ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	แบบจำลองขีดจำกัดสมรรถนะของเทอร์โมไซฟอนปิดสองสถานะแบบเอียง
ชื่อผู้เขียน	นายนิติพงศ์ โสภณพงศ์พิพัฒน์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. ประดิษฐ์ เทอดทูล ประธานกรรมการ ผศ.ดร. วิวัฒน์ คล่องพานิช กรรมการ อ.ดร. ภัทราพร ตันตาคม กรรมการ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ศึกษาวิธีการสร้างแบบจำลองเชิงวิเคราะห์ของขีดจำกัดสมรรถนะในเทอร์ - โมไซฟอนปิด สองสถานะแบบเอียง จากสมการควบคุมพื้นฐานซึ่งได้แก่ สมการความต่อเนื่อง สมการโมเมนตัม สมการพลังงาน และกฎข้อที่สองทางเทอร์โมไดนามิกส์ โดยตั้งสมมติฐานว่าขีดจำกัดสมรรถนะในเทอร์โมไซฟอนนั้นเกิดจากปรากฏการณ์พื้นฐาน 2 ปรากฏการณ์ที่พยายามเกิดก่อนและเป็นตัวทำให้เกิดขีดจำกัดในเทอร์โมไซฟอน คือ ปรากฏการณ์การแห้ง และปรากฏ-การณ์การท่วม โดยสามารถหาค่าอัตราการส่งผ่านความร้อนวิกฤติของปรากฏการณ์การแห้งได้จาก

$$Q = k_l \frac{(T_v - T_c)}{\delta_{mean}} * 2\pi r l_c * \left(\frac{L_e}{L_c}\right)^{0.75}$$

โดยที่

$$\delta_{mean} = 0.8 * \sqrt[4]{\frac{24 k_l (T_v - T_c) L_c \mu_l}{h_{fg} \rho_l (\rho_l - \rho_v) g \sin\beta \left[1 + \frac{\rho_l}{r_c(\rho_l - \rho_v)} \cot\beta \sin\theta\right]}}$$

และสามารถหาค่าอัตราการส่งผ่านความร้อนวิกฤติของปรากฏการณ์การท่วมได้จาก

$$Q = \dot{m} h_{fg} * \left(\frac{L_e}{L_c}\right)^{0.75}$$

ทำการทดสอบและวิเคราะห์แบบจำลอง โดยเปรียบเทียบผลกับข้อมูลการทดลองของนักวิจัยท่านต่างๆ ซึ่งเป็นข้อมูลของสารทำงานสี่ชนิด ได้แก่ น้ำ, Ethanol, R113 และ R123 เพื่อศึกษาถึงความแม่นยำในการใช้แบบจำลอง, มุมเอียงที่เกิดอัตราการส่งผ่านความร้อนวิกฤติสูงสุด, อัตราส่วนสนทรรศน์, ความยาวส่วนควบแน่น และค่าตัวเลขของบอนด์ต่ออัตราการส่งผ่านความร้อนวิกฤติที่มุมเอียงใดๆ

จากการทดสอบแบบจำลองพบว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้สามารถทำนายอัตราการส่งผ่านความร้อนวิกฤติด้วยช่วงความคลาดเคลื่อน $\pm$25% ที่ทุกๆมุมเอียง ค่ามุมเอียงที่ทำให้เกิดอัตราการส่งผ่านความร้อนวิกฤติสูงสุดสำหรับสารทำงาน น้ำ, R113, R123 และ Ethanol คือ 70, 58, 37 และ 34 องศาตามลำดับ ค่าอัตราส่วนสนทรรศน์ไม่มีผลต่อค่าอัตราการส่งผ่านความร้อนวิกฤติสูงสุดต่อค่าการส่งผ่านความร้อนวิกฤติในแนวดิ่ง (Q_{cimax}/Q_{c90}) และมีแนวโน้มว่าค่าความหนาแน่นความร้อนวิกฤติ (Critical heat flux) ที่มุมเอียงใดๆ จะลดลงเมื่อค่า Le/d มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อความยาวส่วนควบแน่นมากขึ้นในขณะที่ส่วนทำระเหยมีความยาวคงที่จะทำให้ค่าอัตราการส่งผ่านความร้อนวิกฤติสูงสุดมีค่าลดลง และตัวเลขของบอนด์ไม่มีผลกระทบกับค่าอัตราส่วนการส่งผ่านความร้อนวิกฤติที่มุมเอียงใดๆต่ออัตราการส่งผ่านความร้อนวิกฤติในแนวดิ่ง ชนิดสารทำงานไม่มีผลต่อค่า Q_{cimax}/Q_{c90}

Thesis Title	Performance Limit Model of an Inclined Two-Phase Closed Thermosyphon	
Author	Nitipong Soponpongpipat	
M.Eng.	Mechanical Engineering	
Examining Committee:	Assoc. Prof. Dr. Pradit Terdtoon	Chairman
	Asst. Prof. Dr. Wiwat Klongpanich	Member
	Lect. Dr. Patrapon Tantakom	Member

ABSTRACT

This thesis derived an analytical model of a performance limit model of an inclined two-phase closed thermosyphon by using basic governing equations such as a continuity equation, a momentum equation, an energy equation and the second law of thermodynamics. The assumption was made that, there were 2 basic phenomena, which dominate inside a thermosyphon, dryout phenomena and flooding phenomena. The performance limit was, therefore, a consequence of such phenomena. Critical heat transfer rate, when dryout phenomena occur, was calculated from

$$Q = k_l \frac{(T_v - T_c)}{\delta_{mean}} * 2\pi r l_c * \left(\frac{L_e}{L_c}\right)^{0.75}$$

where

$$\delta_{mean} = 0.8 * \sqrt[4]{\frac{24 k_l (T_v - T_c) L_c \mu_l}{h_{fg} \rho_l (\rho_l - \rho_v) g \sin\beta \left[1 + \frac{\rho_l}{r_c (\rho_l - \rho_v)} \cot\beta \sin\theta\right]}}$$

Critical heat transfer rate, when flooding phenomena occur, was calculated from

$$Q = \dot{m} h_{fg} * \left(\frac{L_e}{L_c}\right)^{0.75}$$

The model was tested and analyzed by comparing it with experimental data of previous researchers, which is composed of four types of working fluid: water, Ethanol, R113 and R123 in order to study the accuracy of this model, the angle at which the maximum heat transfer rate occurred for each working fluid, aspect ratio, condenser length and the bond number on critical heat transfer rate at any inclination angle.

The results showed that the error of this model was $\pm$25% at any inclination angle. The angle at which the maximum critical heat transfer rate of water, R113, R123 and Ethanol occurred was 70, 58, 37 and 34 degree respectively. The aspect ratio had no effect on the ratio of maximum critical heat transfer rate by critical heat transfer rate at vertical (Q_{cimax}/Q_{c90}). And the higher the aspect ratios the lower is the maximum critical heat flux. The maximum critical heat transfer rate decreased with the condenser length when the evaporator length is controlled. Bond number had no effect on the ratio of critical heat transfer rate at any inclined angle by critical heat transfer rate at vertical. The type of working fluids had no effect on Q_{cimax}/Q_{c90}