

การเพิ่มสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอด้วยการทำความเย็นให้กับอากาศ
แบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

IMPROVEMENT THE PERFORMANCE OF VAPOR-COMPRESSION AIR CONDITIONER
BY EVAPORATIVE PRE-COOLING OF AIR FOR AIR-COOLED CONDENSER

นายทรงพล เพิ่มทรัพย์

นายดำรงณ์ เขจรสัจย์

นายทงเดช ประที

โครงการทางวิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา

ปีการศึกษา 2546

IMPROVEMENT THE PERFORMANCE OF VAPOR-COMPRESSION AIR CONDITIONER
BY EVAPORATIVE PRE-COOLING OF AIR FOR AIR-COOLED CONDENSER

Mr. Songpon Permsup

Mr. Damrong Kejonsat

Mr. Tanongdet Pratee

An Engineering Project Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

For the Degree of Bachelor of Engineering

Department of Mechanical Engineering

Burapha University

2003

หัวข้อโครงการ การเพิ่มสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอด้วยการทำความเย็นให้กับ
อากาศแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ
โดย นายทรงพล เพิ่มทรัพย์
นายคำรงค์ เขจรศักดิ์
นายทนงเดช ประดี
ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา 2546
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อุทัย ประสพชิงชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์มณฑนา รังสีโยภาส

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติโครงการทาง
วิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

.....หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
(อาจารย์ภาวิณี ศักดิ์สุนทรศิริ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์อุทัย ประสพชิงชนะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์มณฑนา รังสีโยภาส)

คณะกรรมการสอบโครงการ

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์อุทัย ประสพชิงชนะ)

.....กรรมการ
(อาจารย์มณฑนา รังสีโยภาส)

.....กรรมการ
(อาจารย์ภาวิณี ศักดิ์สุนทรศิริ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ภักพงส์ จันทเปรมจิตต์)

บทคัดย่อ

นายทรงพล เพิ่มทรัพย์ นายดำรงณ์ เขจรศักดิ์ และนายทนงเดช ประดิ : การเพิ่มสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอด้วยการทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Improvement the performance of vapor-compression air conditioner by evaporative pre-cooling of air for air-cooled condenser) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์อุทัย ประสพชิงชนะ และอาจารย์มัทนา รังสิโยภาส, 58 หน้า

โครงการทางวิศวกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอด้วยการทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ และได้ศึกษาถึงปัจจัยของความเร็วและอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่ผ่านคอนเดนเซอร์ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกเป็นการทดสอบสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบปกติ ส่วนขั้นตอนที่สอง เป็นการทดสอบสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศโดยมีการติดตั้งชุดอุปกรณ์ทำความเย็นแบบระเหยน้ำให้กับอากาศที่คอนเดนเซอร์ ซึ่งในการทดสอบขั้นตอนนี้ จะมีการศึกษาถึงปัจจัยความเร็วของอากาศที่ผ่านคอนเดนเซอร์ด้วย โดยมีการปรับเปลี่ยนค่าความเร็วของอากาศเป็น 1.36, 2, 3, 4, 6.3 m/s ตามลำดับ สำหรับอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่านเข้าสู่ชุดทดสอบที่คอนเดนเซอร์ ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมจะถูกควบคุมโดยใช้เครื่องทำความร้อน ซึ่งอุณหภูมิที่ทำการทดสอบมีค่าเป็น 30, 35, 40 °C ตามลำดับ

ในการทดสอบสมรรถนะจะพิจารณาจากค่า EER และค่า COP รวมของระบบซึ่งผลจากการทดสอบพบว่าเมื่อติดตั้งชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำประกอบเข้ากับชุดคอนเดนซึ่งยูนิต โดยมีความเร็วของอากาศที่ผ่านคอนเดนเซอร์เป็น 1.36 m/s (ไม่เปิดพัดลมที่ชุดทำความเย็นให้กับอากาศ) จะช่วยให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าเมื่อเทียบกับกรณีที่เปิดเครื่องปรับอากาศปกติ โดยมีค่า EER และ COP เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 6.89% สำหรับที่ความเร็วอื่นๆ มีค่า EER และ COP เฉลี่ยต่ำกว่ากรณีเครื่องปรับอากาศปกติ

คำสำคัญ : การทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำ

Abstract

Mr. Songpon Permsup, Mr. Damrong Kejonsat and Mr. Tanongdet Pratee : Improvement the performance of vapor-compression air conditioner by evaporative pre-cooling of air for air-cooled condenser. Thesis Advisor : Mr. Uthai Prasopchinghana and Miss Montana Rungsiyopa, 58 pp.

This engineering project aims to evaluate the performances of a vapor-compression air conditioner by installing evaporative cooling of air in the condensing unit and to study the effects of the ambient air velocity and its temperature. The experiments are separated into two cases: Case 1 is a general performance testing. Case 2 is a testing which the equipment combines the evaporative pre-cooling set in the condensing unit. In case 2, the velocity of the ambient air are 1.36, 2, 3, 4 and 6.3 m/s which its temperatures are 30, 35, 40 °C.

For performance testings, EER and COP of the system for both cases are compared and the result shows that at the velocity of ambient air is 1.36 m/s (fan of evaporative pre-cooling set is not operated), the system can save energy when comparing with case 1 and EER and COP (average) increases about 6.89%. For other velocities, EER and COP (average) are lower than in case 1.

Keyword: evaporative pre-cooling of air

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยได้รับความกรุณา และความปรารถนาดีจาก อาจารย์อุทัย ประสพชิงชนะ และ อาจารย์มันทนา รังสีโยภาส ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่กรุณาให้คำแนะนำ สั่งสอนและเสนอแนะ ตลอดเวลาที่ทำโครงการ จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้ทุนสนับสนุนในการดำเนินโครงการ

ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและบุคลากรคณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่านที่ได้กรุณาช่วยเหลือในด้านต่างๆ

ขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ช่วยเป็นกำลังใจในการทำโครงการนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	ณ
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของการทำโครงการ	1
1.4 แผนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอ	3
2.2 เครื่องปรับอากาศแบบอัดไอชนิดแบบแยกส่วน	3
2.3 คุณสมบัติของอากาศชื้น	5
2.4 ไซโครเมตริกชาร์ท	6
2.5 กฎข้อหนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับระบบเปิดชนิดมวล และพลังงานภายในระบบเปิดไม่เปลี่ยนแปลง	8
2.6 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance)	8
2.7 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)	9
2.8 หลักการของระบบทำความเย็นแบบระเหย	10
2.9 ทฤษฎีการคำนวณอัตราการระเหยของน้ำที่ผ่านคูลิ่งแพค	13
2.10 สมการพื้นฐานสำหรับปริมาตรควบคุม	14

	ฉ หน้า
บทที่ 3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	16
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	16
3.2 วิธีการทดลอง	21
บทที่ 4. ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง	26
4.1 ผลการทดลอง	27
4.2 วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง	30
บทที่ 5. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	38
5.1 สรุปผลการดำเนินงานโครงการ	38
5.2 ข้อเสนอแนะ	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก ก.	41
ภาคผนวก ข.	42
ภาคผนวก ค.	56
ประวัติผู้ทำโครงการ	58

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	2
2.1 แสดงการกำหนดระดับประสิทธิภาพ และค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงาน	9
4.1 ผลการทดลองสภาวะอากาศภายในห้องทดลองเฉลี่ย	27
4.2 ผลการทดลองสภาวะอากาศภายนอกห้องทดลองเฉลี่ย	28
4.3 การวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอ	29
ข.1 ผลการทดลองสภาวะอากาศในห้องทดสอบครั้งที่ 1	42
ข.2 ผลการทดลองสภาวะอากาศในห้องทดสอบครั้งที่ 2	43
ข.3 ผลการทดลองสภาวะอากาศในห้องทดสอบครั้งที่ 3	44
ข.4 ผลการทดลองสภาวะอากาศในห้องทดสอบครั้งที่ 4	45
ข.5 ผลการทดลองสภาวะอากาศในห้องทดสอบครั้งที่ 5	46
ข.6 ผลการทดลองสภาวะอากาศในห้องทดสอบครั้งที่ 6	47
ข.7 ผลการทดลองสภาวะอากาศในห้องทดสอบเฉลี่ย	48
ข.8 ผลการทดลองสภาวะอากาศนอกห้องทดสอบครั้งที่ 1	49
ข.9 ผลการทดลองสภาวะอากาศนอกห้องทดสอบครั้งที่ 2	50
ข.10 ผลการทดลองสภาวะอากาศนอกห้องทดสอบครั้งที่ 3	51
ข.11 ผลการทดลองสภาวะอากาศนอกห้องทดสอบครั้งที่ 4	52
ข.12 ผลการทดลองสภาวะอากาศนอกห้องทดสอบครั้งที่ 5	53
ข.13 ผลการทดลองสภาวะอากาศนอกห้องทดสอบครั้งที่ 6	54
ข.14 ผลการทดลองสภาวะอากาศนอกห้องทดสอบเฉลี่ย	55

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างภายในของชุดคอยล์เย็น	3
2.2 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิต	4
2.3 ไซโครเมตริกชาร์ท	7
2.4 กระบวนการทำให้อากาศเย็นแบบระเหย	11
2.5 อุปกรณ์ (ผิวเปียก) ที่ใช้ในกระบวนการทำความเย็นแบบระเหย	12
2.6 การทำความเย็นโดยตรง	13
3.1 แผนผังการจัดวางอุปกรณ์การทดลอง	16
3.2 ขนาด Cooling Pad	17
3.3 พัดลมยี่ห้อ VENZ SUPERPOWER : Model If-16	18
3.4 เครื่องสูบน้ำ ยี่ห้อ HETO : Model QD-3800	18
3.5 เทอร์โมสแตท รุ่น TA(S)-120-SB	19
3.6 มิเตอร์วัดไฟฟ้า	19
3.7 Air Velocity Meter	20
3.8 Temperature measuring instrument	20
3.9 ตำแหน่งที่วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ชุดทดลอง Cooling Pad	21
3.10 ตำแหน่งที่วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ Evaporator ภายในห้อง	22
3.11 การติดตั้งเครื่องทำความเย็นแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์	22
4.1 การเปรียบเทียบค่า EER จากค่าไฟฟ้ารวมที่อุณหภูมิ 30 °C	30
4.2 การเปรียบเทียบค่า EER จากค่าไฟฟ้ารวมที่อุณหภูมิ 35 °C	31
4.3 การเปรียบเทียบค่า EER จากค่าไฟฟ้ารวมที่อุณหภูมิ 40 °C	32
4.4 การเปรียบเทียบค่า EER โดยไม่คิดกำลังไฟฟ้าจากพัดลมที่อุณหภูมิ 30 °C	33
4.5 การเปรียบเทียบค่า EER โดยไม่คิดกำลังไฟฟ้าจากพัดลมที่อุณหภูมิ 35 °C	34
4.6 การเปรียบเทียบค่า EER โดยไม่คิดกำลังไฟฟ้าจากพัดลมที่อุณหภูมิ 40 °C	35
4.7 การเปรียบเทียบค่า EER โดยไม่คิดกำลังไฟฟ้าจากพัดลมที่อุณหภูมิ และความเร็วต่างๆ	36
4.8 อัตราการระเหยน้ำที่ความเร็วลมต่างๆก่อนเข้า Cooling Pad	37

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์	หน่วย	คำอธิบาย
-	lba	ปอนด์อากาศแห้ง
-	lbw	ปอนด์อากาศชื้น
A	m ²	พื้นที่หน้าตัดที่อากาศไหลผ่าน
COP	-	ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ
EER	-	ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน
h ₁	Btu/lba	ค่าเอนทัลปีของอากาศก่อนผ่าน Cooling Pad
h ₂	Btu/lba	ค่าเอนทัลปีของอากาศก่อนผ่าน Condenser
h ₃	Btu/lba	ค่าเอนทัลปีของอากาศหลังผ่าน Condenser
h ₄	Btu/lba	ค่าเอนทัลปีของอากาศก่อนผ่าน Evaporator
h ₅	Btu/lba	ค่าเอนทัลปีของอากาศหลังผ่าน Evaporator
m _a	m ³ /s	อัตราการไหลของอากาศ
m _w	lbw/hr	อัตราการระเหยของน้ำหลังผ่านคูลลิ่งแพด
Q ₁	m ³ /s	อัตราการไหลของของไหลด้านเข้า
Q ₂	m ³ /s	อัตราการไหลของของไหลด้านออก
Q _H	Btu/hr	การถ่ายเทความร้อนที่ทางด้านอุณหภูมิสูง
Q _L	Btu/hr	การถ่ายเทความร้อนที่ทางด้านอุณหภูมิต่ำ
RH ₁	%	ค่าความชื้นของอากาศก่อนผ่าน Cooling Pad
RH ₂	%	ค่าความชื้นของอากาศก่อนผ่าน Condenser
RH ₃	%	ค่าความชื้นของอากาศหลังผ่าน Condenser
RH ₄	%	ค่าความชื้นของอากาศก่อนผ่าน Evaporator
RH ₅	%	ค่าความชื้นของอากาศหลังผ่าน Evaporator
T ₁	°C	ค่าอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่าน Cooling Pad
T ₂	°C	ค่าอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่าน Condenser
T ₃	°C	ค่าอุณหภูมิของอากาศหลังผ่าน Condenser
T ₄	°C	ค่าอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่าน Evaporator
T ₅	°C	ค่าอุณหภูมิของอากาศหลังผ่าน Evaporator

V_1	m/s	ความเร็วลมก่อนผ่านคูลิ่งแพด
V_2	m/s	ความเร็วลมหลังผ่านคูลิ่งแพด
V_3	m/s	ความเร็วลมหลังผ่านคอนเดนเซอร์
V_4	m/s	ความเร็วลมกลับของ Evaporator
V_5	m/s	ความเร็วลมจ่ายของ Evaporator
W	Watt	พลังงานไฟฟ้าที่ใส่เข้าระบบ
W_1	lbw/lba	อัตราส่วนความชื้นของอากาศก่อนผ่าน Cooling Pad
W_2	lbw/lba	อัตราส่วนความชื้นของอากาศหลังผ่าน Cooling Pad
ρ_{atm}	lb/ft ³	ความหนาแน่นของอากาศที่ 1 atm

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

เครื่องปรับอากาศแบบอัดไอซึ่งมีการใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบันมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงมากและการระบายความร้อนด้วยอากาศเป็นที่นิยมเนื่องจากความสะดวกในการติดตั้งและดูแลรักษา โดยในการออกแบบเครื่องปรับอากาศได้กำหนดอุณหภูมิออกแบบภายนอกเท่ากับ 35°C แต่ในทางปฏิบัติอากาศภายนอกมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี เช่น ปี พ.ศ. 2541 ประเทศไทยมีอุณหภูมิสูงสุดคือ 43.6°C (สถิติจากกรมอุตุนิยมวิทยา) ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศจะแปรผกผันกับอุณหภูมิภายนอก การลดอุณหภูมิของอากาศภายนอกรอบคอนเดนเซอร์จะช่วยให้คอนเดนเซอร์มีการถ่ายเทความร้อนได้ดีขึ้น และเนื่องจากการทำความเย็นแบบระเหยน้ำเป็นระบบที่ใช้พลังงานต่ำจึงนำมาสู่การใช้ระบบทำความเย็นแบบระเหยน้ำมาทำให้อากาศโดยรอบที่ใช้ระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิต่ำลง

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอด้วยการทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

1.3 ขอบเขตของการทำโครงการ

1.3.1 สร้างห้องทดลองซึ่งมีการปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอและติดตั้งชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์

1.3.2 ทดสอบหาสมรรถนะเครื่องปรับอากาศเพื่อเปรียบเทียบระหว่างกรณีปกติทั่วไปกับกรณีที่มีการติดตั้งชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์

1.4 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

No.	รายการ	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	
1	วางแผนการทดลอง การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ผล ออกแบบและคำนวณขนาดของอุปกรณ์การทดลอง	←—————→									
2	ซื้อวัสดุ อุปกรณ์ สร้างห้องทดลอง และติดตั้งเครื่องปรับอากาศ						←—————→				
3	ทำการทดลองกรณีก่อนการติดตั้งชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำ							←—————→			
4	ติดตั้งชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์และทำการทดลอง								←—————→		
5	วิเคราะห์ และสรุปผลงานวิจัย								←—————→		
6	จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	←—————→								→	

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอ ด้วยการเพิ่มสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศโดยติดตั้งชุดทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

บทที่ 2

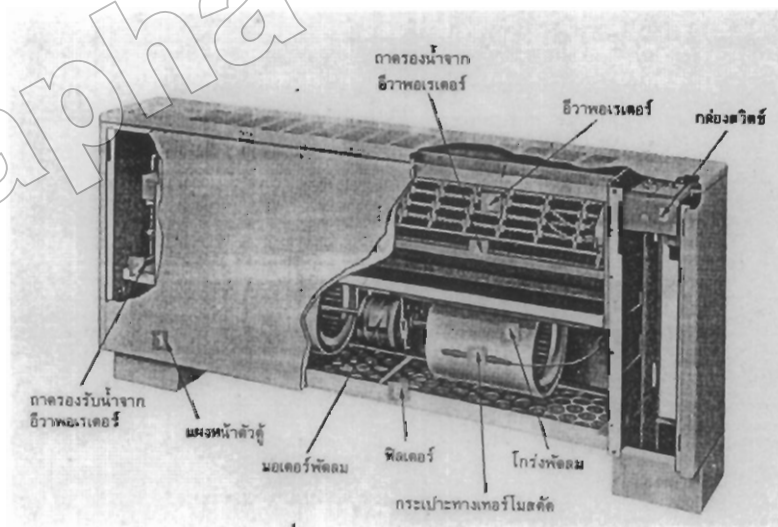
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การปรับอากาศในประเทศไทยนั้นส่วนมากเป็นการปรับอากาศแบบทำให้อากาศเย็น โดยมี การดึงทั้งความร้อนและความชื้นออกกระบวนการทำให้อากาศเย็นและแห้ง ซึ่งจะทำให้ทั้งความ ร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงเปลี่ยน

2.1 เครื่องปรับอากาศแบบอัดไอชนิดแบบแยกส่วน

2.1.1 ชุดคอยล์เย็น [สมศักดิ์, 2545]

เป็นส่วนที่ติดตั้งอยู่ภายในห้องปรับอากาศ ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะการติดตั้งได้เป็น 3 แบบ คือ แบบติดผนัง แบบตั้งพื้น และแบบแขวนเพดาน

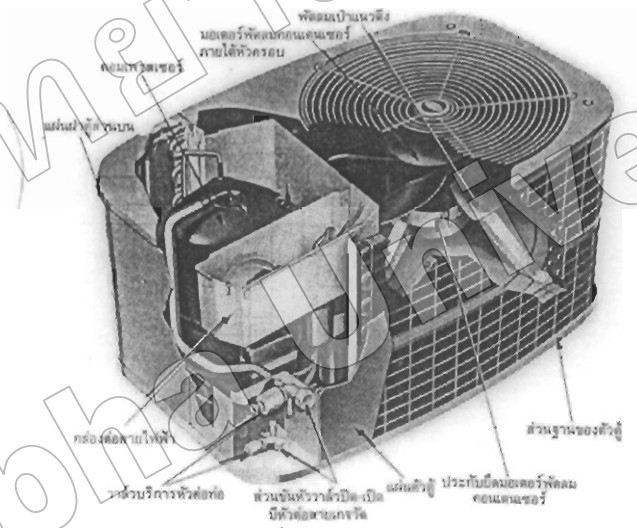


รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของชุดคอยล์เย็น

อุปกรณ์หลักของชุดคอยล์เย็นประกอบด้วย

- 1) คอยล์เย็นหรือฮีวพาเรเตอร์คอยล์
- 2) เทอร์โมสแตติกเอกซ์แพนชันวาล์ว
- 3) ท่อลิควิด
- 4) ท่อซกชั่น
- 5) มอเตอร์พัดลม
- 6) ใบพัด
- 7) ถาดรองน้ำหยด
- 8) ฟیلเตอร์กรองอากาศ

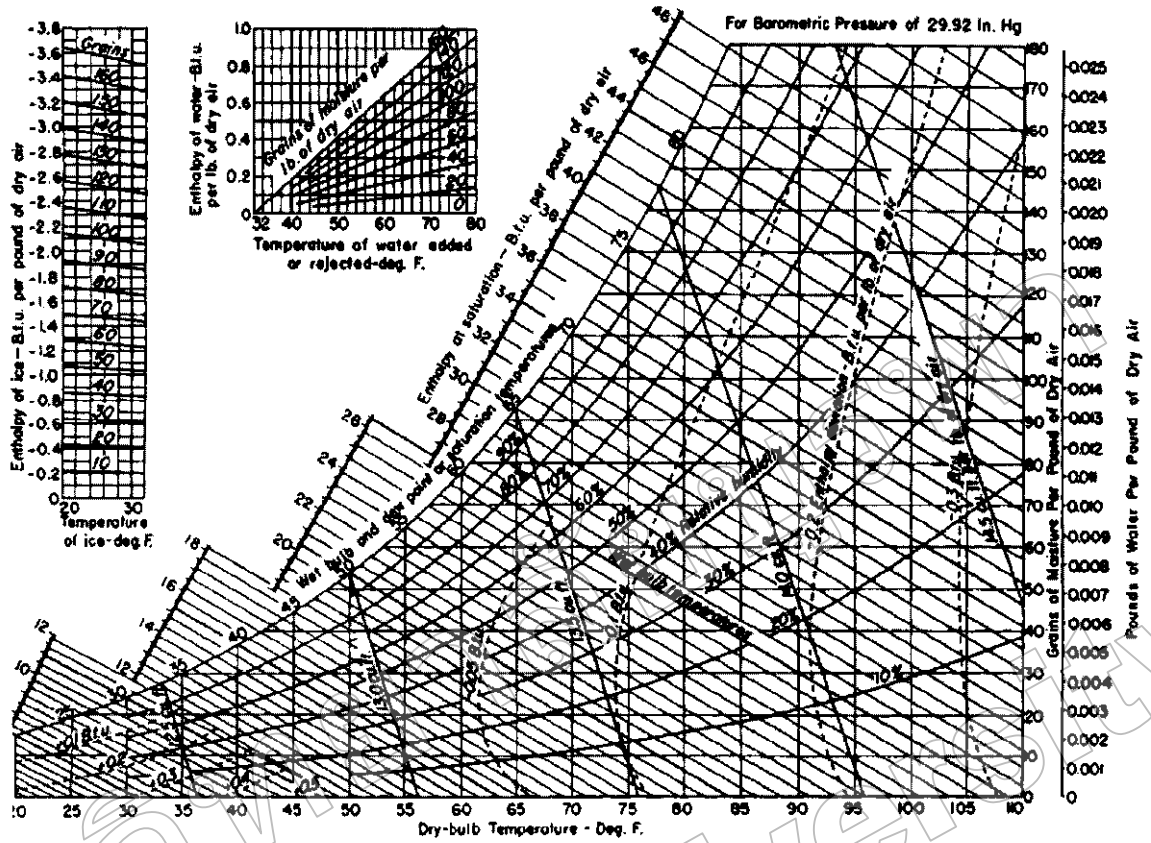
2.1.2 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิต [สมศักดิ์, 2545]



รูปที่ 2.2 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิต

อุปกรณ์หลักของชุดคอนเดนซิ่งยูนิตประกอบด้วย

- 1) มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนี้จะ เป็นแบบเทอร์เมติก ซึ่งมีส่วนประกอบของมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์อยู่ในตัวเรือนเดียวกัน เชื่อม ปิดมิดชิด ส่วนของคอมเพรสเซอร์จะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบลูกสูบและแบบโรตารี
- 2) คอนเดนเซอร์ เป็นซดท่อทองแดงและมีครีบริบช่วยเพิ่มพื้นที่ในการระบายความร้อนออก จากน้ำยาเพื่อให้ น้ำยาในสถานะแก๊สกลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลว



รูปที่ 2.3 ไชโครเมตริกชาร์ท

ปกติในงานปรับอากาศแทนที่จะวัดอัตราไหลของอากาศในเทอม m_a แต่กลับนิยมวัดในเทอม cfm กันมากกว่า เทอมทั้งสองมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$m_a = \frac{60cfm}{v} \tag{2.1}$$

เนื่องจากอากาศที่เกี่ยวข้องกับงานปรับอากาศมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับอากาศมาตรฐาน ดังนั้นถ้าแทนค่า v ด้วยปริมาตรจำเพาะของอากาศมาตรฐานจะได้ว่า

$$m_a = 4.5 cfm \tag{2.2}$$

เราสามารถนำค่า m_a มาใช้แทนอัตราการไหลของอากาศที่สภาวะอากาศมาตรฐานได้

2.4 กฎข้อหนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับระบบเปิดชนิดมวลและพลังงานภายในระบบเปิดไม่เปลี่ยนแปลง [ชนกาญณ์ และบรรเลง, 2524]

(FIRST LAW OF THERMODYNAMICS FOR STEADY STATE, STEADY FLOW PROCESS)

$$Q = \Delta m_c(h + V^2/2 + Zg)_c - \Delta m_i(h + V^2/2 + Zg)_i + W$$

หรือ $Q = m(h_c - h_i) + m(V_c^2/2 - V_i^2/2) + m(Z_c - Z_i)g + W$

จาก $Q = m(h_c - h_i) + m(V_c^2/2 - V_i^2/2) + m(Z_c - Z_i)g + W$

สามารถนำมาใช้เป็นสมการหาความร้อนที่ถ่ายเทให้กับอีวาพอเรเตอร์ โดยให้

$$m(V_c^2/2 - V_i^2/2) + m(Z_c - Z_i)g + W = 0$$

ไม่คิดพลังงานจลน์พลังงานศักย์และงานที่ให้จะได้ว่า

$$Q_L = m(h_c - h_i) \quad \text{Btu/hr} \quad (2.3)$$

2.5 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance) [สุรพล, 2538]

ค่าสมรรถนะใช้ในการหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ หาได้จากอัตราส่วนระหว่างพลังงานที่เครื่องปรับอากาศสามารถนำออกจากห้องปรับอากาศ Q_L ต่อพลังงานที่ใส่เข้าไป W

$$\text{COP} = \frac{Q_L}{W} \quad (2.4)$$

ค่าของ Q_L และ W จะต้องมีหน่วยเดียวกัน ดังนั้นค่า COP จึงไม่มีหน่วย โดยค่า COP อาจมีค่ามากกว่าหนึ่งก็ได้

2.6 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) [สุรพล, 2538]

EER มีความหมายใกล้เคียงกันกับ COP แตกต่างกันเพียงหน่วยพลังงาน กล่าวคือความสามารถในการทำความเย็น มีหน่วยเป็น Btu/h. ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์และพัดลมมาจากการวัดจริง มีหน่วยเป็น Watt, W นั่นคือ ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานจะไม่มีหน่วย

$$EER = \frac{Q_L}{W} \quad (2.5)$$

ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยได้มีการกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ โดยใช้เกณฑ์ของค่า EER ของเครื่องปรับอากาศในการแบ่งแยกออกเป็น 5 ระดับ (เบอร์)

ตารางที่ 2 -1 แสดงการกำหนดระดับประสิทธิภาพ และค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงาน (ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต)

ระดับ (เบอร์)	เกณฑ์	ระดับประสิทธิภาพของ
1	ต่ำ	EER < 7.6
2	พอใช้	7.6 < EER < 8.6
3	ปานกลาง	8.6 < EER < 9.6
4	มาก	9.6 < EER < 10.6
5	ดีมาก	EER > 10.6

การกำหนดประสิทธิภาพทั้ง 5 ระดับนี้ ตรวจสอบและรับรองคุณภาพโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

จากสมการที่ (2.3)

$$Q_L = m_a \Delta h \quad (2.6)$$

โดยที่ Q_L คือปริมาณความร้อนที่ ถ่ายเทให้กับอากาศหรือความสามารถในการทำความเย็น มีหน่วยเป็น (Btu/hr)

m_a คืออัตราการไหลของอากาศที่สภาวะมาตรฐานการปรับอากาศ cfm

Δh คือผลต่างของเอนทัลปี ของอากาศก่อนเข้าและออกจากคอยล์เย็น Btu

เนื่องจากอากาศที่เกี่ยวข้องกับงานปรับอากาศมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับอากาศมาตรฐาน ดังนั้นถ้าแทนค่า v ด้วยปริมาณจำเพาะของอากาศมาตรฐานจะได้ค่า 13.33 จะได้สมการที่ (2.2) สามารถหา ปริมาณความร้อนที่ ถ่ายเทให้กับอีวาพอเรเตอร์ในการทำความเย็นมีหน่วยเป็น (Btu/hr) จากสมการที่ (2.6)

$$Q_L = m_a \Delta h$$

จากสมการที่ (2.2) แทนค่า $m_a = 4.5 \text{ cfm}$

จะได้

$$Q_L = 4.5 \text{ cfm} (h_2 - h_1) \quad (2.7)$$

สามารถหา ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ จากสมการที่ (2.5)

$$\text{EER} = \frac{Q_L}{W} \quad W \text{ คือกำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็น Watt}$$

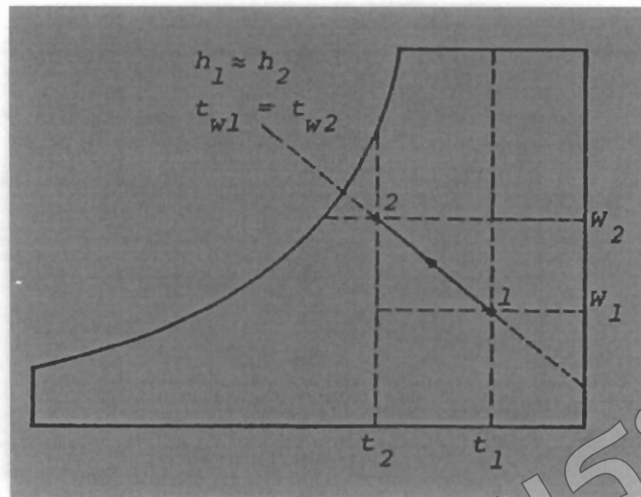
จะได้สมการ

$$\text{EER} = \frac{4.5 \text{ cfm} (h_2 - h_1)}{W} \quad (2.8)$$

โดย h_2 คือ เ็นท์ลปีจากไซโครเมตริกชาร์ทที่อุณหภูมิกับความชื้นอากาศก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์
 h_1 คือ เ็นท์ลปีจากไซโครเมตริกชาร์ทที่อุณหภูมิกับความชื้นอากาศหลังเข้าอีวาพอเรเตอร์

2.7 หลักการของระบบทำความเย็นแบบระเหย [สมศักดิ์, 2545]

การทำความเย็นแบบระเหยจะใช้การระเหยของน้ำเพื่อลดอุณหภูมิของอากาศและใช้น้ำ หมุนเวียนในกระบวนการอย่างต่อเนื่อง สำหรับในสภาวะภูมิอากาศแบบร้อนแห้ง ซึ่งเป็นสภาวะ ภูมิอากาศที่มีความเหมาะสมในการใช้ระบบการทำความเย็นแบบระเหยที่ได้ผลดี ในการทำความ เย็นสามารถทำได้โดยการฉีดละอองน้ำเข้าผสมกับอากาศที่ร้อนแห้ง เพื่อใช้ความร้อนสัมผัสของ อากาศทำให้น้ำระเหย ผลที่ได้จะทำให้อากาศมีอุณหภูมิต่ำลง และความชื้นสูงขึ้นแสดงดังรูปที่ 2.4

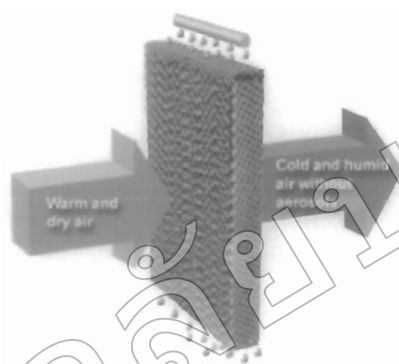


รูปที่ 2.4 กระบวนการทำให้อากาศชื้นแบบระเหย [มนตรี ตรีคุณเกษตร, 2541]

กระบวนการทำความชื้นโดยวิธีกลนี้จะเป็นการอาศัยสมมุติฐานคือ ในระหว่างกระบวนการความดันคงที่และลดความร้อน โดยการเพิ่มความชื้น กระบวนการนี้ไม่มีแหล่งความร้อนจากภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้องและใช้น้ำหมุนเวียนในระหว่างกระบวนการอย่างต่อเนื่องการระเหยของน้ำจะใช้ความร้อนแฝงในการระเหย แต่เนื่องจากไม่มีแหล่งความร้อนจากภายนอกดังนั้นน้ำจะดูดความร้อนออกจากอากาศทำให้อากาศมีความร้อนสัมผัสลดลง (อุณหภูมิกระเปาะแห้งลดลง) จะเห็นได้ว่าอากาศมีความร้อนสัมผัสลดลงแต่มีความร้อนแฝงเนื่องจากความชื้นของไอน้ำที่เพิ่มขึ้นจากการระเหยของน้ำในจำนวนที่เท่ากันนั้นคือกระบวนการที่เกิดขึ้น ไม่มีการเพิ่มหรือลดปริมาณความร้อนภายในอากาศแต่เป็นกระบวนการที่ช่วยลดอุณหภูมิให้กับอากาศ ดังนั้นกระบวนการนี้เป็นกระบวนการเอ็นทัลปีคงที่ กระบวนการดังกล่าวนี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นหลักการในการทำความชื้นแบบระเหย เนื่องจากกระบวนการทำให้อากาศชื้น โดยการระเหยของน้ำเป็นกระบวนการเดียวกันกับกระบวนการที่เกิดขึ้นที่กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่ากระบวนการทำความชื้นแบบระเหยเป็นกระบวนการอุณหภูมิกระเปาะเปียกคงที่ด้วยและอากาศที่ออกจากกระบวนการเป็นอากาศที่อิ่มตัว ในทางปฏิบัติอากาศที่ออกจากกระบวนการจะไม่ใช่อากาศอิ่มตัวเพราะการทำให้อากาศอิ่มตัวจะต้องใช้พื้นที่สำหรับการระเหยน้ำมาก โดยกระบวนการทำความชื้นแบบระเหยสามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธีคือ

- วิธีพ่นฝอย
- วิธีผิวเปียก

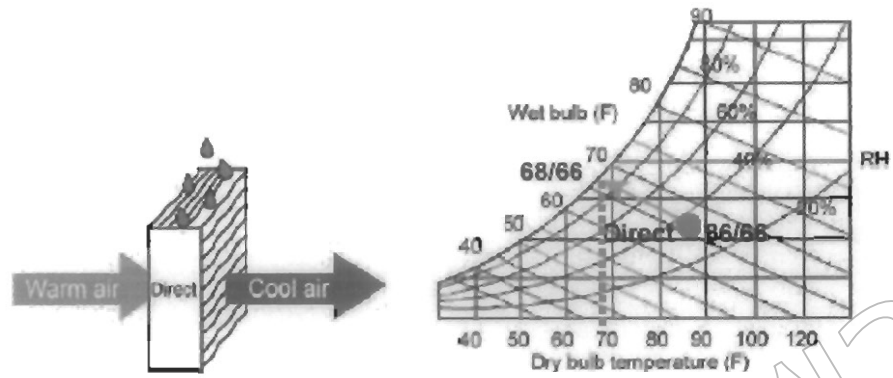
โดยความแตกต่างของทั้งสองวิธีคือวิธีพ่นฝอยจะทำให้ น้ำถูกฉีดให้เป็นละอองขนาดเล็ก เพื่อให้เกิดการระเหยได้ดี ส่วนวิธีฝิวเปียกจะทำให้ น้ำไหลผ่านตัวกลางหรือวัสดุที่เป็นช่องเพื่อเพิ่มพื้นที่การสัมผัสกันระหว่างน้ำกับอากาศ ทำให้น้ำสามารถระเหยได้มากขึ้น วัสดุที่ใช้ทำฝิวเปียก จะต้องเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการทำให้เกิดการระเหยและความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี โดยวิธีฝิวเปียกนี้จะอาศัยให้อากาศผ่านเข้าไปตามช่องเพื่อระเหยน้ำ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 อุปกรณ์ (ฝิวเปียก) ที่ใช้ในกระบวนการทำความเย็นแบบระเหย [Wescor, 2004]

เนื่องจากวิธีฝิวเปียกมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีพ่นฝอย ดังนั้นโครงการนี้จึงเลือกที่จะศึกษาถึง การทำความเย็นแบบระเหยโดยวิธีฝิวเปียก ต่อไปจะขออธิบายถึงรายละเอียดของวิธีการทำความเย็น แบบระเหยโดยวิธีฝิวเปียก หลักการทำความเย็นแบบระเหยโดยวิธีฝิวเปียกแบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ การทำความเย็น โดยตรง (Direct evaporative cooling) การทำความเย็นโดยอ้อม (Indirect evaporative cooling) และการทำความเย็นแบบผสม (Indirect / direct evaporative cooling) ซึ่งมี รายละเอียดของแต่ละลักษณะดังต่อไปนี้

การทำความเย็นโดยตรง สามารถลดอุณหภูมิได้โดยฉีดละอองน้ำใส่ฝิวเปียกแล้วเป่าอากาศ ภายนอกผ่านฝิวเปียก ซึ่งตัวกลางเป็นแผ่นที่มีลักษณะที่เป็นรูพรุนหรือเป็น โพรงที่เปียกรวมไปด้วย น้ำ จะดึงความร้อนแฝงจากอากาศ ไปใช้ในการระเหย ทำให้อากาศมีอุณหภูมิเย็นลงและมีความชื้นเพิ่มขึ้น แสดงดังรูปที่ 2.6 โดยในกระบวนการนี้ อุณหภูมิระเปาะแห้งของอากาศจะลดลง ในขณะที่อุณหภูมิระเปาะเปียกมีค่าคงที่ การลดอุณหภูมิเป็นกระบวนการ ไอเซ็นโทรปิกซึ่งการใช้ระบบการปรับอากาศแบบระเหยน้ำแบบโดยตรง ในพื้นที่ที่มีความชื้นน้อยจะช่วยประหยัดพลังงาน 6 - 80% เมื่อเทียบกับระบบปรับอากาศแบบอัดไอ



รูปที่ 2.6 การทำความเย็น โดยตรง [Wescor, 2004]

2.8 ทฤษฎีการคำนวณอัตราการระเหยของน้ำที่ผ่านคูลลิ่งแพค [สมศักดิ์, 2545]

สมมติฐาน

- ในระหว่างกระบวนการความดันคงที่
- มีการเพิ่มความชื้นเข้า
- จำนวนที่ความเร็วหลังผ่านคูลลิ่งแพค

โดยกระบวนการเพิ่มความชื้นในอากาศเพียงอย่างเดียวจะทำให้ค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งลดลงและค่าเอนทัลปีของอากาศก่อนการปรับอากาศและหลังจะเท่ากันเพราะ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนสัมผัส

บาลานซ์มวล

อากาศ

$$m_{a1} = m_{a2} \quad \text{lba/hr}$$

ความชื้น

$$m_{a2} W_2 = m_w + m_{a1} W_1 \quad \text{lba/hr}$$

จะได้ว่า

$$m_w = m_{a2} W_2 - m_{a1} W_1 \quad \text{lbw/hr} \quad (2.9)$$

จากสมการ (2.9)

$$m_{a1} = m_{a2} \quad \text{lba/hr}$$

$$m_w = m_{a1} (W_2 - W_1) \quad \text{lbw/hr} \quad (2.10)$$

จากสมการ (2.2)

$$m_{a1} = 4.5 \text{ cfm} \quad \text{lba/hr}$$

$$m_w = 4.5 \text{ cfm} (W_2 - W_1) \quad \text{lbw/hr} \quad (2.11)$$

สามารถหาอัตราการระเหยของน้ำสถานะอากาศหลังผ่านที่อุณหภูมิลดลงได้

2.9 สมการพื้นฐานสำหรับปริมาตรควบคุม [มนตรี, 2542]

เนื่องจากพัคสมที่อิวาพอเรเตอร์ให้ความเร็วลมต่ำและเป็นพัคสมที่ให้อัตราการไหลน้อยจึงสมมุติฐานว่าของไหลไม่อัดตัวและค่าความหนาแน่นไม่เปลี่ยนแปลง

หลักความถาวรของมวล

$$\frac{dM}{dt} \Big|_{\text{ระบบ}} = \frac{\partial}{\partial t} \int \rho dV + \int \rho \vec{V} d\vec{A} = 0 \quad (2.12)$$

ในสมการที่ (2.12)

$\frac{\partial}{\partial t} \int \rho dV$ คืออัตราการเปลี่ยนแปลงของมวลภายในปริมาตรควบคุม

$\int \rho \vec{V} d\vec{A}$ คือ อัตราไหลออกโดยสุทธิข้ามผิวควบคุม

สมการความต่อเนื่อง (Continuity equation) จากที่สมมุติฐานว่าของไหลไม่อัดตัวค่า ρ จะคงที่

$$\frac{\partial}{\partial t} \int \rho dV + \int \rho \vec{V} d\vec{A} = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial t} [\rho v] + \int \rho \vec{V} d\vec{A} = 0$$

ในที่นี้ v เป็นค่าคงที่ ดังนั้น $\frac{\partial}{\partial t} [\rho v] = 0$ จะได้

$$\int \rho \vec{V} d\vec{A} = 0$$

จากทฤษฎีความต่อเนื่องจะได้ว่า

[อัตราการไหลโดยปริมาตร ออกจากปริมาตรควบคุม (m^3/s)] = [อัตราการไหลโดยปริมาตร เข้าจากปริมาตรควบคุม (m^3/s)]

$$Q_1 = Q_2 = V \times A$$

(2.13)

โดย

- Q_1 คือ อัตราการไหลด้านเข้า หน่วย m^3/s
- Q_2 คือ อัตราการไหลด้านออก หน่วย m^3/s
- V คือ ความเร็ว หน่วย m/s
- A คือ พื้นที่หน้าตัดที่ไหลผ่าน หน่วย m^2

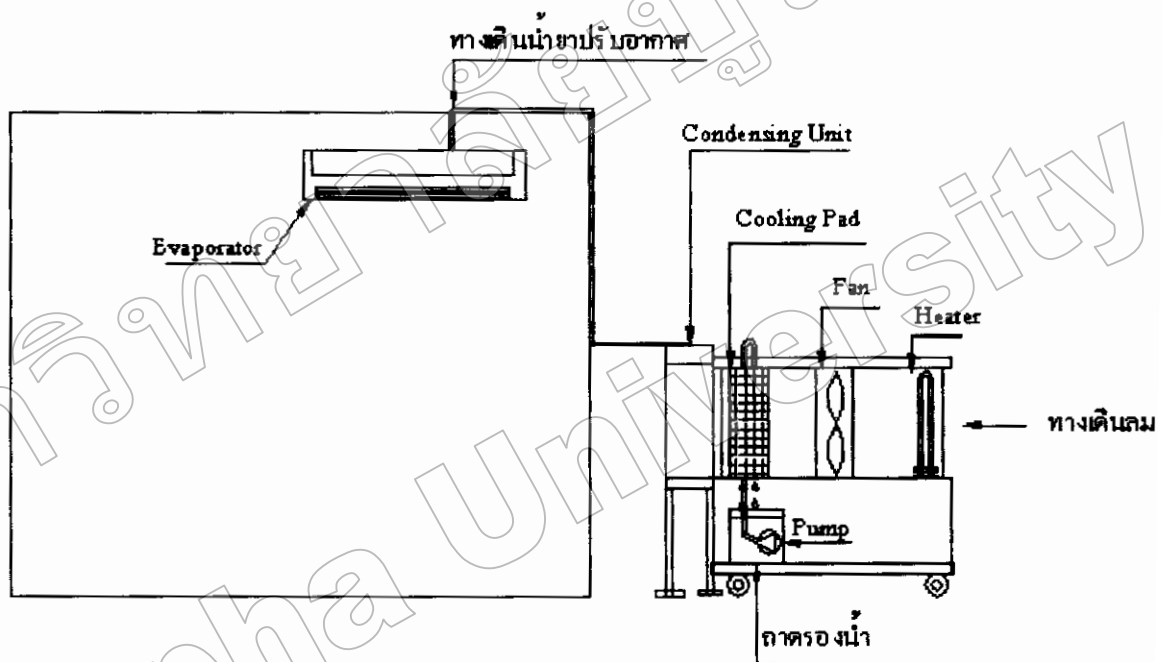
จากสมการข้างต้นจะเห็นว่าอัตราการไหลของอากาศก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์จะเท่ากับอัตราการไหลของอากาศออกจากอีวาพอเรเตอร์โดยนำอัตราการไหลของอากาศที่ออกจากอีวาพอเรเตอร์มาคำนวณได้

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



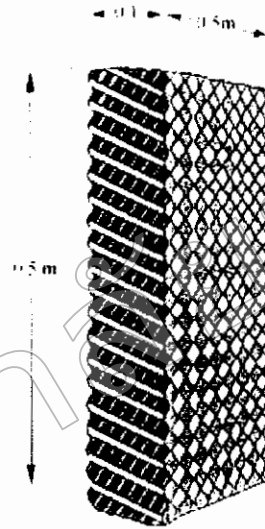
รูปที่ 3.1 แผนผังการจัดวางอุปกรณ์การทดลอง

3.1.1 ห้องทดลองขนาด $2.4 \text{ m} \times 2.4 \text{ m} \times 2.4 \text{ m}$ ทำด้วยไม้อัดหนา 0.1 เนื่องจากไม้อัดแต่ละแผ่นมีขนาด $1.2 \text{ m} \times 2.4 \text{ m}$ จึงนำมาใช้ทำห้อง ซึ่งจะง่ายในการประกอบ

3.1.2 เครื่องปรับอากาศแบบอัดไอชนิดแบบแยกส่วน เนื่องจากเป็นห้องที่มีขนาดเล็กและตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่ถูกแสงแดดโดยตรง จึงเลือกใช้เครื่องปรับอากาศยี่ห้อ แอลจี รุ่น HS-R0960CH ขนาด 9,000 Btu/hr เพราะเป็นรุ่นที่ขนาดทำความเย็นเหมาะสมกับขนาดของห้อง หาซื้อได้ง่าย ราคาถูกกว่ายี่ห้ออื่น และการติดตั้งง่าย

3.1.3 ชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์ ซึ่งประกอบด้วย

3.1.3.1 Cooling Pad เนื่องจากพื้นที่ลมเข้าของคอนเดนเซอร์มีขนาดประมาณ $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ จึงใช้ Cooling Pad รุ่น 0790 ขนาด $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \times 0.1 \text{ m}$ ของบริษัท สิวเทค-เอเชีย จำกัด ทำมาจากเยื่อกระดาษเซลลูโลสซึ่งได้รับการออกแบบให้มีความสามารถในการทำระเหยและความทนทานต่อน้ำได้สูง

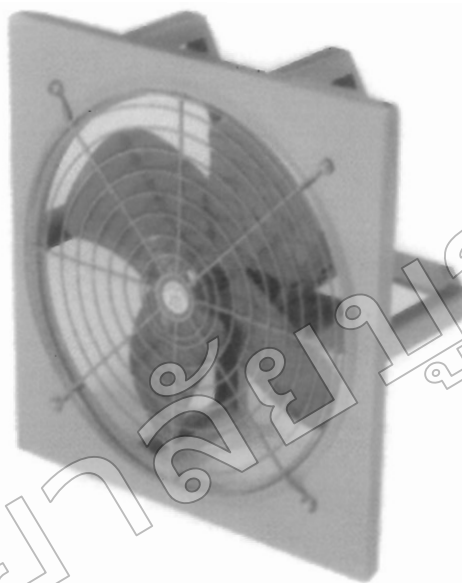


รูปที่ 3.2 ขนาด Cooling Pad

3.1.3.2 พัดลม เนื่องจากอุปกรณ์การทำความเย็นแบบระเหยที่นำมาติดตั้งเป็นอุปกรณ์ต้นแบบขนาดเล็ก ท่อลมมีความยาวไม่มากนักและความดันสูญเสียเมื่ออากาศไหลผ่านคู ลิ่งแพคมีค่าไม่มากนัก ดังนั้นจึงเลือกใช้พัดลมที่มีการไหลของอากาศตามแนวแกน (Axial Flow Fan) เพราะค่าความปั่นป่วนของกระแสลมที่พัดลมสร้างมีค่าน้อยกว่าพัดลมที่มีการไหลของอากาศตามแนวรัศมี (Centrifugal Fan) มีขนาดพื้นที่หน้าตัด (A) เท่ากับ 0.25 m^2 และในการเลือกขนาดพัดลมจะพิจารณาจากอัตราการไหลเชิงปริมาตรที่พัดลมสร้างได้ โดยจะใช้ความเร็วลมก่อนเข้าคู ลิ่งแพคอยู่ในช่วง $1\text{-}5 \text{ m/s}$ จะได้อัตราเร็วสูงสุดของพัดลม (V_{\max}) เท่ากับ 5 m/s สามารถหาอัตราการไหลเชิงปริมาตรจากสมการ (2.13)

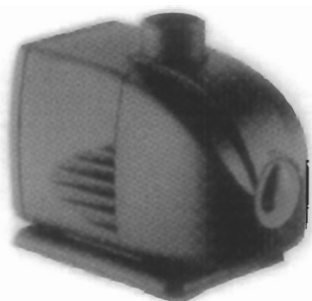
$$\begin{aligned} Q &= V_{\max} \times A \\ &= 5 \times 0.25 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 1.25 \times 37.037 \times 60 \text{ cfm} \\ &= 2777.78 \text{ cfm} \end{aligned}$$

ดังนั้นเลือกใช้พัดลมแบบ Axial Flow Fan ชื่อ VENZ SUPERPOWER : Model If-16 ซึ่งมีอัตราการไหลเชิงปริมาตร 4,000 cfm ซึ่งมีการทำชุดปริมาณการไหลเพื่อใช้ปรับความเร็วของอากาศตามที่ต้องการได้



รูปที่ 3.3 พัดลมชื่อ VENZ SUPERPOWER : Model If-16

3.1.3.3 เครื่องสูบน้ำแบบ Centrifugal Pump ชื่อ HETO: Model QD-3800 แสดงดังรูปที่ 3.5 ซึ่งมีหัวน้ำสูงสุด 2 m และมีอัตราการไหล 25 l/min โดยระบบท่อน้ำจะมีบอลวาล์วสำหรับปรับอัตราการไหลของน้ำให้ได้ค่าตามที่ต้องการ

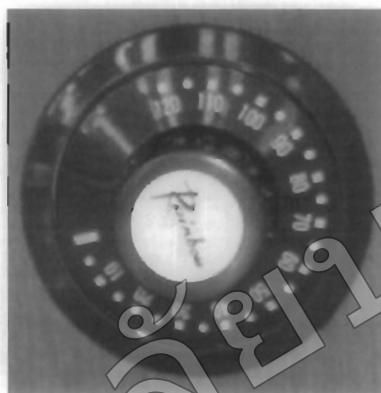


รูปที่ 3.4 เครื่องสูบน้ำ ชื่อ HETO : Model QD-3800

3.1.4 ฮีตเตอร์ (Heater) ใช้แบบแท่งขดเป็นรูปตัว M จำนวน 2 แท่ง ขนาดแท่งละ 2,000 W การต่อวงจรจะต่ออนุกรมเข้ากับเทอร์โมสแตทเพื่อควบคุมการทำงานของฮีตเตอร์ (Heater)

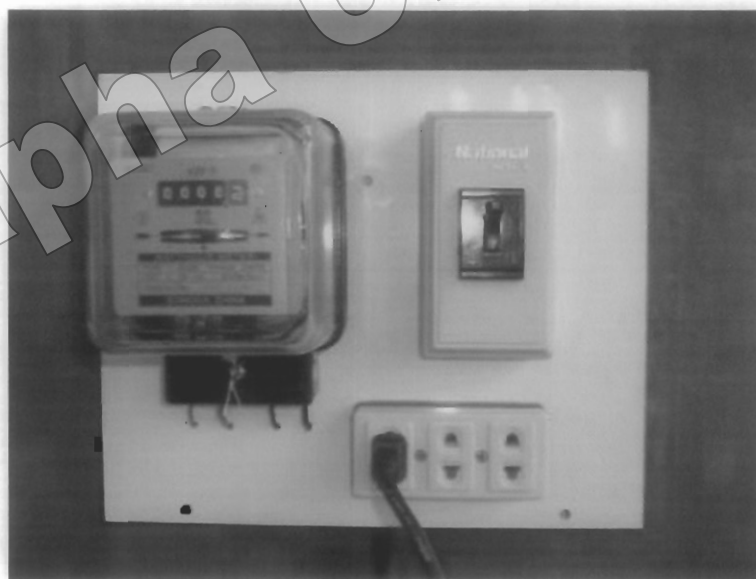
3.1.5 นาฬิกาจับเวลา

3.1.6 เทอร์โมสตัท การทดลองจะใช้ควบคุมอุณหภูมิที่ 30-40 °C ดังนั้นจึงเลือกใช้รุ่น TA(S)-120-SB ข่านการตรวจจับอุณหภูมิ 0 ถึง 120 °C เพื่อตรวจจับอุณหภูมิของอากาศและควบคุมการทำงานของ Heater



รูปที่ 3.5 เทอร์โมสตัท รุ่น TA(S)-120-SB

3.1.7 มิเตอร์วัดไฟฟ้า เนื่องจากเครื่องปรับอากาศใช้ไฟฟ้าขนาด 3.9 A และชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์ใช้ไฟฟ้าประมาณ 5 A ซึ่งจะต้องมีการต่อใช้ไฟฟ้าจากห้องทดลองดังนั้นจึงเลือกใช้มิเตอร์ไฟฟ้าขนาด 10 A



รูปที่ 3.6 มิเตอร์วัดไฟฟ้า

3.1.8 เครื่องมือวัดความเร็วลม จะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Air Velocity Meter สามารถวัดค่า โดยให้ลมผ่านหัววัดแล้วอ่านค่าได้



รูปที่ 3.7 Air Velocity Meter

3.1.9 เครื่องมือวัดค่าอุณหภูมิของอากาศ จะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Temperature measuring instrument ซึ่งวิธีการวัดอุณหภูมิจะใช้วิธีเดียวกับที่วัดความเร็วของอากาศ

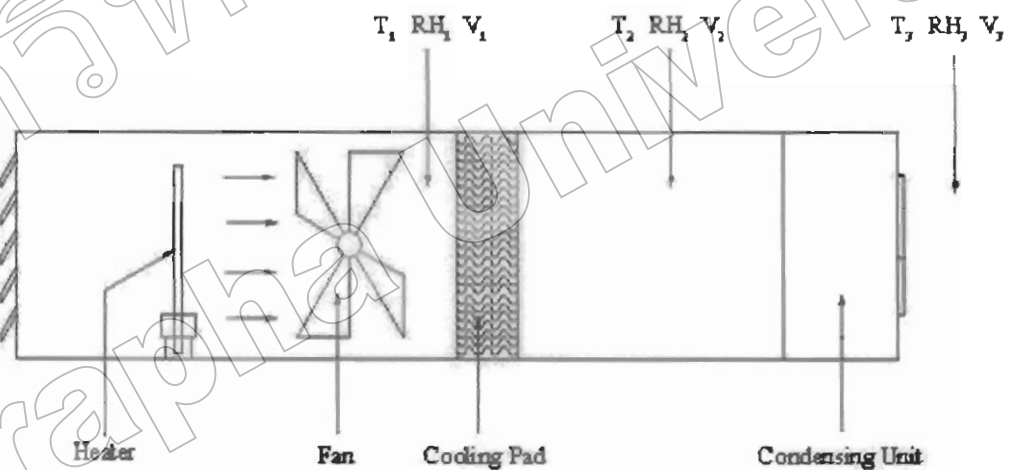


รูปที่ 3.8 Temperature measuring instrument

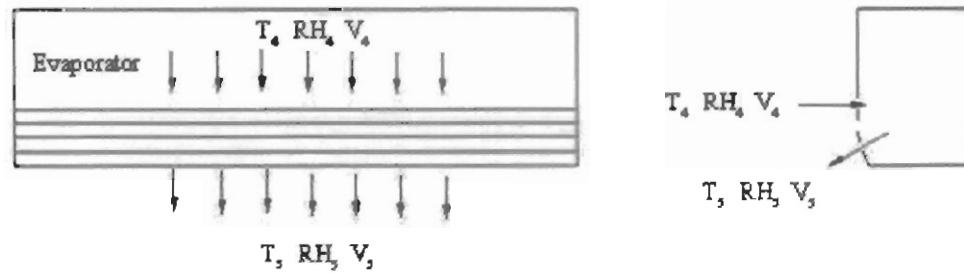
3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การทดลองโดยไม่ใช่เครื่องทำความเย็นแบบระเหยน้ำเข้ามาติดที่คอนเดนเซอร์

- 1) เสียบปลั๊กไฟฟ้าและเปิดเบรกเกอร์ไฟฟ้า
- 2) เปิดเครื่องปรับอากาศและปิดประตูห้องไว้ก่อนทำการทดลองประมาณ 30 นาที โดยตั้งอุณหภูมิห้องทดลองไว้ที่ 25 °C
- 3) ควบคุมอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่านคอนเดนเซอร์ โดยใช้ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นตัวให้พลังงานความร้อนและใช้เทอร์โมสตัทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิที่ 30 °C
- 4) เมื่ออุณหภูมิห้องทดลองวัดได้ประมาณ 25 °C ทำการเริ่มการทดลองโดยจดบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ และเริ่มจับเวลา
- 5) ทำการบันทึกค่า T_1 , RH₁, V₁, T_2 , RH₂, V₂, T_3 , RH₃, V₃, T_4 , RH₄, V₄, T_5 , RH₅, V₅ ความเร็วลมจ่ายของอีวาพอเรเตอร์, ความเร็วลมก่อนและหลังผ่านคอนเดนเซอร์ ทุกๆ 10 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศจากมิเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.9 ตำแหน่งที่วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ชุดทดลอง Cooling Pad



รูปที่ 3.10 ตำแหน่งที่วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ Evaporator ภายในห้อง

เมื่อทำการทดลองที่อุณหภูมิ 30 °C แล้ว ต่อไปทำการทดลองที่อุณหภูมิอากาศก่อนผ่านคอนเดนเซอร์ที่ 35°C และ 40 °C โดยใช้ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นตัวให้พลังงานความร้อนและใช้เทอร์โมสตัทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิ วิธีการทดลองให้ทำตามวิธีการทดลองดังหัวข้อที่ 1) ถึง 5)

3.2.2 การทดลองโดยใช้เครื่องทำความเย็นแบบระเหยน้ำเข้ามาติดที่คอนเดนเซอร์



รูปที่ 3.11 การติดเครื่องทำความเย็นแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์

3.2.2.1 การทดลองแบบไม่เปิดพัดลมของเครื่องทำความเย็นแบบระเหยน้ำ

- 1) ติดตั้งเครื่องทำความเย็นแบบระเหยน้ำเข้าที่คอนเดนเซอร์
- 2) เปิดปั๊มระบบทำความเย็นแบบระเหยน้ำ

3) ควบคุมอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่าน Cooling Pad โดยใช้ฮีตเตอร์เป็นตัวให้พลังงานความร้อนและใช้เทอร์โมสตัทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิที่ 30°C

4) เมื่ออุณหภูมิห้องทดลองวัดได้ประมาณ 25°C ทำการเริ่มการทดลองโดยจดบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ และพลังงานไฟฟ้าของปั๊มเริ่มจับเวลา

5) ทำการบันทึกค่า $T_1, RH_1, T_2, RH_2, T_3, RH_3, T_4, RH_4, T_5, RH_5$ ความเร็วลมจ่ายของอีวาพอเรเตอร์, ความเร็วลมก่อนและหลังผ่านคอนเดนเซอร์ ทุกๆ 10 นาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศและพลังงานไฟฟ้าของปั๊ม

เมื่อทำการทดลองที่อุณหภูมิ 30°C แล้วต่อไปทำการทดลองที่อุณหภูมิอากาศก่อนผ่านคอนเดนเซอร์ที่ 35°C และ 40°C โดยใช้ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นตัวให้พลังงานความร้อนและใช้เทอร์โมสตัทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิ วิธีการทดลองให้ทำตามวิธีการทดลองดังหัวข้อที่ 1) ถึง 5)

3.2.2.2 เปิดพัดลมของเครื่องทำความเย็นแบบระเหยน้ำและควบคุมความเร็วที่ 2 m/s

1) เปิดปั๊มและพัดลมระบบทำความเย็นแบบระเหยน้ำ
 2) ปรับบานเกร็ดให้ความเร็วลมก่อนเข้า Cooling Pad มีค่าประมาณ 2 m/s
 3) ควบคุมอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่าน Cooling Pad โดยใช้ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นตัวให้พลังงานความร้อนและใช้เทอร์โมสตัทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิที่ 30°C

4) เมื่ออุณหภูมิห้องทดลองวัดได้ประมาณ 25°C ทำการเริ่มการทดลองโดยจดบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ และพลังงานไฟฟ้าของปั๊มและพัดลม เริ่มจับเวลา

5) ทำการบันทึกค่า $T_1, RH_1, T_2, RH_2, T_3, RH_3, T_4, RH_4, T_5, RH_5$ ความเร็วลมจ่ายของอีวาพอเรเตอร์, ความเร็วลมก่อนและหลังผ่านคอนเดนเซอร์ ทุกๆ 10 นาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศและพลังงานไฟฟ้าของปั๊มและพัดลม

เมื่อทำการทดลองที่อุณหภูมิ 30°C แล้วต่อไปทำการทดลองที่อุณหภูมิอากาศก่อนผ่านคอนเดนเซอร์ที่ 35°C และ 40°C โดยใช้ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นตัว

ให้พลังงานความร้อนและใช้เทอร์โมสแตทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิ วิธีการทดลองให้ทำตามวิธีการทดลองดังหัวข้อที่ 1) ถึง 5)

3.2.2.3 เปิดพัดลมของเครื่องทำความเย็นแบบระเหยน้ำและควบคุมความเร็วที่ 3

m/s

- 1) เปิดปั๊มและพัดลมระบบทำความเย็นแบบระเหยน้ำ
- 2) ปรับบานเกร็ดให้ความเร็วลมก่อนเข้า Cooling Pad มีค่าประมาณ 3 m/s
- 3) ควบคุมอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่าน Cooling Pad โดยใช้ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นตัวให้พลังงานความร้อนและใช้เทอร์โมสแตทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิที่ 30 °C

4) เมื่ออุณหภูมิห้องทดลองวัดได้ประมาณ 25 °C ทำการเริ่มการทดลอง โดยจดบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ และพลังงานไฟฟ้าของปั๊มและพัดลม เริ่มจับเวลา

- 5) ทำการบันทึกค่า $T_1, RH_1, T_2, RH_2, T_3, RH_3, T_4, RH_4, T_5, RH_5$ ความเร็วลมจ่ายของอีวาพอเรเตอร์, ความเร็วลมก่อนและหลังผ่านคอนเดนเซอร์ ทุกๆ 10 นาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศและพลังงานไฟฟ้าของปั๊มและพัดลม

เมื่อทำการทดลองที่อุณหภูมิ 30 °C แล้ว ค่อยไปทำการทดลองที่อุณหภูมิอากาศก่อนผ่านคอนเดนเซอร์ที่ 35°C และ 40 °C โดยใช้ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นตัวให้พลังงานความร้อนและใช้เทอร์โมสแตทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิ วิธีการทดลองให้ทำตามวิธีการทดลองดังหัวข้อที่ 1) ถึง 5)

3.2.2.4 เปิดพัดลมของเครื่องทำความเย็นแบบระเหยน้ำและควบคุมความเร็วที่ 4

m/s

- 1) เปิดปั๊มและพัดลมระบบทำความเย็นแบบระเหยน้ำ
- 2) ปรับบานเกร็ดให้ความเร็วลมก่อนเข้า Cooling Pad มีค่าประมาณ 4 m/s
- 3) ควบคุมอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่าน Cooling Pad โดยใช้ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นตัวให้พลังงานความร้อนและใช้เทอร์โมสแตทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิที่ 30 °C

4) เมื่ออุณหภูมิห้องทดลองวัดได้ประมาณ 25 °C ทำการเริ่มการทดลอง โดยจดบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ และพลังงานไฟฟ้าของปั๊ม และพัดลม เริ่มจับเวลา

5) ทำการบันทึกค่า T_1 RH₁, T_2 RH₂, T_3 RH₃, T_4 RH₄, T_5 RH₅ ความเร็วลมจ่ายของอีวาพอเรเตอร์, ความเร็วลมก่อนและหลังผ่านคอนเดนเซอร์ ทุกๆ 10 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศและพลังงานไฟฟ้าของปั๊มและพัดลม

เมื่อทำการทดลองที่อุณหภูมิ 30 °C แล้ว ต่อไปทำการทดลองที่อุณหภูมิอากาศก่อนผ่านคอนเดนเซอร์ที่ 35°C และ 40 °C โดยใช้ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นตัวให้พลังงานความร้อนและใช้เทอร์โมสแตทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิ วิธีการทดลองให้ทำตามวิธีการทดลองดังหัวข้อที่ 1) ถึง 5)

3.2.2.5 เปิดพัดลมของเครื่องทำความเย็นแบบระเหยน้ำและควบคุมความเร็วที่ 6.3

m/s

1) เปิดปั๊มและพัดลมระบบทำความเย็นแบบระเหยน้ำ
2) ปรับบานเกร็ดให้ความเร็วลมก่อนเข้า Cooling Pad มีค่าประมาณ 4 m/s
3) ควบคุมอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่าน Cooling Pad โดยใช้ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นตัวให้พลังงานความร้อนและใช้เทอร์โมสแตทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิที่ 30 °C

4) เมื่ออุณหภูมิห้องทดลองวัดได้ประมาณ 25 °C ทำการเริ่มการทดลอง โดยจดบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ และพลังงานไฟฟ้าของปั๊ม และพัดลม เริ่มจับเวลา

5) ทำการบันทึกค่า T_1 RH₁, T_2 RH₂, T_3 RH₃, T_4 RH₄, T_5 RH₅ ความเร็วลมจ่ายของอีวาพอเรเตอร์, ความเร็วลมก่อนและหลังผ่านคอนเดนเซอร์ ทุกๆ 10 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศและพลังงานไฟฟ้าของปั๊มและพัดลม

เมื่อทำการทดลองที่อุณหภูมิ 30 °C แล้ว ต่อไปทำการทดลองที่อุณหภูมิอากาศก่อนผ่านคอนเดนเซอร์ที่ 35°C และ 40 °C โดยใช้ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นตัวให้พลังงานความร้อนและใช้เทอร์โมสแตทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิ วิธีการทดลองให้ทำตามวิธีการทดลองดังหัวข้อที่ 1) ถึง 5)

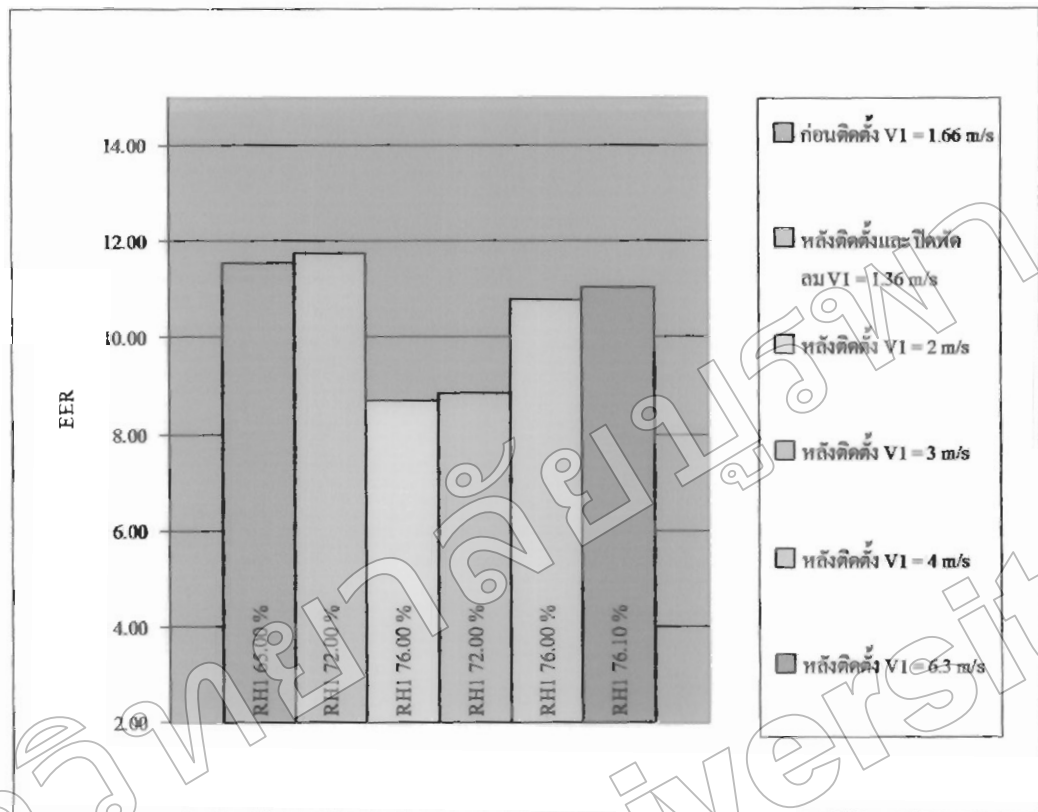
บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

ผลการทดลองได้มาจากวิธีการวัดที่ตำแหน่งต่างในรายละเอียดหัวข้อที่ 3 จะได้ค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่อยู่ในห้องดังตารางที่ 4.1 และค่าเฉลี่ยผลการทดลองภายนอกห้องทดลองดังตารางที่ 4.2

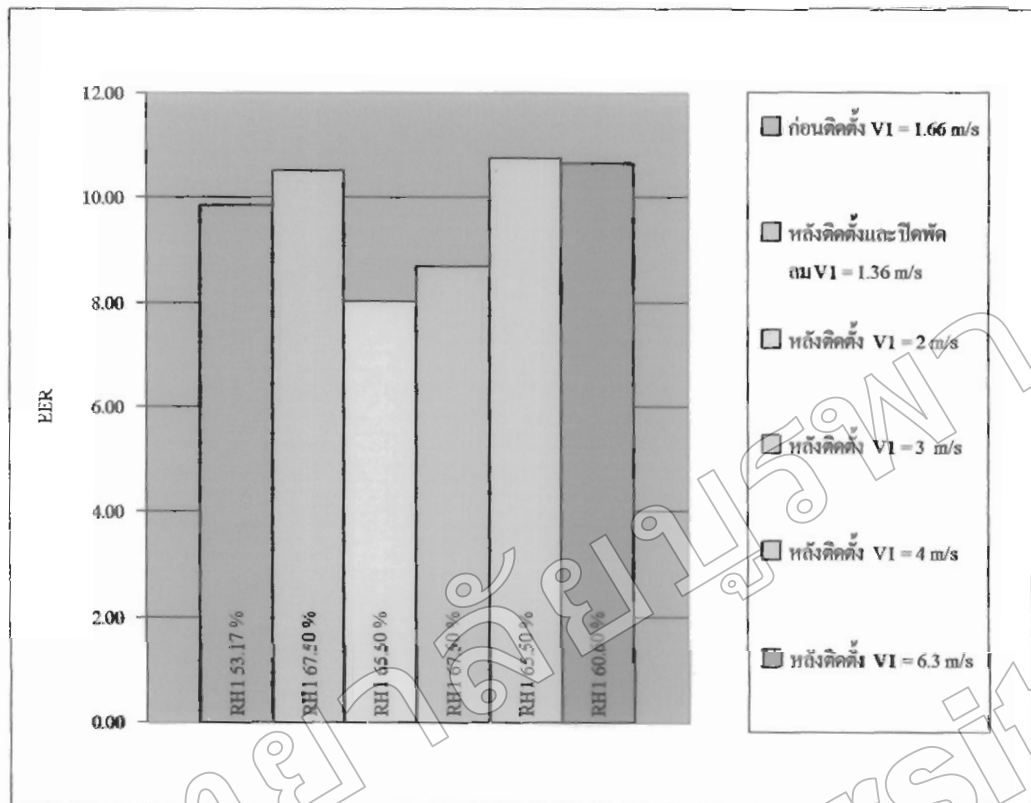
ซึ่งค่าที่ได้จะนำมาคำนวณหาค่า EER และ COP ดังตารางที่ 4.3 ซึ่งรายละเอียดหัวข้อจะแบ่งเป็นการวิเคราะห์โดยคิดที่พลังงานรวมทั้งระบบ การวิเคราะห์โดยคิดที่พลังงานเฉพาะระบบปรับอากาศแบบอัดไอ และการวิเคราะห์ระบบปรับอากาศแบบระเหยน้ำ

4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง



รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่า EER จากค่าไฟฟ้ารวมที่อุณหภูมิ 30 °C

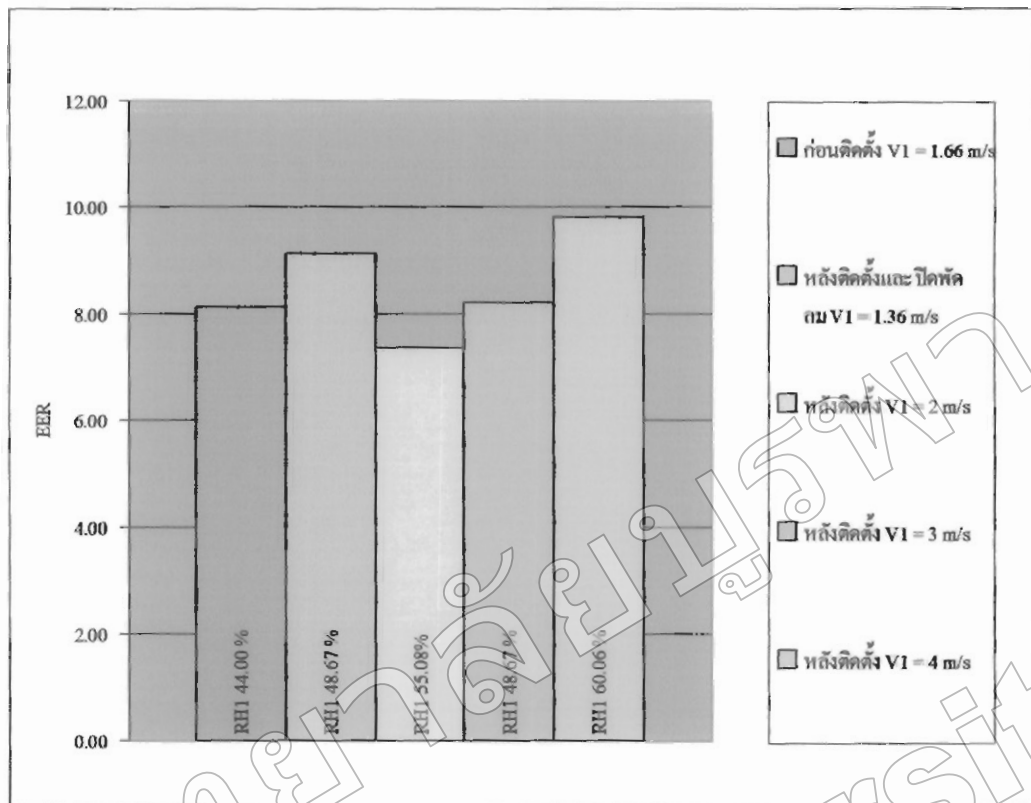
จากรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าค่า EER มีค่าสูงสุดหลังติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำที่ความเร็วลมก่อนเข้าสู่คลังแพคเท่ากับ 1.66 m/s (ปิดพัดลม) และค่า EER ต่ำสุดที่หลังติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำที่ความเร็วลมก่อนเข้าสู่คลังแพคเท่ากับ 2 m/s จะเห็นได้ว่าเมื่อเปิดพัดลมแล้วหรือบานเกล็ดควบคุมความเร็วลมที่ความเร็วต่างๆ จะทำให้ค่า EER ลดลงตามลำดับความเร็วเพราะพัดลมที่ทำการทดลองมีกำลังวัตต์สูงทำให้ใช้กำลังไฟฟ้ามากเกินความจำเป็นเพราะการปรับบานเกล็ดเพื่อลดอัตราการไหล จะเป็นการหน่วงกำลังที่ควรจะได้สูงสุด เห็นได้ว่าที่ในการทดลอง ปิดพัดลมและเปิดเฉพาะปั้มน้ำ จะทำให้ค่า EER สูงสุด ที่อุณหภูมิ 30 °C



รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่า EER จากค่าไฟที่รวมที่อุณหภูมิ 35 °C

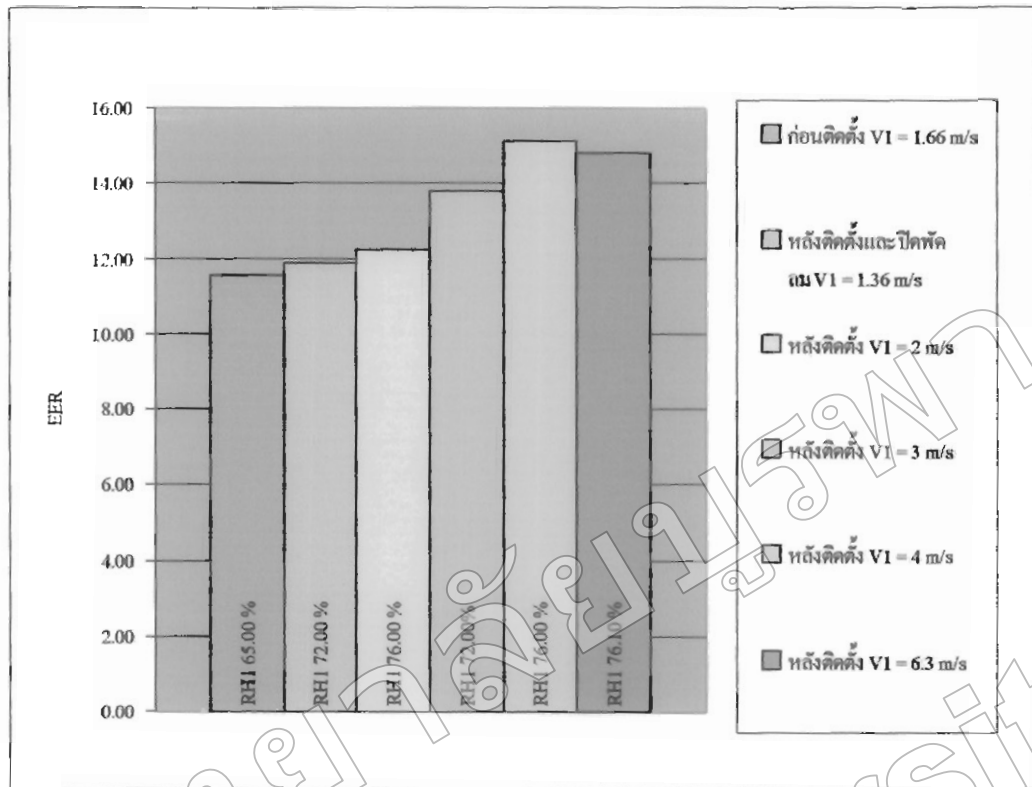
จากรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าค่า EER มีค่าสูงสุดหลังติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำที่ความเร็วลมก่อนเข้าสู่คูลิ่งแพดเท่ากับ 4 m/s และค่า EER ต่ำสุดที่หลังติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำที่ความเร็วลมก่อนเข้าสู่คูลิ่งแพดเท่ากับ 2 m/s

จะเห็นได้ว่าการทดลองที่อุณหภูมิสูงขึ้น ที่ 35 °C จะทำให้ค่า EER ที่ความเร็วลมเท่ากับ 4 m/s ที่ความเร็วลมเท่ากับ 6.3 m/s และที่การทดลองปิดพัดลมจะทำให้ค่า EER สูงกว่าก่อนติดตั้ง จะช้าอประหยัดพลังงานกว่าระบบที่ยังไม่ได้ติดตั้ง คูลิ่งแพดเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า EER ลดลงทั้งระบบก่อนติดตั้งและหลังติดตั้ง คูลิ่งแพด และที่อุณหภูมิ 35 °C นี้จะได้ว่าที่ความเร็วลม 6.3 m/s และที่ความเร็วลม 4 m/s ค่า EER ที่ได้จะใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่า EER จากค่าไฟที่รวมที่อุณหภูมิ 40 °C

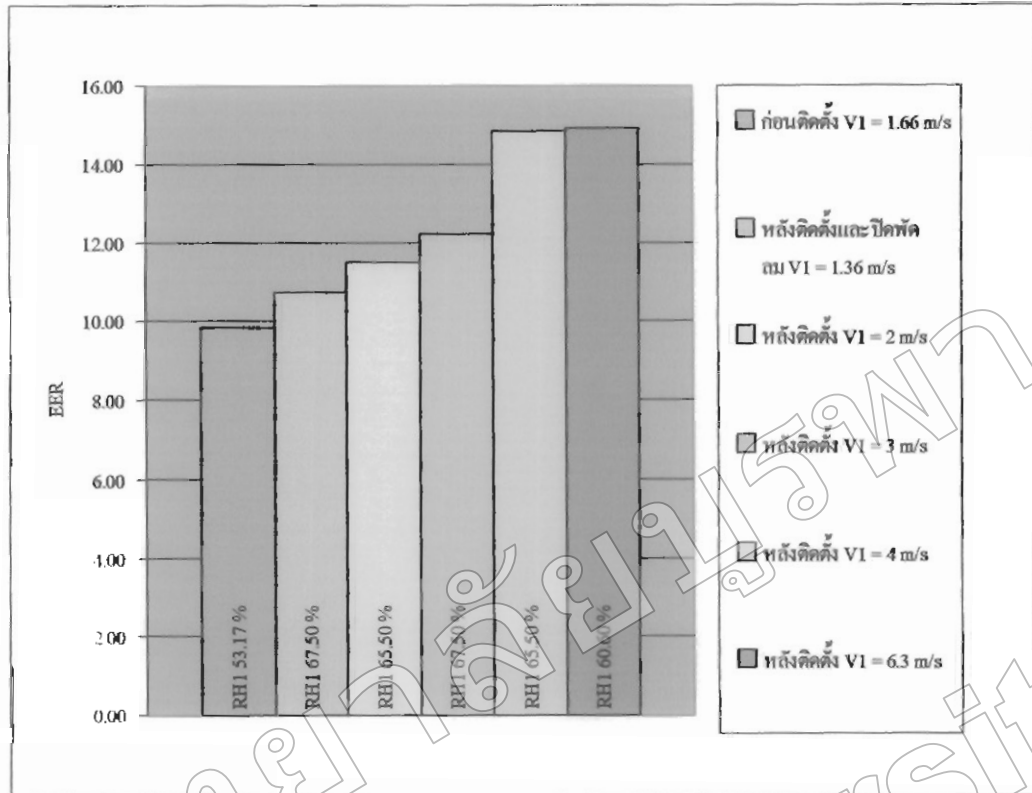
จากรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าค่า EER มีค่าสูงสุดหลังติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำที่ความเร็วลมก่อนเข้าคูลิ่งแพดเท่ากับ 4 m/s และค่า EER ต่ำสุดที่หลังติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำที่ความเร็วลมก่อนเข้าคูลิ่งแพดเท่ากับ 2 m/s



รูปที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่า EER โดยไม่คิดกำลังไฟฟ้าจากที่อุณหภูมิ 30 °C

จากรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าค่า EER มีค่าสูงสุดหลังติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำที่ความเร็วลมก่อนเข้าคอยล์แพดเท่ากับ 4 m/s และค่า EER ต่ำสุดที่ก่อนติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำที่ความเร็วลมก่อนเข้าคอยล์แพดเท่ากับ 1.66 m/s

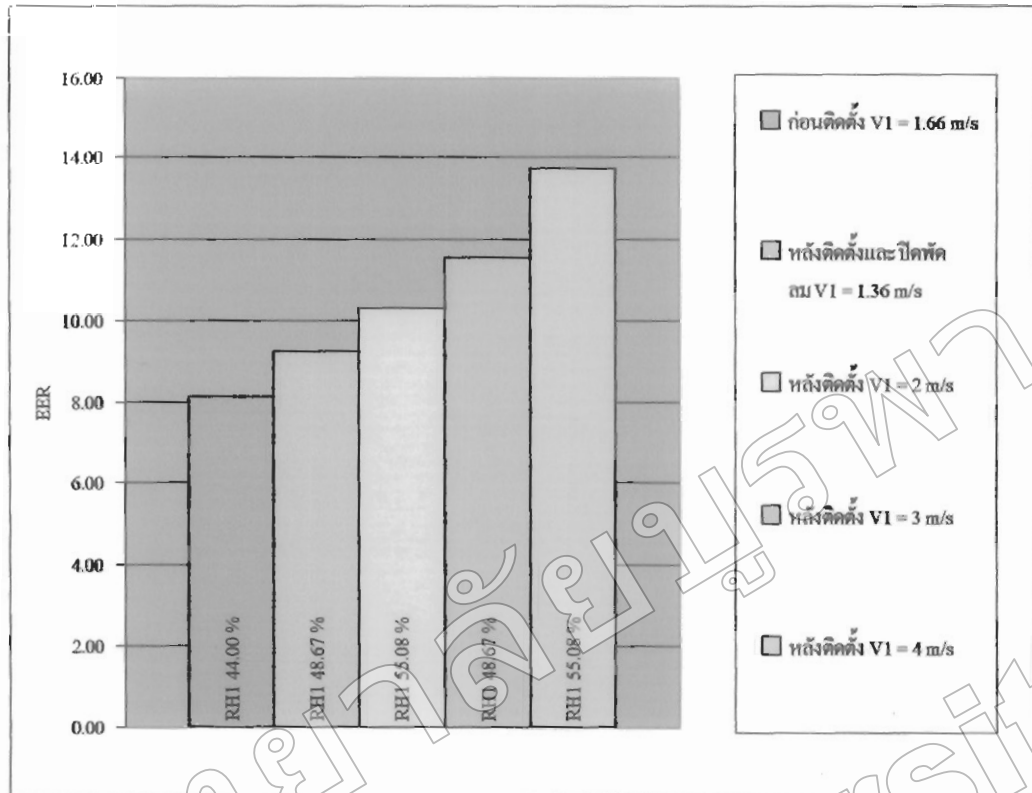
จากรูปจะเห็นได้ว่าที่ความเร็วลมมากขึ้นค่า EER จะดีขึ้นตามลำดับแต่ที่ความเร็วถึงลำดับหนึ่ง ค่า EER จะลดลง ความสามารถถ่ายเทความร้อนที่ คอนเดนเซอร์จะลดลง เนื่องจากที่ความเร็วลมจะทำให้อัตราการระเหยน้ำใน คอยล์แพด ต่ำลงทำให้อุณหภูมิกะเปาะแห้งเพิ่มขึ้น จากความเร็วลมที่เหมาะสมที่จุดหนึ่ง ในการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าที่ อุณหภูมิ 30 °C ในระบบเครื่องปรับอากาศ ซีห้อ แอลจี รุ่น HS-R0960CH ขนาด 2.5 kW จะมีค่า EER สูงสุดเมื่อมีความเร็วของอากาศผ่านคอยล์แพดที่ 4 m/s เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นค่า EER ที่ได้ต่ำลงเล็กน้อย



รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่า EER โดยไม่คิดกำลังไฟฟ้าจากที่อุณหภูมิ 35°C

จากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าค่า EER มีค่าสูงสุดหลังติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำที่ความเร็วลมก่อนเข้าสู่คลังแพคเกจกับ 6.3 m/s และค่า EER ต่ำสุดที่ก่อนติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำที่ความเร็วลมก่อนเข้าสู่คลังแพคเกจกับ 1.66 m/s

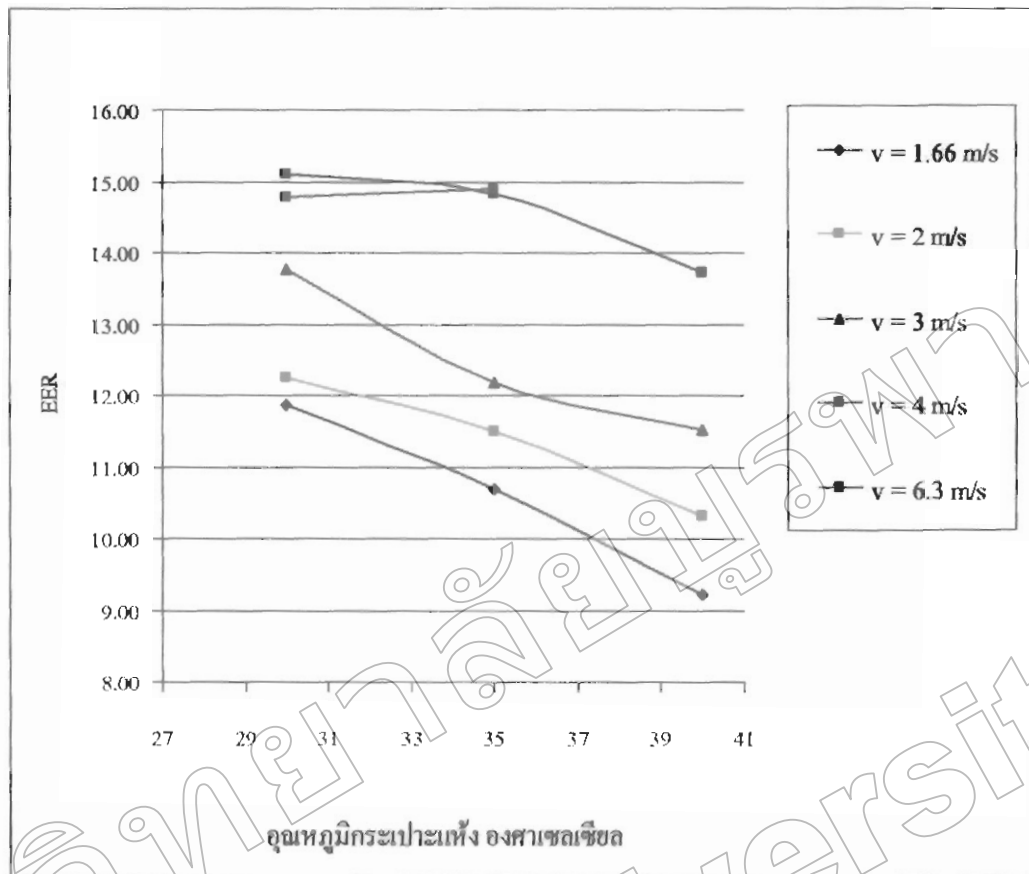
จากรูปจะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ ความเร็วลมมากขึ้นค่า EER จะดีขึ้นตามลำดับเหมือนที่อุณหภูมิ 30 °C แต่ความเร็วลมยังอาจเพิ่มขึ้นได้อีกเพราะค่า EER ยังไม่ตกลงต่ำกว่าที่ความเร็วสูงสุดอาจทดสอบหาความเร็วสูงสุดเพื่อให้ค่า EER ที่ได้มีค่าสูงสุด แต่ว่าที่ความเร็วสูงขึ้นนั้นต้องใช้อุปกรณ์ตัวใหญ่ขึ้นจะทำให้ใช้กำลังไฟมากกว่าเดิม ทำให้ค่า EER ลดลงอาจเป็นไปได้



รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบค่า EER โดยไม่คิดกำลังไฟฟ้าจากพัดลมที่อุณหภูมิ 40°C

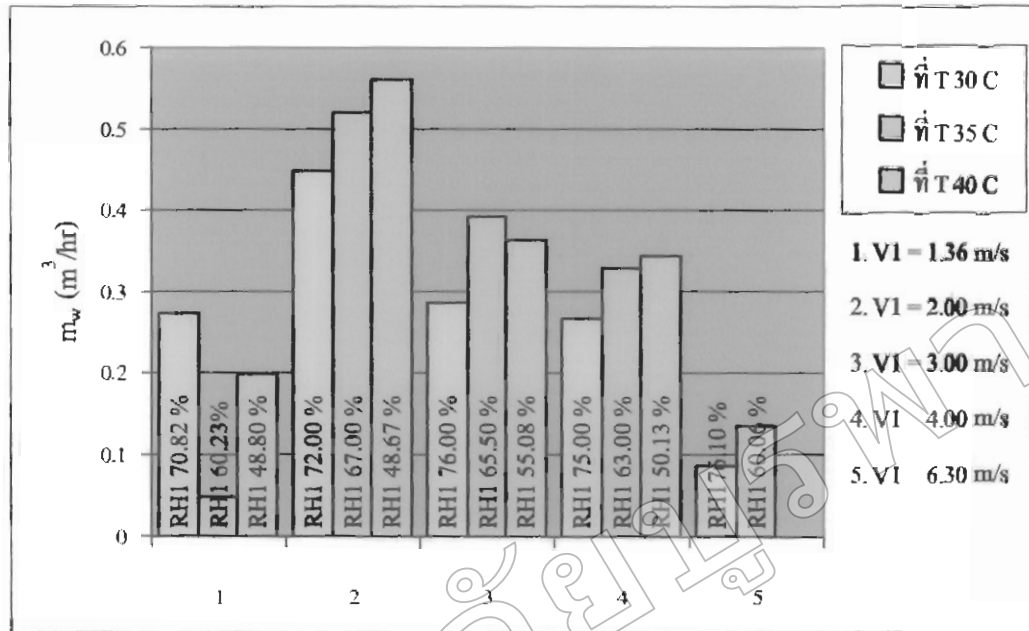
จากรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าค่า EER มีค่าสูงสุดหลังติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำที่ความเร็วลมก่อนเข้าคูลิ่งแพดเท่ากับ 4 m/s และค่า EER ต่ำสุดที่ก่อนติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำที่ความเร็วลมก่อนเข้าคูลิ่งแพดเท่ากับ 1.66 m/s

จากรูปจะเห็นได้ว่าที่ อุณหภูมิ 40°C ถ้าไม่ติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำ ค่า EER ก็คงอย่างมากเมื่อติดตั้งชุดเครื่องปรับอากาศแบบระเหยน้ำ ค่า EER จะมีค่าสูงสุดที่ความเร็วของอากาศก่อนเข้าคูลิ่งแพดที่ 4 m/s



รูปที่ 4.7 การเปรียบเทียบค่า EER โดยไม่คิดกำลังไฟฟ้าจากพัดลมที่อุณหภูมิและความเร็วต่างๆ

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าที่ความเร็วลมมากขึ้นค่า EER จะเพิ่มขึ้นและจะค่า EER จะลดลงที่อุณหภูมิสูงขึ้น และที่อุณหภูมิ 30°C จะเห็นได้ว่าการเพิ่มความเร็วจาก 4 m/s ไป 6.3 m/s จะทำให้ค่า EER ต่ำลงอีกและที่อุณหภูมิที่ 35°C ค่า EER จะค่อนข้างคงที่เมื่อเทียบกับ ที่อุณหภูมิ 30°C และเมื่อเทียบกับความเร็วต่างๆแนวโน้มของผลต่างของค่า EER จะไม่เพิ่มขึ้นอีกตามความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น จากกราฟจะเห็นได้ว่าที่ความเร็ว และที่อุณหภูมิหนึ่ง จะมีความเร็วค่าหนึ่งที่ทำให้ค่า EER สูงสุด



รูปที่ 4.8 อัตราการระเหยน้ำที่ความเร็วลมต่างๆ ก่อนเข้า Cooling Pad

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการระเหยน้ำลดลงแต่เมื่ออุณหภูมิกระเปาะแห้งเพิ่มขึ้นและค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลงจะทำให้อัตราการระเหยมีค่าเพิ่มมากขึ้น สำหรับที่ความเร็วลมที่ 1.36 m/s คือการปิดพัดลมให้ที่ความเร็วเริ่มต้น ค่าที่ได้อาจผิดพลาดเนื่องจากเป็นค่าเริ่มต้นจึงเป็นความเร็วลมที่ค่อนข้างต่ำซึ่งปฏิบัติได้เท่านั้น

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาถึงทดลองสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอด้วยการทำความเย็นแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์ตามวัตถุประสงค์ในหัวข้อที่ 1.2 โดยทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 จากนั้นได้สร้างห้องทดลองและติดตั้งเครื่องปรับอากาศในหัวข้อที่ 3 และทำการทดลองเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอด้วยการทำความเย็นแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์ เพื่อหาสมรรถนะเครื่องปรับอากาศ

จากผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลองในหัวข้อที่ 4 จะสามารถสรุปผลการทดลองในหัวข้อที่ 5.1 และมีข้อเสนอแนะที่กล่าวถึงปัญหาและแนวทางการแก้ไขในหัวข้อที่ 5.2

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

จากผลการทดลองในบทที่ 4 พบว่า

ที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (อากาศ) เป็น 30°C ค่า EER (รวม) และ COP (รวม) มีค่าสูงสุดเมื่อมีการติดตั้งชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์ โดยมีความเร็วของอากาศก่อนผ่านคอยล์ถึงแพดเป็น 1.36 m/s (ไม่เปิดพัดลมที่ชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้กับอากาศ)

ที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (อากาศ) เป็น 35°C ค่า EER (รวม) และ COP (รวม) มีค่าสูงสุดเมื่อมีการติดตั้งชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์ โดยมีความเร็วของอากาศก่อนผ่านคอยล์ถึงแพดเป็น 4 m/s

ที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (อากาศ) เป็น 40°C ค่า EER (รวม) และ COP (รวม) มีค่าสูงสุดเมื่อมีการติดตั้งชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์ โดยมีความเร็วของอากาศก่อนผ่านคอยล์ถึงแพดเป็น 4 m/s

เนื่องจากชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้กับอากาศแบบระเหยน้ำมีเครื่องสูบน้ำและพัดลมเป็นส่วนประกอบซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กระแสไฟฟ้า โดยเฉพาะพัดลมที่ใช้ในการทดสอบนี้เป็นแบบความเร็วรอบคงที่ทำให้การปรับเปลี่ยนความเร็วของอากาศก่อนผ่านคอนเดนเซอร์ให้มีค่าตามความ

ต้องการ ต้องมีการปรับปรุงประสิทธิภาพเพิ่มเติมความเสียดทานให้กับอากาศ ซึ่งทำให้ความสูญเสียพลังงานและอาจเป็นผลทำให้ผลการทดสอบมีความคลาดเคลื่อนหรือผิดพลาดได้

จากวัตถุประสงค์การศึกษาถึงทดลองสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอด้วยการทำความเข้าใจแบบระเหยน้ำที่คอนเดนเซอร์ เพื่อหาค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอ ศึกษาถึงปัจจัยความเร็วลมและอุณหภูมิที่มีผลต่อสมรรถนะภาพของเครื่องปรับอากาศโดยตรง โดยทดลองที่สภาวะอุณหภูมิของประเทศไทย ซึ่งการทดลองมีรายละเอียดในหัวข้อที่ 3 จากการทดลองและวิเคราะห์ผลจะได้ว่าที่เครื่องปรับอากาศปกติเมื่ออุณหภูมิด้านสูงขึ้นจะทำให้สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศลดลง แต่เมื่อได้ใช้ระบบระเหยน้ำเข้าช่วย ที่อุณหภูมิสูงกว่า 35°C จะช่วยให้ระบบนี้มีค่าสมรรถนะเพิ่มขึ้น (EER) 8.86 % ซึ่งอาจเพิ่มขึ้นน้อยมากเพราะว่าการทดลองนี้ใช้มอเตอร์พัดลม โดยมอเตอร์ตัวนี้ใช้กำลังไฟ 0.12 kW ซึ่งเป็นมอเตอร์ค่อนข้างใหญ่และใช้กำลังไฟฟ้าเกินความจำเป็นจึงได้ทำการทดลองที่ความเร็วลมต่างๆ ที่มีผลกับค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอโดยไม่คิดค่ากำลังไฟฟ้าจากพัดลม เมื่อควบคุมอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่จุดหนึ่ง จะได้ว่าที่ความเร็วหนึ่งจะให้ค่า สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอ สูงสุดเมื่อความเร็วเกินจุดนี้ไปแล้วค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอจะไม่เพิ่มขึ้นอีก แต่เมื่อทดลองที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นค่าความเร็วลมที่ทำให้ค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศเปลี่ยนไปด้วย สามารถนำค่าการวิเคราะห์ ไปเลือกใช้พัดลมที่ความเร็วลมเหมาะสม ได้ และได้ทำศึกษาการระเหยของไอน้ำในระบบระเหยน้ำที่อัตราเร็วลมที่เข้าสูงจะทำให้การระเหยน้ำต่ำกว่าที่ความเร็วลมต่ำเมื่ออุณหภูมิกระเปาะเปียกเพิ่มขึ้นและความชื้นสัมพัทธ์ลดลงจะทำให้การอัตราการระเหยมากขึ้น ซึ่งมีผล โดยตรงกับการถ่ายเทความร้อนที่คอนเดนซึ่งยูนิตอีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการทำการทดลองควรคำนึงถึงช่วงเวลาทำการทดลองและสภาพแวดล้อมต่างๆซึ่งทำให้มีผลต่อคุณสมบัติอากาศ

5.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดปริมาตรกระแสไฟฟ้า มีความละเอียดน้อยทำให้การอ่านค่าคลาดเคลื่อนได้

5.2.3 ในการปรับปรุงการทดลองควรเลือกพัดลมให้มีขนาดที่ให้ความเร็ว ใกล้เคียงกับค่าความเร็วที่ทำให้ค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอสูงสุดที่อุณหภูมิเดียวกัน

5.2.4 ควรวัดค่าอุณหภูมิและความดันจากสารทำความเย็นเพื่อหาค่าสมรรถนะ เพื่อเทียบกับการวัดค่าที่คอยล์เย็นเพื่อความแม่นยำมากขึ้น

5.2.5 เนื่องจากเครื่องปรับอากาศในการทดลอง อาจมีการรั่วไหลของสารทำความเย็นจึงควรตรวจเช็คค่าความดัน

เอกสารอ้างอิง

ชนกาญจน์ ภัทรากาญจน์ และบรรเลง ศรีนิล. เทอร์โมไดนามิกส์ประยุกต์ หน่วย SI รวมเล่ม 1 และ 2.

กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2524. หน้า 389-395

มนตรี พิรุณเกษตร. กลศาสตร์ของไหล ฉบับเสริมประสบการณ์. กรุงเทพฯ : จิตยพัฒน์,

2542. หน้า 324

สมศักดิ์ สุโมตยกุล. เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2545.

สุรพล พฤกษ์พานิช. การปรับอากาศ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2538.

<http://www.wescorhvac.com/EvapWhitePaper.html>.

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ภาคผนวก ก

ข้อมูลจำเพาะเครื่องปรับอากาศชนิดหือ แอลจี รุ่น HS-R0960CH ขนาด 2.5 KW

ขนาดทำความเย็น	2.5 KW
แรงดันไฟฟ้า,ความถี่,เฟส	220 V, 50 Hz, 1 Φ
กำลังไฟฟ้า	777 Watt
กระแสไฟ	3.9 A
ค่า COP	3.19
ค่า EER	10.7
ค่าประหยัดไฟ	เบอร์ 5
อัตราการหมุนเวียนอากาศภายใน	7.3 m ³ /min
การควบคุมความชื้น	1.2 l/hr
ระบบฟอกอากาศ	Electrostation
คอมเพรสเซอร์	Rotary
ขนาดภายใน (ก x ส x ล)	900 × 285 × 156 mm
ขนาดภายนอก (ก x ส x ล)	740 × 624 × 270 mm
น้ำหนักสุทธิภายใน	8 kg
น้ำหนักสุทธิภายนอก	30 kg
การต่อท่อของเหลว	เส้นผ่านศูนย์กลาง 6.35 mm
การต่อท่อก๊าซ	เส้นผ่านศูนย์กลาง 12.7 mm
สารทำความเย็น	R-22
พื้นที่ช่องจ่ายลม (Supply air grille)	7 cm × 80 cm

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการคำนวณ

ใช้ผลการทดลอง ก่อนติดตั้ง Cooling Pad

โดย	$T_1 = 30^\circ\text{C}$,	$\text{RH}_1 = 65\%$
	$T_2 = 30^\circ\text{C}$,	$\text{RH}_2 = 65\%$
	$T_3 = 25.42^\circ\text{C}$,	$\text{RH}_3 = 65.17\%$
	$T_4 = 17.75^\circ\text{C}$,	$\text{RH}_4 = 85.83\%$
	พลังงานไฟฟ้าของระบบ	1000 Watt

พื้นที่ช่อง Return เท่ากับ $80\text{cm} \times 7\text{cm} = 560 \text{ cm}^2$ ความเร็วลมที่ผ่าน เท่ากับ 3 m/s

$$\text{จะได้ Air Flow} = \frac{560 \text{ cm}^2 \times 3 \text{ m/s}}{10000} = 0.17 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= (0.17 \text{ m}^3/\text{s}) \times \frac{\left(\frac{1}{0.3048}\right)^3}{60} = 356 \text{ ft}^3/\text{min}$$

แปลงอุณหภูมิจาก $^\circ\text{C}$ เป็น $^\circ\text{F}$

$$25.42^\circ\text{C} = \frac{25.42 \times 9}{5} + 32 = 77.76^\circ\text{F}$$

นำค่า T_3 , RH_3 และ T_4 , RH_4 ไปเปิดในไซโครเมตริกชาร์ทจะได้ $h_3 = 40.70 \text{ Btu/lb}$ $h_4 = 33.50 \text{ Btu/lb}$

$$\text{จาก } \text{EER} = \frac{4.5 \times \text{cfm} \times (h_3 - h_4)}{\text{Watt}}$$

$$\text{EER} = \frac{4.5 \times 356 \times (40.7 - 33.5)}{1,000} = 11.53$$

$$\text{COP} = \frac{\text{EER}}{3.412} = 3.38$$

ใช้ผลการทดลอง ก่อนติดตั้งและหลังติดตั้ง Cooling Pad

$$T_1 = 30^\circ \text{C}, \quad \text{RH}_1 = 76\%$$

$$T_2 = 27.8^\circ \text{C}, \quad \text{RH}_2 = 89\%$$

หาค่า W_1, W_2 จากไซโครเมตริกชาร์ท เพื่อหาผลต่าง $\Delta W = 7.4 \times 10^{-4}$ lbw/lba

พื้นที่หน้าตัดของ Cooling Pad จะได้ 0.125 m^2

จากความเร็วลม 3 m/s

$$\begin{aligned} \text{หาค่า } m_a &= 4.5 \text{ cfm} \\ &= 4.5 \times 0.125 \times 3 \times 35.314 \times 60 \\ &= 953.4 \text{ lb/hr} \end{aligned}$$

$$\text{จาก } m_w = 4.5 \text{ cfm } (W_2 - W_1) \quad \text{lbw/hr}$$

$$= \frac{(4.5 \times 953.4 \times 0.00074)}{3600 \times 2.20} \quad \text{kg/hr}$$

$$= 0.2865 \quad \text{kg/hr}$$

$$= \frac{0.2865}{1000} \quad \text{m}^3/\text{hr}$$

$$= 2.8 \times 10^{-4} \quad \text{m}^3/\text{hr}$$

อัตราการระเหยที่สภาวะหลังผ่านที่ Cooling Pad ได้ $2.8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{hr}$

ประวัติผู้ทำโครงการ

นายทรงพล เพิ่มทรัพย์ ปัจจุบันศึกษา ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนพนัสพิทยาคาร มีความสนใจในวิศวกรรมยานยนต์และอากาศยาน ชอบและถนัดในวิชากลศาสตร์ของไหลและควบคุมอัตโนมัติ

นายดำรงณ์ เขจรศักดิ์ ปัจจุบันศึกษา ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา มีความสนใจในวิศวกรรมยานยนต์ ชอบและถนัดในวิชากลศาสตร์วัสดุและอุณหพลศาสตร์

นายทนงเดช ประดิ ปัจจุบันศึกษา ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสุนทรภู่พิทยา มีความสนใจในวิศวกรรมยานยนต์ ชอบและถนัดในวิชากลศาสตร์วัสดุและระบบปรับอากาศ