ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	คุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบหมุนตามแนวรัศมีที่ใช้ HP62 และ MP39 เป็นสารทำงาน
ชื่อผู้เขียน	นายจิรพล กลิ่นบุญ
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะกรรมการวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. ประดิษฐ์ เทอดทูล ประธานกรรมการ อ.ดร. ภัทราพร กมลเพ็ชร กรรมการ รศ.ประเสริฐ ฤกษ์เกรียงไกร กรรมการ ผศ.ดร อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ กรรมการ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงคุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบหมุนตามแนวรัศมี ซึ่งศึกษาถึงผลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มุมเอียง อัตราส่วนสนทัด (อัตราส่วนระหว่างความยาวของส่วนทำระเหยต่อขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ) และผลของความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบหมุนตามแนวรัศมี นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงสมการสหสัมพันธ์ในการทำนายการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบหมุนตามแนวรัศมี ท่อความร้อนที่ใช้ทดลองทำมาจากท่อทองแดงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 11, 26 และ 50.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยแต่ละขนาดจะมีค่าอัตราส่วนสนทัด คือ 5, 10 และ 20 ตามลำดับ ทำการทดลองที่มุมเอียง 0 - 90 องศา โดยเพิ่มมุมเอียงขึ้นทีละ 10 องศา วัดเทียบจากแนวระดับที่ตั้งฉากกับรัศมีการหมุน นอกจากนี้ยังทำการทดลองโดยแปรค่าความเร็วรอบการหมุนซึ่งทำให้ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางเป็น 0.2g, 1g, 3g และ 7g ($g = 9.81\ m/s^2$) ตามลำดับ ใช้สารทำงาน 2 ชนิดคือ HP62 และ MP39 ที่อัตราส่วนการเติม 60% ของส่วนทำระเหย ในการทดลองจะให้ความร้อนแก่ส่วนทำระเหยโดยใช้ขดลวดความร้อน ที่ส่วนทำระเหยและส่วนอะเดียแบติกมีการหุ้มฉนวนอย่างดีเพื่อป้องกันความร้อนสูญเสีย แต่ส่วนควบแน่นจะคายความร้อนให้แก่อากาศแวดล้อม ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อมุมเอียงเพิ่มขึ้นจาก 0-30 องศา ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนจะลดลงถึงค่าต่ำสุด ($3985\ W/m^2$) หลังจากนั้นเมื่อมุมเอียงเพิ่มขึ้นจาก 30 ถึง 90 องศา ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ถึงค่าสูงสุด ($5174\ W/m^2$) ซึ่งมีแนวโน้มเหมือนกันทั้งสองสารทำงาน เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเพิ่มขึ้นจาก 11 - 50.4 mm ทำให้ค่าอัตราการถ่ายความร้อนจะลดลงอย่างช้า ๆ จาก $5174\ W/m^2$ ถึง $2250\ W/m^2$ ซึ่งแนวโน้มนี้จะเหมือนกันทั้งสองสารทำงาน

เมื่ออัตราส่วนสนทัดเพิ่มขึ้นจาก 5 - 20 ค่าอัตราการถ่ายความร้อนจะลดลงอย่างช้า ๆ จาก 5174 W/m^2 ถึง 3218 W/m^2 ซึ่งมีแนวโน้มเหมือนกันทั้งสองสารทำงาน เมื่อความเร็วรอบการหมุนซึ่งทำให้ค่าความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆจาก 0.2g ถึง 7g ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จาก 2507 W/m^2 ถึง 5174 W/m^2 ซึ่งมีแนวโน้มเหมือนกันทั้งสองสารทำงาน นอกจากนี้ยังหาสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรไร้มิติ Heat flux (q*) ซึ่งใช้ทำนายว่าการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบนี้ที่มุมเอียง 0 องศา และ 90 องศา ได้ดังนี้

$$q_0^* = 5x10^7\left[\left(\frac{Le}{d}\right)^{-0.65}\left(\frac{\omega^2 R}{g}\right)^{0.55} Bo^{-0.88} Ek^{0.1} Ja^{-0.1} Pr^{-0.38}\left(\frac{Cp_v}{Cp_l}\right)^{4.9}\left(1-\frac{\rho_v}{\rho_l}\right)^{0.21}\right]^{0.51}$$

$$q_{90}^* = 6x10^7\left[\left(\frac{Le}{d}\right)^{-0.65}\left(\frac{\omega^2 R}{g}\right)^{0.5} Bo^{-0.85} Ek^{0.1} Ja^{-0.15} Pr^{-0.35}\left(\frac{Cp_v}{Cp_l}\right)^{4.6}\left(1-\frac{\rho_v}{\rho_l}\right)^{0.19}\right]^{0.57}$$

โดยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ ± 9.6 % และ ± 11.8 % ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

Thesis Title	Heat Transfer Characteristics of Radially Rotating Heat Pipe with HP62 and MP39 as Working Fluids
Author	Jirapol Klinbun
M.Eng	Mechanical Engineering

Examining Committee	Assoc. Prof. Dr. Pradit Terdtoon	Chairman
	Lect. Dr. Patraporn Kamonpet	Member
	Assoc. Prof. Prasert Rerkkriengkrai	Member
	Asst. Prof. Dr. Anchaleeporn W. Lothongkum	Member

ABSTRACT

The aim of this research was to study the effect of inclination angles, rotational acceleration, inner diameter and aspect ratios on the heat transfer characteristics of a radially rotating heat pipe. Furthermore, the correlation to be used to predict the heat transfer rate of a radially rotating heat pipe was also investigated. The tested heat pipes were made of copper tubes with inner diameters of 11, 26 and 50.4 mm. The aspect ratios were 5, 10 and 20 for each inner diameter of the tubes. The inclination angles were 0 ° to 90 ° from the perpendicular axis of the rotating radius set at increments of 10 ° . The rotational speeds were varied producing rotational acceleration of 0.2 g, 1g, 3g, and 7g (g= 9.81 m/s^2). HP62 and MP39 were used as the working fluids with a 60 % filling ratio. The evaporator section as well as the evaporator were heated by elictric coils. The adiabatic section was well insulated to protect from heat loss. Heat was released to the ambient air by natural convection. It can be concluded from the experimental results that as the inclination angle increased from 0-30 °, the heat transfer rate decreased to the minimum value (3985 W/m^2). Thereafter, when the inclination angle increased to 90 °, the heat transfer rate slowly increased to the maximum value (5174 W/m^2). This seemed to be the trend for both fluids. When the inner diameter of the tube increased from 11 to 50.4 mm, the heat transfer rate slowly decreased from 5174 W/m^2 to 2250 W/m^2 . This seemed to be the trend for both fluids. When the aspect ratio increased from 5 to 20, the heat transfer rate also slightly

increased from 5174 W/m^2 to 3218 W/m^2 . This seemed to be the trend for both fluids. When the rotational speed, which promoted the rotational acceleration, increased from 0.2g to 7 g, the heat transfer rate also slightly increased from 2507 W/m^2 to 5174 W/m^2. This seemed to be the trend for both fluids. Furthermore, the correlations to predict the dimensionless parameter of heat flux (q^*) at an inclination angle of 0 $^\circ$ and 90 $^\circ$ were obtained as follows:

$$q_0^* = 5x10^7\left[\left(\frac{Le}{d}\right)^{-0.65}\left(\frac{\omega^2 R}{g}\right)^{0.55} Bo^{-0.88} Ek^{0.1} Ja^{-0.1} Pr^{-0.38}\left(\frac{Cp_v}{Cp_l}\right)^{4.9}\left(1-\frac{\rho_v}{\rho_l}\right)^{0.21}\right]^{0.51}$$

$$q_{90}^* = 6x10^7\left[\left(\frac{Le}{d}\right)^{-0.65}\left(\frac{\omega^2 R}{g}\right)^{0.5} Bo^{-0.85} Ek^{0.1} Ja^{-0.15} Pr^{-0.35}\left(\frac{Cp_v}{Cp_l}\right)^{4.6}\left(1-\frac{\rho_v}{\rho_l}\right)^{0.19}\right]^{0.57}$$

the standard deviation of this correlation is $\pm$9.6% of and $\pm$11.8 % respectively.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University