

รหัสโครงการ :

BGJ/02/2544

ชื่อโครงการ : ผลของความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางที่มีผลต่อรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบหมุนตามแนวรัศมี

ชื่อนักวิจัยและสถาบัน : รองศาสตราจารย์ ดร. ประดิษฐ์ เทอดทูล

นายณรงค์ วาวว

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

E-mail Address : pradit@eng.cmu.ac.thwao.narong@hotmail.com

ระยะเวลาโครงการ : 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2544 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2546

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ศึกษาถึงผลของความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางที่มีผลต่อรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบหมุนตามแนวรัศมี ส่วนทำระเหยและครึ่งหนึ่งของส่วนกันความร้อนของท่อความร้อนทำด้วยหลอดแก้วใส ส่วนควบแน่นและครึ่งหนึ่งของส่วนกันความร้อนทำด้วยท่อทองแดง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 11 มิลลิเมตร สารทำงานที่ใช้คือ R123 อัตราส่วนการเติม 60% ของปริมาตรส่วนทำระเหย อัตราส่วนสนัดเท่ากับ 5 และ 20 ท่อ RRHP วางตัวตามแนวอนกับรัศมีการหมุน ความเร็วรอบการหมุนซึ่งทำให้ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางเท่ากับ $0.2g$ $1g$ $3g$ และ $7g$ ($g=9.81 \text{ m/s}^2$) อุณหภูมิการทำงานเท่ากับ 90°C มุมเอียงการทำงานทำมุม 90, 50 และ 0 องศา จากแนวระดับตั้งฉากกับรัศมีการหมุน ระบายความร้อนออกจากส่วนควบแน่นด้วยอากาศ ขณะที่ส่วนทำระเหยให้ความร้อนด้วยขดลวดไฟฟ้า บันทึกภาพรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบหมุนตามแนวรัศมีด้วยกล้องดิจิทัลเป็นบางเวลาและกล้องถ่ายภาพวิดีโอ วัตถุประสงค์การถ่ายเทความร้อนโดยวิธีความร้อนที่ป้อนให้ลบความร้อนสูญเสียจากส่วนทำระเหย ผลการทดลองพบว่า มุมเอียงมีผลต่อรูปแบบการไหลคือ รูปแบบการไหลที่ส่วนบนของส่วนทำระเหยเป็นแบบ annular flow โดยความหนาของฟิล์มลดลงอย่างช้าๆ เมื่อมุมเอียงลดลง ที่ส่วนกลางและส่วนล่างของส่วนทำระเหยเมื่อมุมเอียงเพิ่มขึ้นจาก 50-90 องศา รูปแบบการไหลเป็นแบบ bubble flow โดยมีขนาดของฟองไหลลดลง ซึ่งก็คือ ตัวเลขของบอนด์ (Bond number) ลดลงอย่างช้าๆ ขณะที่มุมเอียงลดลงจาก 50-0 องศา รูปแบบการไหลที่ส่วนกลางและส่วนล่างของส่วนทำระเหยเป็นแบบ Annular flow โดยความหนาฟิล์มด้านบนลดลงอย่างรวดเร็ว ความเร่งเนื่องจากการหมุนมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบหมุนตามแนวรัศมี โดยค่า g จะมีผลกระทบต่อขนาดของฟองไอที่เกิดขึ้นรวมทั้งปริมาณของเหลวที่ไหลย้อนกลับมายังส่วนทำระเหย อัตราส่วนสนัดมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบหมุนตามแนวรัศมี โดยค่าอัตราส่วนสนัดจะมีผลกระทบต่อการรวมตัวของฟองไอและการเคลื่อนตัวของฟองไอให้หลุดพ้นจากแอ่งของเหลว จากการวิจัยนี้ทำให้สามารถเขียนบทความเพื่อขอรับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติได้ 1 บทความ

คำหลัก ท่อความร้อนแบบหมุนตามแนวรัศมี รูปแบบการไหล ความเร่งสู่ศูนย์กลาง

Project Code : BGJ/02/2544

Project Title : Effect of Rotational Acceleration on Internal Flow Patterns of Radially Rotating Heat Pipe at Normal Operating Condition

Investigator : Assoc. Prof. Dr. Pradit Terdtoon

Mr. Narong Waowaew

Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering Chiang Mai University

E-mail Address : pradit@eng.cmu.ac.th

wao_narong@hotmail.com

Project Period : 1 May 2001 To 30 April 2003

Abstract

The research was undertaken to study the effect of rotational acceleration of radially rotating heat pipe (RRHP) on its internal flow patterns. The studied RRHP employed transparent glass tube as the whole part of evaporator section and lower half of the adiabatic section to enable the visualization of the internal flow pattern. The remaining part of condenser section and also upper half of the adiabatic section was made from copper tube. The selected internal diameter was 11 mm. R123 was used as working fluid with the filling ration of 60% (of evaporator section). The aspect ratios were 5 and 20. The RRHP lied with the axis of rotational radius (90 degree). The selected rotational acceleration was corresponded to 0.2g, 1g, 3g and 7g respectively ($g=9.81 \text{ m/s}^2$). The working temperature was controlled at 90°C and the inclination angles were 90, 50 and 0 degree. Electrical heater was employed as heat source at the evaporator section while the condenser section was naturally cooled. Digital camera was used to record the internal flow pattern at any specified time but the continuous flow pattern was monitored by a video camera. Heat transfer rate was obtained from the heat input and the heat lost from the heat pipe itself. It is found from the experimental results that the inclination angle affects the internal flow patterns of the RRHP. As the angle decreases from 90 to 0 deg, the flow pattern at the upper part of the evaporator section remains at annular flow with the film thickness decreases. It is found that the inclination angle of 50 degree is an important position. As the angle decreases from 50 to 0 deg, the flow patterns at the middle and the lower parts approaches the annular flow. However, as the angle increases from 50 to 90 deg, the flow patterns are bubble flow with the vapor sizes decreases, i.e. Bond number decreases, resulting in higher heat flux. The effect of the rotational acceleration on the internal flow pattern can be explained as, the higher the g, the

9

smaller the bubble sizes as well as the returning condensate is thinner resulting in higher heat transfer rate. The aspect ratio affects the internal flow patterns such that, the higher the aspect ratio, the vapor bubbles in liquid pool tend to merge with each other and escape from the liquid pool resulting in lower heat flux.

Keywords: Radially rotating heat pipe, Heat transfer characteristics, Rotational acceleration