บทคัดย่อ

229466

การไหลแบบสองเฟสเป็นการไหลที่สามารถพบได้ทั่วไปในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท ซึ่งนักวิจัยและวิศวกรออกแบบต้องเข้าใจถึงความรู้พื้นฐานของการไหลสองเฟสอย่างลึกซึ้งเพื่อการออกแบบ การควบคุม รวมถึงการปรับปรุงสมรรถนะในระบบต่าง ๆ เหล่านั้นเพื่อทำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ในงานวิจัยนี้จึงได้พยายามพัฒนาเทคนิคการวัด 2 แบบคือ เทคนิค Wire Mesh Tomography (WMT) และเทคนิคเลเซอร์ไดโอด

สำหรับเทคนิค WMT ใช้หลักการของการวัดความแตกต่างการนำไฟฟ้าของของไหลทั้งหน้าตัดการไหล ในงานวิจัยนี้ เราได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อคำนวณพารามิเตอร์ที่สำคัญจากข้อมูลที่บันทึกได้จาก WMT เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการถ่ายภาพ โดยพารามิเตอร์เหล่านี้ประกอบด้วย Local void fraction ความเร็วของฟองก๊าซและขนาดฟองก๊าซ เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว พบว่าข้อมูล Void fraction เฉลี่ยทั้งปริมาตรที่สนใจในช่วง Void fraction ไม่เกิน 9% มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงระหว่าง ±20% ความเร็วฟองก๊าซเฉลี่ยทั้งปริมาตรที่สนใจในช่วงระหว่าง 250-350 mm/s มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงระหว่าง ±10% และขนาดฟองก๊าซเฉลี่ยทั้งปริมาตรที่สนใจในช่วงขนาดฟองก๊าซระหว่าง 2-8 mm มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงระหว่าง ±20%

สำหรับเทคนิคเลเซอร์ไดโอดอาศัยหลักการที่แสงจะหักเหไปเมื่อผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางคนละชนิดที่มีดัชนีหักเหทางแสงไม่เท่ากัน และความต่างศักย์จากวงจรโฟโต้ไดโอดจะแปรผันตามปริมาณพลังงานของเลเซอร์ที่มาตกกระทบไดโอด ซึ่งเราได้ทำการสอบเทียบอุปกรณ์กับรัศมีความโค้งของฟองอากาศขนาดต่างๆ โดยการสร้างแบบจำลองฟองอากาศขึ้นมาจาก Polydimethylsiloxane (PDMS) ซึ่งเป็นแนวทางใหม่ของการสอบเทียบแบบหนึ่ง จากผลการสอบเทียบเราทราบระยะจากปลายยอดฟองที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าลดลงจนใกล้ศูนย์ โดยระยะดังกล่าวจะแปรผกผันกับขนาดของรัศมีความโค้งของผิวฟองอากาศซึ่งสามารถสร้างเป็นสมการที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระยะดังกล่าวและรัศมีความโค้งของผิวฟองอากาศได้ หลังจากนั้นหากนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ระยะจากยอดฟองต่าง ๆ มาทำ normalization ด้วยความต่างศักย์เมื่อลำเลเซอร์อยู่ที่ยอดฟองสำหรับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และด้วยระยะทั้งหมดที่ความต่างศักย์ลดลงจนเป็นศูนย์สำหรับระยะทางแล้ว ความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ของทุกขนาดฟองอากาศจะสอดคล้องกัน ดังนั้นหากนำเอาอุปกรณ์ไปวัดในการไหลจริง ๆ สำหรับกรณีที่ฟองอากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ลักษณะการลดลงของสัญญาณของทุกขนาดฟองอากาศตามเวลา (กรณีความเร็วคงที่ ระยะทางและเวลาจะสัมพันธ์กันโดยตรง) ก็จะสอดคล้องกันหมด อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ได้ลองนำเอาอุปกรณ์ไปวัดการไหลของฟองอากาศในของเหลวจริงด้วย แต่ผลที่ได้มีความผิดพลาดมากซึ่งอาจจะเกิดจากการควบคุมการทดลองที่ยังทำได้ไม่ดีรวมทั้งความเร่งของการเคลื่อนที่ของฟองอากาศที่อาจจะมีค่าค่อนข้างสูง

Abstract

229466

Two-phase flow is important phenomena in various industries. The knowledge of its flow characteristics is crucial for designing, operating, and improving two-phase liquid equipments to enhance their efficiency. This study aims to develop two measurement techniques for air-liquid flow, and they are Wire Mesh Tomography (WMT) and laser-diode based system.

The principle of WMT is measuring electrical conductivity of flow that is different for liquid and gas between a pair of crossing wires. In this study, the computer programming based on DELPHI is developed to calculate local void fraction, bubble size and bubble diameter. After that, the quantities taken from WMT are verified with those taken from photographing technique. It is found that the accuracy of cross-sectional void fraction in the range less than 9% is within ±20%, the accuracy of bubble velocity in the range of 250-350 mm/s is within ±10%, and the accuracy of bubble size in the range of 2-8 mm is within ±20%.

Laser-diode based system is operated based on the principle that light refracts at contact surface between two mediums that have different refractive indices, and an amount of voltage induced in a diode circuit varies with an amount of laser falling on a photodiode. This study aims to calibrate the system for measuring a curvature of single air bubble rising in liquid. Various sizes of air bubble model are developed from Polydimethylsiloxane (PDMS) polymer which technique is new in this research field. From the calibration, it is found that the distance which voltage dropped to zero was varied with the radius of curvature of bubble, and the smaller radius of curvature has longer distance. When the voltage is normalized with that when the laser beam is above the bubble and the distance is normalized with that voltage drops to zero, the normalized relationship for all experimented bubble sizes becomes similar. Thus, if the laser-diode based system is employed to measure a constant speed bubble, the normalized relationship between voltage and time will be similar as well. In addition, the real employment of this laser-diode based system for the real bubbly flow is also tried, and the results of radius of curvature and bubble speed are compared with those taken from photographing technique. However, the results are not agreed and have large deviation. This might happen due to the experiment is not well controlled and the bubbles may rise up with high acceleration.