

Resumo

A presente tese tem como objectivo o estudo experimental do escoamento de bolhas gasosas tubulares, também designadas por bolhas de Taylor, em fluidos não-Newtonianos. Analisa-se o escoamento em torno de bolhas isoladas em ascensão em colunas verticais de soluções estagnadas de Carboximetilcelulose (CMC) e de Poliacrilamida (PAA) em água, com diferentes percentagens mássicas de polímero.

São feitos estudos iniciais de visualização, aplicando uma técnica desenvolvida por Campos e Guedes de Carvalho (1988), com o objectivo de obter uma ideia qualitativa do escoamento do líquido na esteira das bolhas. A partir destes estudos é feita uma selecção de condições chave. Para as condições escolhidas, analisa-se o escoamento do líquido em torno e na esteira das bolhas empregando uma técnica simultânea de Velocimetria por Imagens de Partículas (PIV) e de Ombroscopia. Esta técnica, desenvolvida para este estudo, permite obter simultaneamente o campo de velocidade e a forma da bolha, resolvendo problemas ópticos descritos anteriormente na aplicação de PIV a escoamentos bifásicos.

O escoamento em torno do "nariz" da bolha, na película de líquido em torno da bolha e na esteira é descrito e comparado entre as várias soluções estudadas e com resultados obtidos de modelos simples.

São realizados estudos de coalescência de pares de bolhas de Taylor subindo simultaneamente em algumas das soluções analisadas com PIV/Ombroscopia. A distância entre bolhas e as suas velocidades são determinadas com o auxílio de díodos laser e células fotovoltaicas. É analisada a interacção entre bolhas e relacionada com os campos de escoamento obtidos pela técnica de PIV/Ombroscopia.

Abstract

The objective of this thesis is the experimental investigation of the flow of long tubular gas bubbles, also called Taylor bubbles, in non-Newtonian fluids. The flow patterns around isolated bubbles rising in vertical columns of stagnant solutions of Carboxymethylcellulose (CMC) and Polyacrylamide (PAA) in water are studied, using different weight percentages of polymer.

Preliminary visualisation studies are conducted, applying a technique developed by Campos and Guedes de Carvalho (1988), in order to obtain a general idea of the liquid flow in the wake of the bubbles. From these studies, a selection of some key conditions is made. For these conditions the liquid flow around the bubbles is analysed, applying Particle Image Velocimetry (PIV) and Shadowgraphy Technique (ST) simultaneously. This technique was developed for this work, and allows for the simultaneous acquisition of the velocity field and bubble shape,

thereby solving optical problems previously encountered and described in applications of PIV to two-phase flows.

The flows around the nose of the bubble, in the annular liquid film and in the bubble wake are described and compared - for the different solutions studied and with the results obtained from simple models.

Coalescence studies are performed with pairs of Taylor bubbles rising simultaneously in some of the solutions analysed with PIV/ST. The distance between bubbles and their velocities are determined with the use of laser diodes and photocells. The interaction between the consecutive bubbles is analysed and related with the velocity fields obtained with PIV/ST.