

บทที่ 4

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

4.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

4.1.1 เพื่อศึกษาผลของความเร็วลมเย็นของระบบปรับอากาศ ที่ความเร็วลมเย็น 1.37 m/s, 1.75 m/s และ 1.92 m/s (ซึ่งสอดคล้องกับ Mode low, Mode medium, Mode high) ที่มีต่อค่าประสิทธิผล (Effectiveness)

4.1.2 เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิลมกลับ (Return air) ของเครื่องปรับอากาศ ที่อุณหภูมิ 30 °C, 35 °C และ 45 °C ที่มีต่อค่าประสิทธิผล (Effectiveness)

4.1.3 เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิของระบบกักเก็บน้ำแข็ง ที่อุณหภูมิ -5 °C, 0 °C และ 5 °C ที่มีต่อค่าประสิทธิผล (Effectiveness)

4.1.4 เพื่อศึกษาผลของความสูงของส่วนระเหยเหนือส่วนควบแน่น 3 ค่า คือ 0.3 เมตร, 0.7 เมตร และ 1 เมตร ที่มีต่อค่าประสิทธิผล (Effectiveness)

4.1.4 วิเคราะห์ผลของตัวแปรที่ทดสอบในรูปของตัวแปรไร้มิติ คือ ค่าเรย์โนลด์สเบอร์ (Reynolds Number) และค่าตัวเลขหน่วยการถ่ายเทความร้อน (NTU) ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อความร้อนวงรอบแบบปั๊มคาปิลลารีสำหรับระบบกักเก็บพลังงานความร้อนในรูปน้ำแข็งที่มีต่อค่าประสิทธิผล

4.2 อุปกรณ์การทดสอบ

อุปกรณ์ของเครื่องปรับอากาศ และเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบและวิจัยมีดังนี้

4.2.1 ชุดเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตันความเย็นแบบแขวนเพดาน ยี่ห้อ UNI MASTER แสดงดังรูป 4.1

4.2.2 ชุดท่อความร้อนวงรอบแบบปั๊มคาปิลลารี ใช้คอยล์ของเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตันความเย็น มีความยาวช่วงครีบบและความสูงของคอยล์ เท่ากับ 515 มิลลิเมตร และ 200 มิลลิเมตร ตามลำดับ ท่อในคอยล์เป็นท่อทองแดงชนิดผิวเรียบ มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกเท่ากัน คือ 10 มิลลิเมตร ครีบบของคอยล์เป็นอลูมิเนียมมีความหนาเท่ากันคือ 0.15 มิลลิเมตร และมีระยะครีบบเท่ากันคือ 12 ครีบบต่อนิ้ว แสดงดังรูป 4.2

4.2.3 เครื่องทำความร้อนแบบแผ่น มีขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุด 300 วัตต์ สามารถปรับกำลังไฟฟ้าได้โดยใช้เครื่องหรี่ไฟอเนกประสงค์ 220 โวลต์ (Dimmer) แสดงดังรูป 4.3

4.2.4 เครื่องรีฟรอนิกประสงค์ 220 โวลต์ ขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุด 1600 วัตต์ แสดงดังรูป 4.4



รูป 4.1 แสดงชุดเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตันความเย็นแบบแชนแนลเพดาน



รูป 4.2 แสดงชุดทำความร้อนวงจรแบบปั๊มคาปิลารี



รูป 4.3 แสดงเครื่องทำความร้อนแบบแผ่น



รูป 4.4 แสดงเครื่องหรี่ไฟอเนกประสงค์ 220 โวลต์

4.2.5 เครื่องวัดความเร็วลม ยี่ห้อ Testo รุ่น 454 ช่วงการวัด 0-60 เมตรต่อวินาที ความผิดพลาด ± 0.01 เมตรต่อวินาที ในช่วง 0-1.99 เมตรต่อวินาที ความผิดพลาด ± 0.02 เมตรต่อวินาที ในช่วง 2-4.9 เมตรต่อวินาที ความผิดพลาด ± 0.04 เมตรต่อวินาที ในช่วง 5-10 เมตรต่อวินาที ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ แสดงดังรูป 4.5



รูป 4.5 แสดงเครื่องวัดความเร็วลม ยี่ห้อ Testo

4.2.6 อ่างทำความเย็น (Cold Bath) มีช่วงการควบคุม -40°C ถึง 150°C มีความแม่นยำ $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ใช้ควบคุมอุณหภูมิ น้ำกลั่นผสมเอทิลีน ไกลคอล เข้ากล่องของส่วนควบคุมแน่นแสดงดังรูป 4.6

4.2.7 ชุดเดิมสารทำงาน เป็นชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการเดิมสารทำงานทั้ง 2 ชนิด เข้าสู่ท่อความร้อน ซึ่งประกอบด้วย ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump), วาล์ว, เกจวัดความดัน (Pressure gauge) และสายเดิมสารทำงาน แสดงดังรูป 4.7

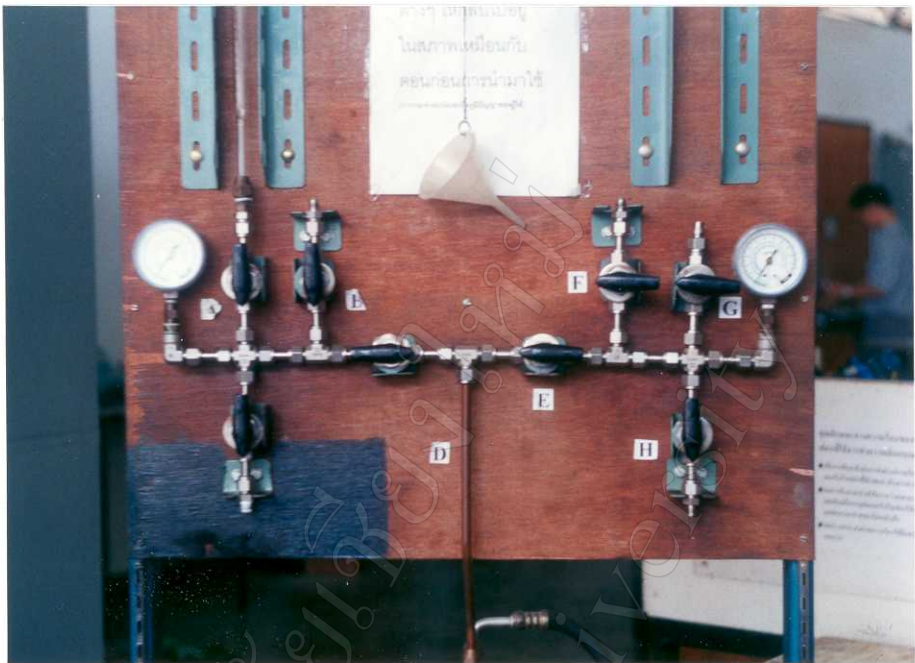
4.2.8 เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) 20 ช่องสัญญาณ ยี่ห้อ Yokogawa รุ่น HR 1300 ขนาด 20 ช่องสัญญาณ มีช่วงการวัดอุณหภูมิ -100°C ถึง 1300°C มีความแม่นยำ $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ แสดงดังรูป 4.8

4.2.9 เครื่องบันทึกข้อมูล 10 ช่องสัญญาณ ยี่ห้อ COMARK รุ่น C8510 สำหรับช่วงการวัดอุณหภูมิ -100°C ถึง 1300°C มีความแม่นยำ $\pm 0.2\%$ แสดงดังรูป 4.9

4.2.10 เทอร์โมคัปเปิล ชนิด K (Thermocouple type K) ยี่ห้อ Omega ซึ่งใช้ร่วมกับเครื่องบันทึกข้อมูล 20 ช่องสัญญาณ และเครื่องบันทึกข้อมูล 10 ช่องสัญญาณ เพื่อใช้ที่ตำแหน่งต่างๆดังรูป 4.10



รูป 4.6 แสดงอ่างทำความเย็น



รูป 4.7 แสดงชุดเติมสารทำงาน

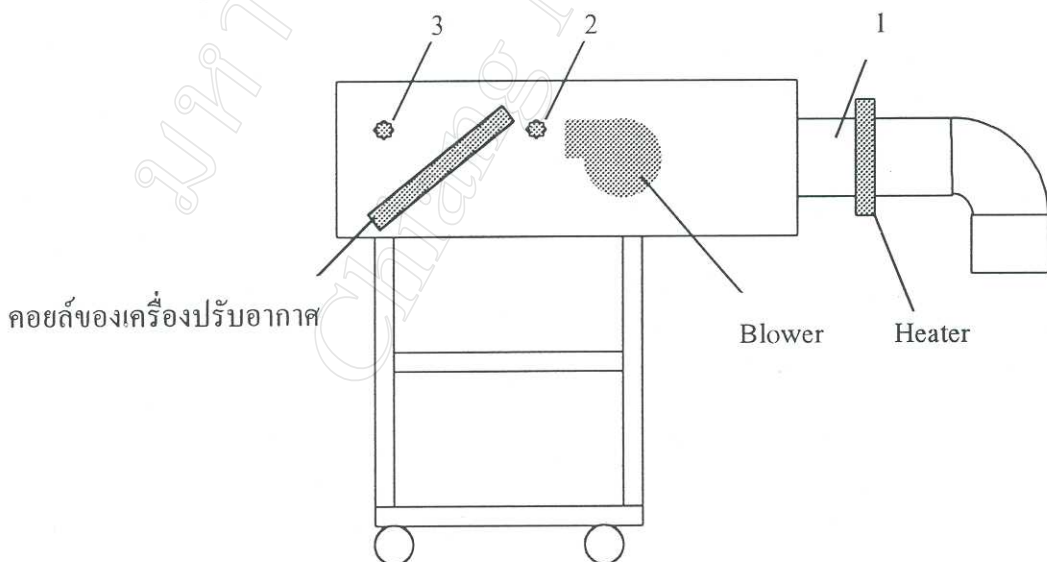


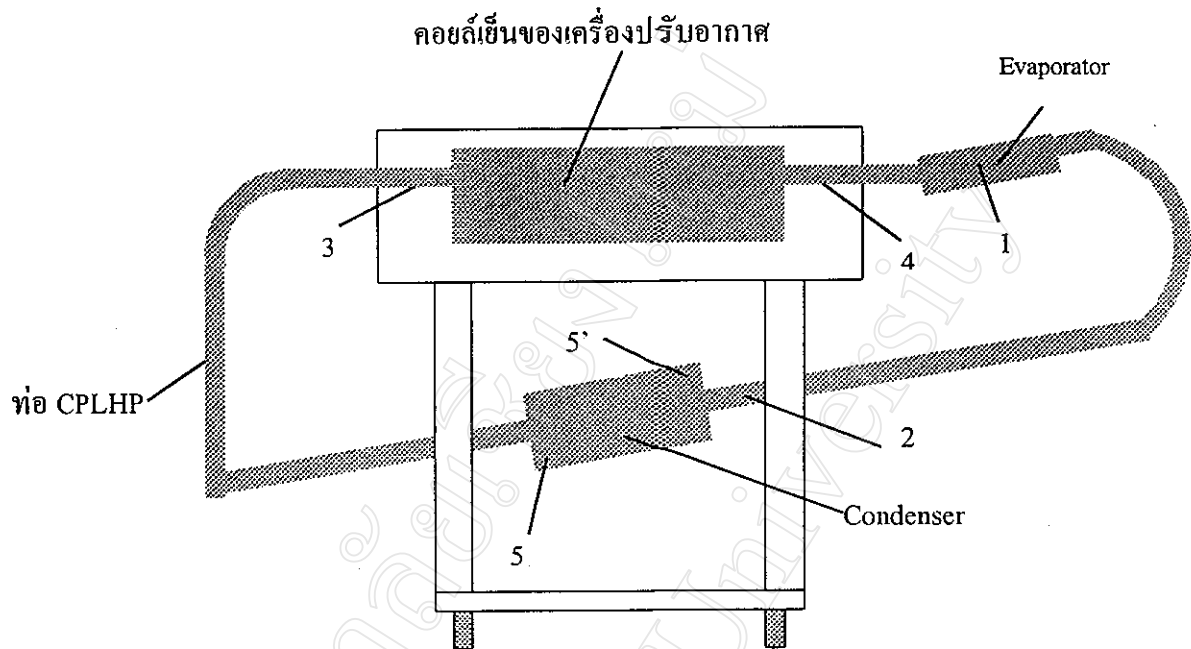
รูป 4.8 แสดงเครื่องบันทึกข้อมูล 20 ช่องสัญญาณ



รูป 4.9 แสดงเครื่องบันทึกข้อมูล 10 ช่องสัญญาณ

อุปกรณ์และเครื่องมือวัดที่กล่าวมา จะใช้วัดข้อมูลตามจุดต่างๆดังแสดงในแผนผังการวัดของระบบทั้งหมด ดังรูป 4.10





รูป 4.10 แสดงแผนผังการวัดของระบบทั้งหมด

4.3 วิธีดำเนินการวิจัย

มีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

4.3.1 ศึกษาเงื่อนไขการออกแบบท่อความร้อนวงจร เช่นอุณหภูมิการทำงาน วัสดุที่ใช้ ออกแบบตัวท่อความร้อนวงจร ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อน สารทำงานที่ใช้ อัตราส่วนการเติมสารทำงาน

4.3.2 ออกแบบและสร้าง ต้นแบบท่อความร้อนวงจร และหาอัตราการถ่ายเทความร้อน ของท่อความร้อนวงจร เพื่อใช้ในการออกแบบชุดท่อความร้อนกับระบบปรับอากาศขนาด 1 ตันความเย็น

4.3.3 ออกแบบและ สร้าง ชุดท่อความร้อนวงจรใช้กับระบบปรับอากาศขนาด 1 ตันความเย็น ติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือวัดทั้งหมด

4.3.4 ทำการทดสอบและเก็บข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.3.4.1 บรรจุสารทำงานเข้าในชุดท่อความร้อนโดยใช้ชุดเติมสาร

4.3.4.2 ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิลเข้ากับชุดท่อความร้อน และชุดเครื่องปรับอากาศ พร้อมกับเครื่องมือ

4.3.4.3 ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิลที่ตำแหน่งขาเข้าและขาออกของกล่องรับความร้อนซึ่งในที่นี้ จะจำลองระบบกักเก็บพลังงานความร้อนในรูปน้ำแข็งโดยใช้กล่องรับความร้อนแทน สัญญาณทุกสายจากเทอร์โมคัปเปิลจะถูกต่อเข้ากับเครื่องแสดงผล (Data Logger) เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

4.3.4.4 บรรจุน้ำกลั่นผสมเอทิลีนไกลคอลอัตราส่วน 50 % ลงในแอ่งทำความเย็นจนเต็ม เปิดสวิตช์อ่างทำความเย็นโดยกำหนดอุณหภูมิแอ่งทำความเย็นไว้ที่ $-5, 0, 5^{\circ}\text{C}$ ที่อัตราการไหล 50000 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อวินาที

4.3.4.5 ทำการให้ความร้อนแก่ชุดท่อความร้อนวงรอบ โดยใช้เครื่องทำความร้อนแบบแผ่นให้ความร้อนแก่ส่วนระเหยของชุดท่อความร้อน

4.3.4.6 เปิดเครื่องปรับอากาศ ทำการปรับความเร็วลมกลับของเครื่องปรับอากาศที่ความเร็วลมกลับ 1.37 m/s, 1.75 m/s และ 1.92 m/s และทำการปรับอุณหภูมิลมกลับ 30, 35 และ 45°C โดยปรับเครื่องทำความร้อนแบบแผ่นที่ติดตั้งอยู่หลังท่อลมกลับ

4.3.4.7 นำค่าอุณหภูมิที่ได้จากการอ่านโดยเครื่องบันทึกผลมาทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการทดลองแบ่งได้ 2 ขั้นตอน คือ

4.3.1 การวิเคราะห์คุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนจากข้อมูลอุณหภูมิขาเข้าและขาออกของแหล่งรับความร้อน โดยทฤษฎีแคลอริฟิค ซึ่งคำนวณจากสมการ

$$Q = m C_p \Delta T \quad (4.1)$$

4.3.2 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Effectiveness) แบบท่อความร้อนวงรอบ และ ค่าตัวเลขหน่วยการถ่ายเทความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (NTU) แบบท่อความร้อนวงรอบ จากข้อมูล อุณหภูมิขาเข้าและขาออกของของไหลร้อน และอุณหภูมิขาเข้าและขาออกของของไหลเย็น ซึ่งคำนวณจากสมการ

$$Eff = \frac{(m C_p)_h (T_{h,in} - T_{h,out})}{(m C_p)_c (T_{h,in} - T_{c,in})} \quad (4.2)$$

หรือ

$$Eff = \frac{(mC_p)_c (T_{c,out} - T_{c,in})}{(mC_p)_h (T_{h,in} - T_{c,in})} \quad (4.3)$$

และ

$$NTU = \frac{UA_m}{(mC_p)_{min}} \quad (4.4)$$

นำผลจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าประสิทธิผลของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของท่อความร้อนวงรอบ และ Q_{output}/Q_{input} กับ ตัวเลขเรย์โนลด์สเบอร์ และ ค่าประสิทธิผลของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของท่อความร้อนวงรอบ กับ ค่าตัวเลขหน่วยการถ่ายเทความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อความร้อนวงรอบ