últimos anos, o desempenho termohidráulico desta geometria tornou-se bastante importante. Diversos fatores geométricos e operacionais afetam este desempenho, tais como:

$$\frac{P}{D}, \frac{H}{D}, N, R_e$$

onde $D \equiv$ diâmetro das barras;

$P \equiv$ distância entre os centros das barras;

$H \equiv$ passo da hélice do espaçador;

$N \equiv$ número de barras em um elemento combustível;

$R_e \equiv$ número de Reynolds do escoamento.

O conhecimento do coeficiente de atrito é necessário para a previsão da queda de pressão no elemento combustível e da potência de bombeamento. Diversos estudos experimentais tem sido realizados para a sua obtenção, entre os quais podemos mencionar os trabalhos de Bishop e outros (apresentado na referência [1]), Rehme [2], Chiu e outros [3], e Arwika e Fenech [4]. Estes dados serviram de base para a dedução de diversas correlações empíricas (vide, por exemplo, referências [5], [2], [3], [4]). Entretanto, estes trabalhos não são conclusivos quanto à influência dos fatores mencionados, produzindo resultados razoáveis apenas em faixas restritas de valores dos mesmos, tornando necessária a coleta de um volume maior de dados experimentais, em faixas diferentes de valores de P/D , H/D , N e R_e .

A presença da helicoidal provoca um aumento na taxa de troca de calor e intensa mistura entre os subcanais adjacentes, devido ao forte escoamento transversal induzido. As distribuições da pressão estática nas barras e na parede do duto hexagonal servem como base para o estudo do escoamento transversal e para comparação com previsões obtidas com programas computacionais de projeto. Lafay e co-autores [6] mediram a pressão estática na parede de um duto de uma secção

de teste de 19 barras, enquanto que Arwikar e Fenech [4] e Fernandez e Carajilescov [7] obtiveram distribuições de pressão estática ao longo da circunferência das barras. Tais trabalhos são pioneiros nesta área e os resultados obtidos não são suficientes para a avaliação da influência dos diversos parâmetros geométricos envolvidos.

O presente trabalho consiste na obtenção de dados experimentais do coeficiente de atrito e da distribuição da pressão estática na parede do duto hexagonal de um feixe de sete barras com helicoidais, com o número de Reynolds, R_e , contido na faixa entre 1×10^4 e 5×10^4 , com os parâmetros geométricos $\frac{P}{D} = 1,20$ e $\frac{H}{D} = 15$.

2. Aparato Experimental

O aparato experimental consiste em um circuito aberto de ar, conforme apresentado na Fig. 1. A vazão de ar é obtida através de um tubo de Pitot localizado no tubo de alimentação da câmara plena. A temperatura do ar, na entrada desta câmara, também é medida durante a experiência.

A secção transversal da secção de testes, assim como o esquema de uma barra, podem ser vistos na Fig. 2.

Para a medida do coeficiente de atrito, foram instaladas 14 tomadas de pressão, na direção axial do duto hexagonal. A localização destas tomadas é feita de forma que todas se encontrem na mesma posição relativa à helicoidal. Desta maneira, pode-se garantir que a leitura feita reflete apenas a perda de carga axial, eliminando-se as diferenças de pressão existentes em uma mesma secção transversal do escoamento. A localização destas tomadas pode ser observada na Fig. 1.

A distribuição da pressão estática foi obtida na posição $L/D = 40$, a partir da entrada, com as tomadas de pressão estática localizadas conforme mostra a Fig. 2.

A simulação da variação da posição axial é feita através da rotação das barras, alterando-se, assim a posição da helicoidal relativa às tomadas de pressão.

Detalhes adicionais do aparato experimental podem ser obtidos na referência [8].

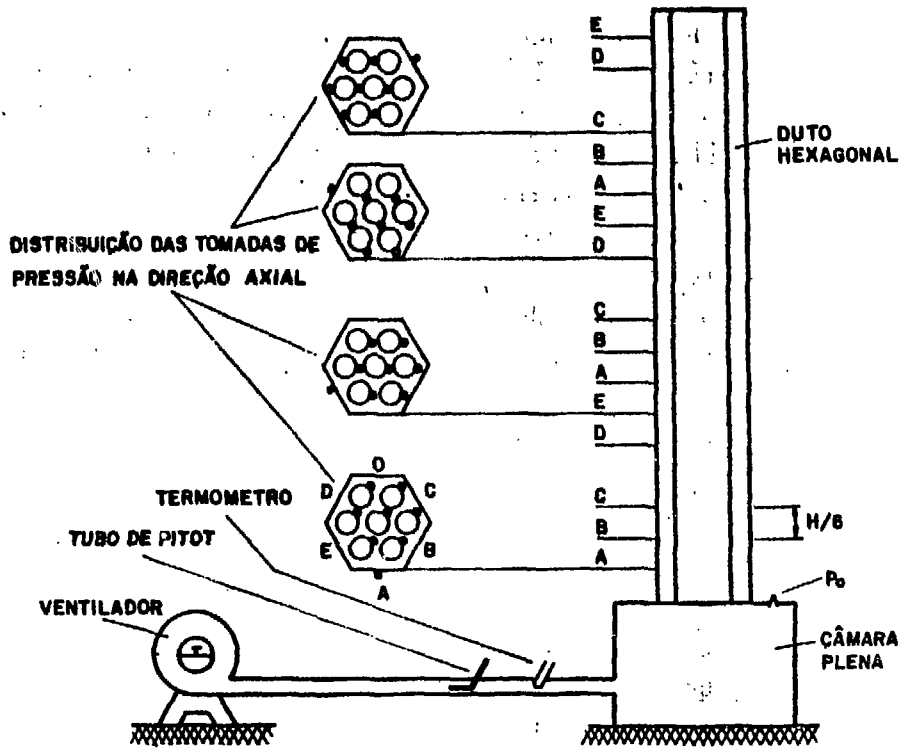


Fig. 1. Descrição do aparato experimental

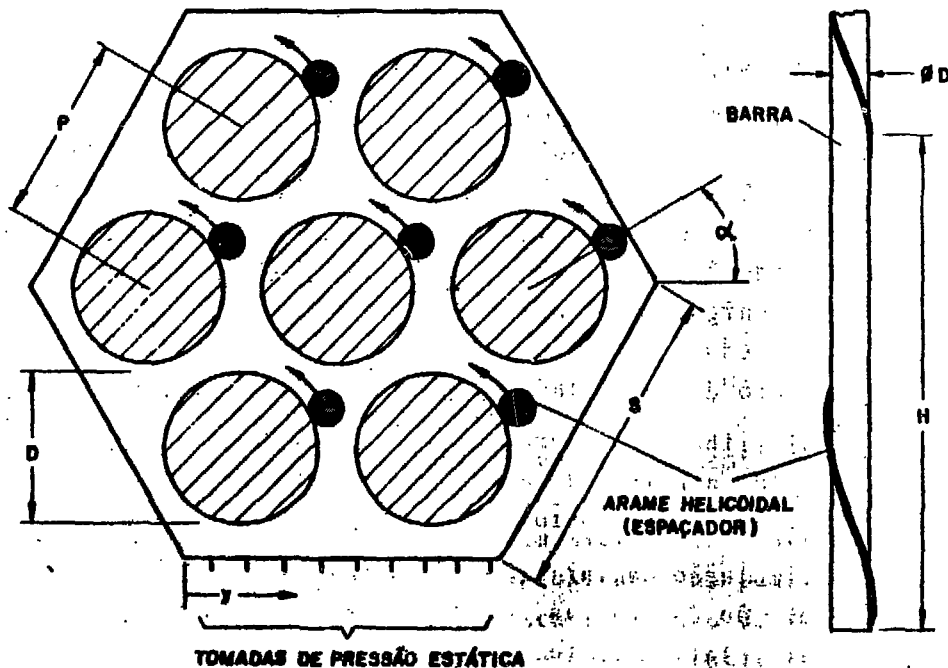


Fig. 2. Vista da secção transversal da secção de testes e de uma barra com helicoidal

3. Resultados

A distribuição axial de pressão, para $R_e = 4,85 \times 10^4$, é apresentada na Fig. 3. O espalhamento dos pontos experimentais deve-se ao fato de medidas terem sido efetuadas para diferentes posições relativas da hélice com respeito às tomadas de pressão. Esta figura ilustra a necessidade de uma colocação criteriosa destas tomadas, uma vez que a pressão, além de não ser uniforme na secção, varia com a posição da hélice. Os valores do coeficiente de atrito, f , foram obtidos pela expressão

$$f = - \frac{(\Delta \bar{p} / \Delta x) \times D_h}{\left(\frac{\rho \bar{u}^2}{2} \right)} \quad (1)$$

com o gradiente axial de pressão, $(\Delta \bar{p} / \Delta x)$, obtido utilizando o melhor ajuste dos pontos experimentais mostrados na Fig. 3. Valores de f são apresentados na Fig. 4, comparados com valores dados por diversas correlações empíricas. Observa-se que as correlações não representam bem os valores experimentais, demonstrando a necessidade de desenvolvimentos adicionais nesta direção.

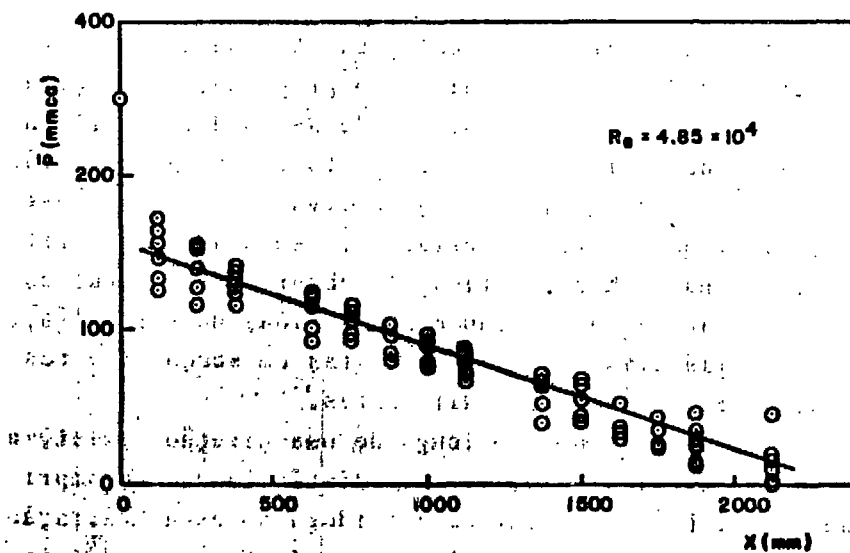


Fig. 3. Distribuição axial de pressão

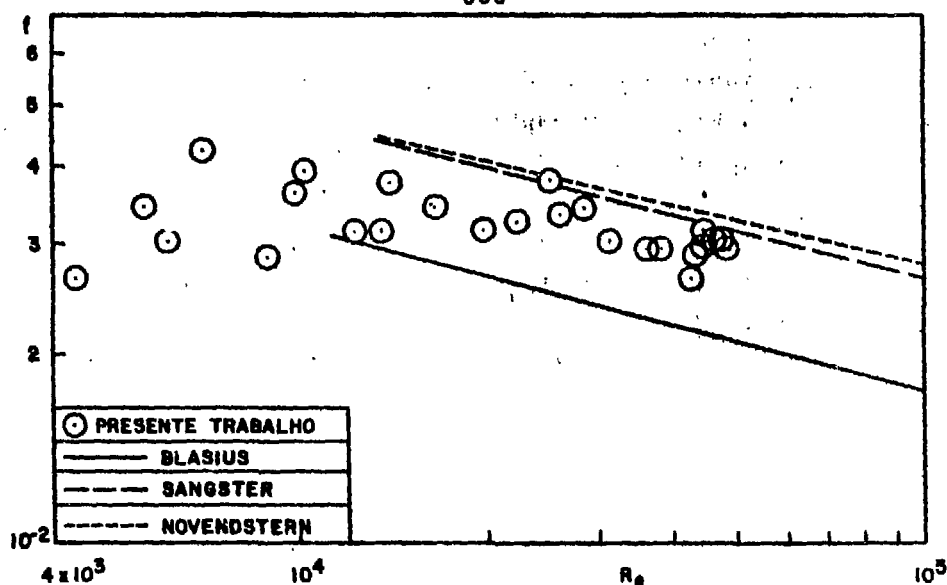


Fig. 4. Coeficiente de atrito em função do número de Reynolds

Distribuições da pressão estática na parede do duto, para diversos valores de Re e diferentes posições da helicoidal, encontram-se na Fig. 5, adimensionalizada na forma

$$p^* = \frac{p - \bar{p}}{\left[\frac{\rho U^2}{2} \right]} \quad (2)$$

onde \bar{p} é a pressão média na secção reta considerada. Observa-se que, através da adimensionalização proposta, as curvas tendem a ser independentes do número de Reynolds. A influência da posição da helicoidal com respeito à face onde estão as tomadas de pressão é claramente observada. Podemos, desta forma, concluir que a pressão estática, em uma secção reta do escoamento, não é hidrostática. As observações feitas estão, qualitativamente de acordo com as medidas de Lafay [6], embora as experiências tenham sido feitas em secções de teste com parâmetros geométricos diferentes.

A Fig. 6 mostra que, ao longo de uma direção axial, a pressão varia, ciclicamente, sobre a distância de um comprimento de hélice H . Não levar em consideração esta variação pode provocar a obtenção imprecisa do coeficiente de atrito para este tipo de geometria.

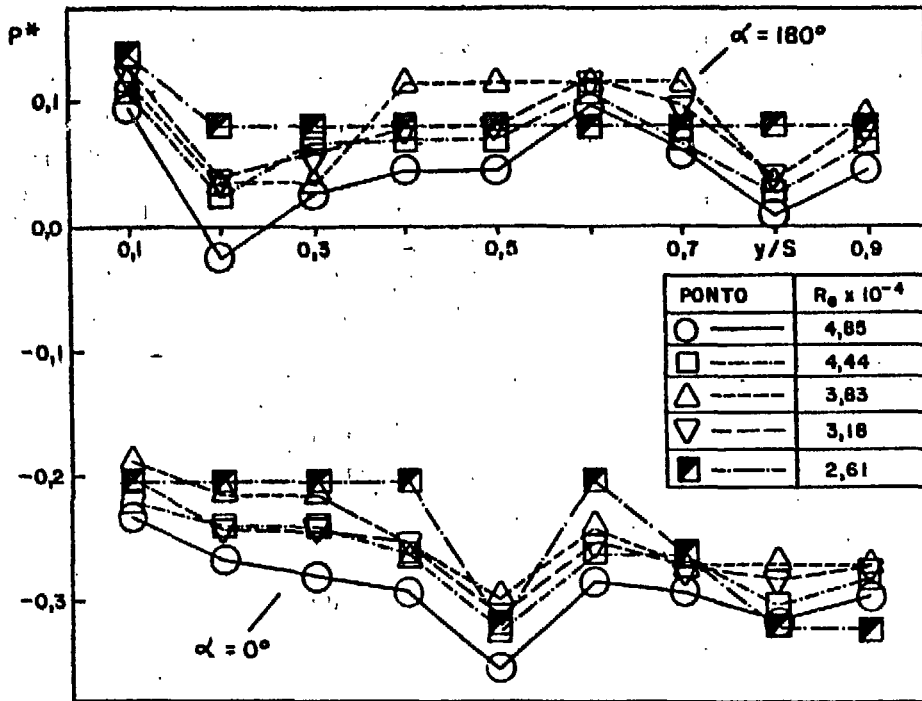


Fig. 5. Distribuição da pressão estática na parede do duto hexagonal

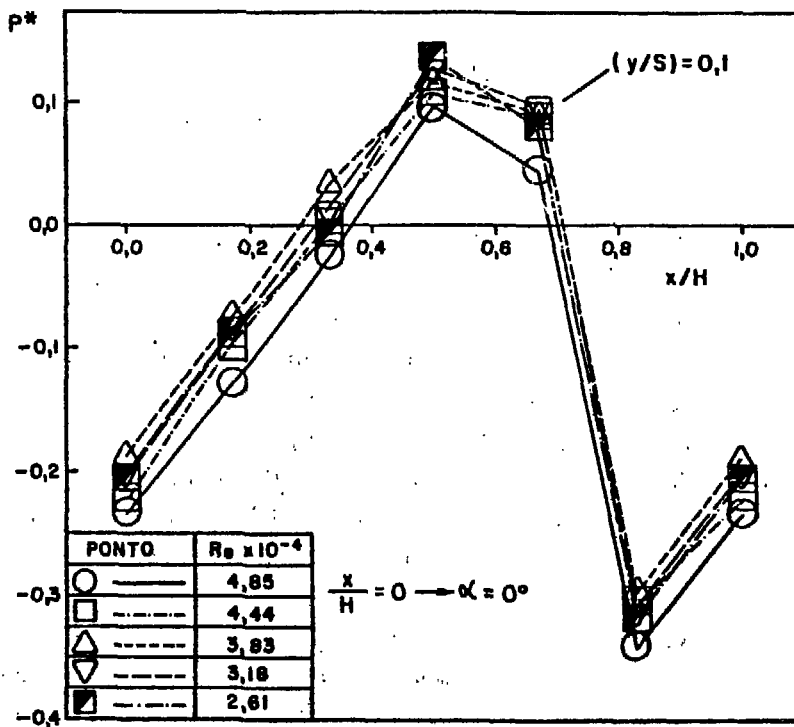


Fig. 6. Variação axial da pressão estática na posição $(y/S) = 0,1$

4. Agradecimentos

Este trabalho foi efetuado com o apoio financeiro da CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear, através do Sub-Programa "Desenvolvimento da Tecnologia de Reatores", Projeto "Reatores Rápidos".

REFERÊNCIAS

- [1] Tong, L.S., "Pressure Drop Performance of a Rod Bundle", em Heat Transfer in Rod Bundles, 1968 ASME Winter Annual Meeting (New York).
- [2] Rehme, K., "Pressure Drop Correlations for Fuel Element Spacers", Nuclear Technology, Vol. 17, (1973), pp.15-23.
- [3] Chiu, C. et al, "Pressure Drop Measurements in LMFBR wire wrapped Blanket Assemblies", Report COO-2245-42TR, MIT Nucl. Eng. Dept., (1977).
- [4] Arwikar, K. e Fenech, H., "Heat Transfer, Momentum Losses and Flow Mixing in a 61-Tube Bundle with wire-wrap", Nuclear Eng. Des., 55, (1979), pp. 403-417.
- [5] Novendstern, E.H., "Turbulent Flow Pressure Drop Model for Fuel Rod Assemblies Utilizing a Helical wire-wrap Spacer System", Nucl. Eng. Des. 22, (1972), pp. 19-27.
- [6] Lafay, J. et al., "Local Pressure Measurements in a Water 19-Rod Bundles Compared with FLICA II B Calculations: Influence of Helical wire-wrap Spacer System", Meeting on Liquid Metal Boiling Working Group, CEA-CONF-3491, Risley, UK (1975).
- [7] Fernandez, E.F. e Carajilescov, P., "Static Pressure Distribution in a Seven wire-wrapped Rod Bundle", Trans. ANS., Vol. 33, (1979), p. 633.
- [8] Ballve, H. et al., "Medidas da Pressão Periférica Local e da Queda de Pressão em um Feixe de Barras de Arranjo Triangular com Espaçadores Helicoidais", RI-DEM-04/81, PUC/RJ, (1981).