บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5180120

ชื่อโครงการ: การศึกษาเชิงทัศน์ถึงรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนชนิดสั่นแบบวงรอบที่วางตัวอยู่ในแนวนอน

ชื่อนักวิจัย: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะนันท์ เจริญสวรรค์ [คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร]

ศาสตราจารย์ประดิษฐ์ เทอดทูล [คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]

E-mail Address: piyanunc@nu.ac.th หรือ piyanun_c@yahoo.com

ระยะเวลาโครงการ: 3 ปี

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเชิงทัศน์ถึงการเดือดแบบไหลสองสถานะของสารทำงานภายในท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่วางตัวในแนวระดับ (HCLOHP) ทำการสร้าง HCLOHP จากท่อแก้ว Pyrex ที่เชื่อมต่อกันด้วยท่อยางซิลิโคน เส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกท่อแก้วคือ 2 และ 7 มิลลิเมตรตามลำดับ ความยาวส่วนทำระเหย ส่วนไม่มีการถ่ายเทความร้อน และส่วนควบแน่น คือ 50 มิลลิเมตร ได้ทำการศึกษาปรากฏการณ์การไหลภายในอย่างละเอียดที่จำนวนโค้งเลี้ยว อุณหภูมิส่วนทำระเหย และอัตราการเติมสารทำงานต่างๆ กัน สารทำงานที่ใช้ทดสอบมี 3 ชนิดคือ น้ำกลั่น เอทานอล และสารละลายซิลเวอร์นาโนที่ความเข้มข้น 50 ppm ในเอทานอล ทำการติดตั้ง HCLOHP บนแผ่นให้ความร้อนและแผ่นระบายความร้อนและบันทึกรูปแบบการไหลสองสถานะด้วยกล้องถ่ายภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว คำนวนหาอัตราการถ่ายเทความร้อนแก่น้ำหล่อเย็นที่ส่วนควบแน่นในเชิงคุณภาพ จากการทดลองทั้งหมดพบว่า ความเร็วฟองไอจะสัมพันธ์กับอัตราการรวมตัว แตกตัว ขยายตัวและหดตัวของฟองไอ การเปลี่ยนแปลงความดันทำงานของของไหลเฉพาะจุดจะสอดคล้องกับลักษณะการเคลื่อนที่ของของไหลมากกว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทำงานช่วงเวลาของไหลเคลื่อนที่และหยุดนิ่งสามารถหาได้จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความดันทำงานตามเวลาควบคู่กับการศึกษาเชิงทัศน์ถึงการไหลของสารทำงาน สัดส่วนฟองไอของสารทำงานที่อัตราการเติมคงที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากผลกระทบของจำนวนโค้งเลี้ยวและอุณหภูมิส่วนทำระเหย นอกจากนี้ยังสัมพันธ์กับช่วงเวลาของไหลเคลื่อนที่และหยุดนิ่งด้วย จำนวนโค้งเลี้ยวที่ให้สมรรถนะการถ่ายเทความร้อนสูงสุด คือ 10 เนื่องจากสัดส่วนฟองไอมีค่าต่ำสุดและช่วงเวลาของไหลเคลื่อนที่มีค่าสูงสุด ความต้านทานทางความร้อนจะมีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามอุณหภูมิส่วนทำระเหย เนื่องจากที่อุณหภูมิส่วนทำระเหยสูงๆ นั้น สัดส่วนฟองไอและช่วงเวลาของไหลหยุดนิ่งจะมีค่าสูงด้วย รูปแบบการไหลหลักภายใน HCLOHP คือ Slug flow ส่วน Annular flow และ Bubble flow จะพบเห็นได้น้อย และสามารถพบการเดือดแบบฟองได้ใน HCLOHP ที่เติมด้วยน้ำกลั่นเท่านั้น ความเร็วฟองไอจะมีผลกระทบต่อสมรรถนะทางความร้อนค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับรูปแบบการไหลและช่วงเวลาของไหลเคลื่อนที่ เนื่องจากค่าความยาวประสิทธิผลที่น้อยของ HCLOHP ที่ใช้ทดสอบ สารทำงานและอัตราการเติมสารที่ให้สมรรถนะการถ่ายเทความร้อนสูงสุด คือ น้ำกลั่นที่อัตราการเติม 50% เนื่องจากมีการเดือดแบบฟองเกิดขึ้นและมีช่วงเวลาของไหลเคลื่อนที่ยาวนานที่สุด

คำหลัก: ท่อความร้อนชนิดสั่นแบบวงรอบที่วางตัวอยู่ในแนวนอน; รูปแบบการไหลภายใน; การศึกษาเชิงทัศน์

Abstract

Project Code: MRG5180120

Project Title: Visualization Study of Internal Flow Patterns of Horizontal Closed-Loop Oscillating Heat Pipe

Investigator: Asst. Prof. Piyanun Charoensawan [Faculty of Engineering, Naresuan University]

Prof. Pradit Terdtoon [Faculty of Engineering, Chiang Mai University]

E-mail Address: piyanunc@nu.ac.th or piyanun_c@yahoo.com

Project Period: 3 years

Two-phase flow boiling of working fluid within a closed-loop oscillating heat pipe at the horizontal orientation (HCLOHP) was visualization studied. HCLOHPs were made of Pyrex glass tube in conjunction with silicone rubber tube. The inside and outside diameters of glass tube were 2 and 7 mm respectively. The evaporator, adiabatic and condenser lengths of HCLOHP were 50 mm. The internal flow phenomena were carefully investigated at the various numbers of turns, evaporator temperatures and filling ratios of working fluid. Three working fluids i.e., distilled water, ethanol and silver nano-particles solution with 50 ppm concentration in ethanol were tested. HCLOHP was installed on the cooling and heating plates and the two-phase flow patterns were recorded by the high speed still and video cameras. The rate of heat transferred to cooling water at the condenser was qualitatively evaluated. It was found that the vapor bubble velocity related to the rate of merging, breaking, expansion and contraction of vapor bubble. The local variation of fluid working pressure was more corresponding to the fluid motion characteristics than that of working temperature. The time interval of moving and standstill fluid per minute was attained by the analysis of the operating pressure variation along the time accompanying with the flow visualization of working fluid. The vapor fraction of working fluid with a constant filling ratio can be changed by the influence of number of turns and evaporator temperature. It also relates to the time interval of moving and standstill fluid. The number of meandering turns extremely influenced the operation startup of HCLOHP. The maximum thermal performance occurred at the number of 10 turns for all evaporator temperatures since the vapor fraction and the time interval of moving fluid were distinctly minimum and maximum respectively. The majority of flow patterns within all HCLOHPs were slug flow. The annular flow and bubble flow were rarely met. The nucleate boiling was discovered in HCLOHP filled with water and completely vanished for HCLOHP filled with ethanol. The maximum thermal performance was occurred at the 50% filling ratio of water because the nucleate boiling and the longest time interval of moving fluid were attained.

Keywords: Horizontal closed-loop oscillating heat pipe; internal flow patterns; visualization study.