

VISUALIZAÇÃO DO ESCOAMENTO DE UMA BOLHA DE TAYLOR COM EQUIVALÊNCIA DE ÍNDICE DE REFRAÇÃO FLUIDO/TUBO

Aluno: Pedro Gabriel Tavares Vieira
Orientador: Luis Fernando Alzuguir Azevedo

Introdução

Este estudo foi baseado na visualização de uma bolha de ar ascendente numa tubulação vertical com o fluido líquido estagnado. Este tipo de escoamento é conhecido como escoamento bifásico de uma bolha de Taylor. Foram utilizadas técnicas de iluminação para detecção das fases ar e líquido e a utilização de uma solução que tem o mesmo índice de refração da tubulação utilizada, visando tanto um melhor contraste das fases como também a eliminação de distorções ópticas. Para este fim, foi utilizada uma seção de teste já presente no laboratório.

Objetivo

Objetivo deste trabalho foi a utilização de técnicas de visualização para escoamentos bifásicos ar-líquidos. A primeira técnica baseia-se na iluminação de fundo por uma matriz de LED's. A segunda foi a preparação e utilização de uma solução de Iodeto de Sódio (NaI), assim igualando o índice de refração da tubulação de acrílico utilizada.

Seção de Testes

A seção de testes utilizada consistia em uma tubulação de acrílico de 32mm de diâmetro externo, com 3mm de espessura e comprimento de 1 metro. Uma estrutura de perfis de alumínio extrudado (Bosch) foi montada para a sustentação da tubulação. Um reservatório de acrílico foi fixado em uma das extremidades do tubo para o armazenamento do fluido líquido. Na outra extremidade foram adaptadas duas válvulas para a produção das bolhas de ar. Uma caixa de visualização foi montada próximo à extremidade superior do tubo.

Técnica de Iluminação de Fundo

Esta técnica consiste numa iluminação uniforme e de fundo a partir de uma matriz de LED's de alta capacidade de iluminação. Essa técnica proporciona o contraste das bolhas de ar presentes no escoamento. O escoamento é iluminado com uma fonte constante de luz por trás, para que os espaços preenchidos por ar ganhem uma coloração mais escura do que restante da imagem preenchida por fluido líquido, tornando a interface líquido-ar mais nítida e com maior contraste.

Solução de Iodeto de Sódio (NaI)

A fim de se resolverem os problemas ópticos já tratados neste relatório, há algum tempo tem-se utilizado (Uzol *et al*, 2001), em pesquisas relacionados a medição de escoamentos, a solução de NaI em água que reduz significativamente os problemas de distorções ópticas relacionados a diferença de índices de refração entre o fluido e a tubulação. No trabalho de Uzol *et al*, 2001, foi utilizado uma concentração de 64% em massa de NaI. Com isso, foi obtido o índice da solução de 1.49, igualando ao índice do tubo de acrílico. Um dos problemas desta solução é a formação de íons de I_3^- em presença do oxigênio de da luz. Porém a estabilização da solução é obtida através da adição de 0.1% em massa de Tiosulfato de Sódio ($Na_2S_2O_3$).

Metodologia aplicada no processo de visualização da bolha de Taylor

Para implementação da técnica de visualização da bolha, foi utilizado um painel composto por 120 LED's. Esse painel era alimentado por uma fonte de corrente contínua. A bolha de ar era produzida manipulando-se as válvulas e permitindo a entrada de ar em contrapartida com a saída da solução. O tamanho da bolha desejado era controlado pela drenagem do fluido, abrindo a válvula inferior e posicionando um béquer graduado onde era medido o volume do fluido que saía e conseqüentemente o volume da bolha que seria formada. As imagens da bolha e do fluido foram capturadas por uma câmera de alta frequência, modelo Motion Pro-X3. Foram obtidas cerca de 2000 imagens por experimento, com uma taxa de aquisição de 1500 quadros por segundo. Vale ressaltar que em razão da alta frequência de aquisição das imagens, estas apresentavam um alto nível de detalhamento, permitindo uma análise mais exata dos fenômenos físicos ocorrentes.

Conclusão e resultados obtidos

O presente trabalho possibilitou validar a utilização do sal NaI, em solução aquosa, como principal instrumento de redução das distorções ópticas produzidas pela diferença entre o índice de refração entre o fluido (água) e o acrílico. As imagens obtidas com a técnica de iluminação e com a solução salina de NaI foram de maior contraste e definição da interface entre as duas fases, quando comparadas com as imagens obtidas por Rabello (2007). Além disso, as bordas escuras presentes nas imagens de Rabello (2007) na parede interna do tubo foram totalmente eliminadas através da igualação dos índices de refração. Com isso, a definição da parede interna da tubulação através de um processamento de imagens irá ocorrer de forma mais exata, trazendo benefícios na utilização de técnicas futuras, como Velocimetria por Imagem de Partícula (PIV).

Referências

- [1] - RABELLO, P.C.. **Visualização e velocimetria de escoamento Bifásicos Utilizando fluorescência induzida a lazer**. Rio de Janeiro 2007. Monografia de trabalho final –Faculdade de Engenharia Mecânica -Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ)
- [2] – UZOL, O., CHOW, Y.-C., KATZ, J., MENEVEAU, C.. **Unobstructed particle image velocimetry measurements within an axial turbo-pump using liquid and blades with matched refractive indices**. Journal of Experiment and Fluids, vol.33, n. 3, 2002.