

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	ผลของการทับแบนต่อบางส่วนต่อลักษณะเฉพาะทางความร้อนของท่อความร้อนขนาดเล็ก
ผู้เขียน	นายธนพจน์ วิเวก
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาผลของการทับแบนต่อบางส่วนต่อลักษณะเฉพาะทางความร้อนของท่อความร้อนขนาดเล็ก ซึ่งจะให้นิยามของคำว่าทับแบนบางส่วนคือท่อความร้อนที่ทับแบนที่มีความหนาไม่เท่ากันตลอดทั้งท่อ (ท่อความร้อนที่มีสองความหนาในท่อเดียว) และมีความหนาที่ส่วนทำระเหยน้อยกว่าความหนาที่ส่วนควบแน่นเสมอ ลักษณะเฉพาะทางความร้อนจะหมายถึงค่าความสามารถในการถ่ายเทความร้อนสูงสุด และค่าความต้านทานเชิงความร้อนรวม โดยที่ท่อความร้อนสร้างมาจากท่อทองแบบแบบร่องภายในจำนวน 55 ร่อง ท่อความร้อนมีขนาด 6 mm และมีความยาว 200 mm ความยาวส่วนทำระเหย ส่วนกันความร้อน และส่วนควบแน่นคือ 30, 70, และ 100 mm ตามลำดับ ความหนาของวัสดุพูน และผนังท่อความร้อนคือ 0.561 และ 0.339 mm ตามลำดับ ใช้วัสดุพูนผงทองแดงซินเตอร์แบบมีรูปร่างผกที่ไม่มีการรูปร่างที่แน่นอนขนาดเฉลี่ย 150-250 ไมโครเมตร สารทำงานของท่อความร้อนคือ น้ำกลั่นที่มีความบริสุทธิ์สูง ทำการทดลองที่การวางตัวของท่อความร้อนในแนวระดับ ควบคุมอุณหภูมิสารทำงาน และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่ 60 ± 1 °C และ 25 ± 2 °C ตามลำดับ ความหนาสุดท้ายของการทับแบนจากท่อความร้อนเดิม 6 mm ที่ส่วนทำระเหยคือ 2, 3, และ 4 mm ความยาวการทับแบนของท่อความร้อนที่ส่วนทำระเหยคือ 30, 60 และ 90 mm ความหนาสุดท้ายของการทับแบนที่ส่วนควบแน่นคือ 3, 4, 5 และ 6 mm ในการทดลองนี้จะให้ภาระความร้อนที่ส่วนทำระเหยด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ควบคุมอุณหภูมิที่ส่วนควบแน่นด้วยน้ำหล่อเย็น ติดตั้งหัววัดอุณหภูมิที่พื้นผิวด้านนอก 12 จุด เพื่อตรวจวัดการกระจายอุณหภูมิของท่อความร้อน จากการวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่าสมการทำนายค่าการส่งถ่ายความร้อนสูงสุดคือ

$$\frac{Q_{\max(\text{pre})}}{\frac{\pi}{2}(D_o - Th_{fe}) \times L_e} = 0.938e^{-0.59 \left[\left(\frac{L_{fe}}{L_{\text{total}}} \right) \times \left(\frac{D_o}{Th_{fe}} \right) \times \left(\frac{Th_{fc}}{Th_{fe}} \right) \right]}$$

มีค่าความคลาดเคลื่อนของการคำนวณ คือ 37.65% สมการทำนายค่าความต้านทานเชิงความร้อนรวม ณ จุดที่มีความสามารถสูงสุดในการถ่ายเทความร้อน คือ

$$R_{@Q_{\max(\text{pre})}} \left(\frac{\pi}{2}(D_o - Th_{fe}) \times L_e \right) = 99.53e^{-0.95[q_{\max(\text{pre})}]}$$

มีค่าความคลาดเคลื่อนของการคำนวณ คือ 20.87% สมการทำนายค่าการส่งถ่ายความร้อนในสภาวะปกติของท่อความร้อนคือ

$$\frac{Q_{\text{pre}}}{\frac{\pi}{2}(D_o - Th_{fe}) \times L_e} = 7.726 \left\{ \left[\frac{T_e - T_c}{T_e} \right] \times \left[\left(\frac{L_{fe}}{L_{\text{total}}} \right) \times \left(\frac{D_o}{Th_{fe}} \right) \times \left(\frac{Th_{fc}}{Th_{fe}} \right) \right]^{0.1} \right\}$$

มีค่าความคลาดเคลื่อนของการคำนวณ คือ 34.34% และสมการทำนายค่าความต้านทานเชิงความร้อนในขณะที่มีการถ่ายเทความร้อนที่สภาวะการใช้งานปกติ คือ

$$R_{\text{pre}} \left(\frac{\pi}{2}(D_o - Th_{fe}) \times L_e \right) = (18.61 \times q_{\text{pre}}) + 41.18$$

มีค่าความคลาดเคลื่อนของการคำนวณ คือ 19.05% และท่อความร้อนที่ทึบแบนบางส่วนที่มีความหนาที่ส่วนทำระเหย 2 mm มีค่าความหนาที่ส่วนควบแน่น 3 mm ระยะการทึบแบน 0.45 ของความยาวรวมของท่อความร้อน สามารถส่งถ่ายความร้อนได้สูงสุด 20 W

Thesis Title	Effect of Partial Tube Flattening on Thermal Characteristics of Miniature Heat Pipe
Author	Mr.Thanapote Wiwek
Degree	Master of Engineering (Mechanical Engineering)
Thesis Advisor	Prof. Dr. Pradit Terdtoon

ABSTRACT

The purpose of this paper is to experimentally study the effect of partial tube flattening on thermal characteristics of miniature heat pipes. The partial tube flattening heat pipes are the heat pipes with two final thicknesses in one pipe and the final thickness at evaporator sections is always smaller than final thickness at condenser sections. Thermal characteristics of the miniature heat pipe can be defined from the overall thermal resistance and the maximum heat load. The miniature heat pipes are made from copper tube with 55 inner axial grooves. The outside diameter and total length are 6 mm and 200 mm, respectively. The evaporator, adiabatic, and condenser section lengths are 30, 70, and 100 mm, respectively. The thicknesses of the wick and wall are 0.561 and 0.339 mm, respectively. The wick structure is sintered copper powder with non regular shape and size of 150-250 μm . The working fluid of heat pipe is the high purity deionized water. This experiment studied the heat pipe at horizontal orientation. The operating temperature and environment temperature are controlled at 60 ± 1 $^{\circ}\text{C}$ and 25 ± 2 $^{\circ}\text{C}$, respectively. The final flattening thicknesses of the original outside diameter of 6 mm at the evaporator sections are chosen as 2, 3, and 4 mm. Flattening length of the miniature heat pipe from the end of the evaporator sections are 30, 60 and 90 mm. Final flattening thicknesses at the condenser sections are 3, 4, 5 and 6 mm. In this research, a direct current power supply electric heater is applied at the evaporator section. The temperature of a water cooling plate applied at the condenser section is controlled by water. Twelve Chromel-Alumel thermocouples are installed at the outer surface

of the miniature heat pipe to measure the temperature distribution of the heat pipe. It was found from the experimental results that, the equations to predict the maximum power heat input is

$$\frac{Q_{\max(\text{pre})}}{\frac{\pi}{2}(D_o - Th_{fe}) \times L_e} = 0.938e^{-0.59 \left[\left(\frac{L_{fe}}{L_{\text{total}}} \right) \times \left(\frac{D_o}{Th_{fe}} \right) \times \left(\frac{Th_{fc}}{Th_{fe}} \right) \right]}$$

with accuracy range of 37.65%. The equations for predict the overall thermal resistance at maximum power heat input is

$$R_{@Q_{\max(\text{pre})}} \left(\frac{\pi}{2}(D_o - Th_{fe}) \times L_e \right) = 99.53e^{-0.95 [Q_{\max(\text{pre})}]}$$

with accuracy range of 20.87%. The equations for predict the heat transfer at normal state is

$$\frac{Q_{\text{pre}}}{\frac{\pi}{2}(D_o - Th_{fe}) \times L_e} = 7.726 \left\{ \left[\frac{T_e - T_c}{T_e} \right] \times \left[\left(\frac{L_{fe}}{L_{\text{total}}} \right) \times \left(\frac{D_o}{Th_{fe}} \right) \times \left(\frac{Th_{fc}}{Th_{fe}} \right) \right]^{0.1} \right\}$$

The with accuracy range of 34.34%. And the equations for predict the overall thermal resistance at normal state is

$$R_{\text{pre}} \left(\frac{\pi}{2}(D_o - Th_{fe}) \times L_e \right) = (18.61 \times q_{\text{pre}}) + 41.18$$

with accuracy range of 19.05%. The maximum power heat input of partial tube flattening Type 2 mm final thickness at evaporator, 3 mm final thickness at condenser and 0.45 distances per total length is 20W.