บทคัดย่อ

T 141200

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาถึงขีดจำกัดสมรรถนะ หรือ ค่าการส่งถ่ายความร้อนวิกฤติของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด ซึ่งใช้สาร MP39 และ HP62 เป็นสารทำงาน โดยใช้ท่อความร้อนที่ทำด้วยท่อคาปิลารี่ทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.66, 1.06 และ 2.03 มิลลิเมตร ขนาดความยาวส่วนทำระเหย ส่วนกันความร้อนและส่วนควบแน่นที่เท่ากัน 50, 100 และ 150 มิลลิเมตร อัตราการเติม 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมด โดยมีจำนวนโค้งเลี้ยว 5, 10 และ 15 โค้งเลี้ยว ให้ความร้อนส่วนทำระเหยของท่อความร้อนโดยใช้ไฟฟ้า และในส่วนควบแน่น ใช้สารผสมน้ำผสมเอทธิลีนไกลคอล อัตราส่วน 1:1 เป็นแหล่งระบายความร้อน ทำการหุ้มฉนวนอย่างดีในส่วนกันความร้อนของท่อความร้อน โดยสภาวะการทดสอบคือมุมการทำงาน 0 และ 90 องศาเทียบกับแนวระดับ จะทำการเก็บข้อมูลคือ วัดอัตราการไหลเชิงมวลและอุณหภูมิขาเข้าและขาออกของสารผสมน้ำผสมเอทธิไกลคอลที่ผ่านส่วนควบแน่น วัดอุณหภูมิในส่วนทำระเหย ส่วนกันความร้อนและส่วนควบแน่นของท่อความร้อน ทำการคำนวณการส่งถ่ายความร้อนของท่อความร้อนจากอัตราการไหลเชิงมวล และความแตกต่างของอุณหภูมิขาเข้าและขาออกในส่วนควบแน่น เมื่อเริ่มทำการทดสอบ ทำการเพิ่มความร้อนให้ส่วนทำระเหย โดยควบคุมอุณหภูมิส่วนกันความร้อนไว้ที่ 60 องศาเซลเซียส โดยการแปรค่าอัตราการไหล และอุณหภูมิสารผสมน้ำผสมเอทธิลีนไกลคอล จนกว่าอุณหภูมิที่ส่วนทำระเหยจะเกิดการโคดซึ่งจุดที่อุณหภูมิส่วนทำระเหยเกิดการโคดนั้นจะถือว่าเป็นสภาวะวิกฤติ จากผลการทดสอบสรุปผลได้ดังนี้ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดมีผลต่ออัตราการส่งถ่ายความร้อนวิกฤติ โดยท่อขนาด 1.06 มิลลิเมตรให้ค่าอัตราการส่งถ่ายความร้อนวิกฤติที่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 2.03 มิลลิเมตร ความยาวส่วนทำระเหย ส่วนกันความร้อน และส่วนควบแน่นที่เท่ากันมีผลต่ออัตราการส่งถ่ายความร้อนวิกฤติ โดยท่อความยาว 50 มิลลิเมตรมีค่าอัตราการส่งถ่ายความร้อนวิกฤติสูงสุด รองลงมาคือ 100 มิลลิเมตร และ 150 มิลลิเมตร ตามลำดับ และจำนวนโค้งเลี้ยวของท่อไม่มีผลต่ออัตราการส่งถ่ายความร้อนวิกฤติ และผลของตัวเลขคูทาเทลาดเซมีผลต่ออัตราการส่งถ่ายความร้อนวิกฤติที่มุมการทำงาน 90 ตามความสัมพันธ์

$$Ku_{90} = \left(1.33x10^{-3}\right)\frac{1}{Bo^{0.645}} Pr^{2.958}\, Ja^{0.845}\left[1+\left(\frac{\rho_v}{\rho_l}\right)^{0.25}\right]^{7.630}\left(\frac{Lc}{Di}\right)^{-1.003}$$

นอกจากนั้น ยังได้แผนภูมิการทำงานซึ่งแบ่งแยกผลการทดลองที่ค่าอัตราการส่งถ่ายความร้อนวิกฤติวัดค่าได้ และค่าอัตราการส่งถ่ายความร้อนวิกฤติที่วัดค่าได้แต่ไม่พ้นค่าความผิดพลาดของเครื่องมือวัด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการออกแบบท่อความร้อนต่อไป

Abstract

TE 141200

The objective of this research is to study experimentally the performance limit of closed-end oscillating heat pipe (CEOHP) with MP39 and HP62 as working fluids. A set of 27 CEOHPs was made of copper capillary tubes in combination of following dimensions: 0.66, 1.06, and 2.03 mm inside diameter; 5, 10, and 15 turns; 50, 100, and 150 mm equal lengths for evaporator, adiabatic, and condenser sections. The working fluid was filled in the tube at the filling ratio of 50% by total inside volume. The evaporator section was given heat by a low-voltage high-current transformer employed in short-circuit configuration while the condenser section was cooled by circulated aqueous solution of 50% by volume ethylene glycol in a cold bath. The adiabatic section was properly insulated. In the test operation, the heat was supplied the evaporator section and increased in small steps during which the temperature at the adiabatic section was controlled at 60 C in steady-state condition. The process continued until the critical condition which defined the critical heat flux was obtained. The critical condition was determined by observing the temperature excursion at the evaporator section. At critical state, the mass flow rate and the temperature of the aqueous solution at the inlet and outlet of condenser section were measured. Moreove , the temperature of CEOHP at evaporator, adiabatic, and condenser sections were recorded. The critical heat transfer of CEOHPs was calculated from the mass flow rate and temperature difference of aqueous solution which flows across the condenser section at the critical condition.

From The obtained results obtained, it could be concluded as follows. When diameter of the tube increased the critical heat transfer flux also increased. When the evaporator length increased the critical heat transfer flux decreased. There was no apparent effect of the number of turns. The effect of dimensionless parameter on Kutateladze number at 90° of inclination angle could be expressed by the correlation of the form:

$$Ku_{90} = \left(1.33x10^{-3}\right)\frac{1}{Bo^{0.645}}Pr^{2.958}\,Ja^{0.845}\left[1+\left(\frac{\rho_v}{\rho_l}\right)^{0.25}\right]^{7.630}\left(\frac{Le}{Di}\right)^{-1.003}$$

Along with the above correlation, the operational map was also presented in order to show the separated regions of the experiment data set which indicated whether or not the CEOHP operated with higher accuracy than the test instruments.