ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การประหยัดพลังงานในเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนโดยใช้เทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบ
ชื่อผู้เขียน	นายมนตรี เดชมา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ :	รศ. ดร. ประดิษฐ์ เทอดทูล ประธานกรรมการ รศ. ประเสริฐ ฤกษ์เกรียงไกร กรรมการ อ. ดร. ภัทราพร ตันตาคม กรรมการ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาการใช้เทอร์โมไซฟอนในระบบอบแห้งชนิดปั๊มความร้อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษา ออกแบบ สร้าง และวิเคราะห์ผลของการใช้เทอร์โมไซฟอนเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศก่อนเข้าและหลังออกส่วนทำระเหยของปั๊มความร้อนในระบบอบแห้งชนิดปั๊มความร้อน เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน เทอร์โมไซฟอนที่ใช้เป็นแบบวงรอบ (Loop Thermosyphon) ประกอบด้วยคอยล์ส่วนระเหย และคอยล์ส่วนควบแน่น ที่มีลักษณะเหมือนกับส่วนทำระเหยของเครื่องปรับอากาศทั่วไป คือ เป็นแบบท่อกลมและครีบชนิดคลื่นต่อเนื่อง ซึ่งมีขนาดพื้นที่ผิวหน้า 400 มม. × 360 มม. ภายในคอยล์ประกอบด้วยท่อทองแดงชนิดผิวในเรียบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 10.0 มม. และครีบอลูมิเนียมที่มีจำนวนครีบ 12 ครีบต่อนิ้ว หนา 0.15 มม. เทอร์โมไซฟอนที่ใช้เป็นแบบ 42 ลูป ซึ่งคอยล์แต่ละส่วนมีจำนวนแถว 6 แถว สารทำงานที่ใช้คือ R-123

ระบบอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ประกอบด้วย พัดลมหมุนเวียนอากาศ (Blower) ของเครื่องอบแห้งที่ใช้ในปัจจุบันคือแบบ Axial Flow ขับด้วยมอเตอร์ 1 HP, 1430 rpm มีปริมาณลมหมุนเวียน (จากการวัดจริง) 0.4 kg / s ปั๊มความร้อนออกแบบโดยมีองค์ประกอบของเครื่องทำความเย็นสำหรับห้องเย็นที่มีส่วนทำระเหย (Evaporator) ขนาด 4000 Btu/h (Low Temp.) ชุดส่วนควบแน่น (Condensing Unit) ซึ่งมีเครื่องอัดไอ (Compressor) 1.5 HP และ Thermostatic Exp. Valve รุ่น FF-1 และมีขดลวดความร้อนไฟฟ้าขนาด 6 kW ทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานเสริมเพื่อเพิ่มอุณหภูมิอากาศอบแห้งในกรณีที่อุณหภูมิอากาศอบแห้งที่ได้จากปั๊มความร้อนไม่ถึงอุณหภูมิอบแห้งที่ต้องการ และทำหน้าที่ในการควบคุมอุณหภูมิอากาศอบแห้ง ทำการทดสอบโดยมีเงื่อนไขการทดสอบ 3 เงื่อนไข คือ อัตราส่วนอากาศที่ไม่ผ่านส่วนทำระเหยหรือ BAR (Bypass Air Ratio) 0%, 20% และ 40% กับเงื่อนไขการทดสอบอีก 2 เงื่อนไข คือ ก่อนติดตั้งและหลังติดตั้งเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบ

ในการทดสอบทุก ๆ เงื่อนไขจะควบคุมให้มีอุณหภูมิอากาศอบแห้งที่ 55 °C ความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือกประมาณ 11-13% มาตรฐานเปียก ใช้เวลาในการอบ 7 ชั่วโมงจนเหลือความชื้นสุดท้ายคือ 5-7% มาตรฐานเปียก และอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศอบแห้งคือประมาณ 0.4 kg/s แล้วทำการวัดคุณสมบัติของอากาศแต่ละจุด และค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบ ทำการวิเคราะห์ในเชิงเปรียบเทียบถึงค่าสมรรถนะต่าง ๆ ของระบบ ค่าคุณลักษณะทางความร้อนของเทอร์โมไซฟอน การประหยัดพลังงานจากการใช้เทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบ แล้วทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

จากผลการทดสอบ เทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบ 42 ลูป สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 3.08 kWh ต่อ 1 วัน และ 3.50 kWh ต่อ 1 วัน สำหรับกรณี BAR 20% และ 40% ตามลำดับ หรือคิดเป็น 7.2% และ 8.5% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับระบบที่ไม่ได้ติดตั้งเทอร์โมไซฟอน ส่วนกรณี BAR 0% นั้นค่าพลังงานไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น 3.6% ค่าประสิทธิผลเพิ่มขึ้นจาก 0.217 เป็น 0.288 เมื่อค่าหน่วยการถ่ายเทความร้อน (NTU) เพิ่มขึ้นจาก 0.044 เป็น 0.050 ตามลำดับ และมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 22.90% และ 26.45% สำหรับกรณี BAR 20% และ 40% ตามลำดับ ดังนั้นเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบจึงมีความเหมาะสมสำหรับระบบอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนนี้ที่เงื่อนไข BAR 20% และ 40%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

Thesis Title	Energy Saving in a Heat Pump Dryer Using Loop Thermosyphon
Author	Mr. Montri Dechma
M. Eng.	Mechanical Engineering
Examining Committee :	Assoc. Prof. Dr. Pradit Terdtoon — Chairman
	Assoc. Prof. Prasert Rerkkriangkrai — Member
	Lect. Dr. Pattaraporn Tantakom — Member

ABSTRACT

This research paper presents a case study of applying thermosyphons in a heat pump dryer system. The objectives of this research were to study, design, construct and analyze a thermosyphon in a heat exchanger, situated between the air intake and outlet section for the cooling coils of a heat pump, to save energy. The loop thermosyphon used in this research consisted of evaporator coils and condenser coils, which had the same characteristics as the cooling coils. The tubular coils were connected by wavy fins with a total frontal area of 400 mm. × 360 mm. Smooth inner copper tubes with an outside diameter of 10 mm and aluminum fins with a fin pitch of 12 fin/inch and a thickness of 0.15 mm were employed. The loop thermosyphon used was a 42-loop thermosyphon made from 6 rows of coils. R-123 was used as the working fluid.

A heat pump dryer system consisting of an axial flow blower operating at 0.4 kg / s and a heat pump modified from a cold storage refrigerator with a 4000 Btu/h (low temp.) evaporator, a condensing unit with a 1.5 HP compressor and thermostatic expansion valve model FF-1 was used. A 6 kW electric heater was added to maintain the air temperature at the desired level. The experiments were conducted under 3 conditions of bypass air ratio (%BAR) and under one of the conditions, data was collected both with and without the use of a looped thermosyphon. All experiments were conducted at 55 °C of air drying temperature, 11-13% wet basis of initial paddy moisture, 7 hours of drying time, 5-7% wet basis of last paddy moisture and a 0.4 kg/s air flow rate. The air properties at each point and the electric power consumption of all equipment in the system were measured. The results were analyzed and the performance of the system, the thermal characteristics of the thermosyphon, the energy saving, and the economic aspects were compared.

The result was that the 42 loop thermosyphon saved electric power consumption at a rate of 3.08 kWh per day and 3.50 kWh per day for a BAR of 20% and 40% or 7.2% and 8.5% respectively when compared to a system which did not use a thermosyphon. However, for a BAR of 0% electric power consumption increased by 3.6%. The effectiveness increased from 0.217 to 0.288 when the number of transfer unit (NTU) increased from 0.044 to 0.050 respectively and the internal rate of return was 22.90% and 26.45% for a BAR of 20% and 40% respectively. It can be concluded that a loop thermosyphon is suitable for a heat pump dryer system at a BAR of 20% and 40%.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University