

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การศึกษาถึงผลของขนาดและอัตราส่วนสนทรรศน์ที่มีต่อคุณลักษณะทางความร้อนของเทอร์โมไซฟอน อุณหภูมิต่ำแบบเอียง	
ชื่อผู้เขียน	นายสัมพันธ์ ฤทธิเดช	
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิศวกรรมเครื่องกล	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์:	ผศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล	ประธานกรรมการ
	รศ.ดร.ชัชวาล ตัมเทกิตติ	กรรมการ
	ผศ.ดร.วิวัฒน์ กล่องพานิช	กรรมการ

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงผลของขนาดและอัตราส่วนสนทรรศน์ (อัตราส่วนความยาวของส่วนทำระเหยต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเทอร์โมไซฟอน) ที่มีต่อคุณลักษณะทางความร้อนของเทอร์โมไซฟอนอุณหภูมิต่ำแบบเอียง ซึ่งคุณลักษณะทางความร้อนที่ศึกษาได้แก่ค่าการถ่ายเทความร้อน และความต้านทานความร้อนรวมของเทอร์โมไซฟอน

เทอร์โมไซฟอนที่ใช้ทดสอบทำด้วยท่อทองแดง 3 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5, 11.1 และ 25.4 มิลลิเมตร โดยแต่ละขนาดมีค่าอัตราส่วนสนทรรศน์อยู่ 5 ค่า คือ 5, 10, 20, 30 และ 40 ทำการทดสอบที่มุมเอียง 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 และ 90 องศา วัดเทียบกับแนวระดับโดยใช้สารทำงานในการทดสอบ 3 ชนิด คือ น้ำ เอทานอล และ R134a มีอัตราการเติม 80%, 50%, และ 30% ของส่วนทำระเหย การทดสอบทำโดยการให้ความร้อนแก่ส่วนทำระเหยโดยมีน้ำร้อนเป็นตัวให้ความร้อนและมีสารละลาย น้ำ กับ เอทิลีนไกลคอลเป็นตัวรับความร้อนจากส่วนควบแน่น ในขณะที่ทดสอบได้ทำการวัดอุณหภูมิบริเวณผิวท่อด้านนอกของท่อทดสอบ ส่วนทำระเหย 2 จุด ส่วนอะเดียบาติก 1 จุดและส่วนควบแน่น 2 จุด เพื่อหาค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะส่วนใด ๆ การวัดปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านส่วนควบแน่น ใช้คาลอริมิเตอร์อย่างง่าย เพื่อนำไปหาค่าการถ่ายเทความร้อนและค่าความต้านทานความร้อนรวม

จากการทดสอบพบว่าเทอร์โมไซฟอนที่มีน้ำ เอทานอลและ R134a เป็นสารทำงาน จะให้ค่าอัตราส่วนการถ่ายเทความร้อนสูงสุดที่มุมเอียงใดๆ ต่อค่าการถ่ายเทความร้อนที่มุม  $90^\circ$  ( $Q/Q_{90}$ ) สูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 1.17, 1.24 และ 1.36 ที่มุมเอียง  $70^\circ$ ,  $50^\circ$  และ  $60^\circ$  ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการเติมสารทำงานไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางความร้อนของเทอร์โมไซฟอน แต่คุณสมบัติของสารทำงานมีผลต่อคุณลักษณะทางความร้อนของเทอร์โมไซฟอน สารทำงานใดที่มีค่าความร้อนแฝงสูงจะให้ค่า  $Q/Q_{90}$  ต่ำ สารทำงานใดที่มีค่าความร้อนแฝงต่ำจะมีค่า  $Q/Q_{90}$  สูง อัตราส่วนสนทรรศน์มีผลต่อคุณลักษณะทางความร้อนของเทอร์โมไซฟอน คือ 10 ซึ่งทำให้ค่า  $Q/Q_{90}$  เปลี่ยนแปลงกล่าวคือที่ค่าอัตราส่วนสนทรรศน์มากกว่า 10 ค่า  $Q/Q_{90}$  จะมีค่าคงที่ประมาณ 1.38 แต่ที่ค่าอัตราส่วนสนทรรศน์น้อยกว่า 10 ค่า  $Q/Q_{90}$  จะแปรผกผันกับอัตราส่วนสนทรรศน์ ซึ่งคาดว่าเกิดจากการที่ปรากฏการณ์การไหลภายในเปลี่ยนไป เมื่ออัตราส่วนสนทรรศน์เปลี่ยนไป แต่อัตราส่วนสนทรรศน์จะไม่มีผลต่อมุมเอียงที่เกิดค่าความร้อนสูงสุด และค่าบอนด์นัมเบอร์ ( $Bo$ ) ซึ่งรวมผลของขนาดเทอร์โมไซฟอนอยู่ด้วยนั้นมีผลต่อคุณลักษณะทางความร้อนของเทอร์โมไซฟอนตามความสัมพันธ์

$$\text{ค่าความร้อนสูงสุดที่มุมเอียง/ค่าที่แนวตั้ง} = 1.16 Bo^{0.047} \quad \text{ในช่วง } 2.7 < Bo < 28$$

แต่ตัวเลขของบอนด์นัมเบอร์ จะไม่มีผลต่อมุมเอียงที่เกิดค่าอัตราความร้อนสูงสุด

Thesis Title	A Study of Size and Aspect Ratio Effects on Heat Transfer Characteristics of an Inclined Low-Temperature Thermosyphon		
Author	Mr. Sampan	Rittidech	
M. Eng.	Mechanical Engineering		
Examining Committee:	Assistant Prof. Dr. Pradit Terdtoon		Chairman
	Associate Prof. Dr. Chutchawan Tantakitti		Member
	Assistant Prof. Dr. Wiwat Klongpanich		Member

#### Abstract

Effects of size and aspect ratio (ratio of evaporator length to diameter) on thermal characteristics of an inclined low-temperature closed two-phase thermosyphon at normal operating state were investigated in this research. The thermal characteristics of the thermosyphon includes heat transfer and overall thermal resistance.

The thermosyphons used in the experiment were made of copper tubes with 3 sizes of diameters of 7.5, 11.1 and 25.4 mm. Each size had 5 aspect ratios of 5, 10, 20, 30 and 40. The variations of inclination angles were 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, and 90 degree against horizontal axis. Water, ethanol and R134a were used as working fluids. The selected filling ratio were 80%, 50% and 30% of the evaporator section. Hot water was used to heat up the evaporator, and the low temperature solution (water with ethylene glycol) was used to transfer heat transfer from the condenser section. In the experiment, 5 points of the temperature on the surface wall of the thermosyphon were recorded. These were 2 points on the evaporator, 1 point on the adiabatic and 2 points on the condenser section. The mass flow

rate, the inlet temperature and the outlet temperature of the solution were recorded, and used to calculate the heat transfer rate and the overall thermal resistance were calculated.

It was found from the results that, the ratio of peak heat transfer rate at any angle to heat of the right angle ( $Q/Q_{90}$ ) of the thermosyphon with water, ethanol and R134a as working fluids were 1.17, 1.24 and 1.36 at the angle of  $70^\circ$ ,  $50^\circ$  and  $60^\circ$  respectively. The filling ratio did not affect the thermal characteristics of the thermosyphon. However, the property of fluids affected on the thermal characteristics of the thermosyphon. That is, the working fluid with high latent heat of vapourization gave the low  $Q/Q_{90}$ . On the other hand, the working fluid with low latent heat gave high  $Q/Q_{90}$ . The aspect ratio affected the heat transfer characteristics of the thermosyphon such that the aspect ratio of 10 was an important figure to change the  $Q/Q_{90}$ . At the aspect ratio of 10 or higher,  $Q/Q_{90}$  will be constant at about 1.38, but at the aspect ratio less than 10, will be inversely proportion to the aspect ratio. This might be because, the inside phenomena changed. However the aspect ratio had no effect on the angle at which the maximum heat transfer rate occurred. The Bond number, which included the effect of the thermosyphon size, affected on the thermal characteristics of the thermosyphon as a function:

$$\frac{\text{Maximum heat transfer rate at inclined position}}{\text{Maximum heat transfer rate at vertical}} = 1.16 Bo^{0.047} \quad 2.7 < Bo < 28$$

However, the Bond number had no effect on the angle at which the maximum heat transfer rate occurred.