

ESTUDO DO ESCOAMENTO BIFÁSICO AR-ÁGUA, ANULAR, HORIZONTAL, EMPREGANDO TÉCNICAS ÓPTICAS ESTEREOSCÓPICAS DE ALTA FREQUÊNCIA

Aluno: Carlos Eduardo Rodrigues
Orientador: Luiz Fernando Alzuguir Azevedo

Introdução

O escoamento anular bifásico está presente em diversas atividades industriais, como reatores nucleares, evaporadores, condensadores e em dutos de transporte de petróleo. Este tipo de escoamento é caracterizado pelo gás que escoar pelo centro do duto carregando gotículas de líquido enquanto a fase líquida escoar na parede do tubo. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma técnica de visualização transversal instantânea do escoamento anular de ar-água utilizando uma montagem estereoscópica.

Metodologia

Foi utilizada a técnica *PLIF* – *Planar Laser Induced Fluorescence*, na qual uma substância com fluorescência induzida é dissolvida ao líquido do escoamento. Ao iluminar um plano do escoamento um feixe de laser monocromático a substância fluoresce em um comprimento de onda superior [1]. Duas câmeras digitais de alta velocidade foram posicionadas a 45° em relação à seção de teste, registrando imagens do escoamento em ângulo. Para bloquear a luz verde refletida na interface água-ar, que gera problemas de visualização, é necessária a utilização de filtros ópticos passa alta na frente de cada câmera. O arranjo óptico montado é ilustrado na Fig. 1.

Foram capturadas 6500 imagens, com frequências de 250 Hz e 2000 Hz, em cada experimento. Para reduzir distorções ópticas geradas por diferentes índices de refração, foi usado um tubo de FEP (*Fluorinated Ethylene Propylene*), um material com um índice de refração muito próximo ao da água [2]. O escoamento se desenvolveu ao longo de um tubo com 4 m de comprimento e 15,8 mm de diâmetro.

Foi calculado um polinômio de calibração e um de correção de distorção em um algoritmo desenvolvido em MATLAB®, que utiliza a informação de uma malha de pontos radialmente espaçados na face do calibrador introduzido inicialmente na seção, como pode ser visto na Fig. 2.

Após a correção de distorção das imagens da direita e da esquerda, estas são unidas. Após esta etapa a imagem resultante é binarizada. O próximo passo é calcular a espessura do filme líquido em todas as posições radiais utilizando outro algoritmo desenvolvido em MATLAB®. Um exemplo típico do processamento das imagens pode ser visualizado na Fig. 3.

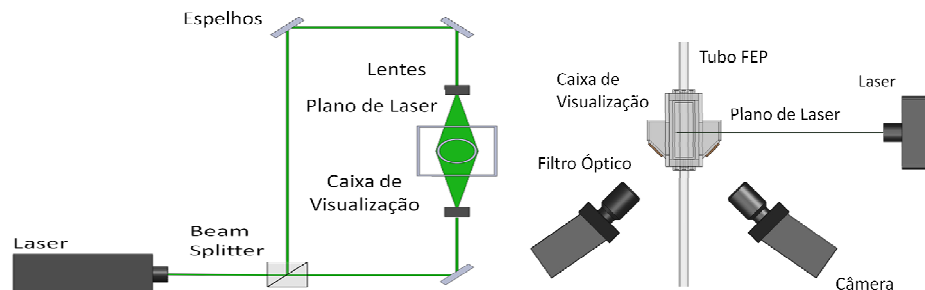


Figura 1: Visão esquemática do arranjo óptico montado.

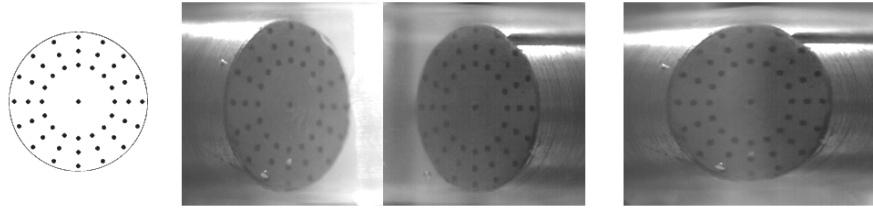


Figura 2: Alvo de calibração, imagens do alvo capturadas pelas câmeras da esquerda e da direita e imagem resultante distorção e união das duas câmeras.

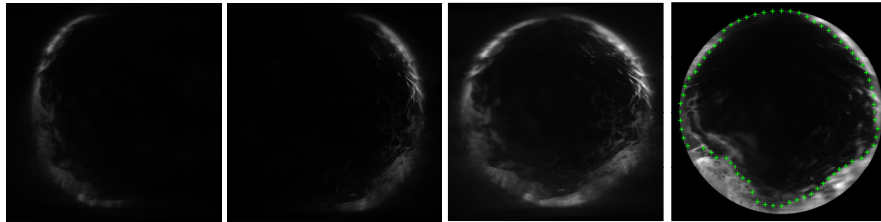


Figura 3: Imagens capturadas pelas câmeras da esquerda e da direita, imagem do escoamento resultante da distorção e união das duas câmeras e imagem final com as sondas radiais superpostas.

Resultados

Ao todo, 15 pares de vazões de ar e água para o escoamento anular horizontal foram estudados. A técnica desenvolvida permite que a espessura de filme líquido seja calculada instantaneamente em toda a circunferência do tubo. Os resultados obtidos utilizando a técnica de visualização estereoscópica foram coerentes com aqueles obtidos pela técnica de visualização longitudinal [1], onde apenas a imagem do filme inferior é registrada.

Conclusões

A técnica empregada permite uma visualização transversal instantânea de todo o tubo, o que auxilia no entendimento das dinâmicas do escoamento e permite a comparação com diversos estudos da literatura.

Referências Bibliográficas

- 1 - Rodrigues, C.E., Dreux, B. B., Farias P. S. C. e Azevedo L. F. A. Caracterização do escoamento anular horizontal ar-água com técnica óptica estereoscópica. **CREEM**, 2010.
- 2 - Rodríguez, D. J. & Shedd, T. A. Cross-sectional imaging of the film in horizontal two-phase annular flow. **ASME Heat Transfer/Fluids Engineering Summer Conference**, Charlotte, North Carolina, USA. July, 2004.
- 3 - Hewitt, G. F., Jayanti, S. & Hope, C. B. Structure of thin Liquid films in Gas-Liquid Horizontal Flow. **Int. J. Multiphase Flow**, Vol. 16, 1990.
- 4 - Taitel, Y., Dukler, A.E. A model for predicting flow regime transitions in horizontal and near horizontal gas – liquid flow. **AIChE Journal**, 22 (1), 47 – 55, 1976.