

สารบัญ

ใบรับรองโครงการ

หน้า

บทคัดย่อ

ก

Abstract

ข

กิตติกรรมประกาศ

ค

สารบัญ

ง

สารบัญรูปภาพ

จ

สารบัญตาราง

ช

รายการสัญลักษณ์

ซ

ณ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1

1.3 ขอบข่ายของโครงการ

2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

2

1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน

2

1.6 งบประมาณที่ใช้

2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 หลักการและวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ

3

2.2 ส่วนประกอบวัฏจักรการทำความเย็น

5

2.2.1 คอมเพรสเซอร์

5

2.2.2 คอนเดนเซอร์

6

2.2.3 วาล์วขยายตัว (Expansion Valve)

7

2.2.4 อีวาปอเรเตอร์

7

2.3 เอนทัลปีของอากาศ (ชื้น)

9

2.4 กระบวนการในห้องปรับอากาศ

10

สารบัญ (ต่อ)

2.5 วัฏจักรคาร์โนต์	12
2.6 ระบบ VAV(Variable Air Volume)	13
2.7 ระบบ VRV(Variable Refrigerant Volume)	13
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 ห้องทดลอง,ชุดทดลองระบบปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์และอุปกรณ์	14
3.1.1 ห้องทดลองและชุดระบบปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์	14
3.1.2 เครื่องมือวัด และ อุปกรณ์ในการวิจัย	18
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	19
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์	
4.1 การใช้กำลังไฟฟ้าที่ความถี่ และปริมาณลมเย็นต่างๆ	22
4.2 การทำความเย็นที่ความถี่ และปริมาณลมเย็นต่างๆ	23
4.3 ค่า COP ที่ความถี่ และปริมาณลมเย็นต่างๆ	25
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	27
5.2 ข้อเสนอแนะ	27
บรรณานุกรม	28
ภาคผนวก ก	
ก.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง	30
ก.2 ผลการทดลองจากเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger	31
ก.3 ผลการทดลองจากเครื่อง AP-104	32
ภาคผนวก ข	
ตัวอย่างการคำนวณ	34
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	35

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 วงจรการทำงานเย็นแบบอัดไอ	3
รูปที่ 2.2 ไดอะแกรมความดันและเอนทัลปีของสารทำความเย็น	3
รูปที่ 2.3 ไดอะแกรมอุณหภูมิและเอนโทรปีของสารทำความเย็น	4
รูปที่ 3.1 ห้องทดสอบและตำแหน่งเครื่องมือวัด	15
รูปที่ 3.2 หน้าของห้องทดลองที่มีไฟมอยู่ตรงกลางเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อน	16
รูปที่ 3.3 แสดงรูปร่างภายนอกของห้องทดลอง	16
รูปที่ 3.4 แสดงส่วนของ คอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ	17
รูปที่ 3.5 แสดงส่วนของคอนเดนซิ่งยูนิต	17
รูปที่ 3.6 แสดงส่วนของ คอมเพรสเซอร์ และเอกซ์เพนชันวาล์ว	18
รูปที่ 4.1 การใช้กำลังไฟฟ้าที่ความถี่ และปริมาณลมเย็นต่างๆ	22
รูปที่ 4.2 การทำความเย็นที่ความถี่ และปริมาณลมเย็นต่างๆ	23
รูปที่ 4.3 ค่า COP ที่ความถี่ และปริมาณลมเย็นต่างๆ	25

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 แสดงสมการเชิงเส้น และ R^2 ของปริมาณลมเย็น 5.4, 6.4 และ 7.5 m^3/s	22
ตารางที่ 4.2 การใช้กำลังไฟฟ้าที่ความถี่ และปริมาณลมเย็นต่างๆ	23
ตารางที่ 4.3 แสดงสมการเชิงเส้น และ R^2 ของปริมาณลมเย็น 5.4, 6.4 และ 7.5 m^3/s	23
ตารางที่ 4.4 การทำความเย็นที่ความถี่ และปริมาณลมเย็นต่างๆ	24
ตารางที่ 4.5 แสดงสมการเชิงเส้น และ R^2 ของปริมาณลมเย็น 5.4, 6.4 และ 7.5 m^3/s	25
ตารางที่ 4.6 ค่า COP ที่ความถี่ และปริมาณลมเย็นต่างๆ	25
ก.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง	30
ก.2 ผลการทดลองจากเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger	31
ก.3 ผลการทดลองจากเครื่อง AP-104	32



รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

A	พื้นที่ผิวอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน, m^2
A_d	พื้นที่ผิวของอีวาपोเรเตอร์ส่วนแห้ง, m^2
A_e	พื้นที่ผิวของอีวาपोเรเตอร์, m^2
A_f	พื้นที่ผิวกริบ, m^2
A_i	พื้นที่ผิวภายในท่อของอีวาपोเรเตอร์, m^2
A_o	พื้นที่ผิวภายนอกของอีวาपोเรเตอร์, m^2
A_s	พื้นที่ผิวภายนอกท่อของอีวาपोเรเตอร์, m^2
A_w	พื้นที่ผิวของอีวาपोเรเตอร์ส่วนเปียก, m^2
c	Percent clearance ของคอมเพรสเซอร์
COP	สัมประสิทธิ์สมรรถนะ
c_p	ค่าความจุความร้อนจำเพาะ, $kJ/kg \cdot K$
c_{pm}	Specific heat of air mixture, $kJ/kg_{dryair} \cdot K$
d	เส้นผ่าศูนย์กลางของลูกบิด, m
D	เส้นผ่าศูนย์กลางของกระบอกสูบ, m
dA_i	Refrigerant surface area, m^2
f	อัตราส่วนของพื้นที่
F	Capacity per unit temperature difference, (kW/K)
h_1	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่เข้าคอมเพรสเซอร์, (kJ/kg)
h_2	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์, (kJ/kg)
h_3	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์, kJ/kg
h_4	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากอีแวพอร์เรเตอร์, kJ/kg
h_a	เอนทัลปีของอากาศชื้น, kJ/kg_{dryair}
h_{a1}	เอนทัลปีของอากาศชื้นที่ทางเข้าส่วนแห้งของอีวาपोเรเตอร์, kJ/kg_{dryair}
h_{a2}	เอนทัลปีของอากาศชื้นที่ทางเข้าส่วนเปียกของอีวาपोเรเตอร์, kJ/kg_{dryair}

h_{a3}	เอนทัลปีของอากาศชั้นที่ทางออกส่วนเปียกของอีวาपोเรเตอร์, $\text{kJ/kg}_{\text{dryair}}$
h_{a1}	เอนทัลปีของอากาศชั้นที่ทางเข้าอีวาपोเรเตอร์, $\text{kJ/kg}_{\text{dryair}}$
h_{a0}	เอนทัลปีของอากาศชั้นที่ทางออกอีวาपोเรเตอร์, $\text{kJ/kg}_{\text{dryair}}$
h_f	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของครีบ, $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$
h_o	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอก, $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$
h_r	ผลรวมของสัมประสิทธิ์การนำความร้อนผ่านผิวเปียก ท่อและสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในท่อ, $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$
h_w	เอนทัลปีของ saturated air ที่อุณหภูมิผิวเปียก, $\text{kJ/kg}_{\text{dryair}}$
h_{w2}	เอนทัลปี saturated air ที่ผิวเปียกทางเข้าส่วนเปียกของอีวาपोเรเตอร์, $\text{kJ/kg}_{\text{dryair}}$
h_{w3}	เอนทัลปี saturated air ที่ผิวเปียกทางออกส่วนเปียกของอีวาपोเรเตอร์, $\text{kJ/kg}_{\text{dryair}}$
<i>LMTD</i>	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิแบบล็อกมินที่อุกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน, $^{\circ}\text{C}$
\dot{m}	อัตราการไหลเชิงมวล, (kg/s)
\dot{m}_a	อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ, kg/s
\dot{m}_r	อัตราการไหลของสารทำความเย็น, (kg/s)
N	ความเร็วรอบในการหมุน, sec^{-1}
<i>NTU</i>	number of transfer unit
<i>PD</i>	Piston displacement, m^3/s
Q	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่อุกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน, kW
Q_c	อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์, kW
Q_e	อัตราการถ่ายเทความร้อนของอีวาपोเรเตอร์, kW
Q_s	อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส, kW
Q_l	อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง, kW
<i>SHF</i>	Sensible-Heat Factor
t_a	อุณหภูมิของอากาศชั้น, $^{\circ}\text{C}$
t_{amb}	อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์, (K)
t_{a1}	อุณหภูมิของอากาศชั้นที่ทางเข้าส่วนแห้งของอีวาपोเรเตอร์, $^{\circ}\text{C}$
t_{a2}	อุณหภูมิของอากาศชั้นที่ทางเข้าส่วนเปียกของอีวาपोเรเตอร์, $^{\circ}\text{C}$
t_{a3}	อุณหภูมิของอากาศชั้นที่ทางออกส่วนเปียกของอีวาपोเรเตอร์, $^{\circ}\text{C}$
t_{a1}	อุณหภูมิของอากาศชั้นที่ทางเข้าอีวาपोเรเตอร์, $^{\circ}\text{C}$
t_{a0}	อุณหภูมิของอากาศชั้นที่ทางออกอีวาपोเรเตอร์, $^{\circ}\text{C}$

t_c	Condensing temperature, °C
t_{ci}	อุณหภูมิทางเข้าของไหลค้ำน้ำเย็น, °C
t_{co}	อุณหภูมิทางออกของไหลค้ำน้ำเย็น, °C
t_e	Evaporating temperature, °C
t_{hi}	อุณหภูมิทางเข้าของไหลค้ำน้ำร้อน
t_{ho}	อุณหภูมิทางออกของไหลค้ำน้ำร้อน
t_r	อุณหภูมิสารทำความเย็น, °C
t_w	อุณหภูมิผิวเปลือก, °C
t_{w2}	อุณหภูมิผิวเปลือกที่ทางเข้าส่วนเปลือกของอีวาปอเรเตอร์, °C
t_{w3}	อุณหภูมิผิวเปลือกที่ทางออกส่วนเปลือกของอีวาปอเรเตอร์, °C
U	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของอีวาปอเรเตอร์, W/m ² ·K
V	ความเร็วอากาศ, m/s
v_{suc}	ปริมาณจำเพาะของสารทำความเย็นที่ทางเข้าคอมเพรสเซอร์, m ³ /kg
v_{dis}	ปริมาณจำเพาะของสารทำความเย็นที่ทางออกคอมเพรสเซอร์, m ³ /kg
W	humidity ratio ของอากาศชื้น, kg/ kg _{dryair}
W_c	กำลังงานของคอมเพรสเซอร์, kW
W_i	humidity ratio ของอากาศชื้นที่ทางเข้าอีวาปอเรเตอร์, kg/ kg _{dryair}
W_o	humidity ratio ของอากาศชื้นที่ทางออกอีวาปอเรเตอร์, kg/ kg _{dryair}
y	ความสูงของครีป, m
\mathcal{E}	สัมประสิทธิ์สมรรถนะของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน
η_f	Fin effectiveness
η_v	ค่าประสิทธิภาพเชิงปริมาณคอมเพรสเซอร์