ผลของมุมเอียง และสารทำงานที่มีต่อรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะวิกฤต

ผู้เขียน นายสุระ ตันดี

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาถึงผลของมุมเอียงและสารทำงาน ที่มีต่อรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะวิกฤต โดยใช้ท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่ทำจากท่อแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1.5 มิลลิเมตร ขนาดความยาวส่วนทำระเหยส่วนกันความร้อนและส่วนควบแน่นของท่อความร้อนแบบสั่นเท่ากัน คือ 50 มิลลิเมตร โดยมีจำนวนโค้งเลี้ยว 5 โค้งเลี้ยวและ 10 โค้งเลี้ยว ใช้ MP39 และ HP62 เป็นสารทำงาน โดยมีอัตราการเติม 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรภายในท่อทั้งหมด มุมการทดสอบ 0,10,40,60 และ 90 องศาวัดจากแนวระดับ ทำการทดสอบโดยให้ความร้อนส่วนทำระเหยของท่อความร้อนแบบสั่นโดยใช้แผ่นทองแดงเซาะร่องที่ติดตั้งเครื่องให้ความร้อนแบบไฟฟ้า และใช้กระเปาะทองแดงเป็นแหล่งระบายความร้อนที่ส่วนควบแน่นรอจนถึงสภาวะคงตัว บันทึกรูปแบบการไหลด้วยกล้องถ่ายภาพนิ่งและกล้องวิดีทัศน์ บันทึกอุณหภูมิน้ำขาเข้าและขาออกส่วนควบแน่น และอัตราการไหลของน้ำ เพื่อนำไปหาค่าความร้อนที่ท่อความร้อนสามารถถ่ายเทได้ ต่อจากนั้นทำการเพิ่มอุณหภูมิของแหล่งให้ความร้อน และรอให้อุณหภูมิอยู่ในสภาวะคงตัวอีกครั้งแล้วทำการบันทึกผลการทดลองหลังจากนั้นทำตามขั้นตอนดังกล่าวจนถึงสภาวะวิกฤตของท่อความร้อนแบบสั่น

จากการทดลองสรุปผลได้ดังนี้เมื่ออุณหภูมิส่วนทำระเหยเพิ่มขึ้นความหนาฟิล์มของเหลวจะลดลงจนหายไปที่สภาวะวิกฤตและค่าความร้อนที่ส่งผ่านได้หลังสภาวะวิกฤตมีค่าลดลง จำนวนโค้งเลี้ยวไม่มีผลต่อรูปแบบการไหลและอัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ที่สภาวะวิกฤต มุมเอียงมีผลต่อรูปแบบการไหลภายในของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะวิกฤตโดยที่มุมเอียง 0 องศารูปแบบการไหลที่สภาวะวิกฤตเป็นแบบการแห้งของฟิล์ม เมื่อมุมเอียงเพิ่มจาก 10-90 องศารูปแบบการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ไหลที่สภาวะวิกฤตเปลี่ยนจากไหลแบบแยกชั้นเป็นการไหลแบบสวนทางซึ่งมีผลต่อความหนาของฟิล์มของเหลวที่ผนังท่อด้านบน จึงเกิดสภาวะวิกฤตช้าลง ส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนวิกฤตมีค่าเพิ่มขึ้นที่มุมดังกล่าว อย่างไรก็ดีเมื่อมุมเอียงเข้าใกล้ 90 องศามากขึ้นรูปแบบการไหลแบบไหลสวนทางกันจะทำให้เกิดปรากฏการณ์การท่วมได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้ค่าอัตราความร้อนวิกฤตลดลง ดังนั้นมุมเอียง 40 – 60 องศา จึงเป็นมุมเอียงที่เหมาะสม เนื่องจากเป็นจุดสมดุลของปรากฏการณ์ความหนาฟิล์มของเหลวและการท่วมพอดี ส่วนในกรณีของสารทำงานนั้นไม่มีผลต่อรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะวิกฤต แต่อย่างไรก็ตามเมื่อค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอเพิ่มขึ้นจะมีค่าการถ่ายเทความร้อนวิกฤตสูงขึ้น ผลการทดลองสอดคล้องกับสมมุติฐานการเกิดสภาวะวิกฤตเนื่องจากปรากฏการณ์การท่วม ที่ใช้ในสมการสหสัมพันธ์ของ Katpradit et al. (submitted)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Effect of Inclination Angles and Working Fluids on Internal Flow Patterns of Closed-End Oscillating Heat Pipes at Critical State

Author Mr.Sura Tundee

Degree Master of Engineering (Mechanical Engineering)

Thesis Advisor Prof. Dr. Pradit Terdtoon

Abstract

This research aims to study the effect of Inclination angle and Working Fluids on internal flow patterns of closed-end oscillating heat pipes at critical state. The CEOHPs were made of Pyrex glass capillary tube with 1.5 mm inside diameter and 4.2 mm outside diameter. The lengths of evaporator, adiabatic and condenser section were equal to 50 mm. The numbers of turn were 5 and 10 respectively. The working fluid used were MP39 and HP62 with the filling ratio of 50 % of the total inside volume. The inclination angle were 0,10,40,60 and 90 degree from the horizontal plane. The heater warmed a copper plate, which attached to the evaporator section while the condenser was cooled by water from a cold bath. A video camera was used to record all the internal flow patterns, while a still camera was used to record the internal flow patterns at specific times. A heat transfer rate was obtained by means of the calorific method from the condenser section. At the start of the experiment the heat was increased in the evaporator section, until steady state was reached. Then internal flow patterns and cooling water temperatures were recorded. Next, the evaporator temperature was increased until it reached steady state.The experimental results were recorded again and this was repeated until the CEOHP was at critical state.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

From the result, it can be concluded as follows. As the evaporated tempurature increase, film thickness decrease until disappear at critical state and heat transfer which can be transferred after critical state decrease also. Numbers of turns does not effect on both internal flow patterns and critical heat flux. The effect of inclination angle on the internal flow patterns of CEOHP at critical state is the flow patterns at inclined angle of 0 degree is film dry out. As the angle increase from 10 to 90 degree, flow patterns at critical state has changed from stratified flow to be counter flow. This made the film thickness at the inside wall of the pipe increase. Consequently, the critical state occurred slowly resulting in increase of the critical heat flux. However when the inclination angle almost read 90 degree flooding phenomena is occurred easily by counter flow. This made critical heat flux decrease. Therefore inclination angle between 40 to 60 degree are the appropriate operating angle because it is the equilibrium point of liquid film thickness phenomena and flooding. This may caused critical heat flux increase at this angle. In the case of working fluid does not effect on the internal flow patterns of CEOHP at critical state. At the same angle internal flow patterns are all the same whether the working fluid is changed or not. Anyhow, as the latent heat of evaporation increase, the critical heat transfer increase. The results are corresponding to the hypothesis of critical state based on flooding phenomena which was used in correlation of Katpredit et al. (sumitted).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved