

การทดสอบท่อนำความร้อนเทอร์โมไซฟอนที่มีครีภายใน

A Test of a Internally Finned Thermosyphon Heat Pipe

ชัยศิลป์ ชินพรเจริญพงศ์, วสันต์ เรียงสุวรรณ

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

บทคัดย่อ

การทดสอบสมรรถนะท่อนำความร้อนเทอร์โมไซฟอนแบบมีครีภายใน โดยเปรียบเทียบกับท่อนำความร้อนเทอร์โมไซฟอนแบบที่ไม่มีครีภายในซึ่งมีขนาดเท่ากัน แหล่งจ่ายความร้อนเป็นแบบอุณหภูมิคงที่ โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 และ 70° C ส่วนการระบายความร้อนใช้แหล่งรับความร้อนที่มีอุณหภูมิ 30° C พบว่าท่อนำความร้อนแบบมีครีให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงกว่าแบบที่ไม่มีครีถึง 80 % ด้านประสิทธิภาพนั้นพบว่า ท่อนำความร้อนแบบไม่มีครีมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อทำงานที่อุณหภูมิสูงขึ้น โดยมีประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง 60-90 % ขณะที่ท่อนำความร้อนแบบมีครีมีประสิทธิภาพคงที่ที่ 90 % โดยประมาณ จึงเห็นได้ชัดว่าการเพิ่มครีที่ผิวด้านในของท่อนำความร้อนช่วยเพิ่มสมรรถนะของท่อนำความร้อนให้ดีขึ้นมาก

Abstract

The performance of a internally finned thermosyphon heat pipe was tested by comparing to a thermosyphon heat pipe which has no internal fin. The two heat pipes were identical in size. Heat was supplied at constant temperature at 40, 50, 60 and 70°C and rejected at 30°C. The internally finned heat pipe showed better heat transfer rate which was up to 80 % greater. The efficiency of the plain heat pipe decreased as the operating temperature increased, whereas, that of the internally finned heat pipe was almost constant at 90% for a wide range of operating temperature.

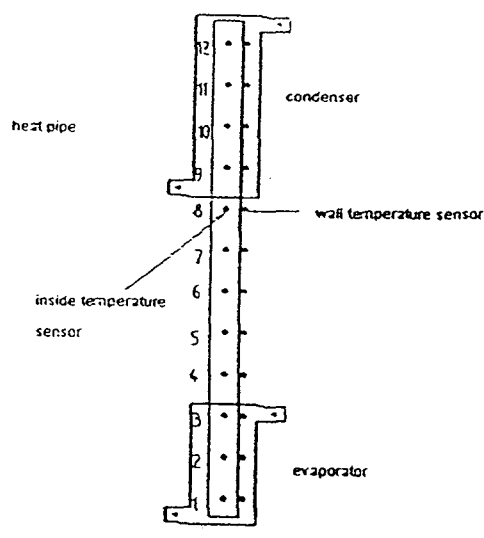
1. บทนำ

1.1 ท่อนำความร้อนเทอร์โมไซฟอน

ท่อนำความร้อนเทอร์โมไซฟอน มักทำจากท่อโลหะที่นำความร้อนได้ดี โดยมีฝาปิดทั้งสองข้าง ภายในบรรจุของไหลทำงาน เช่น สารทำความเย็น ท่อนำความร้อนแบ่งออกตามการทำงานได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนทำระเหย ส่วนอะเดียแบติก และส่วนควบแน่น การทำงานของท่อนำความร้อนเกิดขึ้นจากได้รับ

ความร้อนจากภายนอกที่ส่วนทำระเหย ความร้อนนี้ผ่านเข้าไปยังของไหลทำงานภายในท่อ

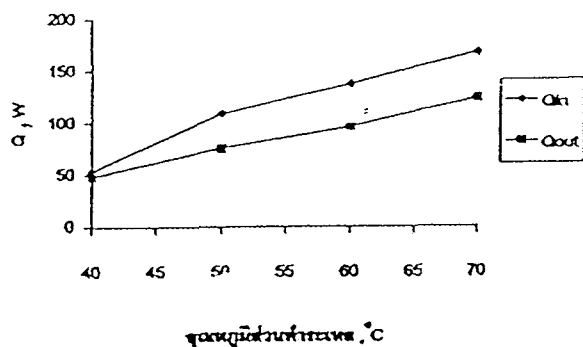
เมื่อของไหลทำงานร้อนขึ้นจนเดือด และเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ ลอยผ่านส่วนอะเดียแบติกไประบายความร้อนออกที่ส่วนควบแน่น ทำให้กลั่นตัวเป็นของเหลวจับที่ผนังภายในท่อแล้วไหลกลับลงสู่ส่วนทำระเหยอีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ 1 แสดงการทำงานของท่อนำความร้อนเทอร์โมไซฟอน

1.2 การทดลองท่อนำความร้อนเทอร์โมไซฟอนผิวท่อด้านในเรียบ

ชัยศิลป์และลือชัย [1] ได้ทดสอบสมรรถนะของท่อนำความร้อนเทอร์โมไซฟอน โดยใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใน 37 มม. ความยาว 1230 มม. ผิวท่อด้านในเรียบ ท่อนำความร้อนตั้งตรงในแนวตั้ง ใช้น้ำที่ควบคุมอุณหภูมิไหลผ่านเส้นน้ำที่ส่วนทำระเหยและส่วนควบแน่น จากการทดลองจะได้อัตราการถ่ายเทความร้อนที่ส่วนควบแน่น (Q_{out}) และส่วนทำระเหย (Q_{in}) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ส่วนควบแน่น (Q_{out}) และส่วนทำระเหย (Q_{in}) [1]

เมื่อพิจารณารูปที่ 2 คงเห็นได้ว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ส่วนควบแน่น (Q_{out}) มีค่าน้อยกว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ส่วนทำระเหย (Q_{in}) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าการถ่ายเทความร้อนของท่อทำความร้อน สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานให้ดีขึ้นอีกได้

จึงมีแนวความคิดปรับปรุงประสิทธิภาพท่อทำความร้อน โดยการเพิ่มพื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนที่ผิวด้านในของท่อทำความร้อนโดยใช้ครีปในการเพิ่มพื้นที่ผิว

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.1 ท่อทำความร้อน

เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของท่อทำความร้อนเทอร์โมไซฟอนระหว่างแบบที่มีครีปภายในและแบบไม่มีครีปภายใน [1] จึงเลือกออกแบบท่อที่ใช้ทดลองดังนี้

- (1) ท่อทำความร้อนใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใน 37 มม. ความยาว 1230 มม.
- (2) ครีปภายในท่อขนาด ความลึก 3 มม. ความกว้าง 2 มม. ระยะห่างครีปนี้ 3.5 มม. จำนวน 20 ครีป ขนาดและจำนวนครีปนี้เลือกใช้เพื่อให้พื้นที่ผิวภายในท่อเป็น 2 เท่า ของการทดลองท่อทำความร้อนเทอร์โมไซฟอนผิวท่อด้านในเรียบ [1]

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

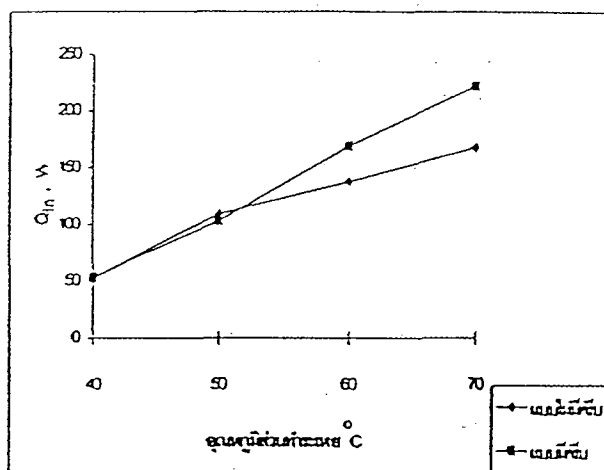
- (1) ถังน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ส่วนทำระเหย
- (2) ถังน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ส่วนควบแน่น
- (3) เทอร์โมคัปเปิลชนิด K

2.3 เงื่อนไขที่ใช้ทดลอง

- (1) R-134a เป็นของไหลทำงาน
- (2) ท่อทำความร้อนตั้งตรงแนวนิ่ง
- (3) ควบคุมอุณหภูมิน้ำเข้าส่วนทำระเหย 40 , 50 , 60 และ 70°C
- (4) ควบคุมอุณหภูมิน้ำเข้าส่วนควบแน่น 30°C

3. ผลการทดลอง

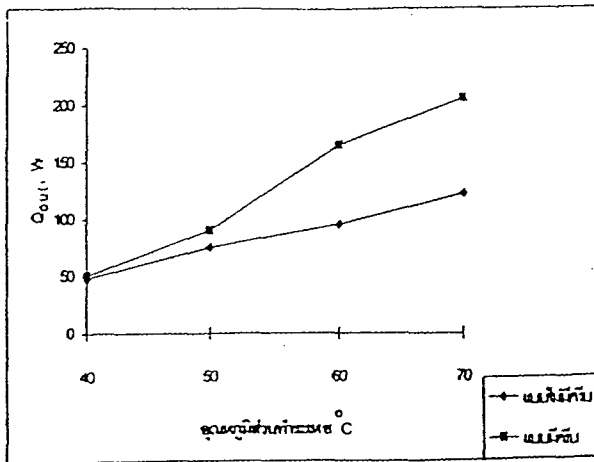
3.1 อัตราการถ่ายเทความร้อนที่ส่วนทำระเหย Q_{in}



รูปที่ 3 เปรียบเทียบอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ส่วนทำระเหย Q_{in} เมื่อท่อทำความร้อนแบบมีครีปและแบบไม่มีครีป อุณหภูมิส่วนทำระเหย 40-70°C และอุณหภูมิส่วนควบแน่น 30°C

รูปที่ 3 เห็นได้ว่าท่อทำความร้อนที่มีครีปและไม่มีครีปนั้นให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ส่วนทำระเหย (Q_{in}) ไม่แตกต่างกันมากนัก จนกระทั่งอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่า 50°C ท่อทำความร้อนแบบมีครีปจึงมีค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ส่วนทำระเหย (Q_{in}) มากกว่าแบบไม่มีครีปอย่างเห็นได้ชัด

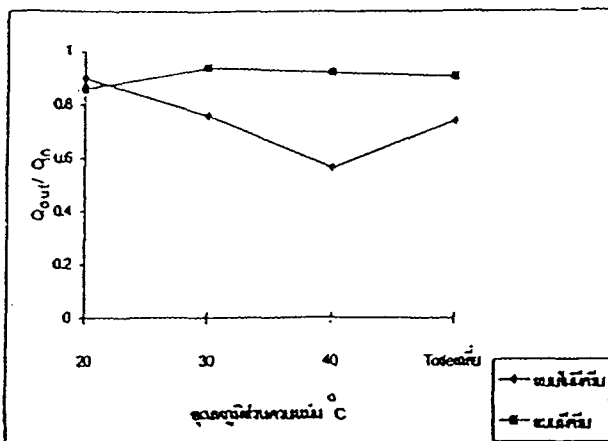
3.2 การถ่ายเทความร้อนที่ส่วนทำระเหย Q_{out}



รูปที่ 4 เปรียบเทียบอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ส่วนควบแน่น Q_{out} เมื่อท่อนำความร้อนแบบมีครีปและแบบไม่มีครีป ที่อุณหภูมิส่วนทำระเหย 40-70 °C และอุณหภูมิส่วนควบแน่น 30 °C

รูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่าท่อนำความร้อนแบบมีครีปให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ส่วนทำระเหย Q_{out} สูงกว่าท่อนำความร้อนแบบไม่มีครีป และความแตกต่างนี้ยิ่งเพิ่มมากขึ้นตามอุณหภูมิส่วนทำระเหยที่เพิ่มขึ้น

3.3 ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน Q_{out}/Q_{in}



รูปที่ 5 เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพ Q_{out}/Q_{in} ระหว่างท่อนำความร้อนแบบมีครีปและแบบไม่มีครีป

รูปที่ 5 แสดงให้เห็นว่าท่อนำความร้อนแบบไม่มีครีปให้ค่าประสิทธิภาพลดลง Q_{out}/Q_{in} เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ส่วนท่อนำความร้อนแบบมีครีปจะให้ค่าประสิทธิภาพ Q_{out}/Q_{in} สูงคงที่ไม่แปรตามอุณหภูมิส่วนควบแน่น

4. สรุปและวิจารณ์

การทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของท่อนำความร้อนแบบมีครีปและแบบไม่มีครีปครั้งนี้ ได้ผลชัดเจนพอสรุปได้ดังนี้

4.1 อัตราการถ่ายเทความร้อนที่ส่วนทำระเหย (Q_{in}) ของท่อนำความร้อนแบบมีครีป พบว่ามีค่าสูงกว่าแบบไม่มีครีป เมื่อเปรียบเทียบที่อุณหภูมิส่วนควบแน่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากท่อนำความร้อนแบบมีครีปสามารถถ่ายเทความร้อนได้สูงกว่า ซึ่งสังเกตได้จากอัตราการถ่ายเทความร้อนออกที่ส่วนควบแน่น Q_{out} จะสูงกว่าของแบบไม่มีครีปด้วย เมื่อเปรียบเทียบค่าแตกต่างของ Q_{out} และ Q_{in} ระหว่างท่อนำความร้อนแบบมีครีปและแบบไม่มีครีป คงเห็นได้ชัดเจนว่าค่า Q_{out} ที่ได้เพิ่มขึ้นมีค่าสูงกว่า Q_{in} ที่เพิ่มขึ้น เช่น อุณหภูมิส่วนควบแน่น 70 °C Q_{in} ที่เพิ่มมีค่าประมาณ 50 W ขณะที่ Q_{out} เพิ่มขึ้นมากถึง 100 W

4.2 ในด้านประสิทธิภาพนั้น เมื่อเปรียบเทียบค่า Q_{out} ระหว่างท่อนำความร้อนแบบมีครีปและแบบไม่มีครีป ที่อุณหภูมิควบแน่น 70 °C แบบมีครีปให้ค่า Q_{out} ประมาณ 220 W ส่วนแบบไม่มีครีปให้ค่า Q_{out} ประมาณ 120 W เห็นได้ว่าแบบมีครีปให้ค่าสูงกว่าถึง 80 %

4.3 การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าท่อนำความร้อนแบบมีครีปมีความสามารถในการถ่ายเทความร้อนได้ในปริมาณที่สูงกว่า และมีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนค่อนข้างคงที่ในช่วงอุณหภูมิการทำงานที่กว้างกว่า

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชัยศิลป์ ชินพรเจริญพงศ์ และ ลือชัย สวาสดิพันธ์ การศึกษาท่อนำความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนโดยการทดลอง การประชุมสัมมนาวิชาการเครื่องกลครั้งที่ 11, 11-12 ธันวาคม 2540