Thesis Title Loop Thermosyphon as an Energy Saver for Heat Pump Dryer

Author Mr. Wera Phaphuangwittayakul

Degree Doctor of Philosophy (Mechanical Engineering)

Thesis Advisory Committee

Asst. Prof. Dr.	Patrapon	Kamonpet	Chairperson
Prof. Dr.	Pradit	Terdtoon	Member
Asst. Prof. Dr.	Wiwat	Klongpanich	Member

ABSTRACT

The main focus of this thesis is the application of a loop thermosyphon (LTS) as an energy saver for a heat pump dryer (HPD) system. The method involved design and development of mathematical models. The mathematical models considered a conventional heat pump dryer (without loop thermosyphon), the loop thermosyphon model and the heat pump dryer with loop thermosyphon as an energy saver. An experimental unit was constructed to compare results and verify the model. The economics of a loop thermosyphon for use in heat pump dryer was also analyzed.

Mathematical models were developed which incliding a of heat pump dryer model used to predict the heat transfer characteristics of the system. The amount of longan in one batch was 120 kg, the suitable condition and the specification of the heat pump dryer were airflow rate of 450 m^3/h, the condenser of 8 kW, the evaporator of 5.25 kW and the compressor of 2.75 kW. It was found that the results of experimental closely matched the results from the model. So, it can be concluded that the heat pump dryer without loop thermosyphon model can be used to predict the heat transfer characteristic of heat pump dryer at any condition. The model can also predict

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

the limitations of operation of the heat pump and the limitations of the drying process. The minimum specific energy consumption was calculated for design and construction of the loop thermosyphon. Numerical simulation of the loop thermosyphon was used to simulate all of the sizes of the loop thermosyphon. For this research, the size of the loop thermosyphon used based on design was 5.25 kW. From the result, it can be concluded that the loop thermosyphon model can be used to design the loop thermosyphon and predict the maximum effectiveness of the loop thermosyphon. The loop thermosyphon is a device that when used heat pump dryer saves energy. The results show that the loop thermosyphon can reduce the specific energy consumption from 12 to 20%, depending on the operating conditions. Application of the loop thermosyphon in the heat pump dryer is beneficial, because the economic analysis shows that the pay back period is about 3 years and the internal rate of return (IRR) is about 30%. These results were obtained by operating the heat pump dryer at an airflow rate of two to four times of the optimum value. For this research is 450 m^3/h. If operated at optimum value of airflow, the value of energy saving will be more, the pay back period could be less than 3 years and the IRR will be higher than 30%.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ เทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบที่เป็นอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อน

ผู้เขียน นายวีระ ฟ้าเฟื่องวิทยากุล

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ. ดร. ภัทราพร กมลเพ็ชร	ประธานกรรมการ
ศ. ดร. ประดิษฐ์ เทอดทูล	กรรมการ
ผศ. ดร. วิวัฒน์ คล่องพานิช	กรรมการ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของวิทยานิพนธ์นี้คือการประยุกต์เทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบเป็นอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อน วิธีการโดยการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อน (ไม่มีเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบ) เทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบ และ เครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนที่มีเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบเป็นอุปกรณ์ประหยัดพลังงานถูกนำมาพิจารณา ชุดทดลองถูกสร้างขึ้นเพื่อทำการเปรียบเทียบผลและยืนยันความถูกต้องของแบบจำลอง การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จองเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบสำหรับใช้สำหรับเครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนถูกทำการวิเคราะห์ด้วย

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนา รวมทั้งแบบจำลองของเครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนที่ใช้ทำนายคุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนของระบบ ปริมาณลำไยคือ 120 กิโลกรัม เงื่อนไขที่เหมาะสมและข้อกำหนดของเครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนคืออัตราการไหลอากาศคือ 450 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ขนาดของส่วนควบแน่นคือ 8 กิโลวัตต์ ขนาดของส่วนทำระเหยคือ 5.25 กิโลวัตต์ และขนาดของเครื่องอัดไอเท่ากับ 2.75 กิโลวัตต์ พบว่าผลของการทดลองมีค่าใกล้เคียงสอดคล้องกับผลของแบบจำลอง ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองของเครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนที่ไม่มีเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบสามารถใช้ทำนายคุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนของเครื่องอบแห้งขนิดปั๊มความร้อนในทุกเงื่อนไข ข้อจำกัดของการทำงานของปั๊มความร้อนและข้อจำกัดของกระบวนการการอบแห้งสามารถถูกทำนายโดยแบบจำลอง ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สุดถูกคำนวณสำหรับการออกแบบและการสร้างเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบ การคำนวณเชิงตัวเลขของเทอร์ โมไซฟอนแบบวงรอบถูกใช้คำนวณขนาดของเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบได้ทุกขนาด สำหรับการวิจัยนี้ ขนาดของเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบถูกใช้โดยใช้ขนาดที่ทำการออกแบบเท่ากับ 5.25 กิโลวัตต์ จากผลสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองของเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบสามารถใช้ในการออกแบบได้และทำนายค่าประสิทธิผลสูงสุดของเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบ เทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบซึ่งได้รับการแนะนำให้ใช้กับเครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนเพื่อเป็นอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน ผลทั้งหมดแสดงว่าเทอร์โมไซฟอนสามารถลดการใช้พลังงานจำเพาะได้จาก 12 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการทำงาน การประยุกต์เทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบในเครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนเป็นการกระทำที่คุ้มค่า เพราะว่าผลจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 3 ปี และอัตราผลตอบแทนภายในประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ผลนี้คำนวณจากการทำงานของเครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนขณะที่อัตราการไหลของอากาศอบแห้ง 2 ถึง 4 เท่าของค่าที่เหมาะสมซึ่งมีค่าเท่ากับ 450 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ถ้าการทำงานกระทำที่ค่าของอัตราการไหลของอากาศที่เหมาะสม ค่าของการประหยัดพลังงานอาจจะมากกว่านี้ ระยะเวลาการคืนทุนควรจะน้อยกว่า 3 ปีและอัตราผลตอบแทนภายในจะมีค่ามากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved