



ผลกระทบของขนาดเครื่องระเหยที่มีต่อสมรรถนะของ
เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์
Effect of evaporator Area on Inverter Air conditioning
performance

นายบัญญัติ สุขหรั่ง

นายพนมกร แก้วเกิด

นายวิสันต์ มาตา

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ...../...../.....
เลขทะเบียน..... 5067418 ๑.๒
เลขเรียกหนังสือ..... ๒๕๕๒..
มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ๒๖๕๖

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ปีการศึกษา ๒๕๕๒




ใบรับรองโครงการวิศวกรรมเครื่องกล

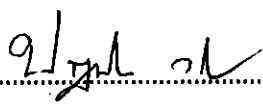
หัวข้อโครงการ : ผลกระทบของขนาดเครื่องระเหยที่มีต่อสมรรถนะของ
เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์

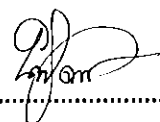
ผู้ดำเนินโครงการ นายบัญญัติ สุขห่อ่ง รหัส 49361027
นายพนมกร แก้วเกิด รหัส 49361232
นายวสันต์ มาตา รหัส 49361775

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ : อาจารย์นันทา ราชประดิษฐ์
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบรังษ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบรังษ อนุมัติโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะกรรมการสอบโครงการ


.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์นันทา ราชประดิษฐ์)


.....กรรมการ
(อาจารย์ปรมศก วิไลพล)


.....กรรมการ
(อาจารย์นพรัตน์ สีหะวงษ์)

หัวข้อโครงการ	: ผลกระทบของขนาดเครื่องระเหยที่มีต่อสมรรถนะ ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์		
ดำเนินโครงการ	: นายบัญญัติ สุขห่อง	รหัส	49361027
	: นายพนมกร แก้วเกิด	รหัส	49361232
	: นายวสันต์ มาตา	รหัส	49361775
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ	: อาจารย์นินนาท ราชประคิษฐ์		
สาขาวิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล		
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร		
ปีการศึกษา	: 2552		

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาถึงผลกระทบของขนาดเครื่องระเหยที่มีต่อสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงหรือเปรียบเทียบถึงสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ และช่วยพิจารณาในการเลือกใช้งานขนาดเครื่องระเหยของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ เพื่อให้มีการประหยัดพลังงานและความสบาย ซึ่งได้ทำการทดลองและเก็บข้อมูลที่ห้องวิจัยอุณหพลศาสตร์ของไหล (IE 113) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร

โครงการนี้จะทำการทดลองโดยใช้เครื่องระเหย 2 ขนาด บันทึกข้อมูลของอุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, กำลังที่ให้กับคอมเพรสเซอร์, ค่าความดัน และอัตราการไหลของสารทำความเย็น โดยทั้งนี้จะมีการควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องให้ใกล้เคียงกันโดยปรับเปลี่ยนค่าความถี่ทางไฟฟ้า 5 ค่า อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย 3 ระดับ และควบคุมอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าคอนเดนเซอร์ 28 – 32 °C อุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าเครื่องระเหย 25 °C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ทางเข้าเครื่องระเหย 55 – 60 %RH แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการคำนวณเพื่อหาค่า COP และ SHR เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และสรุปผล

จากผลการศึกษาทดลองพบว่า การเพิ่มขนาดเครื่องระเหยของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์นั้น จะทำให้ COP ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้มีการประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้น และมีค่า SHR เพิ่มขึ้น แสดงถึงมีการถ่ายเทความร้อนสัมผัสต่อความร้อนแฝงเพิ่มขึ้น

Project Title : Effect of evaporator Area on Inverter Air conditioning
performance

Name : Mr. Banyat Sukrong code 49361027
: Mr. Panomkorn Kaewkard code 49361232
: Mr. Wasan Mata code 49361775

Project Advisor : Mr. Ninnart Ratchapradit

Department : Mechanical Engineering

Academic Year : 2009

Abstract

This project is the experiment for studies the effect of the evaporator size which affect the performance of the inverter air conditioner. This can be used as a guideline to improve or compare to the performance of the inverter air conditioner, determine for choose the evaporator size of the inverter air conditioner. In addition to saving energy and comfortable. Which was tested and collected data at Thermo-Fluid Research unit located (IE 113) of department of mechanical engineering of Naresuan University.

This project will be conducted by use the evaporator two sizes. record data of temperature, Relative humidity, Power of the air compressor, Pressure and Flow rate of the refrigerant. The control variables are closely related to the adjusted electrical frequency for about five values of the air compressor, flow rate of air through the evaporator at three levels and temperature control at the entrance condenser about 28 - 32°C , temperature at the entrance evaporator about 25°C and relative humidity entrance at the entrance evaporator about 55 - 60%RH . Then the data from experiment to be calculate for COP and SHR value to the analysis and conclusions.

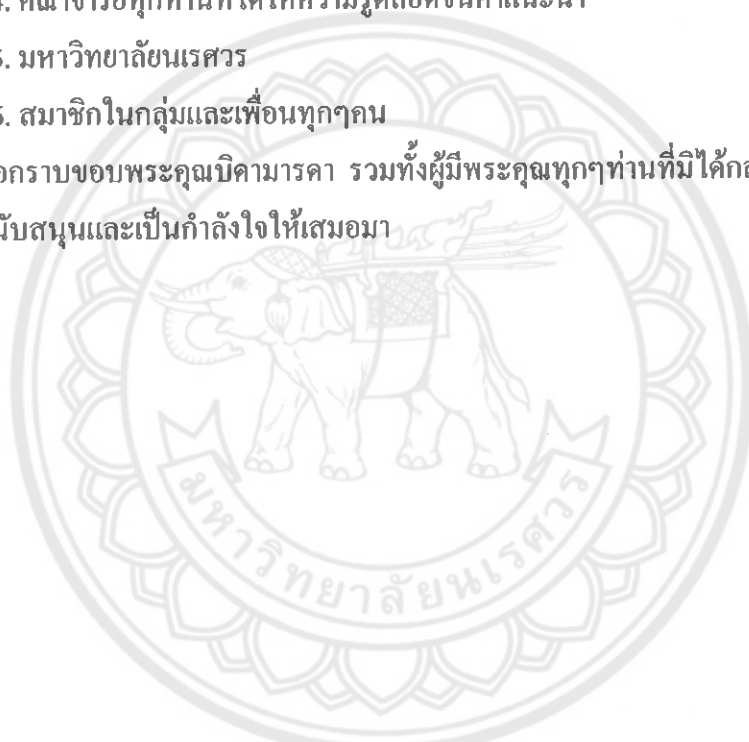
From the study showed that increasing of the evaporator size of the inverter air conditioner result *COP* and *SHR* value have increase this result in saving energy increase too. Represents a transfer of relative heat to latent heat has increase.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินโครงการขอขอบพระคุณคณะบุคคล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ให้คำปรึกษาให้โครงการประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ซึ่งได้แก่

1. อาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
2. อาจารย์ปฐมศก วิไลพล
3. อาจารย์นพรัตน์ สีหะวงษ์
4. คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ตลอดจนคำแนะนำ
5. มหาวิทยาลัยนเรศวร
6. สมาชิกในกลุ่มและเพื่อนทุกคน

รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา รวมทั้งผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เสมอมา



นายบัญญัติ	สุขหรั่ง
นายพนมกร	แก้วเกิด
นายวสันต์	มาตา

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ฉ
สารบัญกราฟ	ญ
รายการสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบข่ายของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ	2
1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน	2
1.6 สถานที่ปฏิบัติงาน	2
1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน	2
1.8 งบประมาณที่ใช้	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 หลักการและวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	4
2.1.1 อุปกรณ์หลักๆของการทำความเย็นแบบอัดไอ	4
2.1.2 กระบวนการทำความเย็นแบบอัดไอ	9
2.1.3 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ	11
(Coefficient of Performance; COP)	
2.2 เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์	11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 คุณสมบัติของอากาศ	12
2.3.1 ความดันรวม	12
2.3.2 ความชื้นสัมบูรณ์	12
2.3.3 อัตราส่วนความชื้น	12
2.3.4 ความชื้นสัมพัทธ์	13
2.3.5 อุณหภูมิจุดน้ำค้าง	13
2.3.6 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	13
2.3.7 อุณหภูมิกระเปาะเปียก	13
2.4 กระบวนการในห้องปรับอากาศ	13
2.5 ขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย	15
บทที่ 3 การดำเนินงาน	16
3.1 ห้องทดลอง, อุปกรณ์และเครื่องมือวัด	16
3.1.1 ตำแหน่งวัด	16
3.1.2 ห้องทดลองและชุดของเครื่องปรับอากาศ	17
3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด	19
3.2 วิธีการทดลองและเก็บข้อมูล	23
3.3 ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง	24
บทที่ 4 วิเคราะห์ผลการทดลอง	26
4.1 ผลของการปรับเปลี่ยนขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของ เครื่องระเหยในเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์	27
4.2 ผลของการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ ผ่านเครื่องระเหยในเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล	41
5.1 สรุปผล	41
5.2 ข้อเสนอแนะ	42
5.3 แนวทางการพัฒนา	42
บรรณานุกรม	43
ภาคผนวก ก ผลการทดลอง	44
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณ	61
ภาคผนวก ค ข้อมูลแสดงรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ ในประเทศไทย	72
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	75



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน	2
ก.1 ตารางบันทึกข้อมูลอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย	45
ก.2 ตารางบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการทดลอง	46
ก.3 ตารางบันทึกข้อมูลกำลังที่ป้อนให้คอมเพรสเซอร์จากการทดลอง	51
ก.4 ตารางบันทึกข้อมูลอัตราการไหลของสารทำความเย็น	56
ค.1 ข้อมูลแสดงรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ในประเทศไทย	73



สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 วงจรและอุปกรณ์การทำความเย็น	8
2.2 ไดอะแกรมของความดันและเอนทัลปีของสารทำความเย็น	10
2.3 ไดอะแกรมของอุณหภูมิและเอนโทรปีของสารทำความเย็น	10
3.1 ตำแหน่งวัดต่างๆของการทดลอง	16
3.2 แสดงห้องทดลองและขนาดห้องทดลอง	17
3.3 รูปร่างภายนอกห้องการทดลอง	18
3.4 ชุดเครื่องระเหยของเครื่องปรับอากาศ	18
3.5 แสดงส่วนของคอนเดนซิ่งยูนิต	18
3.6 แสดงส่วนของคอมเพรสเซอร์และแคปทิวปี	19
3.7 แสดงเครื่องอินเวอร์เตอร์ที่สามารถปรับความถี่ได้	19
3.8 Agilent Benchlink Data Logger	20
3.9 SILA AP-104	20
3.10 เครื่องวัดความเร็วลม (ANEMOMETER VANE PROBE)	21
3.11 ฮีทเตอร์	21
3.12 เกจวัดความดันที่จุดต่างๆ	21
3.13 เครื่องให้ความชื้น	22
3.14 power meter	22
3.15 แสดงการอัดน้ำยาสารทำความเย็น(R22) เข้าสู่ระบบ	22

สารบัญญคราฟ

กราฟที่	หน้า
4.1.1 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า (f) และขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย (A_e) ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส (Q_s)	28
4.1.2 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง (Q_f)	29
4.1.3 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e)	30
4.1.4 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ (P_c)	31
4.1.5 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)	32
4.1.6 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัส (SHR)	33
4.2.1 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (V_{ae}) ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส	35
4.2.2 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง	36
4.2.3 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย	37

สารบัญกราฟ(ต่อ)

กราฟที่	หน้า
4.2.4 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์	38
4.2.5 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ	39
4.2.6 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัส	40
ข.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการทดลอง	68
ข.3 แสดงความสัมพันธ์ของค่าความดันอิมิตัวกับค่าอุณหภูมิ ณ จุดนั้นๆ	69



รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย
A	พื้นที่ผิวของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (m^2)
A_e	พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย (m^2)
A_{e1}	พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยขนาดที่ 1 (m^2)
A_{e2}	พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยขนาดที่ 2 (m^2)
A_f	พื้นที่ผิวครีบ (m^2)
A_i	พื้นที่ผิวภายในท่อของอีวาโปเรเตอร์ (m^2)
A_o	พื้นที่ผิวภายนอกของอีวาโปเรเตอร์ (m^2)
A_T	พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนรวมของผิวท่อแบบไม่มีครีบ (m^2)
A_w	พื้นที่ผิวของท่อที่อยู่ระหว่างครีบ (m^2)
COP	สัมประสิทธิ์สมรรถนะ
C_{pc}	ค่าความจุความร้อนจำเพาะ ($kJ/kg \cdot K$)
C_{ph}	ค่าความจุความร้อนจำเพาะ ($kJ/kg \cdot K$)
D_f	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของท่อที่ติดครีบ (m)
D_r	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของท่อ (m)
f	ความถี่ทางไฟฟ้า (Hz)
h_f	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของครีบ ($W/m^2 \cdot K$)
h_o	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอก ($W/m^2 \cdot K$)
h_r	ผลรวมของสัมประสิทธิ์การนำความร้อนผ่านผิวเปียกท่อ และ สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในท่อ ($W/m^2 \cdot K$)
H	ความสูงของครีบ (m)
i_1	เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่เข้าคอมเพรสเซอร์ (kJ/kg)
i_2	เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ (kJ/kg)
i_3	เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ (kJ/kg)
i_4	เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากวาล์วขยายตัว (kJ/kg)

รายการสัญลักษณ์(ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
i_{fg}	ความแตกต่างของเอนทาลปีของของไหลที่เปลี่ยนสถานะที่ทางเข้าและทางออก (kJ / kg)
k	สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุที่ใช้ทำครีป ($W / m^2 \cdot K$)
L	ความยาวของท่อ (m)
$(LMTD)$	ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิแบบล็อกมินที่อุณหภูมิลูกเปลี่ยนความร้อน ($^{\circ}C$)
m_a	มวลของอากาศแห้ง (kg)
m_v	มวลไอน้ำ (kg)
\dot{m}	อัตราการไหลเชิงมวลของของไหลที่เปลี่ยนสถานะ (kg / s)
\dot{m}_c	อัตราการไหลเชิงมวลของของไหลเย็น (kg / s)
\dot{m}_h	อัตราการไหลเชิงมวลของของไหลร้อน (kg / s)
N	จำนวนท่อ
P	ความดันรวม (kPa)
P_a	ความดันย่อยของอากาศแห้ง (kPa)
P_v	ความดันย่อยของไอน้ำในอากาศ (kPa)
P_{sat}	ความดันอิ่มตัวของไอน้ำ (kPa)
Q	อัตราการถ่ายเทความร้อนช่วงที่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่อุณหภูมิลูกเปลี่ยนความร้อน (kW)
Q_c	อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ (kW)
Q_e	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (kW)
Q_l	อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง (kW)
Q_s	อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส (kW)
Q_T	อัตราการถ่ายเทความร้อนรวม (kW)
s	ระยะห่างระหว่างครีป (m)
SHR	อัตราส่วนความร้อนสัมผัส
t_{ci}	อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางเข้า ($^{\circ}C$)
t_{co}	อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางออก ($^{\circ}C$)

รายการสัญลักษณ์(ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
t_{db}	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ($^{\circ}C$)
t_{dp}	อุณหภูมิจุดน้ำค้าง ($^{\circ}C$)
t_{hi}	อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางเข้า ($^{\circ}C$)
t_{ho}	อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางออก ($^{\circ}C$)
t_{wb}	อุณหภูมิกระเปาะเปียก ($^{\circ}C$)
U	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ($W / m^2 \cdot K$)
v	ความเร็วของอากาศที่ผ่านครีป (m / s)
V_{ae}	อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m^3 / s)
$V_{ae,H}$	อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศสูงสุดที่ผ่านเครื่องระเหย (m^3 / s)
$V_{ae,L}$	อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศต่ำสุดที่ผ่านเครื่องระเหย (m^3 / s)
$V_{ae,M}$	อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศปานกลางที่ผ่านเครื่องระเหย (m^3 / s)
w	ความหนาของครีป (m)
W_c	กำลังงานของคอมเพรสเซอร์ (kW)
y	ความสูงของครีป (m)
η_f	ประสิทธิภาพของครีป
ω	อัตราส่วนความชื้น (kg / kg_{da})
ω_{aie}	อัตราส่วนความชื้นของอากาศที่เข้าเครื่องระเหย (kg / kg_{da})
ω_{aoe}	อัตราส่วนความชื้นของอากาศที่ออกจากเครื่องระเหย (kg / kg_{da})
ϕ	ความชื้นสัมพัทธ์ ($\%RH$)

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันประเทศไทยซึ่งมีภูมิอากาศที่ร้อน จึงมีการใช้เครื่องปรับอากาศกันมาก ทั้งในส่วนของบริษัท โรงงานอุตสาหกรรม รวมไปถึงอาคารที่พักอาศัย และมีแนวโน้มว่าจะมีการใช้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากภูมิอากาศที่ร้อนขึ้นจึงมีการใช้เครื่องปรับอากาศกันมากขึ้นทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

ดังนั้นจึงมีการคิดปรับปรุงเครื่องปรับอากาศให้มีสมรรถนะที่สูงขึ้น และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลง ซึ่งได้มีผู้คิดและผลิตเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ขึ้นมา ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถปรับความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์และควบคุมการปรับอากาศให้ราบเรียบคงที่ ทำงานได้เงียบและช่วยลดค่าตั้งไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ดังนั้นการพิจารณาเพื่อเพิ่มสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ให้มีประสิทธิภาพในการทำ ความเย็นเพิ่มขึ้นและใช้พลังงานน้อยลงจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยเครื่องปรับอากาศประกอบด้วย อุปกรณ์หลักๆ คือ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ วาล์วขยายตัว และอีวาโปเรเตอร์ ซึ่งอีวาโปเรเตอร์ มีหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนให้กับสารทำความเย็นทำให้ห้องมีอุณหภูมิเย็นตามต้องการ จากหน้าที่ดังกล่าวจึงเห็นว่าการแลกเปลี่ยนความร้อนน่าจะมีผลต่อขนาดของเครื่องระเหย ทั้งนี้จึงได้มีการศึกษาหาหนทางในการเพิ่มสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ขึ้น

สำหรับโครงการนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาผลกระทบของเครื่องระเหย (Evaporator) ว่ามีผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์อย่างไร โดยจะทำการทดลองและนำข้อมูลจากการทดลองมาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ผล

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ เมื่อมีการเปลี่ยนขนาดของเครื่องระเหย (Evaporator)

1.3 ขอบข่ายของโครงการ

1.3.1 ทำการทดลอง โดยใช้เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ขนาด 9,000 Btu

1.3.2 ทำการทดลองโดยใช้ขนาดของเครื่องระเหย 2 ขนาด

1.3.3 วิเคราะห์ผลจากการทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัส (SHR)

1.3.4 วิเคราะห์ผลและสรุปผลที่ได้จากการทดลอง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 มีความรู้และความเข้าใจถึงหลักการการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์

1.4.2 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์เพื่อให้มีประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้นเมื่อเทียบกับพลังงานที่ใช้

1.4.3 ทราบถึงผลกระทบของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์เมื่อมีการเปลี่ยนขนาดของเครื่องระเหย

1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน

การดำเนินการ	พ.ศ. 2552					พ.ศ. 2553		
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
ศึกษาและรวบรวมข้อมูล								
ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือ								
วางแผนการดำเนินการทดลอง								
ดำเนินการศึกษาทดลอง								
วิเคราะห์และสรุปผล								

1.6 สถานที่ปฏิบัติงาน

อาคารภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม, เครื่องกล ห้อง IE 113 มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

1.7.1 คอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง

1.7.2 เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ขนาด 9,000 Btu

1.7.3 เครื่อง Agilent Bench link Data Logger

1.7.4 เครื่องมือวัดความชื้นและอุณหภูมิ (AP-104)

- 1.7.5 เครื่องมือวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า
- 1.7.6 เครื่องให้ความชื้น
- 1.7.7 สายเทอร์โมคัปเปิล
- 1.7.8 นาฬิกาจับเวลา
- 1.7.9 ฮีทเตอร์
- 1.7.10 เกจวัดความดัน
- 1.7.11 พัดลมหมุนเวียนอากาศภายในห้อง
- 1.7.12 เครื่องมือวัดความเร็วลม

1.8 งบประมาณที่ใช้

1.6.1 ค่าอุปกรณ์ต่างๆ	1,000	บาท
1.6.2 ค่าถ่ายเอกสาร	1,000	บาท
1.6.3 ค่าปรินงานและทำรูปเล่ม	1,000	บาท
1.6.4 รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	3,000	บาท



บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

สำหรับโครงการนี้เป็นการศึกษาถึงผลกระทบของขนาดเครื่องระเหยที่มีต่อสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะกล่าวถึงหลักการ ทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องและสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

2.1 หลักการและวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ^(1,2)

2.1.1 อุปกรณ์หลักๆของการทำความเย็นแบบอัดไอ

การทำความเย็นแบบอัดไอของระบบปรับอากาศ ซึ่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักคือ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ วาล์วขยายตัว และอีวาโปเรเตอร์ ดังรูป 2.1

2.1.1.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressor) มีหน้าที่อัดสารทำความเย็นที่อยู่ในสถานะก๊าซ ให้มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น เป็นส่วนที่รับกำลังงานจากภายนอกระบบส่งให้กับสารทำความเย็น ซึ่งมีทั้งแบบลูกสูบ (Reciprocating compressor) แบบโรตารี (Rotary compressor) หรือในเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่อาจจะเป็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal compressor) แต่ในเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กนิยมใช้คอมเพรสเซอร์ชนิดโรตารี

2.1.1.2 คอนเดนเซอร์ (Condenser) เป็นอุปกรณ์ควบแน่นในระบบปรับอากาศ มีหน้าที่ทำให้สารทำความเย็นสถานะก๊าซที่มีความดันและอุณหภูมิสูง ซึ่งมาจากคอมเพรสเซอร์กลั่นตัวเป็นของเหลว แต่ยังคงมีความดันและอุณหภูมิสูงอยู่ ด้วยการระบายความร้อนออก ตามชนิดของคอนเดนเซอร์ ดังนี้

- คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยอากาศ (air cooled) จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น ทำให้สารทำความเย็นในสถานะก๊าซกลั่นตัวเป็นของเหลว

- คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยน้ำ (water cooled) จะใช้น้ำระบายความร้อนให้กับสารทำความเย็น ทำให้สารทำความเย็นเป็นของเหลว

- คอนเดนเซอร์อีวาโปเรทีฟ (evaporative) จะใช้น้ำและอากาศเป็นตัวระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น ทำให้สารทำความเย็นกลั่นตัวเป็นของเหลว

2.1.1.3 วาล์วขยายตัว (Expansion Valve) ทำหน้าที่ลดความดันจากสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลวให้มีความดันต่ำลงก่อนเข้าอีวาโปเรเตอร์ วาล์วขยายตัว 2 แบบที่พบมากในการใช้งานในระบบปรับอากาศคือ แคปิลารี (Capillary tubes) สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาด 0.5 -

3 ต้นความเย็น และวาล์วขยายตัวอุณหภูมิสถิต (Thermostatic) สำหรับเครื่องปรับอากาศมากกว่า 3 ต้นความเย็น

2.1.1.4 อีวาโปเรเตอร์ (Evaporator) ทำหน้าที่ ดูดความร้อนจากภายในห้อง ซึ่งความร้อนที่ถูกดูดเข้ามานั้นจะมาสัมผัสกับคอยล์เย็นซึ่งมีสารทำความเย็น (ของเหลว) ที่อุณหภูมิติดลบวิ่งอยู่ในท่อ ทำให้สารทำความเย็นระเหยกลายเป็นไอ (แรงดันต่ำ) ทำให้อุณหภูมิของห้องเย็นลงตามที่เราต้องการ เนื่องจากความต้องการในการใช้งานเพื่อการทำความเย็นมีความแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการออกแบบและผลิตอีวาโปเรเตอร์จึงมีความแตกต่างกันทั้งชนิด รูปร่าง ขนาดและการออกแบบ การแบ่งชนิดอีวาโปเรเตอร์ จึงมีวิธีการแบ่งแตกต่างกันหลายอย่าง เช่น แบ่งตามลักษณะโครงสร้าง ตามลักษณะการทำงาน วิธีการหมุนเวียนของอากาศ หรือน้ำที่ผ่านอีวาโปเรเตอร์ ชนิดของอุปกรณ์ควบคุมการไหลของน้ำยา และชนิดของเครื่องทำความเย็น ในเครื่องปรับอากาศทั่วไป จะใช้อีวาโปเรเตอร์แบบแห้ง (dry expansion evaporator) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แบบไคเรกต์ เอกซ์แพนชันอีวาโปเรเตอร์ (direct expansion evaporator) โดยทั่วไปวัสดุที่ใช้ทำจะเป็นท่อทองแดง ขดไปมา มีครีบอลูมิเนียมเป็นตัวเพิ่มพื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อนให้กับสารทำความเย็นที่ไหลภายในท่อ จำนวนครีบอลูมิเนียมของอีวาโปเรเตอร์นี้จะมีจำนวน 7 – 14 ครีบต่อช่วงความยาว 2.5 เซนติเมตร ถ้าจำนวนครีบบังมีมากการถ่ายเทความร้อนก็จะดีขึ้นตามไปด้วย

สำหรับอุปกรณ์เครื่องระเหยและคอนเดนเซอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนของสารทำความเย็นกับอากาศ โดยอัตราการถ่ายเทความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนหาได้จากสมการดังนี้

สำหรับสมการหาอัตราการถ่ายเทความร้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

อัตราการถ่ายเทความร้อนของของไหลร้อนสามารถหาได้จากสมการ

$$Q = \dot{m}_h C_{ph} (t_{hi} - t_{ho}) \quad (2.1)$$

โดยที่

Q คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนช่วงที่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (kW)

\dot{m}_h คือ อัตราการไหลเชิงมวลของของไหลร้อน (kg/s)

C_{ph} คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของของไหลร้อน ($kJ/kg \cdot K$)

t_{hi} คือ อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางเข้า ($^{\circ}C$)

t_{ho} คือ อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางออก ($^{\circ}C$)

อัตราการถ่ายเทความร้อนของของไหลเย็นสามารถหาได้จากสมการ

$$Q = \dot{m}_c C_{pc} (t_{co} - t_{ci}) \quad (2.2)$$

โดยที่

Q คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนช่วงที่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (kW)

\dot{m}_c คือ อัตราการไหลเชิงมวลของของไหลเย็น (kg/s)

C_{pc} คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของของไหลเย็น ($kJ/kg \cdot K$)

t_{co} คือ อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางออก ($^{\circ}C$)

t_{ci} คือ อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางเข้า ($^{\circ}C$)

โดยที่ส่วนของคอนเดนเซอร์ของไหลร้อนก็คือสารทำความเย็นจะถ่ายเทความร้อนให้กับของไหลเย็นก็คืออากาศ แต่ที่เครื่องระเหยของไหลร้อนก็คืออากาศจะถ่ายเทความร้อนให้กับของไหลเย็นก็คือสารทำความเย็น

สำหรับสมการหาอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ถ่ายเทความร้อน แล้วมีการเปลี่ยนสถานะ แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสามารถหาได้จากสมการ

$$Q = \dot{m} i_{fg} \quad (2.3)$$

โดยที่

Q คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนช่วงที่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (kW)

\dot{m} คือ อัตราการไหลเชิงมวลของของไหลที่เปลี่ยนสถานะ (kg/s)

i_{fg} คือ ความแตกต่างของเอนทาลปีของของไหลที่เปลี่ยนสถานะที่ทางเข้าและทางออกของอุปกรณ์นั้น (kJ/kg)

สำหรับของไหลร้อนและของไหลเย็นที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างกันที่คอนเดนเซอร์และเครื่องระเหย จะมีอัตราการถ่ายเทความร้อน ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ

$$Q = UA(LMTD) \quad (2.4)$$

โดยที่

Q คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (kW)

U คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ($W / m^2 \cdot K$)

A คือ พื้นที่ผิวของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (m^2)

(LMTD) คือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิแบบล็อกมินที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ($^{\circ}C$)

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสามารถหาได้จากสมการ^[3]

$$U = \frac{1}{\frac{A}{A_{pi} h_i} + \frac{1 - \eta_f}{h_o \left(\frac{A_{po}}{A_f} + \eta_f \right)} + \frac{1}{h_o}} \quad (2.5)$$

โดยที่

h_o คือ สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอก ($W / m^2 \cdot K$)

h_i คือ สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในท่อ ($W / m^2 \cdot K$)

A คือ พื้นที่ผิวภายนอกท่อของฮีวา โปรเตอร์ (m^2)

A_{pi} คือ พื้นที่ผิวภายในท่อของฮีวา โปรเตอร์ (m^2)

A_{po} คือ พื้นที่ผิวภายนอกท่อของฮีวา โปรเตอร์ (m^2)

A_f คือ พื้นที่ผิวครีป (m^2)

η_f คือ ประสิทธิภาพของครีป

ค่าประสิทธิภาพของครีป (η_f) สามารถหาได้จากสมการ

$$\eta_f = \frac{\tanh MH}{MH} \quad (2.6)$$

ซึ่ง

$$M = \sqrt{\frac{2h_f}{ky}} \quad (2.7)$$

โดยที่

H คือ ความสูงของครีป (m)

h_f คือ สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของครีป ($W / m^2 \cdot K$)

k คือ สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุที่ใช้ทำครีป ($W / m^2 \cdot K$)

y คือ ความสูงของครีป (m)

สำหรับการประมาณค่าของสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของครีปในกรณีอากาศไหลผ่านครีป

$$h_f = 38\sqrt{v} \quad (2.8)$$

โดยที่

v คือ ความเร็วของอากาศที่ผ่านครีป (m / s)

ค่าของ ($LMTD$) สำหรับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิดไหลสวนทางสามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$(LMTD) = \frac{(t_{hi} - t_{co})}{\ln\left(\frac{t_{hi} - t_{co}}{t_{ho} - t_{ci}}\right)} \quad (2.9)$$

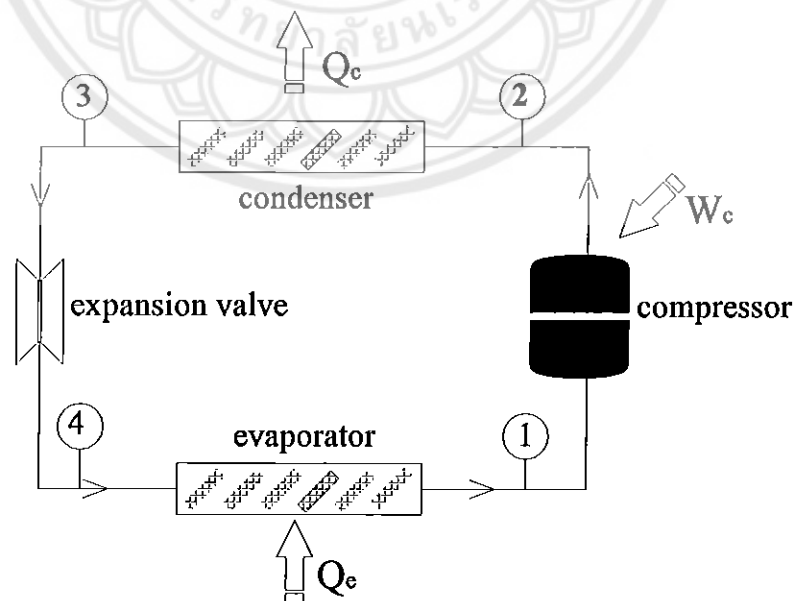
โดยที่

t_{hi} คือ อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางเข้า ($^{\circ}C$)

t_{co} คือ อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางออก ($^{\circ}C$)

t_{ho} คือ อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางออก ($^{\circ}C$)

t_{ci} คือ อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางเข้า ($^{\circ}C$)



รูป 2.1 วงจรและอุปกรณ์การทำความเย็น

2.1.2 กระบวนการทำความเย็นแบบอัดไอ

วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอจะมีกระบวนการ โดยผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งหลักการของกระบวนการต่างๆสามารถพิจารณาบนแกนความสัมพันธ์ของความดันและเอนทาลปี หรืออุณหภูมิ และเอนโทรปี ดังรูป 2.2 และรูป 2.3

- กระบวนการ 1 - 2 เป็นการอัดเพิ่มความดันสารทำความเย็นตามกระบวนการไอเซนโทรปิก (Isentropic Process)

$$P_c = \dot{m}(i_2 - i_1) \quad (2.10)$$

โดยที่

P_c	คือ กำลังงานของคอมเพรสเซอร์ (kW)
\dot{m}	คือ อัตราการไหลเชิงมวลของสารทำความเย็น (kg/s)
i_1	คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่เข้าคอมเพรสเซอร์ (kJ/kg)
i_2	คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ (kJ/kg)

- กระบวนการ 2 - 3 เป็นกระบวนการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นตามสภาวะความดันคงที่ (Isobaric Process)

$$Q_c = \dot{m}(i_3 - i_2) \quad (2.11)$$

โดยที่

Q_c	คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ (kW)
i_2	คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่เข้าคอนเดนเซอร์ (kJ/kg)
i_3	คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ (kJ/kg)

- กระบวนการ 3 - 4 เป็นการขยายตัวของสารทำความเย็นตามกระบวนการเอนทาลปีคงที่ (Constant Enthalpy)

$$i_3 = i_4 \quad (2.12)$$

โดยที่

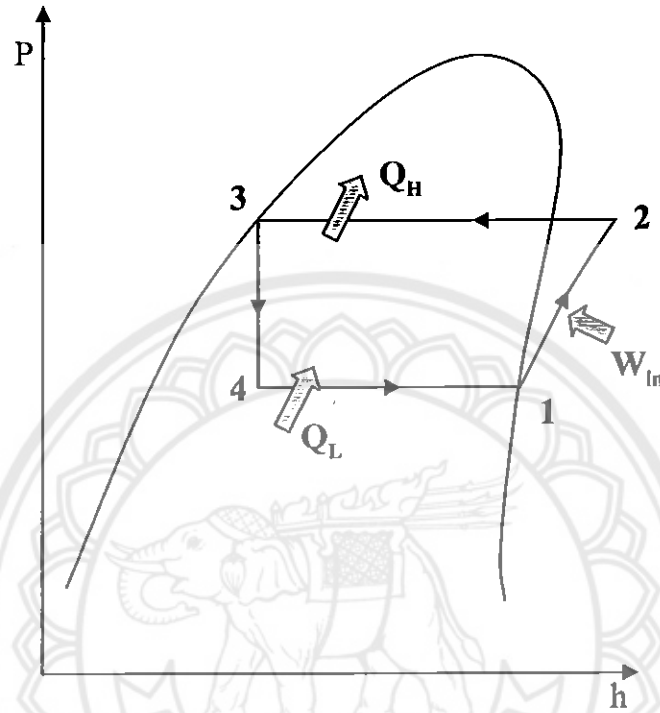
i_4	คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากวาล์วขยายตัว (Expansion Valve) (kJ/kg)
-------	---

- กระบวนการ 4-1 เป็นกระบวนการรับความร้อนเพื่อเปลี่ยนสถานะตามกระบวนการความดันคงที่

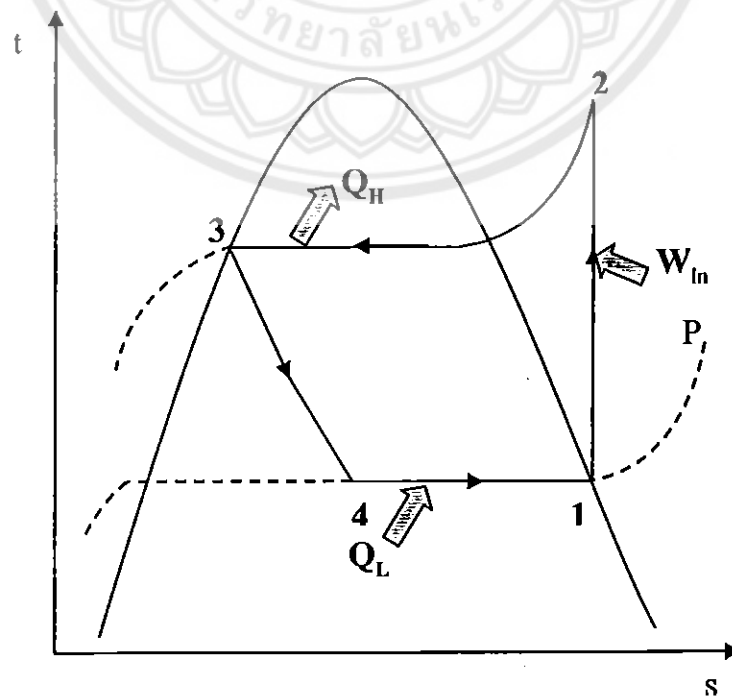
$$Q_e = \dot{m}(i_1 - i_4) \tag{2.13}$$

โดยที่

Q_e คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนของอีวาโปเรเตอร์ (kW)



รูป 2.2 ไคอะแกรมของความดันและเอนทาลปีของสารทำความเย็น



รูป 2.3 ไคอะแกรมของอุณหภูมิและเอนโทรปีของสารทำความเย็น

2.1.3 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient Of Performance; COP)

สำหรับสมรรถนะของวัฏจักรการทำความเป็น มักจะระบุในเทอมของสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ซึ่งเป็นการแสดงอัตราส่วนระหว่างอัตราการดูดความร้อนจากตำแหน่งความร้อนอุณหภูมิต่ำ (Q_c) ต่อกำลังสุทธิที่ป้อนให้กับระบบ (P_c)

$$COP = \frac{Q_c}{P_c} = \frac{i_1 - i_4}{i_2 - i_1} \quad (2.14)$$

2.2 เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์^[4,5]

อินเวอร์เตอร์ คือ คอนเวอร์เตอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งคอนเวอร์เตอร์ก็คือวงจรกลับสัญญาณหรือแปลงระบบสัญญาณจากระบบหนึ่งเป็นอีกระบบหนึ่ง ปกติแล้วคอนเวอร์เตอร์จะมีอยู่ทั้งหมด 4 ชนิด คือ

1. AC to DC Converter (Rectifier)
2. DC to AC Converter (Inverter)
3. AC to AC Converter
4. DC to DC Converter

และในส่วนของอินเวอร์เตอร์คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำ โดยอินเวอร์เตอร์จะทำหน้าที่แปลงกลับสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เป็นกระแสสลับ (AC) โดยจะมีการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดแรงดันแล้วส่งกระแสไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ โดยที่มอเตอร์จะมีความเร็วรอบตามกระแสไฟฟ้าที่ส่งไป ซึ่งมอเตอร์จะเป็นตัวขับเคลื่อนเพรสเซอร์ในการทำงาน

เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ คือ ระบบที่ควบคุมการปรับอากาศ ให้เป็นไปอย่างราบเรียบและคงที่ ด้วยการเปลี่ยนรอบการหมุนของคอมเพรสเซอร์ โดยการเปลี่ยนความถี่ของกระแสไฟที่จ่ายให้กับมอเตอร์ของคอมเพรสเซอร์แทนการทำงานแบบ ติด-ติด-ดับ-ดับ ในเครื่องปรับอากาศแบบเก่า ทำให้เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์นี้สามารถควบคุมอุณหภูมิได้แม่นยำมากขึ้น การจ่ายกระแสไฟต่ำ แต่ได้พลังงานออกมาสูง ช่วยลดกำลังไฟที่ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดพลังงานได้มากกว่ารุ่นธรรมดาถึง 15 – 30 %

ลักษณะการทำงานของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์

- กำลังงานที่ใช้ในการทำความร้อนหรือความเย็นจะถูกเปลี่ยนโดยอัตโนมัติ
- อุณหภูมิของห้องจะคงที่กว่าเมื่อเทียบกับระบบปรับอากาศแบบเก่า เนื่องจากระบบนี้จะไม่มีการหยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์

- อุณหภูมิของห้องค่อนข้างคงที่ เนื่องจากระบบนี้จะปรับกำลังในการทำความร้อนหรือความเย็นโดยอัตโนมัติ อ้างอิงกับภาวะ (Workload) ที่มีอยู่ในห้อง

- ให้กำลังที่สูงกว่าการทำงานในช่วงเริ่มต้น ทำให้ห้องเย็นหรืออุ่นได้เร็ว

ข้อดีของระบบอินเวอร์เตอร์

- เครื่องเดินเงียบทั้งชุด Fan Coil และชุด Condensing Unit เพราะเครื่องจะทำงานโดยการสั่งการของไมโคร โพรเซสเซอร์

- อุณหภูมิของห้องจะคงที่เพราะคอมเพรสเซอร์ทำงานตลอดเวลา

- ประหยัดไฟฟ้าเพราะเครื่องไม่มีการตัดต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์

ข้อเสียของระบบอินเวอร์เตอร์

- ราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดา เพราะมีการเพิ่มอุปกรณ์ในระบบควบคุมค่อนข้างมาก

2.3 คุณสมบัติของอากาศ ⁽⁶⁾

อากาศส่วนใหญ่ประกอบไปด้วย ไนโตรเจน 78 % ออกซิเจน 21 % และก๊าซเฉื่อย 1% และอากาศทั่วไปจะมีไอน้ำปนอยู่ด้วย เรียกว่า อากาศชื้น (moist air)

อากาศชื้น (moist air) = อากาศแห้ง (dry air) + ไอน้ำ (vapor)

โดยอากาศชื้นจะมีคุณสมบัติประกอบดังนี้ คือ

2.3.1 ความดันรวม (Total Pressure; P , kPa) คือ ความดันที่มีอยู่ในอากาศทั้งหมดหาได้จากกฎของดาลตัน (Dalton's Law of Partial Pressure) โดยความดันรวมของอากาศทั้งหมด (P) จะเท่ากับความดันย่อยของอากาศแห้ง (P_a) รวมกับความดันย่อยของไอน้ำในอากาศ (P_v)

$$P = P_a + P_v \quad (2.15)$$

2.3.2 ความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute Humidity) คือ น้ำหนักที่แท้จริงของไอน้ำที่มีอยู่ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของอากาศ ณ สถานะนั้นๆ

2.3.3 อัตราส่วนความชื้น (Humidity Ratio; ω , kg / kg_{da}) คือ อัตราส่วนของมวลไอน้ำ (m_v) ต่อมวลของอากาศแห้ง (m_a)

$$\omega = \frac{m_v}{m_a} = \frac{0.622P_v}{P - P_v} \quad (2.16)$$

2.3.4 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity; ϕ) คือ อัตราส่วนความดันย่อยของไอน้ำ (P_v) ที่เกิดขึ้นในสารผสมต่อความดันอิ่มตัวของไอน้ำ (P_{sat}) ที่อุณหภูมิเดียวกัน

$$\phi = \frac{P_v}{P_{sat}} \quad (2.17)$$

2.3.5 อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point; t_{dp} , °C) คือ อุณหภูมิที่ไอน้ำในอากาศเริ่มกลั่นตัวเป็น น้ำภายใต้ความดันไอคงที่

2.3.6 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry bulb Temperature; t_{db} , °C) คือ อุณหภูมิของอากาศชั้นที่ ชีบออกบนเทอร์โมมิเตอร์ชนิดหลอดแก้ว

2.3.7 อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet bulb Temperature; t_{wb} , °C) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.3.7.1 อุณหภูมิกระเปาะเปียกไซโครเมตริกคือ อุณหภูมิอากาศชั้นที่อ่านได้จาก เทอร์โมมิเตอร์หุ้ม ด้วยสำลีเปียก

2.3.7.7 อุณหภูมิกระเปาะเปียกทางเทอร์โมไดนามิกส์คือ อุณหภูมิที่น้ำระเหยไปใน อากาศแล้วทำให้อากาศอิ่มตัว

2.4 กระบวนการในห้องปรับอากาศ

ห้องปรับอากาศคือห้องที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้ต่ำกว่าภายนอกห้อง โดยทั่วไป สภาวะภายในห้องที่คนเรารู้สึกสบายที่สุดคืออุณหภูมิประมาณ 25 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 50 %RH หรือ อัตราส่วนความชื้นประมาณ 0.0093 kg/kg_{da} โดยในห้องปรับอากาศก็จะมี ความร้อนเข้าสู่ห้องสองแบบ คือ ความร้อนสัมผัส (Sensible heat) และความร้อนแฝง (Latent heat) โดย กระบวนการที่จะทำให้อากาศในห้องปรับอากาศ มีอุณหภูมิและความชื้นตามต้องการ เรียกว่า กระบวนการอากาศผ่านคอยล์เย็น โดยอากาศที่ผ่านคอยล์เย็นจะมีการคายพลังงานออกให้กับสารทำความเย็นซึ่งไหลอยู่ภายในท่อ 2 ส่วน คือ ความร้อนสัมผัสกับความร้อนแฝง ซึ่งสามารถหาได้จาก สมการดังนี้คือ

อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสหาได้จากสมการดังนี้

$$Q_s = V_{ae} (1.23)(t_{aie} - t_{aoe}) \quad (2.18)$$

โดยที่

Q_s คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส (kW)

V_{ae} คือ อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m^3/s)

1.23 คือ ค่าคงที่ที่ได้จากค่าความจุความร้อนจำเพาะและค่าความหนาแน่นของอากาศ

มาตรฐาน ($\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \cdot \frac{kg}{m^3}$)

t_{aie} คือ อุณหภูมิของอากาศที่เข้าเครื่องระเหย ($^\circ C$)

t_{aoe} คือ อุณหภูมิของอากาศที่ออกจากเครื่องระเหย ($^\circ C$)

อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงหาได้จากสมการดังนี้

$$Q_l = V_{ae} (3055)(\omega_{aie} - \omega_{aoe}) \quad (2.19)$$

โดยที่

Q_l คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง (kW)

3055 คือ ค่าคงที่ที่ได้จากค่าปริมาณการถ่ายเทความร้อนในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ

และค่าความหนาแน่นของอากาศมาตรฐาน ($\frac{kJ}{kg} \cdot \frac{kg_{da}}{m^3}$)

ω_{aie} คือ อัตราส่วนความชื้นของอากาศที่เข้าเครื่องระเหย (kg/kg_{da})

ω_{aoe} คือ อัตราส่วนความชื้นของอากาศที่ออกจากเครื่องระเหย (kg/kg_{da})

ซึ่งจะได้อัตราการถ่ายเทความร้อนรวม (Q_T) ดังนี้

$$Q_T = Q_s + Q_l \quad (2.20)$$

และจะได้อัตราส่วนความร้อนสัมผัส (SHR) ดังนี้

$$SHR = \frac{Q_s}{Q_T} \quad (2.21)$$

2.5 ขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย ^[7]

พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยนั้นมีหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศภายในห้องซึ่งมีอุณหภูมิสูง และเครื่องระเหยแต่ละรุ่นแต่ละยี่ห้อที่มีจำหน่ายในห้องตลาดก็จะมีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนแตกต่างกัน

เพื่อจะทำการศึกษาว่าขนาดของพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยมีผลต่อสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และอัตราส่วนความร้อนสัมผัส (SHR) จึงต้องคำนวณหาพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย โดยจะแบ่งเพื่อทำการคำนวณออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

- พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนรวมของผิวท่อแบบไม่มีครีป (A_T) หาได้จากสมการ

$$A_T = NL\pi D_r \quad (2.22)$$

โดยที่

- N คือ จำนวนท่อ
- L คือ ความยาวของท่อ (m)
- D_r คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (m)

- พื้นที่ผิวของครีป (A_f) หาได้จากสมการ

$$A_f = \frac{NL\pi}{(s+w)} \left\{ \frac{1}{2}(D_f^2 - D_r^2) + D_r w \right\} \quad (2.23)$$

โดยที่

- s คือ ระยะห่างระหว่างครีป (m)
- w คือ ความหนาของครีป (m)
- D_f คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ติดครีป (m)

- พื้นที่ผิวของท่อที่อยู่ระหว่างครีป (A_w) หาได้จากสมการ

$$A_w = \frac{NL\pi}{(s+w)} (D_r s) \quad (2.24)$$

- พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนรวมของเครื่องระเหย (A_e) หาได้จากสมการ

$$A_e = A_f + A_w \quad (2.25)$$

บทที่ 3

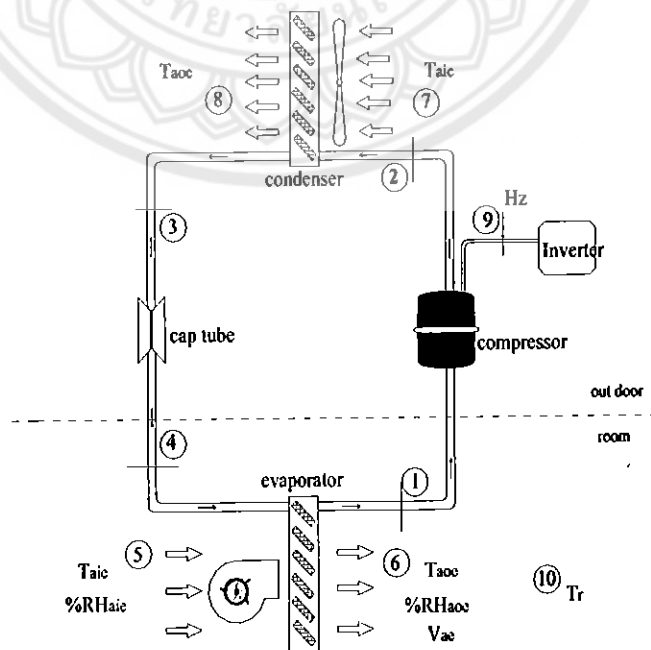
การดำเนินงาน

ในการทำโครงการนี้เป็นการทำการทดลองเพื่อศึกษาถึงผลกระทบของขนาดเครื่องระเหยที่มีต่อ สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะมีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 ห้องทดลอง, อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

3.1.1 ตำแหน่งวัด

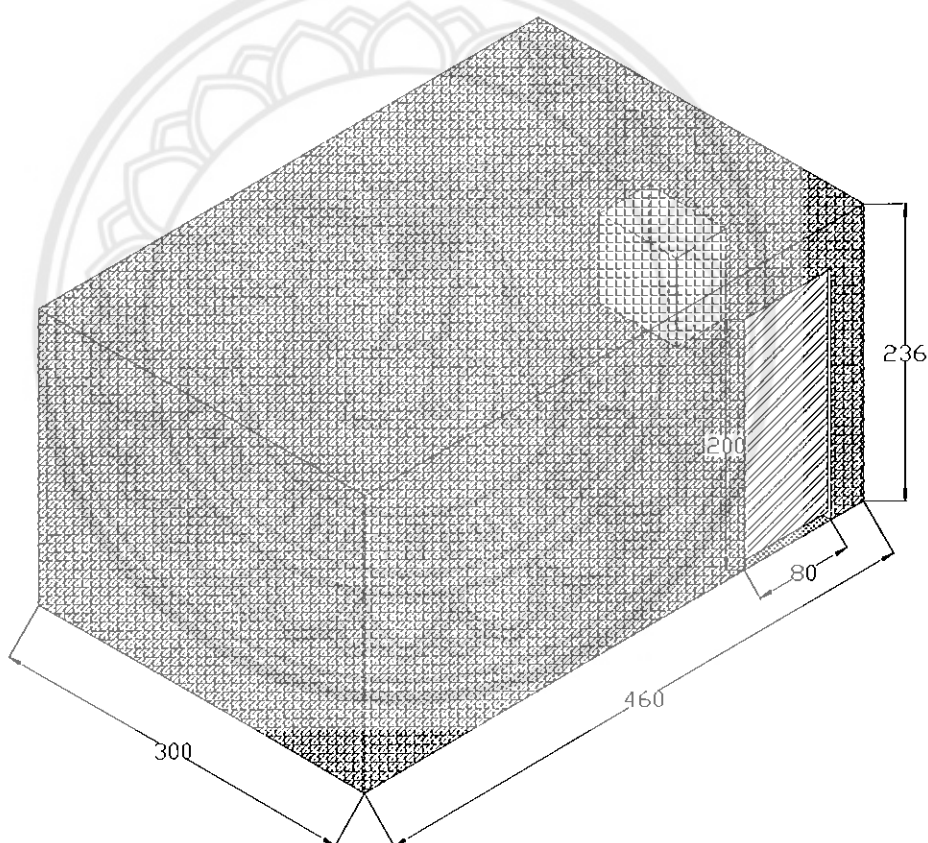
ในการทดลองนั้น จะทำการวัดและบันทึกค่าต่างๆตามตำแหน่งจากรูป 3.1 ดังนี้คือ
ตำแหน่งที่ 1, 2, 3, 4 วัดความดันของสารทำความเย็น
ตำแหน่งที่ 5 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ทางเข้าอีวาโปเรเตอร์
ตำแหน่งที่ 6 วัดอุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์และอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ทางออกอีวาโปเรเตอร์
ตำแหน่งที่ 7 วัดอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าคอนเดนเซอร์
ตำแหน่งที่ 8 วัดอุณหภูมิของอากาศที่ทางออกคอนเดนเซอร์
ตำแหน่งที่ 9 ตั้งค่าความถี่ของเครื่องอินเวอร์เตอร์ที่จะใช้ในการทดลอง
ตำแหน่งที่ 10 วัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องทดลอง



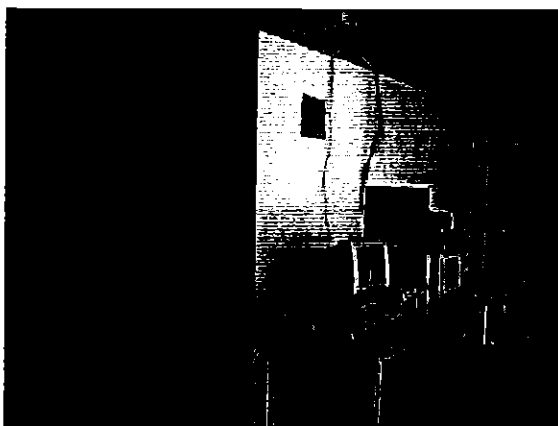
รูป 3.1 ตำแหน่งวัดต่างๆของการทดลอง

3.1.2 ห้องทดลองและชุดของเครื่องปรับอากาศ

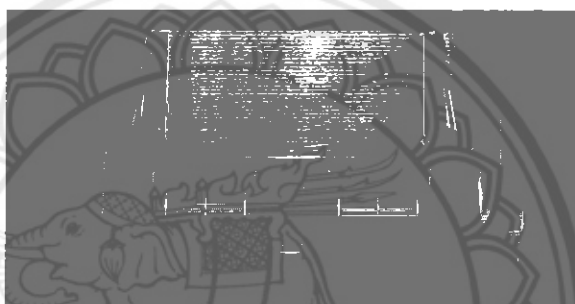
สำหรับการทดลองนี้จะใช้ห้องทดลองที่มีขนาด กว้าง 3 เมตร ยาว 4.6 เมตร สูง 2.36 เมตร โดยผนัง 2 ด้านของห้องทดลองเป็นคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตร ส่วนผนังอีก 2 ด้าน รวมทั้งเพดาน ใช้วัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อนหนา 10 มิลลิเมตรประกบกันและแกนกลางจะใช้โฟมเป็นฉนวน ดังรูป 3.2 และรูป 3.3 ภายในห้องทดลองจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ ซึ่งแสดงส่วนของคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ ดังรูป 3.4 และในส่วนของคอนเดนซิ่งยูนิตจะประกอบไปด้วย คอนเดนเซอร์ คอมเพรสเซอร์ และแฟนทวิป ดังรูป 3.5 และ 3.6 และภายในห้องทดลองจะติดตั้งฮีตเตอร์ และเครื่องให้ความชื้น ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิและความชื้นเพื่อให้ได้ตามต้องการที่จะใช้ในการทดลอง ดังรูป 3.11 และ 3.13



รูป 3.2 แสดงห้องทดลองและขนาดห้องทดลอง

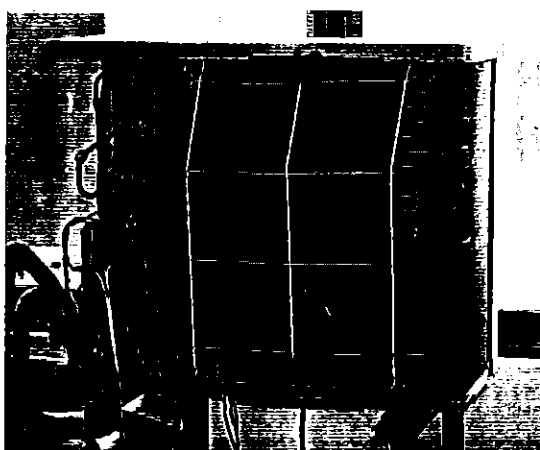


รูป 3.3 รูปร่างภายนอกห้องการทดลอง

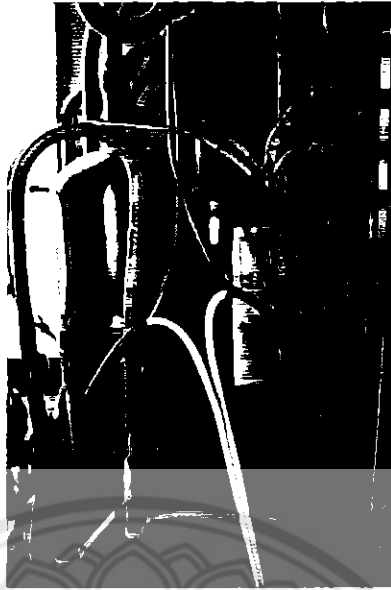


รูป 3.4 ชุดเครื่องระเหยของเครื่องปรับอากาศ

ท่อลำเลียงของสารทำความเย็น (R22) นั้นจะมี 2 ท่อ และ 2 ขนาด คือ ท่อขนาด 1 เซนติเมตร เป็นท่อของสารทำความเย็นซึ่งจะไหลจากคอนเดนซิ่งยูนิต ไปยังแฟนคอยล์ยูนิต และท่อขนาด 0.63 เซนติเมตร เป็นท่อของไอสารทำความเย็นซึ่งจะไหลจากแฟนคอยล์ยูนิตไปยังคอนเดนซิ่งยูนิต ซึ่งความยาวของท่อสารทำความเย็นจากคอนเดนซิ่งยูนิตไปยังแฟนคอยล์ยูนิตจะมีความยาวประมาณ 14.76 เมตร



รูป 3.5 แสดงส่วนของคอนเดนซิ่งยูนิต



รูป 3.6 แสดงส่วนของคอมพิวเตอร์และแคปทิวปี

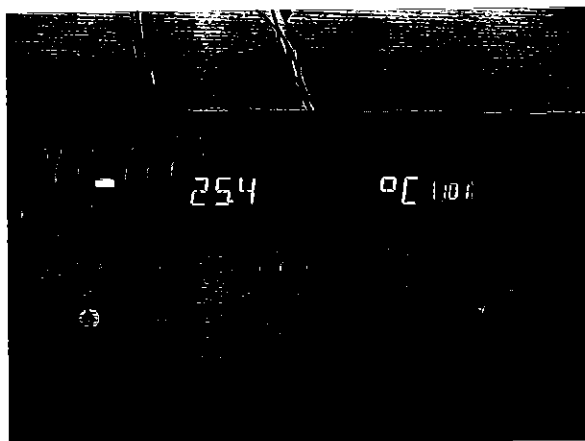


รูป 3.7 แสดงเครื่องอินเวอร์เตอร์ที่สามารถปรับความถี่ได้

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

Agilent Benchlink Data Logger

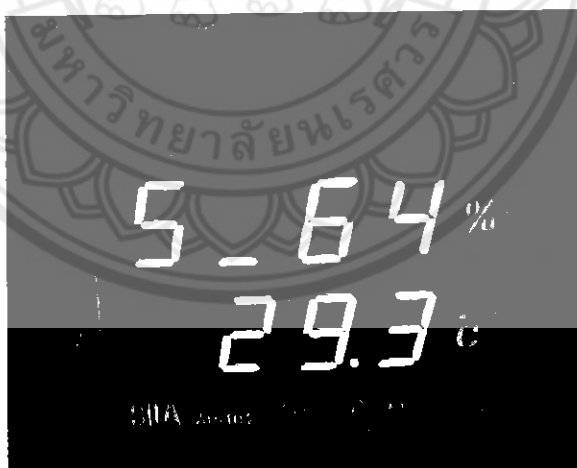
เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดและบันทึกค่าอุณหภูมิของอากาศในตำแหน่งต่างๆของการทดลอง ดังรูป 3.8 โดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิลเป็นตัวส่งสัญญาณ ซึ่งปลายด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะเป็นหัววัดอุณหภูมิที่จะใช้วัดในตำแหน่งต่างๆ ซึ่งเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger สามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิ $0 - 1250^{\circ}\text{C}$ ความละเอียด 0.001 องศา และในการทดลองนี้จะตั้งค่าให้สแกนทุกๆ 30 วินาที และจะถูกบันทึกในรูปของกราฟบนหน้าจอคอมพิวเตอร์



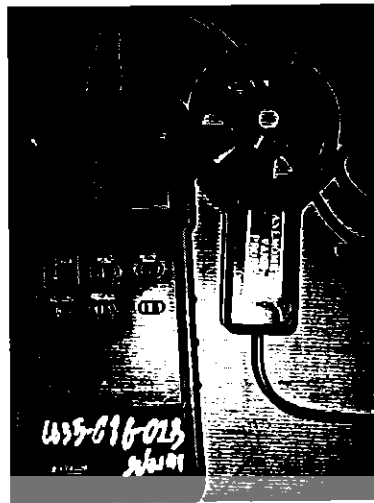
รูป 3.8 Agilent Benchlink Data Logger

SILA AP-104

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดและบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ ดังรูป 3.9 โดยใช้หัววัดแบบดิจิตอล สามารถวัดได้ถึง 5 Channel แต่ละช่องจะต่อสายไปยังจุดวัดได้ถึง 100 เมตร วัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 ถึง 120 °C ความละเอียด 0.1 °C และวัดค่าความชื้นได้ตั้งแต่ 10 ถึง 90 % ความละเอียด 1 % และในการทดลองนี้จะตั้งค่าให้สแกนทุกๆ 30 วินาที และจะบันทึกลงคอมพิวเตอร์



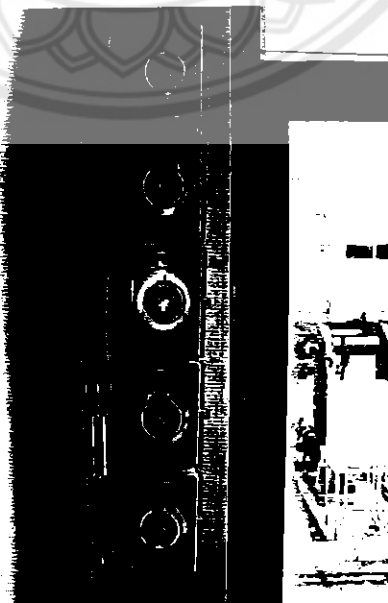
รูป 3.9 SILA AP-104



รูป 3.10 เครื่องวัดความเร็วลม (ANEMOMETER VANE PROBE)



รูป 3.11 ฮีทเตอร์



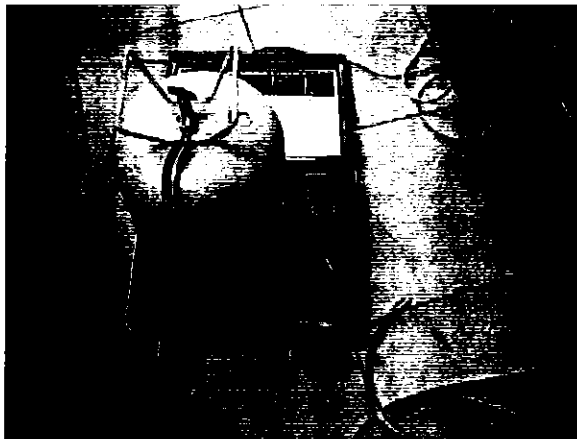
รูป 3.12 เกจวัดความชื้นและอัตราการไหลของสารทำความเย็นที่จุดต่างๆ



รูป 3.13 เครื่องให้ความชื้น



รูป 3.14 power meter



รูป 3.15 แสดงการอัดน้ำยาสารทำความเย็น (R22) เข้าสู่ระบบ

3.2 วิธีการทดลองและเก็บข้อมูล

3.2.1 เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 เครื่อง ซึ่งเครื่องหนึ่งต่อเข้ากับเครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิ (Agilent Benchlink Data Logger) อีกเครื่องหนึ่งต่อกับเครื่องวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104)

3.2.2 เปิดเครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิและเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104) ซึ่งต่อเข้ากับสายเทอร์โมคัปเปิลและสายส่งสัญญาณตามลำดับ โดยหัววัดอยู่ที่ตำแหน่งต่างๆที่ต้องการจะวัดและเก็บข้อมูลดังรูป 3.1 เรียบร้อยแล้ว

3.2.3 เปิดโปรแกรมเครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิและเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ปรับตั้งค่าโปรแกรมและเริ่มทำการวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยตั้งค่าบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบต่อเนื่องทุกๆ 30 วินาที

3.2.4 เปิดเครื่องปรับอากาศในส่วนของเครื่องระเหย, คอนเดนเซอร์และคอมเพรสเซอร์แล้วทำการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ปรับความถี่ทางไฟฟ้า, ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ตำแหน่งต่างๆ ให้ได้ตามต้องการโดยใช้ฮีทเตอร์และเครื่องเพิ่มความชื้นซึ่งการควบคุมและปรับเปลี่ยนตัวแปรในการทดลองให้ปรับเปลี่ยนตามขั้นตอนในข้อ

3.3

3.2.5 ในระหว่างทำการทดลองจะทำการวัดและบันทึกค่าอื่นๆดังนี้ คือ

3.2.5.1 ใช้เครื่องวัดความเร็วลม (Thermo Anemometer) วัดความเร็วลมของอากาศที่ทางออกจากเครื่องระเหยที่ระดับต่างๆแล้วบันทึกข้อมูลในตาราง

3.2.5.2 ใช้เครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า (Clamp Power Meter) วัดกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้คอมเพรสเซอร์โดยทำการวัดทุกๆ 10 นาที แล้วบันทึกผลในตารางบันทึกผลแล้วหาค่าเฉลี่ย

3.2.5.3 จดค่าความดันและอัตราการไหลของสารทำความเย็น (R22) ที่เกจวัดดังรูป 3.12 โดยจะทำการจดค่าทุกๆ 5 นาที แล้วนำค่าที่ได้มาบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลและทำการหาค่าเฉลี่ย

3.2.6 ทำการทดลองและเก็บบันทึกค่าประมาณ 30 – 40 นาที หรือจนกว่าค่าที่ทำการทดลองจะมีค่าคงที่ประมาณ 10- 15 นาที ก็หยุดบันทึกข้อมูลและทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ลงในคอมพิวเตอร์

3.2.7 ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนตัวแปรในการทดลองในข้อ 3.2.4

3.2.8 เมื่อทำการทดลองเสร็จปิดอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดลองให้เรียบร้อยแล้ว

3.2.9 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการหาค่า Steady state ตามตัวอย่างการหาค่า Steady state จากชุดข้อมูลที่ได้จากการทดลองในภาคผนวก

3.2.10 นำข้อมูลที่มีค่า Steady state ในแต่ละจุดมาคำนวณหาค่า COP และค่า SHR ตามตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวก

3.2.11 นำค่าที่ได้จากการคำนวณมาพล็อตกราฟเพื่อวิเคราะห์ผล

3.2.12 ทำการทดลองในขั้นตอนที่ 3.2.1 - 3.2.11 ซ้ำโดยทำซ้ำขนาดเครื่องระเหยละ 3 - 4 ครั้ง เพื่อให้ได้ผลสรุปที่มีค่า Steady state และถูกต้องมากที่สุด

3.2.13 เลือกผลการทดลองที่มีค่า Steady state มาทำการวิเคราะห์และสรุปผล

3.3 ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1 ทดลองโดยใช้เครื่องระเหยขนาดที่ 1 โดยในการทดลองทำการควบคุมค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการทดลองดังนี้

3.3.1.1 เปิดเครื่องปรับอากาศที่จะใช้ในการทดลอง โดยปรับความถี่ทางไฟฟ้า 40 Hz และอัตราการไหลของอากาศที่เครื่องระเหยระดับต่ำสุด ($0.09 \text{ m}^3 / \text{s}$) ควบคุมอุณหภูมิที่ทางเข้าคอนเดนเซอร์ (t_{aic}) ไว้ที่ $28 - 32^\circ\text{C}$ แล้วกำหนดตัวแปรควบคุมและบันทึกค่าต่างๆดังนี้

ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ทางเข้าเครื่องระเหย ไว้ที่ 25°C และ 55 - 60 %RH ตามลำดับโดยใช้ ฮีทเตอร์ และอุปกรณ์ให้ความชื้นหรืออื่นๆเพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ทางเข้าเครื่องระเหยให้คงที่ตามที่ต้องการและเพื่อไม่ให้คอมเพรสเซอร์หยุดทำงานแล้วทำการวัดและบันทึกค่า t_{aoe} , RH_{aoe} , t_{aoc} แล้วเก็บข้อมูลลงคอมพิวเตอร์

3.3.1.2 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 โดยปรับความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 40 Hz และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับปานกลาง ($0.11 \text{ m}^3 / \text{s}$)

3.3.1.3 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 โดยใช้ความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 40 Hz และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับสูง ($0.14 \text{ m}^3 / \text{s}$)

3.3.1.4 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 แต่เปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 45 Hz และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับต่ำ

3.3.1.5 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 แต่เปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 45 Hz และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับปานกลาง

3.3.1.6 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 แต่เปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 45 Hz และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับสูง

3.3.1.7 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 แต่เปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 50 Hz และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับต่ำ

3.3.1.8 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 แต่เปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 50 Hz และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับปานกลาง

3.3.1.9 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 แต่เปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 50 Hz และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับสูง

3.3.1.10 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 แต่เปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 55 Hz และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับต่ำ

3.3.1.11 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 แต่เปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 55 Hz และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับปานกลาง

3.3.1.12 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 แต่เปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 55 Hz และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับสูง

3.3.1.13 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 แต่เปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 60 Hz และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับต่ำ

3.3.1.14 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 แต่เปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 60 Hz และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับปานกลาง

3.3.1.15 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.3.1.1 แต่เปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าเป็น 60 Hz และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเป็นระดับสูง

3.3.2 ทดลองโดยเปลี่ยนเป็นเครื่องระเหยขนาดที่ 2 โดยควบคุมตัวแปรต่างๆดังนี้

3.3.2.1 ปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยให้มีค่าเท่าหรือใกล้เคียงกับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย ในระดับใดระดับหนึ่ง ของเครื่องระเหยขนาดที่ 1 ทำได้โดยใช้อุปกรณ์บังเพื่อลดปริมาณลมที่ทางเข้าเครื่องระเหย

3.3.2.2 ปรับอุณหภูมิที่ทางเข้าเครื่องระเหยเท่ากับ 25 °C เพราะเป็นค่าอุณหภูมิความสบายเชิงความร้อนในประเทศไทย

3.3.2.3 ปรับความชื้นสัมพัทธ์ที่ทางเข้าเครื่องระเหยเท่ากับ 55 - 60%RH เพราะเป็นค่าความสบายเชิงความร้อนของประเทศไทย

3.3.2.4 ปรับอุณหภูมิทางเข้าคอนเดนเซอร์เท่ากับ 28 - 32 °C เพราะเป็นค่าอุณหภูมิภายนอกมาตรฐานของประเทศไทย

3.3.2.5 ทำการทดลองโดยปรับตัวแปรดังข้อ 3.3.2.1 - 3.3.2.4 แต่ปรับความถี่ทางไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์เป็น 40, 45, 50, 55, และ 60 Hz

บทที่ 4

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง (ภาคผนวก ก) ต้องการทราบว่า การเปลี่ยนขนาดเครื่องระเหยนั้นมีผลอย่างไรกับค่าสมรรถนะในการทำความเย็นและลดความชื้น ดังนั้นจึงต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และค่าอัตราส่วนความร้อนสัมพัทธ์ (SHR) จากการทำงานในสภาวะต่างๆ ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์มา เป็นค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยจะมีการปรับเปลี่ยนและควบคุมตัวแปรที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและค่าอัตราส่วนความร้อนสัมพัทธ์ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ ดังนี้

ตัวแปรที่ต้องปรับเปลี่ยน คือ

1. ความถี่ทางไฟฟ้า (f, Hz) จำนวน 5 ค่า คือ 40, 45, 50, 55 และ 60 Hz

2. อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย ($V_{ae}, m^3/s$) จำนวน 3 ระดับ

คือ ระดับต่ำ ปานกลาง และสูง

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

1. อุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าเครื่องระเหย ($t_{ae}, ^\circ C$) เท่ากับ $25^\circ C$ เพราะเป็นค่าอุณหภูมิความสบายเชิงความร้อนในประเทศไทย

2. อุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าคอนเดนเซอร์ ($t_{ac}, ^\circ C$) ให้อยู่ในช่วง $28 - 32^\circ C$

3. ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ทางเข้าเครื่องระเหย ($\%RH_{ae}$) ให้อยู่ในช่วง

$55 - 60 \%RH$

เพื่อนำผลมาวิเคราะห์การประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์เมื่อมีการเปลี่ยนขนาดของเครื่องระเหย โดยจะพิจารณาว่ามีผลต่อค่า COP และ SHR อย่างไรบ้าง เพื่อให้ทราบถึงค่า COP และ SHR โดยการเปลี่ยนขนาดของเครื่องระเหยนั้นจะทำให้อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเปลี่ยนตามไปด้วย เนื่องจากขนาดพื้นที่ของเครื่องระเหยและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกัน (ภาคผนวก ก) คือพื้นที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้นอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นจึงมีการแยกวิเคราะห์ผลของพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยต่อเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์และอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยต่อเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ ซึ่งในแต่ละหัวข้อจะแยกวิเคราะห์โดยพิจารณาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมพัทธ์ (Q_r), อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง (Q_l), อัตราการถ่ายเทความร้อน

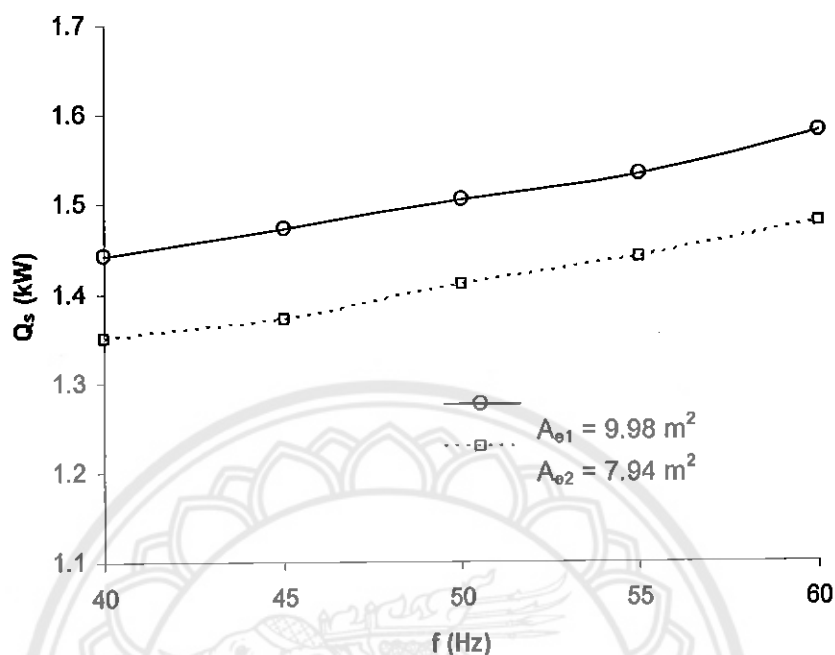
ร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e), กำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ (P_c), สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และอัตราส่วนความร้อนสัมผัส (SHR) โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลของการปรับเปลี่ยนขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยต่อเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์

ในกรณีที่เครื่องปรับอากาศทำงานในแต่ละความถี่ทางไฟฟ้าคือ 40, 45, 50, 55 และ 60 Hz และขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย 2 ขนาด คือ $A_{e1} = 9.98 \text{ m}^2$ และ $A_{e2} = 7.94 \text{ m}^2$ โดยจะควบคุมตัวแปรที่มีผลต่อค่า COP และ SHR ดังนี้

1. ควบคุมอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยให้อยู่ในช่วง 0.11 - 0.12 m^3 / s ซึ่งเป็นค่าอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่ใกล้เคียงกันของเครื่องระเหยทั้ง 2 ขนาด
2. ควบคุมอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าเครื่องระเหยเท่ากับ 25°C เพราะเป็นค่าอุณหภูมิความสบายเชิงความร้อนในประเทศไทย
3. ควบคุมอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าคอนเดนเซอร์ให้อยู่ในช่วง $28 - 32^\circ\text{C}$
4. ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ทางเข้าเครื่องระเหยให้อยู่ในช่วง 55 - 60%RH โดยมีลำดับการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัสดังนี้

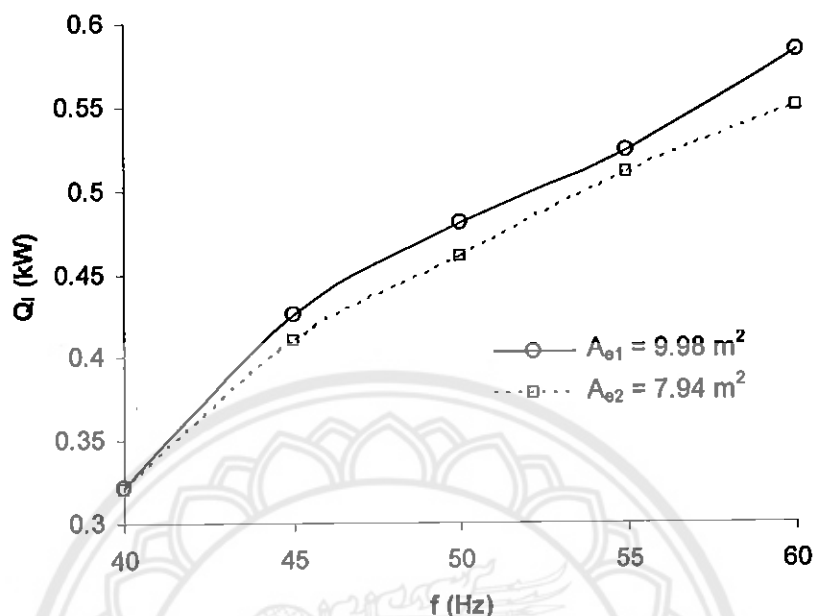
4.1.1 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย (A_e) ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส



กราฟ 4.1.1 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส โดยค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสนี้จะไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยและอัตราส่วนความร้อนสัมผัส จากกราฟ 4.1.1 จะเห็นว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยจะทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าทำให้อัตราการไหลของสารทำความเย็นเพิ่มขึ้น (ดังภาคผนวก ก.4) ส่งผลให้มีการระเหยของสารทำความเย็นที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น ทำให้ผลต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าและทางออกของเครื่องระเหยเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสเพิ่มขึ้นดังสมการ 2.18 ส่วนการเพิ่มขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยนั้นจะทำให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้อุณหภูมิของเครื่องระเหยเพิ่มขึ้น จึงทำให้ผลต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าและทางออกเครื่องระเหยลดลง แต่ลดลงน้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย และทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสเพิ่มขึ้น

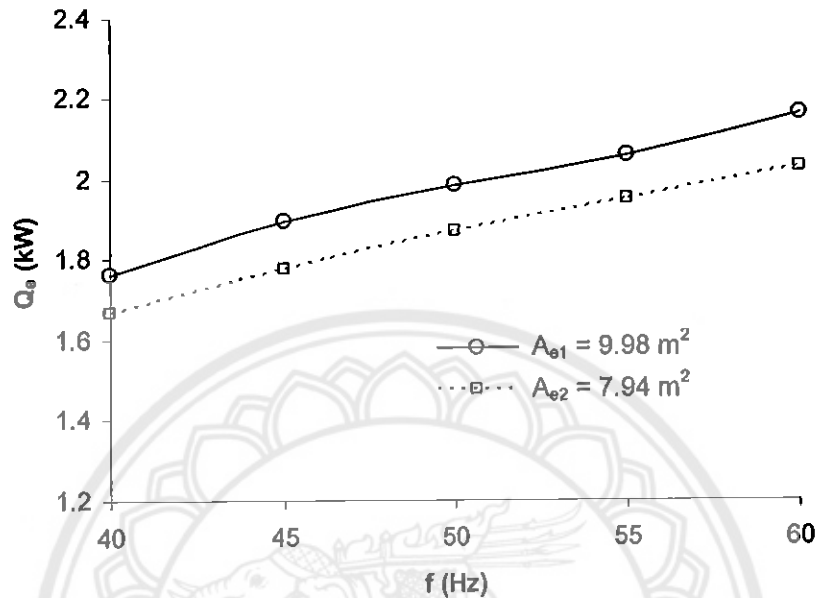
4.1.2 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง



กราฟ 4.1.2 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง โดยค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงนี้จะไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยและอัตราส่วนความร้อนสัมผัส จากผลการทดลองแสดงในกราฟ 4.1.2 จะเห็นว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยจะทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าทำให้อัตราการไหลของสารทำความเย็นเพิ่มขึ้น (ดังภาคผนวก ก.4) จึงมีการระเหยที่เครื่องระเหยมากขึ้น ทำให้อุณหภูมิของเครื่องระเหยลดลง ซึ่งส่งผลให้ผลต่างของค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ทางเข้าและทางออกของเครื่องระเหยเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงเพิ่มขึ้นดังสมการ 2.19 ส่วนการเพิ่มขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยนั้นจะทำให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนเพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิของเครื่องระเหยเพิ่มขึ้น แต่เพิ่มขึ้นน้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงที่มีผลมาจากการเพิ่มขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อน จึงส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงเพิ่มขึ้น

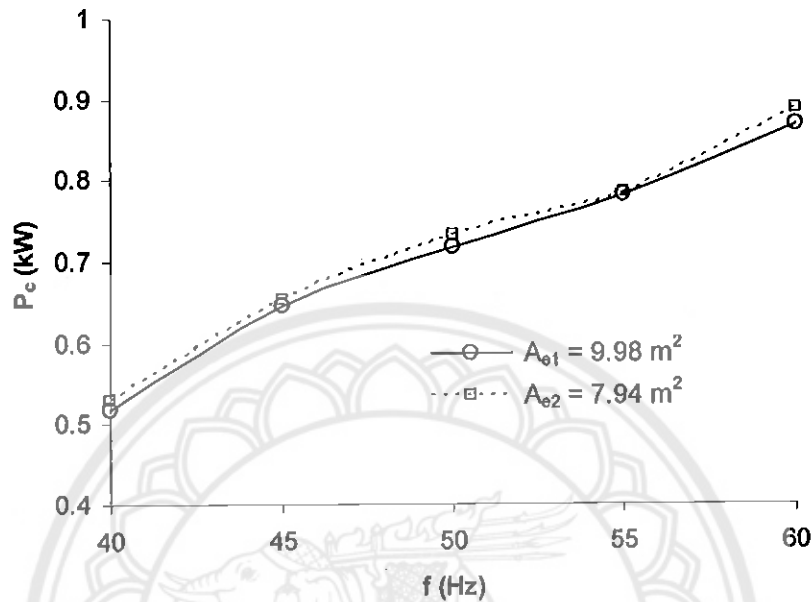
4.1.3 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย



กราฟ 4.1.3 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย โดยค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยนี้จะไปมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัส จากผลการทดลองแสดงในกราฟ 4.1.3 จะเห็นว่าเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยนั้นส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น เนื่องจากอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยคือผลรวมของอัตราการถ่ายความร้อนสัมผัสกับอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง ดังสมการ 2.20 ซึ่งการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยนั้นทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสและอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงเพิ่มขึ้นดังกราฟ 4.1.1 และ 4.1.2 ดังนั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยจึงทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น

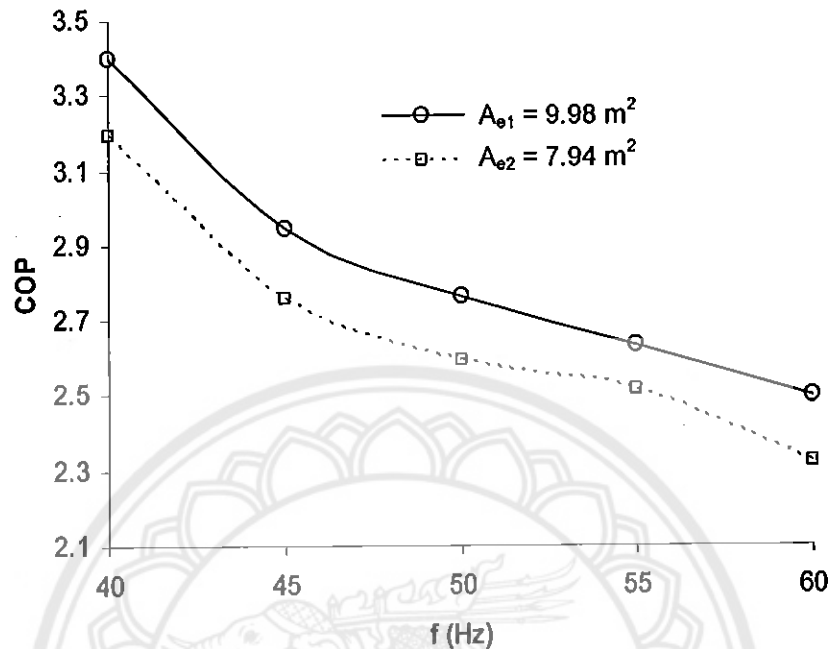
4.1.4 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์



กราฟ 4.1.4 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ โดยค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์นี้จะไปมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ จากผลการทดลองแสดงในกราฟ 4.1.4 จะเห็นว่าค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความถี่ทางไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น ส่วนการเพิ่มขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยจะส่งผลให้ค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ลดลงเนื่องจากการเพิ่มขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย แต่อย่างไรก็ตามมีผลกระทบน้อยมากจึงทำให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนได้เพิ่มขึ้นซึ่งส่งผลให้สารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องระเหยมีอุณหภูมิสูงขึ้น จึงทำให้ช่วยลดกำลังที่ใช้ในการอัดสารทำความเย็นของคอมเพรสเซอร์

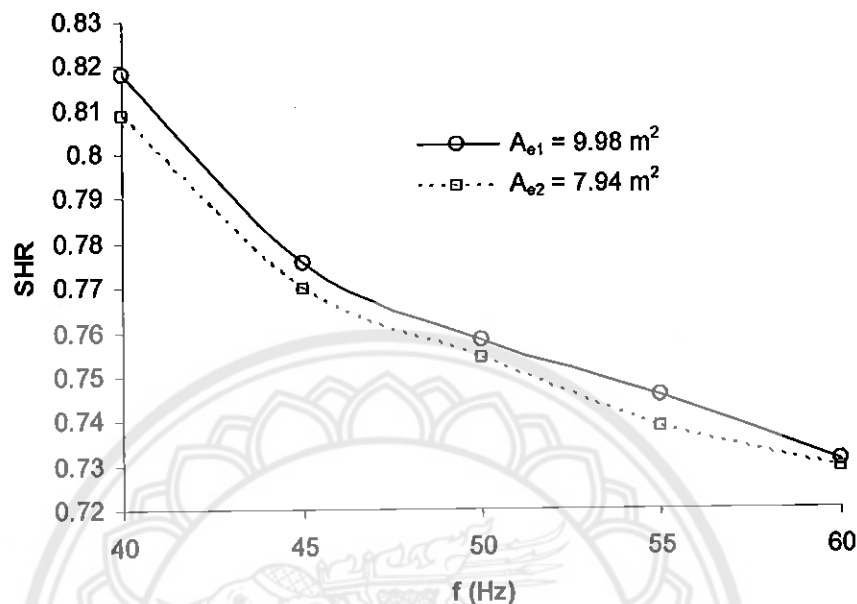
4.1.5 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ



กราฟ 4.1.5 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ จากผลการทดลองแสดงในกราฟ 4.1.5 จะเห็นว่า การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะลดลง เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้านั้นส่งผลให้ค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์เพิ่มขึ้นมากกว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะลดลง ดังสมการ 2.14 ส่วนการเพิ่มขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย จะส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยนั้นทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์นั้นมีผลกระทบน้อยมาก จึงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเพิ่มขึ้น

4.1.6 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราส่วนความร้อนสัมพัทธ์



กราฟ 4.1.6 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราส่วนความร้อนสัมพัทธ์

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราส่วนความร้อนสัมพัทธ์ จากการทดลองแสดงในกราฟ 4.1.6 จะเห็นว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าส่งผลให้ค่าอัตราส่วนความร้อนสัมพัทธ์ลดลง เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้านั้นทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงเพิ่มขึ้นมากกว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมพัทธ์ ซึ่งส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มมากขึ้นและมากกว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมพัทธ์ จึงมีผลทำให้ค่าอัตราส่วนความร้อนสัมพัทธ์ลดลง ส่วนการเพิ่มขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย จะส่งผลให้ค่าอัตราส่วนความร้อนสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยนั้นมีผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นมากกว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง ส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยนั้นเพิ่มขึ้นน้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมพัทธ์ ส่งผลให้อัตราส่วนความร้อนสัมพัทธ์มีค่าเพิ่มขึ้น

4.2 ผลของการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยต่อเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์

ในกรณีที่เครื่องปรับอากาศทำงานในแต่ละความถี่ทางไฟฟ้าคือ 40, 45, 50, 55 และ 60 Hz และอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย 3 ระดับ ดังนี้

$V_{ae,L} = 0.09 \text{ m}^3 / \text{s}$ เป็นอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยระดับต่ำ

$V_{ae,M} = 0.11 \text{ m}^3 / \text{s}$ เป็นอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยระดับ

ปานกลาง

$V_{ae,H} = 0.14 \text{ m}^3 / \text{s}$ เป็นอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยระดับสูง

โดยจะมีการควบคุมตัวแปรที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัสดังนี้

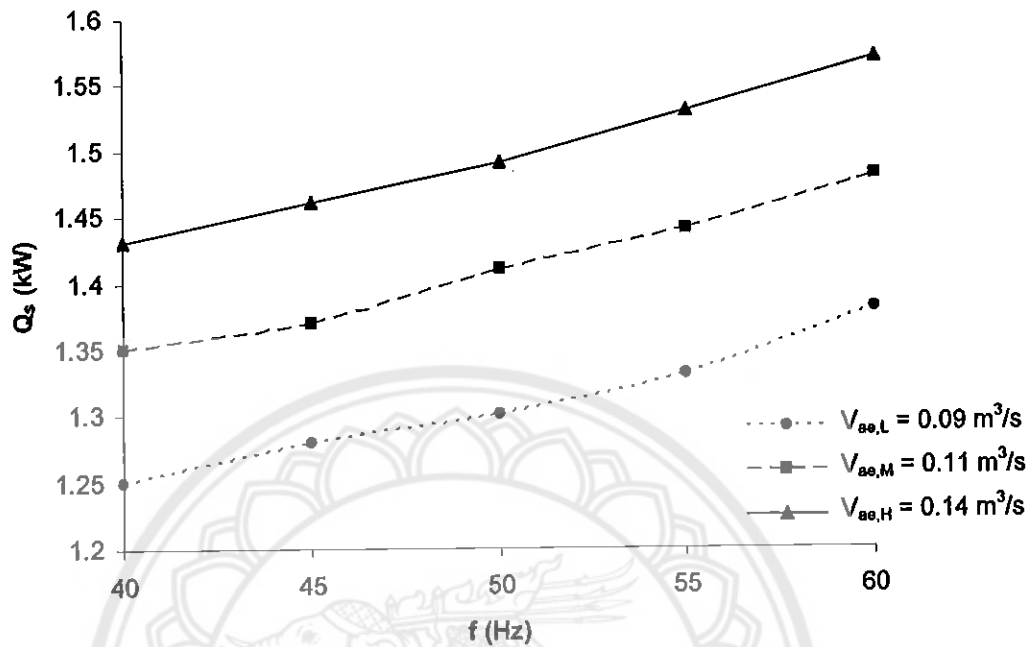
1. ควบคุมอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าเครื่องระเหยเท่ากับ 25°C เพราะเป็นค่าอุณหภูมิความสบายเชิงความร้อนในประเทศไทย

2. ควบคุมอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าคอนเดนเซอร์อยู่ในช่วง $28 - 32^{\circ}\text{C}$

3. ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ทางเข้าเครื่องระเหยอยู่ในช่วง $55 - 60 \%RH$

ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัสตามลำดับดังนี้

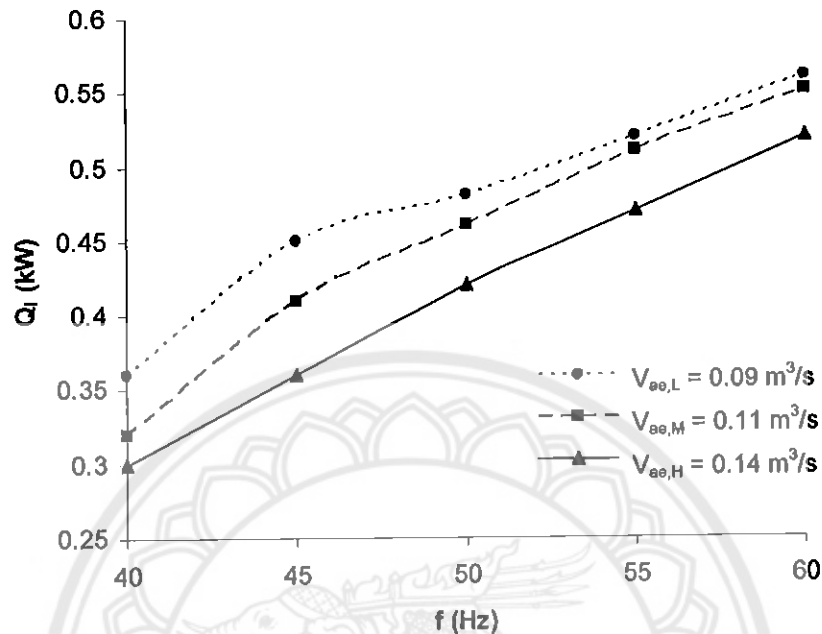
4.2.1 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส



กราฟ 4.2.1 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและการปรับอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส จากผลการทดลองแสดงในกราฟ 4.2.1 จะเห็นว่า การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยจะส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าทำให้อัตราการไหลของสารทำความเย็นเพิ่มขึ้น (ดังภาคผนวก ก.4) ทำให้มีการระเหยมากขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิของเครื่องระเหยลดลง ทำให้ผลต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าและทางออกของเครื่องระเหยเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ค่าอัตราส่วนการถ่ายเทความร้อนสัมผัสเพิ่มขึ้นดังสมการ 2.18 ส่วนการเพิ่มอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย จะทำให้มีการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิของเครื่องระเหยเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ผลต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าและทางออกเครื่องระเหยลดลง และลดลงน้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเมื่อเพิ่มอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยจึงส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสเพิ่มขึ้น

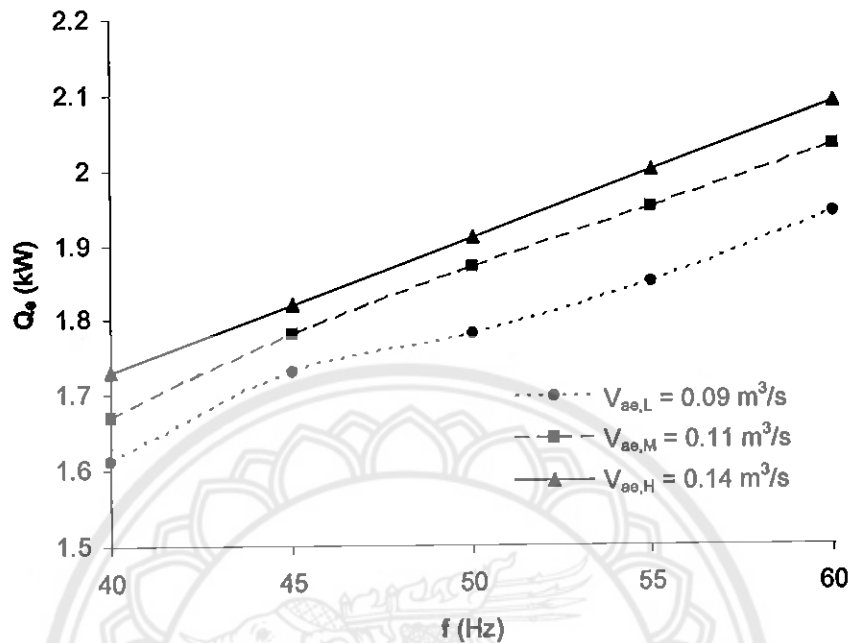
4.2.2 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง



กราฟ 4.2.2 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า และอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง จากผลการทดลองแสดงในกราฟ 4.2.2 จะเห็นว่า การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงเพิ่มขึ้น (ดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วจากหัวข้อ 4.1.2) ส่วนการเพิ่มอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย จะส่งผลให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิของเครื่องระเหยเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ผลต่างระหว่างความชื้นของอากาศที่ทางเข้าและทางออกของเครื่องระเหยลดลง ส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงลดลง

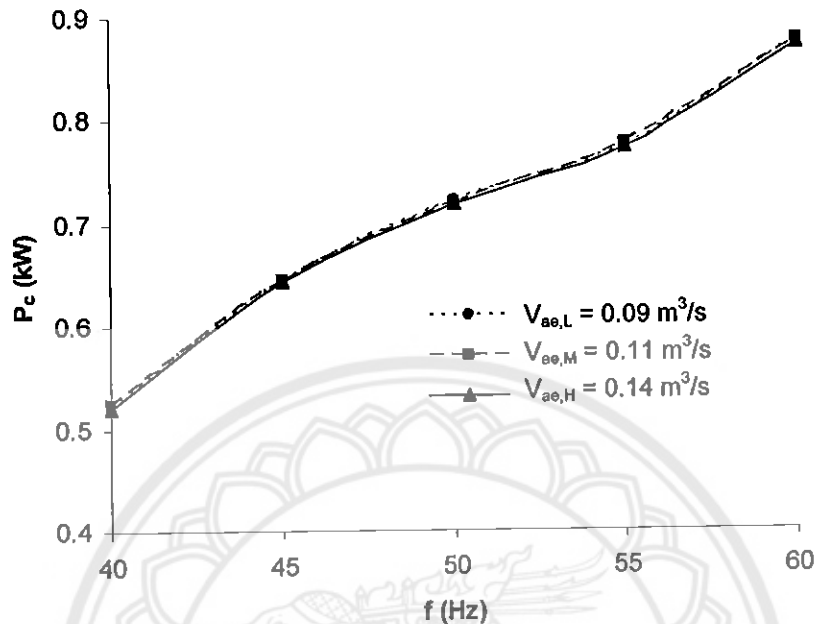
4.2.3 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย



กราฟ 4.2.3 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย จากผลการทดลองแสดงในกราฟ 4.2.3 จะเห็นว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย ส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น เนื่องจากอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยคือผลรวมของอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสกับอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง ดังสมการ 2.20 ซึ่งการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้านั้นจะทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสและอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงเพิ่มขึ้น ดังกราฟ 4.2.1 และกราฟ 4.2.2 ส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น ส่วนการเพิ่มอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสเพิ่มขึ้น ส่วนอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงลดลง แต่การเพิ่มขึ้นของอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสจะเพิ่มขึ้นมากกว่าการลดลงของอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง ส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น

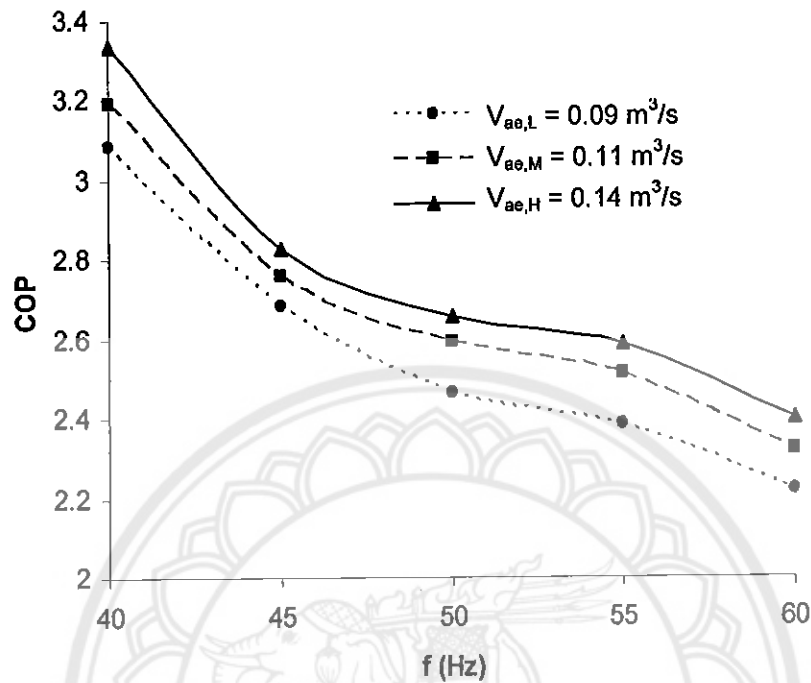
4.2.4 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์และอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์



กราฟ 4.2.4 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าของกำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ จากผลการทดลองแสดงในกราฟ 4.2.4 จะเห็นว่าค่าของกำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความถี่ทางไฟฟ้า ส่วนค่าอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยนั้นจะมีผลกระทบต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์น้อยมาก

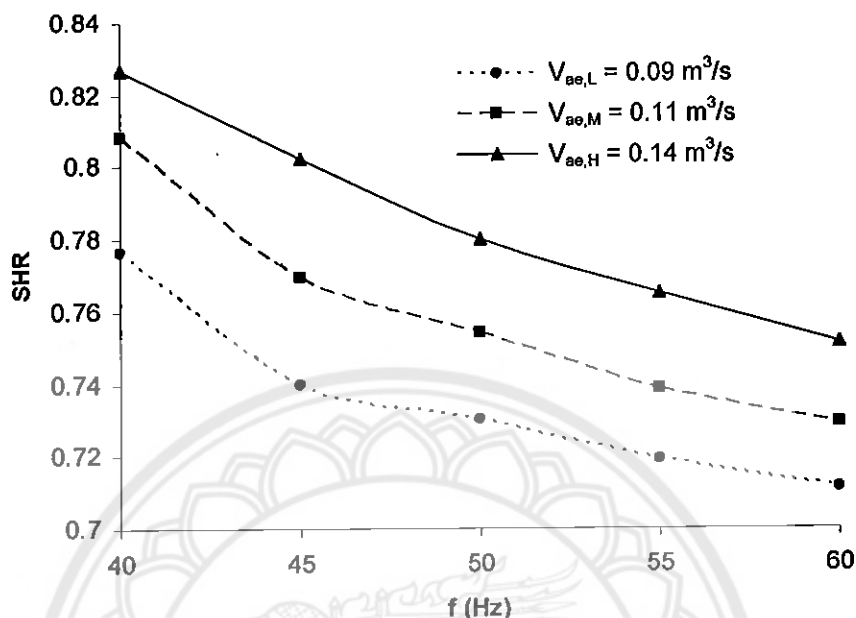
4.2.5 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น



กราฟ 4.2.5 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า และอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ จากผลการทดลองแสดงในกราฟ 4.2.5 จะเห็นว่า การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศลดลง (ดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.1.5) ส่วนการเพิ่มอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยนั้นทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยนั้นมีผลกระทบน้อยมากกับค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์คังสมการ 2.14 จึงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเพิ่มขึ้น

4.2.6 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัส



กราฟ 4.2.6 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัส

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่มีต่อค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัส จากผลการทดลองแสดงในกราฟ 4.2.6 จะเห็นว่า การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้านั้นส่งผลให้อัตราส่วนความร้อนสัมผัสลดลง (ดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.1.6) ส่วนการเพิ่มอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยนั้นส่งผลให้ค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัสเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยนั้นทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสเพิ่มขึ้น แต่ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงลดลง ส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสเพิ่มขึ้นมากกว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย ซึ่งทำให้ค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัสเพิ่มขึ้นดังสมการ 2.21

บทที่ 5

สรุปผล

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาทดลองนี้ต้องการทราบถึงผลกระทบของการปรับเปลี่ยนขนาดของเครื่องระเหยว่าจะมีผลต่อค่าสมรรถนะการทำงาน การลดความชื้น การประหยัดพลังงาน และความสบายเชิงความร้อนอย่างไร ในเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและอัตราส่วนความร้อนสัมผัส จากการทำงานในสภาวะต่างๆของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์เป็นค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองนี้

ผลของการปรับเปลี่ยนขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย จากผลการศึกษาดทดลองสามารถสรุปได้ว่า การเพิ่มขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงและอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น แต่กำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย จึงทำให้ COP ของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น แสดงถึงเครื่องปรับอากาศมีการประหยัดพลังงานมากขึ้น และการเพิ่มขนาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยนั้น ส่งผลให้ค่า SHR เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องปรับอากาศมีอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงเพิ่มขึ้น

ผลของการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย จากผลการศึกษาดทดลองสามารถสรุปได้ว่า การเพิ่มอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยนั้นจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสเพิ่มขึ้นมากกว่าการที่อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงลดลง จึงทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น โดยกำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์มีผลน้อยมาก ส่งผลให้ COP ของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงถึงเครื่องปรับอากาศมีการประหยัดพลังงานมากขึ้น และการเพิ่มอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยนั้นส่งผลให้ค่า SHR เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงถึงอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัสต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนแฝงมีค่าเพิ่มขึ้น

และจากผลการทดลองยังสามารถสรุปได้อีกว่า การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้านั้นจะทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส, อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง และอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น แต่จะเพิ่มขึ้นน้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของค่ากำลังที่ให้กับคอมเพรสเซอร์ จึงส่งผลให้ค่า COP ของเครื่องปรับอากาศลดลง ซึ่งส่งผลให้การประหยัดพลังงานลดลง เพราะฉะนั้นจึงควรใช้ความถี่ทางไฟฟ้าต่างๆเพื่อให้มีการประหยัดพลังงานได้สูงขึ้น และในการเลือก

เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์เราต้องเลือกเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดการทำความเย็นเท่ากับ โหลดสูงสุดภายในห้อง เพื่อเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์จะได้ทำงานที่ความถี่ต่ำๆ เพราะจะเป็นการประหยัดพลังงาน และไม่ควรเลือกเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่มีขนาดการทำ ความเย็นต่ำกว่าหรือเท่ากับ โหลดต่ำสุดภายในห้อง เพราะเมื่อในช่วงที่มีโหลดสูงๆจะทำให้ เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ทำงานที่ความถี่สูงๆทำให้ไม่เป็นการประหยัดพลังงาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ความผิดพลาดเนื่องจากสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมภายนอก

- เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศภายนอกในแต่ละวันและในแต่ละเวลาไม่เท่ากัน จึงทำให้ ช่วงของอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าคอนเดนเซอร์มีค่ามาก ทำให้ผิดพลาดเล็กน้อย

- เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละวันและในแต่ละเวลาไม่เท่ากัน จึงทำให้ช่วงของ อุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าเครื่องระเหยมีค่ามาก ทำให้ผลผิดพลาดเล็กน้อย

5.3 แนวทางการพัฒนา

5.3.1 สร้างห้องสำหรับวางชุดคอนเดนเซอร์ที่สามารถปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้

5.3.2 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์

บรรณานุกรม

- [1] มนตรี พิรุณเกษตร, อุณหพลศาสตร์ 1, พิมพ์ครั้งที่ 4, บริษัทวิทยพัฒน์; กรุงเทพมหานคร, 2539
- [2] เสริมศักดิ์ พิศณุ และ สุพิน ปัญญาป่า. การหาสมการสมรรถนะของคอมเพรสเซอร์สำหรับเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์จากข้อมูลการทดลอง. ปรินุญยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2548
- [3] Incropera, F.P. Dewitt, D.P. Bergman, T.L. and Lavine A.S. 1944. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. 6thED. John Wiley & Sons, Inc. pp. 420-450
- [4] <http://fws.cc/thalarom/index.php?topic=8.0> (สืบค้นเมื่อ 01/06/2552)
- [5] http://www.9engineer.com/au_main/Drives/what%20is%20inverter.htm (สืบค้นเมื่อ 26/03/2553)
- [6] Mcquiston, F.C. Parker, J.D. and Spittler, J.D., 1976. Heating Ventilating and Air Conditioning Analysis and design. 6thED. New York: John Wiley & Sons, Inc. pp. 484-500.
- [7] Hewitt, G.F. Shires, G.L. and Bott, T.R., 1994. Process Heat Transfer. United States of America: CRC Press, Inc. pp. 82-90
- [8] Sonntag, R. E. Borgnakke C. and Van Wylen, G.J., 2003. Fundamentals of Thermodynamics. 6thED. John Wiley & Sons, Inc. pp. 674
- [9] <http://www.airdd4u.com/home.html> (สืบค้นเมื่อ 26/03/2553)
- [10] <http://www.rungrojair.com/index.php?lay=show&ac=article&Ntype=13&Id=5388048> (สืบค้นเมื่อ 26/03/2553)



ก.1 ตารางบันทึกข้อมูลอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย

ตาราง ก.1.1 แสดงความเร็วลมระดับต่ำสุดของเครื่องระเหยที่มีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อน

$$= 7.94 \text{ m}^2$$

V (m/s)							A (m ²)	V _{gso} (m ³ /s)
จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	เฉลี่ย		
1.36	2.15	1.42	1.39	2.18	1.32	1.637	0.055	0.09
1.37	2.12	1.44	1.41	2.16	1.33	1.638	0.055	0.09
1.34	2.14	1.43	1.42	2.17	1.31	1.635	0.055	0.09
								0.09

ตาราง ก.1.2 แสดงความเร็วลมระดับปานกลางของเครื่องระเหยที่มีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อน

$$= 7.94 \text{ m}^2$$

V (m/s)							A (m ²)	V _{gso} (m ³ /s)
จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	เฉลี่ย		
1.91	2	1.95	1.97	2.23	1.94	2.000	0.055	0.11
1.93	2.13	1.97	1.89	2.24	1.95	2.018	0.055	0.11
1.92	2.14	1.96	1.95	2.21	1.93	2.018	0.055	0.11
								0.11

ตาราง ก.1.3 แสดงความเร็วลมระดับสูงสุดของเครื่องระเหยที่มีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อน

$$= 7.94 \text{ m}^2$$

V (m/s)							A (m ²)	V _{gso} (m ³ /s)
จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	เฉลี่ย		
2.24	2.56	2.86	2.84	2.53	2.25	2.547	0.055	0.14
2.32	2.54	2.72	2.82	2.55	2.31	2.543	0.055	0.14
2.29	2.53	2.78	2.81	2.54	2.32	2.545	0.055	0.14
								0.14

ตาราง ก.1.4 แสดงความเร็วลมที่มีการปรับให้ใกล้เคียงของเครื่องระเหยที่มีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อน

$$= 9.98 \text{ m}^2$$

V (m/s)							A (m ²)	V _{gso} (m ³ /s)
จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	เฉลี่ย		
1.86	2.23	1.84	1.79	2.31	1.75	1.963333	0.061	0.12
1.83	2.24	1.85	1.81	2.3	1.76	1.965	0.061	0.12
1.84	2.22	1.86	1.78	2.31	1.76	1.961667	0.061	0.12
								0.12

ก.2 ตารางบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการทดลอง

ว/ค/ป	Hz	$V_{ac}(m^3/s)$	$T_{aio}(^{\circ}C)$	$T_{aoc}(^{\circ}C)$	$T_{aic}(^{\circ}C)$	$T_{aoc}(^{\circ}C)$	$T_{ar}(^{\circ}C)$	$\%RH_{aio}$	$\%RH_{aoc}$
23/1/53	40	0.09	25.128	18.025	30.124	35.641	25.361	60.021	80.000
		0.11	25.236	18.321	30.641	35.131	25.214	60.032	80.125
		0.14	25.412	18.451	30.166	35.221	25.147	60.143	80.213
	45	0.09	25.187	17.908	30.461	35.612	25.365	60.145	80.145
		0.11	25.325	17.988	30.654	35.411	25.487	59.987	80.654
		0.14	25.367	18.114	30.231	35.161	25.014	59.879	80.471
	50	0.09	25.254	18.323	30.462	36.134	25.036	59.900	80.365
		0.11	25.131	18.563	30.613	36.412	25.241	59.891	80.025
		0.14	25.019	18.147	30.169	35.115	25.324	60.125	80.000
24/1/53	55	0.09	25.248	18.564	29.985	35.005	25.174	60.014	80.031
		0.11	25.367	18.364	29.985	35.241	25.314	60.023	80.025
		0.14	25.157	18.443	29.689	35.223	25.621	60.002	80.147
	60	0.09	25.038	18.536	29.891	35.323	25.965	60.125	80.659
		0.11	25.105	18.456	29.993	35.124	25.334	59.968	80.354
		0.14	25.347	18.441	30.001	35.023	25.265	60.000	80.756
30/1/53	40	0.09	25.367	18.321	30.641	35.131	25.361	60.145	80.025
		0.11	25.254	18.451	30.166	35.221	25.241	59.987	80.147
		0.14	25.131	17.908	30.461	35.612	25.147	59.879	80.659
	45	0.09	25.128	18.147	30.001	35.115	25.241	60.014	80.213
		0.11	25.236	18.564	30.641	35.005	25.324	60.023	80.145
		0.14	25.412	18.364	30.166	35.241	25.174	60.002	80.654
	50	0.09	25.019	18.364	30.231	35.411	25.365	60.032	80.365
		0.11	25.248	18.443	30.462	35.161	25.487	60.143	80.025
		0.14	25.367	18.536	30.613	36.134	25.014	60.145	80.000

ตารางบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการทดลอง(ต่อ)

ว/ค/ป	Hz	$V_{ae}(m^3/s)$	$T_{aic}(^{\circ}C)$	$T_{aoc}(^{\circ}C)$	$T_{aic}(^{\circ}C)$	$T_{aoc}(^{\circ}C)$	$T_{ar}(^{\circ}C)$	%RH _{aie}	%RH _{aoc}
31/1/53	55	0.09	25.367	17.908	30.613	35.323	25.036	59.968	80.025
		0.11	25.254	17.988	30.169	35.124	25.241	60.000	80.000
		0.14	25.131	18.114	29.985	35.023	25.324	60.145	80.031
	60	0.09	25.347	18.563	29.891	35.241	25.174	60.125	80.000
		0.11	25.367	18.147	29.993	35.223	25.314	60.014	80.031
		0.14	25.254	18.564	30.001	35.323	25.621	60.023	80.025
6/2/53	40	0.09	25.131	17.908	30.613	35.612	25.265	60.000	80.025
		0.11	25.128	18.147	30.613	35.115	25.361	60.145	80.000
		0.14	25.236	18.564	30.169	35.005	25.241	59.987	80.031
	45	0.09	25.367	18.364	30.166	36.134	25.365	60.143	80.025
		0.11	25.367	18.443	30.461	35.323	25.487	60.145	80.000
		0.14	25.254	18.536	30.001	35.124	25.014	59.968	80.025
	50	0.09	25.254	18.114	30.231	35.124	25.324	60.145	80.031
		0.11	25.131	18.563	30.462	35.023	25.174	60.125	80.025
		0.14	25.128	18.147	30.613	35.131	25.314	60.014	80.025
7/2/53	55	0.09	25.131	17.988	29.993	35.124	25.365	60.002	80.031
		0.11	25.347	18.114	30.001	35.023	25.487	60.032	80.000
		0.14	25.367	18.563	30.613	35.241	25.014	60.143	80.031
	60	0.09	25.128	18.147	30.461	35.323	25.036	60.145	80.756
		0.11	25.236	17.908	30.001	35.612	25.241	59.987	80.025
		0.14	25.367	18.147	30.641	35.115	25.324	60.143	80.147
20/2/53	40	0.09	25.254	18.564	30.231	35.221	25.174	60.023	80.025
		0.11	25.254	18.364	30.462	35.612	25.314	60.002	80.000
		0.14	25.367	18.536	30.613	35.411	25.621	60.032	80.031
	45	0.09	25.254	18.456	30.169	35.005	25.265	59.900	80.145
		0.11	25.131	18.441	30.166	35.241	25.361	59.891	80.654
		0.14	25.254	18.147	30.461	35.223	25.241	60.125	80.365

ตารางบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการทดลอง(ต่อ)

ว/ค/ป	Hz	$V_{ac}(m^3/s)$	$T_{aic}(^{\circ}C)$	$T_{aoe}(^{\circ}C)$	$T_{aic}(^{\circ}C)$	$T_{aoe}(^{\circ}C)$	$T_{ar}(^{\circ}C)$	$\%RH_{aic}$	$\%RH_{aoe}$
20/2/53	50	0.09	25.131	18.564	30.001	35.131	25.365	60.143	80.025
		0.11	25.128	18.364	30.231	35.221	25.487	60.145	80.000
		0.14	25.325	18.563	30.001	35.612	25.014	59.987	80.031
	55	0.09	25.367	18.147	30.613	35.223	25.487	60.143	80.025
		0.11	25.254	18.564	30.461	35.323	25.014	60.145	80.031
		0.14	25.254	18.563	30.461	35.124	25.036	59.968	80.025
	60	0.09	25.131	18.147	30.001	35.612	25.241	60.023	80.145
		0.11	25.128	17.908	30.231	35.115	25.314	60.002	80.654
		0.14	25.367	18.441	30.641	35.221	25.621	60.032	80.365
21/2/53	40	0.09	25.254	18.147	30.231	35.241	25.265	59.968	80.031
		0.11	25.254	18.564	30.462	35.411	25.361	60.000	80.756
		0.14	25.128	18.563	30.166	35.161	25.036	60.145	80.025
	45	0.09	25.236	18.147	30.461	35.323	25.241	59.987	80.031
		0.11	25.367	18.564	30.001	35.612	25.324	59.879	80.025
		0.14	25.254	18.564	30.231	35.115	25.174	59.900	80.025
	50	0.09	25.131	18.364	30.462	35.221	25.361	59.987	80.756
		0.11	25.128	18.443	30.613	35.612	25.241	60.143	80.025
		0.14	25.236	17.908	30.169	35.411	25.365	60.145	80.147
	55	0.09	25.325	18.147	30.166	35.223	25.487	59.987	80.365
		0.11	25.367	18.147	30.461	35.131	25.014	59.879	80.025
		0.14	25.254	18.564	30.461	35.221	25.131	60.014	80.000
	60	0.09	25.128	18.563	30.001	35.323	25.128	60.000	80.000
		0.11	25.367	18.147	30.641	35.612	25.325	60.145	80.031
		0.14	25.367	18.564	30.231	35.115	25.265	59.987	80.756
6/3/53	40	0.19	25.124	18.236	29.748	34.786	25.127	59.246	80.156
		0.21	25.241	18.452	29.876	34.824	25.239	60.000	80.000
		0.23	25.327	18.523	30.124	34.857	25.329	60.000	80.000

ตารางบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการทดลอง(ต่อ)

ว/ค/ป	Hz	$V_{ao}(m^3/s)$	$T_{aic}(^{\circ}C)$	$T_{aoc}(^{\circ}C)$	$T_{aic}(^{\circ}C)$	$T_{aoc}(^{\circ}C)$	$T_{ar}(^{\circ}C)$	$\%RH_{aio}$	$\%RH_{aoe}$
6/3/53	45	0.19	25.142	18.124	30.128	34.914	25.147	60.000	80.000
		0.21	25.138	18.245	30.225	34.925	25.141	60.000	80.897
		0.23	25.087	18.342	30.142	34.957	25.103	59.786	81.000
	50	0.19	25.413	18.079	30.457	34.976	25.403	59.798	81.000
		0.21	25.041	18.126	30.478	35.124	25.046	60.000	81.000
		0.23	25.093	18.372	30.678	35.128	25.121	60.000	80.987
	55	0.19	25.127	17.856	30.742	35.276	25.124	60.000	80.000
		0.21	25.236	17.897	30.746	35.543	25.136	59.987	80.000
		0.23	25.412	18.046	30.754	35.642	25.416	59.978	81.000
	60	0.19	25.187	17.786	30.812	35.860	25.189	60.000	81.000
		0.21	25.126	17.894	30.824	36.017	25.131	60.000	81.000
		0.23	25.178	18.007	30.156	36.128	25.182	60.000	81.000
7/3/53	40	0.19	25.236	18.124	30.742	34.957	25.329	60.000	80.145
		0.21	25.325	18.245	30.746	34.976	25.147	60.000	80.654
		0.23	25.367	18.342	30.754	35.124	25.141	60.000	80.471
	45	0.19	25.413	18.452	30.231	35.323	25.014	60.125	80.031
		0.21	25.041	18.523	30.462	35.124	25.036	60.143	80.756
		0.23	25.093	18.124	30.166	35.612	25.241	60.145	80.025
	50	0.19	25.236	18.079	30.461	35.411	25.241	59.968	80.756
		0.21	25.412	18.126	30.001	35.161	25.365	60.000	80.025
		0.23	25.187	18.372	30.641	35.323	25.487	60.145	80.147
	55	0.19	25.138	18.564	30.231	35.023	25.254	59.900	80.025
		0.21	25.087	18.364	30.462	34.976	25.128	59.987	80.000
		0.23	25.413	18.443	30.166	35.124	25.367	60.143	80.000
	60	0.19	25.254	18.523	30.812	35.323	25.324	59.879	80.000
		0.21	25.131	18.124	30.824	35.128	25.361	60.014	80.000
		0.23	25.128	18.245	30.156	35.276	25.241	60.023	80.897

ตารางบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการทดลอง(ต่อ)

ว/ค/ป	Hz	$V_{ac}(m^3/s)$	$T_{aic}(^{\circ}C)$	$T_{aoe}(^{\circ}C)$	$T_{aic}(^{\circ}C)$	$T_{aoe}(^{\circ}C)$	$T_{ar}(^{\circ}C)$	$\%RH_{aic}$	$\%RH_{aoe}$
13/3/53	40	0.12	25.024	18.036	30.678	35.543	25.621	60.125	80.365
	45	0.12	25.124	18.547	30.742	35.642	25.265	59.968	80.025
	50	0.12	25.098	18.358	30.746	35.860	25.361	60.000	80.000
	55	0.12	25.003	18.025	29.876	34.857	25.036	60.032	80.031
	60	0.12	24.998	18.054	30.124	34.914	25.241	60.143	80.025
	40	0.12	25.478	18.009	30.128	34.925	25.241	60.145	80.145
	45	0.12	25.326	18.143	30.613	35.124	25.365	60.000	80.654
	50	0.12	25.098	18.253	30.169	35.023	25.147	60.145	80.365
	55	0.12	25.018	18.226	30.166	35.131	25.365	59.987	80.025
	60	0.12	25.005	18.201	30.152	35.128	25.487	60.143	80.000
14/3/53	40	0.12	25.327	18.372	30.461	34.914	25.329	59.879	80.145
	45	0.12	25.142	17.856	30.001	34.925	25.147	60.014	80.654
	50	0.12	25.138	17.897	30.641	34.957	25.141	60.000	80.471
	55	0.12	25.093	17.908	30.462	35.115	25.487	60.143	80.031
	60	0.12	25.127	18.147	30.613	35.221	25.014	60.145	80.756
	40	0.12	25.236	18.147	30.169	35.612	25.036	59.968	80.897
	45	0.12	25.325	18.245	30.641	34.914	25.361	60.023	81.000
	50	0.12	25.367	18.342	30.231	34.925	25.241	60.125	81.000
	55	0.12	25.254	18.452	30.462	35.124	25.365	59.968	81.000
	60	0.12	25.157	18.372	30.462	35.323	25.128	59.987	80.987
20/3/53	40	0.12	25.038	18.564	30.166	35.124	25.325	59.978	80.145
	45	0.12	25.105	18.364	30.461	35.128	25.265	60.000	80.654
	50	0.12	25.093	18.563	30.824	34.976	25.241	60.143	80.365
	55	0.12	25.127	18.147	30.156	35.124	25.324	60.145	80.031
	60	0.12	25.236	17.908	30.742	35.323	25.174	60.000	80.756

ก.3 ตารางบันทึกข้อมูลกำลังที่ป้อนให้คอมเพรสเซอร์จากการทดลอง

ว/ด/ป	Hz	V _g (m ³ /s)	P _c (kW)				
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ย
23/1/53	40	0.090	0.588	0.586	0.582	0.583	0.585
		0.110	0.578	0.573	0.573	0.598	0.581
		0.140	0.575	0.573	0.581	0.582	0.578
	45	0.090	0.651	0.657	0.652	0.649	0.652
		0.110	0.652	0.654	0.651	0.651	0.652
		0.140	0.649	0.658	0.648	0.657	0.653
	50	0.090	0.731	0.699	0.725	0.722	0.718
		0.110	0.725	0.722	0.723	0.731	0.725
		0.140	0.724	0.723	0.723	0.721	0.722
24/1/53	55	0.090	0.789	0.785	0.787	0.786	0.786
		0.110	0.784	0.786	0.785	0.786	0.785
		0.140	0.784	0.785	0.785	0.784	0.785
	60	0.090	0.867	0.897	0.886	0.886	0.883
		0.110	0.884	0.886	0.885	0.885	0.885
		0.140	0.884	0.887	0.885	0.885	0.885
30/1/53	40	0.090	0.582	0.573	0.582	0.697	0.601
		0.110	0.576	0.652	0.652	0.582	0.615
		0.140	0.573	0.573	0.578	0.752	0.619
	45	0.090	0.652	0.657	0.649	0.651	0.652
		0.110	0.649	0.502	0.654	0.575	0.595
		0.140	0.649	0.654	0.672	0.598	0.643
	50	0.090	0.741	0.725	0.736	0.758	0.740
		0.110	0.745	0.763	0.812	0.791	0.778
		0.140	0.698	0.689	0.712	0.786	0.721
31/1/53	55	0.090	0.785	0.784	0.785	0.789	0.786
		0.110	0.785	0.783	0.791	0.784	0.786
		0.140	0.791	0.789	0.784	0.786	0.788
	60	0.090	0.887	0.889	0.882	0.891	0.887
		0.110	0.892	0.879	0.888	0.892	0.888
		0.140	0.889	0.886	0.882	0.893	0.888

ตารางบันทึกข้อมูลกำลังที่ป้อนให้คอมเพรสเซอร์จากการทดลอง(ต่อ)

ว/ด/ป	Hz	V_{gse} (m ³ /s)	P_c (kW)				
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ย
6/2/53	40	0.090	0.578	0.573	0.573	0.582	0.577
		0.110	0.575	0.573	0.578	0.574	0.575
		0.140	0.582	0.573	0.582	0.594	0.583
	45	0.090	0.651	0.657	0.651	0.657	0.654
		0.110	0.652	0.654	0.654	0.652	0.653
		0.140	0.647	0.648	0.659	0.659	0.653
	50	0.090	0.726	0.725	0.718	0.717	0.722
		0.110	0.725	0.722	0.726	0.725	0.725
		0.140	0.723	0.726	0.718	0.719	0.722
7/2/53	55	0.090	0.789	0.785	0.784	0.787	0.786
		0.110	0.784	0.786	0.785	0.785	0.785
		0.140	0.784	0.786	0.785	0.786	0.785
	60	0.090	0.889	0.890	0.887	0.888	0.889
		0.110	0.884	0.886	0.885	0.885	0.885
		0.140	0.867	0.875	0.892	0.871	0.878
20/2/53	40	0.090	0.575	0.573	0.563	0.582	0.573
		0.110	0.575	0.573	0.581	0.576	0.576
		0.140	0.583	0.598	0.582	0.573	0.584
	45	0.090	0.651	0.649	0.651	0.652	0.651
		0.110	0.652	0.654	0.652	0.651	0.652
		0.140	0.502	0.672	0.649	0.648	0.618
	50	0.090	0.731	0.699	0.698	0.689	0.704
		0.110	0.725	0.722	0.741	0.725	0.728
		0.140	0.698	0.689	0.712	0.752	0.713
	55	0.090	0.789	0.785	0.786	0.786	0.787
		0.110	0.784	0.786	0.783	0.782	0.784
		0.140	0.784	0.786	0.785	0.785	0.785
	60	0.090	0.884	0.886	0.885	0.885	0.885
		0.110	0.884	0.887	0.886	0.885	0.886
		0.140	0.887	0.889	0.890	0.891	0.889

ตารางบันทึกข้อมูลกำลังที่ป้อนให้คอมเพรสเซอร์จากการทดลอง(ต่อ)

ว/ด/ป	Hz	V _{g0} (m ³ /s)	P _c (kW)				
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ย
21/2/53	40	0.090	0.573	0.573	0.576	0.652	0.594
		0.110	0.573	0.581	0.573	0.573	0.575
		0.140	0.582	0.697	0.583	0.598	0.615
	45	0.090	0.654	0.575	0.652	0.657	0.635
		0.110	0.672	0.598	0.649	0.502	0.605
		0.140	0.648	0.498	0.651	0.657	0.614
	50	0.090	0.725	0.722	0.723	0.723	0.723
		0.110	0.712	0.722	0.725	0.715	0.720
		0.140	0.722	0.723	0.731	0.728	0.725
	55	0.090	0.785	0.784	0.785	0.785	0.785
		0.110	0.786	0.789	0.784	0.786	0.786
		0.140	0.782	0.791	0.784	0.783	0.786
60	0.090	0.884	0.884	0.886	0.886	0.885	
	0.110	0.885	0.884	0.887	0.886	0.885	
	0.140	0.892	0.887	0.889	0.884	0.889	
6/3/53	40	0.190	0.585	0.582	0.584	0.584	0.584
		0.210	0.579	0.584	0.582	0.581	0.582
		0.230	0.582	0.599	0.581	0.583	0.586
	45	0.190	0.678	0.659	0.656	0.657	0.663
		0.210	0.653	0.657	0.655	0.662	0.657
		0.230	0.655	0.654	0.655	0.655	0.655
	50	0.190	0.725	0.732	0.731	0.729	0.729
		0.210	0.729	0.734	0.729	0.731	0.731
		0.230	0.728	0.731	0.728	0.729	0.729
	55	0.190	0.794	0.795	0.791	0.792	0.793
		0.210	0.788	0.792	0.789	0.791	0.790
		0.230	0.786	0.789	0.789	0.788	0.788
60	0.190	0.893	0.896	0.892	0.899	0.895	
	0.210	0.891	0.894	0.891	0.892	0.892	
	0.230	0.891	0.893	0.892	0.892	0.892	

ตารางบันทึกข้อมูลกำลังที่ป้อนให้คอมเพรสเซอร์จากการทดลอง(ต่อ)

ว/ด/ป	Hz	V _{g0} (m ³ /s)	P _c (kW)				
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ย
7/3/53	40	0.190	0.575	0.573	0.581	0.583	0.578
		0.210	0.575	0.573	0.502	0.672	0.581
		0.230	0.584	0.584	0.584	0.589	0.585
	45	0.190	0.652	0.654	0.652	0.654	0.653
		0.210	0.647	0.649	0.649	0.652	0.649
		0.230	0.648	0.652	0.657	0.649	0.652
	50	0.190	0.699	0.698	0.725	0.722	0.711
		0.210	0.722	0.741	0.723	0.731	0.729
		0.230	0.725	0.736	0.725	0.722	0.727
	55	0.190	0.785	0.786	0.789	0.787	0.787
		0.210	0.786	0.783	0.784	0.785	0.784
		0.230	0.785	0.786	0.786	0.785	0.786
60	0.190	0.886	0.887	0.891	0.884	0.888	
	0.210	0.886	0.885	0.892	0.890	0.888	
	0.230	0.887	0.885	0.891	0.885	0.888	
13/3/53	40	0.120	0.575	0.573	0.581	0.576	0.576
	45	0.120	0.672	0.598	0.649	0.630	0.640
	50	0.120	0.698	0.689	0.712	0.710	0.700
	55	0.120	0.789	0.785	0.786	0.785	0.787
	60	0.120	0.884	0.887	0.889	0.885	0.887
	40	0.120	0.575	0.573	0.581	0.580	0.576
	45	0.120	0.502	0.672	0.649	0.510	0.608
	50	0.120	0.725	0.722	0.741	0.726	0.729
	55	0.120	0.794	0.795	0.791	0.792	0.793
	60	0.120	0.893	0.896	0.892	0.893	0.894
14/3/53	40	0.120	0.576	0.652	0.652	0.620	0.627
	45	0.120	0.651	0.649	0.651	0.650	0.650
	50	0.120	0.729	0.734	0.729	0.730	0.731
	55	0.120	0.845	0.863	0.891	0.850	0.866
	60	0.120	0.987	0.982	0.984	0.983	0.984

ตารางบันทึกข้อมูลกำลังที่ป้อนให้คอมเพรสเซอร์จากการทดลอง(ต่อ)

ว/ด/ป	Hz	V_{g0} (m ³ /s)	P_c (kW)				
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ย
14/3/53	40	0.120	0.582	0.573	0.582	0.575	0.579
	45	0.120	0.498	0.651	0.657	0.655	0.602
	50	0.120	0.689	0.712	0.786	0.720	0.729
	55	0.120	0.784	0.785	0.785	0.785	0.785
	60	0.120	0.896	0.892	0.899	0.895	0.896
20/3/53	40	0.120	0.697	0.583	0.598	0.680	0.626
	45	0.120	0.655	0.654	0.655	0.656	0.655
	50	0.120	0.784	0.785	0.789	0.789	0.786
	55	0.120	0.722	0.741	0.726	0.735	0.730
	60	0.120	0.886	0.885	0.885	0.884	0.885



ก.4 ตารางบันทึกข้อมูลอัตราการไหลของสารทำความเย็น

ว/ด/ป	Hz	V _{so} (m ³ /s)	อัตราการไหลของสารทำความเย็น (G/s)			
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
23/1/53	40	0.09	9.200	9.200	9.300	9.23
		0.11	9.100	9.100	9.200	9.13
		0.14	9.100	9.200	9.000	9.10
	45	0.09	9.500	9.500	9.500	9.50
		0.11	9.500	9.400	9.400	9.43
		0.14	9.400	9.400	9.400	9.40
	50	0.09	10.300	10.300	10.300	10.30
		0.11	10.200	10.200	10.300	10.23
		0.14	10.200	10.200	10.200	10.20
24/1/53	55	0.09	10.500	10.500	10.500	10.50
		0.11	10.500	10.400	10.500	10.47
		0.14	10.400	10.400	10.500	10.43
	60	0.09	11.000	11.000	11.000	11.00
		0.11	10.900	11.000	10.900	10.93
		0.14	10.900	10.800	10.900	10.87
30/1/53	40	0.09	9.200	9.200	9.300	9.23
		0.11	9.100	9.100	9.200	9.13
		0.14	9.100	9.100	9.000	9.07
	45	0.09	9.500	9.400	9.500	9.47
		0.11	9.500	9.400	9.400	9.43
		0.14	9.400	9.400	9.400	9.40
	50	0.09	10.200	10.300	10.300	10.27
		0.11	10.200	10.200	10.200	10.20
		0.14	10.200	10.200	10.200	10.20

ตารางบันทึกข้อมูลอัตราการไหลของสารทำความเย็น(ต่อ)

ว/ด/ป	Hz	V _{ao} (m ³ /s)	อัตราการไหลของสารทำความเย็น (G/s)			
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
31/1/53	55	0.09	10.500	10.500	10.500	10.50
		0.11	10.500	10.400	10.500	10.47
		0.14	10.400	10.400	10.500	10.43
	60	0.09	11.000	10.900	11.000	10.97
		0.11	10.900	10.900	10.900	10.90
		0.14	10.900	10.800	10.900	10.87
6/2/53	40	0.09	9.200	9.200	9.300	9.23
		0.11	9.100	9.100	9.200	9.13
		0.14	9.100	9.200	9.000	9.10
	45	0.09	9.500	9.500	9.500	9.50
		0.11	9.500	9.500	9.400	9.47
		0.14	9.400	9.300	9.400	9.37
	50	0.09	10.300	10.300	10.300	10.30
		0.11	10.200	10.300	10.300	10.27
		0.14	10.200	10.200	10.200	10.20
7/2/53	55	0.09	10.500	10.500	10.500	10.50
		0.11	10.500	10.500	10.500	10.50
		0.14	10.400	10.400	10.500	10.43
	60	0.09	11.000	11.000	11.000	11.00
		0.11	10.900	11.000	11.000	10.97
		0.14	10.900	10.800	10.900	10.87
20/2/53	40	0.09	9.200	9.300	9.300	9.27
		0.11	9.100	9.200	9.200	9.17
		0.14	9.100	9.200	9.000	9.10
	45	0.09	9.500	9.500	9.500	9.50
		0.11	9.500	9.500	9.400	9.47
		0.14	9.400	9.300	9.400	9.37

ตารางบันทึกข้อมูลอัตราการไหลของสารทำความเย็น(ต่อ)

ว/ด/ป	Hz	V _{ae} (m ³ /s)	อัตราการไหลของสารทำความเย็น (G/s)			
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
20/2/53	50	0.09	10.300	10.300	10.300	10.30
		0.11	10.200	10.300	10.300	10.27
		0.14	10.200	10.200	10.200	10.20
	55	0.09	10.500	9.400	10.500	10.13
		0.11	10.500	10.500	10.500	10.50
		0.14	10.400	10.400	10.500	10.43
	60	0.09	11.000	11.000	11.000	11.00
		0.11	10.900	11.000	11.000	10.97
		0.14	10.900	10.800	10.900	10.87
21/2/53	40	0.09	9.200	9.300	9.300	9.27
		0.11	9.100	9.100	9.200	9.13
		0.14	9.100	9.200	9.000	9.10
	45	0.09	9.400	9.500	9.500	9.47
		0.11	9.500	9.500	9.400	9.47
		0.14	9.400	9.400	9.400	9.40
	50	0.09	10.300	10.300	10.300	10.30
		0.11	10.200	10.300	10.300	10.27
		0.14	10.200	10.300	10.200	10.23
	55	0.09	10.500	10.500	10.500	10.50
		0.11	10.500	10.600	10.500	10.53
		0.14	10.400	10.500	10.500	10.47
	60	0.09	11.000	10.900	11.000	10.97
		0.11	10.900	11.000	11.000	10.97
		0.14	10.900	10.900	10.900	10.90
6/3/53	40	0.19	9.200	9.200	9.300	9.23
		0.21	9.100	9.200	9.200	9.17
		0.23	9.100	9.200	9.100	9.13

ตารางบันทึกข้อมูลอัตราการไหลของสารทำความเย็น(ต่อ)

ว/ด/ป	Hz	V _{eo} (m ³ /s)	อัตราการไหลของสารทำความเย็น (G/s)			
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
6/3/53	45	0.19	9.200	9.300	9.300	9.27
		0.21	9.100	9.300	9.200	9.20
		0.23	9.100	9.200	9.200	9.17
	50	0.19	10.400	10.300	10.300	10.33
		0.21	10.200	10.300	10.300	10.27
		0.23	10.200	10.300	10.200	10.23
	55	0.19	10.500	9.500	10.500	10.17
		0.21	10.500	10.600	10.500	10.53
		0.23	10.500	10.400	10.500	10.47
	60	0.19	11.000	11.100	11.000	11.03
		0.21	10.900	11.000	11.000	10.97
		0.23	10.900	10.800	10.900	10.87
7/3/53	40	0.19	9.300	9.300	9.300	9.30
		0.21	9.100	9.100	9.200	9.13
		0.23	9.100	9.200	9.100	9.13
	45	0.19	9.400	9.500	9.500	9.47
		0.21	9.500	9.500	9.400	9.47
		0.23	9.400	9.500	9.400	9.43
	50	0.19	10.300	10.500	10.300	10.37
		0.21	10.200	10.300	10.300	10.27
		0.23	10.200	10.300	10.200	10.23
	55	0.19	10.500	10.500	10.500	10.50
		0.21	10.500	10.600	10.500	10.53
		0.23	10.400	10.500	10.500	10.47
	60	0.19	11.000	10.900	11.000	10.97
		0.21	10.900	11.100	11.000	11.00
		0.23	10.900	11.000	10.900	10.93

ตารางบันทึกข้อมูลอัตราการไหลของสารทำความเย็น(ต่อ)

ว/ด/ป	Hz	V _{ao} (m ³ /s)	อัตราการไหลของสารทำความเย็น (G/s)			
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
13/3/53	40	0.12	9.100	9.200	9.100	9.13
	45	0.12	9.500	9.600	9.600	9.57
	50	0.12	10.300	10.500	10.300	10.37
	55	0.12	10.600	10.600	10.500	10.57
	60	0.12	11.000	10.900	11.000	10.97
	40	0.12	9.100	9.200	9.200	9.17
	45	0.12	9.500	9.700	9.600	9.60
	50	0.12	10.300	10.500	10.400	10.40
	55	0.12	10.600	10.600	10.500	10.57
	60	0.12	11.000	11.000	11.000	11.00
14/3/53	40	0.12	9.300	9.200	9.100	9.20
	45	0.12	9.500	9.600	9.700	9.60
	50	0.12	10.500	10.500	10.300	10.43
	55	0.12	10.600	10.700	10.500	10.60
	60	0.12	11.000	11.200	11.000	11.07
	40	0.12	9.300	9.200	9.200	9.23
	45	0.12	9.500	9.700	9.600	9.60
	50	0.12	10.300	10.500	10.300	10.37
	55	0.12	10.600	10.600	10.600	10.60
	60	0.12	11.000	10.900	11.000	10.97
20/3/53	40	0.12	9.100	9.200	9.100	9.13
	45	0.12	9.500	9.600	9.600	9.57
	50	0.12	10.300	10.500	10.300	10.37
	55	0.12	10.600	10.600	10.500	10.57
	60	0.12	11.000	10.900	11.000	10.97



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ข.1 ตัวอย่างการหาพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย

ข.1.1 การหาพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยขนาดที่ 1

พื้นที่ผิวของ *fins* หาได้จากสูตร

$$A_f = \frac{NL\pi}{(s+w)} \left\{ \frac{1}{2}(D_f^2 - D_r^2) + D_r w \right\}$$

โดยที่ N = จำนวนท่อ

L = ความยาวของท่อ

s = ระยะห่างระหว่างครีป

w = ความหนาของครีป

D_f = เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของท่อที่ติดครีป

D_r = เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของท่อ

ตัวอย่างการคำนวณ

$$\text{จากสูตร } A_f = \frac{NL\pi}{(s+w)} \left\{ \frac{1}{2}(D_f^2 - D_r^2) + D_r w \right\}$$

โดยที่ N = 24 ท่อ

L = 0.55 m

s = 0.0004 m

w = 0.00025 m

D_f = 0.02 m

D_r = 0.01 m

จะได้

$$A_f = \frac{24 \times 0.55 \times \pi}{(0.0004 + 0.00025)} \left\{ \frac{1}{2}(0.02^2 - 0.01^2) + (0.01 \times 0.00025) \right\}$$

$$A_f = 63798 \times (1.525 \times 10^{-4})$$

$$A_f = 9.73 \quad m^2$$

พื้นที่ผิวของท่อที่อยู่ระหว่าง $fins$ หาได้จากสูตร

$$A_w = \frac{NL\pi}{(s+w)}(D_f s)$$

โดยที่

N	$=$	24	ท่อ
L	$=$	0.55	m
s	$=$	0.0004	m
w	$=$	0.00025	m
D_f	$=$	0.02	m
D_r	$=$	0.01	m

จะได้

$$A_w = \frac{24 \times 0.55 \times \pi}{(0.0004 + 0.00025)} (0.01 \times 0.0004)$$

$$A_w = 63798 \times (4 \times 10^{-6})$$

$$A_w = 0.25 \quad m^2$$

พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยขนาดที่ 1 จะได้

$$A_e = A_f + A_w$$

$$A_e = 9.73 + 0.25$$

$$A_e = 9.98 \quad m^2$$

ข.1.2 การหาพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยขนาดที่ 2

ตัวอย่างการคำนวณ

หาพื้นที่ผิวของ *fins*

$$\text{จากสูตร } A_f = \frac{NL\pi}{(s+w)} \left\{ \frac{1}{2}(D_f^2 - D_r^2) + D_r w \right\}$$

โดยที่	N	$=$	12	ท่อ
	L	$=$	0.58	m
	s	$=$	0.0006	m
	w	$=$	0.0004	m
	D_f	$=$	0.021	m
	D_r	$=$	0.0075	m

จะได้

$$A_{f1} = \frac{12 \times 0.58 \times \pi}{(0.0006 + 0.0004)} \left\{ \frac{1}{2}(0.021^2 - 0.0075^2) + (0.0075 \times 0.0004) \right\}$$

$$A_{f1} = 21865 \times (1.95 \times 10^{-4})$$

$$A_{f1} = 4.27 \text{ m}^2$$

พื้นที่ผิวของท่อที่อยู่ระหว่าง *fins* หาได้จากสูตร

$$A_w = \frac{NL\pi}{(s+w)} (D_r s)$$

โดยที่	N	$=$	12	ท่อ
	L	$=$	0.58	m
	s	$=$	0.0006	m
	w	$=$	0.0004	m
	D_f	$=$	0.021	m
	D_r	$=$	0.0075	m

จะได้

$$A_{w1} = \frac{12 \times 0.58 \times \pi}{(0.0006 + 0.0004)} (0.0075 \times 0.0006)$$

$$A_{w1} = 21865 \times (4.5 \times 10^{-6})$$

$$A_{w1} = 0.098 \text{ m}^2$$

พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย

$$A_{e1} = A_{f1} + A_{w1}$$

$$A_{e1} = 4.27 + 0.098$$

$$A_{e1} = 4.37 \text{ m}^2$$

พื้นที่ผิวของ *fins* หาได้จากสูตร

$$A_f = \frac{NL\pi}{(s+w)} \left\{ \frac{1}{2} (D_f^2 - D_r^2) + D_r w \right\}$$

โดยที่ $N = 4$ ท่อ

$$L = 0.58 \text{ m}$$

$$s = 0.0006 \text{ m}$$

$$w = 0.0004 \text{ m}$$

$$D_f = 0.0175 \text{ m}$$

$$D_r = 0.0075 \text{ m}$$

จะได้

$$A_{f2} = \frac{4 \times 0.58 \times \pi}{(0.0006 + 0.0004)} \left\{ \frac{1}{2} (0.0175^2 - 0.0075^2) + (0.0075 \times 0.0004) \right\}$$

$$A_{f2} = 7288 \times (1.28 \times 10^{-4})$$

$$A_{f2} = 0.93 \text{ m}^2$$

พื้นที่ผิวของท่อที่อยู่ระหว่าง *fins* หาได้จากสูตร

$$A_w = \frac{NL\pi}{(s+w)} (D_r s)$$

$$\begin{aligned}
 \text{โดยที่ } N &= 4 && \text{ท่อ} \\
 L &= 0.58 && m \\
 s &= 0.0006 && m \\
 w &= 0.0004 && m \\
 D_f &= 0.0175 && m \\
 D_r &= 0.0075 && m
 \end{aligned}$$

จะได้

$$A_{w2} = \frac{4 \times 0.58 \times \pi}{(0.0006 + 0.0004)} (0.0075 \times 0.0006)$$

$$A_{w2} = 7288 \times (4.5 \times 10^{-6})$$

พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย

$$A_{e2} = A_{f2} + A_{w2}$$

$$A_{e2} = 0.93 + 0.03$$

$$A_{e2} = 0.96 \quad m^2$$

พื้นที่ผิวของ *fins* หาได้จากสูตร

$$A_f = \frac{NL\pi}{(s+w)} \left\{ \frac{1}{2} (D_f^2 - D_r^2) + D_r w \right\}$$

$$\begin{aligned}
 \text{โดยที่ } N &= 8 && \text{ท่อ} \\
 L &= 0.58 && m \\
 s &= 0.0006 && m \\
 w &= 0.0004 && m \\
 D_f &= 0.02 && m \\
 D_r &= 0.0075 && m
 \end{aligned}$$

จะได้

$$A_{f3} = \frac{8 \times 0.58 \times \pi}{(0.0006 + 0.0004)} \left\{ \frac{1}{2} (0.02^2 - 0.0075^2) + (0.0075 \times 0.0004) \right\}$$

$$A_{f3} = 14576 \times (1.75 \times 10^{-4})$$

$$A_{f3} = 2.55 \quad m^2$$

พื้นที่ผิวของท่อที่อยู่ระหว่าง fins หาได้จากสูตร

$$A_w = \frac{NL\pi}{(s+w)} (D_r s)$$

โดยที่

N	$=$	8	ท่อ
L	$=$	0.58	m
s	$=$	0.0006	m
w	$=$	0.0004	m
D_f	$=$	0.02	m
D_r	$=$	0.0075	m

จะได้

$$A_{w3} = \frac{8 \times 0.58 \times \pi}{(0.0006 + 0.0004)} (0.0075 \times 0.0006)$$

$$A_{w3} = 14576 \times (4.5 \times 10^{-6})$$

$$A_{w3} = 0.06 \quad m^2$$

พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยขนาดที่ 2 จะได้

$$A_{e3} = A_{f3} + A_{w3}$$

$$A_{e3} = 2.55 + 0.06$$

$$A_{e3} = 2.61 \quad m^2$$

พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนรวมของเครื่องระเหยขนาดที่ 2 จะได้

$$A_T = A_{e1} + A_{e2} + A_{e3}$$

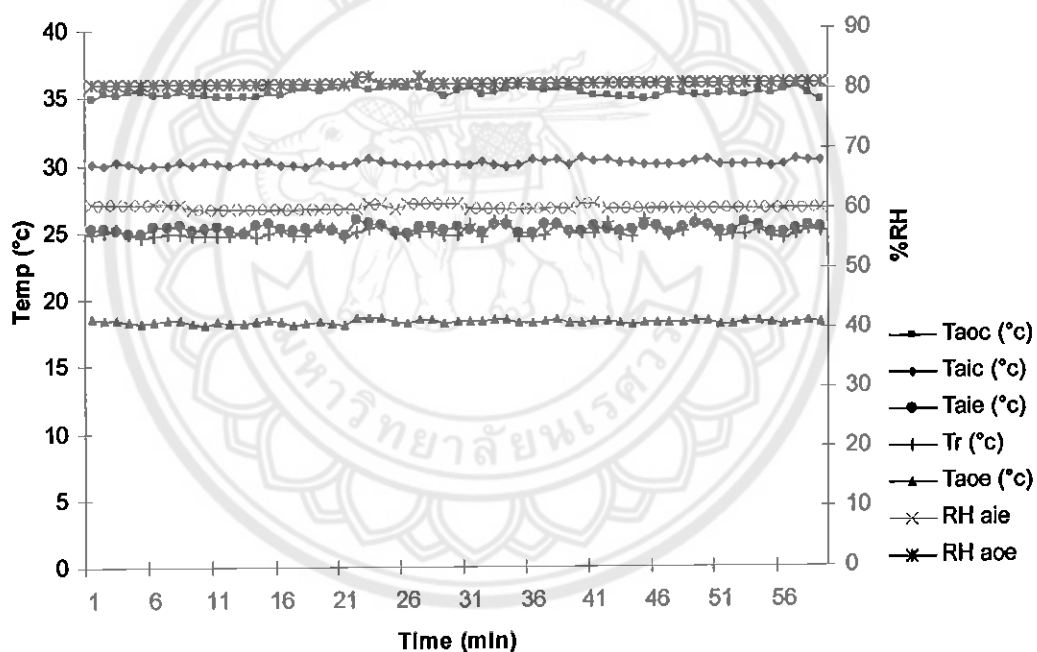
$$A_T = 4.37 + 0.96 + 2.61$$

$$A_T = 7.94 \quad m^2$$

ข.2 ตัวอย่างการหาจุดข้อมูลของการทดลองโดยใช้ขนาดพื้นที่เครื่องระเหย, ความถี่ทางไฟฟ้า, อุณหภูมิทางเข้าคอนเดนเซอร์, อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย และ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ทางเข้าเครื่องระเหย เท่ากับ 9.98 m^3 , 50 Hz , $28-32^\circ\text{C}$, $0.12 \text{ m}^3/\text{s}$, $58-62\%RH$ ตามลำดับ โดยใช้วิธีหาค่า Steady state จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งเป็นข้อมูลแบบ Real time

1. นำข้อมูลการทดลองที่ได้จากเครื่อง Data Logger และ AP-104 ซึ่งจะเป็นข้อมูลแบบ Real time มาเก็บใส่ตารางในโปรแกรม Excel ไว้

2. นำข้อมูลที่ได้มาพอร์ตรกราฟเพื่อหาช่วงข้อมูลที่ Steady state โดยข้อมูลในช่วง Steady state นั้นจะต้องมีค่า Steady state ติดต่อกัน ประมาณ 10 นาทีขึ้นไป คังกราฟจะใช้ช่วงเวลานาทีที่ 15 - 26



กราฟ ข.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับอุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการทดลอง

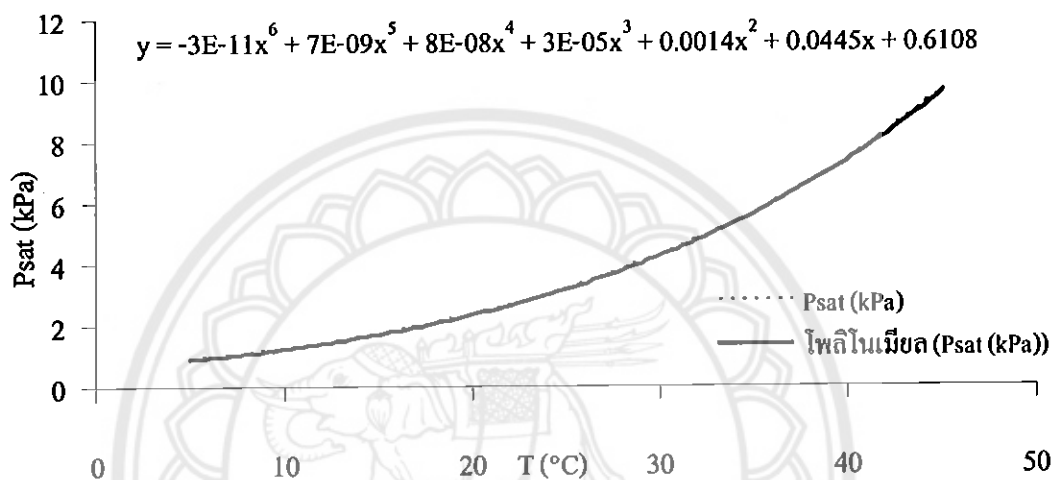
3. นำข้อมูลในช่วง Steady state ในตัวอย่างใช้ในช่วงนาทีที่ 15 -26 เพื่อมาหาค่าเฉลี่ยจะได้ข้อมูลแต่ละจุดมาจุดละ 1 ข้อมูลดังนี้ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ทางออกเครื่องระเหย, ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ทางเข้าเครื่องระเหย RH_{aie} , อุณหภูมิทางออกคอนเดนเซอร์ t_{aoc} , อุณหภูมิทางเข้าคอนเดนเซอร์ t_{aic} , อุณหภูมิทางเข้าเครื่องระเหย t_{aie} , อุณหภูมิห้อง t_r และอุณหภูมิทางออกเครื่องระเหย t_{aoe} เท่ากับ $80.896 \%RH$, $60.080\%RH$, 35.232°C , 30.056°C , 25.191°C , 25.055°C และ 18.374°C ตามลำดับ

4. นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่า COP และ SHR ต่อไป

ข.3 ตัวอย่างการหาค่าความชื้นจำเพาะ (ω) จากค่าความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ^[6.8]

เนื่องจากเครื่อง AP-104 สามารถใช้วัดและเก็บข้อมูลได้เป็น ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) แต่เราต้องใช้ค่าความชื้นจำเพาะ (ω) เพื่อใช้ในการคำนวณค่าของ อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง (Q_l) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการสร้างสมการจากข้อมูล (Fit curve) โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิในช่วง 5 - 45 °C ซึ่งจะได้สมการหาค่า ความดันอิ่มตัว P_{sat} ณ อุณหภูมินั้นๆ



กราฟ ข.3 แสดงความสัมพันธ์ของค่าความดันอิ่มตัวกับค่าอุณหภูมิ ณ จุดนั้นๆ

ซึ่งจาก Fit curve จะ ได้สามารถหาค่า P_{sat} ณ อุณหภูมิต่างๆซึ่งมีค่า error 0 - 0.47% คือ

$$P_{sat} = -3E-11T^6 + 7E-09T^5 + 8E-08T^4 + 3E-05T^3 + 0.0014T^2 + 0.0445T + 0.6108$$

2. ทำการแทนค่าอุณหภูมิที่ได้มาจากการทดลอง จะได้ค่า P_{sat} มา
3. หาค่า P_v จากสมการ $\phi = \frac{P_v}{P_{sat}}$ แทนค่า P_{sat} และ ϕ ในสมการจะได้ค่า P_v มา
4. ทำการหาค่า ω จากสมการ $\omega = \frac{0.622P_v}{P_{atm} - P_v}$ ซึ่งใช้ค่าความดันบรรยากาศ $P_{atm} = 101.325$

kPa

ทำการแทนค่าโดยแทน P_v ที่ได้จากข้อ 3 และแทนค่า $P_{atm} = 101.325$ kPa ในสมการ จะ ได้ค่า ω ออกมา เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง (Q_l) ต่อไป

ข.4 ตัวอย่างการคำนวณค่า COP และ SHR

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย	A_e	=	9.98	m^2
อุณหภูมิทางเข้าเครื่องระเหย	t_{aie}	=	25.186	$^{\circ}C$
อุณหภูมิทางออกเครื่องระเหย	t_{aoe}	=	17.765	$^{\circ}C$
ความชื้นสัมพัทธ์ที่ทางเข้าเครื่องระเหย	RH_{aie}	=	60.000	%RH
ความชื้นสัมพัทธ์ที่ทางออกเครื่องระเหย	RH_{aoe}	=	80.230	%RH
อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศ	V_{ae}	=	0.198	m^3 / s
อัตราการใช้ไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์	P_c	=	0.787	kW

หาค่าความชื้นจำเพาะ (ω) จากค่าความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ตามขั้นตอน จาก

$$P_{sat} = (-3E-11)T^6 + (7E-09)T^5 + (8E-08)T^4 + (3E-05)T^3 + 0.0014T^2 + 0.0445T + 0.6108$$

แทนค่า t_{aie} และ t_{aoe} ในสมการหาค่า P_{sat} จะได้

$$P_{sat,aie} = 3.19441 \text{ kPa}$$

$$P_{sat,aoe} = 2.0307831 \text{ kPa}$$

$$\text{จาก } \phi = \frac{P_v}{P_{sat}} \quad (\text{สมการที่ 2.17})$$

แทนค่า $P_{sat,aie}$, $P_{sat,aoe}$, RH_{aie} และ RH_{aoe} ในสมการ จะได้

$$P_{v,aie} = 3.19441 \times 0.6 = 1.91665 \text{ kPa}$$

$$P_{v,aoe} = 2.0307831 \times 0.8023 = 1.629297 \text{ kPa}$$

$$\text{จาก } \omega = \frac{0.622P_v}{P - P_v} \quad (\text{สมการที่ 2.16})$$

แทนค่า $P_{v,aie}$, $P_{v,aoe}$ และ $P = 101.325 \text{ kPa}$ ในสมการ จะได้

$$\omega_{aie} = \frac{(0.622)(1.91665)}{(101.325 - 1.91665)} = 0.011992 \text{ kg/kg}_{da}$$

$$\omega_{aoe} = \frac{(0.622)(1.629297)}{(101.325 - 1.629297)} = 0.010165 \text{ kg/kg}_{da}$$

หาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส (Q_s)

$$\text{จาก } Q_s = V_{ae}(1.23)(t_{aie} - t_{aoe}) \quad (\text{สมการที่ 2.18})$$

แทนค่า V_{ae} , t_{aie} และ t_{aoe} ในสมการ จะได้

$$Q_s = 0.198(1.23)(25.186 - 17.765) = 1.80731 \text{ kW}$$

หาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง (Q_l)

$$\text{จาก } Q_l = V_{ae}(3005)(\omega_{aie} - \omega_{aoe}) \quad (\text{สมการที่ 2.19})$$

แทนค่า V_{ae} , ω_{aie} และ ω_{aoe} ในสมการ จะได้

$$Q_l = 0.198(3005)(0.011992 - 0.010165) = 1.105332 \text{ kW}$$

หาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนรวม (Q_T)

$$\text{จาก } Q_T = Q_s + Q_l \quad (\text{สมการที่ 2.20})$$

แทนค่า Q_s และ Q_l ในสมการ จะได้

$$Q_T = 1.80731 + 1.105332 = 2.912643 \text{ kW}$$

หาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)

$$\text{จาก } COP = \frac{Q_T}{W_C} \quad (\text{สมการที่ 2.14})$$

แทนค่า Q_T และ W_C ในสมการ จะได้

$$COP = \frac{2.912643}{0.787} = 3.7009$$

หาค่า อัตราส่วนความร้อนสัมผัส SHR

$$\text{จาก } SHR = \frac{Q_s}{Q_T} \quad (\text{สมการที่ 2.21})$$

แทนค่า Q_s และ Q_T ในสมการ จะได้

$$SHR = \frac{1.80731}{2.912643} = 0.620505$$



ภาคผนวก ค

ข้อมูลแสดงรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์
ในประเทศไทย

ก.1 ข้อมูลแสดงรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ในประเทศไทย^[9,10]

Brand Name	evaporator area (mm)	capacity(Q_e) (Btu/hr)	Air flow rate (V_{ae})(m^3/min)	A_{cross} of evaporator(m^2)	Q_e/V_{ae} (Btu/ m^3)	A_{cross}/V_{ae} (min/ m)
Daikin	283×800×195	8,500	H=8.9	226.4	1164.383	31.014
			M=7.3			
			L=5.6			
			Q=4.8			
Carrier	275×790×205	8,538	8.6	217.25	992.790	25.262
Mitsubishi	268×790×224	8,840	9	211.72	982.222	23.524
Toshiba	275×790×205	8,718	8.6	217.25	1013.720	25.262
LG	270×840×180	9,801	7.5	226.8	1306.800	30.240
Daikin	283×800×195	10,900	H=9.0	226.4	1472.972	30.595
			M=7.4			
			L=5.7			
			Q=4.9			
Carrier	275×790×205	11,605	9	217.25	1289.444	24.139
Mitsubishi	268×790×224	12,580	9.5	211.72	1324.210	22.286
Toshiba	275×790×205	11,747	9	217.3	1305.222	24.144
LG	280×890×190	12,470	9	249.2	1385.555	27.689
Daikin	290×1,050×238	14,300	H=15.3	304.5	1051.470	22.390
			M=13.6			
			L=12.2			
			Q=10.8			
Carrier	275×790×205	14,815	11.4	217.25	1299.561	19.057
Mitsubishi	318×1,098×298	17,680	14.4	349.2	1227.777	24.250
Toshiba	275×790×205	14,815	11.4	217.25	1299.561	19.057
LG	300×1,090×290	18,912	13	327.0	1454.769	25.154

จาก catalog เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งมีหลายยี่ห้อหลายขนาด ซึ่งการวิเคราะห์จะใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพื้นที่ของเครื่องระเหย ซึ่งใช้ cross section area ของเครื่องระเหย และขนาดการทำคามเย็นที่มีต่ออัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศโดยจะทำการแบ่งคิดตามขนาดการทำคามเย็นของเครื่องปรับอากาศซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงขนาดการทำคามเย็น 8000 - 10000 Btu/hr , 10000 - 14000 Btu/hr และ 14000 - 19000 Btu/hr

จากตาราง catalog ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจะเห็นว่า อัตราส่วนของขนาดการทำคามเย็นนั้นจะมีค่าใกล้เคียงกันคือ ประมาณ $24.937 \text{ Btu}/m^3$ ซึ่งจะเห็นว่าขนาดการทำคามเย็นนั้นมีความสัมพันธ์ต่ออัตราการไหลเชิงปริมาตร คือ “เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดการทำคามเย็นสูงก็จะมีอัตราการไหลของอากาศสูงด้วยเช่นกัน” และอัตราส่วนของขนาดพื้นที่ที่เครื่องระเหย (ใช้ cross section area) กับอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศในช่วงการทำคามเย็นต่าง ๆ นั้นจะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าอยู่ในช่วง $24 \pm 6 \text{ min}/m$ ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับยี่ห้อของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์

ดังนั้นสามารถสรุปความสัมพันธ์ของขนาดพื้นที่เครื่องระเหย (ใช้ Cross section area) ขนาดการทำความเย็นและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศนั้นมีความสัมพันธ์แบบคล้ายตามกันคือ เมื่อขนาดการทำความเย็นมากขึ้นขนาดของพื้นที่เครื่องระเหยและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศต้องมากขึ้นตามไปด้วย



ประวัติผู้จัดทำโครงการ

นายบัญญัติ สุขหรั่ง

เกิดวันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2530

บ้านเลขที่ 28/1 หมู่ 4 ตำบลทุ่งน้อย อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร 66130

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา : โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่งน้อยฯ จังหวัดพิจิตร

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่งน้อยฯ จังหวัดพิจิตร

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : โรงเรียนบางมูลนากภูมิวิทยาคม จังหวัดพิจิตร

ระดับอุดมศึกษา : มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

นายพนมกร แก้วเกิด

เกิดวันที่ 26 ตุลาคม พ.ศ. 2530

บ้านเลขที่ 48 หมู่ 2 ตำบลมะตูม อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก 65150

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา : โรงเรียนจำการบุญ จังหวัดพิษณุโลก

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก

ระดับอุดมศึกษา : มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก .

นายวสันต์ มาตา

เกิดวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2529

บ้านเลขที่ 43 หมู่ 3 ตำบลปางตาไว อำเภอปางศิลาทอง จังหวัดกำแพงเพชร 62120

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา : โรงเรียนบ้านเพชรมงคล จังหวัดกำแพงเพชร

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนบ้านเพชรมงคล จังหวัดกำแพงเพชร

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : โรงเรียนคลองลานวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร

ระดับอุดมศึกษา : มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก