ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การใช้คลื่นโซนิคเพื่อเพิ่มสมรรถนะทางความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนในการนำความเย็นกลับคืน

ผู้เขียน นายรัชต์ธานี แสนจิตต์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.เศรษฐ์ สัมภัตตะกุล

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้คลื่นโซนิคเพื่อเพิ่มสมรรถนะทางความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนในกระบวนการนำความเย็นทิ้งกลับคืน โดยในงานวิจัยนี้ได้แบ่งการวิจัยเป็น 2 ส่วนโดย ในส่วนแรกเป็นการศึกษาสมรรถนะของท่อความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนที่ทำงานภายใต้คลื่นโซนิค และงานวิจัยส่วนที่สองศึกษาสมรรถนะของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนที่ทำงานภายใต้คลื่นโซนิค ตลอดจนการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของการนำไปประยุกต์ใช้กับระบบนำความเย็นทิ้งกลับคืน

งานวิจัยในส่วนแรก ได้ทำการทดสอบโดยใช้สารทำงาน 3 ชนิด คือ น้ำ เมทานอล และ R-123 ท่อความร้อนทำจากทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 35.00 mm หนา 1.0 mm ยาว 1.24 m ส่วนทำระเหยและส่วนควบแน่นยาว 0.52 m ส่วนอะเดียแบติกยาว 0.20 m ความถี่ที่สร้างโดยคลื่นโซนิค อยู่ในช่วง 8 kHz ถึง 14 kHz โดยติดตั้งหัวจ่ายคลื่นโซนิคที่ด้านล่างสุดของส่วนทำระเหย การให้ความร้อนและความเย็นใช้ระบบหมุนเวียนน้ำร้อนและน้ำเย็นผ่านกระบอกน้ำของส่วนทำระเหยและส่วนควบแน่น ช่วงอุณหภูมิแหล่งความร้อนมีค่าตั้งแต่ 30 °C ถึง 90 °C อัตราส่วนการเติมสารทำงาน คือ 50% ของส่วนทำระเหย

จากการทดสอบในส่วนแรกพบว่า การใช้คลื่นโซนิคเพื่อเพิ่มสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนจะเห็นผลอย่างเด่นชัดในกรณีที่สารทำงานใกล้ถึงจุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือด โดยคลื่นจะช่วยให้เกิดการปั่นป่วนของสารทำงาน และส่งผลให้เร่งการเดือดให้เร็วขึ้น โดยทำให้ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 40% - 80% อย่างไรก็ตามกรณีที่ช่วงอุณหภูมิแหล่งจ่ายความร้อนมีค่าต่ำกว่าจุด เดือดของสารทำงานมาก คลื่นโซนิคจะมีผลทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น และในกรณีที่อุณหภูมิแหล่งจ่ายความร้อนสูงถึงจุดเดือดของสารทำงาน คลื่นจะไม่มีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อน เนื่องจากสารทำงานสามารถเดือดได้เอง

งานวิจัยส่วนที่สอง ได้ศึกษาการใช้คลื่นโซนิคเพื่อเพิ่มสมรรถนะทางความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอน ในกระบวนการดึงความเย็นทิ้งของระบบปรับอากาศกลับมาใช้ประโยชน์ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนดังกล่าวนี้ใช้ R123 เป็นสารทำงาน โดยแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศที่อุณหภูมิระหว่าง 30-45 °C และอากาศเย็นทิ้งซึ่งมีอุณหภูมิระหว่าง 20-30 °C โดยความเร็วของอากาศอยู่ระหว่าง 3-9 m/s และติดตั้งหัวคลื่นโซนิค ความถี่ 28 kHz จำนวน 4 ชุด ที่ปลายส่วนระเหยของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน พบว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้คลื่นโซนิค เพิ่มขึ้นประมาณ 20-30% จากการคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าการประยุกต์ใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนเข้ากับระบบนำความเย็นทิ้งกลับคืนมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 4.87 ปี และมีค่า IRR = 21.00% อย่างไรก็ตามกรณีของการใช้คลื่นโซนิคเพิ่มสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ในกรณีนี้ยังไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ ทั้งนี้เนื่องจากต้นทุนของหัวกำเนิดคลื่นมีราคาแพง อีกทั้งต้องมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนเข้าสู่หัวกำเนิดคลื่น แต่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนที่อากาศเย็น 25 °C และที่อากาศร้อน 40°C โดยวิเคราะห์ค่า IRR = 38.19% และมีระยะเวลาคืนทุน 2.82 ปี และในกรณีที่ใช้คลื่นโซนิคเพื่อเพิ่มสมรรถนะ วิเคราะห์ค่า IRR = 16.45 % และมีระยะเวลาคืนทุน 5.87 ปี แสดงว่าการใช้คลื่นโซนิคเพื่อเพิ่มสมรรถนะต้องใช้ในกรณีที่การแลกเปลี่ยนความร้อนมีผลต่างระหว่างอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูงจึงจะมีความคุ้มค่าในการลงทุน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Use of Sonic Wave to Increase Thermal Performance of Thermosyphon Heat Exchanger in Coolness Recovery

Author Mr. Rattanee Sanjit

Degree Master of Engineering (Energy Engineering)

Thesis Advisor Assistant Professor Dr. Sate Sampattagul

ABSTRACT

This research studied the application of sonic wave for increasing the thermal performance of thermosyphon heat exchanger applied to coolness recovery process. This research was divided into two parts. The first part was to study the performance of thermosyphon heat pipe under sonic wave. The second part was to study the performance of thermosyphon heat exchanger under sonic wave. Moreover the economic analysis in case of coolness recovery system was included in this part.

For the first part, water, methanol and R-123 were selected as working fluids for the thermosyphon. The inner diameter of thermosyphon tube was 35.00 mm with 1.0 mm thickness. The tube length was 1.24 m which divided into 0.52 m for each evaporator and condenser sections and 0.20 m for adiabatic section. The frequency of sonic wave was 8 kHz to 14 kHz. The sonic probe was attached at the end of evaporator section. The hot and cold water circulating systems were used as a heat source and heat sink of the thermosyphon. The temperature of heat source was varied from 30 $^{\circ}$C to 90 $^{\circ}$C. The filling ratio of thermosyphon was 50% by volume of the evaporator section.

From the experiment, it was found that the sonic wave can be used for increasing the thermal performance especially in case of near boiling region of working fluid. The sonic wave promotes the turbulent of working fluid and the working fluid can boil more easily. The heat transfer rate can be increased around 40% to 80%. However, the wave has slightly effect on the

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

performance if the temperature of heat source is enormously lower than boiling point of working fluid. Moreover if the temperature of heat source reach the boiling point of working fluid, none of heat transfer enhancement was observed. This result comes from the working fluid can boil by itself.

The second part of this research studied the application of sonic wave to enhance thermal performance of thermosyphon heat exchanger in case of coolness recovery system. This heat exchanger used R-123 as working fluid for the thermosyphon and exchanged heat between 30 to 45 °C hot air and 20 to 30 °C cold air. The air velocity was between 3-9 m/s. Four sets of 28 kHz sonic wave generator were attached at the end of evaporator section of the thermosyphon heat exchanger. It was found that the heat transfer rate of case using sonic wave is higher than that of normal case around 60 to 350 W. From the economic evaluation, it was found that the thermosyphon heat exchanger applied to the coolness recovery system had the pay back period 4.87 year and IRR = 21.00%. However, it is not suitable for using sonic wave to increase the performance of heat exchanger. This result comes for the price of ultrasonic probe and the cost of electric energy supplied to the sonic generator. But in the heat exchanger to cool 25 ° C and a hot 40 ° C by analyzing the IRR = 38.19% and a payback period of 2.82 years and in case of using sonic wave to enhance performance, analyze IRR = 16.45%. and a payback period of 5.87 years shows that the use of sonic wave to enhance performance required in the event of a heat exchanger is the difference between a relatively high temperature, so it is worth the investment.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved