ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	ความเข้ากันได้ของเทอร์โมไซฟอนพลาสติกชนิดเอชดีพีอีกับสารทำเย็น R113 และ R123
ชื่อผู้เขียน	นางสาวศศิธร ประกายวิทย์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	อ.ดร. ภัทราพร กมลเพ็ชร ประธานกรรมการ รศ. ดร. ประดิษฐ์ เทอดทูล กรรมการ รศ. ตะวัน สุจริตกุล กรรมการ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาถึงความเข้ากันได้ของเทอร์โมไซฟอนพลาสติกชนิดเอชดีพีอีกับสารทำเย็น R113 และ R123 โดยทำการทดลองเพื่อหาการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของวัสดุท่อและระหว่างสารทำงานทั้ง 2 ชนิดภายใต้การปฏิบัติงานระยะยาว และเพื่อจะสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายความแข็งแรงครากในฟังก์ชันของเวลาและอุณหภูมิของเทอร์โมไซฟอนระบบดังกล่าว เทอร์โมไซฟอนสร้างจากท่อพลาสติกชนิดเอชดีพีอี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 15 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร มีอัตราส่วนการเติมของสารทำงานเป็นร้อยละ 50 ของปริมาตรส่วนทำระเหย อัตราส่วนสนทัดของท่อเท่ากับ 10 เทอร์โมไซฟอนได้รับความร้อนจากกระบะทรายซึ่งได้รับความร้อนจากแผ่นให้ความร้อนจำนวน 10 ตัว การระบายความร้อนในส่วนควบแน่นของเทอร์โมไซฟอนทำได้ด้วยการพาความร้อนแบบบังคับด้วยพัดลม การทดสอบทำอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิส่วนทำระเหย 40 60 และ 80 °C เป็นเวลา 3000 ชั่วโมง โดยทำการเก็บข้อมูลที่เวลา 500 1000 และ 3000 ชั่วโมง การวิเคราะห์ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นกับวัสดุท่อจะใช้ความแตกต่างเชิงมวลและเชิงความแข็งแรงครากของชิ้นทดสอบก่อนและหลังการทดลอง และรูปถ่ายลักษณะพื้นผิวของเทอร์โมไซฟอนจากกล้องจุลทรรศน์แบบสแกน (Scanning Electron Microscope) ส่วนการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารทำเย็นจะใช้เครื่อง Infrared Spectrophotometry (IR) และเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) แบบจำลองเอมพิริกัลได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงครากของท่อกับอุณหภูมิและเวลาการทำงาน ผลการทดลองพบว่า สารทำเย็นไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างอินทรีย์เคมีใดๆ แต่ตรวจพบธาตุทองแดงอยู่ในสารทำเย็นซึ่งเกิด

ขึ้นเนื่องมาจากชุดเติมสารที่เป็นท่อทองแดงสามารถทำปฏิกิริยากับสารทำเย็นได้ แม้ว่ามวลของชิ้นทดสอบจะไม่เปลี่ยนแปลงภายในระยะเวลา 1000 ชั่วโมง แต่จะไปเพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลา 1000-3000 ชั่วโมง โดยที่มวลของชิ้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R113 เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.34 10.66 และ 10.76 ในขณะที่มวลของชิ้นทดสอบที่แช่ในสารทำเย็น R123 เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.15 9.41 และ 9.68 ที่อุณหภูมิส่วนทำระเหย 40 60 และ 80 °C ตามลำดับ ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ไม่ปรากฏการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวภายในของเทอร์โมไซฟอน ในที่สุดจะสามารถทำนายความแข็งแรงครากของชิ้นทดสอบจากแบบจำลองเอมพิริกัล ได้ตามสมการ

$\sigma = (9.8020 + 0.00665T) - (0.0009 - 7.50 \times 10^{-6} T)\, t$ สำหรับ R113 และ

$\sigma = (9.0502 + 0.02016T) - (0.0007 - 9.25 \times 10^{-6} T)\, t$ สำหรับ R123

เมื่อ T และ t คือ อุณหภูมิและเวลาทำงาน ตามลำดับ โดยค่าความเชื่อมั่นของสมการที่ได้จากการสร้างสมการเพื่อแทนข้อมูล มีค่า 95 % สรุปได้ว่า เทอร์โมไซฟอนพลาสติกชนิดเอชดีพีอีสามารถใช้งานกับสารทำเย็น R113 และ R123 ได้ดีโดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติของวัสดุท่อและสารทำเย็น ในช่วงระยะเวลาไม่เกิน 1000 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามในช่วงระยะเวลา 1000-3000 ชั่วโมง สารทำเย็น R123 สามารถเข้ากันได้กับเทอร์โมไซฟอนพลาสติกชนิดเอชดีพีอีดีกว่าสารทำเย็น R113 แบบจำลองแสดงให้เห็นว่าเทอร์โมไซฟอนพลาสติกชนิดเอชดีพีอีที่ใช้ R123 มีค่าความแข็งแรงครากสูงกว่าเทอร์โมไซฟอนพลาสติกชนิดเอชดีพีอีที่ใช้ R113 ที่สภาวะการทำงานเดียวกัน

Thesis Title	The Compatibility of HDPE Plastic Thermosyphon with R113 and R123 Refrigerants	
Author	Sasithorn Prakaivit	
M.Eng.	Energy Engineering	
Examining Committee	Lect. Dr. Patrapon Kamonpet	Chairperson
	Assoc. Prof. Dr. Pradit Terdtoon	Member
	Assoc. Prof. Thawan Sucharitkul	Member

ABSTRACT

This purpose of this thesis is to study the compatibility of HDPE plastic thermosyphon with R113 and R123 refrigerants. Tests had been made to examine the chemical reaction between the pipe material and working fluids under long term operation and to make mathematical model to predict the tensile strength of the HDPE thermosyphon as a function of time and temperature. The thermosyphon were made from HDPE pipe which had inside diameter of 15 mm and length of 400 mm. The working fluid were R113 and R123. Filling ratio was 50% of evaporator section and aspect ratio of the pipe was 10. Sand baths with 10 heaters, were used to heat the thermosyphon. Condenser section was cooled by forced convection which controlled by fans. The tests were continued for 3000 hours at evaporator temperature of 40, 60 and 80 °C. The mass and yield strength differences of the test ring before and after the test and the magnified photographs from Scanning Electron Microscope (SEM) was used to analyze the chemical reaction of the pipe while Infrared spectrophotometer (IR) and Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) were used to analyze the chemical composition of the working fluid. The empirical model, which correlate the yield strength of the pipe with operating temperature and time were constructed. It was found from the experiments that the working fluids did not change in organic structure. However, copper element was detected in the working fluids because copper tube which was used as a fill charge component can react with the working fluids. Although the mass difference of the test ring before

1000 hours was not observed, the differences between 1000-3000 hours were significantly increased. The difference were 9.34 , 10.66 and 10.76 % for R113 and 7.15, 9.41 and 9.68 % for R123 at the temperature of evaporator section of 40, 60, and 80 °C respectively. Scanned pictures show no differences in internal surface. The tensile yield strength of the thermosyphon which obtained the empirical model can be predicted as;

$$\sigma = (9.8020 + 0.00665T) - (0.0009 - 7.50 \times 10^{-6} T)\, t \qquad \text{for R113 and}$$

$$\sigma = (9.0502 + 0.02016T) - (0.0007 - 9.25 \times 10^{-6} T)\, t \qquad \text{for R123}$$

when T and t are operating temperature and time respectively. The confidential level of equation fitting is 95 %. It can be concluded that HDPE thermosyphon with both refrigerants can operate well within 1000 hours without any differences in pipe material and working fluid properties. However, between 1000 –3000 hours, R123 is more compatibly with HDPE thermosyphon than R113. The model shows that HDPE-R123 thermosyphon has higher tensile yield strength than HDPE-R113 thermosyphon the same operating condition.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University