โครงงาน สาขาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาพลังงานทดแทน ประจำปีการศึกษา 2559

เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบดูดกลืน

โดย นางสาวผกามาศ ธุระสิทธิ์ รหัส 5615123366
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐพร ไชยญาติ

บทคัดย่อ

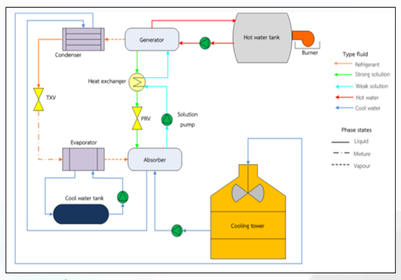
โครงงานนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบดูดกลืน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของระบบทำความเย็นแบบดูดกลืนขนาดความสามารถในการทำความเย็นประมาณ 1 TR ร่วมกับระบบผลิตน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 80 °C โดยสารทำงานที่ใช้ คือ สารละลายน้ำ-ลิเธียมโบร์ไมด์ จากการศึกษาพบว่ากำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่ปั๊มสารละลายมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.01 kW_e ในขณะที่เครื่องระเหยมีอัตราการทำความเย็นอยู่ในช่วง 2-5 kW_{th} ดังนั้นระบบทำความเย็นแบบดูดกลืนมีอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานการทำความเย็นสูงสุดประมาณ 3.10 kW_{th}/kW_e

บทนำ

เนื่องจากประเทศไทยตามสภาพภูมิศาสตร์ตั้งอยู่บริเวณเขตร้อนชื้น อุณหภูมิจึงค่อนข้างร้อนอบอ้าวเกือบตลอดปี ด้วยสภาวะดังกล่าวมีการนำเครื่องปรับอากาศมาใช้ภายในอาคารและที่พักอาศัย โดยเฉพาะระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor compression refrigeration system) ซึ่งระบบทำความเย็นแบบอัดไอใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนระบบ และมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงมาก นอกเหนือจากนี้ยังมีระบบทำความเย็นแบบดูดกลืน (Absorption chiller) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่นำพลังงานทางเลือกในรูปแบบพลังงานความร้อนมาใช้ในการขับเคลื่อนระบบจึงทำให้มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง

วิธีการดำเนินโครงงาน

1. การติดตั้งระบบทำความเย็นแบบดูดกลืนร่วมกับระบบผลิตน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 80 °C ดังแสดงในรูปที่ 1-3

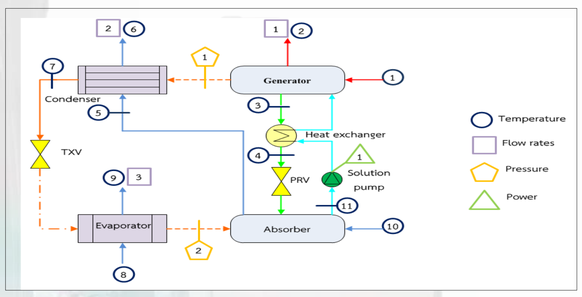


รูปที่ 1 ระบบทำความเย็นแบบดูดกลืนร่วมกับระบบผลิตน้ำร้อน

รูปที่ 2 ระบบผลิตน้ำร้อน

รูปที่ 3 ระบบทำความเย็นแบบดูดกลืน

2. ทดสอบการทำงานของระบบทำความเย็นแบบดูดกลืนที่อุณหภูมิน้ำเย็นต่ำกว่า 15 °C เป็นเวลาต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง และเก็บข้อมูลการทดสอบ โดยประกอบไปด้วย อุณหภูมิ ความดัน กำลังไฟฟ้า และอัตราการไหล ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ ความดัน กำลังไฟฟ้า และอัตราการไหล

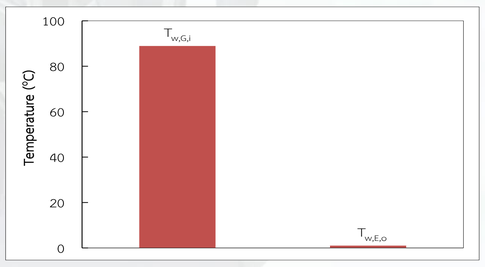
3. วิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบดูดกลืน โดยใช้สมการอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของการทำความเย็น ดังสมการ

$$EER_{Cooling} = \frac{Q_E}{W_{SP}} \quad ; [kW_{th}/kW_e]$$

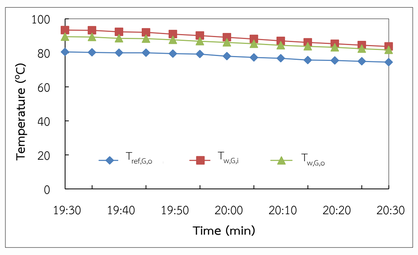
เมื่อ
$EER_{Cooling}$ คือ อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานการทำความเย็น (kW_{th}/kW_e)
Q_E คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (kW_{th})
W_{SP} คือ งานที่ป้อนให้แก่ปั๊ม (kW_e)

ผลและวิเคราะห์ผล

จากข้อมูลการทดสอบพบว่าความดันด้านสูงของระบบมีค่าเฉลี่ยประมาณ −0.1 bar และความดันด้านต่ำของระบบมีค่าเฉลี่ยประมาณ −1.0 bar และพบว่าน้ำร้อนก่อนเข้าเจนเนอเรเตอร์มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 88.90 °C ซึ่งสามารถทำน้ำเย็นได้อุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 1.01 °C ดังแสดงในรูปที่ 5



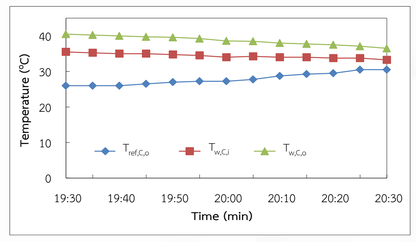
รูปที่ 5 อุณหภูมิน้ำร้อนเข้าเจนเนอเรเตอร์ และน้ำเย็นออกเครื่องระเหย



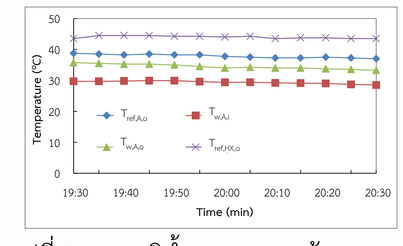
รูปที่ 6 อุณหภูมิน้ำร้อน และสารทำงานที่เจนเนอเรเตอร์

เจนเนอเรเตอร์
น้ำร้อนมีอัตราการไหลเฉลี่ยประมาณ 0.49 L/s มีอุณหภูมิก่อนเข้าเจนเนอเรเตอร์เฉลี่ยประมาณ 88.90 °C สารละลายน้ำ-ลิเธียมโบร์ไมด์ความเข้มข้นสูงหลังออกจากเจนเนอเรเตอร์มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 77.86 °C โดยน้ำร้อนหลังออกจากเจนเนอเรเตอร์มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 85.91 °C ดังแสดงในรูปที่ 6

เครื่องควบแน่น
น้ำระบายความร้อนอัตราการไหลเฉลี่ยประมาณ 0.58 L/s ก่อนเข้าสู่เครื่องควบแน่นมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 34.39 °C สารทำงานหลังออกจากเครื่องควบแน่นมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27.87 °C และน้ำระบายหลังออกจากเครื่องควบแน่นมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 38.72 °C ดังแสดงในรูปที่ 7



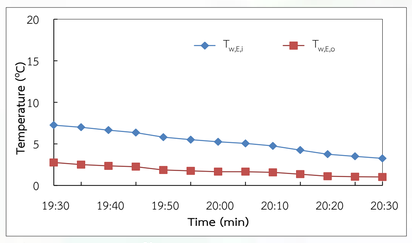
รูปที่ 7 อุณหภูมิน้ำและสารทำงานที่เครื่องควบแน่น



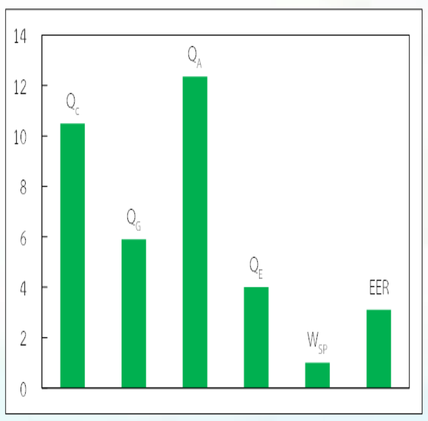
รูปที่ 8 อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนและสารทำงานที่แอบซอร์พเบอร์

แอบซอร์พเบอร์
น้ำระบายความร้อนก่อนเข้าสู่แอบซอร์พเบอร์มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 29.37 °C สารละลายน้ำ-ลิเธียมโบร์ไมด์ความเข้มข้นสูงหลังออกจากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 43.98 °C สารละลายน้ำ-ลิเธียมโบร์ไมด์ความเข้มข้นต่ำหลังออกจากแอบซอร์พเบอร์มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 37.85 °C และน้ำระบายความร้อนหลังออกจากแอบซอร์พเบอร์มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 34.47 °C ดังแสดงในรูปที่ 8

เครื่องระเหย
จาการทดสอบพบว่าน้ำเย็นมีอัตราการไหลเฉลี่ยประมาณ 0.21 L/s โดยอุณหภูมิน้ำเย็นก่อนเข้าเครื่องระเหย และหลังออกจาเครื่องระเหยต่างกันอยู่ในช่วง 2-5 °C ซึ่งน้ำเย็นก่อนเข้าเครื่องระเหยมีอุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 3.25 °C และน้ำเย็นหลังออกจากเครื่องระเหยมีอุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 1.01 °C ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนก่อนเข้าเครื่องระเหย และหลังออกจากเครื่องระเหย



รูปที่ 10 การวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

เมื่อนำผลการทดสอบทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ดังแสดงในรูปที่ 10 พบว่าเจนเนอเรเตอร์รับความร้อนเข้าสู่ระบบมีค่าเฉลี่ยประมาณ 5.90 kW_{th} เครื่องควบแน่นมีการถ่ายคายความร้อนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 10.49 kW_{th} ออกนอกระบบ เครื่องระเหยมีอัตราการทำความเย็นอยู่ในช่วง 2-5 kW_{th} และแอบซอร์พเบอร์มีการคายความร้อนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 12.35 kW_{th} ออกนอกระบบ โดยการคิดค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานจะคิดพลังงานที่ป้อนให้แก่ระบบ คือ พลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่ปั๊มสารละลายโดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.01 kW_e เมื่อคำนวณค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานพบว่ามีค่าสูงสุดประมาณ 3.10 kW_{th}/kW_e

สรุปผล

1. อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของระบบทำความเย็นแบบดูดกลืนมีค่าสูงสุดประมาณ 3.10 kW_{th}/kW_e
2. กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่ปั๊มสารละลายมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.01 kW_e
3. ที่เครื่องระเหยมีอัตราการทำความเย็นอยู่ในช่วง 2-5 kW_{th}

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐพร ไชยญาติ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน และผู้ที่ส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และความช่วยเหลือในทุกด้าน ตลอดจนตรวจสอบโครงงานนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่มอบทุนอุดหนุนในโครงการผลิตและพัฒนาศักยภาพบัณฑิตทางด้านพลังงานทดแทน ในกลุ่มประเทศอาเซียนสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี