

Thesis Title Test and Performance Prediction of HDPE Thermosyphons

Author Mr. Khridsadakhon Booddachan

Degree Doctor of Philosophy (Mechanical Engineering)

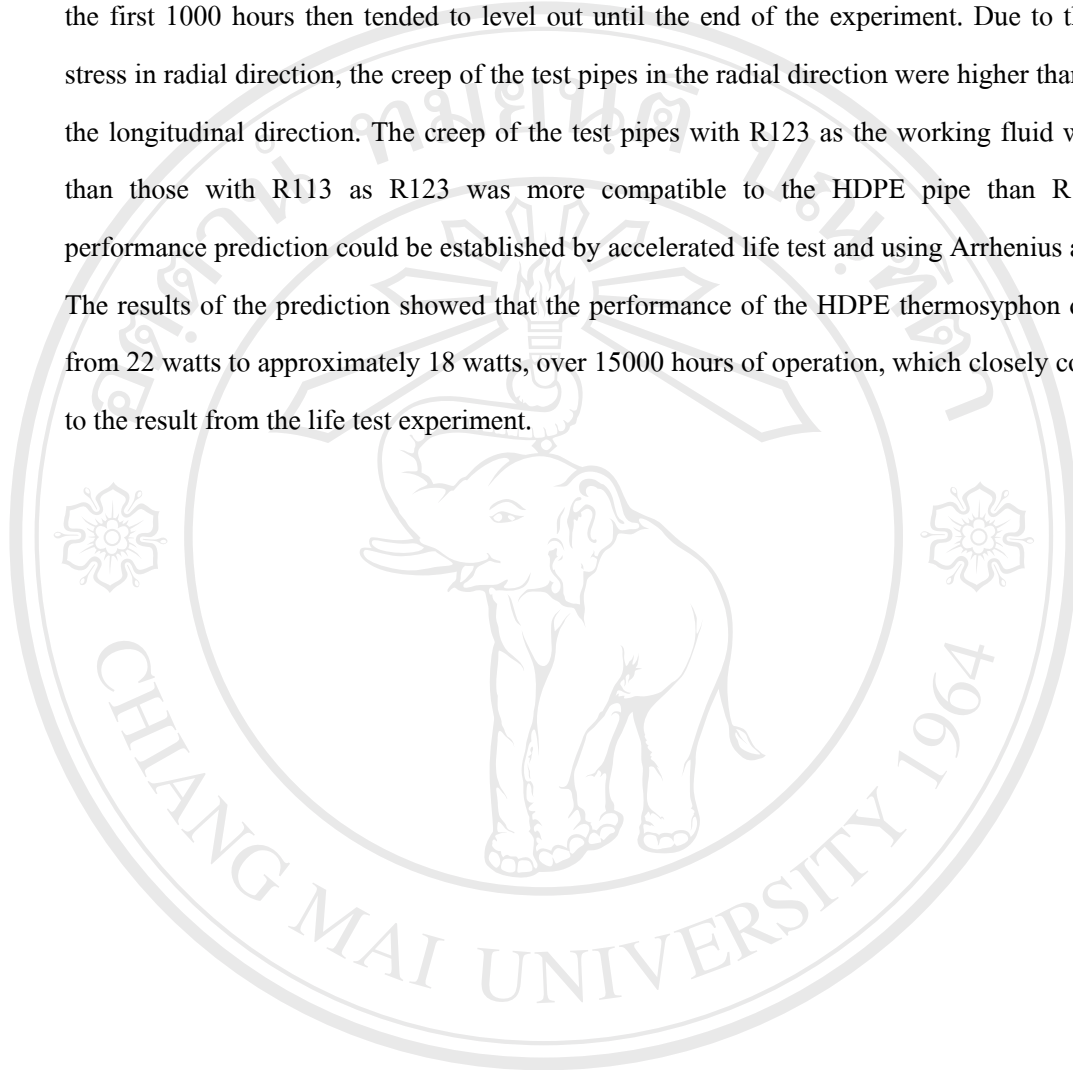
Thesis Advisory Committee

Asst. Prof. Dr. Patrapon Kamonpet	Chairperson
Prof. Dr. Pradit Terdtoon	Member
Assoc. Prof. Tawan Sucharitakul	Member
Prof. Dr. Yasunori Kobayashi	Member
Dr. Piyanun Charoensawan	Member

ABSTRACT

This research was conducted to test and predict the performance of thermosyphons that used high-density polyethylene (HDPE) pipes as containers. The working fluids used were R113 and R123 with 50% of filled charge. The experiment was separated into 2 categories, which were the test pipes and the samples. The length of the test pipes used were 400 mm with the inner diameter of 15 mm and the thickness of 3 mm. The evaporator sections were heated by hot sand at the controlled temperature of 40, 60, and 80°C. The condenser sections were exposed to the environment in order to release heat by free convection. The samples were submerged into 150 cc of working fluids in the glass bottles which were heated in the hot sand at the same temperature as the test pipes. The test pipes were used to investigate the generation and accumulation of the non-condensable gas, the tensile strength, and the creep of the pipes. The samples were used to study the compatibility of the pipes and working fluids and the tensile strength of the HDPE pipes. The operating time was 15000 hours. It was found from the experiment that the accumulation of the non-condensable gas were the cause of the temperature drop at the condenser sections during the first 1000 hours of testing time. This temperature drop then tended to level out until the end of the experiment. The cause of the generation of the non-condensable gas was the incompatible between

the working fluids and the pipe material under operation, which decreased the tensile strength of the pipes from 11.25 MN/m^2 , to $8.0\text{-}8.5 \text{ MN/m}^2$. Tensile strength was dramatically decreased at the first 1000 hours then tended to level out until the end of the experiment. Due to the higher stress in radial direction, the creep of the test pipes in the radial direction were higher than those in the longitudinal direction. The creep of the test pipes with R123 as the working fluid was lower than those with R113 as R123 was more compatible to the HDPE pipe than R113. The performance prediction could be established by accelerated life test and using Arrhenius approach. The results of the prediction showed that the performance of the HDPE thermosyphon decreased from 22 watts to approximately 18 watts, over 15000 hours of operation, which closely correspond to the result from the life test experiment.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การทดสอบและทำนายสมรรถนะ ของเทอร์โมไซฟอน
แบบเอชดีพีอี

ผู้เขียน นายกฤษฎากร บุคดาจันทร์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ. ดร. ภัทราพร	กมลเพชร	ประธานกรรมการ
ศ. ดร. ประดิษฐ์	เทอดทูล	กรรมการ
รศ. ตะวัน	สุจริตกุล	กรรมการ
Prof. Dr. Yasunori	KOBAYASHI	กรรมการ
ดร. ปิยะนันท์	เจริญสวรรค์	กรรมการ

บทคัดย่อ

ดุษฎีนิพนธ์นี้ ศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบและทำนายสมรรถนะ ของเทอร์โมไซฟอนที่ใช้โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูงเป็นท่อบรรจุ สารทำงานที่ใช้คือสารทำเย็น R113 และ R123 ซึ่งใช้อัตราส่วนการเติม 50% ของปริมาตรส่วนทำระเหย การทดสอบแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มท่อทดสอบและกลุ่มชิ้นตัวอย่าง กลุ่มท่อทดสอบใช้ท่อที่มีความยาว 400 มิลลิเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 15 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร ส่วนทำระเหยได้รับความร้อนจากทรายร้อน โดยมีการควบคุมอุณหภูมิส่วนทำระเหยไว้ที่ 40 60 และ 80 องศาเซลเซียส ส่วนควบแน่นปล่อยสู่บรรยากาศเพื่อระบายความร้อนโดยการพาความร้อนแบบธรรมชาติ สำหรับกลุ่มชิ้นตัวอย่างได้บรรจุชิ้นตัวอย่างลงในขวดแก้วที่มีสารทำงาน 150 มิลลิลิตร แล้วแช่ในทรายร้อนที่อุณหภูมิเดียวกันกับกลุ่มแรก กลุ่มท่อทดสอบนั้นใช้ศึกษาผลการเกิดและการสะสมตัวของก๊าซที่ไม่ควบแน่น ความแข็งแรงคลากและการคืบของท่อ ส่วนกลุ่มชิ้นตัวอย่างใช้ศึกษาความเข้ากันได้ของสารทำงานกับวัสดุท่อและศึกษาความแข็งแรงคลากของวัสดุท่อ ระยะเวลาการทดสอบรวมคือ 15000 ชั่วโมง จากการศึกษาพบว่า การสะสมตัวของก๊าซที่ไม่ควบแน่นนั้นส่งผลให้อุณหภูมิที่ส่วนควบแน่นลดลงในช่วง 1000 ชั่วโมงแรก จากนั้นมีแนวโน้มคงที่จนสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งก๊าซที่ไม่ควบแน่นนั้นเกิดจากความเข้ากันไม่ได้ระหว่างสารทำงานกับท่อบรรจุ ซึ่งส่งผลให้วัสดุที่ใช้ทำท่อบรรจุมีค่าความ

แข็งแรงคลากลดลงจากค่าที่ยังไม่ได้ทำการทดสอบ 11.25 MN/m^2 เป็น ประมาณ $8.0\text{-}8.5 \text{ MN/m}^2$ โดยค่าความแข็งแรงคลากลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 1000 ชั่วโมงแรกของการทำงาน จากนั้นจึงคงที่ การคืบของท่อทดสอบจะเกิดในแนวรัศมีมากกว่าในแนวแกนเนื่องจากความเค้นในแนวรัศมีมีค่ามากกว่าและยังพบว่า ท่อที่บรรจุสารทำงาน R123 จะมีอัตราการเกิดการคืบน้อยกว่าท่อที่บรรจุ R113 เนื่องจาก R123 มีความเข้ากันได้กับท่อดีกว่า R113 การทำนายสมรรถนะของเทอร์โมโซโฟนแบบเอชดีพีอินั้น สามารถทำได้โดยการทดสอบแบบเร่งอายุการทำงานแล้ววิเคราะห์ผลโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ของอาร์รีเนียส ซึ่งพบว่าสมรรถนะการส่งผ่านความร้อนนั้นจะลดลงจาก 22 วัตต์ไปเป็น 18 วัตต์โดยประมาณ เมื่อทำการทดสอบไปแล้ว 15000 ชั่วโมง ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องเป็นอย่างดีกับข้อมูลการทดลองที่ได้จากการทดสอบอายุการใช้งานแบบธรรมดา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved