

MEDIÇÕES DO ESCOAMENTO TURBULENTO EM TUBOS NA PRESENÇA DE POLÍMEROS REDUTORES DE ATRITO

Aluno: Renato Bichara Vieira
Orientador: Luiz Fernando Alzuguir Azevedo

Introdução

A redução de atrito por adição de polímeros pode oferecer grandes vantagens econômicas, como a diminuição de potência de bombeamento necessária e de investimentos em ampliação de instalações. O fenômeno da redução de atrito em canais e tubos se manifesta como uma mudança na relação entre queda de pressão sobre o canal e a vazão do escoamento, e pode ser definido de duas maneiras, a vazão constante e a pressão constante. Os objetivos deste trabalho foram analisar a influência da adição de polímeros na redução de atrito em escoamento em dutos, aplicar técnicas ópticas para a medição do campo de velocidade do escoamento e melhorar os efeitos de refração devido à superfície curva do tubo.

Metodologia

A técnica *PIV - Particle Image Velocimetry* – foi usada para a visualização do campo de velocidade do escoamento. Essa técnica consiste em colocar no escoamento partículas traçadoras fluorescentes, que serão visualizadas pela câmera após serem iluminadas pelo laser. Para tanto, deve-se iluminar a região onde se deseja obter o campo de velocidades do escoamento com o plano de laser, então duas imagens devem ser capturadas por uma câmera de alta resolução posicionada ortogonalmente à seção de visualização, com um pequeno espaço de tempo entre as duas capturas. As imagens capturadas passarão então por um processamento que irá gerar os campos de velocidade. Foram usados para a realização do PIV, um Laser Nd-YAG de dupla cavidade de 120 mJ e 532 nm, com frequência de aquisição de 15Hz, uma caixa de visualização octogonal, uma câmera TSI 4MP com resolução de 2048x2048 pixels, duas lentes objetivas Nikkor 60 mm, um sincronizador e partículas traçadoras esféricas de vidro ocas de 13 μ m com revestimento de prata. O processamento de imagem utilizado para a obtenção dos campos de velocidade foi um algoritmo de múltiplos conhecido como Nyquist Recursivo, e uma validação local dos vetores pelo método de média local.

Em seguida, utilizando os resultados obtidos para os campos de velocidade, foi-se capaz de calcular o fator de atrito, e sua respectiva redução devido à adição da solução polimérica, Poliacrilamida Superfloc A110 (Cytec Industries).

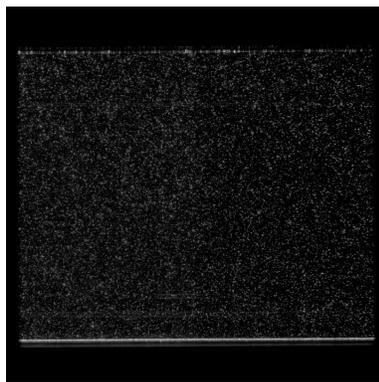


Figura 1: Imagem capturada pela técnica PIV.



Figura 2: Campo de velocidade instantâneo.

A Fig. 1 nos mostra uma imagem das partículas traçadoras em uma solução líquida em meio ao escoamento e a Fig. 2 nos mostra um exemplo de um campo de velocidade instantâneo medido com a técnica PIV para um escoamento de água com número de Reynolds de $7,94 \times 10^4$.

Resultados

Foram coletados resultados para diferentes faixas de vazão no escoamento turbulento, utilizando inicialmente um escoamento de água pura, para efeito de comparação, e depois um escoamento com uma solução do polímero redutor de atrito em água, a 20ppm em massa.

Os resultados para os campos de velocidade e para os fatores de atrito foram analisados, e nos fornecem uma grande quantidade de dados, dentre os quais podemos destacar:

- Aumento da redução do fator de atrito com o aumento do número de Reynolds;
- Aumento significativo da velocidade devido à presença do polímero;
- Aumento nos valores da componente de flutuação da velocidade axial na região próxima à parede do tubo causada pelo polímero;
- Atenuação das flutuações da velocidade radial em todas as regiões investigadas;
- Decréscimo na tensão de Reynolds nas regiões intermediárias entre a parede e a linha de centro;
- Diminuição na correlação entre as velocidades axial e radial especialmente para os maiores valores de Reynolds.

Conclusões

Os resultados obtidos permitem a confirmação do método de PIV como uma técnica óptica de visualização do escoamento não intrusiva que gera informações estatísticas do escoamento turbulento com boa resolução espacial. As medições dos campos de velocidade instantâneos e das estatísticas turbulentas de um escoamento turbulento totalmente desenvolvido em uma solução polimérica nos mostraram que a presença do aditivo polimérico produz alterações na estrutura do escoamento turbulento junto à parede, especialmente na camada de amortecimento.

Tais resultados apresentam boa concordância com outros resultados encontrados na literatura obtidos utilizando outras técnicas de medição do perfil de velocidades e estatísticas turbulentas do escoamento.

Referências

- Gyr & Bewersdoff (1995)
- den Toonder (1995)
- Andreotti (2002)
- Ptasinski (2002)
- White & Mungal (2008)