สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาการใช้ อีวาโพเรทีฟ คูลลิ่ง กับเครื่องปรับอากาศ

THE STUDY OF EVAPORATIVE COOLING AIR CONDITIONER

นาย กริชชัย ชัยสิทธิศักดิ์
นาย กิตติคุณ จันทร์เจริญ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....62592
วัน,เดือน,ปี.....19 ส.ค. 2549

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาการใช้ อีวาโพเรทีฟ คูลลิ่ง กับเครื่องปรับอากาศ

THE STUDY OF EVAPORATIVE COOLING AIR CONDITIONER

ผู้จัดทำ

1. นาย กริชชัย ชัยสิทธิศักดิ์ รหัสประจำตัว 45010012

2. นาย กิตติคุณ จันทร์เจริญ รหัสประจำตัว 45010048

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ธวัชชัย นาคพิพัฒน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการใช้ อีวาโพเรทีฟ คูลลิ่ง กับเครื่องปรับอากาศ

นาย กริชชัย ชัยสิทธิศักดิ์
นาย กิตติคุณ จันทร์เจริญ
ผศ. ธวัชชัย นาคพิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

การปรับอากาศเป็นสิ่งที่จำเป็นในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากที่ต้องนำมาขับคอมเพรสเซอร์ การนำระบบการระเหยตัวของน้ำมาช่วยระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ทำให้ระบบการปรับอากาศมีสมรรถนะสูงขึ้น จากผลการทดลองประกอบกับการคำนวณบ่งชี้ให้เห็นได้ว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นได้ทั้งทางด้านปริมาณการทำความเย็นและการประหยัดไฟฟ้าในรูปของ EER ที่สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE STUDY OF EVAPORATIVE COOLING AIR CONDITIONER

Kitchai Chaisittisak
Kittikun Chancharoen
Assist.Prof. Tawatchai Nakpipat,Advisor

ABSTRACT

Air Conditioner becomes more and more important in daily life. Large amount of electric energy is required to drive the compressors. Using the water evaporative cooling system added to the condenser is another way to increase the efficiency of air conditioner. From the experiments and the calculations, it can be seen that the improvement of the cooling system's efficiency reflect in the quantity of the cooling capacity and the energy saving in term of higher EER.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ธวัชชัย นาคพิพัฒน์ ที่ได้คอยให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำตลอดจนให้คำปรึกษาเสมอมา ขอขอบพระคุณ คุณ ภูไท ฤทธิธารที่ได้คอยให้ความช่วยเหลือโดยตลอด รวมถึงเพื่อนๆนักศึกษา เจ้าหน้าที่ ขอขอบพระคุณ คุณกุลกิต รังสิปราการ ที่ได้คอยให้คำแนะนำ และขอขอบพระคุณอาจารย์ภาคเครื่องกลทุกท่านที่ได้ให้โอกาสและให้คำแนะนำจนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและต้องขอขอบ พระคุณบิดามารดาอันเป็นที่เคารพรักยิ่งผู้ซึ่งอบรมเลี้ยงดูให้โอกาสทางการศึกษาและเป็นกำลังใจให้สามารถฟันฝ่าอุปสรรคจนกระทั่งมีวันนี้วันที่ปริญญานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

กริชชัย ชัยสิทธิศักดิ์

กิตติคุณ จันทร์เจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
2.1 ทฤษฎีการทำความเย็น	3
2.2 หน่วยของการทำความเย็น	3
2.3 ประเภทของระบบการทำความเย็น	4
2.4 ระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ	4
2.5 วัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอ	5
2.6 สารความเย็น	9
2.7 P-h Diagram	12
2.8 วัฏจักรทางปฏิบัติของการทำความเย็น	13
2.9 สมการที่ใช้ในการคำนวณ	15
2.10 คุณสมบัติไซโครเมตริกของอากาศ	16
บทที่ 3 อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง	23
3.1 ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	23
3.2 การบริการระบบ	30
3.3 วิธีการทดลอง	36
บทที่ 4 ผลการทดลอง	38
4.1 ระบบปกติไม่เปิดน้ำ	38
4.2 ระบบปกติใส่ cooling pad ไม่เปิดน้ำ	47
4.3 ระบบปกติใส่ cooling pad เปิดน้ำ	56
4.4 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำ ที่ 0 ถึง 1000 cc/hr	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับระบบ 10 ถึง 40°C 76
4.6 ทำการทดสอบใส่ Cooling Pad 2 แผ่น แล้วเปิดน้ำ 83
บทที่ 5 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง 86
5.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง 86
5.2 สรุปผลการทดลอง 97
5.3 ข้อเสนอแนะ 98
บรรณานุกรม 99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 2 -1 ชนิดของสารความเย็นที่นิยมใช้	10
ตารางที่ 3 -1 สภาวะทดสอบ	36
ตารางที่ 4 -1 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 40% RH	38
ตารางที่ 4 -2 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 45% RH	39
ตารางที่ 4 -3 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 50% RH	40
ตารางที่ 4 -4 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 55% RH	41
ตารางที่ 4 -5 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 60% RH	42
ตารางที่ 4 -6 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 65% RH	43
ตารางที่ 4 -7 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 70% RH	44
ตารางที่ 4 -8 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 75% RH	45
ตารางที่ 4 -9 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 80% RH	46
ตารางที่ 4 -10 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 40% RH	47
ตารางที่ 4 -11 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 40% RH	47
ตารางที่ 4 -12 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 45% RH	48
ตารางที่ 4 -13 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่45% RH	48
ตารางที่ 4 -14 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 50% RH	49
ตารางที่ 4 -15 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 50% RH	49
ตารางที่ 4 -16 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 55% RH	50
ตารางที่ 4 -17 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่55% RH	50
ตารางที่ 4 -18 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 60% RH	51
ตารางที่ 4 -19 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 60% RH	51
ตารางที่ 4 -20 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 65% RH	52
ตารางที่ 4 -21 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 65% RH	52
ตารางที่ 4 -22 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 70% RH	53
ตารางที่ 4 -23 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 70% RH	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 -24 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 75% RH 54
ตารางที่ 4 -25 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่75% RH 54
ตารางที่ 4 -26 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 80% RH 55
ตารางที่ 4 -27 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 80% RH 55
ตารางที่ 4 -28 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 40% RH 56
ตารางที่ 4 -29 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 40% RH 56
ตารางที่ 4 -30 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 45% RH 57
ตารางที่ 4 -31 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 45% RH 57
ตารางที่ 4 -32 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 50% RH 58
ตารางที่ 4 -33 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 50% RH 58
ตารางที่ 4 -34 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 55% RH 59
ตารางที่ 4 -35 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่55% RH 59
ตารางที่ 4 -36 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 60% RH 60
ตารางที่ 4 -37 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 60% RH 60
ตารางที่ 4 -38 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 65% RH 61
ตารางที่ 4 -39 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 65% RH 61
ตารางที่ 4 -40 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 70% RH 62
ตารางที่ 4 -41 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 70% RH 62
ตารางที่ 4.-42 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 75% RH 63
ตารางที่ 4 -43 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 75% RH 63
ตารางที่ 4.-44 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 80% RH 64
ตารางที่ 4 -45 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 80% RH 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 -46 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่ไม่มีการไหลของน้ำ 65
ตารางที่ 4 -47 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 65
ตารางที่ 4 -48 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 100 cc/hr 66
ตารางที่ 4 -49 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 66
ตารางที่ 4 -50 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 200 cc/hr 67
ตารางที่ 4 -51 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 67
ตารางที่ 4 -52 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 300 cc/hr 68
ตารางที่ 4 -53 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 68
ตารางที่ 4 -54 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 400 cc/hr 69
ตารางที่ 4 -55 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 69
ตารางที่ 4 -56 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 500 cc/hr 70
ตารางที่ 4 -57 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 70
ตารางที่ 4 -58 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 600 cc/hr 71
ตารางที่ 4 -59 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 71
ตารางที่ 4 -60 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 700 cc/hr 72
ตารางที่ 4 -61 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 72
ตารางที่ 4 -62 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 800 cc/hr 73
ตารางที่ 4 -63 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 73
ตารางที่ 4 -64 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 900 cc/hr 74
ตารางที่ 4 -65 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 74
ตารางที่ 4 -66 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 1000 cc/hr 75
ตารางที่ 4 -67 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 -68 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 10°C 76
ตารางที่ 4 -69 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 76
ตารางที่ 4 -70 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 15°C 77
ตารางที่ 4 -71 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 77
ตารางที่ 4 -72 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 20°C 78
ตารางที่ 4 -73 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 78
ตารางที่ 4 - 74 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 25°C 79
ตารางที่ 4 - 75 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 79
ตารางที่ 4 - 76 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 30°C 80
ตารางที่ 4 - 77 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 80
ตารางที่ 4 - 78 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 35°C 81
ตารางที่ 4 - 79 ผลการทดลองการทำงานของระบบ 81
ตารางที่ 4 - 80 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 40°C 82
ตารางที่ 4 - 81 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ 82
ตารางที่ 4 - 82 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 600 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 40% RH 83
ตารางที่ 4 - 83 ผลการทดลองการทำงานของระบบที่ 40% RH 83
ตารางที่ 4 - 84 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 600 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 45% RH 84
ตารางที่ 4 - 85 ผลการทดลองการทำงานของระบบที่ 45% RH 84
ตารางที่ 4 - 86 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 600 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 50% RH 85
ตารางที่ 4 - 87 ผลการทดลองการทำงานของระบบที่ 50% RH 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้าที่

รูปที่ 2-1 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นในทางปฏิบัติเมื่อเปรียบเทียบกับทางทฤษฎี 5

รูปที่ 2-2 อุปกรณ์ของเครื่องทำความเย็น 5

รูปที่ 2-3 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ 7

รูปที่ 2-4 แสดงส่วนความดันสูงและความดันต่ำในวัฏจักรการทำความเย็น 8

รูปที่ 2-5 โครงสร้างทางเคมีของ R-22 11

รูปที่ 2-6 โครงสร้าง P-h ไดอะแกรม 12

รูปที่ 2-7 โครงสร้าง P-h ไดอะแกรมแสดงเส้นความดันคงที่ อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรคงที่ เส้นเอนทาลปี้ 13

รูปที่ 2-8 แผนภูมิไซโครเมตริค 21

รูปที่ 2-9 แผนภูมิ P-h ไดอะแกรมของน้ำยา R-22 22

รูปที่ 3-1 แสดงชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 23

รูปที่ 3-2 รูปแผงวงจรของระบบชุดทดลอง 23

รูปที่ 3-3 heater แบบขดลวด 24

รูปที่ 3-4 Steam Generator 24

รูปที่ 3-5 air conditioner 25

รูปที่ 3-6 Condensing unit ขนาด 18000 Btu/hr 25

รูปที่ 3-7 ฮีตเตอร์ outdoor 26

รูปที่ 3-8 cooling pad 26

รูปที่ 3-9 วัตต์มิเตอร์ 27

รูปที่ 3-10 หม้อแปลงตัวปรับแรงดันไฟฟ้าของตัวความร้อน 27

รูปที่ 3-11 หม้อแปลงปรับแรงดันไฟฟ้าของหม้อต้มไอน้ำ 28

รูปที่ 3-12 electronic expansion valve 28

รูปที่ 3-13 Thermo couple 29

รูปที่ 3-14 เกจแมนิโฟลด์ 29

รูปที่ 3-15 การต่อใช้เกจแมนิโฟลด์ 30

รูปที่ 3-16 วาล์ว A วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งปิดทั้งคู่ 31

รูปที่ 3-17 วาล์ว A อยู่ในตำแหน่งเปิด วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งปิด 31

รูปที่ 3-18 วาล์ว A อยู่ในตำแหน่งปิด วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งเปิด 32

รูปที่ 3-19 วาล์ว A วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งเปิดทั้งคู่ 32

รูปที่ 3-20 ปั๊มสุญญากาศ 33

รูปที่ 3-21 การทำสุญญากาศระบบ 34

รูปที่ 3-22 การชาร์จน้ำยาในสถานะแก๊สเข้าในระบบทางด้านความดันต่ำ 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 5-1	ความสัมพันธ์ระหว่างCOP – RH ที่อัตราการไหลของน้ำ1000 cc/hr อุณหภูมิน้ำ 24°C	86
กราฟที่ 5-2	ความสัมพันธ์ระหว่าง EER –RH ที่อัตราการไหลของน้ำ1000 cc/hr อุณหภูมิน้ำ 24°C	87
กราฟที่ 5-3	ความสัมพันธ์ระหว่าง Power input – RH ที่อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr อุณหภูมิน้ำ 24°C	88
กราฟที่ 5-4	แสดงความสัมพันธ์ของค่า COP กับอัตราการไหลของน้ำ ที่สภาวะความชื้นก่อนเข้า Cooling Pad เท่ากับ40% อุณหภูมิน้ำ 24 °C	89
กราฟที่ 5-5	แสดงความสัมพันธ์ของค่า EER กับอัตราการไหลของน้ำ ที่สภาวะความชื้นก่อนเข้า Cooling Pad เท่ากับ 40% อุณหภูมิน้ำ 24 °C	90
กราฟที่ 5-6	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Power input กับอัตราการไหลของน้ำที่สภาวะความชื้นก่อนเข้า Cooling Pad เท่ากับ 40% อุณหภูมิน้ำ 24 °C	91
กราฟที่ 5-7	แสดงความสัมพันธ์ของค่า COP กับอุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับระบบ ที่สภาวะความชื้นก่อนเข้า Cooling Pad เท่ากับ 40% อัตราการไหล 1000 cc/hr	92
กราฟที่ 5-8	แสดงความสัมพันธ์ของค่า EER กับอุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับระบบ ที่สภาวะความชื้นก่อนเข้า Cooling Pad เท่ากับ 40% อัตราการไหล 1000 cc/hr	93
กราฟที่ 5-9	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Power input กับอุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับระบบที่สภาวะความชื้นก่อนเข้า Cooling Pad เท่ากับ 40% อัตราการไหล 1000 cc/hr	94
กราฟที่ 5-10	แสดงการเปรียบเทียบค่า COP กรณีความหนาของ Cooling Pad ต่างกัน ที่อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr อุณหภูมิน้ำ 24°C	95
กราฟที่ 5-11	แสดงการเปรียบเทียบค่า COP กรณีความหนา Cooling Pad ต่างกัน ที่อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr อุณหภูมิน้ำ 24°C	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

โลกของเราได้มีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญรุดหน้าอย่างต่อเนื่อง มนุษย์ได้สร้างสิ่งอำนวยความสะดวกต่อตนเองขึ้นมากมาย ดังนั้นทุกคนจึงปฏิเสธไม่ได้ว่าปัจจัยซึ่งมีความสำคัญในการสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ คือ พลังงาน ไม่ว่าจะเป็นพลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้า ซึ่งพลังงานเหล่านี้ได้มาจากสิ่งต่างๆ รอบตัวเรานั้นเอง อันได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน รวมไปถึงเชื้อเพลิงอื่นๆ สิ่งเหล่านี้ถือเป็นทรัพยากรธรรมชาติซึ่งใช้แล้วหมดไป

ในปัจจุบันนี้การทำความเย็นได้เข้าไปมีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มากยิ่งขึ้นไม่ว่าจะเป็นการนำระบบการทำความเย็นมาอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันตลอดจนนำไปใช้ในการเก็บรักษาอาหาร เครื่องดื่ม ยารักษาโรค และยังได้นำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ซึ่งจากอดีตถึงปัจจุบันได้มีการศึกษา ค้นคว้าและพัฒนาระบบการทำความเย็นให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุดเช่น การควบคุมการทำความเย็นโดยวิธีบายพาสไอสารความเย็น การทำความเย็นระบบดูดซึม ซึ่งช่วยในการลดพลังงานไฟฟ้า การตัดและต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เป็นต้น

โครงการนี้ได้นำเทคนิคของการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็น และช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าอีกวิธีหนึ่งมาทำการดำเนินการในโครงการ ซึ่งก็คือ การนำเอา evaporative cooling มาใช้กับระบบการทำความเย็นชนิดอัดไอ โดยการใส่ cooling pad และทำการเปิดน้ำอาบ cooling pad เพื่อช่วยในการระบายความร้อนของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ ทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานเบาลง เป็นการช่วยลดการใช้พลังงานที่จ่ายให้กับคอมเพรสเซอร์และเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็น การทดลองของโครงการนี้ได้ทำการเปรียบเทียบระบบการทำความเย็นชนิดอัดไอแบบธรรมดา แบบใส่cooling pad ไม่เปิดน้ำ และ ใส่cooling pad แล้วเปิดน้ำ ทำการวิเคราะห์สภาวะความชื้น อัตราการไหลของน้ำ และอุณหภูมิของน้ำที่ค่าต่าง ๆ ซึ่งโครงการนี้สามารถเป็นพื้นฐานในการพัฒนาต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของระบบการทำความเย็น

1.2.2 เพื่อศึกษาการทำงานของ Evaporative cooling กับการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ

1.2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการทำความเย็น และการประหยัดพลังงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงการนี้จะทำการติดตั้ง Cooling pad เพิ่มเติมเข้าไปในระบบการทำความเย็นชนิดอัดไอที่มีอยู่ จากนั้นทำการทดลองหาประสิทธิภาพและสมรรถนะของการทำความเย็นรวมทั้งการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของระบบ โดยการทดลองนี้จะทำการเปรียบเทียบ ระบบปกติ ระบบใส่cooling pad ไม่เปิดน้ำ และ ระบบใส่ cooling pad แล้วเปิดน้ำ ทำการวิเคราะห์สภาวะความชื้น อัตราการไหลของน้ำ และอุณหภูมิของน้ำที่ค่าต่าง ๆ และทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

แบ่งการทำงานเป็น 4 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 เป็นการศึกษาถึงทฤษฎีของระบบการทำความเย็นและการคำนวณต่างๆของระบบ รวมถึงศึกษาถึงการทำงานของ evaporative cooling และศึกษาคุณสมบัติของcooling pad

ขั้นตอนที่ 2 จัดหาอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งชุดทดลอง เมื่อทำการติดตั้งชุดทดลองระบบการทำความเย็นเสร็จ ก็ต้องมีการทำสุญญากาศระบบเพื่อดูดอากาศและความชื้นออกจากระบบ หลังจากนั้นก็จะทำการชาร์จน้ำยาเข้าระบบและทำการเดินระบบเพื่อทำการทดสอบ รายละเอียดทั้งหมดนี้รวมถึงวิธีการทดลองจะอยู่ในบทที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วก็จะนำผลที่ได้มาคำนวณ โดยส่วนนี้ จะอยู่ในบทที่ 4 และนำค่าที่ได้จากการคำนวณมาเขียนกราฟเพื่อศึกษาแนวโน้มของแต่ละระบบ

ขั้นตอนที่ 4 ส่วนสุดท้ายนี้จะอยู่ในบทที่ 5 ซึ่งจะนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผล ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยครั้งนี้ ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ รวมทั้งการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยเพื่อให้ได้ผลงานวิจัยที่ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีการทำความเย็น

2.1.1 การทำความเย็น(Refrigeration)

การทำความเย็นเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงวิธีในการลดและรักษาระดับอุณหภูมิของเนื้อที่ว่าง หรือของเทหวัตถุให้ต่ำกว่าระดับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปสามารถนิยามการทำความเย็นอย่างสั้นๆว่าเป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายความร้อนออกจากสถานที่หนึ่งทำให้อุณหภูมิของสถานที่นั้นลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ซึ่งอัตราความร้อนที่ต้องเคลื่อนย้ายออกจากสถานที่นั้นๆ เพื่อลดอุณหภูมิลงหรือรักษาระดับอุณหภูมิที่ต้องการไว้จะเรียกว่า ความร้อนที่คิดเป็นภาระ (Heat Load) จะเป็นผลรวมของความร้อนจากแหล่งความร้อนต่างๆ เช่น ความร้อนที่เกิดจากการรั่วซึม, ความร้อนจากร่างกายคน, ความร้อนจากผลิตภัณฑ์, ความร้อนจากมอเตอร์, ความร้อนจากหลอดไฟ หรือความร้อนจากอุปกรณ์ต่างๆ และสิ่งเหล่านี้จะมีผลในการคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์ทำความเย็น

2.1.2 สารทำความเย็นที่เป็นของเหลว (Liquid Refrigerant)

ขณะที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ มันสามารถดูดความร้อนแฝงไว้ได้เป็นจำนวนมากซึ่งได้นำมาใช้เป็นหลักการทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นในปัจจุบัน การกลายเป็นไอของของเหลวในลักษณะเป็นตัวทำความเย็นจะมีข้อดีกว่าการหลอมละลายของของแข็ง และการกลายเป็นไอสามารถควบคุมได้ง่ายกว่า ผลของความเย็นที่ได้จากการกลายเป็นไอของสารทำความเย็นสามารถที่จะเริ่มต้นหรือหยุดขณะใดขณะหนึ่งได้ สามารถที่จะกำหนดความเย็นล่วงหน้าได้ และอุณหภูมิการกลายเป็นไอของของเหลวสามารถควบคุมได้โดยการปรับความดัน และของเหลวที่กลายเป็นไอแล้วสามารถเก็บรวบรวมไว้และพร้อมที่จะทำให้เป็นของเหลวนำกลับมาใช้ได้อีก ในปัจจุบันของเหลวที่นิยมนำมาเป็นสารทำความเย็นที่แพร่หลาย ก็คือ Fluorinated hydrocarbon of methane series ใช้ชื่อทางเคมีว่า Monochlorodifluoromethane($CHCLF_2$) ใช้ชื่อทางการค้าว่า ฟรีออน โดยมีชื่อทางเคมีทั่วไปว่า Refrigerant – 22 (R-22) หรือ ฟรีออน – 22

2.2 หน่วยของการทำความเย็น(Standard Rating of Refrigeration)

หน่วยที่ใช้วัดอัตราการทำความเย็นใช้หน่วยที่เรียกว่า "ตันของการทำความเย็น" (Ton of Refrigeration) หนึ่งตันของการทำความเย็น หมายถึงปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งบริสุทธิ์ 1 ตัน (2000 ปอนด์) ที่อุณหภูมิ 32 °F กลายเป็นน้ำบริสุทธิ์อุณหภูมิ 32 °F ภายในเวลา 24 ชั่วโมง

จาก $Q = mL$

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งจำนวน 1 ตันละลายเป็นน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

m = มวลของน้ำแข็ง (lb)

L = ความร้อนแฝงของน้ำแข็ง = 144 Btu/lb

ดังนั้น 1 ตันของการทำความเย็นจึงมีค่าเท่ากับ 12,000 Btu/hr หรือ 200 Btu/min

2.3 ประเภทของระบบการทำความเย็น

ในการทำให้อุณหภูมิลดลงจากปกติ(Ambient Air Temperature) ลงมาถึงอุณหภูมิที่ต้องการนั้น สามารถใช้ระบบทำความเย็นได้หลายแบบ ซึ่งมีทั้งชนิดที่เป็นแบบทางกลและไม่ใช่ทางกล ดังนี้

1. ระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ (Vapor Compression Refrigeration System)
2. ระบบทำความเย็นชนิดดูดละลาย (Absorption Refrigeration System)
3. ระบบทำความเย็นด้วยอากาศ(ระบบปิด)(Air Refrigeration System Closed)
4. ระบบทำความเย็นแบบใช้หัวฉีด-ไอน้ำ (Steam Jet Refrigeration System)
5. ระบบทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเลคทริค (Thermoelectric Refrigeration System)
6. ระบบแม่เหล็กที่ใช้ในการทำอุณหภูมิต่ำ (Magnetic System of Producing Low Temperature)

ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะระบบทำความเย็นชนิดอัดไอเท่านั้น

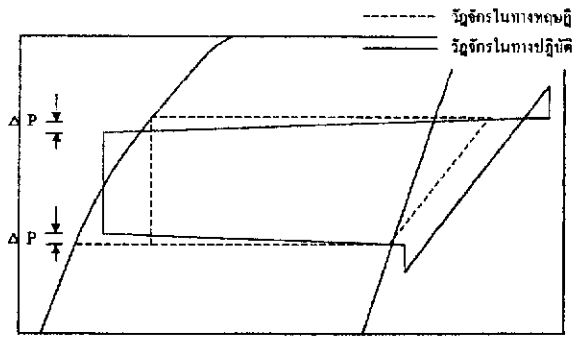
2.4 ระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ (Vapor Compression Refrigeration System)

ระบบการทำความเย็นชนิดอัดไอได้รับการออกแบบและสร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์ ดังนี้

1. ของไหลดูดความร้อนในขณะที่เปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ และยอมให้ความร้อนขณะที่เปลี่ยนสถานะจากไอเป็นของเหลว
2. ในระหว่างที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะอุณหภูมิจะคงที่ แต่อุณหภูมินี้จะเปลี่ยนแปลงกับความดัน ที่ความดันคงที่จุดหนึ่งการกลายเป็นไอจะเกิดขึ้น ณ จุดที่อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันเท่านั้น อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของการกลายเป็นไอที่ความดันอันหนึ่งย่อมแตกต่างกันสำหรับของเหลวที่ต่างกัน
3. ความร้อนจะไหลจากแหล่งอุณหภูมิสูงไปยังแหล่งอุณหภูมิต่ำ
4. การเลือกโลหะที่ใช้ทำเครื่องควบแน่นจะต้องเป็นโลหะที่มีการนำความร้อนสูง
5. พลังงานความร้อนและพลังงานในรูปแบบอื่นๆ สามารถที่จะนำกลับมาใช้ประโยชน์ โดยกฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์

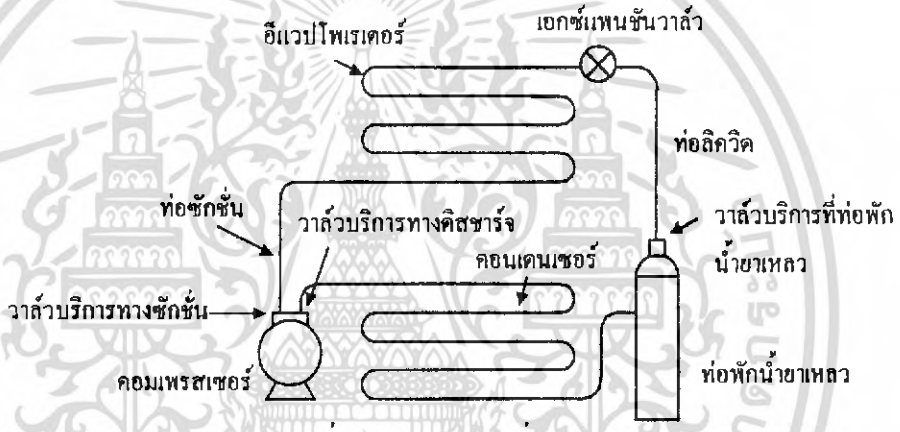
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 วัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอ



รูปที่ 2-1 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นในทางปฏิบัติเมื่อเปรียบเทียบกับทางทฤษฎี

2.5.1 อุปกรณ์ของระบบทำความเย็น



รูปที่ 2-2 อุปกรณ์ของเครื่องทำความเย็น

ระบบทำความเย็นชนิดอัดไอจะประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ดังนี้

1. อีแวปโพเรเตอร์ (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดรับปริมาณความร้อนจากบริเวณหรือเนื้อที่ที่ต้องการทำความเย็น ขณะที่น้ำยาทำความเย็นภายในระบบตรงบริเวณนี้ระเหยเปลี่ยนสถานะเป็นไอจะดูดปริมาณความร้อนผ่านผิวท่อทางเดินน้ำยาเข้าไปยังน้ำยาภายในระบบ ทำให้อุณหภูมิโดยรอบอีแวปโพเรเตอร์ลดลง
2. คอมเพรสเซอร์(Compressor) ทำหน้าที่ในการดูดและอัดน้ำยาในสถานะที่เป็นไอ โดยดูดไอที่มีอุณหภูมิและความดันต่ำจากอีแวปโพเรเตอร์ และอัดให้มีความดันและอุณหภูมิสูง จนถึงจุดที่ไอพร้อมจะควบแน่นเป็นของเหลวเมื่อมีการถ่ายเทความร้อนออกจากน้ำยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คอนเดนเซอร์(Condenser) ทำหน้าที่ให้น้ำยาในสถานะที่เป็นไอควบแน่นเป็นของเหลวด้วย การระบายความร้อนออกจากน้ำยา กล่าวคือน้ำยาในสถานะไอ อุณหภูมิและความดันสูงมากซึ่งถูกอัดส่งมาจากคอมเพรสเซอร์ เมื่อถูกระบายความร้อนแฝงออกจะควบแน่นเป็นของเหลว แต่จะมีความดันและอุณหภูมิสูงอยู่
4. ถังเก็บน้ำยาเหลว(Receiver) สารความเย็นที่ควบแน่นโดยคอนเดนเซอร์กลายเป็นของเหลวจะถูกนำมาเก็บที่นี่ก่อนส่งไปยังวาล์วควบคุมการไหล
5. วาล์วควบคุมการไหล(Flow Control valve) ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำยาเหลวที่ผ่านเข้าไปยังอีแวปโพเรเตอร์ ลดความดันของน้ำยาให้มีความดันต่ำลง จนสามารถระเหยเปลี่ยนสถานะเป็นไอได้ที่อุณหภูมิในอีแวปโพเรเตอร์
6. ท่อดูด (Suction Line) ท่อสารทำความเย็นในสถานะไอที่ออกจากอีแวปโพเรเตอร์ไปยังคอมเพรสเซอร์
7. ท่อส่ง(Discharge Line) ท่อสารความเย็นในสถานะไอที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ไปยังคอนเดนเซอร์
8. ท่อของเหลว(Liquid Line) ท่อสารความเย็นในสถานะของเหลวที่ต่อออกจากถังพักน้ำยาเหลวกับวาล์วควบคุมการไหล

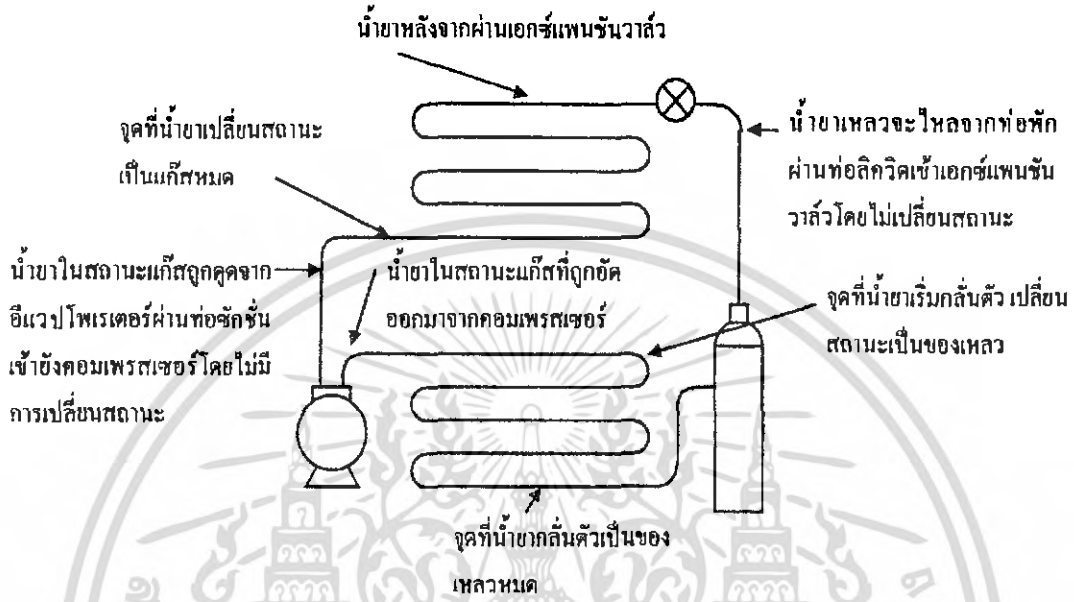
นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์เสริม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งอาจมีความจำเป็น ที่ต้องติดตั้งในระบบทำความเย็นบางระบบ แต่อาจไม่มีความจำเป็นสำหรับอีกระบบหนึ่งดังนี้

9. ฟิลเตอร์ดรายเออร์(Filter Drier) จะยอมให้สารความเย็นผ่านได้แต่จะป้องกันสารดูดความชื้น, ฝุ่นผง หรือสิ่งสกปรกอื่นๆที่ปะปนมากับสารความเย็นในระบบไม่ให้ผ่านไปได้ ดรายเออร์หรือสารดูดรับความชื้นที่นิยมใช้กันทั่วไปมี ซิลิกาเจล (Silica Gel), แคลเซียมซัลเฟต (Calcium Sulfate), อะลูมินาเจล (Alumina Gel) เป็นต้น จะติดตั้งอยู่ที่ท่อของเหลวใกล้กับทางเข้าวาล์วควบคุมการไหล และที่ที่ติดตั้งต้องอยู่ในบริเวณที่ไม่ถูกปะทะด้วยลมร้อนเพราะสารดูดความชื้นจะดูดรับความชื้นได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ถ้าอยู่ในที่ร้อนความสามารถในการดูดรับความชื้นจะลดลง ทำให้ความชื้นในระบบที่ดูดรับไว้ถูกคายออกมาบางส่วนและจะไปอุดตันที่วาล์วควบคุมการไหล
10. กระจกมองน้ำยา (Sight Glasses) สำหรับใช้มองดูสารความเย็นภายในระบบว่ามีเพียงพอหรือไม่
11. แอกคิวมูเลเตอร์(Accumulator)จะติดตั้งอยู่ระหว่างอีแวปโพเรเตอร์และทางดูดของคอมเพรสเซอร์คอยกันไม่ให้สารความเย็นเหลวจากอีแวปโพเรเตอร์ถูกดูดเข้าคอมเพรสเซอร์โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ

ในวัฏจักรการทำความเย็นประกอบด้วยการระเหย การควบแน่นและการหมุนเวียนของสารความเย็น (Refrigerant) ในระบบอย่างสม่ำเสมอ การระเหยกลายเป็นไอเกิดขึ้นเมื่อมีความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ การควบแน่นจากไอเป็นของเหลวเกิดเมื่อมีความดันสูงและอุณหภูมิต่ำ



รูปที่ 2-3 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ

พิจารณาบทบาทแต่ละจุดของเครื่องทำความเย็นในรอบๆวัฏจักร โดยเริ่มที่ทางเข้าของอีแวปโพเรเตอร์(Evaporator)

สารความเย็น(Refrigerant) จะผ่านตัวควบคุมปริมาณสารความเย็น (Flow Control Valve) ซึ่งจะคอยควบคุมปริมาณสารความเย็นที่จะเข้าไปในอีแวปโพเรเตอร์ และในเวลาเดียวกันจะเป็นตัวลดทั้งความดันและอุณหภูมิของสารความเย็นด้วย เมื่อสารความเย็นที่มีสถานะความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำไหลเข้าไปในอีแวปโพเรเตอร์ที่วางอยู่ท่ามกลางภาระ (Load) ที่มีอุณหภูมิสูง ความร้อนจากภาระจะถ่ายทอดมาสู่อีแวปโพเรเตอร์ ทำให้สถานะของสารความเย็นเปลี่ยนไปจากของเหลวกลายเป็นไอ

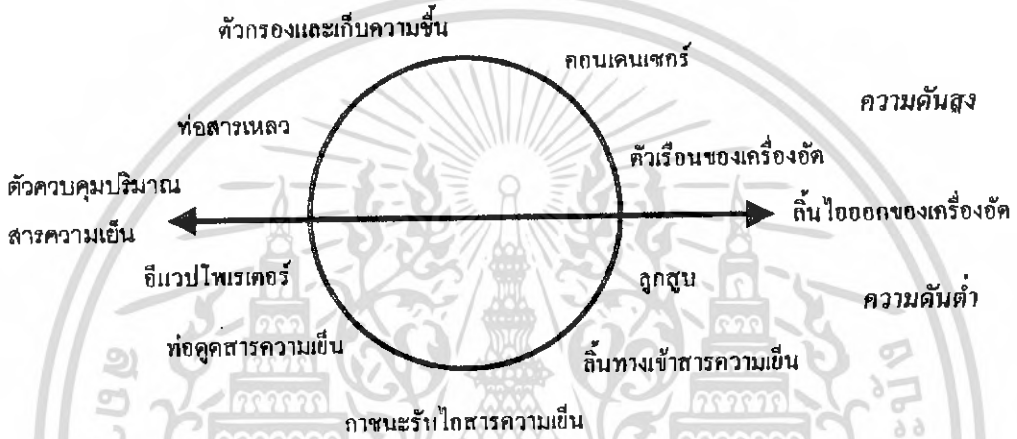
เมื่อสารความเย็นที่ไหลผ่านอีแวปโพเรเตอร์เปลี่ยนสถานะเป็นไอแล้ว ที่ปลายของอีแวปโพเรเตอร์จะต่อผ่านท่อดูด (Suction Line) ไปต่อกับด้านดูดของคอมเพรสเซอร์ (Compressor) ด้านดูดของเครื่องคอมเพรสเซอร์จะดูดไอของสารความเย็นเข้าไปแล้วอัดไอของสารความเย็นจนมีอุณหภูมิสูงและความดันสูง แต่ยังมีสถานะเป็นไออยู่ ไอที่ผ่านท่อออก (Discharge Line) จะเข้าสู่คอนเดนเซอร์เพื่อถ่ายเทความร้อนที่สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเย็นรับมาจากภาระถ่ายสู่อากาศหรือน้ำอีกทอดหนึ่ง และสารความเย็นจะเปลี่ยนสถานะไปเป็นของเหลว ซึ่งหมายความว่าสารความเย็นอยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานได้แล้วจะถูกส่งไปจัดเก็บในถังน้ำยาเหลว

แต่เนื่องด้วยการประกอบระบบท่อของเครื่องทำความเย็น การดูด – อัดสารความเย็นของเครื่องคอมเพรสเซอร์ อาจมีความชื้นหรือสิ่งสกปรกชิ้นเล็กๆแปลกปลอมเข้าไปในระบบท่อ จึงให้มีที่กรองและเก็บความชื้น (Filter Drier) สารความเย็นเหลวที่ผ่านออกมาจะอยู่ในสภาพอุณหภูมิปานกลางและความดันสูง จากนั้นจะผ่านไปสู่ตัวควบคุมปริมาณสารความเย็นและจะวนเวียนอย่างนี้ต่อไปเรื่อยๆ

เมื่อพิจารณาวัฏจักรของเครื่องทำความเย็นอาจจะแบ่งได้เป็นสองส่วนคือ ด้านที่มีความดันสูงและด้านที่มีความดันต่ำ



รูปที่ 2-4 แสดงส่วนความดันสูงและความดันต่ำในวัฏจักรการทำความเย็น

ด้านที่มีความดันสูง (High Side) ประกอบด้วย ท่อทางส่งของคอมเพรสเซอร์, ท่อส่ง, คอนเดนเซอร์, ถังพักน้ำยาเหลว, ท่อของเหลว และทางเข้าของวาล์วควบคุมการไหล ความดันของน้ำยาด้านความสูงนี้บางครั้งเรียกว่า ความดันทางคอนเดนเซอร์ (Condensing Pressure) หรือความดันของด้านอัด (Discharge Pressure)

ด้านที่มีความดันต่ำ (Low Side) ประกอบด้วย ทางออกของวาล์วควบคุมการไหล, อีแวปโพเรเตอร์, ท่อดูด และทางดูดของคอมเพรสเซอร์ ความดันด้านต่ำนี้บางครั้งเรียกว่า ความดันทางอีแวปโพเรเตอร์ หรือความดันด้านดูด (Back Pressure)

โดยสรุปในระบบทำความเย็นจะประกอบด้วยกระบวนการต่างๆคือ

1.ไอระเหยของสารความเย็นถูกดูดผ่านท่อดูดเข้าคอมเพรสเซอร์และอัดจนเป็นไอหรือแก๊สมีอุณหภูมิสูง ความดันสูงแล้วส่งออกทางท่อส่ง ออกไปสู่คอนเดนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไอของสารความเย็นที่ถูกอัดแล้วและถูกส่งมายังคอนเดนเซอร์จะได้รับการถ่ายเทความร้อนออกจนไอสารความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวที่ยังมีความร้อนปานกลางและความดันสูง ณ ที่นี้ความร้อนที่ถูกถ่ายเทออกจะเป็นความร้อนแฝงเป็นส่วนมาก อุณหภูมิจึงไม่ค่อยลดมากนัก

3. สารความเย็นที่อยู่ในสภาพของของเหลวจะถูกส่งไปตามท่อของเหลวผ่านตัวความคุมปริมาณสารความเย็น เข้าสู่อีแวปโพเรเตอร์

4. ด้วยเหตุที่สารความเย็นที่ผ่านตัวควบคุมปริมาณสารความเย็นแล้ว ความดันจะลดลง หมายถึงอุณหภูมิจะลดลงด้วย และเมื่อสารความเยินที่มีอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำผ่านอีแวปโพเรเตอร์ ซึ่งวางอยู่ในตำแหน่งที่จะรับความร้อนจากภาระ ความร้อนนี้จะทำให้สารความเย็นเดือดกลายเป็นไอที่ด้านปลายของอีแวปโพเรเตอร์อีก

5. ไอของสารความเย็นที่เกิดขึ้นเนื่องจากสารความเย็นได้รับความร้อนขณะผ่านอีแวปโพเรเตอร์ จะถูกดูดให้ผ่านท่อดูดเข้าเครื่องอัดอีก

2.6 สารความเย็น (Refrigerant)

ในการกล่าวทั่วๆไป สารความเยินก็คือ วัตถุหรือสารที่จะเป็นตัวรับความร้อนจากวัตถุหรือสารอื่น สำหรับระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ สารทำความเย็นซึ่งเป็นตัวทำงานอยู่ในรูปของการไหล (Working Fluid) ซึ่งจะดูดความร้อนในช่วงของการเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ และคายความร้อนในช่วงเปลี่ยนสถานะจากไอควบแน่นเป็นของเหลว ในการเลือกว่าสารใดจะใช้เป็นสารความเย็นนั้นจะต้องพิจารณาคุณสมบัติทางเคมี, ฟิสิกส์, และเทอร์โมไดนามิกส์ ให้เหมาะสมกับระบบที่ใช้งาน

2.6.1 คุณสมบัติทั่วไปของสารความเย็น

สารความเย็นที่ใช้ในระบบเครื่องทำความเย็นมีหลายชนิดแล้วแต่ลักษณะของการใช้งาน คุณสมบัติของสารที่กล่าวถึงมิได้หมายความว่า สารความเย็นที่มีจำหน่ายจะมีคุณสมบัติครบทุกข้อ มีเพียงบางข้อที่น่าจะให้ความสำคัญสำหรับงานแต่ละประเภท แต่ที่สำคัญที่สุดคือความปลอดภัยของผู้ใช้ คุณสมบัติของสารความเย็นมีประเด็นที่ควรพิจารณาดังนี้

1. ไม่เป็นพิษ
2. ไม่เป็นวัตถุระเบิด
3. ไม่กัดกร่อนโลหะ
4. ไม่ติดไฟ
5. หากมีรอยรั่วสามารถตรวจพบได้ง่าย
6. สามารถหาตำแหน่งรั่วได้ง่าย
7. ใช้งานที่ความดันไม่สูงนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ขณะอยู่ในสภาพแก๊สต้องมีเสถียรภาพคงที่

9. ขณะอยู่ในสภาพของเหลวต้องไหลง่าย

10. ไม่มีพิษเป็นอันตรายกับระบบหายใจและผิวหนังของมนุษย์

11. มีความหนาแน่นน้อย เพื่อให้สะดวกกับการควบคุมปริมาณใช้งาน

12. มีค่าความร้อนแฝงต่อหน่วยน้ำหนักสูง

2.6.2 ชนิดของสารความเย็น

ด้วยเหตุที่สารความเย็นเป็นสารผสมจากสารหลายชนิด การเรียกชื่อ โดยตรงจึงไม่สะดวก สมาคมวิศวกรเครื่องทำความร้อน เครื่องทำความเย็นและการปรับอากาศ (The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers – ASHRAE) ได้กำหนดสารความเย็นแต่ละชนิดไว้เป็นตัวเลข โดยให้เป็น R-11, R-12, R-22 เป็นต้น R หมายถึง Refrigerant และตัวเลขที่ตามมาหมายถึง ชนิดของสารความเย็น

หมายถึงสารความเย็น	ชื่อและโครงสร้างเคมี
R-11	Trichloromonofluoromethane CCl_3F
R-12	Dichlorodifluoromethane CCl_2F_2
R-22	Monochlorodifluoromethane $CHClF_2$
R-500	Azeotropic mixture of 78.3% of (R-12) and 26.2% of (R-152a)
R-502	Azeotropic mixture of 48.8% of (R-22) and 51.2% of (R-115)
R-503	Azeotropic mixture of 40.1% of (R-23) and 59.9% of (R-13)
R-504	Azeotropic mixture of 48.2% of (R-32) and 51.8% of (R-115)
R-717	Ammonia NH_3

ตารางที่ 2 -1 ชนิดของสารความเย็นที่นิยมใช้

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยได้แบ่งประเภทเครื่องทำความเย็น และประเภทของสารความเย็นไว้ดังนี้

ประเภทของระบบทำความเย็น แบ่งตามน้ำหนักของสารความเย็นที่บรรจุในระบบดังนี้

ประเภท ก ระบบที่บรรจุสารความเย็นหนัก 500 กก. หรือมากกว่า

ประเภท ข ระบบที่บรรจุสารความเย็นมากกว่า 50 กก. แต่น้อยกว่า 500 กก.

ประเภท ค ระบบที่บรรจุสารความเย็นมากกว่า 10 กก. แต่น้อยกว่า 50 กก.

ประเภท ง ระบบที่บรรจุสารความเย็นมากกว่า 3 กก. แต่น้อยกว่า 10 กก.

ประเภท จ ระบบที่บรรจุสารความเย็นน้อยกว่า 3 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.1 ชนิดไม่ระคายเคืองและไม่ติดไฟ

ประเภท 1 R-744

ประเภท 2 R-11, R-12, R-30, R-113, R-114, R-115, R-152a, R-500, R-502

2.6.2.2 ชนิดติดไฟ

ประเภท 1 R-40, R-1130

ประเภท 2 R-160, R-170, R-290, R-600, R-601, R-611

2.6.2.3 ชนิดระคายเคือง

ไม่แบ่งประเภท ได้แก่ R-764, R-717

โดยในโครงงานนี้จะใช้สารความเย็น R- 22 ในการศึกษา

2.6.3 สารความเย็น R-22 ($CHCLF_2$)

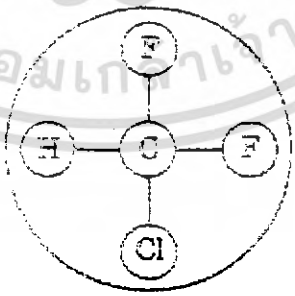
สารความเย็น-22 เป็นสารความเย็นกลุ่มฟลูออโรคาร์บอนจึงไม่เป็นพิษ เหมาะจะใช้กับระบบทำความเย็นที่อุณหภูมิต่ำที่ความดันบรรยากาศมีจุดเดือด –40.8 องศาเซลเซียส ในปัจจุบันใช้กับเครื่องปรับอากาศเพราะเครื่องอัดที่ใช้กับระบบนี้มีขนาดเล็กมาก

เมื่อเทียบกับสารความเย็น-12 แล้ว สารความเย็น-22 จะทำงานที่ความดันสูงกว่าและได้ความดันที่ลิ้นทางออกสูงกว่าในขณะที่ใช้กำลังขับเครื่องอัดเท่ากัน

ข้อดีที่เหนือกว่าสารความเย็น-12 คือ ใช้เครื่องอัดที่เล็กกว่าเนื่องจากมีปริมาตรจำเพาะน้อยกว่า

ส่วนข้อที่ด้อยกว่าก็คือ สารความเย็น-12 มีราคาต่ำกว่า และความดันในเครื่องอัดต่ำ และแนวโน้มในการรั่วไหลจะมีน้อยกว่า รวมถึงอุณหภูมิที่ทางออกของเครื่องอัดต่ำกว่าด้วย

สารความเย็น-22 สามารถรวมกับน้ำมันได้ ซึ่งจะพบในส่วนควบแน่นของระบบ แต่จะแยกออกจากกันในอีแวปโพเรเตอร์ อุณหภูมิสำหรับการแยกตัวนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณน้ำมันที่ผสมอยู่ในสารความเย็น



รูปที่ 2-5 โครงสร้างทางเคมีของ R-22

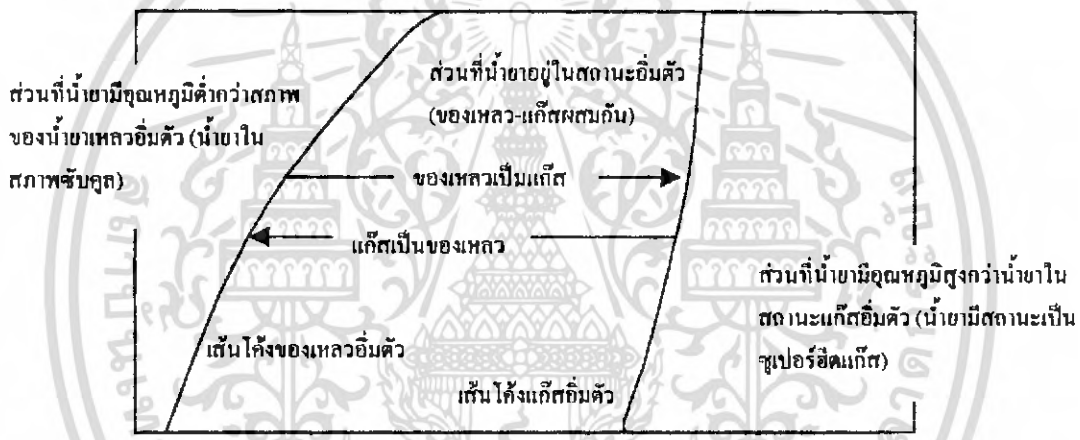
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 P-h Diagram

โดยปกติรูปแบบโครงสร้าง P-h Diagram ของสารความเย็นจะคล้ายกัน แต่จะใช้แทนกันไม่ได้เพราะค่าตัวเลขต่างกัน P-h Diagram ของสารความเย็นชนิดไหนก็จะใช้ได้เฉพาะกับสารความเย็นชนิดนั้น จะใช้กับระบบทำความเย็นที่ใช้สารความเย็นชนิดอื่นไม่ได้

โครงสร้างของ P-h ไดอะแกรม ได้แสดงดังรูปที่ 2-6 ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. ส่วนที่น้ำยามีสภาพอิ่มตัวซึ่งอยู่ตรงกลาง ส่วนนี้น้ำยาที่มีสภาพเป็นของเหลวพร้อมที่จะระเหยหรือเดือดเปลี่ยนสถานะเป็นไอ ในทางกลับกันน้ำยาที่มีสถานะเป็นไอพร้อมที่จะกลั่นตัวเป็นของเหลว
2. ส่วนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าสภาพของน้ำยาเหลวอิ่มตัวซึ่งอยู่ทางด้านซ้ายมือ น้ำยามีสถานะเป็นของเหลวอัดตัว (Subcooled)
3. ส่วนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าสภาพของน้ำยาในสถานะไออิ่มตัว ซึ่งอยู่ทางด้านขวาของน้ำยา ซึ่งมีสถานะเป็นไอ (Superhearted)



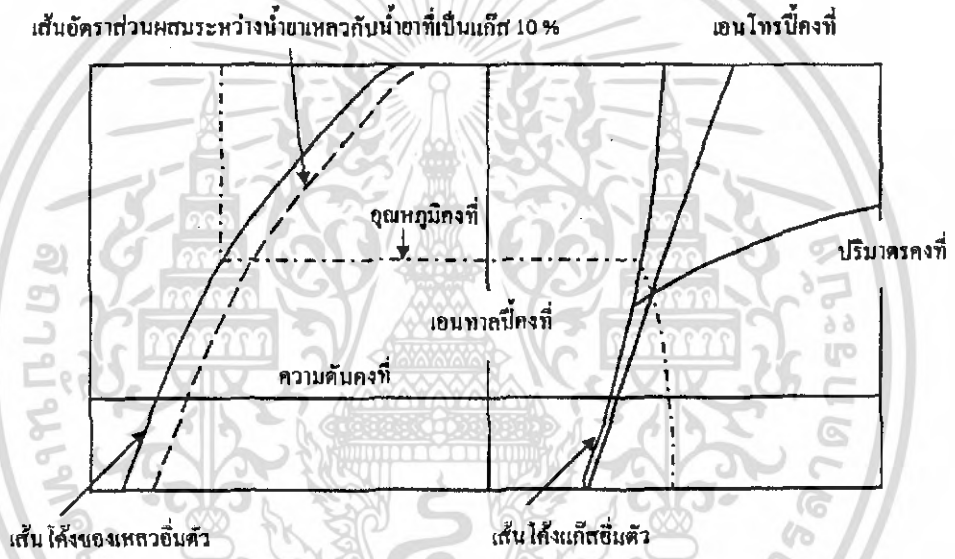
รูปที่ 2-6 โครงสร้าง P-h ไดอะแกรม

รายละเอียดโครงสร้าง P-h ไดอะแกรม แสดงโดยรูปที่ 2-7

1. เส้นความดันสมบูรณ์มีหน่วยเป็น psia เป็นเส้นที่อยู่ในแนวนอนตลอด
2. เส้นอัตราส่วนระหว่างน้ำยาเหลวกับน้ำยาที่เป็นไอ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์เป็นเส้นโค้งในแนวตั้งซึ่งอยู่ในส่วนกลาง (เส้นประ) แต่ละเส้นจะบอกถึงจำนวนเปอร์เซนต์ของน้ำยาอิ่มตัวที่มีสภาพเป็นของเหลวพร้อมที่จะระเหย หรือเดือดเป็นไอ ในทางกลับกันไอที่จะกลั่นตัวเป็นของเหลวเส้นซ้ายมือสุดเป็นเส้นของเหลวอิ่มตัว ส่วนเส้นที่อยู่ขวาสุดเป็นเส้นไออิ่มตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เส้นอุณหภูมิมีหน่วยเป็น ฟาเรนไฮต์ เป็นเส้นประ เส้นอุณหภูมินี้จะอยู่ในแนวนอนเฉพาะที่น้ำยามีสภาพอิ่มตัวเท่านั้นเพราะอุณหภูมิจะสัมพันธ์กับความดัน และจะสูงขึ้นเมื่อน้ำยามีสภาพเป็นของเหลวอิ่มตัวหรือมีอุณหภูมิน้อยกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว และจะต่ำลงเมื่อน้ำยามีสภาพเป็นไอคงหรือมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว
4. เส้นเอนทาลปี้คงที่ (Constant Enthalpy) มีหน่วยเป็น Btu/lb เป็นเส้นที่อยู่ในแนวตั้ง
5. เส้นปริมาตรจำเพาะ (Constant Volume) มีหน่วยเป็น lb/ft^3 เป็นเส้นโค้งในแนวนอนเอียงขึ้นเล็กน้อยอยู่ทางขวามือ ซึ่งอยู่ในส่วนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำยาที่มีสภาพเป็นไออิ่มตัว
6. เส้นเอนโทรปี้คงที่ (Constant Entropy) มีหน่วยเป็น Btu/lb-R เป็นเส้นทแยงมุมในแนวดิ่งแยกขึ้นจากเส้นไออิ่มตัว ซึ่งอยู่ในส่วนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไออิ่มตัว เส้นนี้แสดงการอัดตัวของน้ำยาที่มีสภาพเป็นไอให้มีความดันสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยไม่มีการถ่ายเทความร้อนและความเสียดทาน



รูปที่ 2-7 โครงสร้าง P-h ไดอะแกรมแสดงเส้นความดันคงที่ อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรคงที่ เส้นเอนทาลปี้

2.8 วัฏจักรทางปฏิบัติของการทำความเย็น (Actual Vapor Compression Refrigerating Cycle)

ในระบบท่อสารความเย็นของเครื่องทำความเย็นจะมีความดันตก เนื่องจากความฝืดตามจุดต่างๆของระบบท่อซึ่งจะต้องลดหรือขจัดให้ได้เพื่อให้การไหลของสารความเย็นเป็นไปได้โดยสะดวก การสูญเสียของความดันมีทั้งที่อีแวปโพเรเตอร์ที่คอนเดนเซอร์หรือตามข้อต่อต่างๆจึงจะพิจารณาแต่ละจุดดังนี้

1. ความดันตกในท่อดูด (Suction Line) สภาพของสารความเย็นที่ผ่านพ้นอีแวปโพเรเตอร์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆของอีแวปโพเรเตอร์ และสภาพของสารความเย็นก่อนเข้าอีแวปโพเรเตอร์ ทำนองเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดันตกในท่อดูดในช่วงระหว่างอีแวปโพเรเตอร์และเครื่องอัดมีส่วนช่วยให้สารความเย็นที่เข้าเครื่องอัดอยู่ในสภาพของไอ แต่มีข้อจำกัดอยู่โดยในหลักปฏิบัติ ขนาดของท่อสารความเย็นมีผลต่อความดัน หากท่อเล็กความดันสูญเสียหรือความดันตกคร่อมจะมาก ถ้าใช้ท่อโตความดันสูญเสียจะน้อย แต่มีปัจจัยอื่นที่ควรพิจารณา คือ หากใช้ท่อโต ค่าใช้จ่ายจะมาก โดยหลักเศรษฐศาสตร์ทางการค้าจะต้องให้สมดุลระหว่างความดันสูญเสียเปรียบเทียบกับราคาท่อ ในงานเครื่องทำความเย็นความดันสูญเสียหรือความดันตกคร่อมเปรียบเทียบกับการลดลงของอุณหภูมิ ความดันตกในท่อดูดเทียบเท่ากับการลดลงของอุณหภูมิไม่เกิน 2 องศาฟาเรนไฮต์ถือว่าเป็นการออกแบบที่เหมาะสม จาก P-h Diagram ความดันตกในท่อดูดเกิดในลักษณะตามเส้นเอนทาลปี้คงที่ ซึ่งปกติท่อดูดจะมีฉนวนหุ้มเพื่อจำกัดความร้อนที่มาจากภายนอกรอบท่อดูดมาเพิ่มให้กับสารความเย็นที่กำลังจะเข้าเครื่องอัด

2. ความดันตกในท่อจ่าย (Discharge Line) ความดันตกที่เกิดกับไอสารความเย็นร้อน หลังจากสารความเย็นถูกอัดแล้วและจ่ายออกมาตามท่อจ่าย จาก P-h Diagram จุดที่ความดันตกลงมาเป็นทางเข้าคอนเดนเซอร์ การเกิดความดันตกที่ท่อจ่ายมีผลคือความดันของการควบแน่น (Condensing Pressure) ต่ำ

3. ความดันตกในท่อของเหลว (Liquid Line) โดยหลักการแล้วความดันตกในท่อของเหลวคือจากทางออกของสารความเย็นเหลวที่ส่วนท้ายของคอนเดนเซอร์ถึงตัวควบคุมปริมาณสารความเย็น ความดันนี้จะไม่มีผลต่อพลังงานความร้อนของระบบทำความเย็น แต่ถึงแม้จะไม่มีผลเสียหากมองข้ามไปอาจทำให้ระบบเครื่องทำความเย็นนั้นหย่อนประสิทธิภาพลง เพราะความดันในท่อของเหลวที่ลดลงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดไอขยายตัว (Flash Gas) ของสารความเย็นที่จะเข้าตัวควบคุมปริมาณสารความเย็น ด้วยเหตุที่ตัวควบคุมสารความเย็นออกแบบมาสำหรับเฉพาะสารความเย็นเหลว ถ้ามีไอขยายตัวปนอยู่ในสารความเย็น จะทำให้ปริมาณสารความเย็นที่ส่งผ่านตัวควบคุมปริมาณสารความเย็นมีจำนวนไม่ถูกต้องโดยต่ำกว่าปริมาณใช้งานของระบบ ด้วยเหตุนี้การให้ระบบทำความเย็นมีอุณหภูมิของสารความเย็นในคอนเดนเซอร์ต่ำกว่าอุณหภูมิของเหลวอิ่มตัว (Subcooled Liquid) จึงเป็นสิ่งจำเป็น

4. ความดันตกในอีแวปโพเรเตอร์และคอนเดนเซอร์ การตกลงของความดันมีผลให้สถานะการถ่ายเทความร้อนที่อีแวปโพเรเตอร์และที่คอนเดนเซอร์เปลี่ยนไป รวมถึงอัตราส่วนการอัดด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากความดันจากคอนเดนเซอร์ตกมาเกินไป ความดันที่เหลือสู่ตัวควบคุมปริมาณสารความเย็นอาจไม่มากพอที่จะทำให้ตัวควบคุมทำงานตามปกติได้

5. อุณหภูมิของสารความเย็นในคอนเดนเซอร์ถูกทำให้ต่ำกว่าอุณหภูมิของเหลวอิ่มตัว (Subcooled Liquid) ก่อนที่จะผ่านเข้าไปในวาล์วขยายตัว (Expansion valve) เพื่อทำให้ค่าการทำความเย็น (Refrigerating Effect, R.E.) ต่อหน่วยมวลของสารความเย็นเพิ่มขึ้น

6. ไอของสารความเย็นจะเป็นไอร้อนยวดยิ่งก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์เป็นการทำให้ค่าการทำความเย็นต่อหน่วยมวลสารความเย็นเพิ่มขึ้นอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 สมการที่ใช้ในการคำนวณ

คอมเพรสเซอร์ (Compressor) กำลังงานที่ใช้ของคอมเพรสเซอร์สามารถหาได้จาก

$$W_c = m (h_2 - h_1)$$

เมื่อ W_c คือ กำลังงานที่ใช้ของคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น Btu/min

h_1 คือ เอนทาลปี้ของสารความเย็นก่อนที่จะเข้าคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น Btu/lb

h_2 คือ เอนทาลปี้ของสารความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น Btu/lb

m คือ ปริมาณสารความเย็นที่ไหลผ่านคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น lb/min

คอนเดนเซอร์ (Condenser) ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทออกที่คอนเดนเซอร์หาได้จาก

$$q_c = m (h_3 - h_2)$$

เมื่อ q_c คือ ปริมาณความร้อนที่คายออกที่คอนเดนเซอร์ มีหน่วยเป็น Btu/min

h_3 คือ เอนทาลปี้ของสารความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ มีหน่วยเป็น Btu/lb

อีแวปโพเรเตอร์ (Evaporator) ค่าการทำความเย็นที่อีแวปโพเรเตอร์หาได้จาก

$$R.E = m (h_1 - h_4)$$

เมื่อ Refrigeration Effect (R.E.) คือ ค่าการทำความเย็น มีหน่วยเป็น Btu/hr

h_4 คือ เอนทาลปี้ของสารความเย็นก่อนเข้าอีแวปโพเรเตอร์ มีหน่วยเป็น Btu/lb

h_1 คือ เอนทาลปี้ของสารความเย็นออกจากอีแวปโพเรเตอร์ มีหน่วยเป็น Btu/lb

ประสิทธิภาพของการทำความเย็น

$$C.O.P = R.E. / W_c$$

อัตราการกินพลังงาน (Energy Efficiency Ratio)

$$EER = R.E.(Btu/hr) / W_c (Watt)$$

$$= C.O.P \times 3.41 \quad (Btu/Watt\ hr)$$

System Capacity อัตราความสามารถในการดูดความร้อนของสารความเย็น (Btu/hr)

$$Q_c = m (R.E)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 คุณสมบัติไซโครเมตริกของอากาศ (Psychrometric Properties of Air)

2.10.1 ส่วนประกอบของอากาศ (Composition of Air)

อากาศเป็นส่วนผสมทางกลของก๊าซและไอน้ำ อากาศแห้ง(อากาศที่ไม่มีไอน้ำ) ส่วนใหญ่ประกอบด้วยไนโตรเจน(ประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร) และออกซิเจน(ประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร) ส่วนที่เหลืออีก 1เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย คาร์บอนไดอ๊อกไซด์ และก๊าซอื่น ๆ เช่น ไฮโดรเจน ฮีเรี่ยม นีออน และอาร์กอน ส่วนประกอบอากาศทั่ว ๆ ไปก็เป็นไปตามนี้ในบางกรณีจำนวนไอน้ำในอากาศ โดยปกติจะมีปริมาณอยู่ 1 เปอร์เซ็นต์ถึง 3 เปอร์เซ็นต์ โดยมวล เพราะว่าไอน้ำในอากาศเป็นผลขั้นแรกจากการระเหยเป็นไอของน้ำ ความชื้นของบรรยากาศ (จำนวนไอน้ำในอากาศ) จะมีมากน้อยก็จะขึ้นอยู่กับสถานที่ถ้าใกล้แหล่งน้ำธรรมชาติ

เพราะว่าอากาศในธรรมชาติจะมีปริมาณไอน้ำปนอยู่ไม่มีอากาศแห้ง แต่อย่างไรก็ตาม “อากาศแห้ง” เป็นประโยชน์อย่างมากอันหนึ่งในการคำนวณเกี่ยวกับไซโครเมตริค ต่อไปข้างล่างนี้ คำว่า “อากาศแห้ง”จะใช้ในความหมายของอากาศที่ปราศจากไอน้ำ ส่วนคำว่า “อากาศ” หรือ “อากาศชื้น” จะใช้ในความหมายส่วนผสมตามธรรมชาติของอากาศแห้งและไอน้ำ

2.10.2 กฎดัลตันของความดันย่อย (Dalton’s Law of Partial Pressure)

กฎดัลตันของความดัน แสดงให้เห็นผลที่ว่าส่วนผสมทางกลใดๆ ของก๊าซและไอ (สิ่งเหล่านี้รวมตัวกันทางเคมี) ความดันที่เกิดขึ้นจะเท่ากับผลรวมของความดันของก๊าซแต่ละชนิดที่กระทำกับภาชนะที่บรรจุ

อากาศเป็นส่วนผสมทางกลของก๊าซและไอน้ำ ก็จะเป็นไปตามกฎของดัลตัน เพราะฉะนั้นความกดดันของบรรยากาศจะเท่ากับผลรวมของความดันของก๊าซแห้งและไอน้ำ

2.10.3 อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point temperature)

สิ่งสำคัญที่ยังจำกันได้ที่ว่าไอน้ำในอากาศแห้งที่จริงก็คือ ไอน้ำที่ความดันต่ำ และไอน้ำที่ความดันต่ำนี้ก็จะเหมือนกับไอน้ำที่ความดันสูงจะอยู่ในสภาวะอิ่มตัว เมื่ออุณหภูมิที่สภาวะนั้นเป็นอุณหภูมิอิ่มตัวตรงกับความดันที่สภาวะนั้น เพราว่าส่วนผสมทั้งหมดของส่วนผสมของก๊าซที่บรรจุอยู่ในปริมาตรที่เท่ากันและที่อุณหภูมิเดียวกัน ดังนั้นเมื่ออากาศที่อุณหภูมิใดๆ เหนืออุณหภูมิอิ่มตัวกระทำต่อความดันของไอน้ำ เป็นผลทำให้ไอน้ำในอากาศเป็นไอร้อนยวดยิ่ง ในอีกทางหนึ่งเมื่ออากาศมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิอิ่มตัว กระทำกับความดันของไอน้ำ ไอน้ำในอากาศจะเป็นน้ำอิ่มตัว อุณหภูมิซึ่งไอน้ำในอากาศเป็นน้ำอิ่มตัวเรียกว่า อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (DP) ของอากาศ เมื่อรู้ค่าความดันของไอน้ำ อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศสามารถที่จะคำนวณจากตารางไอน้ำ ในทางกลับกัน เมื่อรู้อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ ความดันของไอน้ำสามารถที่จะคำนวณได้จากตารางไอน้ำเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าความดันของไอน้ำ เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาแน่นของไอน้ำ เพราะว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศจะขึ้นกับความดันของไอน้ำในอากาศเท่านั้น ในปริมาตรกำหนดให้ของอากาศ อุณหภูมิของจุดน้ำค้างจะขึ้นกับปริมาณมวลของไอน้ำในอากาศเท่านั้น ในขณะที่มวลของไอน้ำต่อหน่วยปริมาตรของอากาศไม่เปลี่ยนแปลง อุณหภูมิจุดน้ำค้างก็จะคงที่ด้วย การเพิ่มของจำนวนไอน้ำในอากาศจะเป็นการเพิ่มความดัน ไอน้ำและอุณหภูมิจุดน้ำค้างจะเพิ่มขึ้นในทางกลับกันเมื่อจำนวนไอน้ำในอากาศลดลง ความดันไอน้ำในอากาศก็จะลดลงและอุณหภูมิจุดน้ำค้างก็จะต่ำลง

2.10.4 ความชื้นสมบูรณ์ (Absolute Humidity)

ไอน้ำในอากาศ เรียกว่า ความชื้น ความชื้นสมบูรณ์ของอากาศที่กำหนดให้ในสภาวะใดๆ คือมวลของไอน้ำต่อปริมาตรของอากาศที่สภาวะนั้น ความชื้นสมบูรณ์หรืออาจจะเรียกว่า ความหนาแน่นไอ (Vapour density) มีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (gm/m^3) หรือ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร (kg/m^3)

ในหัวข้อ 2.10.2 แสดงให้เห็นว่า มวลของไอน้ำต่อหน่วยปริมาตรของอากาศ (ความหนาแน่นไอ) ที่เกิดขึ้นจริงเป็นตำแหน่งเดียวของอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศเพราะว่าความสัมพันธ์นี้คงที่ระหว่างอุณหภูมิจุดน้ำค้างและความชื้นสมบูรณ์ของอากาศ เมื่อรู้ค่าใดค่าหนึ่ง ค่าอื่นๆ สามารถที่จะคำนวณได้ (หรือหาค่าความชื้นสมบูรณ์ใช้หาค่าปริมาตรจำเพาะ จากตารางไอน้ำ)

ความชื้นสมบูรณ์ $= \frac{1}{V}$ kg/m^3 (V = ปริมาตรจำเพาะของไอน้ำ)

เพราะว่าความดันของไอน้ำในอากาศมีค่าต่ำสุด ไอน้ำในอากาศก็จะเข้าใกล้สภาวะก๊าซสมบูรณ์และมีคุณสมบัติเพียงพอที่จะเป็นไปตามกฎของก๊าซสมบูรณ์ คือ $pv = mRT$ และสามารถใช้รวมกับตารางไอน้ำคำนวณหาความชื้นสมบูรณ์ (ความหนาแน่นไอ) ของอากาศได้

2.10.5 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity, RH)

ความชื้นสัมพัทธ์ หมายถึง อัตราส่วนความดันของไอน้ำในอากาศที่มีอยู่ในอากาศชื้นกับความดันอิ่มตัวของไอน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน

$$RH = \frac{\text{ความดันไอน้ำที่เกิดขึ้นจริง}}{\text{ความดันที่จุดอิ่มตัวของไอน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน}} \times 100$$

RH บางครั้งหมายถึง อัตราส่วนของความหนาแน่นไอที่มีอยู่ในอากาศชื้นและความหนาแน่นไอที่อิ่มตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
62592

2.10.6 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (dry bulb temperature, DB)

หมายถึงอุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง ในการจัดจะต้องให้กระเปาะอยู่ในที่อากาศถ่ายเทสะดวก เพื่อให้ค่าที่อ่านได้ถูกต้องและป้องกันค่าที่ผิดพลาดจากการแผ่รังสี

2.10.7 อุณหภูมิกระเปาะเปียก (wet bulb temperature, WB)

หมายถึงอุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่กระเปาะหุ้มด้วยผ้าที่ชื้น โดยมีกระแสลมที่มีความเร็วระหว่าง 5 และ 10 เมตรต่อวินาทีพัดผ่านกระเปาะ

2.10.8 อัตราส่วนความชื้น (Humidity Ratio, W)

อัตราส่วนความชื้นบางครั้งเรียกว่า ความชื้นจำเพาะ หมายถึงมวลของไอน้ำต่อมวลของอากาศแห้ง และโดยปรกติจะมีหน่วยเป็น กรัมต่อกิโลกรัมของอากาศแห้ง หรือ กิโลกรัมต่อกิโลกรัมของอากาศแห้ง

สำหรับความกดดันของบรรยากาศที่กำหนดให้ใดๆ อัตราส่วนความชื้นเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิจุดน้ำค้างอย่างเดียว อย่างไรก็ตามอัตราส่วนความชื้นต่ออุณหภูมิจุดน้ำค้างที่กำหนดให้ใดๆ จะแปรกับความกดดันของบรรยากาศทั้งหมด สำหรับเหตุผลนี้จะเป็นไปตามกฎของก๊าซ ปริมาตรต่อหน่วยมวลของอากาศจะเพิ่มขึ้นขณะที่ความกดดันของบรรยากาศลดลง เพราะว่าความหนาแน่นของไอน้ำจะแปรโดยตรงกับปริมาตร เมื่อปริมาตรเพิ่มขึ้นมวลของไอน้ำ ความหนาแน่นไอ และความดันไอ จะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันด้วย

เมื่อรู้ความกดดันของบรรยากาศ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างอัตราส่วนความชื้นคำนวณได้จากความสัมพันธ์ของสมการของก๊าซสมบูรณ์และกฎของดัลตัน

ดังนั้นอัตราส่วนความชื้น , $W = \frac{(0.622\ kg/kg')(P_w)}{P-P_w}$

W = อัตราส่วนความชื้นมีหน่วยเป็น kg ของไอน้ำต่อ kg ของอากาศแห้ง (kg/kg')

P_w = ความดันของไอน้ำที่อุณหภูมิจุดน้ำค้าง มีหน่วยเป็น bar

P = ความกดดันของบรรยากาศ มีหน่วยเป็น bar

2.10.9 เอนทาลปีของอากาศ (Enthalpy of Air)

อากาศมีความร้อนสัมผัส (Sensible heat) และความร้อนแฝง (Latent heat) ความร้อนทั้งหมดของอากาศที่สภาวะใดๆ เป็นผลรวมของ ความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง

จากที่ได้กล่าวมานี้จะแสดงในหัวข้อต่อไปคือ

1. ความร้อนสัมผัสของอากาศเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง

2. ความร้อนแฝงของอากาศเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความร้อนทั้งหมดของอากาศเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิกระเปาะเปียก

2.10.10 ความร้อนสัมผัสของอากาศ (Sensible heat of air, H_s)

สำหรับค่าที่กำหนดให้ใดๆ ของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง ความร้อนสัมผัสของอากาศ หาได้จากสมการดังนี้

$$H_s = m c_p (DB)$$

เมื่อ $H_s = m h_s$

H_s = ความร้อนสัมผัสของอากาศ

M = จำนวนมวลของอากาศ

c_p = ความร้อนจำเพาะของอากาศที่ความดันคงที่ = 1KJ/kg°K

DB = อุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง

h_s = เอนทาลปีจำเพาะของอากาศแห้ง

2.10.11 ความร้อนแฝงของอากาศ (Latent heat of air , H_L)

ความร้อนแฝงของอากาศคือ ความร้อนแฝงของไอน้ำในอากาศ เพราะว่าจำนวนความร้อนแฝงที่กำหนดปริมาณของอากาศจะขึ้นอยู่กับมวลของไอน้ำในอากาศ และความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำจะตรงกับอุณหภูมิอิ่มตัวของไอน้ำ

อุณหภูมิอิ่มตัวของไอน้ำ คือ อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศด้วย อุณหภูมิ DB ไม่ได้คำนวณจากมวลของไอน้ำในอากาศ แต่คิดจากความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ ดังนั้น ความร้อนแฝงของอากาศเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิ DB ของอากาศที่คงที่ ความร้อนแฝงของอากาศก็คงที่ด้วย

ความร้อนสัมผัสของอากาศ คือ เอนทาลปีของอากาศแห้ง ความร้อนแฝงของอากาศคือ เอนทาลปีของไอน้ำผลรวมของความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงของอากาศ คือ จำนวนความร้อนทั้งหมดหรือเอนทาลปีของอากาศ

ความร้อนแฝงของอากาศที่กำหนดให้สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$H_L = m(w \times h_w)$$

เมื่อ H_L = ความร้อนแฝงของอากาศ (KJ)ที่มีอัตราส่วนความชื้น w

M = มวลของอากาศ (kg)

W = อัตราส่วนความชื้น(kg/kg ของอากาศแห้ง)

h_w = เอนทาลปีจำเพาะของไอน้ำในอากาศโดยปรกติใช้ค่า h_g ของไอน้ำ (KJ/kg)

h_L = (W)(h_w)

h_L = ความร้อนแฝงของอากาศ (KJ/kg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

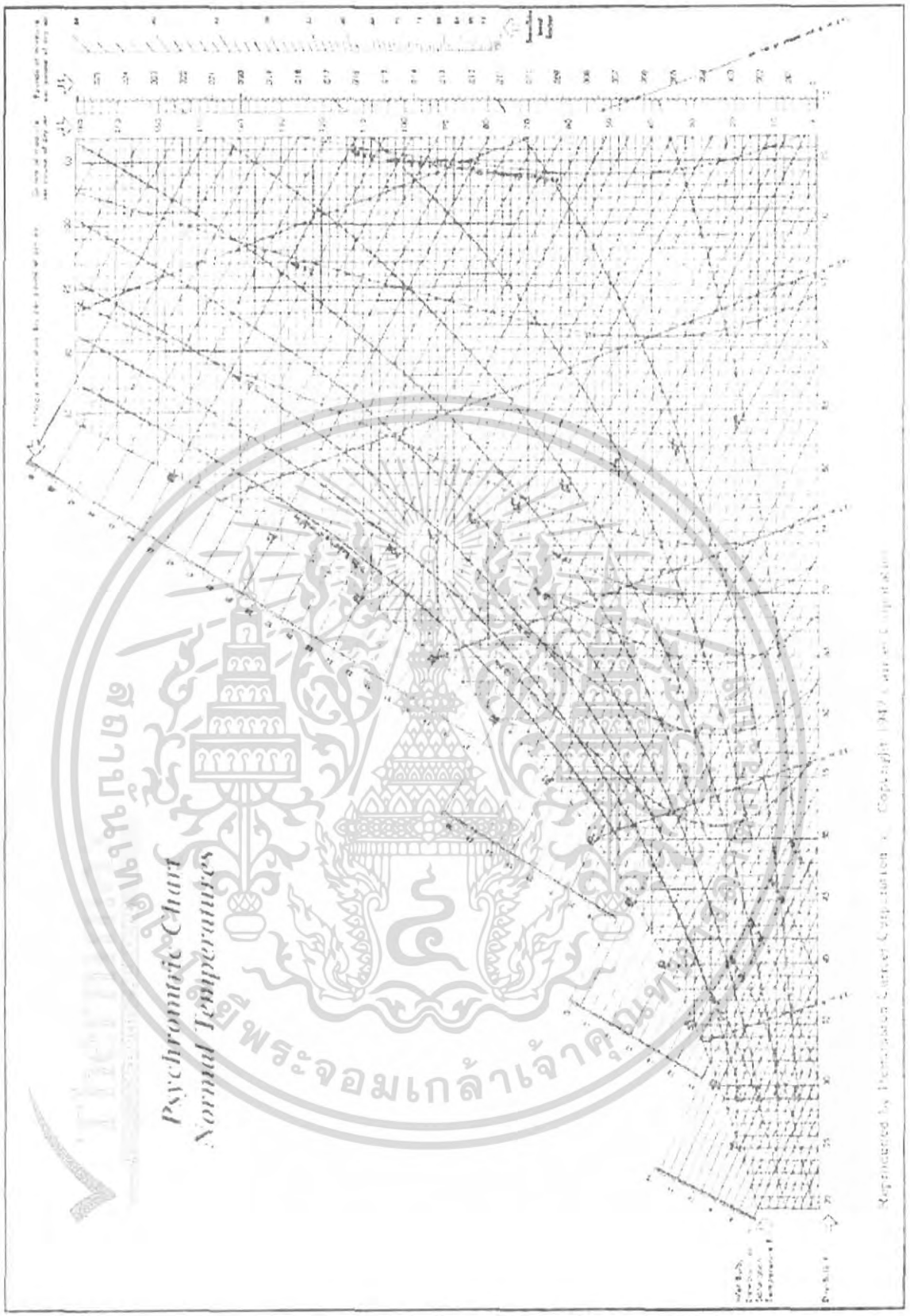
2.10.12 แผนภูมิไซโครเมตริค (Psychrometric chart)

แผนภูมิไซโครเมตริคเป็นกราฟซึ่งแสดงคุณสมบัติของอากาศ แสดงในรูป ค่าที่กำหนดในแผนภูมิเป็นค่าที่ได้จากอากาศมาตรฐานและที่ความกดดันของบรรยากาศ

ตารางรูปที่ 2-8 เป็นการแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างทั่วๆ ไปของแผนภูมิไซโครเมตริค และคุณสมบัติพื้นฐานบางอย่างของอากาศ

1. เส้นในแนวดิ่งของแผนภูมิเป็นเส้นอุณหภูมิ DB คงที่
2. เส้นในแนวราบเป็นเส้นอุณหภูมิ DP คงที่ และอัตราส่วนความชื้น
3. เส้นที่ลากทแยงมุม เป็นเส้นอุณหภูมิ WB คงที่
4. เส้นที่ลาดในแนวดิ่งแต่เฉียงมาทางด้านขวาเป็นเส้นปริมาตรจำเพาะคงที่
5. เส้นโค้งที่ลากจากด้านล่างซ้ายมือไปยังด้านขวามือบนแผนภูมิเป็นเส้นความชื้นสัมพัทธ์ (RH) และเส้นส่วนโค้งทางซ้ายสุดของแผนภูมิเป็นส่วน 100% RH และเป็นที่รู้กันเป็นเส้นอิ่มตัว อากาศที่สภาวะเช่นนี้
6. เส้นโค้งหักเห (Deviation curve) เป็นเส้นของเอนทาลปีที่ผิดไปจาก เอนทาลปีจำเพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-8 แผนภูมิไซโครเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

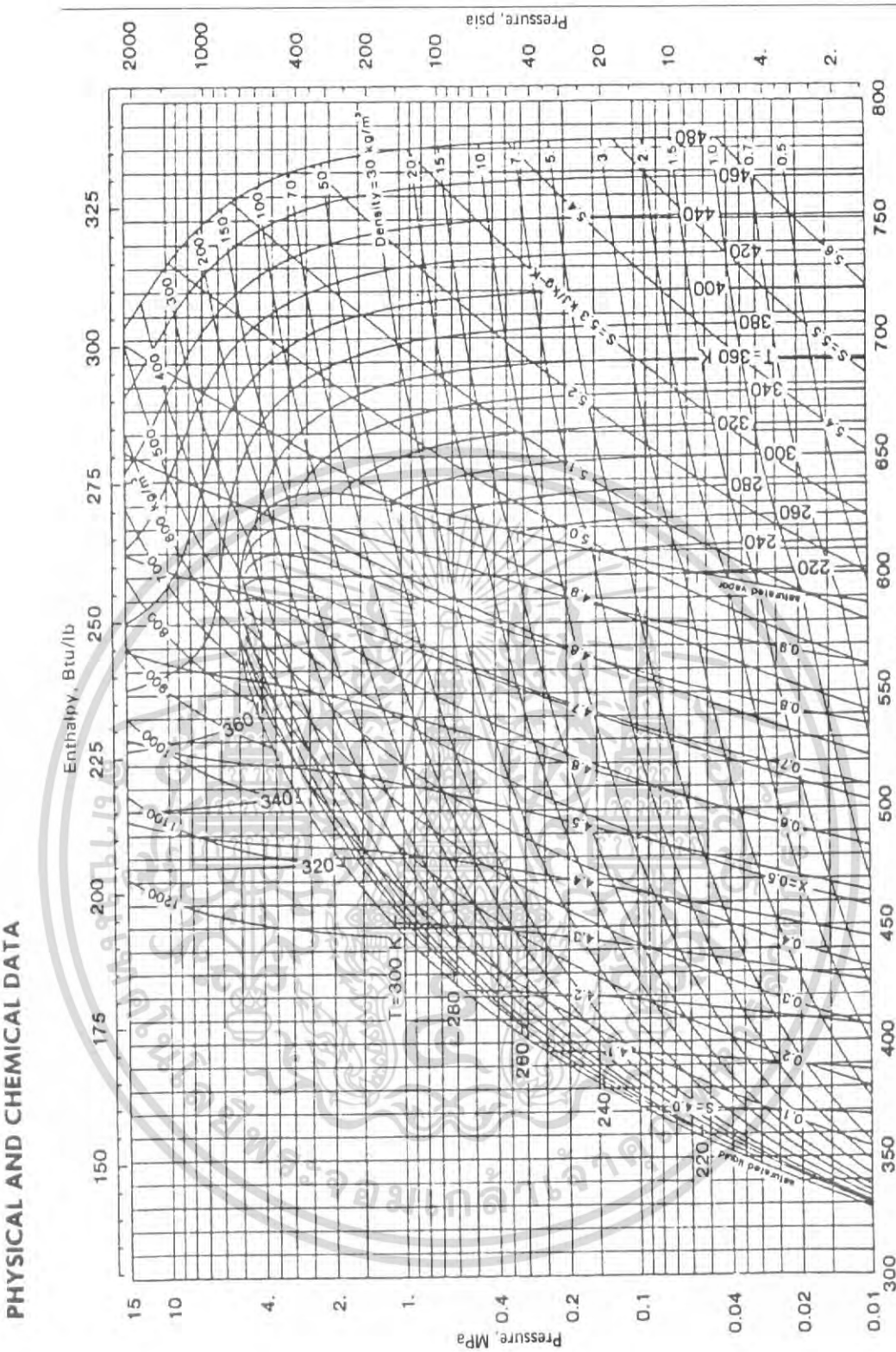


FIG. 3-35 Enthalpy–log pressure diagram for Refrigerant 22. 1 MPa = 10 bar. *(Copyright 1981 by the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers and reproduced by permission of the copyright owner.)*

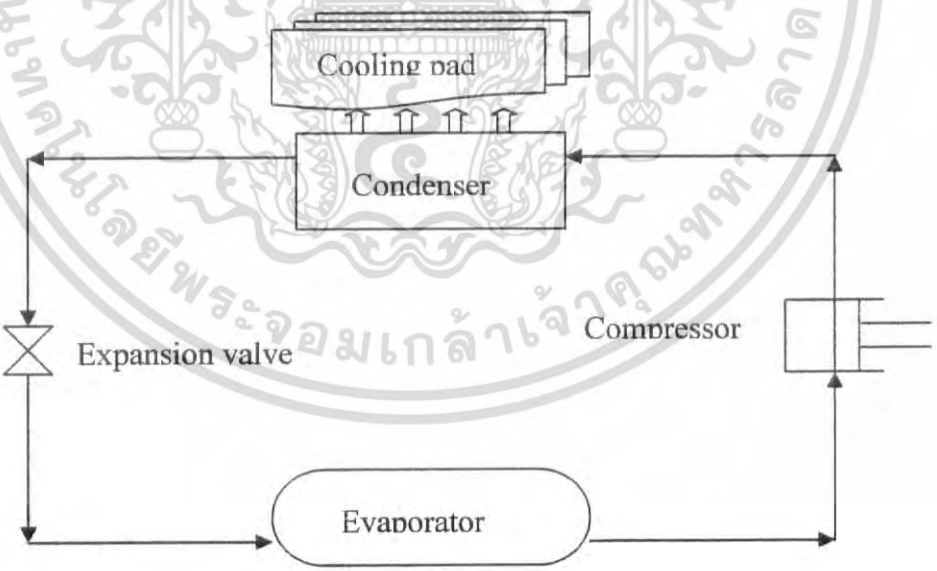
รูปที่ 2-9 แผนภูมิ P-h ไดอะแกรมของน้ำยา R-22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง

3.1 ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 3-1 แสดงชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



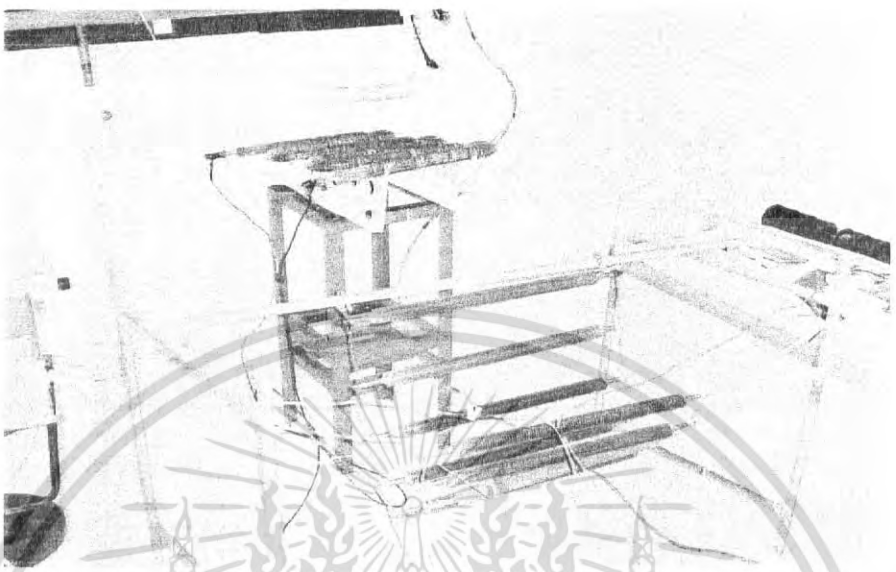
รูปที่ 3-2 รูปแผงวงจรของระบบชุดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์สำคัญที่ติดตั้งในชุดทดลอง แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. บริเวณภายในห้องทดสอบ

1.1 ความร้อน(Heater) แบบขดลวด เพื่อให้ความร้อนแก่ห้องทดสอบ



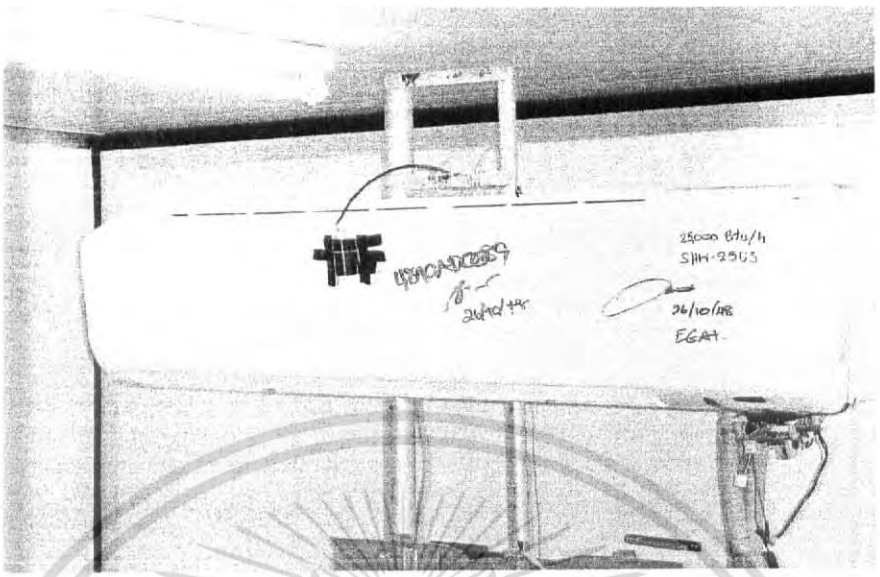
รูปที่ 3-3 heater แบบขดลวด

1.2 หม้อกำเนิดไอน้ำ (Steam Generator) เป็นแหล่งกำเนิดไอน้ำ

รูปที่ 3-4 Steam Generator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

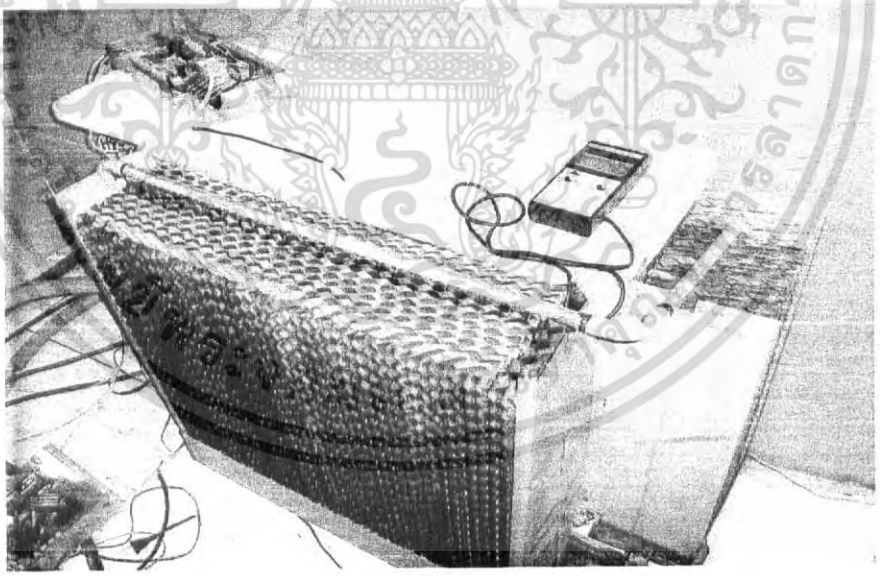
1.3 เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner)



รูปที่ 3-5 air conditioner

2. บริเวณนอกห้องทดสอบได้แก่

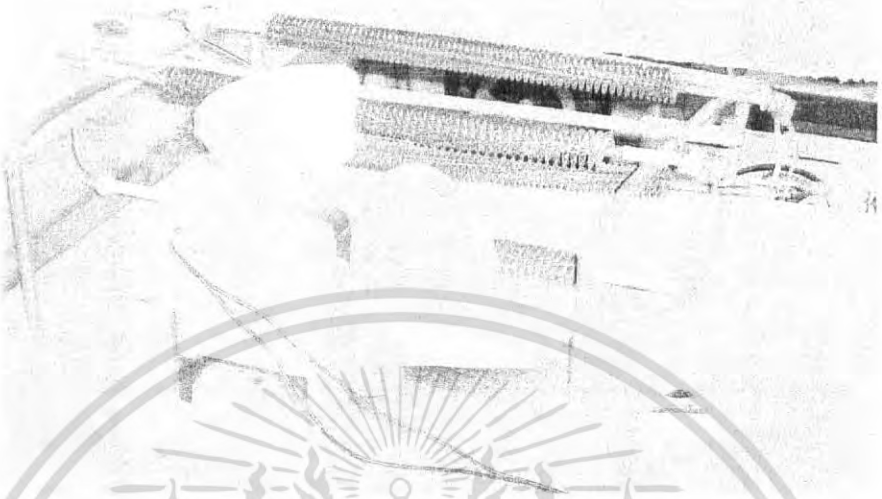
2.1 Condensing unit ขนาด 18000 Btu/hr



รูปที่ 3-6 Condensing unit ขนาด 18000 Btu/hr

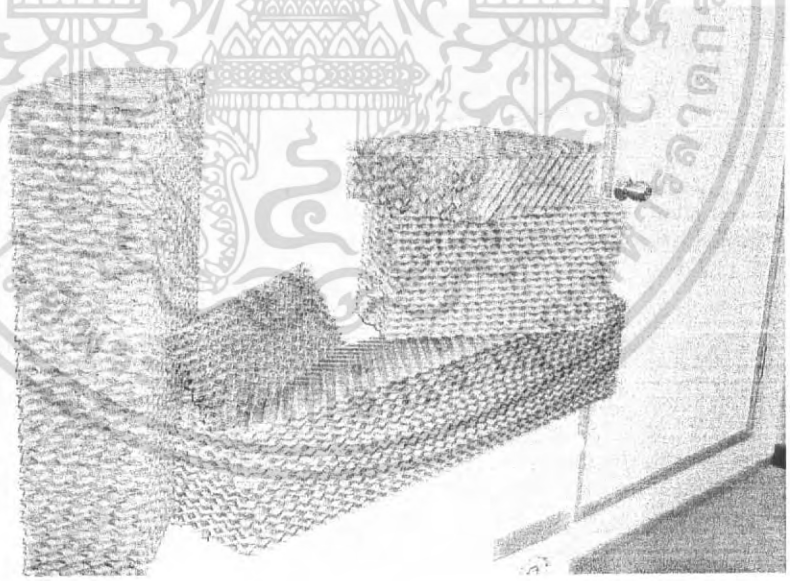
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ตัวความร้อน(heater) แหล่งจ่ายความร้อนเพื่อควบคุมอุณหภูมิภายนอกให้คงที่



รูปที่ 3-7 ฮีตเตอร์ outdoor

2.3 แผ่น cooling pad(7090-15) ใช้เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อน



รูปที่ 3-8 cooling pad

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 วัตต์มิเตอร์ (Watt meter)

รูปที่ 3-9 วัตต์มิเตอร์

2.5 หม้อแปลงปรับแรงดันไฟฟ้าของตัวความร้อนบริเวณห้องควบคุม

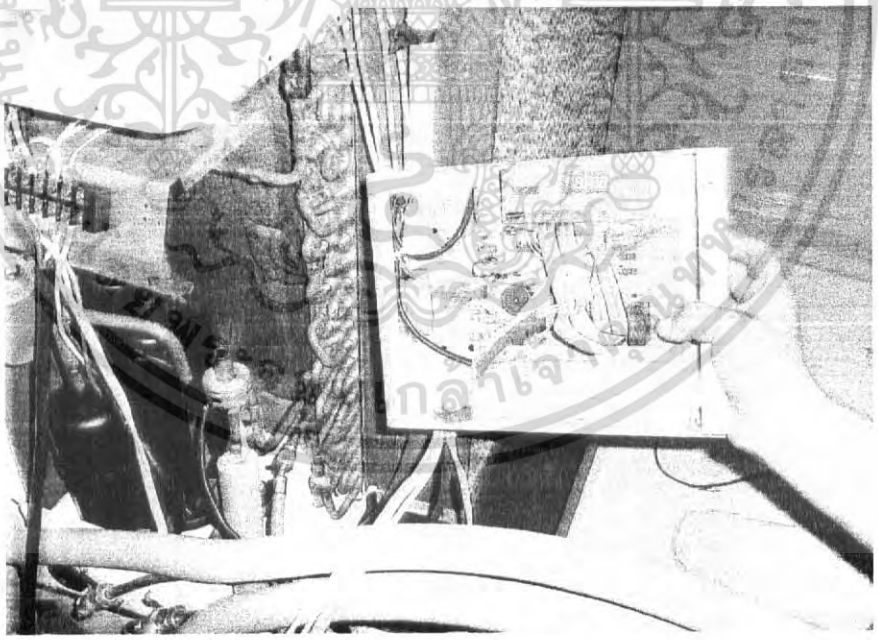
รูปที่ 3-10 หม้อแปลงตัวปรับแรงดันไฟฟ้าของตัวความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 หม้อแปลงปรับแรงดันไฟฟ้าของหม้อต้มไอน้ำ

รูปที่ 3-11 หม้อแปลงปรับแรงดันไฟฟ้าของหม้อต้มไอน้ำ

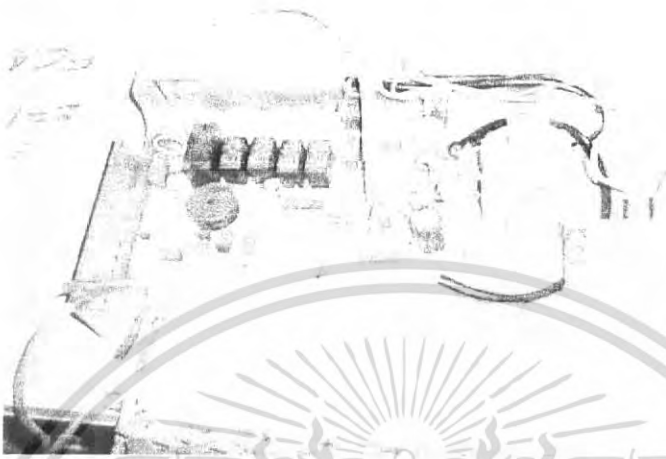
2.7 electronic expansion valve ใช้ในการควบคุมปริมาณสารความเย็นที่เข้าไปในระบบทำความเย็น



รูปที่ 3-12 electronic expansion valve

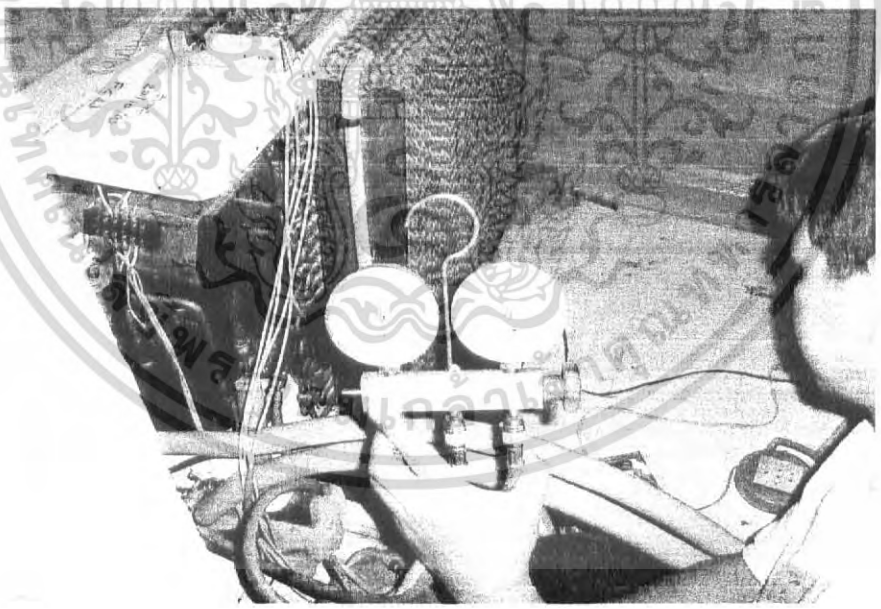
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 Thermo couple ใช้วัดอุณหภูมิ 3 ตำแหน่ง



รูปที่ 3-13 Thermo couple

2.9 เกจแมนิโฟลด์



รูปที่ 3-14 เกจแมนิโฟลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การบริการระบบ

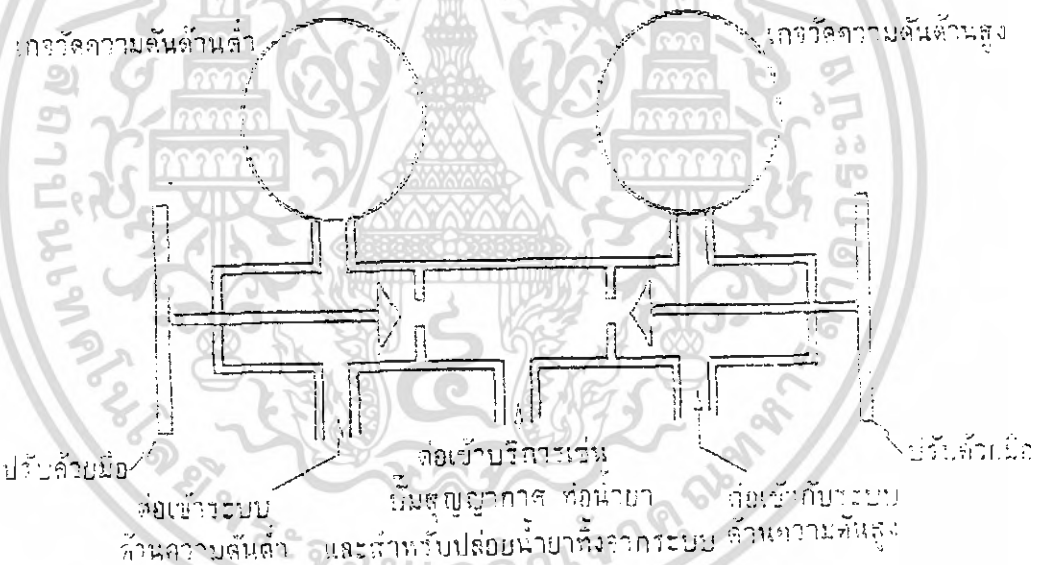
3.2.1 เกจแมนิโฟลด์

เกจแมนิโฟลด์ ประกอบด้วย

1. เกจวัดความดันด้านสูง (High Pressure Gauge) มีสเกลบอกค่าความดันบนหน้าปัดเพียงอันเดียว ตามปกติจะเริ่มจาก 0-500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
2. เกจวัดความดันด้านต่ำ (Low Pressure Gauge) เป็นเกจวัดความดันแบบผสม (Compound Gauge) ใช้วัดค่าความดันที่สูงและต่ำกว่าความดันบรรยากาศ สเกลที่บอกค่าความดันจะบอกตั้งแต่ -30-0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ 0-250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
3. วาล์วปรับด้วยมือ 3 ตัว
4. สายชาร์จน้ำยา

การใช้เกจแมนิโฟลด์

1. ท่อซ้ายมือของเกจแมนิโฟลด์ใช้ต่อเข้ากับด้านความดันต่ำ
2. ท่อขวามือของเกจแมนิโฟลด์ใช้ต่อเข้ากับด้านความดันสูง
3. ท่อกลางของเกจแมนิโฟลด์ใช้ต่อสำหรับบริการเช่น ปั๊มสุญญากาศ ท่อน้ำยาเป็นต้น

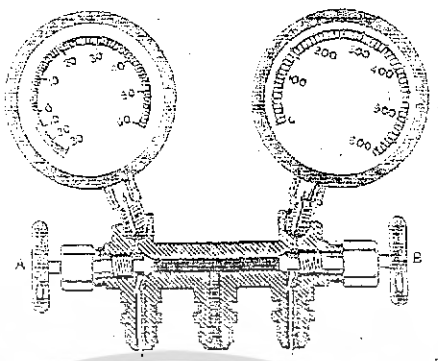


รูปที่ 3-15 การต่อใช้เกจแมนิโฟลด์

ลักษณะต่างๆ ของการใช้เกจแมนิโฟลด์

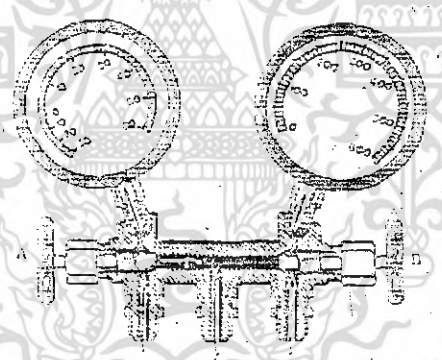
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใช้อ่านค่าความดันของระบบ ซึ่งวาล์ว A และวาล์ว B อยู่ในตำแหน่งปิดทั้งคู่ความดันในระบบทางด้านความดันต่ำและความดันสูง อ่านได้จากเกจทั้งคู่



รูปที่ 3-16 วาล์ว A วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งปิดทั้งคู่

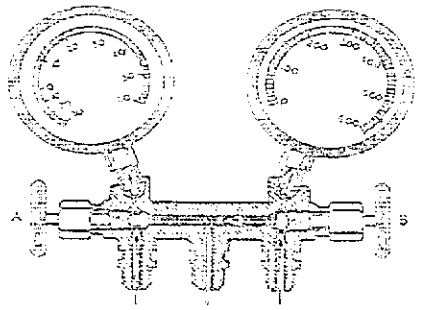
2. ใช้สำหรับชาร์จน้ำยาเข้าระบบหรือปล่อยน้ำยาออกจากระบบ วาล์ว A อยู่ในตำแหน่งเปิด วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งปิด ใช้สำหรับให้น้ำยา(สถานะไอ) จากท่อบรรจุน้ำยาผ่านเข้าในระบบ ในทางกลับกัน ถ้าปล่อยสายกลางของมกจแมนิโฟลด์ออกจากท่อน้ำยา และวาล์วอยู่ในตำแหน่งนี้แล้วก็จะเป็นการปล่อยน้ำยาออกจากระบบทิ้ง



รูปที่ 3-17 วาล์ว A อยู่ในตำแหน่งเปิด วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งปิด

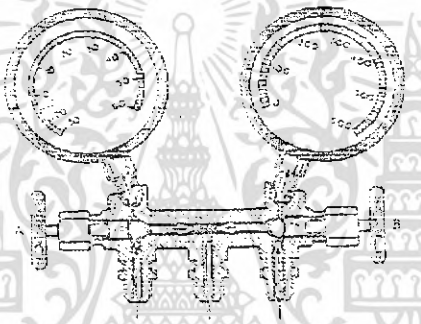
3. ใช้สำหรับไล่อากาศในสาย (Purging) หรือปล่อยน้ำยาออกจากระบบทางด้านความดันสูงวาล์ว A อยู่ในตำแหน่งปิด และวาล์ว B อยู่ในตำแหน่งเปิด เป็นการใช้น้ำยาจากระบบทางด้านความดันสูงไล่อากาศในสาย หรือเป็นการปล่อยน้ำยาทิ้งออกจากในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-18 วาล์ว A อยู่ในตำแหน่งปิด วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งเปิด

4. ใช้สำหรับทำสุญญากาศระบบ วาล์ว A และวาล์ว B อยู่ในตำแหน่งเปิดทั้งคู่ สายท่อกลางของระบบต่อเข้ากับปั๊มสุญญากาศ



รูปที่ 3-19 วาล์ว A วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งเปิดทั้งคู่

ขั้นตอนการใช้เกจแมนิโฟลด์

1. หาตำแหน่งของวาล์วบริการในระบบ
2. คลายฝาครอบสำหรับเกจต่อเข้าเกจที่วาล์วบริการอย่างช้าๆ
3. ตรวจดูว่า วาล์วของเกจแมนิโฟลด์อยู่ในตำแหน่งปิดทั้งคู่หรือยัง
4. ต่อสายเกจเข้ากับวาล์วบริการ
5. ถ้าเป็นระบบที่ใช้วาล์วบริการปรับด้วยมือ หรือหมุนวาล์วบริการตามเข็มนาฬิกาประมาณ ¼ รอบ
6. ขณะนี้ควรอ่านค่าความดันเกจได้บนเกจทั้งคู่ ถ้าไม่มีความดันเกิดขึ้น แสดงว่าภายในระบบไม่มีน้ำยา ให้หาตำแหน่งรั่ว และทำการแก้ไข
7. ไล่อากาศในสายที่จุดนี้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลายสายที่เกจแมนิโฟลด์เล็กน้อย ปล่อยไอสารความเย็น ทิ้งออกประมาณ 3 วินาที หรือ
- คลายปลายสายกลางของเกจแมนิโฟลด์ออกจากท่อน้ำยาเล็กน้อย ใช้น้ำยาในระบบไล่อากาศ โดยเปิดวาล์วของเกจแมนิโฟลด์ทั้งคู่ ปล่อยให้น้ำยาจากในระบบรั่วทิ้งออกจากปลายสายกลางแล้วจึงขันปลายสายกลางเข้ากับท่อน้ำยาให้แน่น ปิดวาล์วเกจแมนิโฟลด์ทั้งคู่อีกครั้งหนึ่ง

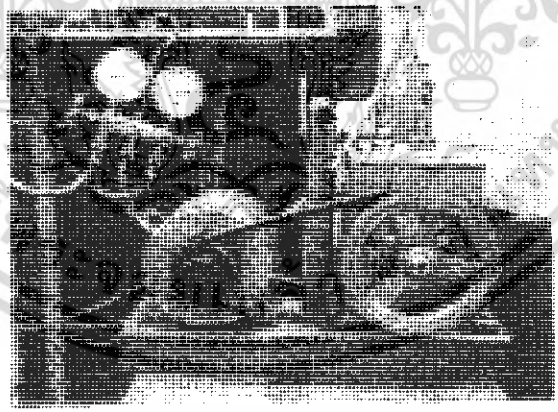
8. เกจแมนิโฟลด์ขณะนี้พร้อมใช้งานได้แล้ว

3.2.2 การทำสุญญากาศระบบ (Evacuating The System)

การทำสุญญากาศระบบ หรือที่เรียกว่า การทำแวคคั่ม จะกระทำภายหลังจากการตรวจรั่วระบบแต่ก่อนที่จะน้ำยาเข้าระบบ การทำสุญญากาศเป็นการใช้เครื่องปั๊มสุญญากาศ(Vacuum Pump) ดูดเอาอากาศและความชื้นภายในระบบออกให้หมด ถ้าเป็นระบบเก่าก็รวมการขจัดน้ำยาที่เสื่อมคุณภาพออกจากระบบ

ในขณะที่กำลังทำสุญญากาศระบบ ค่าความดันของเกจความดันต่ำ จะอ่านได้ต่ำกว่า 0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เกจจะแสดงให้เห็นว่าในระบบเป็นสุญญากาศซึ่งหมายถึงว่าความดันในระบบขณะนี้น้อยกว่าความดันบรรยากาศ

สิ่งที่สำคัญที่สุดของการทำสุญญากาศคือ ต้องดูดความชื้นออกจากระบบให้หมด จากหลักการที่ว่าเมื่อลดความดันที่ผิวหน้าของของเหลวจะทำให้จุดเดือดของของเหลวลดต่ำลงด้วย ฉะนั้นเมื่อระบบสุญญากาศหรือที่ความสูงของปรอทใกล้ 29 นิ้วปรอท น้ำจะมีจุดเดือดที่ 0 องศาฟาเรนไฮต์ ความชื้นที่เหลืออยู่ในระบบจะถูกเปลี่ยนสถานะ และถูกดูดออกมา



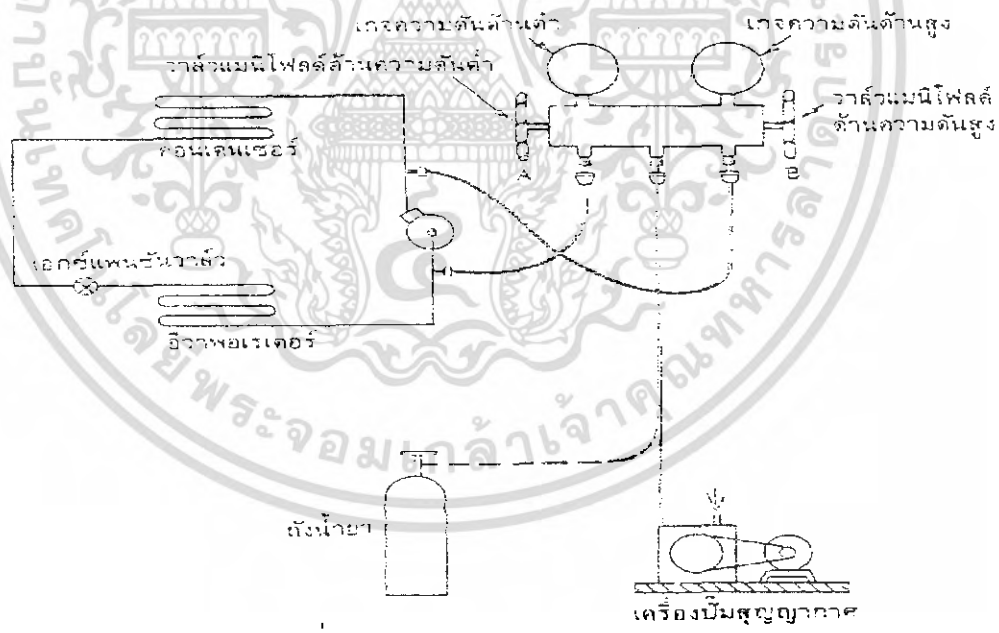
รูปที่ 3-20 ปั๊มสุญญากาศ

การทำสุญญากาศระบบควรทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ต่อชุดเกจแมนิโฟลด์เข้ากับวาล์วบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปิดวาล์วทั้งคู่ของเกจแมนิโฟลด์
3. ต่อสายท่อกลางของเกจแมนิโฟลด์เข้ากับปั๊มสุญญากาศ
4. เดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ
5. เข็มความดันของเกจวัดความดันต่ำเริ่มลดกว่าตำแหน่ง 0 (เกจวัดความดันสูงจะไม่สามารถอ่านค่าได้)
6. เมื่อเข็มวัดความดันต่ำอ่านค่าถึง -29.92 นิ้วปรอทให้เดินเครื่องปั๊มสุญญากาศต่อไปอีก 20 นาที
7. ถ้าเข็มของเกจวัดความดันต่ำไม่สามารถลดลงถึง -29.92 นิ้วปรอท ให้ทำการตรวจข้อต่อต่างๆ ใหม่หมด
8. เกจทางสุญญากาศที่อ่านได้ไม่เป็นที่น่าพอใจ ให้หมุนวาล์วทั้งคู่ของเกจของแมนิโฟลด์ ให้อยู่ในตำแหน่งปิด ถ้าค่าความดันสูงขึ้น (แต่ยังต่ำกว่า 0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) แสดงว่าระบบรั่ว ให้หยุดเครื่องปั๊มสุญญากาศ แล้วค้นหาที่รั่ว
9. ถ้าเกจทางสุญญากาศคงที่ อยู่ในขณะที่วาล์วทั้งคู่ของแมนิโฟลด์เกจ อยู่ในตำแหน่งปิด แสดงว่าปั๊มสุญญากาศไม่ดีพอ
10. ภายหลังจากเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ 20-30 นาที แล้วปิดวาล์วทั้งคู่ของเกจแมนิโฟลด์
11. หยุดเครื่องเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ
12. ขณะนี้ระบบทำสุญญากาศเรียบร้อย พร้อมที่จะชาร์จน้ำยาเข้าในระบบต่อไป



รูปที่ 3-21 การทำสุญญากาศระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

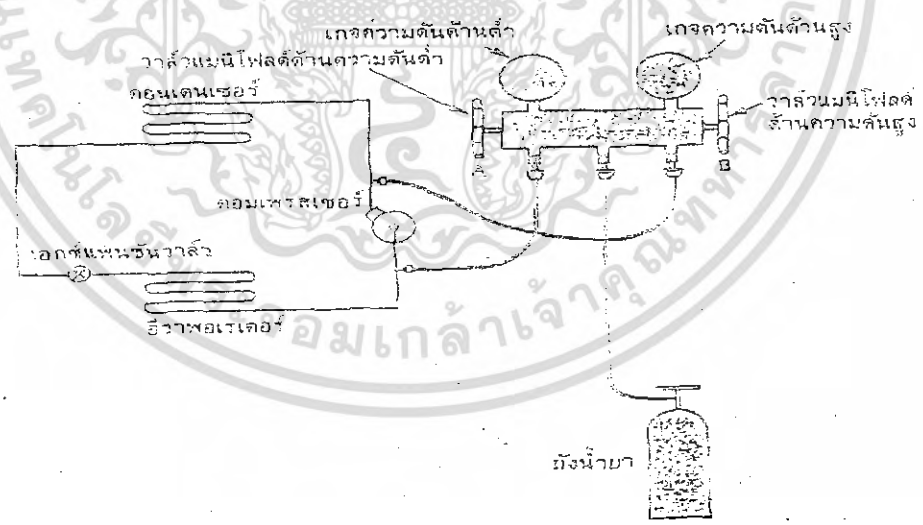
3.2.3 การชาร์จน้ำยาเข้าระบบ(Charging The System)

การชาร์จน้ำยาเข้าระบบเป็นการปฏิบัติต่อจากการทำสุญญากาศระบบ สายกลางของแมนิโฟลด์ที่ปลดออกจากปั๊มสุญญากาศ หลังจากสุญญากาศระบบแล้วจะถูกต่อเข้ากับท่อบรรจุน้ำยา

การชาร์จน้ำยาในสถานะไอเข้าในระบบทางด้านความดันต่ำ เป็นการชาร์จไอสารความเย็น เข้าในระบบทางด้านความดันต่ำ โดยเดินมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ดูดน้ำยาเข้าในระบบการเติมน้ำยาเข้าระบบโดยวิธีนี้จะใช้เวลาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เป็นวิธีที่ธรรมดาๆ และปลอดภัย

ลำดับการชาร์จน้ำยาในสถานะไอเข้าระบบมีดังนี้

1. ถอดปลายสายกลางของเกจแมนิโฟลด์ออกจากเครื่องปั๊ม แล้วต่อเข้ากับถังน้ำยา
2. เปิดวาล์วท่อน้ำยา (สถานะไอ)
3. ใช้น้ำยาในท่อไล่อากาศที่อยู่ในท่อของเกจแมนิโฟลด์ โดยคลายปลายสาย ด้านติดกับเกจแมนิโฟลด์ออกเล็กน้อยปล่อยให้น้ำยาจากในท่อไล่อากาศออกทิ้ง ขันปลายสายกลับแน่นดังเดิม
4. เปิดวาล์ว A ชาร์จน้ำยาเข้าระบบเล็กน้อย ที่ความดันเกจประมาณ 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แล้วปิดวาล์ว A
5. เดินมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของระบบเครื่องทำความเย็น
6. ค่อยเปิดวาล์ว A ควบคุมให้น้ำยาสถานะแก๊ส ชาร์จน้ำยาเข้าในระบบ สังเกตดูเข็มของเกจแมนิโฟลด์ทางด้านความดันสูงและความดันต่ำ ให้ได้ตามเกณฑ์
7. ปิดวาล์ว A เมื่อความดันในระบบทางด้านสูงและด้านต่ำได้ตามเกณฑ์
8. ทดลองเดินเครื่องทำความเย็นในขณะที่ยังติดเกจแมนิโฟลด์อยู่กับระบบอย่างน้อยประมาณ 3 ชั่วโมง



รูปที่ 3-22 การชาร์จน้ำยาในสถานะแก๊สเข้าในระบบทางด้านความดันต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการทดสอบ

3.3.1 ระบบปกติไม่เปิดน้ำ

1. เปิดเครื่องปรับอากาศ โดยตั้งอุณหภูมิที่ตัวเครื่องให้ต่ำสุด 15 °C และ ความเร็วรอบมอเตอร์ให้ได้ประสิทธิภาพการทำความเย็นมากที่สุด
2. ปรับอุณหภูมิภายในห้อง และ ภายนอกห้องให้เข้าสู่สภาวะทดสอบ ดังตารางที่ 3-1 ซึ่งมีวิธีการดังนี้

อุณหภูมิภายในห้อง		อุณหภูมิภายนอกห้อง	
อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	อุณหภูมิกระเปาะเปียก
27 ^{0}C	19 ^{0}C	35 ^{0}C	24 ^{0}C

ตารางที่ 3-1 สภาวะทดสอบ

2.1 วิธีการควบคุมสภาวะภายในห้องทำโดยปรับตัวความร้อนและ ตัวความชื้นให้เข้าสู่สภาวะทดสอบ

2.2 วิธีการควบคุมสภาวะภายนอกห้องทำโดยปรับตัวความร้อนและ ชิลเลอร์ให้เข้าสู่สภาวะทดสอบ

3. เมื่อควบคุมสภาวะห้องได้ตามสภาวะทดสอบ ทำการปรับปริมาณสารความเย็นในระบบปรับอากาศให้ได้ประสิทธิภาพการทำความเย็นมากที่สุด
4. กรณีอุณหภูมิห้องเปลี่ยนแปลงจากสภาวะทดสอบ ย้อนทำ ข้อ 2
5. กรณีอุณหภูมิห้องได้ตามสภาวะทดสอบแล้ว เดินเครื่องปรับอากาศต่ออีก 1 ชั่วโมง
6. หลังจากเดินเครื่องปรับอากาศครบ 1 ชั่วโมง ทำการเก็บค่าทุกๆ 10 นาที เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง
7. อุณหภูมิลมเข้า ลมออก Cooling pad วัดโดยใช้สาย Thermo couple ตำแหน่งทางเข้า 3 ตำแหน่ง ทางออก 3 ตำแหน่ง อ่านค่าอุณหภูมิ

3.3.2 ระบบปกติใส่ cooling pad ไม่เปิดน้ำ

1. เพิ่มอุปกรณ์ให้กับระบบ โดยใส่ cooling pad แต่ไม่เปิดน้ำ
2. ทำการทดลองเหมือนกรณีที่ 3.3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ระบบปกติใส่ cooling pad เปิดน้ำ

1. เปิดน้ำให้กับระบบ
2. ทำการทดลองเหมือนกรณีที่ 3.3.1

3.3.4 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำ

1. ติดตั้งวาล์วปรับอัตราการไหลที่ท่อทางเดินของน้ำ
2. **ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราการประหยัดพลังงาน ที่อัตราการไหลต่างๆตั้งแต่ 0-1000 ซีซีต่อชั่วโมง**
3. ทำการทดลองเหมือนกรณีที่ 3.3.3

3.3.5 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับระบบ

1. **ทดสอบหาประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราการประหยัดพลังงาน ที่อุณหภูมิน้ำต่าง ๆ ตั้งแต่ 10 – 40 ^{0}C**
2. ทำการทดลองเหมือนกรณีที่ 3.3.3

3.3.6 ทำการทดสอบเหมือนในกรณี 3.3.3 แต่ใส่ cooling pad เป็น 2 แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ระบบปกติไม่เปิดน้ำ

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 40% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor (Dry bulb°C)	27	27	26.5	27	26.5	27	27
Indoor (Wet bulb°C)	19	19	19.5	19	19.5	19	19
Outdoor (Dry bulb°C)	35	35	34.9	34.9	35	35.1	35
Outdoor (Wet bulb°C)	40	40	41	41	40	39	40
อุณหภูมิ Suction (°C)	13.5	14	14	14.5	14	14	14
ความดัน Suction (Psig)	84.5	84	83.5	83.5	83	84	84.5
ความดัน Discharge (Psig)	248	248	248	248	248	248	248
Sensible heat Capacity (W)	4.863	4.861	4.865	4.855	4.86	4.861	4.859
Latent heat Capacity (W)	0.501	0.511	0.505	0.497	0.503	0.499	0.505
Total Capacity (W)	5.364	5.372	5.37	5.352	5.363	5.36	5.364
Power Input (W)	1.451	1.451	1.453	1.454	1.452	1.45	1.452
COP.	3.696	3.702	3.695	3.680	3.693	3.696	3.694
EER	12.613	12.632	12.610	12.559	12.602	12.612	12.604
Current (A)	6.674	6.656	6.693	6.643	6.659	6.671	6.679
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 -1 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 40% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 45% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor (Dry bulb°C)	27.5	27	27	27	27	27.5	27.5
Indoor (Wet bulb°C)	19	19.5	19	19	19	19.5	19
Outdoor (Dry bulb°C)	35	34.9	34.9	35.1	35	35	35.1
Outdoor (Wet bulb°C)	45	44	44	45	45	46	45
อุณหภูมิ Suction (°C)	13.5	14	13.5	14.5	14	14	14.5
ความดัน Suction (Psig)	84.5	84.5	84	84.5	84	84	84
ความดัน Discharge (Psig)	250	250	250	250	250	250	250
Sensible heat Capacity (W)	4.865	4.862	4.867	4.859	4.861	4.863	4.859
Latent heat Capacity (W)	0.504	0.51	0.507	0.503	0.502	0.505	0.503
Total Capacity (W)	5.369	5.372	5.374	5.362	5.363	5.368	5.362
Power Input (W)	1.453	1.453	1.454	1.453	1.455	1.455	1.456
COP.	3.695	3.697	3.696	3.690	3.685	3.689	3.682
EER	12.607	12.614	12.610	12.591	12.576	12.588	12.565
Current (A)	6.674	6.656	6.693	6.643	6.659	6.671	6.679
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 -2 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 45% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 50% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor (Dry bulb°C)	27.5	27	27	27	27.5	27	27
Indoor (Wet bulb°C)	19	19	19.5	19	18.5	19	19
Outdoor (Dry bulb°C)	35	35	35	35.1	35	35	35.2
Outdoor (Wet bulb°C)	50	50	50.1	50	50	49.9	50
อุณหภูมิ Suction (°C)	14	15.5	13.5	14	14	13.5	13
ความดัน Suction (Psig)	84.5	84.5	84.5	84.5	84.5	84	84
ความดัน Discharge (Psig)	252	252	252	252	252	252	252
Sensible heat Capacity (W)	4.862	4.86	4.862	4.857	4.868	4.863	4.86
Latent heat Capacity (W)	0.505	0.513	0.502	0.496	0.495	0.501	0.503
Total Capacity (W)	5.367	5.373	5.364	5.353	5.363	5.364	5.363
Power Input (W)	1.45	1.452	1.453	1.45	1.451	1.449	1.449
COP.	3.701	3.700	3.691	3.691	3.696	3.701	3.701
EER	12.629	12.625	12.595	12.596	12.610	12.63	12.628
Current (A)	6.632	6.645	6.657	6.643	6.637	6.642	6.678
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 -3 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 50% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 55% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor (Dry bulb°C)	27.5	27	27.5	27	27	27	27
Indoor (Wet bulb°C)	19	19	19.5	19	19	19	19
Outdoor (Dry bulb°C)	35	35	34.9	35	35.1	35	35
Outdoor (Wet bulb°C)	54	55	55	55	56	55	55
อุณหภูมิ Suction (°C)	14	13.5	13.5	14	14	14	14
ความดัน Suction (Psig)	84	84	84.5	83.5	84	84	84
ความดัน Discharge (Psig)	250	250	250	250	250	250	250
Sensible heat Capacity (W)	4.862	4.864	4.865	4.861	4.86	4.862	4.859
Latent heat Capacity (W)	0.501	0.504	0.505	0.501	0.503	0.501	0.502
Total Capacity (W)	5.363	5.368	5.37	5.362	5.363	5.363	5.361
Power Input (W)	1.451	1.455	1.456	1.458	1.457	1.456	1.457
COP.	3.696	3.689	3.688	3.677	3.680	3.683	3.679
EER	12.610	12.588	12.584	12.548	12.559	12.567	12.554
Current (A)	6.674	6.663	6.653	6.669	6.669	6.674	6.683
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-4 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 55% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 60% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor (Dry bulb°C)	27	27	27	27	27.5	27	27
Indoor (Wet bulb°C)	19	19.5	19	19	19	19	19
Outdoor (Dry bulb°C)	35	35	34.9	34.9	34.9	35	35
Outdoor (Wet bulb°C)	60	55	60	60	61	60	60
อุณหภูมิ Suction (°C)	13.5	14	13.5	13	13	13.5	13.5
ความดัน Suction (Psig)	84.5	85	84.5	84.5	84	84.5	84.5
ความดัน Discharge (Psig)	252	252	252	252	252	252	252
Sensible heat Capacity (W)	4.867	4.865	4.863	4.86	4.859	4.861	4.862
Latent heat Capacity (W)	0.502	0.505	0.503	0.503	0.506	0.504	0.502
Total Capacity (W)	5.369	5.37	5.366	5.363	5.365	5.365	5.364
Power Input (W)	1.455	1.451	1.453	1.451	1.452	1.454	1.455
COP.	3.690	3.700	3.693	3.6960	3.694	3.689	3.686
EER	12.590	12.627	12.600	12.610	12.607	12.589	12.578
Current (A)	6.639	6.642	6.637	6.629	6.638	6.645	6.65
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-5 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 60% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 65% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor (Dry bulb°C)	27.5	27	27	27	27	27	27.5
Indoor (Wet bulb°C)	19.5	19	19	19	19	19	19
Outdoor (Dry bulb°C)	34.9	34.9	35	35	35.1	35	35
Outdoor (Wet bulb°C)	64	64	65	65	65	65	65
อุณหภูมิ Suction (°C)	13.5	14	14	14.5	14	14	14
ความดัน Suction (Psig)	83.5	84	84	83.5	84	84.5	84.5
ความดัน Discharge (Psig)	250	250	250	250	250	250	250
Sensible heat Capacity (W)	4.863	4.865	4.868	4.861	4.863	4.862	4.865
Latent heat Capacity (W)	0.502	0.503	0.505	0.501	0.5	0.503	0.502
Total Capacity (W)	5.365	5.368	5.373	5.362	5.363	5.365	5.367
Power Input (W)	1.455	1.452	1.454	1.455	1.453	1.454	1.457
COP.	3.687	3.696	3.695	3.685	3.690	3.689	3.683
EER	12.581	12.614	12.608	12.573	12.593	12.589	12.568
Current (A)	6.659	6.672	6.669	6.655	6.65	6.645	6.651
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 -6 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 65% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 70% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor (Dry bulb°C)	27	27.5	27	27	27	26.5	27
Indoor (Wet bulb°C)	19.5	19	19	19	19	19	19
ง Outdoor (Dry bulb°C)	35	35	35.1	35	35	34.9	34.9
Outdoor (Wet bulb°C)	71	70	70	71	69	70	70
อุณหภูมิ Suction (°C)	13	13.5	13.5	14	14	14	13.5
ความดัน Suction (Psig)	84	83.5	84	84	84.5	84	84
ความดัน Discharge (Psig)	250	250	250	250	250	250	250
Sensible heat Capacity (W)	4.867	4.868	4.866	4.862	4.863	4.86	4.859
Latent heat Capacity (W)	0.505	0.501	0.505	0.506	0.504	0.503	0.504
Total Capacity (W)	5.372	5.369	5.371	5.368	5.367	5.363	5.363
Power Input (W)	1.452	1.455	1.456	1.454	1.455	1.455	1.456
COP.	3.699	3.690	3.688	3.691	3.688	3.685	3.683
EER	12.623	12.590	12.586	12.59	12.585	12.576	12.567
Current (A)	6.674	6.656	6.693	6.643	6.659	6.671	6.679
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 -7 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 70% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 75% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor (Dry bulb°C)	27	27	27.5	27	27	27.5	27
Indoor (Wet bulb°C)	19.5	19	18.5	19	19	19.5	19
Outdoor (Dry bulb°C)	35	35.1	35.1	35	35	35	34.9
Outdoor (Wet bulb°C)	75	76	75	75	75	75	74
อุณหภูมิ Suction (°C)	14	13.5	14	14	14.5	14	14
ความดัน Suction (Psig)	84	84	84.5	84.5	84	84	84
ความดัน Discharge (Psig)	252	252	252	252	252	252	252
Sensible heat Capacity (W)	4.863	4.864	4.866	4.86	4.861	4.861	4.862
Latent heat Capacity (W)	0.502	0.506	0.503	0.501	0.502	0.503	0.505
Total Capacity (W)	5.365	5.37	5.369	5.361	5.363	5.364	5.367
Power Input (W)	1.452	1.455	1.457	1.454	1.458	1.454	1.455
COP.	3.694	3.690	3.684	3.687	3.678	3.689	3.688
EER	12.607	12.592	12.573	12.580	12.550	12.587	12.585
Current (A)	6.663	6.659	6.672	6.653	6.669	6.672	6.684
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-8 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 75% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 80% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor (Dry bulb°C)	27	27	27	27	26.5	27	27
Indoor (Wet bulb°C)	19	19	19.5	19	19.5	19	19
Outdoor (Dry bulb°C)	34.9	34.9	35	35	35	35	35
Outdoor (Wet bulb°C)	75	74	74	75	75	75	75
อุณหภูมิ Suction (°C)	13.5	13.5	14	14	13.5	15	14
ความดัน Suction (Psig)	84	84	84.5	84	84	84	83.5
ความดัน Discharge (Psig)	250	250	250	250	250	250	250
Sensible heat Capacity (W)	4.864	4.865	4.86	4.863	4.86	4.861	4.862
Latent heat Capacity (W)	0.506	0.505	0.506	0.505	0.508	0.504	0.501
Total Capacity (W)	5.37	5.37	5.366	5.368	5.368	5.365	5.363
Power Input (W)	1.456	1.458	1.454	1.453	1.457	1.454	1.455
COP.	3.688	3.683	3.690	3.694	3.684	3.689	3.6859
EER	12.584	12.566	12.592	12.605	12.570	12.589	12.576
Current (A)	6.671	6.665	6.652	6.663	6.672	6.654	6.669
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-9 การทดสอบเครื่องปรับอากาศปกติ ที่ 80% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ระบบปกติใส่ cooling pad ไม่เปิดน้ำ

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 40% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27.5	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19.5	19.5	19	18.5	19
outdoor room db Tem.	35	35.1	35.7	35	35.9	35	35
outdoor room wbTem.	39	40	40	40	40	40	40
Suction Tem.	13	13	13.5	13.5	13	13	13
Suction Pressure (psig)	81	82	81	81	82	82	81
Discharge Pressure(psig)	245	245	245	245	245	245	245
Sensible heat Capacity (W)	4.712	4.71	4.707	4.713	4.709	4.703	4.701
Latent heat Capacity (W)	0.507	0.509	0.511	0.512	0.507	0.499	0.502
Total Capacity (W)	5.219	5.219	5.218	5.225	5.216	5.202	5.203
Power Input (W)	1.46	1.461	1.463	1.461	1.464	1.462	1.463
COP.	3.574	3.572	3.566	3.576	3.562	3.558	3.556
EER	12.196	12.188	12.169	12.202	12.156	12.140	12.134
Current (A)	6.693	6.687	6.683	6.689	6.672	6.652	6.672
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่4-10 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 40% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	35°C 40%

ตารางที่4-11 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ 40% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 45% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27.5	27	27	27	27.5	27
Indoor room wb Tem.	18.5	19	19	19	19.5	19	19
outdoor room db Tem.	35	35.2	34.9	34.9	35	35.1	35.1
outdoor room wbTem.	45	45	44	44	45	45	46
Suction Tem.	13	13	13.5	14	13.5	13	13
Suction Pressure (psig)	82	81	81	82	85	82	81
Discharge Pressure(psig)	248	248	248	248	248	248	248
Sensible heat Capacity (W)	4.701	4.705	4.702	4.699	4.697	4.703	4.699
Latent heat Capacity (W)	0.507	0.503	0.501	0.498	0.499	0.501	0.498
Total Capacity (W)	5.208	5.208	5.203	5.197	5.196	5.204	5.197
Power Input (W)	1.462	1.463	1.464	1.462	1.463	1.462	1.462
COP.	3.562	3.559	3.553	3.554	3.551	3.559	3.554
EER	12.154	12.146	12.126	12.128	12.118	12.145	12.128
Current (A)	6.641	6.652	6.653	6.661	6.654	6.659	6.669
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-12 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 45% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 45%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	35°C 45%

ตารางที่4-13 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ 45% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 50% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27.5	27.5	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19.5	19	19	19.5	19.5	19
outdoor room db Tem.	35	35.1	35	34.9	35	35.1	35.2
outdoor room wbTem.	50	49	50	50	51	51	50
Suction Tem.	13	13	13.5	13	13	13	13.5
Suction Pressure (psig)	80	80	81	82	82	81	82
Discharge Pressure(psig)	250	250	250	250	250	250	250
Sensible heat Capacity (W)	4.697	4.695	4.701	4.7	4.695	4.697	4.698
Latent heat Capacity (W)	0.497	0.499	0.495	0.498	0.497	0.501	0.502
Total Capacity (W)	5.194	5.194	5.196	5.198	5.192	5.198	5.2
Power Input (W)	1.465	1.463	1.467	1.464	1.463	1.465	1.467
COP.	3.545	3.550	3.541	3.550	3.548	3.548	3.544
EER	12.096	12.113	12.085	12.114	12.108	12.106	12.094
Current (A)	6.641	6.652	6.652	6.661	6.653	6.663	6.674
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-14 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 50% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 50%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	35°C 50%

ตารางที่4-15 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ 50% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 55% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	26.5	26.5	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19	19.5	19	19	19
outdoor room db Tem.	35	35.1	35.1	35.2	35.3	35.2	35.2
outdoor room wbTem.	55	54	55	55	54	55	55
Suction Tem.	13.5	13	13.5	13.5	13	13	13
Suction Pressure (psig)	82	83	83	82	82	83	82
Discharge Pressure(psig)	248	248	248	248	248	248	248
Sensible heat Capacity (W)	4.695	4.693	4.697	4.697	4.691	4.693	4.695
Latent heat Capacity (W)	0.495	0.497	0.496	0.499	0.495	0.497	0.497
Total Capacity (W)	5.19	5.19	5.193	5.196	5.186	5.19	5.192
Power Input (W)	1.469	1.467	1.463	1.462	1.464	1.461	1.462
COP.	3.533	3.537	3.549	3.554	3.542	3.552	3.551
EER	12.054	12.071	12.111	12.126	12.086	12.120	12.117
Current (A)	6.681	6.682	6.672	6.661	6.66	6.673	6.672
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-16 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 55% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 55%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	35°C 55%

ตารางที่4-17 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ 55% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 60% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27.5	27	27	27	27.5	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19.5	19.5	19	19	19
outdoor room db Tem.	35	35	35.1	35	34.9	34.9	35
outdoor room wbTem.	60	61	60	60	59	60	60
Suction Tem.	13.5	13	17	13.5	13	13	13
Suction Pressure (psig)	80	81	80	81	81	81	82
Discharge Pressure(psig)	250	250	250	250	250	250	250
Sensible heat Capacity (W)	4.691	4.69	4.869	4.691	4.689	4.691	4.689
Latent heat Capacity (W)	0.491	0.492	0.49	0.495	0.49	0.489	0.491
Total Capacity (W)	5.182	5.182	5.179	5.186	5.179	5.18	5.18
Power Input (W)	1.465	1.463	1.464	1.467	1.469	1.467	1.465
COP.	3.537	3.542	3.537	3.535	3.525	3.531	3.535
EER	12.068	12.085	12.070	12.061	12.029	12.0478	12.064
Current (A)	6.652	6.649	6.646	6.637	6.655	6.664	6.672
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่4-18 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 60% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 60%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	35°C 60%

ตารางที่4-19 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ 60% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 65% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	26.5	27	27	27.5	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19	19.5	19.5	19	19
outdoor room db Tem.	35	35	35.1	34.9	34.9	35	35.1
outdoor room wbTem.	65	65	64	65	65	66	65
Suction Tem.	13.5	14	13.5	14	13.5	13	13
Suction Pressure (psig)	80	80	81	81	81	81	82
Discharge Pressure(psig)	252	252	252	252	252	252	252
Sensible heat Capacity (W)	4.694	4.691	4.689	4.695	4.689	4.689	4.695
Latent heat Capacity (W)	0.489	0.49	0.492	0.487	0.489	0.489	0.491
Total Capacity (W)	5.183	5.181	5.181	5.182	5.178	5.178	5.186
Power Input (W)	1.464	1.466	1.465	1.462	1.463	1.467	1.465
COP.	3.540	3.534	3.536	3.544	3.539	3.529	3.539
EER	12.079	12.058	12.066	12.093	12.076	12.043	12.078
Current (A)	6.651	6.649	6.635	6.637	6.646	6.655	6.653
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-20 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 65% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 65%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	35°C 65%

ตารางที่4-21 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ 65% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 70% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27.5	27	27.5	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19.5	19.5	19	19	19
outdoor room db Tem.	35	35	35.1	34.9	35	35	35
outdoor room wbTem.	70	71	70	70	69	69	70
Suction Tem.	13	13.5	13	13	13.5	14	14
Suction Pressure (psig)	80	80	81	81	81	82	82
Discharge Pressure(psig)	250	250	250	250	250	250	250
Sensible heat Capacity (W)	4.693	4.691	4.688	4.689	4.687	4.689	4.686
Latent heat Capacity (W)	0.487	0.489	0.49	0.489	0.487	0.488	0.492
Total Capacity (W)	5.18	5.18	5.178	5.178	5.174	5.177	5.178
Power Input (W)	1.462	1.46	1.465	1.463	1.463	1.465	1.463
COP.	3.543	3.547	3.534	3.539	3.536	3.533	3.539
EER	12.089	12.105	12.059	12.076	12.066	12.057	12.076
Current (A)	6.657	6.648	6.643	6.651	6.652	6.65	6.653
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-22 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 70% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 70%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	35°C 70%

ตารางที่4-23 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ 70% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 75% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27.5	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19.5	19.5	19	19	19	19.5
outdoor room db Tem.	34.9	34.9	35	35	35.1	35	35.1
outdoor room wbTem.	75	75	74	75	76	76	75
Suction Tem.	13.5	13.5	13	13.5	13.5	14	14
Suction Pressure (psig)	84.5	84.5	84.5	84.5	84	84	84
Discharge Pressure(psig)	250	250	250	250	250	250	250
Sensible heat Capacity (W)	4.689	4.686	4.688	4.689	4.69	4.691	4.689
Latent heat Capacity (W)	0.49	0.486	0.487	0.49	0.489	0.491	0.489
Total Capacity (W)	5.179	5.172	5.175	5.179	5.179	5.182	5.178
Power Input (W)	1.467	1.465	1.464	1.461	1.463	1.462	1.464
COP.	3.530	3.530	3.534	3.544	3.539	3.544	3.536
EER	12.045	12.045	12.060	12.094	12.078	12.093	12.067
Current (A)	6.663	6.659	6.667	6.654	6.654	6.663	6.66
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-24 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 75% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 75%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	35°C 75%

ตารางที่4-25 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ 75% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 80% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27.5	27	27	27.5	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19.5	19	19.5	19	19
outdoor room db Tem.	35	35	34.9	34.9	35	35	35.1
outdoor room wbTem.	80	81	80	79	79	80	80
Suction Tem.	13	13.5	14	13.5	13.5	13	13
Suction Pressure (psig)	84.5	84.5	85	85	85	85	85
Discharge Pressure(psig)	252	252	252	252	252	252	252
Sensible heat Capacity (W)	4.687	4.688	4.689	4.689	4.685	4.684	4.687
Latent heat Capacity (W)	0.489	0.491	0.49	0.488	0.489	0.488	0.488
Total Capacity (W)	5.176	5.179	5.179	5.177	5.174	5.172	5.175
Power Input (W)	1.465	1.467	1.467	1.465	1.467	1.465	1.467
COP.	3.533	3.530	3.530	3.533	3.526	3.530	3.527
EER	12.054	12.045	12.045	12.057	12.033	12.045	12.036
Current (A)	6.664	6.659	6.67	6.654	6.659	6.663	6.673
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-26 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ไม่เปิดน้ำ ที่ 80% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 80%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	35°C 80%

ตารางที่4-27 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ 80% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ระบบปกติใส่ cooling pad เปิดน้ำ

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 40% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27.5	27.5	27.5
Indoor room wb Tem.	19.25	19	19.25	19	19	19.25	19
outdoor room db Tem.	35	35	34.8	34.9	35	35	35
outdoor room wbTem.	40	40	41	40	40	39	39
Suction Tem.	14.5	14.5	14	14	14	14	14
Suction Pressure (psig)	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5
Discharge Pressure(psig)	195	195	195	195	195	195	195
Sensible heat Capacity (W)	5.075	5.044	5.038	5.032	5.119	5.025	5.034
Latent heat Capacity (W)	0.526	0.521	0.524	0.526	0.522	0.524	0.523
Total Capacity (W)	5.601	5.565	5.562	5.558	5.641	5.549	5.557
Power Input (W)	1.355	1.351	1.352	1.356	1.354	1.355	1.354
COP.	4.133	4.119	4.1139	4.098	4.166	4.095	4.104
EER	14.1	14.05	14.03	13.985	14.214	13.972	14.003
Current (A)	6.405	6.418	6.421	6.401	6.446	6.417	6.394
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-28 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 40% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	29°C 73.5%

ตารางที่4-29 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 40% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 45% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	26.5	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19.25	19.25	19	19	19
outdoor room db Tem.	34.8	35	34.9	35	35.1	35.2	35
outdoor room wbTem.	45	44	45	46	45	46	45
Suction Tem.	14	14.5	15	15	14.5	14.5	15
Suction Pressure (psig)	80	80	80	80	80	80	80
Discharge Pressure(psig)	200	200	200	200	200	200	200
Sensible heat Capacity (W)	5.014	5.021	5.043	5.027	5.014	5.125	5.117
Latent heat Capacity (W)	0.561	0.537	0.512	0.548	0.511	0.511	0.52
Total Capacity (W)	5.575	5.558	5.565	5.575	5.525	5.636	5.637
Power Input (W)	1.375	1.379	1.376	1.375	1.378	1.379	1.375
COP.	4.054	4.030	4.044	4.054	4.009	4.087	4.099
EER	13.834	13.751	13.799	13.834	13.680	13.944	13.987
Current (A)	6.665	6.688	6.641	6.637	6.611	6.625	6.631
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-30 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 45% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 45%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	30°C 73.5%

ตารางที่4-31 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 45% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 50% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	26.5	26.5	27	27	27.5	27
Indoor room wb Tem.	19	19.25	19.25	19	19	19.25	19
outdoor room db Tem.	35	35.1	35.2	34.5	35	34.8	35
outdoor room wbTem.	50	50	50	51	50	49	49
Suction Tem.	14	13.5	14	13.5	13.5	14	14
Suction Pressure (psig)	81	81	81	81	81	81	81
Discharge Pressure(psig)	205	205	205	205	205	205	205
Sensible heat Capacity (W)	5.012	5.007	5.015	5.009	5.001	5.017	5.013
Latent heat Capacity (W)	0.521	0.534	0.526	0.517	0.519	0.52	0.511
Total Capacity (W)	5.533	5.541	5.541	5.526	5.52	5.537	5.524
Power Input (W)	1.393	1.395	1.397	1.395	1.396	1.398	1.394
COP.	3.972	3.972	3.966	3.961	3.954	3.960	3.962
EER	13.552	13.552	13.533	13.515	13.491	13.513	13.520
Current (A)	6.635	6.663	6.651	6.643	6.647	6.645	6.631
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-32 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 50% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 50%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	31°C 73.5%

ตารางที่4-33 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 50% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 55% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19.25	19	19.5	19.25	19	19
outdoor room db Tem.	35.1	35	35	35.1	34.9	35	35
outdoor room wbTem.	54	55	55	54	55	55	55
Suction Tem.	13.5	14	14	14.5	14	14.5	14
Suction Pressure (psig)	83	83	83	83	83	83	83
Discharge Pressure(psig)	212	212	212	212	212	212	212
Sensible heat Capacity (W)	5.006	5.003	5.011	5.015	5.013	5.009	5.007
Latent heat Capacity (W)	0.512	0.521	0.517	0.527	0.522	0.515	0.511
Total Capacity (W)	5.518	5.524	5.528	5.542	5.535	5.524	5.518
Power Input (W)	1.42	1.417	1.416	1.415	1.416	1.413	1.416
COP.	3.885	3.898	3.903	3.916	3.908	3.909	3.896
EER	13.258	13.301	13.320	13.363	13.337	13.338	13.296
Current (A)	6.647	6.651	6.668	6.645	6.657	6.635	6.667
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-34 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 55% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 55%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	31.6°C 76.5%

ตารางที่4-35 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 55% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 60% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19.5	19.25	19	19	19.25	19
outdoor room db Tem.	35	34.9	35	35	35.1	35	35
outdoor room wbTem.	60	61	60	61	60	59	60
Suction Tem.	14	13.5	13	13	13.5	14	14
Suction Pressure (psig)	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5
Discharge Pressure(psig)	215	215	215	215	215	215	215
Sensible heat Capacity (W)	5.009	4.997	5.006	5.002	4.989	4.995	4.998
Latent heat Capacity (W)	0.506	0.517	0.511	0.509	0.511	0.51	0.507
Total Capacity (W)	5.515	5.514	5.517	5.511	5.5	5.505	5.505
Power Input (W)	1.428	1.43	1.431	1.429	1.431	1.432	1.431
COP.	3.862	3.855	3.855	3.856	3.843	3.844	3.846
EER	13.177	13.156	13.154	13.158	13.113	13.116	13.125
Current (A)	6.638	6.647	6.657	6.635	6.649	6.668	6.657
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-36 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 60% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 60%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	32°C 72.5%

ตารางที่4-37 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 60% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 65% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19	19	19	19	19
outdoor room db Tem.	35	35.1	35.2	35	35	34.9	35
outdoor room wbTem.	65	66	65	65	64	65	65
Suction Tem.	13.5	14	14	13.5	13.5	14	14
Suction Pressure (psig)	84	84	84	84	84	84	84
Discharge Pressure(psig)	221	221	221	221	221	221	221
Sensible heat Capacity (W)	4.983	4.995	4.985	4.997	4.999	5.002	5.001
Latent heat Capacity (W)	0.497	0.503	0.498	0.501	0.503	0.499	0.505
Total Capacity (W)	5.48	5.498	5.483	5.498	5.502	5.501	5.506
Power Input (W)	1.439	1.44	1.441	1.44	1.437	1.441	1.437
COP.	3.808	3.818	3.804	3.818	3.828	3.817	3.831
EER	12.993	13.027	12.982	13.027	13.063	13.025	13.073
Current (A)	6.647	6.663	6.665	6.659	6.653	6.663	6.664
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-38 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 65% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 65%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	32.8°C 72.7%

ตารางที่4-39 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 65% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 70% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27.5	27.5	27	27	27.5
Indoor room wb Tem.	19	19.5	19	19	19.5	19.5	19
outdoor room db Tem.	35	35	35	34.9	34.9	35	35.1
outdoor room wbTem.	75	75	75	76	76	75	74
Suction Tem.	13.5	14	14	14.5	14	13.5	13.5
Suction Pressure (psig)	84.5	84.5	84.5	84.5	84.5	84.5	84.5
Discharge Pressure(psig)	225	225	225	225	225	225	225
Sensible heat Capacity (W)	4.995	4.993	4.983	4.997	4.987	4.987	4.993
Latent heat Capacity (W)	0.497	0.495	0.498	0.497	0.503	0.054	0.497
Total Capacity (W)	5.492	5.488	5.481	5.494	5.49	5.491	5.49
Power Input (W)	1.44	1.442	1.441	1.443	1.442	1.444	1.443
COP.	3.813	3.805	3.803	3.807	3.807	3.802	3.804
EER	13.012	12.985	12.977	12.990	12.990	12.974	12.981
Current (A)	6.663	6.659	6.667	6.663	6.654	6.659	6.663
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-40 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 70% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 70%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	33.2°C 75.5%

ตารางที่4-41 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 70% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 75% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19	19	19	19	19
outdoor room db Tem.	35	34.9	35	35	35.1	35	34.9
outdoor room wbTem.	70	70	71	70	70	70	69
Suction Tem.	14	14.5	14	14	13.5	13.5	13.5
Suction Pressure (psig)	84.5	84.5	84.5	84.5	84.5	84.5	84.5
Discharge Pressure(psig)	230	230	230	230	230	230	230
Sensible heat Capacity (W)	4.995	4.982	4.997	4.981	4.977	4.983	4.991
Latent heat Capacity (W)	0.495	0.499	0.503	0.502	0.495	0.497	0.499
Total Capacity (W)	5.49	5.481	5.5	5.483	5.472	5.48	5.49
Power Input (W)	1.445	1.447	1.448	1.446	1.447	1.448	1.446
COP.	3.799	3.787	3.798	3.791	3.781	3.784	3.796
EER	12.963	12.924	12.959	12.937	12.902	12.912	12.954
Current (A)	6.647	6.653	6.662	6.657	6.659	6.667	6.649
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-42 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 75% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 75%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	33.8°C 82.5%

ตารางที่4-43 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 75% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 80% RH

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27.5	27.5	27.3	27.3	27.2	27.2
Indoor room wb Tem.	19	19	19	19.2	19.1	19	19
outdoor room db Tem.	35	35.1	35.1	35.1	35	35	35
outdoor room wbTem.	80	80	80	80	81	80	80
Suction Tem.	13.5	13	12.5	13.5	13.5	13	12.5
Suction Pressure (psig)	85	85	85	85	85	85	85
Discharge Pressure(psig)	240	240	240	240	240	240	240
Sensible heat Capacity (W)	4.991	4.993	4.982	4.984	4.993	4.992	4.995
Latent heat Capacity (W)	0.492	0.493	0.494	0.495	0.493	0.495	0.491
Total Capacity (W)	5.483	5.486	5.476	5.479	5.486	5.487	5.486
Power Input (W)	1.453	1.451	1.453	1.454	1.455	1.457	1.455
COP.	3.773	3.780	3.768	3.768	3.770	3.765	3.770
EER	12.875	12.900	12.858	12.857	12.864	12.849	12.864
Current (A)	6.652	6.653	6.654	6.655	6.656	6.657	6.634
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4-44 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 80% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 80%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	33.9°C 86%

ตารางที่4-45 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 80% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำ ที่ 0 – 1000 cc/hr

กรณีไม่มีการไหลของน้ำ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 40% RH และ อุณหภูมิน้ำ 25 °C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19	19	19	18.5	19
outdoor room db Tem.	35	35.1	35.2	35	35.1	35	35
outdoor room wbTem.	39	40	40	41	40	40	40
Suction Tem.	14	14	13.5	13.5	14	14	14
Suction Pressure (psig)	81	82	81	81	82	82	81
Discharge Pressure(psig)	245	245	245	245	245	245	245
Sensible heat Capacity (W)	4.875	4.879	4.874	4.878	4.877	4.88	4.881
Latent heat Capacity (W)	0.487	0.489	0.486	0.487	0.485	0.486	0.487
Total Capacity (W)	5.362	5.368	5.36	5.365	5.362	5.366	5.368
Power Input (W)	1.439	1.44	1.441	1.438	1.439	1.441	1.44
COP.	3.726	3.727	3.719	3.730	3.726	3.719	3.727
EER	12.713	12.719	12.691	12.729	12.713	12.691	12.719
Current (A)	6.693	6.687	6.683	6.689	6.672	6.652	6.672
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 – 46 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่ไม่มีการไหลของน้ำ

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	35°C 40%

ตารางที่ 4 - 47 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีอัตราการไหลของน้ำ 100 cc/hr ที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 40% RH และ อุณหภูมิน้ำ 25 °C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27.5	27.5	27.5
Indoor room wb Tem.	19.25	19	19.25	19.5	19.5	19.25	19
outdoor room db Tem.	34.9	35	34.7	34.9	35.1	35	34.8
outdoor room wbTem.	40	40	41	40	40	39	39
Suction Tem.	12.5	13.5	13	13.5	13	13	13.5
Suction Pressure (psig)	81	81	81	81	81	81	81
Discharge Pressure(psig)	235	235	235	235	235	235	235
Sensible heat Capacity (W)	5.001	4.998	4.997	5.001	4.999	4.997	5
Latent heat Capacity (W)	0.499	0.497	0.5	0.499	0.501	0.497	0.498
Total Capacity (W)	5.5	5.495	5.497	5.5	5.5	5.494	5.498
Power Input (W)	1.437	1.435	1.436	1.434	1.435	1.433	1.435
COP.	3.827	3.829	3.827	3.835	3.832	3.833	3.831
EER	13.059	13.065	13.061	13.086	13.077	13.081	13.072
Current (A)	6.405	6.418	6.421	6.401	6.446	6.417	6.394
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 – 48 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 100 cc/hr

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	34.2°C 46.4%

ตารางที่ 4 – 49 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีอัตราการไหลของน้ำ 200 cc/hr ที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 40% RH และ อุณหภูมิน้ำ 25 °C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19.25	19.25	19.25	19.25	19
outdoor room db Tem.	35	35	34.9	35	35.1	35	35
outdoor room wbTem.	40	40	40	40	40	40	40
Suction Tem.	14	14.5	14	14.5	14	14	14
Suction Pressure (psig)	81	81	81	81	81	81	81
Discharge Pressure(psig)	220	220	220	220	220	220	220
Sensible heat Capacity (W)	5.009	5.01	5.007	5.009	5.011	5.01	5.009
Latent heat Capacity (W)	0.499	0.497	0.5	0.499	0.501	0.497	0.498
Total Capacity (W)	5.508	5.507	5.507	5.508	5.512	5.507	5.507
Power Input (W)	1.427	1.429	1.425	1.427	1.429	1.425	1.425
COP.	3.859	3.853	3.864	3.859	3.857	3.864	3.864
EER	13.169	13.148	13.185	13.169	13.160	13.185	13.185
Current (A)	6.435	6.417	6.421	6.405	6.436	6.427	6.434
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 – 50 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 200 cc/hr

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	33.8°47.7%

ตารางที่ 4 - 51 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีอัตราการไหลของน้ำ 300 cc/hr ที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 40% RH และ อุณหภูมิน้ำ 25 °C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27.5	27.5	27.5
Indoor room wb Tem.	19.25	19	19.25	19.5	19.5	19.25	19
outdoor room db Tem.	34.9	35	34.7	34.9	35.1	35	34.8
outdoor room wbTem.	40	40	41	40	40	39	39
Suction Tem.	14	14	14	14.5	14	14.5	14
Suction Pressure (psig)	81	81	81	81	81	81	81
Discharge Pressure(psig)	215	215	215	215	215	215	215
Sensible heat Capaeity (W)	5.011	5.013	5.008	5.011	5.013	5.01	5.012
Latent heat Capacity (W)	0.5	0.499	0.501	0.498	0.502	0.501	0.5
Total Capacity (W)	5.511	5.512	5.509	5.509	5.515	5.511	5.512
Power Input (W)	1.415	1.416	1.414	1.416	1.415	1.417	1.413
COP.	3.894	3.892	3.896	3.890	3.897	3.889	3.900
EER	13.288	13.281	13.293	13.274	13.298	13.269	13.309
Current (A)	6.405	6.418	6.421	6.401	6.446	6.417	6.394
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 - 52 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 300 cc/hr

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	33.2°C 53.4%

ตารางที่ 4 - 53 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีอัตราการไหลของน้ำ 400 cc/hr ที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 40% RH และ อุณหภูมิน้ำ 25 °C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27.5	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19.25	19	19.25	19	19	19.25	19
outdoor room db Tem.	35	35	35.1	35.1	35	35	35
outdoor room wbTem.	40	40	41	40	40	39	39
Suction Tem.	13.5	13.5	14	13.5	14	14	14
Suction Pressure (psig)	81	81	81	81	81	81	81
Discharge Pressure(psig)	210	210	210	210	210	210	210
Sensible heat Capacity (W)	5.015	5.014	5.018	5.012	5.013	5.015	5.014
Latent heat Capacity (W)	0.503	0.502	0.504	0.501	0.502	0.504	0.503
Total Capacity (W)	5.518	5.516	5.522	5.513	5.515	5.519	5.517
Power Input (W)	1.413	1.409	1.412	1.413	1.409	1.413	1.414
COP.	3.905	3.914	3.910	3.901	3.914	3.905	3.901
EER	13.324	13.357	13.343	13.312	13.354	13.326	13.312
Current (A)	6.405	6.418	6.421	6.401	6.446	6.417	6.394
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 - 54 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 400 cc/hr

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	32.4°C 57.6%

ตารางที่ 4 - 55 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีอัตราการไหลของน้ำ 500 cc/hr ที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 40% RH และ อุณหภูมิน้ำ 25°C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19.25	19	19	19.25	19
outdoor room db Tem.	35	35	35	35	35	35	35
outdoor room wbTem.	40	39	39	40	40	40	41
Suction Tem.	13.5	13.5	14	13.5	14	14	14
Suction Pressure (psig)	80	80	80	80	80	80	80
Discharge Pressure(psig)	205	205	205	205	205	205	205
Sensible heat Capacity (W)	5.02	5.019	5.022	5.021	5.017	5.019	5.015
Latent heat Capacity (W)	0.505	0.507	0.506	0.503	0.506	0.505	0.503
Total Capacity (W)	5.525	5.526	5.528	5.524	5.523	5.524	5.518
Power Input (W)	1.407	1.405	1.406	1.405	1.407	1.403	1.402
COP.	3.926	3.933	3.9317	3.931	3.925	3.937	3.935
EER	13.398	13.419	13.414	13.414	13.393	13.433	13.428
Current (A)	6.416	6.419	6.422	6.408	6.445	6.419	6.434
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 – 56 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 500 cc/hr

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	31.2°C 61.5%

ตารางที่ 4 - 57 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีอัตราการไหลของน้ำ 600 cc/hr ที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 40% RH และ อุณหภูมิน้ำ 25 °C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19.25	19.25	19	19	19.25
outdoor room db Tem.	35	35	35.1	35	35.1	35	35
outdoor room wbTem.	40	40	40	40	40	40	40
Suction Tem.	13.5	14	14.5	14	14	14	14.5
Suction Pressure (psig)	80	80	80	80	80	80	80
Discharge Pressure(psig)	200	200	200	200	200	200	200
Sensible heat Capacity (W)	5.069	5.067	5.065	5.068	5.069	5.067	5.065
Latent heat Capacity (W)	0.52	0.518	0.517	0.518	0.515	0.517	0.519
Total Capacity (W)	5.589	5.585	5.582	5.586	5.584	5.584	5.584
Power Input (W)	1.391	1.392	1.393	1.391	1.39	1.392	1.39
COP.	4.017	4.012	4.007	4.015	4.017	4.011	4.017
EER	13.709	13.689	13.672	13.701	13.706	13.687	13.706
Current (A)	6.409	6.415	6.425	6.411	6.436	6.419	6.435
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 – 58 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 600 cc/hr

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	30°C 65.4%

ตารางที่ 4 – 59 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีอัตราการไหลของน้ำ 700 cc/hr ที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 40% RH และ อุณหภูมิน้ำ 25 °C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19	19	19	19	19
outdoor room db Tem.	35	35	35.1	35	35	35	35
outdoor room wbTem.	40	40	40	40	40	40	40
Suction Tem.	14.5	14	14	14.5	14	14	14
Suction Pressure (psig)	80	80	80	80	80	80	80
Discharge Pressure(psig)	197	197	197	197	197	197	197
Sensible heat Capacity (W)	5.079	5.081	5.079	5.082	5.078	5.08	5.081
Latent heat Capacity (W)	0.529	0.527	0.53	0.532	0.528	0.529	0.527
Total Capacity (W)	5.608	5.608	5.609	5.614	5.606	5.609	5.608
Power Input (W)	1.353	1.35	1.351	1.349	1.35	1.351	1.353
COP.	4.144	4.154	4.1517	4.161	4.152	4.151	4.144
EER	14.142	14.173	14.165	14.199	14.168	14.165	14.142
Current (A)	6.416	6.42	6.423	6.411	6.438	6.429	6.418
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 – 60 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 700 cc/hr

หัวข้อ	ผลการทดสอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	28.8°C 73.8%

ตารางที่ 4 - 61 ผลการทดสอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีอัตราการไหลของน้ำ 800 cc/hr ที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 40% RH และ อุณหภูมิน้ำ 25 °C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19.25	19	19.25	19.25	19
outdoor room db Tem.	35	35	34.9	35	35	35	35
outdoor room wbTem.	40	40	40	40	40	41	40
Suction Tem.	14.5	14.5	14	14	14	14	14.5
Suction Pressure (psig)	80	80	80	80	80	80	80
Discharge Pressure(psig)	197	197	197	197	197	197	197
Sensible heat Capacity (W)	5.075	5.074	5.078	5.082	5.079	5.075	5.074
Latent heat Capacity (W)	0.526	0.521	0.524	0.526	0.522	0.519	0.52
Total Capacity (W)	5.601	5.595	5.602	5.608	5.601	5.594	5.594
Power Input (W)	1.355	1.351	1.352	1.356	1.354	1.355	1.354
COP.	4.133	4.141	4.143	4.135	4.136	4.128	4.131
EER	14.103	14.13	14.137	14.110	14.114	14.086	14.096
Current (A)	6.419	6.417	6.423	6.418	6.423	6.419	6.428
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 – 62 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 800 cc/hr

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	29°C 73.5%

ตารางที่ 4 - 63 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีอัตราการไหลของน้ำ 900 cc/hr ที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 40% RH และ อุณหภูมิน้ำ 25 °C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19.25	19.25	19.25	19	19
outdoor room db Tem.	35	35	34.9	34.9	35	35	34.9
outdoor room wbTem.	40	40	40	40	40	40	41
Suction Tem.	14.5	14	14	14.5	14	14	14.5
Suction Pressure (psig)	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5
Discharge Pressure(psig)	195	195	195	195	195	195	195
Sensible heat Capacity (W)	5.053	5.054	5.048	5.052	5.049	5.045	5.044
Latent heat Capacity (W)	0.528	0.521	0.523	0.526	0.526	0.525	0.529
Total Capacity (W)	5.581	5.575	5.571	5.578	5.575	5.57	5.573
Power Input (W)	1.356	1.36	1.357	1.356	1.355	1.354	1.352
COP.	4.115	4.099	4.105	4.113	4.114	4.113	4.122
EER	14.043	13.986	14.007	14.035	14.038	14.036	14.034
Current (A)	6.415	6.417	6.422	6.415	6.417	6.419	6.426
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 – 64 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 900 cc/hr

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	29.25°C 73.5%

ตารางที่ 4 - 65 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีอัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr ที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 40% RH และ อุณหภูมิน้ำ 25°C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19	19	19	19	19
outdoor room db Tem.	35	35	35	35	35	35	35
outdoor room wbTem.	40	41	41	40	40	39	40
Suction Tem.	14	14.5	14	14	14.5	14	14.5
Suction Pressure (psig)	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5
Discharge Pressure(psig)	195	195	195	195	195	195	195
Sensible heat Capacity (W)	5.075	5.044	5.038	5.032	5.119	5.025	5.034
Latent heat Capacity (W)	0.526	0.521	0.524	0.526	0.522	0.524	0.523
Total Capacity (W)	5.601	5.565	5.562	5.558	5.641	5.549	5.557
Power Input (W)	1.355	1.351	1.352	1.356	1.354	1.355	1.354
COP.	4.133	4.119	4.113	4.098	4.166	4.095	4.104
EER	14.1	14.05	14.03	13.985	14.214	13.972	14.003
Current (A)	6.405	6.418	6.421	6.401	6.446	6.417	6.394
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 - 66 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลน้ำ 1000 cc/hr

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	29°C 73.5%

ตารางที่ 4 - 67 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับระบบ 10 ถึง 40°C

อุณหภูมิน้ำที่ 10°C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ 40% RH และ อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27	27	27.5
Indoor room wb Tem.	19	19	19	19	19	19.25	19.25
outdoor room db Tem.	35	35	35.1	35	35	35	35
outdoor room wb Tem.	24	24	24	24	24	24.5	24.5
Suction Tem.	14.5	14.5	14.5	14.5	15	15	15
Suction Pressure Psig	80	80	80	80	80	80	80
Sensible heat Capacity (W)	5.711	5.713	5.722	5.726	5.735	5.741	5.755
Latent heat Capacity (W)	0.368	0.369	0.375	0.379	0.383	0.381	0.377
Total Capacity (W)	6.079	6.082	6.097	6.105	6.118	6.122	6.132
Power Input (W)	1.274	1.278	1.272	1.279	1.278	1.272	1.278
COP. W/W	4.771	4.758	4.793	4.773	4.787	4.812	4.798
EER. Btu/hr/W	16.284	16.241	16.358	16.290	16.337	16.425	16.375
Current (A)	4.43	4.435	4.439	4.432	4.421	4.422	4.43
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 – 68 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 10°C

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	23.9°C 73.5%

ตารางที่ 4 – 69 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิน้ำที่ 15°C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ 40% RH และ อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27.5	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19	19.25	19.25	19.25	19
outdoor room db Tem.	35	35	35	35	35.1	35	35
outdoor room wb Tem.	24	24	24	24.5	24.5	24.5	24
Suction Tem.	14.5	14.5	14.5	14	14	14.5	14
Suction Pressure Psig	80	80	80	80	80	80	80
Sensible heat Capacity (W)	5.555	5.556	5.523	5.529	5.533	5.522	5.522
Latent heat Capacity (W)	0.415	0.418	0.416	0.411	0.413	0.411	0.416
Total Capacity (W)	5.97	5.974	5.939	5.94	5.946	5.933	5.938
Power Input (W)	1.308	1.307	1.303	1.298	1.296	1.297	1.298
COP. W/W	4.564	4.570	4.557	4.576	4.587	4.574	4.574
EER. Btu/hr/W	15.576	15.599	15.555	15.617	15.657	15.611	15.612
Current (A)	4.452	4.454	4.45	4.458	4.454	4.453	4.452
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 – 70 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 15°C

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	25°C 73.5%

ตารางที่ 4 -71 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิน้ำที่ 20°C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ 40% RH และ อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27.5	27.5	27
Indoor room wb Tem.	19	19.5	19.5	19	19	19	19
outdoor room db Tem.	35	35	35	35.1	35.1	35.1	35
outdoor room wb Tem.	24	24.5	24.5	24	24	24.5	24
Suction Tem.	15	15	14.5	14.5	15	14.5	14
Suction Pressure Psig	80	80	80	80	79.9	79.9	79.9
Sensible heat Capacity (W)	5.251	5.255	5.253	5.261	5.263	5.259	5.253
Latent heat Capacity (W)	0.471	0.473	0.476	0.463	0.466	0.464	0.463
Total Capacity (W)	5.722	5.728	5.729	5.724	5.729	5.723	5.716
Power Input (W)	1.348	1.346	1.349	1.332	1.332	1.313	1.315
COP. W/W	4.244	4.255	4.246	4.297	4.301	4.358	4.346
EER. Btu/hr/W	14.486	14.523	14.493	14.665	14.678	14.875	14.834
Current (A)	4.584	4.588	4.583	4.582	4.581	4.584	4.588
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 - 72 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 20°C

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	26.8°C 73.5%

ตารางที่ 4 - 73 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิน้ำที่ 25 °C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ 40% RH และ อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27.5	27.5	27.5	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19.25	19.25	19.25	19	19
outdoor room db Tem.	35	35.5	35.5	35	35	35	35
outdoor room wb Tem.	24	24.5	24.5	24.5	24.5	24	24
Suction Tem.	14	14.5	14	14	14	14.5	14.5
Suction Pressure Psig	80	80	80	80	80	80	79.9
Sensible heat Capacity (W)	5.036	5.033	5.035	5.033	5.038	5.042	5.043
Latent heat Capacity (W)	0.531	0.535	0.533	0.539	0.543	0.538	0.542
Total Capacity (W)	5.567	5.568	5.568	5.572	5.581	5.58	5.585
Power Input (W)	1.35	1.353	1.358	1.36	1.365	1.362	1.359
COP. W/W	4.123	4.115	4.100	4.097	4.088	4.096	4.109
EER. Btu/hr/W	14.073	14.044	13.992	13.982	13.953	13.981	14.025
Current (A)	4.659	4.663	4.665	4.666	4.669	4.672	4.67
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 - 74 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 25°C

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	29°C 73.5%

ตารางที่ 4 - 75 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิน้ำที่ 30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ 40% RH และ อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27.5	27.5	27.5
Indoor room wb Tem.	19	19	19	19	19.25	19.25	19.5
outdoor room db Tem.	35	35	35	35	35	35	35
outdoor room wb Tem.	24	24	24	24	24.5	24.5	24.5
Suction Tem.	15	15	14.5	15	15	14.5	14.5
Suction Pressure Psig	80	80	80	80	80	80	80
Sensible heat Capacity (W)	4.863	4.866	4.864	4.866	4.861	4.866	4.863
Latent heat Capacity (W)	0.603	0.603	0.601	0.61	0.615	0.613	0.619
Total Capacity (W)	5.466	5.469	5.465	5.476	5.476	5.479	5.482
Power Input (W)	1.372	1.376	1.378	1.376	1.375	1.372	1.375
COP. W/W	3.983	3.974	3.965	3.979	3.982	3.993	3.986
EER. Btu/hr/W	13.596	13.564	13.534	13.581	13.591	13.628	13.606
Current (A)	4.658	4.659	4.663	4.665	4.664	4.663	4.662
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 - 76 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 30°C

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	31°C 73.5%

ตารางที่ 4 – 77 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิน้ำที่ 35 °C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ 40% RH และ อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27.5	27.5	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19	19.25	19.25	19.25	19
outdoor room db Tem.	35	35	35	35	35	35.5	35
outdoor room wb Tem.	24	24	24	24.5	24.5	24.5	24
Suction Tem.	14.5	14.5	14	14	14	14	14.5
Suction Pressure Psig	80	80	80	80	79.9	79.9	79.9
Sensible heat Capacity (W)	4.652	4.651	4.65	4.635	4.637	4.638	4.645
Latent heat Capacity (W)	0.673	0.675	0.68	0.685	0.683	0.679	0.679
Total Capacity (W)	5.325	5.326	5.33	5.32	5.32	5.317	5.324
Power Input (W)	1.393	1.395	1.386	1.387	1.389	1.387	1.398
COP. W/W	3.822	3.817	3.845	3.835	3.830	3.833	3.808
EER. Btu/hr/W	13.046	13.029	13.124	13.090	13.071	13.082	12.996
Current (A)	4.672	4.668	4.669	4.664	4.659	4.659	4.663
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 - 78 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 35°C

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	35°C 73.5%

ตารางที่ 4 - 79 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิน้ำที่ 40 °C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ 40% RH และ อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27.5	27.5	27.5	27.5	27	27
Indoor room wb Tem.	19.25	19.25	19.25	19	19	19	19
outdoor room db Tem.	35	35.1	35	35	35.1	35.1	35.1
outdoor room wb Tem.	24	24.5	24.5	24.5	24.5	24	24
Suction Tem.	14.5	15	15	14.5	14.5	14	14
Suction Pressure Psig	80	80	80	80	80	80	80
Sensible heat Capacity (W)	4.335	4.331	4.328	4.324	4.323	4.323	4.327
Latent heat Capacity (W)	0.732	0.733	0.731	0.735	0.738	0.742	0.748
Total Capacity (W)	5.067	5.064	5.059	5.059	5.061	5.065	5.075
Power Input (W)	1.405	1.407	1.407	1.41	1.413	1.424	1.428
COP. W/W	3.6064	3.599	3.595	3.587	3.581	3.556	3.553
EER. Btu/hr/W	12.307	12.283	12.271	12.244	12.223	12.138	12.128
Current (A)	4.678	4.677	4.673	4.678	4.679	4.678	4.68
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 - 80 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 300 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิน้ำ 40°C

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	37.2°C 73.5%

ตารางที่ 4 – 81 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ทำการทดสอบใส่ Cooling pad 2 แผ่น แล้วเปิดน้ำ

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 40% RH อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr และ อุณหภูมิน้ำ25°C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	27	27	27	27.5	27.5	27.5
Indoor room wb Tem.	19.25	19	19.25	19.5	19.5	19.25	19
outdoor room db Tem.	34.9	35	34.7	34.9	35.1	35	34.8
outdoor room wbTem.	40	40	41	40	40	39	39
Suction Tem.	14.5	14.5	14	14	14	14	14.5
Suction Pressure (psig)	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5
Discharge Pressure(psig)	195	195	195	195	195	195	195
Sensible heat Capacity (W)	5.275	5.274	5.271	5.272	5.269	5.27	5.269
Latent heat Capacity (W)	0.658	0.657	0.654	0.656	0.652	0.654	0.653
Total Capacity (W)	5.933	5.931	5.925	5.928	5.921	5.924	5.922
Power Input (W)	1.34	1.342	1.339	1.341	1.341	1.342	1.341
COP.	4.388	4.393	4.392	4.381	4.382	4.381	4.376
EER	14.972	14.99	14.985	14.949	14.953	14.95	14.934
Current (A)	6.605	6.518	6.521	6.601	6.546	6.517	6.594
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 - 82 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 600 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 40% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 40%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	25.5°C 94.8%

ตารางที่ 4 - 83 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 40% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 45% RH อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr และ อุณหภูมิน้ำ25°C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	26.5	27	27	27	27	27
Indoor room wb Tem.	19	19	19.25	19.25	19	19	19
outdoor room db Tem.	34.8	35	34.9	35	35.1	35.2	35
outdoor room wbTem.	45	44	45	46	45	46	45
Suction Tem.	14	14.5	15	15	14.5	14.5	15
Suction Pressure (psig)	80	80	80	80	80	80	80
Discharge Pressure(psig)	200	200	200	200	200	200	200
Sensible heat Capacity (W)	5.185	5.186	5.189	5.186	5.187	5.185	5.187
Latent heat Capacity (W)	0.631	0.635	0.632	0.634	0.636	0.635	0.631
Total Capacity (W)	5.816	5.821	5.821	5.82	5.823	5.82	5.818
Power Input (W)	1.362	1.362	1.364	1.372	1.363	1.363	1.361
COP.	4.270	4.273	4.267	4.241	4.272	4.269	4.274
EER	14.573	14.585	14.564	14.477	14.580	14.572	14.589
Current (A)	6.665	6.688	6.641	6.637	6.611	6.625	6.631
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 – 84 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 600 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 45% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 45%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	27°C 94.5%

ตารางที่ 4 - 85 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 45% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 50% RH อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr และ อุณหภูมิน้ำ 25°C

รายละเอียด	เวลา(นาที)						
	0	10	20	30	40	50	60
Indoor room db Tem.	27	26.5	26.5	27	27	27.5	27
Indoor room wb Tem.	19	19.25	19.25	19	19	19.25	19
outdoor room db Tem.	35	35.1	35.2	34.5	35	34.8	35
outdoor room wbTem.	50	50	50	51	50	49	49
Suction Tem.	14	13.5	14	13.5	13.5	14	14
Suction Pressure (psig)	81	81	81	81	81	81	81
Discharge Pressure(psig)	205	205	205	205	205	205	205
Sensible heat Capacity (W)	5.142	5.143	5.145	5.143	5.141	5.143	5.145
Latent heat Capacity (W)	0.612	0.611	0.613	0.612	0.613	0.615	0.611
Total Capacity (W)	5.754	5.754	5.758	5.755	5.754	5.758	5.756
Power Input (W)	1.385	1.383	1.387	1.386	1.387	1.387	1.385
COP.	4.154	4.160	4.151	4.152	4.148	4.151	4.155
EER	14.178	14.199	14.167	14.170	14.158	14.167	14.183
Current (A)	6.635	6.663	6.651	6.643	6.647	6.645	6.631
Voltage (V)	220	220	220	220	220	220	220

ตารางที่ 4 – 86 การทดสอบเครื่องปรับอากาศกรณีใส่ Cooling Pad หนา 600 มิลลิเมตร เปิดน้ำ ที่ 50% RH

หัวข้อ	ผลการทดลอง
อุณหภูมิลมเข้า Cooling pad	35°C 50%
อุณหภูมิลมออกจาก Cooling pad	28.9°C 94.7%

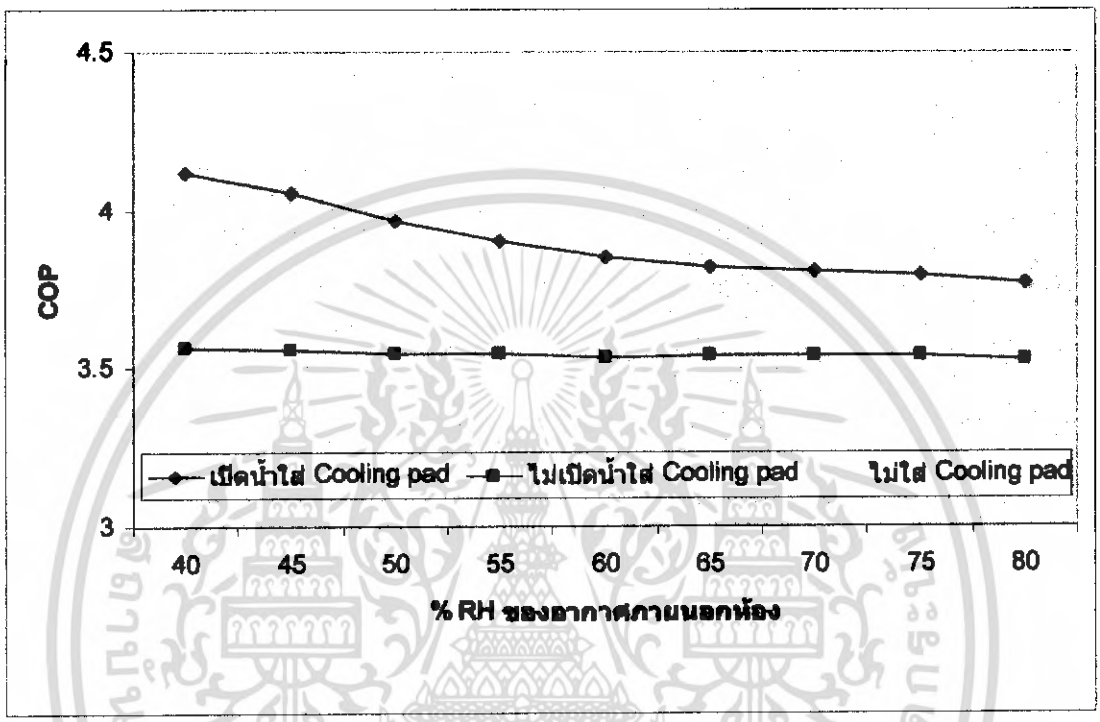
ตารางที่4 - 87 ผลการทดลอง การทำงานของระบบ ที่ 50% RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง

1. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นกับความชื้นในอากาศภายในห้อง

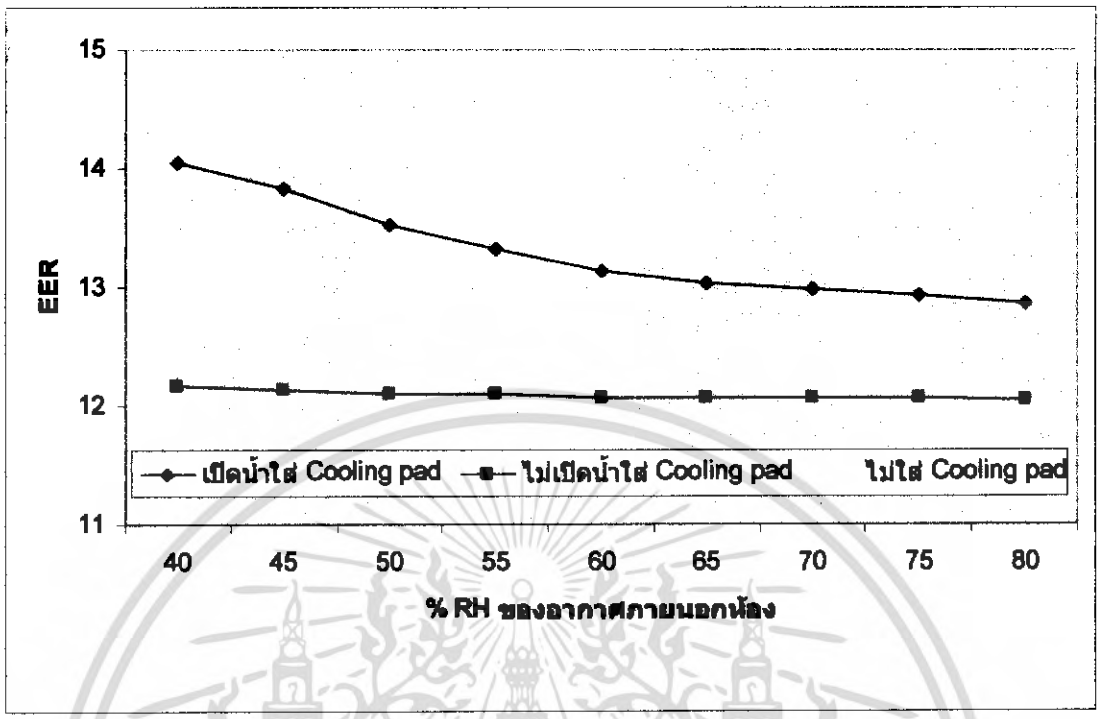


กราฟที่ 5-1 ความสัมพันธ์ระหว่างCOP – RH ที่อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr อุณหภูมิน้ำ 24°C

จากกราฟที่ 5-1 จะเห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบที่ใช้ evaporative cooling แล้วเปิดน้ำ จะมีค่าสูงกว่า ระบบการทำความเย็นอัดไอปกติ และระบบใช้ evaporative cooling แต่ไม่เปิดน้ำตามลำดับ จากกราฟถ้าเราแบ่งสภาวะความชื้นเป็นช่วง จะเห็นได้ว่า ที่สภาวะความชื้นของอากาศภายนอกห้องต่ำ การใช้ evaporative cooling กับ ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าในทุกสภาวะความชื้นของอากาศที่เพิ่มมากขึ้น ส่วนระบบที่ใส่ Cooling Pad แต่ไม่เปิดน้ำ และระบบการทำความเย็นปกติจะมีค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นค่อนข้างคงที่ไม่ขึ้นกับสภาวะความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไป และมี COP ที่ต่ำกว่าระบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าEER กับความชื้น

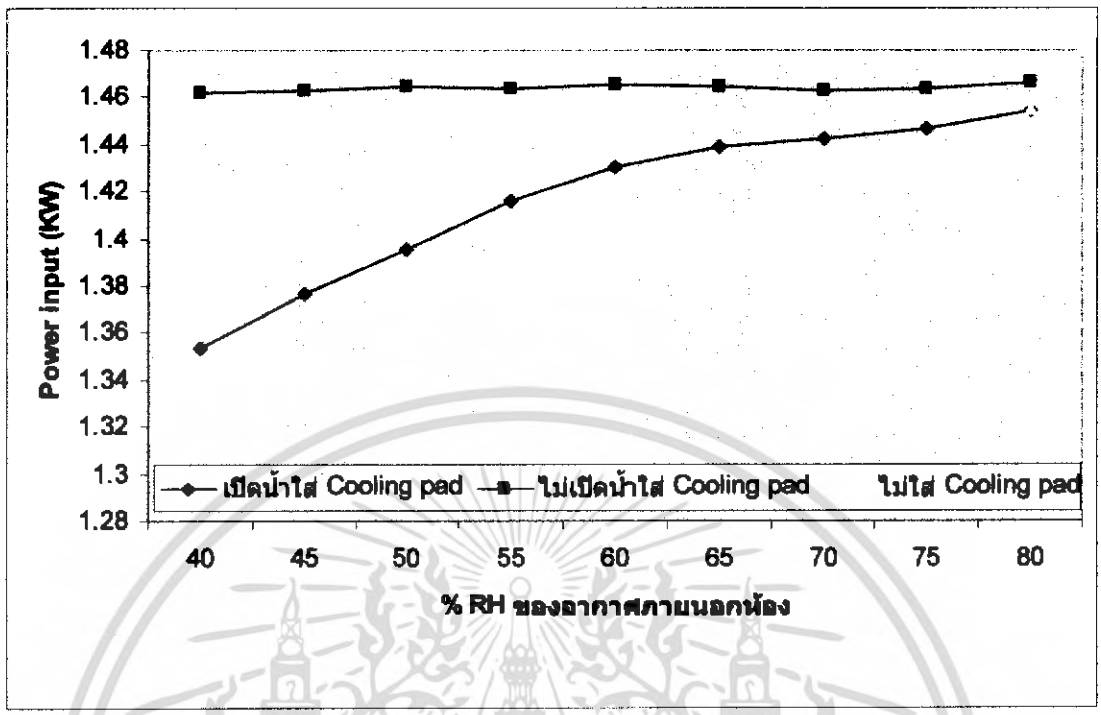


กราฟที่ 5-2 ความสัมพันธ์ระหว่าง EER –RH ที่อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr อุณหภูมิน้ำ 24°C

จากกราฟที่ 5-2 จะเห็นได้ว่ามีลักษณะแนวโน้มเช่นเดียวกันกับค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น ก็คือ ระบบที่ใช้ Evaporative cooling จะมีค่าอัตราการประหยัดพลังงานสูงกว่าระบบที่ใช้ Evaporative cooling แต่ไม่เปิดน้ำ และระบบการทำความเย็นปกติ ถ้าแบ่งสภาวะความชื้นออกเป็นช่วง จะเห็นว่า ระบบที่ใช้ Evaporative cooling จะประหยัดพลังงานได้สูงที่สภาวะความชื้นต่ำ แต่ที่สภาวะความชื้นสูงขึ้น อัตราการประหยัดพลังงานจะลดลง ในขณะที่ระบบที่ใช้ Evaporative cooling ไม่เปิดน้ำ และ ระบบการทำความเย็นปกติจะค่อนข้างคงที่ไม่ขึ้นกับสภาวะความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปไม่มาก แต่ระบบการทำความเย็นปกติจะมีค่าสูงกว่าระบบที่ใส่ Cooling Pad แต่ไม่เปิดน้ำอยู่เล็กน้อยโดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า วัตต์ของคอมเพรสเซอร์กับ ความชื้น

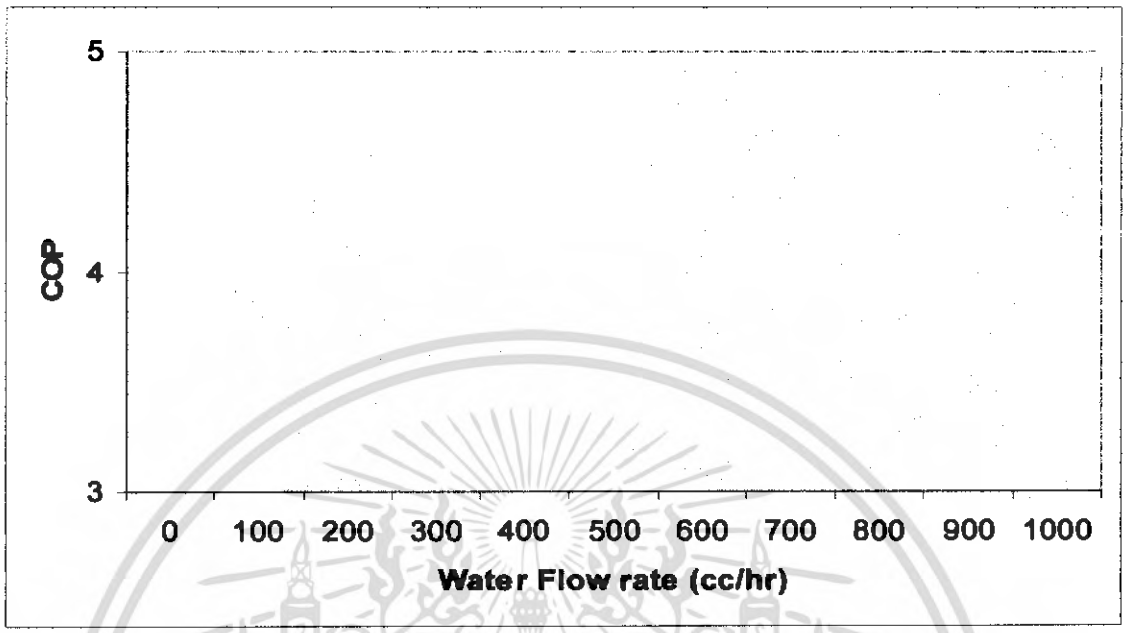


กราฟที่ 5-3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Power input – RH ที่อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr อุณหภูมิน้ำ 24°C

จากกราฟที่ 5-3 จะเห็นได้ว่าระบบที่ใช้ evaporative cooling จะกินกำลังงานที่จ่ายให้กับระบบที่คอมเพรสเซอร์น้อยเมื่อสภาวะความชื้นต่ำและจะสูงขึ้นเมื่อสภาวะความชื้นเพิ่มมากขึ้น ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้ค่า COP และ EER มีค่าลดลงเมื่อสภาวะความชื้นเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ระบบที่ใช้ evaporative cooling ไม่เปิดน้ำ และระบบการทำความเย็นปกติจะมีค่าคงที่เปลี่ยนแปลงไม่มากที่สภาวะความชื้นเปลี่ยนแปลงไป โดยที่ระบบการทำความเย็นปกติจะใช้กำลังงานจ่ายให้กับคอมเพรสเซอร์น้อยกว่าเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความสัมพันธ์ของค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น เมื่ออัตราการไหลของน้ำที่จ่ายให้กับ Cooling Pad เปลี่ยนแปลง

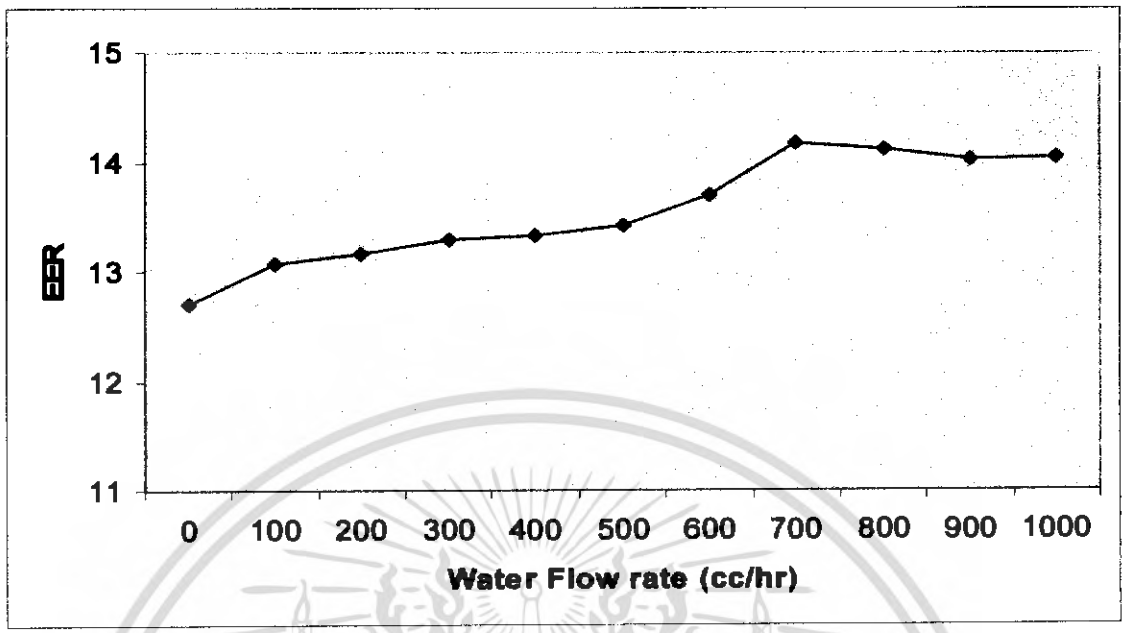


กราฟที่ 5-4 แสดงความสัมพันธ์ของค่า COP กับอัตราการไหลของน้ำ ที่ศภาวะความชื้นก่อนเข้า Cooling Pad เท่ากับ40% อุณหภูมิน้ำ 24 °C

จากกราฟที่ 5-4 จะพบว่าเมื่ออัตราการไหลของน้ำที่จ่ายให้กับ Cooling Pad เพิ่มมากขึ้น ค่า COP จะมีค่าสูงขึ้นด้วย เนื่องจากเมื่ออัตราการไหลของน้ำที่จ่ายให้กับ Cooling Pad เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ Cooling Pad มีพื้นที่ในการระเหยน้ำมากขึ้น แต่เมื่ออัตราการไหลของน้ำเพิ่มขึ้นจนกระทั่ง 700 cc/hr น้ำที่จ่ายให้กับ Cooling Pad ทำให้เปียกชุ่มทั่วบริเวณ Cooling Pad ส่งผลให้ไม่มีการสูญเสียพื้นที่ในการระเหยค่า COP จึงสูงสุดและจะคงที่เมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ความสัมพันธ์ของค่า EER เมื่ออัตราการไหลของน้ำที่จ่ายให้กับ Cooling Pad เปลี่ยนแปลง

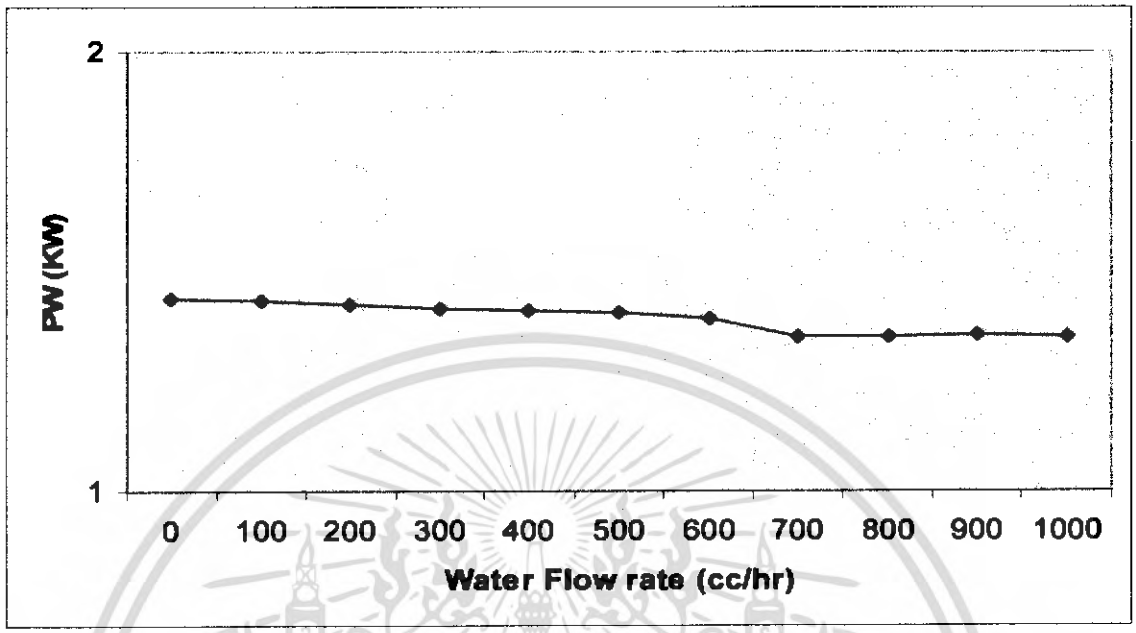


กราฟที่ 5-5 แสดงความสัมพันธ์ของค่า EER กับอัตราการไหลของน้ำ ที่สภาวะความชื้นก่อนเข้า Cooling Pad เท่ากับ 40% อุณหภูมิน้ำ 24 °C

จากกราฟที่ 5-5 จะเห็นได้ว่าค่า EER จะมีแนวโน้มในลักษณะเดียวกันกับค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นคือเมื่ออัตราการไหลของน้ำที่จ่ายให้กับ Cooling Pad เพิ่มขึ้น ค่า EER จะมีค่าสูงขึ้น และจะสูงสุดที่อัตราการไหลเท่ากับ 700 cc/hr แล้วจะคงที่เมื่ออัตราการไหลของน้ำที่จ่ายให้กับ Cooling Pad เพิ่มขึ้นอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ความสัมพันธ์ของค่ากำลังงานที่จ่ายให้กับระบบ เมื่ออัตราการไหลของน้ำที่จ่ายให้กับ Cooling Pad เปลี่ยนแปลง

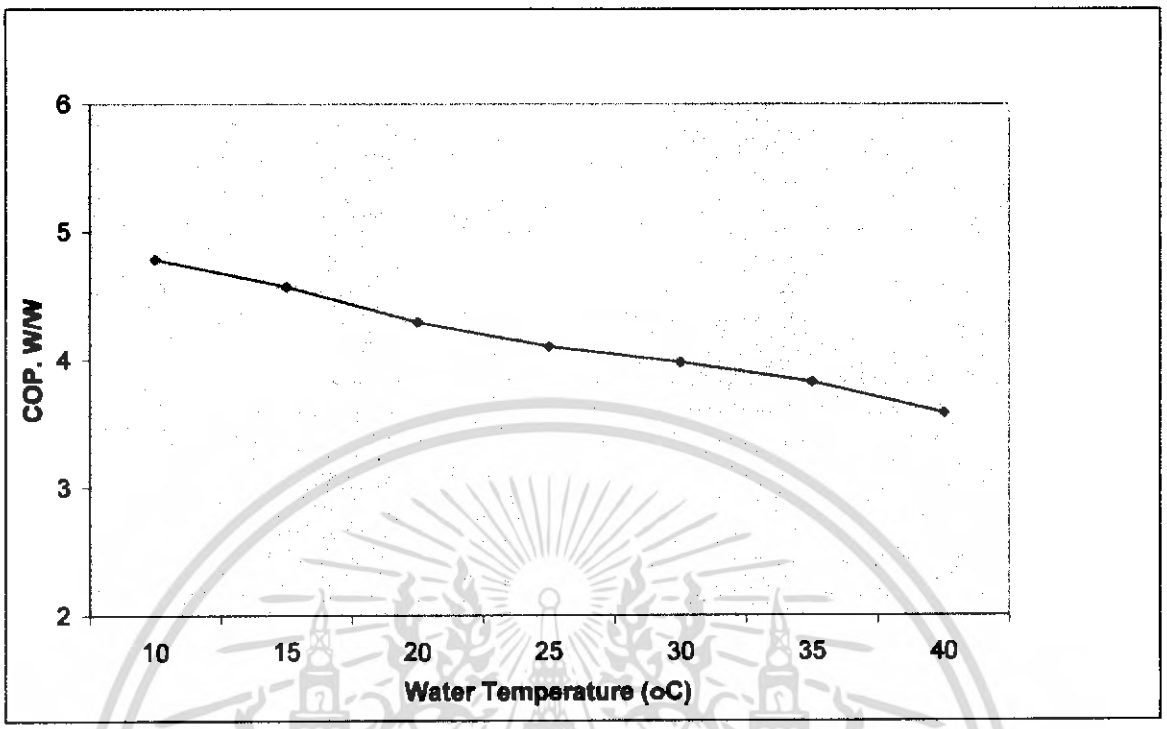


กราฟที่ 5-6 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Power input กับอัตราการไหลของน้ำ ที่สภาวะความชื้นก่อนเข้า Cooling Pad เท่ากับ 40% อุณหภูมิน้ำ 24 °C

จากกราฟที่ 5-6 จะพบว่าอัตราการไหลของน้ำที่จ่ายให้กับ Cooling Pad มีผลต่อกำลังงานที่จ่ายให้กับระบบคือ เมื่ออัตราการไหลของน้ำที่จ่ายให้กับ Cooling Pad เพิ่มขึ้น กำลังงานที่จ่ายให้กับระบบจะลดลง เนื่องจากว่าเมื่ออัตราการไหลของน้ำที่จ่ายให้กับ Cooling Pad เพิ่มมากขึ้น การดึงความร้อนออกจากอากาศก่อนเข้า Condenser จะต่ำลงทำให้กำลังงานที่จ่ายให้กับ Compressor ลดต่ำลง และไม่ลดลงอีกเมื่อจ่ายน้ำให้มากกว่า 700 cc/hr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการทำความเย็น เมื่ออุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับระบบเปลี่ยนแปลง

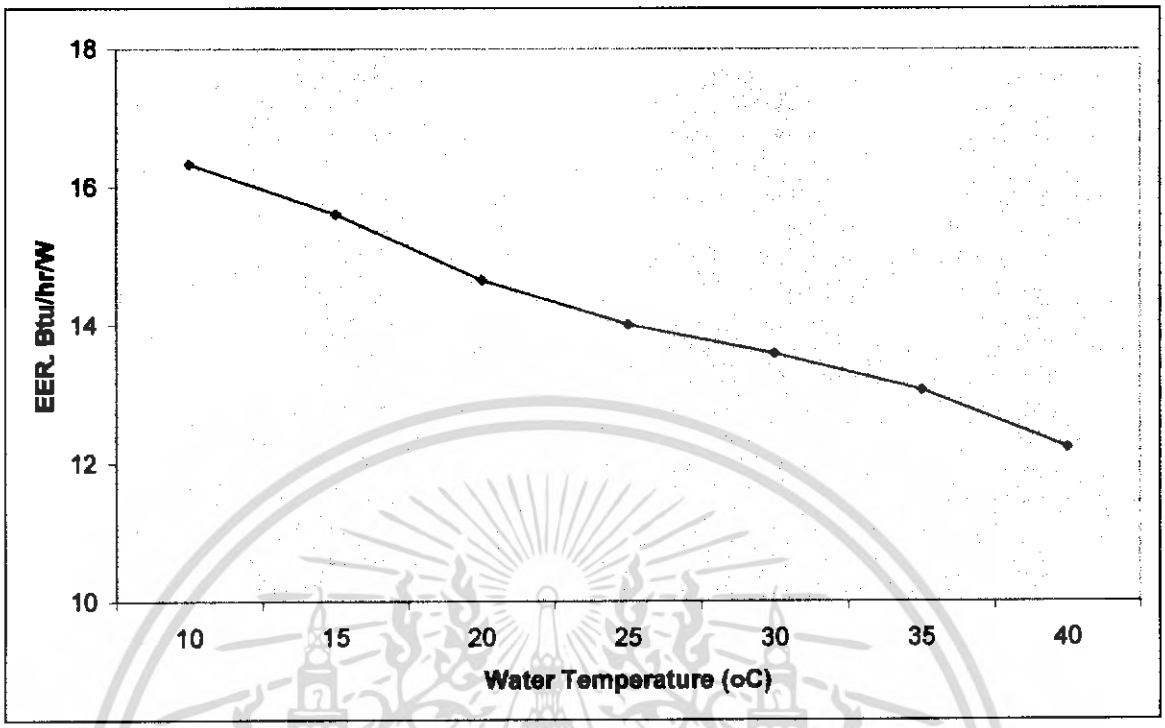


กราฟที่ 5-7 แสดงความสัมพันธ์ของค่า COP กับอุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับระบบ ที่สภาวะความชื้นก่อนเข้า Cooling Pad เท่ากับ 40% อัตราการไหล 1000 cc/hr

จากกราฟที่ 5-7 จะพบว่าเมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นจะทำให้ค่า COP ต่ำลง เนื่องจากขณะที่อุณหภูมิสูงน้ำสามารถดึงความร้อนออกจากอากาศที่ผ่านคอนเดนเซอร์ได้ลดลง ส่งผลให้การระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์ลดลง เป็นผลให้ค่า COP ต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ความสัมพันธ์ของค่า EER เมื่ออุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับระบบเปลี่ยนแปลง

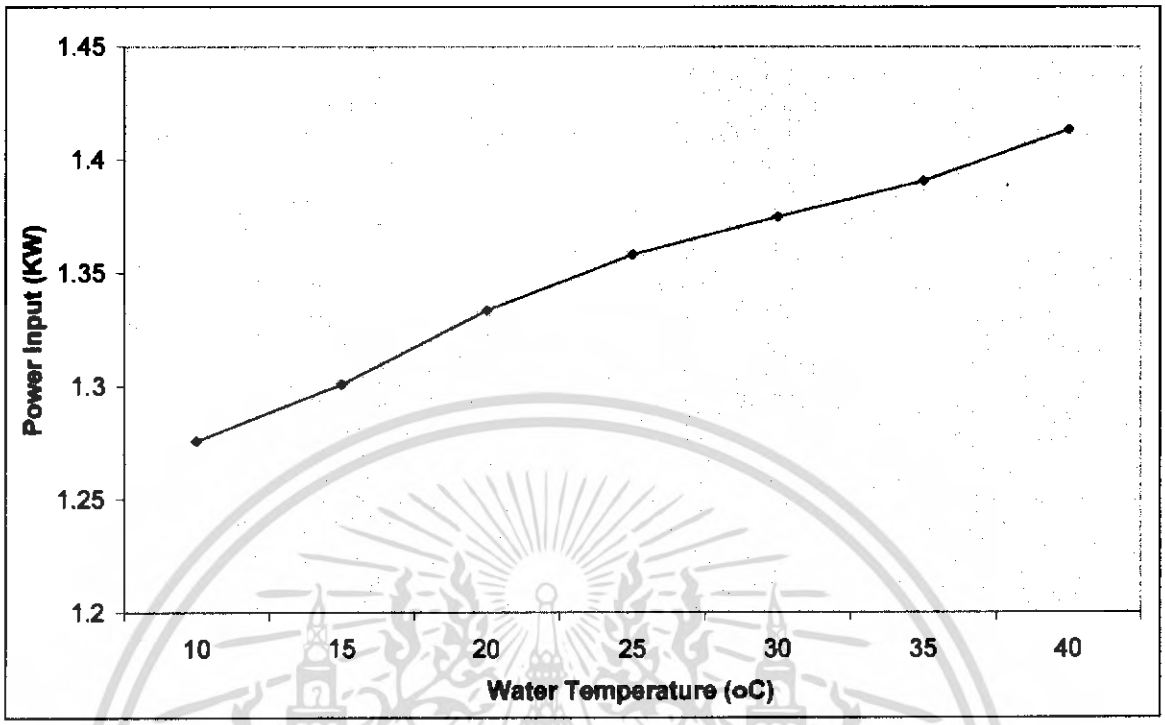


กราฟที่ 5-8 แสดงความสัมพันธ์ของค่า EER กับอุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับระบบ ที่สภาวะความชื้นก่อนเข้า Cooling Pad เท่ากับ 40% อัตราการไหล 1000 cc/hr

จากกราฟที่ 5-8 จะพบว่า เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นจะทำให้ค่า EER ต่ำลงทำนองเดียวกับ COP เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงคอนเดนเซอร์จะระบายความร้อนได้ลดลง ส่งผลให้ค่า EER ลดลงตามอุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ความสัมพันธ์ของค่ากำลังงานที่จ่ายให้กับระบบ เมื่ออุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้ภับระบบเปลี่ยนแปลง

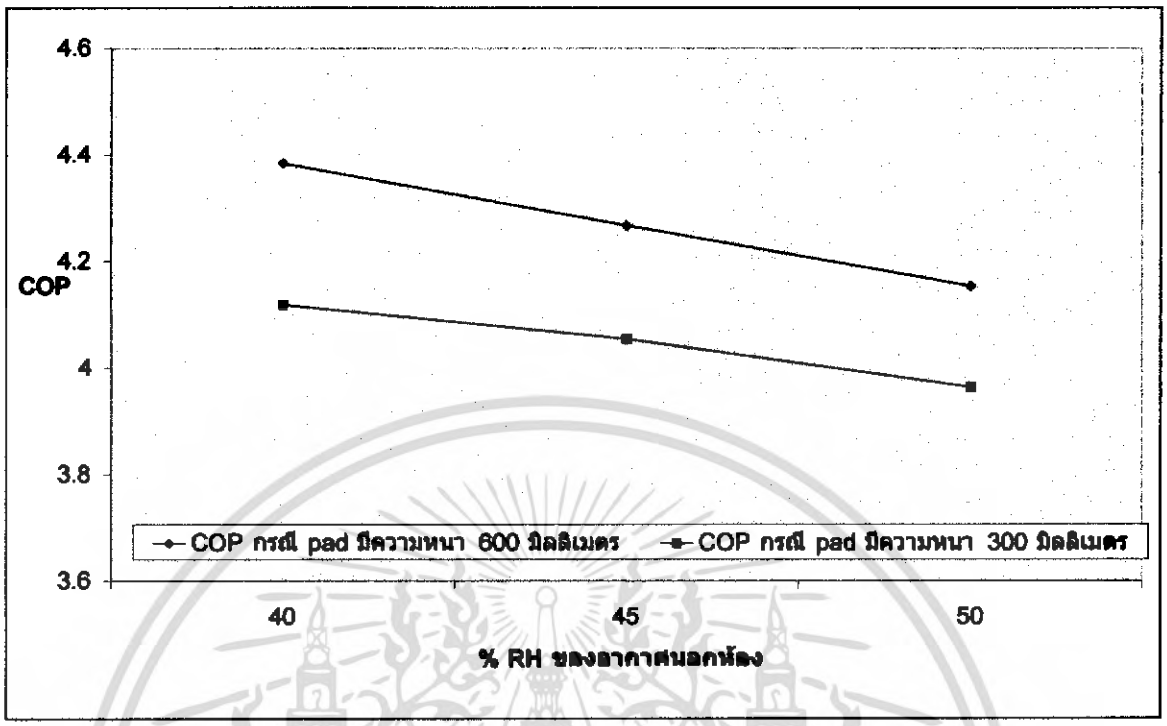


กราฟที่ 5-9 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Power input กับอุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับระบบ ที่สภาวะความชื้นก่อนเข้า Cooling Pad เท่ากับ 40% อัตราการไหล 1000 cc/hr

จากกราฟที่ 5-9 จะพบว่า เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น ทำให้การระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์แย่ลง ส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักขึ้น เนื่องมาจากการที่น้ำดึงความร้อนออกจากอากาศได้น้อยนั้นจะทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นซึ่งจะทำให้คอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิสูงขึ้น และ ทำให้ความดันที่คอนเดนเซอร์สูงขึ้นด้วย ส่งผลให้งานที่จ่ายให้คอมเพรสเซอร์เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ความสัมพันธ์ของค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น กรณีความหนาของ Cooling Pad ต่างกัน

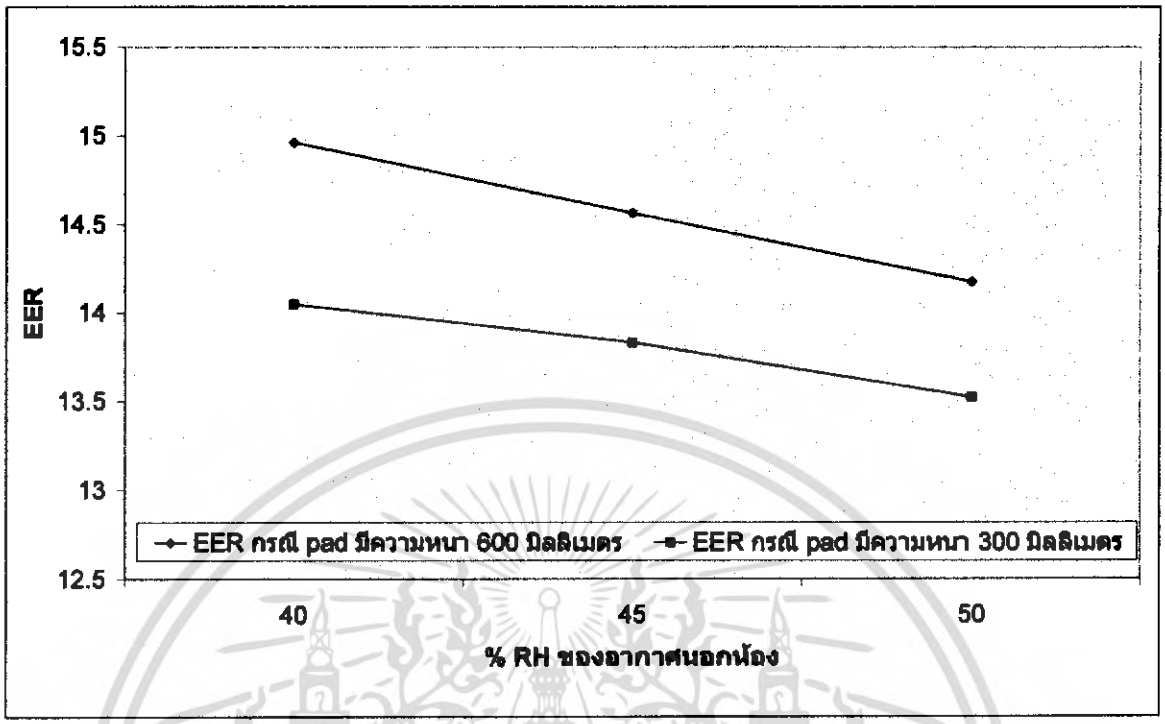


กราฟที่ 5-10 แสดงการเปรียบเทียบค่า COP กรณีความหนาของ Cooling Pad ต่างกัน ที่อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr อุณหภูมิน้ำ 24°C

เมื่อทำการเพิ่มความหนาของ pad เป็น 600 mm ความชื้นบริเวณหลัง Cooling Pad จะมีค่าเท่ากับ 94.5% และอุณหภูมิลมหลังออก Cooling Pad มีค่าต่ำลงอยู่ที่ 25.5°C ซึ่งส่งผลทำให้ค่า COP สูงขึ้นเมื่อทำการเปรียบเทียบกับ ที่ความหนา Cooling Pad ที่ 300 mm มีค่าความชื้นบริเวณหลัง Cooling Pad เท่ากับ 73.5% อุณหภูมิลมหลังออก Cooling Pad เท่ากับ 29°C เนื่องจาก Cooling Pad มีพื้นที่ในการระเหยตัวของน้ำเพื่อดึงความร้อนจากอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ความสัมพันธ์ของค่า EER กรณีความหนา Cooling Pad ต่างกัน



กราฟที่ 5-11 แสดงการเปรียบเทียบค่า COP กรณีความหนา Cooling Pad ต่างกัน ที่อัตราการไหลของน้ำ 1000 cc/hr อุณหภูมิน้ำ 24°C

จากกราฟที่ 5-11 จะเห็นได้ว่าค่า EER จะมีแนวโน้มในลักษณะเดียวกันกับค่า COP คือ เมื่อความหนา Cooling Pad เพิ่มขึ้นเป็น 600 mm ความชื้นบริเวณหลัง Cooling Pad จะมีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้ อุณหภูมิลมหลังออก Cooling Pad มีค่าลดต่ำลง ส่งผลให้ค่า EER มีค่าสูงขึ้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับความหนา Cooling Pad ที่ 300 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 สรุปผลการทดลอง

1. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นและค่าอัตราการประหยัดพลังงานกับสภาวะความชื้นที่เปลี่ยนแปลง ระบบที่ใช้ evaporative cooling เมื่อสภาวะความชื้นของอากาศภายนอกห้องต่ำ ประสิทธิภาพการทำความเย็นจะมีค่าสูง เนื่องจาก evaporative cooling จะไปช่วยในการระบายความร้อนให้กับอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ทำให้ลดกำลังงานที่จ่ายให้กับคอมเพรสเซอร์ แต่ที่สภาวะความชื้นของอากาศเพิ่มมากขึ้นประสิทธิภาพการทำความเย็นและการประหยัดพลังงานจะมีค่าลดลงแต่ยังสูงกว่าระบบการทำความเย็นปกติ
2. ความชื้นมีผลต่อการใช้ evaporative cooling กับระบบการทำความเย็น โดยประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราการประหยัดพลังงานจะมีค่าสูงขึ้นที่สภาวะความชื้นของอากาศต่ำ ส่วนในระบบการทำความเย็นปกติจะเปลี่ยนแปลงไม่มากเมื่อความชื้นในอากาศเปลี่ยนแปลงไป
3. เมื่ออัตราการไหลของน้ำที่ Cooling Pad ลดลง มีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราการประหยัดพลังงานลดลงโดยที่พลังงานที่จ่ายให้ระบบสูงขึ้น เนื่องจากการดึงความร้อนของน้ำลดลง
4. เมื่ออุณหภูมิของน้ำที่จ่ายให้กับระบบ evaporative cooling สูงขึ้นมีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราการประหยัดพลังงานลดลงและจะสิ้นเปลืองกำลังที่จ่ายให้กับระบบมากขึ้น
5. การใช้ evaporative cooling กับระบบการทำความเย็น ช่วยในการประหยัดพลังงานได้ นอกจากนี้ระบบการทำความเย็นยังสามารถทำงานได้ในขณะที่ระบบ evaporative cooling ไม่ทำงานเนื่องจากว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใส่เพิ่มเข้าจากชุดคอนเดนซิ่งยูนิตปกติ แต่จะมีประสิทธิภาพลดลงเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ถ้ามีผู้สนใจจะทำโครงงานนี้ต่อไปควรมีการปรับปรุง เพิ่มเติม และแก้ไขอุปกรณ์ ที่ใช้ในระบบที่สร้างขึ้นเพื่อให้สามารถวัดค่าที่ใช้ในการทดลองได้ละเอียดยิ่งขึ้น
2. ถ้ามีการศึกษาเพิ่มเติม ควรจะทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มประสิทธิภาพและการประหยัดพลังงานของระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ เช่น ความเร็วรอบของพัดลมที่คอมเพรสเซอร์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] อัครเดช สินธุภัค, "การทำความเย็น", ตำราชุดวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[2] อัครเดช สินธุภัค, "การปรับอากาศ", ตำราชุดวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[3] สมศักดิ์ สุโมตยกุล, "เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ", บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

[4] Richard G. Jordan, and Gayle B. Priester, " Refrigeration and Air Conditioning" Prentice-Hall of India Private Limited, 1973

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้