

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระบบทำความเย็นที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยการติดตั้งอีเจ็คเตอร์

Solar – Driven Refrigeration System with Combining an Ejector

คณะผู้วิจัย สังกัดวิทยาลัยพลังงานทดแทน

ดร.อนันต์

พงศ์ธรรกุลพานิช

ดร.สุขฤดี

สุขใจ

นายสรวิศ

สอนสารี

นายวิสุทธิ์

เข้มสะอาด

นายไพฑูรย์

เหล่าดี

สนับสนุนโดยงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยนเรศวร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2553 คณะผู้ดำเนินงานวิจัยใคร่ขอขอบคุณอย่างยิ่ง ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนเรศวรที่สนับสนุนงานวิจัยอย่างจริงจัง และต่อเนื่องมาโดยตลอด และขอขอบคุณคณะนักวิจัยทุกท่านเจ้าหน้าที่ฝ่ายสนับสนุนของวิทยาลัยพลังงานทดแทนทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คณะผู้วิจัย

พฤษภาคม 2555

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ทำการสร้างและศึกษาระบบทำความเย็นที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอีเจ็คเตอร์ ในการศึกษาแสดงผลการทดสอบการทำงานของระบบทำความเย็นฯ ที่มีขนาดการทำ ความเย็น 1 ตันทำความเย็น ภายใต้สภาวะการทำงานของหม้อไอน้ำ (Boiler) ที่อุณหภูมิของไอน้ำอิ่มตัวซึ่งเป็นของไหลปฐมภูมิขับเคลื่อนอีเจ็คเตอร์ เท่ากับ $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ และอัตราการไหลของไอน้ำเท่ากับ 0.0032 kg/s หรือที่ระดับวาล์วประมาณ 10 (ระดับวาล์วคือ 0 – 99) ผลการวิเคราะห์อัตราการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหย (Q_E) และอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ของระบบทำความเย็นฯ ในเวลา 1 ชั่วโมงที่มีการใช้น้ำ (ระบบอยู่ในสภาวะคงตัว) พบว่า เมื่ออุณหภูมิของน้ำออกจากเครื่องระเหยมีค่าคงที่ประมาณ $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ อัตราการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหย (Q_E) และอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) จะมีค่าเท่ากับ 0.13 kW_{th} และ $0.01\text{ kW}_{th}/\text{kW}_{el}$ ตามลำดับ โดยระบบจะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 13 kW_{el} และสามารถผลิตน้ำเย็นได้ $160.56\text{ ลิตร/ชั่วโมง}$ หรือ $3,853.44\text{ ลิตร/วัน}$

คำสำคัญ: พลังงานแสงอาทิตย์ / ระบบทำความเย็น / อีเจ็คเตอร์

Abstract

In this research work, the experimental solar driven steam ejector refrigeration system was constructed and studied. Testing results for 1 Ton refrigeration system under boiler condition which temperature of saturated steam used to be primary fluid driving an ejector is 120°C and mass flow rate of steam is 0.0032 kg/s or level of valve opened is 10 ranging from 0 to 99. At steady state for 1 hr of chilled water used, the analyzed results show that heat transfer rate at evaporator (Q_E) and energy efficiency ratio (EER) of refrigeration system at constant 18°C chilled water leaving evaporator are 0.13 kW_{th} and 0.01 kW_{th}/kW_{el}, respectively. In addition, the amount of electricity consumed is 13 kW_{el} and rate of chilled water produced is 160.56 Liter/hr or 3,853.44 Liter/day

Keywords: Solar Energy / Refrigeration System / Ejector

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| กิตติกรรมประกาศ | ข |
| บทคัดย่อภาษาไทย | ค |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ง |
| สารบาญ | จ |
| สารบาญตาราง | ช |
| สารบาญภาพ | ซ |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย | 1 |
| 1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง | 1 |
| 1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย | 3 |
| 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย | 3 |
| 1.5 ขอบเขตของโครงการวิจัย | 3 |
| บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี | 5 |
| 2.1 ระบบทำความเย็นแบบอีเจกเตอร์ที่ทำงานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Ejector Refrigeration System) | 5 |
| 2.2 หลักการทำงานของหัวฉีดลดความดัน (Ejector) | 6 |
| 2.3 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio, EER) | 7 |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย | 8 |
| 3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ | 8 |
| 3.2 วิธีดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล | 15 |
| บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ | 18 |
| 4.1 ผลการทดสอบระบบทำความเย็นที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยการติดตั้งหัวฉีดลดความดัน | 18 |
| บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ | 20 |
| 5.1 สรุปผลการศึกษา | 20 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 20 |

| | |
|--|----|
| บรรณานุกรม | 21 |
| ภาคผนวก | 22 |
| ภาคผนวก ก ข้อมูลการทดสอบของระบบทำความเย็นฯ | 23 |
| ภาคผนวก ข การถ่ายทอดผลงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายจำนวน 54 คน (กรมการพลังงานทหารฯ ศึกษาดูงาน วันที่ 21 เมษายน 2555) | 27 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | หน้า |
|---|------|
| ก.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทำความเย็นฯ | 24 |
| ก.2 ผลการทดสอบอุณหภูมิและความดันของระบบทำความเย็นฯ กรณีไม่มีการนำน้ำเย็นในถังเก็บน้ำเย็นไปใช้งาน | 25 |
| ก.3 ผลการทดสอบอุณหภูมิและความดันของระบบทำความเย็นฯ กรณีมีการนำน้ำเย็นในถังเก็บน้ำเย็นไปใช้งาน | 26 |

สารบัญรูปภาพ

| รูป | หน้า |
|---|------|
| 2.1 ส่วนประกอบของระบบทำความเย็นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ | 5 |
| 2.2 ผังแสดงระบบทำความเย็นแบบอีเจ็กเตอร์อย่างง่าย | 6 |
| 2.3 ลักษณะการไหลของสารทำงานภายในอีเจ็กเตอร์ | 7 |
| 3.1 ชุดทดสอบระบบทำความเย็นฯ | 8 |
| 3.2 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศชนิดฮีตไปป์ | 9 |
| 3.3 หัวฉีดลดความดัน (Ejector) | 9 |
| 3.4 หม้อไอน้ำ (Boiler) | 10 |
| 3.5 เครื่องควบแน่น (Condenser) | 10 |
| 3.6 เครื่องระเหย (Evaporator) | 11 |
| 3.7 ถังเก็บน้ำเย็น (Chill Water Storage Tank) | 11 |
| 3.8 วาล์วลดความดัน (Expansion Valve) | 12 |
| 3.9 หอผึ่งเย็น (Cooling Tower) | 12 |
| 3.10 ป้อนน้ำหมุนเวียน | 13 |
| 3.11 แผงแสดงสถานะการทำงานของระบบทำความเย็นที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยการติดตั้งหัวฉีดลดความดัน (Ejector) | 13 |
| 3.12 เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิและเครื่องบันทึกข้อมูล | 14 |
| 3.13 เกจวัดความดัน (Pressure Gauge) ยี่ห้อ Denki | 14 |
| 3.14 เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ยี่ห้อ KYORITSU รุ่น KEW MATE MODEL 2001 | 15 |
| 3.15 อุปกรณ์วัดค่ารังสีอาทิตย์ชนิดรังสีรวม (Pyranometer) ยี่ห้อ KIPP & ZONE รุ่น CM11 | 15 |
| 3.16 ตำแหน่งในการทดสอบระบบทำความเย็นฯ | 17 |
| 4.1 อัตราการถ่ายเทความร้อนและอุณหภูมิของน้ำออกจากเครื่องทำระเหย (Evaporator) ของระบบทำความเย็นฯ เมื่อมีการนำน้ำเย็นที่ผลิตได้ไปใช้ในเวลา 1 ชั่วโมง | 18 |
| 4.2 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) และอุณหภูมิของน้ำออกจากเครื่องทำระเหย (Evaporator) ของระบบทำความเย็นฯ เมื่อมีการนำน้ำเย็นที่ผลิตได้ไปใช้ในเวลา 1 ชั่วโมง | 19 |
| 4.3 กำลังไฟฟ้าของระบบทำความเย็นฯ เมื่อมีการนำน้ำเย็นที่ผลิตได้ไปใช้ในเวลา 1 ชั่วโมง | 19 |