สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเพิ่มสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศโดยใช้น้ำเย็นและอิเล็กทรอนิกส์เอ็กแพนชั่นวาล์ว

ENHANCEMENT OF COP ON AIR CONDITION BY COOLING WATER AND ELECTRONICS EXPANSION VALVE

นาย อัศวิน ฉุนหล้า 47015384

นาย มงคล สินอิ่ม 47015401

เลขทะเบียน 72911
วันที่ลงทะเบียน 25 มิ.ย. 2550

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การเพิ่มสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศโดยใช้น้ำเย็นและอิเล็กทรอนิกส์เอ็กแพนชั่นวาล์ว

ENHANCEMENT OF COP ON AIR CONDITION BY COOLING WATER AND ELECTRONICS EXPANSION VALVE

ผู้จัดทำ

1. นาย อัศวิน ลุนหล้า 47015384
2. นาย มงคล สินอิ่ม 47015401

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผ ศ ธวัชชัย นาคพิพัฒน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศโดยใช้น้ำเย็นและอิเล็กทรอนิกส์เอ็กแพนชั่นวาล์ว

นาย อัศวิน ลุนหล้า 47015384
นาย มงคล สินอิ่ม 47015401
ผศ. ธวัชชัย นาคพิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

เพื่อการศึกษาเรื่องการปรับอากาศของระบบทำความเย็นแบบอัดไอขนาด 1 ตัน โดยใช้น้ำระบายความร้อน โดยการทดลองเป็นการจำลองสภาวะในห้องตามมาตรฐานไอเอสโอ 5151 ซึ่งคุมสภาวะของห้องที่ 24 °C DB 19°C WB และนอกห้อง 35 °C DB 24°C WB โดยทำการหาขนาดความยาวของท่อคอนเดนเซอร์ที่เหมาะสมในการระบายความร้อน โดยใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 mm ซึ่งเป็นท่อที่ใช้ทำคอนเดนเซอร์ทั่วไป ทำการควบคุมอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนแบบอีวาโปเรทีฟ และควบคุมอัตราการไหลและความดันของสารทำความเย็นด้วยเอ็กแพนชั่นวาล์วแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมด้วยโปรแกรม ผลการทดสอบได้ผลตามที่วางเป้าหมายไว้คือได้เบอร์ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENHANCEMENT OF COP ON AIR CONDITION BY COOLING WATER AND ELECTRONICS EXPANSION VALVE

Mr. Asawin Lunla 47015384

Mr. Mongkol Sinaim 47015401

Assist. Prof. Tawatchai Nakpipat Advisor

ABSTRACT

The objective of this project is to study a one ton of vapor compression air conditioner, The water cooling was used at the condensing unit The standard condition was controlled to maintain indoor condition at 24 °C DB, 19 °C WB and outdoor condition at 35 °C DB, 24 °C WB as The ISO 5151 standard . using condenser tube length that suitable with the heat transfer. We Use tube diameter 9 mm We control the water temperature by evaporative .We control flow rate and pressure of the refrigerant by using electronics expansion valve which control by program. The test result is in the interval of number 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดีหากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ อาจารย์ ธวัชชัย นาคพิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก และ อาจารย์ในภาคเครื่องกลทุกท่านที่ช่วยให้คำปรึกษา

รวมไปถึงเพื่อนๆ รุ่นพี่ต่อเนื่องในภาคเครื่องกล และพีภูไท ฤทธิ์ธาน ที่ให้ความรู้ในเรื่องการปรับอากาศให้ยืมอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ และขอบคุณทุกคนที่มีส่วนช่วยในการสนับสนุนโครงงานนี้

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมาในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นาย อัศวิน ลุนหล้า
นาย มงคล สินอิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาภาพ VI

สารบัญตาราง VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ขอบเขตการทำโครงงานปริญญานิพนธ์ 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงงานปริญญานิพนธ์ 2

1.5 วิธีการดำเนินงาน 2

บทที่ 2 ทฤษฎี 3

2.1 ทฤษฎีการทำความเย็น 3

2.2 หน่วยของการทำความเย็น (Standard Rating of Refrigeration) 4

2.3 ประเภทของระบบการทำความเย็น 4

2.4 ระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ 5

2.5 วัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอ และอุปกรณ์ของระบบทำความเย็น 5

2.6 สารความเย็น (Refrigeration) 19

2.7 P-h Diagram 21

2.8 คุณสมบัติทางไซโครเมตริค 24

2.9 สมการที่ใช้ในการคำนวณ 26

2.10 เอนทาลปีของอากาศ(Enthalpy of Air) และอัตราความชื้น(Humidity Ratio, W 28

บทที่3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 31

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 31

3.2 การบริการระบบ 39

3.3.วิธีการทดลองเครื่องปรับอากาศ 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
บทที่ 4 ผลการทดลอง	44
ผลการทดลอง	44
4 1 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ท่อคอนเดนเซอร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. และยาว8 เมตร โดยใช้ท่อแคพิลลารีควบคุมระบบปรับอากาศ	44
4.2 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ท่อคอนเดนเซอร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. และยาว10เมตร โดยใช้ท่อแคพิลลารีควบคุมระบบปรับอากาศ	53
4 3 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ท่อคอนเดนเซอร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. และยาว12เมตร โดยใช้ท่อแคพิลลารีควบคุมระบบปรับอากาศ	62
4.4 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ท่อคอนเดนเซอร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. และยาว13เมตร โดยใช้ท่อแคพิลลารีควบคุมระบบปรับอากาศ	71
4.5 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ท่อคอนเดนเซอร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. และยาว14เมตร โดยใช้ท่อแคพิลลารีควบคุมระบบปรับอากาศ	80
4.6 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ท่อคอนเดนเซอร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. และยาว16เมตร โดยใช้ท่อแคพิลลารีควบคุมระบบปรับอากาศ	89
4.7 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำที่ระบายความร้อนให้กับระบบปรับอากาศ ที่ 25 ถึง 35(°C)โดยใช้อิเล็กทรอนิคเอ็กแพนชั่นวาล์วควบคุมระบบปรับอากาศ	98
บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง	104
5.1สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง	104
5.2 สรุปผลการทดลอง	119
บรรณานุกรม	120
ภาคผนวก ก.	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 2-1 ชนิดของสารความเย็นที่นิยมใช้ 20
ตารางที่3.1 อุณหภูมิห้องที่ทำการทดลอง 42
ตารางที่ 4 -1 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 33 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร 44
ตารางที่ 4 -2 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 34 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร 45
ตารางที่ 4 -3 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร 46
ตารางที่ 4 -4 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 36 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร 47
ตารางที่ 4 -5 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 37 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร 48
ตารางที่ 4 -6 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 25°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร 49
ตารางที่ 4 -7 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 26°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร 50
ตารางที่ 4 -8 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 27°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร 51
ตารางที่ 4 -9 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 28°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร 52
ตารางที่ 4 -10 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 33 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 10 เมตร 53
ตารางที่ 4 -11 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 34 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 10 เมตร 54
ตารางที่ 4 -12 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 10 เมตร 55
ตารางที่ 4 -13 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 36 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 10 เมตร 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

	หน้าที่
ตารางที่ 4 -14 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 37 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 10 เมตร	57
ตารางที่ 4 -15 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 25°C WB ที่ความยาวท่อ 10 เมตร	58
ตารางที่ 4 -16 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 26°C WB ที่ความยาวท่อ 10 เมตร	59
ตารางที่ 4 -17 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 27°C WB ที่ความยาวท่อ 10 เมตร	60
ตารางที่ 4 -18 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 28°C WB ที่ความยาวท่อ 10 เมตร	61
ตารางที่ 4 -19 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 33 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 12 เมตร	62
ตารางที่ 4 -20 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 34 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 12 เมตร	63
ตารางที่ 4 -21 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 12 เมตร	64
ตารางที่ 4 -22 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 36 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 12 เมตร	65
ตารางที่ 4 -23 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 37 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 12 เมตร	66
ตารางที่ 4 -24 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 25°C WB ที่ความยาวท่อ 12 เมตร	67
ตารางที่ 4 -25 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 26°C WB ที่ความยาวท่อ 12 เมตร	68
ตารางที่ 4 -26 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 27°C WB ที่ความยาวท่อ 12 เมตร	69
ตารางที่ 4 -27 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 28°C WB ที่ความยาวท่อ 12 เมตร	70
ตารางที่ 4 -28 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 33 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 13 เมตร	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้าที่

ตารางที่ 4 -29 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 34 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 13 เมตร 72
ตารางที่ 4 -30 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 13 เมตร 73
ตารางที่ 4 -31 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 36 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 13 เมตร 74
ตารางที่ 4 -32 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 37 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 13 เมตร 75
ตารางที่ 4 -33 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 25°C WB ที่ความยาวท่อ 13 เมตร 76
ตารางที่ 4 -34 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 26°C WB ที่ความยาวท่อ 13 เมตร 77
ตารางที่ 4 -35 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 27°C WB ที่ความยาวท่อ 13 เมตร 78
ตารางที่ 4 -36 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 28°C WB ที่ความยาวท่อ 13 เมตร 79
ตารางที่ 4 -37 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 33 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 14 เมตร 80
ตารางที่ 4 -38 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 34 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 14 เมตร 81
ตารางที่ 4 -39 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 14 เมตร 82
ตารางที่ 4 -40 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 36 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 14 เมตร 83
ตารางที่ 4 -41 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 37 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 14 เมตร 84
ตารางที่ 4 -42 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 25°C WB ที่ความยาวท่อ 14 เมตร 85
ตารางที่ 4 -43 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 26°C WB ที่ความยาวท่อ 14 เมตร 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้าที่

ตารางที่ 4 -44 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 27°C WB ที่ความยาวท่อ 14 เมตร 87
ตารางที่ 4 -45การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 28°C WB ที่ความยาวท่อ 14 เมตร 88
ตารางที่ 4 -46 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 33 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 16 เมตร 89
ตารางที่ 4 -47 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 34 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 16 เมตร 90
ตารางที่ 4 -48 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 16 เมตร 91
ตารางที่ 4 -49 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 36 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 16 เมตร 92
ตารางที่ 4 -50 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 37 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 16 เมตร 93
ตารางที่ 4 -51 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 25°C WB ที่ความยาวท่อ 16 เมตร 94
ตารางที่ 4 -52 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 26°C WB ที่ความยาวท่อ 16 เมตร 95
ตารางที่ 4 -53 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 27°C WB ที่ความยาวท่อ 16 เมตร 96
ตารางที่ 4 -54 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 28°C WB ที่ความยาวท่อ 16 เมตร 97
ตารางที่ 4 -55 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิน้ำ 25 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร 98
ตารางที่ 4 -56 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิน้ำ 27 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร 99
ตารางที่ 4 -57 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิน้ำ 29 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร 100
ตารางที่ 4 -58 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิน้ำ 31 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร 101
ตารางที่ 4 -59 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิน้ำ 33 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร 102
ตารางที่ 4 -60 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิน้ำ 35 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร 103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้าที่

รูปที่ 2 1 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นในทางปฏิบัติเมื่อเปรียบเทียบกับทางทฤษฎี 5

รูปที่ 2 2 อุปกรณ์เครื่องทำความเย็น 6

รูปที่ 2.3 คอมเพรสเซอร์แบบอิสระ 7

รูปที่ 2.4 คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิดสนิท 7

รูปที่ 2.5 คอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท 8

รูปที่ 2 6 คอนเด็นเซอร์แบบใช้อากาศหมุนเวียนพาความร้อนออกโดยธรรมชาติ 9

รูปที่ 2 7 คอนเด็นเซอร์แบบมีพัดลมช่วย 9

รูปที่ 2 8 คอนเด็นเซอร์แบบท่อสองชั้นหล่อเย็นด้วยน้ำ 10

รูปที่ 2.9 คอนเด็นเซอร์แบบท่อใหญ่มีขดท่อภายใน 10

รูปที่ 2.10 คอนเด็นเซอร์แบบท่อใหญ่มีท่อตรงภายใน 11

รูปที่ 2.11 เอ๊กซ์แพนชั่นวาล์วโดยใช้มือปรับ 12

รูปที่ 2 12 เอ๊กซ์แพนชั่นวาล์วโดยอัตโนมัติ 12

รูปที่ 2 13 เอ๊กซ์แพนชั่นวาล์วโดยระดับความร้อน 13

รูปที่ 2.14 เอ๊กซ์แพนชั่นวาล์วแบบท่อแคพิลลารี 14

รูปที่ 2 15 เอ๊กซ์แพนชั่นวาล์วแบบด้านลูกลอยความดันต่ำ 14

รูปที่ 2 16 เอ๊กซ์แพนชั่นวาล์วแบบด้านความดันสูง 15

รูปที่ 2.17 แบบทั่วไปของอีแวปปอเรเตอร์แบบท่อเปลือย 16

รูปที่ 2 18 อีแวปปอเรเตอร์แบบแผ่น 16

รูปที่ 2 19 อีแวปปอเรเตอร์แบบครีบ 17

รูปที่ 2-20 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ 18

รูปที่ 2-21 โครงสร้าง P-h ไดอะแกรม 22

รูปที่ 2-22 แผนภูมิ P-h ไดอะแกรมของน้ำยา R-22 23

รูปที่ 2-23 แสดงโครงสร้างของแผนภาพไซโครเมตริค 25

รูปที่ 2.24 แผนภูมิไซโครเมตริค 26

รูปที่ 2 25 กระบวนการทำให้อากาศอิ่มตัว 31

รูปที่ 3-1 รูปแสดงความร้อน(Heater) 31

รูปที่ 3-2 Steam Generator 32

รูปที่ 3-3 Air Conditioner 32

รูปที่ 3-4 Condensing unit 33

รูปที่ 3-5 ฮีตเตอร์ outdoor 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 3-6 cooling pad 34
รูปที่ 3-8 อิเล็กทรอนิคเอ็กแพนชั่นวาล์ว และท่อแคพิลลารี 35
รูปที่ 3-7 หม้อแปลงตัวปรับแรงดันไฟฟ้าของตัวความร้อนและหม้อต้มไอน้ำ 35
รูปที่ 3 -9 เกจวัดอุณหภูมิ 36
รูปที่ 3 -10 เกจวัดความดัน 36
รูปที่ 3 -11 บอร์ดควบคุม 37
รูปที่ 3 -12 เกจวัดอุณหภูมิ 37
รูปที่ 3 - 13 เกจแมนิโฟลด์ 38
รูปที่ 3-14 ตำแหน่งวาล์ว A วาล์ว B ของเกจแมนิโฟลด์ 39
รูปที่ 3- 15 การทำสุญญากาศระบบ 41
รูปที่ 3-16 รูปแสดงวงจรของระบบชุดทดลอง 43
กราฟที่ 5-1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันสูญเสียในคอนเดนเซอร์กับความยาวท่อ (ท่อมีขนาด 9 mm.) 104
กราฟที่ 5-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราสิ้นเปลืองของน้ำกับความยาวท่อ (ท่อมีขนาด9 mm) 105
กราฟที่ 5-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนต่อความยาวท่อ (ท่อมีขนาด9 mm) 106
กราฟที่ 5-4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธ์ภาพการทำความเย็นกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 °C คงที่ 107
กราฟที่ 5-5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า EER กับอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 °C คงที่ 108
กราฟที่ 5-6 ความสัมพันธ์ระหว่าง Power input กับ อุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 °C คงที่ 109
กราฟ 5-7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทำความเย็นกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 °C คงที่ 110
กราฟที่ 5-8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธ์ภาพการทำความเย็นกับอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่ความยาวท่อ ต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียก 24 °C คงที่ 111
กราฟ 5-9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า EER กับอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียก 24 °C คงที่ 112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้าที่

กราฟที่5-10 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกระเปาะแห้งกับ Power input ที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียก 24 °C คงที่ 113

กราฟที่ 5-11แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทำความเย็นกับอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียก 24 °C คงที่ 114

กราฟที่5-12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นกับอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนตั้งแต่ 25-35 °C ที่ท่อยาว 13 m (ท่อมีขนาด 9 mm.) 115

กราฟที่ 5-13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Power input กับอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนตั้งแต่ 25-35°C ที่ท่อยาว13 m (ท่อมีขนาด 9 mm.) 116

กราฟที่5-14 ความสัมพันธ์ระหว่าง FER กับอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนตั้งแต่ 25-35 °C ที่ท่อยาว13 m (ท่อมีขนาด 9 mm.) 117

กราฟที่ 5-15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าภาระทำความเย็น กับอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนตั้งแต่ 25-35 °C ที่ท่อยาว13 m (ท่อมีขนาด 9 mm.) 118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การปรับอากาศมีผลต่อความสบายของมนุษย์เรามาก ในปัจจุบันจึงมีเครื่องปรับอากาศซึ่งถือเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชีวิตรประจำวัน และเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอาคารสำนักงาน หรือตามอาคารบ้านเรือนเครื่องปรับอากาศเป็นระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นปริมาณมาก เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้พลังงานของระบบอื่นๆ ในอาคารส่วนใหญ่อากาศจะมีอุณหภูมิสูงจึงมีการใช้เครื่องปรับ อากาศทำให้เรารู้สึกว่าเย็นสบายแม้จะเป็นฤดูร้อน การปรับอากาศจะควบคุมอุณหภูมิการทำความเย็น

การทำความเย็นสามารถนำไปใช้ในการควบคุมทั้งอุณหภูมิ และความชื้นที่ใช้ในการปรับอากาศภายในบ้านทำการเกษตร ผลิต ภัณฑ์เวชภัณฑ์ อาวุธยุทโธปกรณ์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้วัสดุและอุปกรณ์ลดการเสื่อมสภาพและเสียหายอย่างรวดเร็ว เช่น เหล็ก ดินระเบิด เคมีภัณฑ์ ผลิตผล เป็นต้น เพื่อขจัดปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นให้ถูกต้อง จึงมีการนำเครื่องปรับอากาศไปใช้กันอย่างมากมาย เมื่อมีการใช้เครื่องปรับมากขึ้นเท่าใด ความต้องการพลังงานไฟฟ้าจึงมากขึ้นเป็นเงาตามตัว และมีแนวโน้มมากขึ้นในอนาคตมาตรการประหยัดพลังงานต่างๆได้ถูกคิดค้น และนำมาใช้มากขึ้น จึงมีการออกแบบเครื่องปรับอากาศแบบใหม่ที่ประหยัดพลังงานมากขึ้นทั้งออกแบบ คอมเพรสเซอร์ คอนเด็นเซอร์ เอ๊กซ์แพนชั่นวาลว์ หรืออีแวปปอเรเตอร์

การทำความเย็นแบบใช้เครื่องปรับอากาศแบบกับการระบายความร้อนที่เครื่องควบแน่นที่ดีมีขนาดที่เหมาะสม จะสามารถลดการสูญเสียแรงดันได้ดียิ่งขึ้นจนกระทั่งสารทำกวามเย็นเหลวมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดอิ่มตัวของสารทำความเย็น ซึ่งเป็นการทำให้มวลของสารทำความเย็นที่เป็นของเหลามากกว่าไอไหลผ่านเครื่องทำระเหยมากขึ้นและดูดซับความร้อนได้มากขึ้นก็จะทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นเพิ่มมากขึ้นเป็นผลให้ความดัน และอุณหภูมิภายในระบบลดต่ำลง ทำให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศลดลง และประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ส่วนหนึ่ง เพื่อลดการใช้พลังงานของประเทศ

ดังนั้น จึงนำข้อมูลที่ได้นี้มาทำการทำลองเครื่องปรับอากาศแบบอีวาโปเรทีฟ และทดสอบการลดขนาดของคอนเด็นเซอร์ที่เหมาะสมเพื่อลดการใช้พลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.ศึกษาการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

2.หาความยาวของคอนเดนเซอร์ที่เหมาะสมกับเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตัน

3.ศึกษาอิทธิพลของความชื้นและอุณหภูมิที่มีผลต่อการทำความเย็นและการประหยัดพลังงาน

4.หาสัมประสิทธิ์สมรรถนะ และประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

1.3 ขอบเขตการทำโครงงานปริญญานิพนธ์

1 ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในชุดทดลองของเครื่องปรับอากาศ

2.ทดลองระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนออกจากน้ำเพื่อทำการหาความยาวของคอนเดนเซอร์ที่เหมาะสมในการระบายความร้อน

3.ทดลองเครื่องปรับอากาศโดยใช้ท่อแคพิลลารี และอิเล็กทรอนิคเอ็กแพนชั่นวาล์วในสภาวะต่างๆ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงงานปริญญานิพนธ์

1. เป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

2. พัฒนาเครื่องปรับอากาศให้ประหยัดพลังงานมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ในการประหยัดพลังงาน

3 พัฒนาการทำความเย็นแบบใช้เครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนออกจากน้ำ

1.5 วิธีการดำเนินงาน

1 ศึกษาการทำงานในการถ่ายเทความร้อนของคอนเด็นเซอร์ และการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนออกจากน้ำ

2 ติดตั้งอุปกรณ์ และเครื่องมือวัดกับเครื่องปรับอากาศ

3. กำหนดช่วงการหาขนาดของคอนเด็นเซอร์ และทดสอบหาขนาดที่เหมาะสมกับเครื่องปรับอากาศ

4 คำนวนหาหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะ และประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1ทฤษฎีการทำความเย็น

2.1.1การทำความเย็น (Refrigeration)

การทำความเย็นเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงวิธีในการลดและรักษาระดับอุณหภูมิของเนื้อที่ว่าง หรืออุณหภูมิของวัตถุให้ต่ำกว่าระดับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปสามารถนิยามการความเย็นสั้นๆว่าเป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายความร้อนออกจากสถานที่หนึ่งทำให้อุณหภูมิของสถานที่นั้นลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ซึ่งอัตราความร้อนที่ต้องการเคลื่อนย้ายออกจากสถานที่นั้นๆ เพื่อลดอุณหภูมิลงหรือรักษาระดับอุณหภูมิที่ต้องการไว้จะเรียกว่า ความร้อนที่คิดเป็นภาระ (Heat Load) จะเป็นผลรวมของความร้อนจากแหล่งความร้อต่างๆ เช่น ความร้อนที่เกิดจากการรั่วซึม, ความร้อนจากร่างกายคน, ความร้อนจากผลิตภัณฑ์, ความร้อนจากมอเตอร์, ความร้อนจากหลอดไฟ หรือความร้อนจากอุปกรณ์ต่างๆ และสิ่งเหล่านี้จะมีผลในการคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์ทำความเย็น

จากการพัฒนาการปรับอากาศเพื่ออุตสาหกรรมนี้ จึงเกิดการพัฒนาการปรับอากาศ เพื่อความสบายของมนุษย์ขึ้นในที่สุด ดังนั้นจึงอาจแบ่งการปรับอากาศในปัจจุบันออกได้เป็น

ก. การปรับอากาศเพื่ออุตสาหกรรม การปรับอากาศประเภทนี้จะมีจุดประสงค์เพื่อปรับภาวะอากาศให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต เพื่อดำเนินการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือเพื่อรักษาวัสดุให้มีอายุใช้งานหรือระยะเวลาการเก็บรักษายาวขึ้น เช่น การปรับอากาศสำหรับในงาน อุตสาหกรรมสิ่งทอ การพิมพ์และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืชต่างๆ เป็นต้น

ข. การปรับอากาศเพื่อความสบาย การปรับอากาศประเภทนี้จะมีจุดประสงค์เพื่อปรับภาวะอากาศให้มนุษย์สามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายในปริมาณที่เหมาะกับกระบวนการภายในร่างกาย (metabolic processes) ทำให้ร่างกายสามารถที่จะควบคุมอุณหภูมิให้คงที่เพื่อ ที่จะนำไปสู่ความสบายในที่สุด

2.1.2 สารทำความเย็นที่เป็นของเหลว (Liquid Refrigerant)

ขณะที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ มันสามารดูดความร้อนแฝงไว้ได้เป็นจำวนมากซึ่งได้นำ มาใช้เป็นหลักการทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นในปัจจุบัน การกลายเป็นไอของของเหลวในลักษณะเป็นตัวทำความเย็นจะมีข้อดีกว่าการหลอมละลายของของแข็ง และการกลายเป็นไอสามารถควบคุมได้ง่ายกว่าผลของความทำความเย็นที่ได้จากการกลายเป็นไอของสารทำความเย็นสามารถที่จะเริ่มต้นหรือหยุดขณะใดขณะหนึ่งได้สามารถที่จะกำหนดความเย็นล่วงหน้าได้ และอุณหภูมิกลายเป็นไอของของเหลวสามารถควบคุมได้โดยการปรับความดันและของเหลวที่กลายเป็นไอแล้วสามารถเก็บรวบรวมไว้และพร้อมที่จะทำให้เป็นของเหลวนำกลับมาใช้ได้อีก ในปัจจุบันของเหลวที่นิยมนำมาเป็นสารทำความเย็นที่แพร่หลายก็คือ Flourinated hydrocarbon of methane series ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อทางเคมีว่า Monochlorodifluoromethane (CHCLF) ใช้ชื่อทางการค้าว่า ฟรีออน โดยมีชื่อทางเคมีทั่วไปว่า Refrigerant-22(R-22) หรือ ฟรีออน-22

2.2 หน่วยของการทำความเย็น (Standard Rating of Refrigeration) หน่วยที่ใช้วัดอัตราการทำความเย็นใช้หน่วยที่เรียกว่า "ตันของการทำความเย็น" (Ton of Refrideration) หนึ่งตันของการทำความเย็น หมายถึงปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งบริสุทธิ์ 1 ตัน (2000 ปอนด์) ที่อุณหภูมิ 32 F กลายเป็นน้ำบริสุทธิ์อุณหภูมิ 32F ภายในเวลา 24 ชั่วโมง

จาก $Q = m.L$

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งจำนวน 1 ตันละลายเป็นน้ำ

m = มวลของน้ำแข็ง

L = ความร้อนแฝงของน้ำแข็ง = 144Btu/lb

ดังนั้น 1 ตันของการทำความเย็นจึงมีค่าเท่ากับ 12000 Btu/hr หรือ 200 Btu/min

2.3 ประเภทของระบบการทำความเย็น

ในการทำอุณหภูมิลดลงจากปกติ(Ambient Air Temperature) ลงมาถึงอุณหภูมิที่ต้องการนั้นสามารถใช้ระบบทำความเย็นได้แบบ 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 Temperatuer)

ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะระบบทำความเย็นชนิดอัดไอน้ำเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ

ระบบการทำความเย็นชนิดอัดไอได้รับการออแบบและสร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์ ดังนี้

1 ของไหลดูดความร้อนในขณะที่เปลี่ยนสถานะจากของเหลากลายเป็นไอ และยอมให้ความร้อนขณะที่เปลี่ยนสถานะจากไอเป็นของเหลว

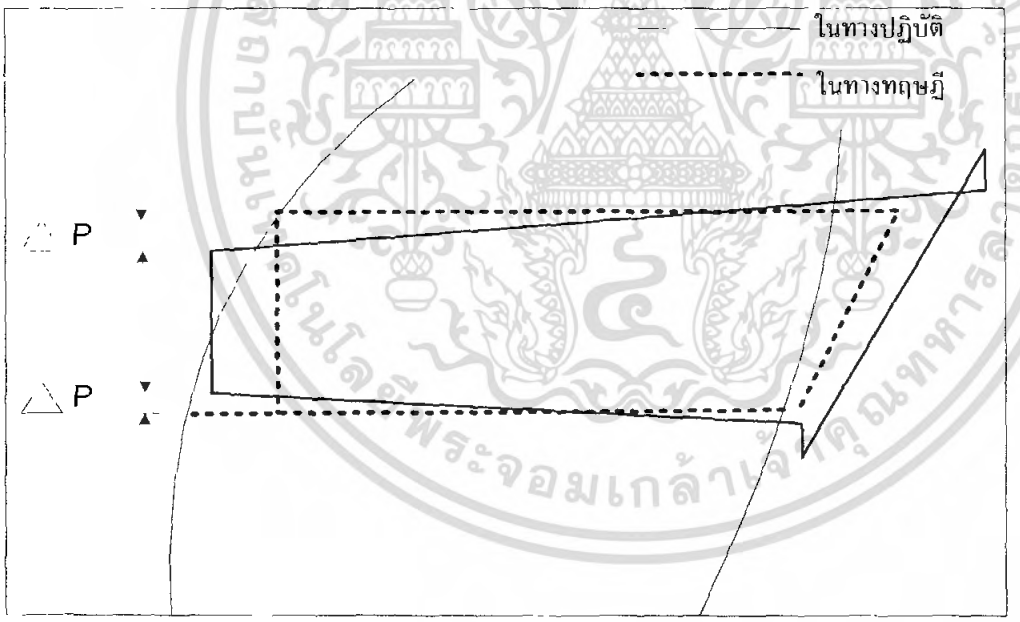
2 ในระหว่างที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะอุณหภูมิจะคงที่ แต่อุณหภูมินี้จะเปลี่ยนแปลงกับความดันที่ความดันคงที่จุดหนึ่งการกลายเป็นไอจะเกิดขึ้น ณ จุดที่อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันเท่านั้น อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของการกลายเป็นไอที่ความดันอันหนึ่งย่อมแตกต่างกันสำหรับของเหลวที่ต่างกัน

3 ความร้อนจะไหลจากแหล่งอุณหภูมิสูงไปยังแหล่งอุณหภูมิต่ำ

4 การเลือกใช้โลหะที่ใช้ทำเครื่องควบแน่นจะต้องเป็นโลหะที่มีการนำความร้อนสูง

5. พลังงานความร้อนและพลังงานในรูปแบบอื่นๆ สามารถที่จะนำกลับมาใช้ประโยชน์ โดยกฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์

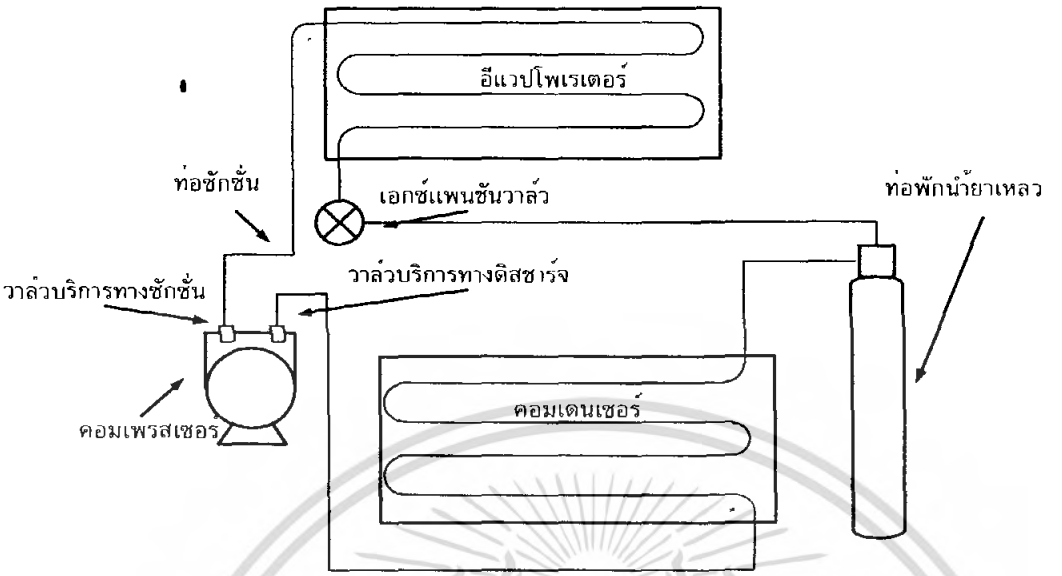
2.5 วัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอ และอุปกรณ์ของระบบทำความเย็น



รูปที่ 2.1 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นในทางปฏิบัติเมื่อเปรียบเทียบกับทางทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 อุปกรณ์ของระบบทำความเย็น



รูปที่ 2.2 อุปกรณ์เครื่องทำความเย็น

หลักการทำงานของระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ และอุปกรณ์หลักประกอบด้วยดังนี้

1 คอมเพรสเซอร์

2 คอนเด็นเซอร์

3 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว

4 อีแวปปอเรเตอร์

5 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ

1. คอมเพรสเซอร์ สร้างความดันที่แตกต่างกันไปใน ระบบท่อสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็น เพื่อให้สารทำความเย็นที่มีในระบบไหลวนเวียนได้การทำงานอาจแบ่งได้สองหน้าที่ (1) ดึงไอสารทำความเย็นจากอีแวปปอเรเตอร์ และในเวลาเดียวกันเป็นการลดความดันในอีแวปปอเรแรเตอร์ลงถึงระดับหนึ่งเพื่อให้ความระดับที่มีในอีแวปปอเรเตอร์สอดคล้องกับอุณหภูมิของอีแวปปอเรเตอร์ (2) เป็นตัวเพิ่มความดันให้กับไอสารทำความเย็นในคอนเด็นเซอร์เพื่อให้ความดันสอดคล้องกับอุณหภูมิอิ่มตัวและเมื่อลดอุณหภูมิอิ่มตัวลงบ้าง สารทำความเย็นจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวได้อีก

1.1 คอมเพรสเซอร์แบบอิสระ

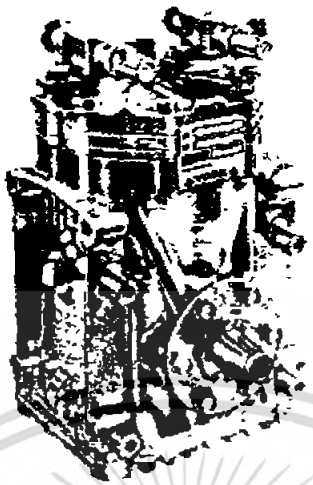
1.2 คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิดสนิท

1.3 คอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท

1 1 คอมเพรสเซอร์แบบอิสระ นิยมใช้กันมากในสมัยการพัฒนาเครื่องทำความเย็นขึ้นใหม่ๆ การขับเคลื่อนจะเป็นเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าก็ได้ ข้อเสียคือรูปร่างเทอทะ และมีน้ำหนักมากเพราะตัวเรือนสร้างด้วยเหล็กหล่อเป็นเหตุให้คอมเพรสเซอร์แบบนี้มีราคาสูงการปิดกั้นกันรั่วซึมของสารทำวามเย็น บริเวณแขนของเพลา

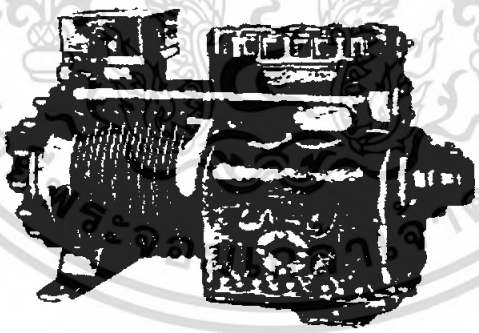
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเหวี่ยงกระทำได้ยากหากจะให้มีการขับเคลื่อนโดยตรงไม่ต้องใช้สายพาน การตั้งแนวระดับกระทำได้ยาก ขณะใช้งานมีเสียงดังมาก



รูปที่ 2.3 คอมเพรสเซอร์แบบอิสระ

1 2 คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิดสนิท คอมเพรสเซอร์ที่ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าโดยให้คอมเพรสเซอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ารวมอยู่ในตัวเรือนเดียวกันตัวหมุนของมอเตอร์ต่อกับเพลาข้อเหวี่ยงของคอมเพรสเซอร์ และอุปกรณ์ทุกชิ้นของมอเตอร์จะไม่สัมผัสโดยตรงกับระบบทำความเย็นการสร้างคอมเพรสเซอร์ลักษณะนี้จะขจัดปัญหาบางอย่าง คือปัญหาของสายพาน ปัญหาการรั่วซึมของสารทำความเย็นบริเวณเพลาขับ และขนาดของมอเตอร์ที่เหมาะสม ทำให้สามารถออกแบบสร้างคอมเพรสเซอร์ให้มีขนาดกะทัดรัดยิ่งขึ้น และเสียงเบา

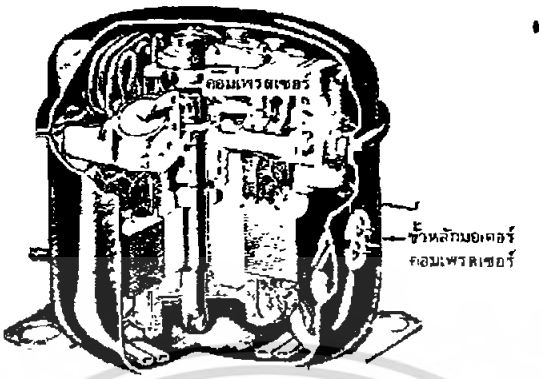


รูปที่ 2.4 คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิดสนิท

1.3 คอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท คอมเพรสเซอร์แบบนี้ได้รับการออกแบบเพื่อลดขนาดของคอมเพรสเซอร์ หมายถึงการลดต้นทุนการสร้างเครื่องทำความเย็นซึ่งมีผลคือ สามารถจำหน่ายในราคาที่ถูกกว่าจึงนิยมใช้งานกันในปัจจุบัน คอมเพรสเซอร์แบบนี้จะมีมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์บรรจุภายในตัวเรือน ที่เชื่อมปิดมิดชิดการทำงาน ไอสารทำความเย็นที่ใช้งานแล้วจากอีแวปปอเรเตอร์ผ่านท่อดูด สู่ภายในตัวของคอมเพรสเซอร์ และช่องดูดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมเพรสเซอร์จะดูดไอสารทำความเย็นผ่านวาล์วดูด อัดโดยลูกสูบกับเสื้อสูบ และถูกดันออกผ่านวาล์วออกสู่ท่อทางออก



รูปที่ 2.5 คอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท

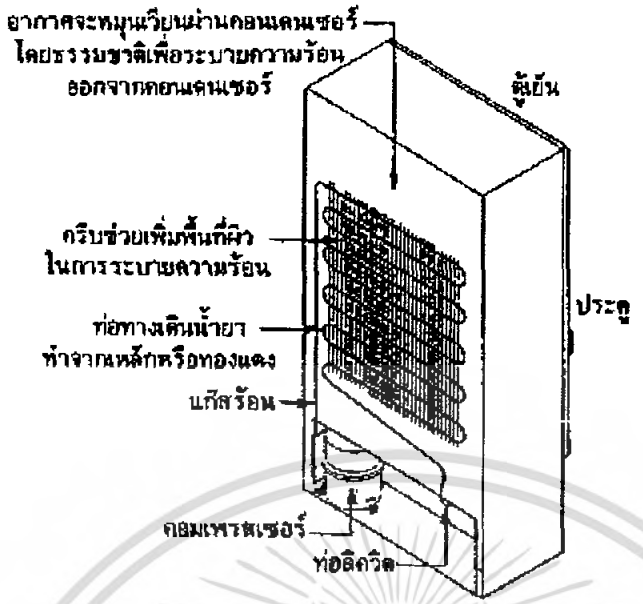
2. คอนเด็นเซอร์ เป็นอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนแบบหนึ่ง เช่น เดียวกันกับอีแวปปอเรเตอร์ ไอร้อนจากสารทำความเย็นซึ่งไหลไปตามผนังท่อของคอนเด็นเซอร์ จะถ่ายเทความร้อนให้กับสารทำความเย็นผลจาก การถ่ายเทความร้อนนี้ จะทำให้สารทำความเย็นกลั่นตัวเป็นของเหลวตัวกลางหล่อเย็นที่นิยมใช้กัน

2.1 คอนเด็นเซอร์แบบหล่อเย็นด้วยอากาศ
2.2 คอนเด็นเซอร์แบบหล่อเย็นด้วยน้ำ

2.1 คอนเด็นเซอร์แบบหล่อเย็นด้วยอากาศ มีทั้งแบบใช้อากาศหมุนเวียนพาความร้อนออกโดยธรรมชาติ และแบบมีพัดลมช่วยโดย

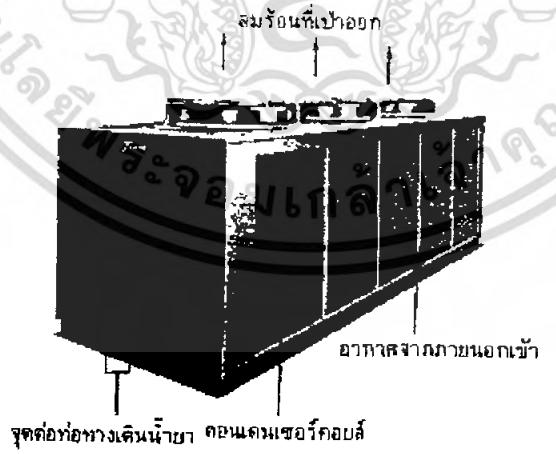
2.1.1 แบบใช้อากาศหมุนเวียนพาความร้อนออกโดยธรรมชาติ อาศัยอากาศโดยรอบคอนเด็นเซอร์จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศปกติ จึงลอยตัวสูงขึ้น อากาศซึ่งเย็นกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่เพื่อการระบายความร้อนออกจากผิวของคอนเด็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 คอนเด็นเซอร์แบบใช้อากาศหมุนเวียนพาความร้อนออกโดยธรรมชาติ

2.1.2 แบบมีพัดลมช่วย คอนเด็นเซอร์แบบนี้จะใช้พัดลมหรือโบลเวอร์ ช่วยเพิ่มปริมาณลมที่ผ่านผิวของคอนเด็นเซอร์มากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้สามารถลดขนาดของคอนเด็นเซอร์ให้เล็กลงได้

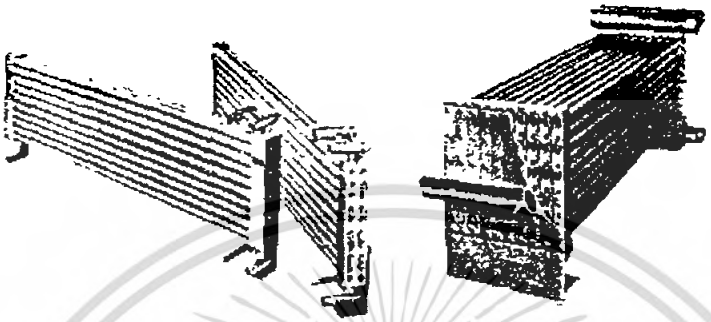


รูปที่ 2.7 คอนเด็นเซอร์แบบมีพัดลมช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

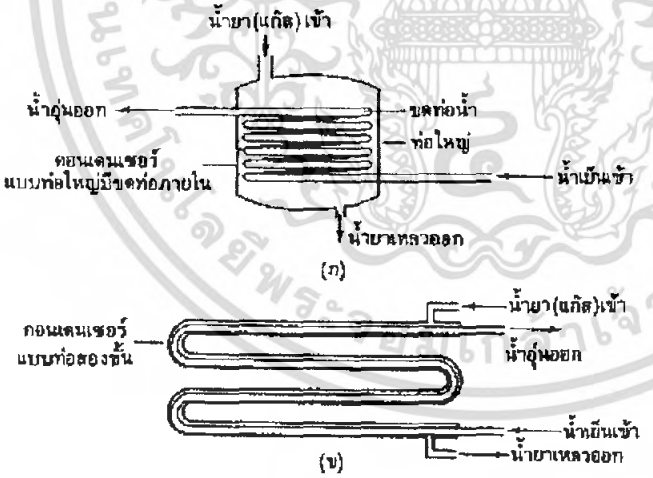
2.2 คอนเด็นเซอร์แบบหล่อเย็นด้วยน้ำ โดยแบบนี้สามารถแบ่งได้คือ แบบท่อสองชั้น แบบท่อท่อใหญ่มีขดท่อภายใน แบบท่อใหญ่มีท่อตรงภายใน

2 2.1 แบบท่อสองชั้น ประกอบด้วยท่อสองท่อคือ ท่อเล็กซึ่งเป็นท่อน้ำจะอยู่ภายในท่อใหญ่ซึ่งเป็นท่อสารทำความเย็น



รูปที่ 2.8 คอนเด็นเซอร์แบบท่อสองชั้นหล่อเย็นด้วยน้ำ

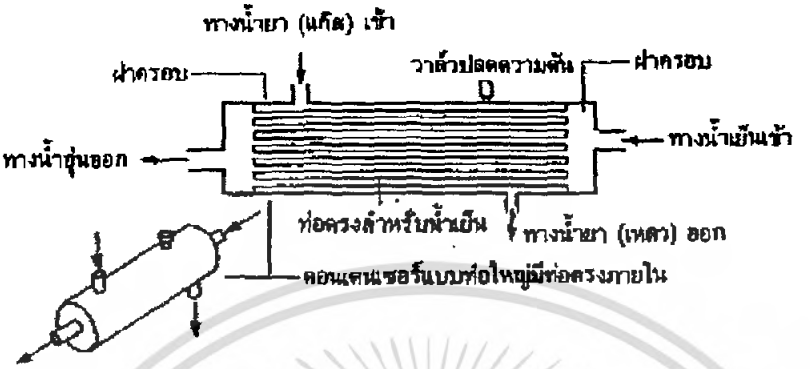
2.2.2 แบบท่อใหญ่มีขดท่อภายใน ประกอบด้วยขดท่อน้ำหนึ่งขดหรือมากกว่า ขดอยู่ภายในท่อใหญ่ ซึ่งบรรจุสารทำความเย็นที่ถูกอัดส่งมาจากคอมเพรสเซอร์ มากลั่นตัวเป็นสารทำความเย็นเหลวรอบๆขดน้ำเย็น



รูปที่ 2.9 คอนเด็นเซอร์แบบท่อใหญ่มีขดท่อภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 แบบท่อใหญ่มีท่อตรงภายใน ประกอบด้วยท่อเหล็กขนาดใหญ่ ภายในมีท่อตรงขนาดเล็กอยู่มากมายเรียงตัวขนานกัน ใช้กับเครื่องทำความเย็นขนาดตั้งแต่ 2 ตัน ขึ้นไป



รูปที่ 2.10 คอนเดนเซอร์แบบท่อใหญ่มีท่อตรงภายใน

3. เอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของ สารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นก่อนที่จะผ่านเข้ายังอีแวปปอเรเตอร์ ลดความดันของสารทำความเย็นให้มีความดันต่ำลงจนสามารถเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สได้ที่อุณหภูมิต่ำๆในอีแวปปอเรเตอร์ และยังทำหน้าเป็นตัวแบ่งความดันของระบบเป็นความดันสูงและความดันต่ำ

3.1 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วโดยใช้มือปรับ

3.2 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วโดยอัตโนมัติ

3.3 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วโดยระดับความร้อน

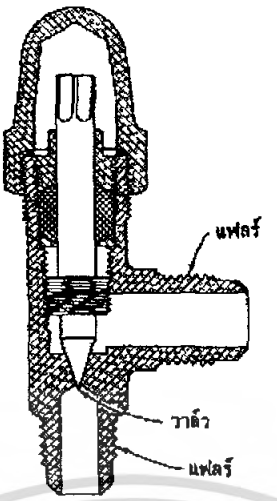
3.4 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วแบบท่อแคพิลลารี่

3.5 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วแบบด้านลูกลอยด้านความดันต่ำ

3.6 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วแบบด้านลูกลอยด้านความดันสูง

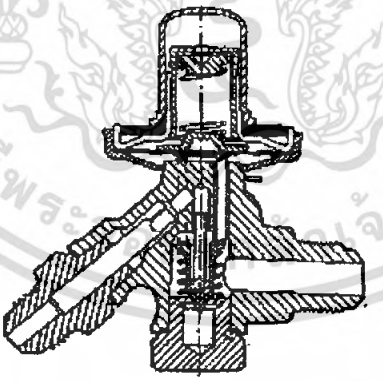
3.1 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วโดยใช้มือปรับ เป็นแบบต้องใช้คนควบคุมปรับวาล์วให้เปิดกว้างมากหรือน้อย เพื่อให้สารทำความเย็นในระบบจากท่อพักสารทำความเย็นไหลผ่านได้มากหรือน้อย ซึ่งอัตราการไหลของสารทำความเย็นนี้ยังขึ้นอยู่กับความดันที่แตกต่างกันระหว่างด้านความดันสูงและด้านความดันต่ำของระบบเหมาสำหรับระบบเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ ปริมาณความร้อนที่คิดเป็นโหลดที่อีแวปปอเรเตอร์ไม่เปลี่ยนแปลงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วโดยใช้มือปรับ

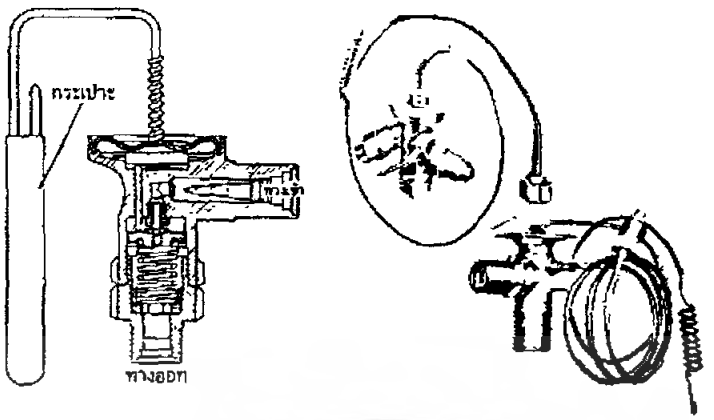
3.2 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วโดยอัตโนมัติ โดยอาศัยหลักควบคุมให้ความดันทางอีแวปปอเรเตอร์คงที่อยู่เสมอ ตามปกติวาล์วจะเปิดให้สารทำความเย็นฉีดผ่านได้เพียงเล็กน้อย และเมื่อมีการเพิ่มปริมาณความร้อนที่คิดเป็นโหลดเข้าในอีแวปปอเรเตอร์ ค่าความดันของสารทำความเย็นใน อีแวปปอเรเตอร์จะสูงขึ้นวาล์วจะเปิดกว้างขึ้นให้สารทำความเย็นฉีดผ่านได้มากขึ้น เข้าไปเดือดเปลี่ยนสถานะดูดรับปริมาณความร้อนในอีแวปปอเรเตอร์ได้มากขึ้น



รูปที่ 2.12 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วโดยอัตโนมัติ

3.3 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วโดยระดับความร้อน อาศัยหลักควบคุมให้อุณหภูมิทาง อีแวปปอเรเตอร์คงที่อยู่เสมอจะติดตั้งอยู่ใกล้กับท่อทางเข้าของอีแวปปอเรเตอร์วาล์วจะเปิดเพียงเล็กน้อยเพื่อให้สารทำความเย็นเหลว ไหลผ่านได้แต่เพียงเล็กน้อย ดังนั้นสารทำความเย็นจะลดลงจนสามารถเดือดเปลี่ยนสถานะได้ที่อุณหภูมิต่ำๆตามอุณหภูมิของอีแวปปอเรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วโดยระดับความร้อน

3 4 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วแบบท่อแคพิลลารี อาศัยหลักการทำงานอย่างง่าย จะเป็นท่อที่มีขนาดเล็กมากต่ออยู่ในระบบแบบอนุกรม ทำให้สารทำความเย็นที่ไหลจากคอนเด็นเซอร์ไปยัง อีแวปปอเรเตอร์ถูกจำกัดให้ไหลผ่านได้เพียงเล็กน้อยและความดันของสารทำความเย็นในระบบถูกลดลงที่ท่อแคพิลลารี

ข้อดีของท่อแคพิลลารี

-เป็นแบบที่มีลักษณะการทำงานง่ายๆไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่

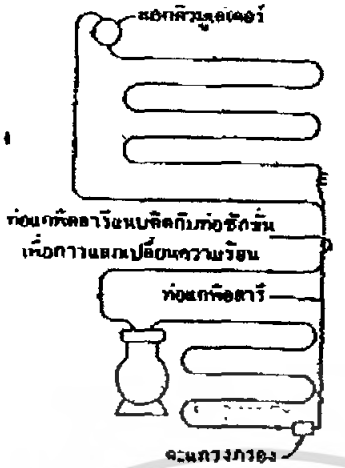
-ราคาถูก

-ใช้สารทำความเย็นน้อยเพราะระบบไม่จำเป็นต้องมีท่อพักสารทำความเย็นเหลว

-โอกาสที่จะเปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆมีน้อย

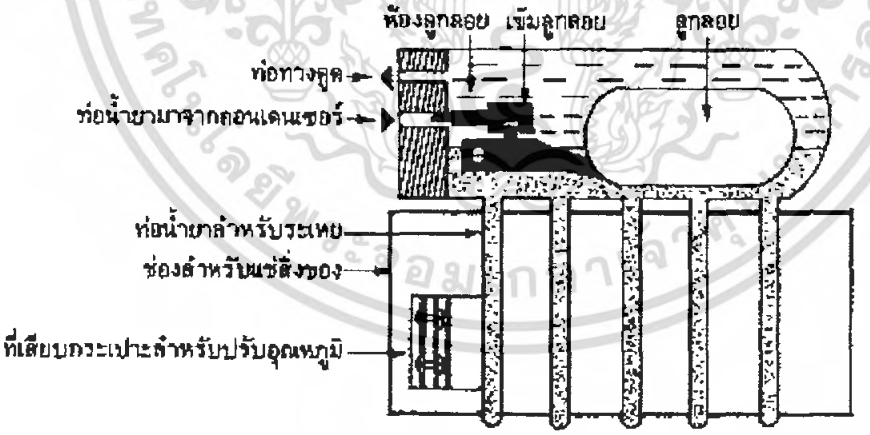
-ระบบออกตัวได้ง่าย เพราะเมื่อขณะหยุดระบบความดันของสารทำความเย็นในระบบด้านความดันสูงสามารถไหลกับเข้าสู่ด้านความดันต่ำของระบบได้จนมีความดันเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วแบบท่อแคพิลลารี

3.5 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วแบบลูกลอยด้านความดันต่ำ จะควบคุมระดับของสารทำความเย็นเหลวในห้องลูกลอยให้คงที่อยู่เสมอ ขณะที่สารทำความเย็นเหลวภายใต้ความดันต่ำในห้องลูกลอยเดือดเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สที่อุณหภูมิต่ำจะดูดรับปริมาณความร้อนจากบริเวณนี้ ทำให้ระดับของสารทำความเย็นเหลวลดต่ำลง ลิ้นลูกลอยจะเปิดกว้างให้สารทำความเย็นเหลวลดต่ำลง ลิ้นลูกลอยจะเปิดกว้างให้สารทำความเย็นไหลผ่านเข้ามาได้มากขึ้นเพื่อรักษาระดับของสารทำความเย็นในห้องลูกลอยให้คงที่อยู่เสมอ



รูปที่ 2.15 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วแบบด้านลูกลอยความดันต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วแบบด้านลูกลอยด้านความดันสูง ในขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานสารทำความเย็นเหลวซึ่งกลั่นตัวเรียบร้อยแล้วจากคอนเด็นเซอร์จะไหลเข้าห้องลูกลอยด้านความดันสูงจนกระ ทั่ง เมื่อมีจำนวนเพียงพอก็จะทำให้ลูกลอยลอยขึ้นวาล์วลูกลอย จะเปิดให้สารทำความเย็นเหลวซึ่งมีความดันสูงไหลผ่านไปส่งเข้ายังวาล์ว อีกตัวหนึ่งที่อาศัยน้ำหนักของตัวเองลดลงสารทำความเย็นเหลวเมื่อไหลผ่านวาล์วนี้จะมีความดันลดลงเนื่องจากจะต้องสูญเสียความดันให้กับแรงดันของวาล์ว การทำความเย็นในระบบนี้ส่วนมากใช้ในตู้แช่ เพื่อการค้าซึ่งต้องการผลความเย็นสูง จำนวนสารทำความเย็นที่ใช้เติมเข้าในระบบนี้จำเป็นต้องมีปริมาณที่แน่นอนจะมากหรือน้อยเกินไปไม่ได้ เพราะจะทำให้การทำงานของลูกลอยผิดไป

รูปที่ 2.16 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์วแบบด้านความดันสูง

4. อีแวปปอเรเตอร์ เป็นอุปกรณ์ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนแบบหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการที่ของเหลวระเหยกลายเป็นไอเพื่อจุดประสงค์ในการดึงเอาความร้อนออกไปจากผลิตภัณฑ์ หรือช่องว่างที่ต้องการทำให้เย็นถูกนำไปใช้งานในรูปแบบต่างๆ จึงทำให้อีแวปปอเรเตอร์ถูกผลิตออกมาในหลายรูปแบบ หลายขนาด

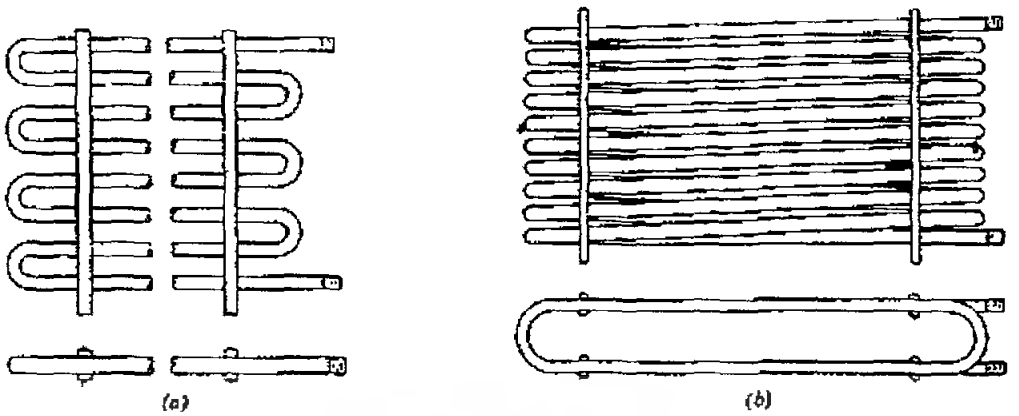
4.1 อีแวปปอเรเตอร์แบบท่อเปลือย

4.2 อีแวปปอเรเดอร์แบบแผ่น

4.3 อีแวปปอเรเตอร์แบบครีบ

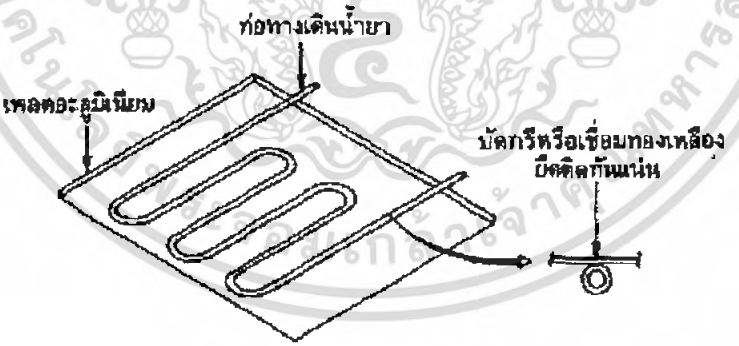
4.1 อีแวปปอเรเตอร์แบบท่อเปลือย จะสร้างจากท่อเหล็กหรือทองแดง ท่อเหล็กมักจะใช้กับสารทำความเย็นพวกแอมโมเนียเพราะทองแดงจะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียแล้วเกิดการสึกหรอ และใช้กับการทำความเย็นขนาดเล็กและสารทำความเย็นที่ไม่ใช้แอมโมเนียอื่นๆ อีแวปอแรเตอร์แบบท่อเปลือยนี้มีหลายขนาดหลายแบบ และมักจะใช้กับงานแต่ละอย่างแยกกันไป รูปร่างโดยทั่วๆ ไปจะเป็นแบบซิกแซก และ oval trombone ดังแสดงในรูปที่ 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แบบทั่วไปของอีแวปปอเรเตอร์แบบท่อเปลือย
(a)ท่อแบบซิกแซก (b) trombone

4.2 อีแวปปอเรเตอร์แบบแผ่น แบบนี้สามารถแบ่งย่อยได้อีกหลายแบบ สร้างโดยใช้โลหะแผ่น 2 แผ่น แผ่นหนึ่งกดขึ้นรูปเป็นลอนนูนอีกแผ่นเรียบแล้วทำการเชื่อมติดกัน และร่อยที่เป็นลอนนูนจะทำเป็นท่อทางของสารทำความเย็นดังรูปที่ 2 18 สำหรับอีแวปปอเรเตอร์แบบนี้ใช้กันอย่างกว้างขวางในพวกตู้เย็นภายในบ้านเพราะทำความสะอาดง่าย และผลิตขายเป็นส่วนมาก

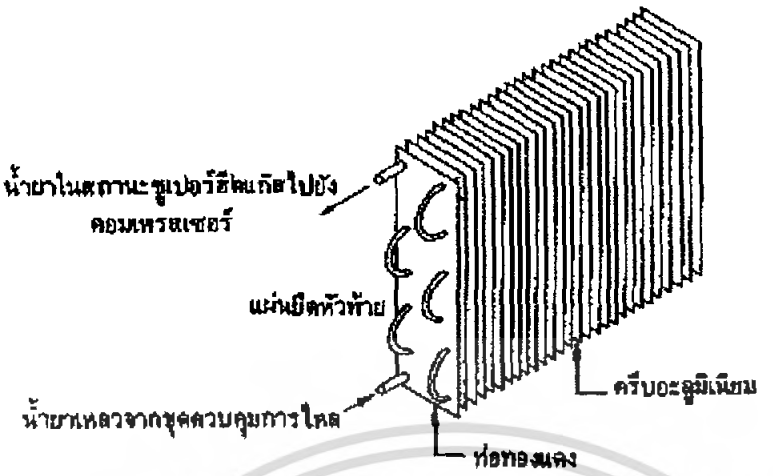


รูปที่ 2.18 อีแวปปอเรเตอร์แบบแผ่น

4.3 อีแวปปอเรเตอร์แบบครีบ เป็นการสร้างจากท่อเปลือยธรรมดา เพียงแต่เพิ่มแผ่นโลหะลงไปที่เรียกว่าครีบ ตัวครีบจะเป็นลักษณะของพื้นผิวชั้นที่ 2 ซึ่งจะเป็นการเพิ่มพื้นผิวด้านนอกของอีแวปปอเรเตอร์ อันจะเพิ่มประสิทธิภาพของการทำความเย็นให้มากขึ้น โดยครีบจะทำตัวเสมือนเป็นตัวเก็บความร้อนมาจากอากาศบริเวณรอบๆ ที่ไม่ได้สัมผัสกับท่อโดยตรง แล้วครีบก็จะทำการถ่ายเทความร้อนให้กับท่อของสารทำความเย็นอีกต่อหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.19 อีแวปปอเรเตอร์แบบครีบ

5. หลักการทำงานของระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ

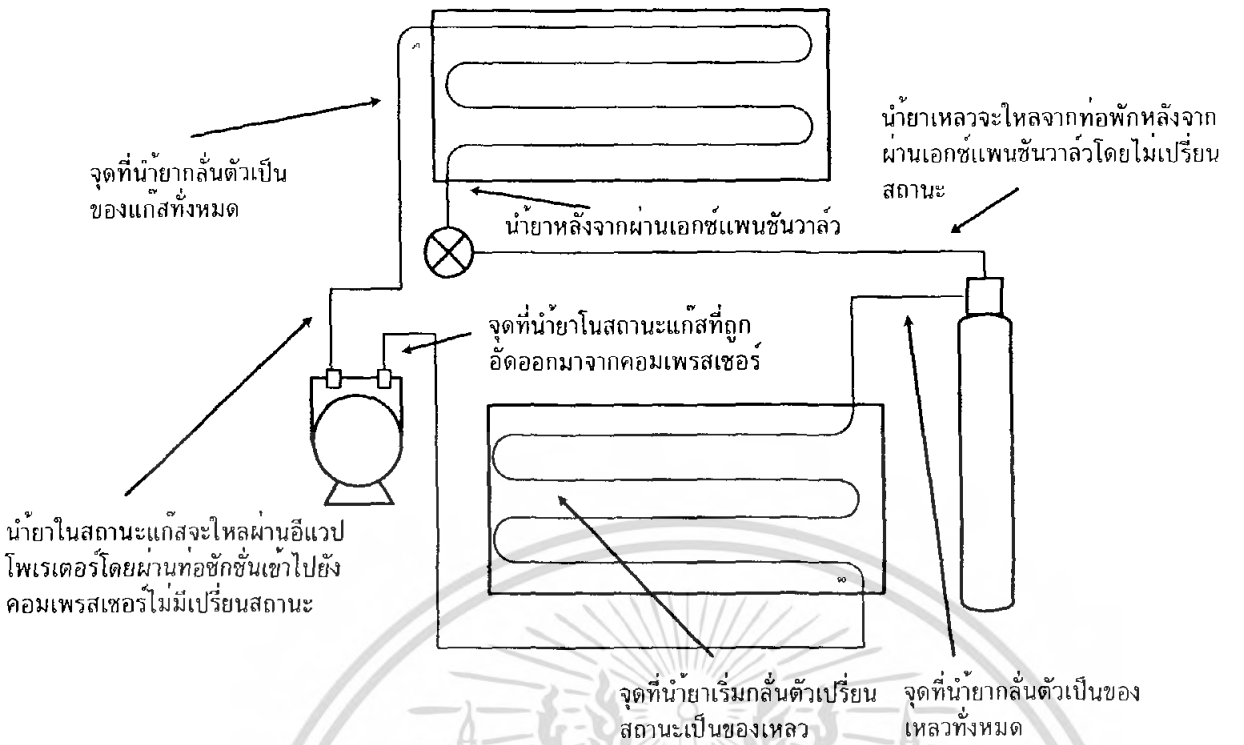
ในวัฏจักรการทำความเย็นประกอบไปด้วยการระเหย การควบแน่นและการหมุนเวียนของสารความเย็น (Refrigeration) ในระบบอย่างสม่ำเสมอ การระเหยกลายเป็นไอเกิดขึ้นเมื่อมีความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ การควบแน่นจากไอเป็นของเหลวเกิดเมื่อมีความดันสูงอุณหภูมิต่ำ

พิจารณาบทบาทแต่ละจุดของเครื่องทำความเย็นในรอบๆวัฏจักร โดยเริ่มที่ทางเข้าของอีแวปโพเรเตอร์ (Evaporator)

สารความเย็น (Refrigeration) จะผ่านตัวควบคุมปริมาณสารความเย็น (Flow Control Valve) ซึ่งจะคอยควบคุมปริมาณสารความเย็นที่จะเข้าไปในอีแวปโพเรเตอร์ และในเวลาเดียวกันจะเป็นตัวลดทั้งความดันและอุณหภูมิของสารความเย็นด้วย เมื่อสารความเย็นที่มีสถานะความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำไหลเข้าไปในอีแวปโพเรเตอร์ที่วางอยู่ท่ามกลางภาระ (Load) ที่มีอุณหภูมิสูง ความร้อนจากภาระจะถ่ายเทมาสู่อีแวปโพเรเตอร์ ทำให้สถานะของสารความเย็นเปลี่ยนไปจากของเหลวกลายเป็นไอ

72911

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-20 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ

เมื่อสารความเย็นที่ไหลผ่านอีแวปโพเรเตอร์เปลี่ยนสถานะเป็นไอแล้ว ที่ปลายของอีแวปโพเรเตอร์ จะต่อผ่านท่อดูด(Suction Line)ไปต่อกับด้านดูดของคอมเพรสเซอร์(Compressor)ด้านดูดของเครื่องคอมเพรสเซอร์จะดูดไอของสารความเย็นเข้าไป แล้วอัดไอของสารทำความเย็นจนมีอุณหภูมิสูงและความดันสูงแต่ยังมีสถานะเป็นไออยู่ ไอที่ผ่านท่อออก (Discharge Line) จะเข้าสู่คอนเดนเซอร์เพื่อถ่ายเทความร้อนที่สารความเย็นรับมาจากภาระถ่ายสู่อากาศหรือน้ำอีกทอดหนึ่ง และสารความเย็นจะเปลี่ยนสถานะไปเป็นของเหลว ซึ่งหมายความว่าสารความเย็นอยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานได้แล้วจะถูกส่งไปเก็บในถังน้ำยาเหลว

แต่เนื่องด้วยการประกอบระบบท่อของเครื่องทำความเย็น การดูด- อัดสารทำความเย็นของเครื่องคอมเพรสเซอร์ อาจมีความชื้นหรือสิ่งสกปรกชิ้นเล็กแปลกปลอมเข้าไปในระบบท่อ จึงให้มีที่กรองและเก็บความชื้น (Filter Drier) สารความเย็นเหลวที่ผ่านออกมาจะอยู่ในสภาพอุณหภูมิปานกลางและความดันสูง จากนั้นจะผ่านไปสู่ตัวควบคุมปริมาณสารความเย็นและจะวนเวียนอย่างนี้ต่อไปเรื่อยๆ

เมื่อพิจารณาวัฏจักรของเครื่องทำความเย็นอาจจะแบ่งได้เป็นสองส่วนคือ ด้านที่มีความดันสูงและ ด้านที่มีความดันต่ำ ด้านที่มีความดันสูง (High Side) ประกอบด้วย ท่อทางส่งของคอมเพรสเซอร์ ท่อส่ง คอนเดนเซอร์ ถังพักน้ำยาเหลว ท่อของเหลว และทางเข้าของวาล์วควบคุมการไหล ความดันของน้ำยาด้าน ความดันสูงนี้บางครั้งเรียกว่า ความดันทางคอนเดนเซอร์ (Condensing Pressure) หรือความดันด้านอัด (Discharge Pressure)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 สารความเย็น (Refrigeration)

ในการกล่าวทั่วๆไป สารความเย็นก็คือ วัตถุหรือสารที่จะเป็นตัวรับความร้อนจากวัตถุหรือสารอื่น สำหรับระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ สารทำความเย็นซึ่งเป็นตัวทำงานอยู่ในรูปของการไหล (Working Fluid) ซึ่งจะถูกดูดความร้อนในช่วงของการเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ และคายความร้อนในช่วงเปลี่ยนสถานะจากไอควบแน่นเป็นของเหลว ในการเลือกว่าสารใดจะใช้เป็นสารความเย็นนั้นจะต้องพิจารณาคุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ และเทอร์โมไดนามิกส์ ให้เหมาะสมกับระบบที่ใช้งาน

2.6.1 คุณสมบัติทั่วไปของสารความเย็น

สารความเย็นที่ใช้ในระบบเครื่องทำความเย็นมีหลายชนิดแล้ว แต่ลักษณะการใช้งาน คุณสมบัติของสารที่กล่าวถึงมิได้หมายความว่า สารความเย็นที่มีจำหน่ายจะมีคุณสมบัติครบทุกข้อ มีเพียงบางข้อที่น่าจะให้ความ สำคัญสำหรับงานแต่ละประเภท แต่ที่สำคัญที่สุดคือความปลอดภัยของผู้ใช้ คุณสมบัติของสารความเย็นมีประเดนที่ควรพิจารณาดังนี้

1. ไม่เป็นพิษ
2. ไม่เป็นวัตถุระเบิด
3. ไม่กัดกร่อนโลหะ
4. ไม่ติดไฟ
5. หากมีรอยรั่วสามารถตรวจพบได้ง่าย
6. สามารถหาตำแหน่งรั่วได้ง่าย
7. ใช้งานที่ความดันไม่สูงนัก
8. ขณะอยู่ในสภาพแก๊สต้องมีเสถียรภาพคงที่
9. ขณะอยู่ในสภาพของเหลวต้องไหลง่าย
10. ไม่มีพิษเป็นอันตรายกับระบบหายใจ
11. มีความหนาแน่นน้อย เพื่อให้สะดวกกับการควบคุมปริมาณใช้งาน
12. มีค่าความร้อนแฝงต่อหน่วยน้ำหนักสูง

2.6.2 ชนิดของสารความเย็น

ด้วยเหตุที่สารความเย็นเป็นสารผสมจากสารหลายชนิด การเรียกชื่อโดยตรงจึงไม่สะดวก สมาคมวิศวกรเครื่องทำความร้อน เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ (The American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineering – ASHRAE) ได้กำหนดสารความเย็นแต่ละชนิดไว้เป็นตัวเลข โดยกำหนดให้เป็น R-11 , R-12 , R-22 เป็นต้น R หมายถึง Refrigerant และตัวเลขที่ตามมาหมายถึง ชนิดของสารความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลขสารความเย็น	ชื่อและสูตรทางเคมี
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

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-11,
R-502

2 6.2 2 ชนิดติดไฟ

ประเภท 1 R-40, R-1130

ประเภท 1 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 สารทำความเย็น R-22($CHCLF_2$)

สารความเย็นR-22 เป็นสารความเย็นกลุ่มฟลูออโรคาร์บอนจึงไม่เป็นพิศ เหมาะจะใช้กับระบบทำความเย็นที่อุณหภูมิต่ำที่ความดันบรรยากาศมีจุดเดือด-40.8 องศาเซลเซียส ในปัจจุบันใช้กับเครื่องปรับอากาศเพราะเครื่องอัดที่ใช้กับระบบนี้มีขนาดเล็ก

เมื่อเทียบกับสารความเย็น R-12 แล้ว สารความเย็น R-22 จะทำงานที่ความดันสูงกว่าและได้ความดันที่ลิ้นทาง ออกสูงกว่าในขณะที่ใช้กำลังขับเครื่องอัดเท่ากัน

-ข้อดีที่เหนือกว่าสารความเย็น R-12คือ ใช้เครื่องอัดที่เล็กกว่าเนื่องจากมีปริมาตรจำเพาะน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ข้อที่ด้อยกว่าก็คือ สารความเย็น R-12 มีราคาต่ำกว่า และความดันในเครื่องอัดต่ำ และแนวโน้มในการไหลรั่วจะมีน้อยกว่า รวมถึงอุณหภูมิที่ทางออกของเครื่องอัดต่ำกว่าด้วย

สารความเย็น R-22 สามารถรวมกับน้ำมันได้ ซึ่งจะพบในส่วนควบแน่นของระบบ แต่จะแยกออกจากกันในอีแวปโพเรเตอร์ อุณหภูมิสำหรับการแยกตัวนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณน้ำมันที่ผสมอยู่ในสารความเย็น

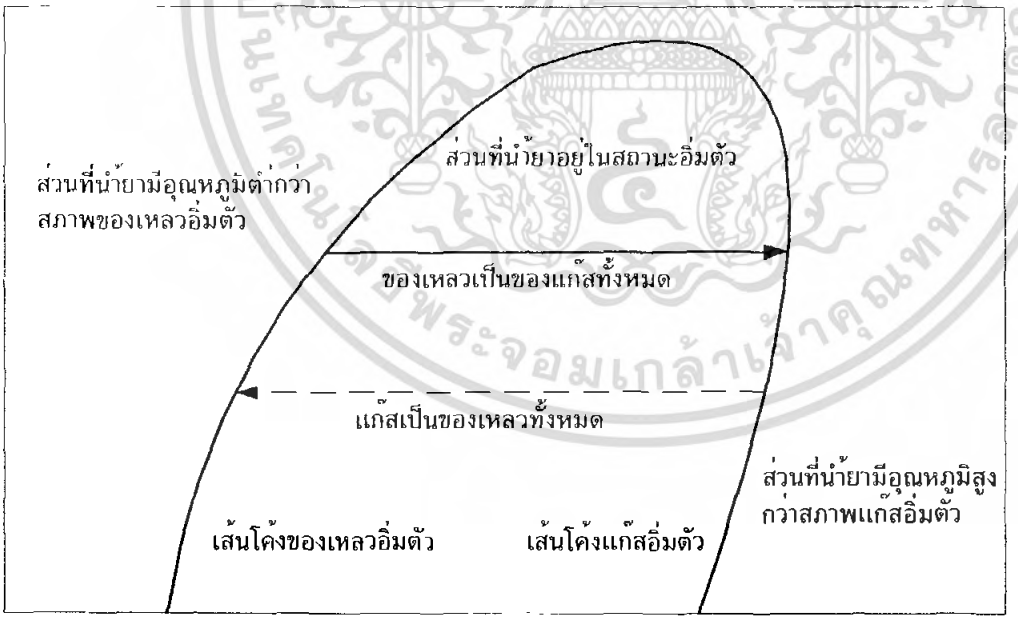
2.7 P-h Diagram

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

โครงสร้างของ P-h ไดอะแกรม ได้แสดงดังรูป ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3ส่วนดังนี้

1. ส่วนที่น้ำยามีสภาพอิ่มตัวซึงอยู่ตรงกลาง ส่วนนี้น้ำยาที่มีสภาพเป็นของเหลวพร้อมที่จะระเหยหรือเดือดเปลี่ยนสถานะเป็นไอ ในทางกลับกันน้ำยาที่มีสถานะเป็นไอพร้อมที่กลั่นตัวเป็นของเหลว
2 ส่วนที่อุณหภูมิต่ำกว่าสภาพน้ำยาเหลวอิ่มตัวซึ่งอยู่ทางด้านซ้ายมือ น้ำยาที่สถานะเป็นของเหลวอัดตัว(Subcoled)
3 ส่วนที่อุณหภูมิสูงกว่าสภาพของน้ำยาในสถานะไออิ่มตัว ซึ่งอยู่ทางด้านขวาของน้ำยา ซึ่งสถานะเป็นไอ (Superheartef)

รายละเอียดโครงสร้าง P-h ไดอะแกรม



รูปที่ 2-21 โครงสร้าง P-h ไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เส้นความดันสมบูรณ์มีหน่วยเป็น psia เป็นเส้นที่อยู่ในแนวนอนตลอด

2. เส้นอัตราส่วนระหว่างน้ำยาเหลวกับน้ำยาที่เป็นไอ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์เป็นเส้นโค้งในแนวตั้งซึ่งอยู่ในส่วนกลาง (เส้นประ) แต่ละเส้นจะบอกถึงเปอร์เซ็นต์ของน้ำยาอิ่มตัวที่มีสภาพเป็นของเหลวพร้อมที่จะระเหย หรือเดือดเป็นไอ ในทางกลับกันไอที่จะกลั่นตัวเป็นของเหลวเส้นซ้ายมือสุดเป็นเส้นของเหลวอิ่มตัว ส่วนเส้นที่อยู่ขวาสุดเป็นเส้นไออิ่มตัว

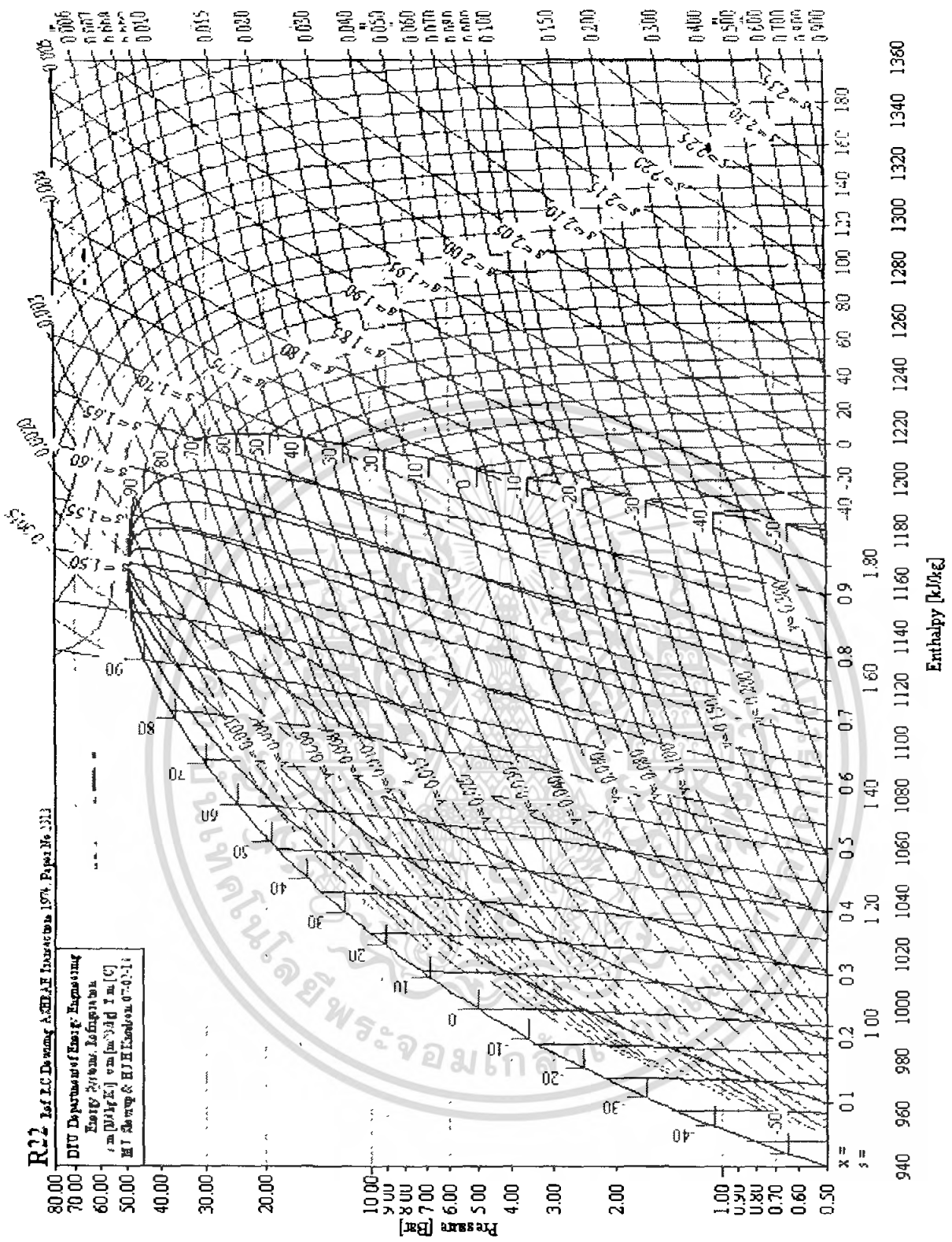
3. เส้นอุณหภูมิมีหน่วยเป็น ฟาเรนไฮต์ เป็นเส้นประ เส้นอุณหภูมินี้จะอยู่ในแนวนอนเฉพาะที่น้ำยามีสภาพอิ่มตัวเท่านั้นเพราะอุณหภูมิจะสัมพันธ์กับความดัน และจะสูงขึ้นเมื่อน้ำยามีสภาพเป็นของเหลวอิ่มตัวหรือมีอุณหภูมิน้อยกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว และจะต่ำลงเมื่อน้ำยามีสภาพเป็นไอดงหรือมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว

4. เส้นเอนทาลปี้คงที่(Constant Enthalpy) มีหน่วยเป็น Btu/lb เป็นเส้นที่อยู่ในแนวตั้ง

5. เส้นปริมาตรจำเพาะ(Constant Volume) มีหน่วยเป็น lb/ft เป็นเส้นโค้งในแนวนอนเอียงขึ้นเล็กน้อยอยู่ทางขวามือ ซึ่งอยู่ในอุณหภูมิสูงกว่าน้ำยาทีมีสภาพเป็นไออิ่มตัว

6. เส้นเอนโทรปี้คงที่(Constant Entropy) มีหน่วยเป็น Btu/lb-R เป็นเส้นทแยงมุมในแนวดิ่งแยกขึ้นจากเส้นไออิ่มตัว ซึ่งอยู่ในส่วนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไออิ่มตัว เส้นนี้แสดงการอัดตัวของน้ำยาที่มีสภาพเป็นไอให้มีความดันสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยไม่มีการถ่ายเทความร้อนและความเสียดทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 คุณสมบัติทางไซโครเมตริค

1. อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) หรือ DB เป็นอุณหภูมิของอากาศที่วัดโดยเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้กันทั่วไป

2. อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb Temperature) หรือ WB เป็นอุณหภูมิซึ่งวัดโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะหุ้มด้วยสำลีชุบน้ำ และความเร็วของอากาศรอบๆกระเปาะเปียกควรจะอยู่ระหว่าง 5 และ 10 เมตรต่อวินาที

3. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) หรือ R.H. อัตราส่วนของความดันจริงเฉพาะส่วนของไอน้ำที่ปริมาตรใดๆ ของอากาศต่อความดันเฉพาะส่วนของไอน้ำ ถ้าไอน้ำในอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิของอากาศนั้นมักจะแสดงเป็นร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์ (R.H.)} = \frac{\text{ความดันเฉพาะส่วนของไอน้ำจริง}}{\text{ความดันเฉพาะส่วนของไอน้ำที่จุดอิ่มตัว}} \times 100\%$$

ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (R.H.) บางครั้งจะนิยามเป็นค่าอัตราส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ของความหนาแน่นที่จุดอิ่มตัวของไอน้ำ ซึ่งจะได้ค่าเท่ากับอัตราส่วนความดัน

4. อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point Temperature) หรือ DP คืออุณหภูมิที่ไอน้ำเริ่มกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

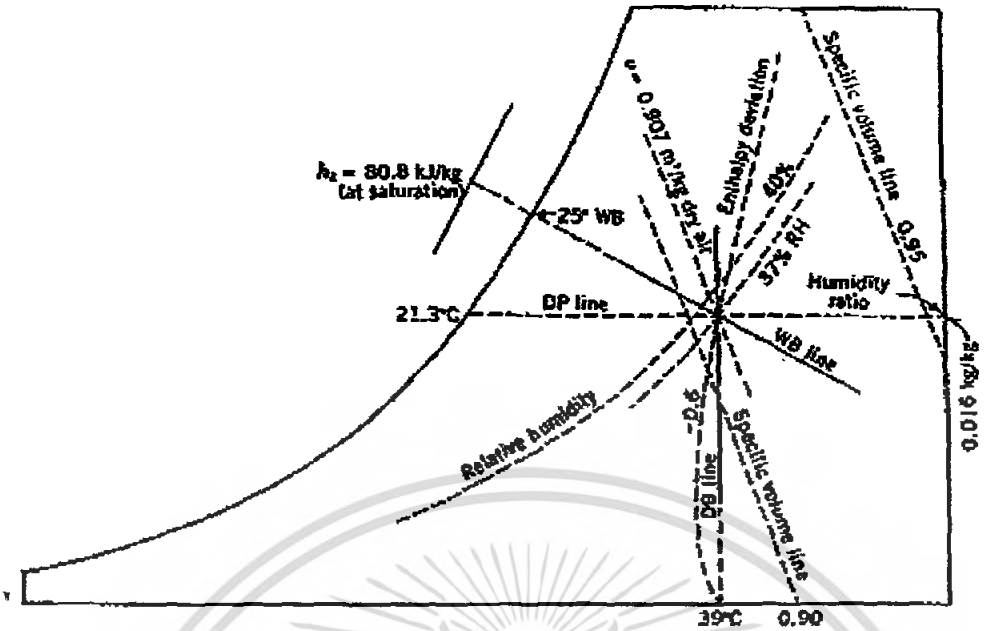
5. อัตราส่วนความชื้น (Humidity Ratio) หรือความชื้นจำเพาะ (Specific Humidity) คือมวลไอน้ำต่อหนึ่งหน่วยมวลของอากาศแห้ง

6. ค่าความจุความร้อนหรือเอนทาลปี้ (Enthalpy) คือ ความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง ความร้อนรวมของอากาศที่สภาวะใดๆ ก็คือ ผลรวมของความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง

7. อัตราส่วนของความร้อนจำเพาะ (Sensible Heat Ratio) คืออัตราส่วนของปริมาณความร้อนจำเพาะต่อปริมาณความร้อนทั้งหมด

ค่าความชื้นที่ใช้กันมากในการวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ คือความชื้นสัมพัทธ์ โดยจะใช้ในการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น การอบแห้ง การเพราะเลี้ยงต้นกล้า เห็ดต่างๆ การเก็บรักษาอาหารให้อยู่ได้นาน การปั่นด้าย การปรับอากาศให้กับเครื่องจักร หรือเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ การอุตสาหกรรม ห้องเย็น อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-23 แสดงโครงสร้างของแผนภาพไซโครเมตริค

แผนภาพไซโครเมตริค เป็นกราฟซึ่งแสดงคุณสมบัติของอากาศ ที่ใช้สำหรับพลอตหรือลากจากค่าอ้างอิงต่างๆ ซึ่งเป็นค่าที่วัดได้ หรือต้องการคำนวณจากคุณสมบัติของอากาศและไอน้ำ

เส้นในแนวดิ่งของแผนภาพเป็นเส้นอุณหภูมิกระเปาะแห้งหรือ DB คงที่

เส้นในแนวราบเป็นเส้นอุณหภูมิจุดน้ำค้างหรือ DP คงที่ และอัตราส่วนความชื้น

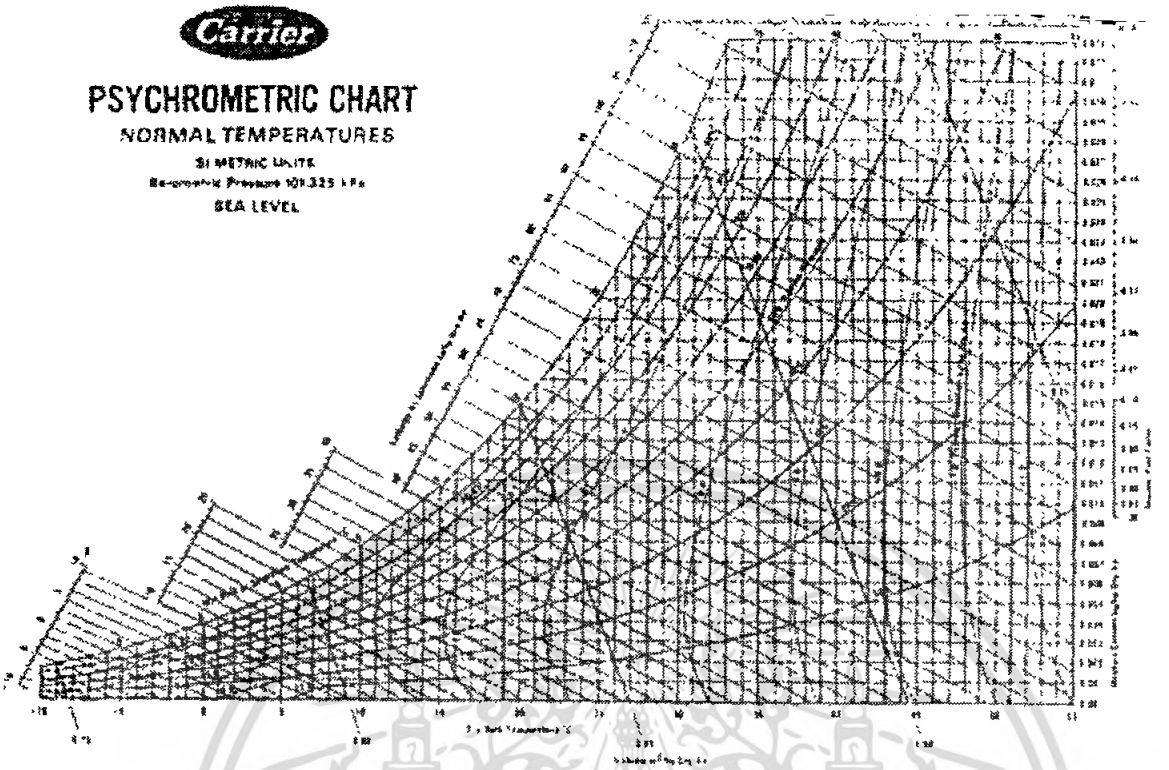
เส้นที่ลากทแยงมุมเป็นเส้นอุณหภูมิกระเปาะเปียกหรือ WB คงที่

เส้นที่ลากในแนวดิ่งแต่เฉียงมาทางซ้ายเป็นเส้นปริมาตรจำเพาะคงที่

เส้นโค้งที่ลากจากด้านซ้ายไปยังด้านขวามือบนแผนภูมิเป็นเส้นความชื้นสัมพัทธ์ (R.H.) และเส้นส่วนโค้งทางด้านซ้ายสุดของแผนภาพเป็นเส้น 100 %RH

เส้นโค้งหักเหเป็นเส้นของเอนทาลปี้ที่ผิดไปจาก เอนทาลปี้จำเพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 แผนภูมิไซโครเมตริค

2.9 สมการที่ใช้ในการคำนวณ

คอมเพรสเซอร์(Compressor) กำลังงานที่ใช้ของคอมเพรสเซอร์สามารถหาได้จาก

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

เมื่อ W_c คือกำลังงานที่ใช้ของคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น (kw)

h_1 คือเอนทาลปี้ของสารความเย็นก่อนที่จะเข้าคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น (kw)

h_2 คือเอนทาลปี้ของสารความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น (kw)

m คือ ปริมาณสารความเย็นที่ไหลผ่านคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น kg/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดอนเดนเซอร์ (Condenser) ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทออกที่คอนเดนเซอร์หาได้จาก

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

เมื่อ Q_c คือ ปริมาณความร้อนที่คายออกที่คอนเดนเซอร์ มีหน่วยเป็น (kw)

h_2 คือ เอนทาลปี้ของสารความเย็นก่อนที่จะเข้าคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น (kw)

h_3 คือ เอนทาลปี้ของสารความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ มีหน่วยเป็น (kw)

อีแวปโพเรเตอร์(Evaporator) ค่าการทำความเย็นที่อีแวปโพเรเตอร์หาได้จาก

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

เมื่อ Refrigeration Effect ($R.E$) คือค่าการทำความเย็น มีหน่วยเป็น Btu/hr

h_4 คือ เอนทาลปี้ของสารความเย็นก่อนเข้าอีแวปโพเรเตอร์ มีหน่วยเป็น (kw)

h_1 คือ เอนทาลปี้ของสารความเย็นออกจากอีแวปโพเรเตอร์ มีหน่วยเป็น (kw)

ประสิทธิภาพการทำความเย็น

$$C.O.P = \frac{R.E}{W_c}$$

อัตราการกินพลังงาน(Energy Efficiency Ratio)

$$EER = \frac{R.E}{W_{tot}}$$

$$= C.O.P \times 3.14 \ \ (Btu/Watt-hr)$$

System Capacity อัตราความสามารถในการดูดความร้อนของสารความเย็น (kw)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์

เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องควบแน่นเป็นแบบการนำความร้อน จึงสามารถหาได้จากสมการพื้นฐานการถ่ายเทความร้อน ดั้งนี้

$$Q_c = A \times U \times TD$$

Q_c คือสมรรถนะของเครื่องควบแน่น (kw)

A คือพื้นที่ถ่ายเทความร้อน (m^2)

U คือสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อน($kw / m^{2\circ}K$)

TD คือ log mean temperature difference ($^\circ K$)

หาความยาวของคอนเดนเซอร์ที่เหมาะสม

$$A = \pi \times \frac{(d_i + d_o)}{2} \times L$$

2.10 เอนทาลปีของอากาศ(Enthalpy of Air) และอัตราความชื้น(Humidity Ratio, W)

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

1. ความร้อนสัมผัสของอากาศเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง
2. ความร้อนแฝงของอากาศเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิจุดน้ำค้าง
3. ความร้อนทั้งหมดของอากาศเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิกระเปาะเปียก

2.10.1 ความร้อนสัมผัสของอากาศ (Sensible heat of air,H)

สำหรับค่าที่กำหนดให้ใดๆ ของอุณหภูมิกระเปราะแห้ง ความร้อนสัมผัสของอากาศ หาได้จากสมการดังนี้

$$H = mc(DB)$$

เมื่อ $H = m.h$

H = ความร้อนสัมผัสของการอากาศ

m = จำนวนของมวลในอากาศ

c = ความร้อนจำเพาะของอากาศที่ความดันคงที่ = 1KJ/kg K

DB = อุณหภูมิที่อ่านจอกเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง

h = เอนทาลปีจำเพาะของอากาศแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2ความร้อนแฝงของอากาศ

ความร้อนแฝงของอากาศคือ ความร้อนแฝงของไอน้ำในอากาศ เพราะว่าจำนวนความร้อนร้อนแฝงที่กำหนดปริมาณของอากาศจะขึ้นอยู่กับมวลของไอน้ำในอากาศ และความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำจะตรงกับอุณหภูมิอิ่มตัวของไอน้ำ

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

ความร้อนสัมผัสของอากาศ คือ เอนทาลปีของอากาศแห้ง ความร้อนแฝงของอากาศคือ เอนทาบปีไอน้ำ ผลรวมของความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงของอากาศ คือ จำนวนของความร้อนทั้งหมดหรือเอนทาลปีของอากาศ

ความร้อนแฝงของอากาศที่กำหนดให้สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$H = m(W \times H)$$

เมื่อ H = ความร้อนแฝงของอากาศ(KJ)ที่มีอัตราส่วนความชื้น w

m = มวลของอากาศ(kg)

W = อัตราส่วนความชื้น(kg/ kg)ของอากาศแห้ง

h = เอนทาลปีจำเพาะของไอน้ำในอากาศโดยปรกติใช้ค่าh ของไอน้ำ(KJ/kg)

$h = W.h$

h = ความร้อนแฝงของอากาศ (KJ / kg)

2.10.3 อัตราความชื้น(Humidity Ratio, W)

อัตราส่วนความชื้นบางครั้งรียกว่า ความชื้นจำเพาะ หมายถึงมวลของไอน้ำต่อมวลของอากาศแห้งและโดยปรกติจะมีหน่วยเป็น กรัมต่อกิโลกรัมของอากาศแห้ง หรือ กิโลกรัมต่อกิโลกรัมของอากาศแห้ง

สำหรับความกดดันของบรรยากาศที่กำหนดให้ใดๆ อัตราส่วนความชื้นเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิจุดน้ำค้างอย่างเดียว อย่างไรก็ตามอัตราส่วนความชื้นต่ออุณหภูมิจุดน้ำค้างที่กำหนดให้ใดๆ จะแปรกับความกดดันของบรรยากาศทั้งหมด สำหรับเหตุผลนี้จะเป็นไปตามกฎของก๊าซ ปริมาตรต่อหน่วยมวลของอากาศจะเพิ่มขึ้นขณะที่ความกดดันของบรรยากาศลดลง เพราะว่าความหนาแน่นของไอน้ำจะแปรโดยตรงกับปริมาตรเมื่อปริมาตรเพิ่มขึ้นมวลของไอน้ำ ความหนาแน่นไอ และความดันไอ จะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันกันด้วย

เมื่อรู้ความกดดันของบรรยากาศ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างอัตราส่วนความชื้นคำนวณได้จากความสัมพันธ์ของสมการของก๊าซสมบูรณ์และกฎของดัลตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นอัตราส่วนความชื้น , $W = \frac{0.622P_w}{P - P_w}$

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

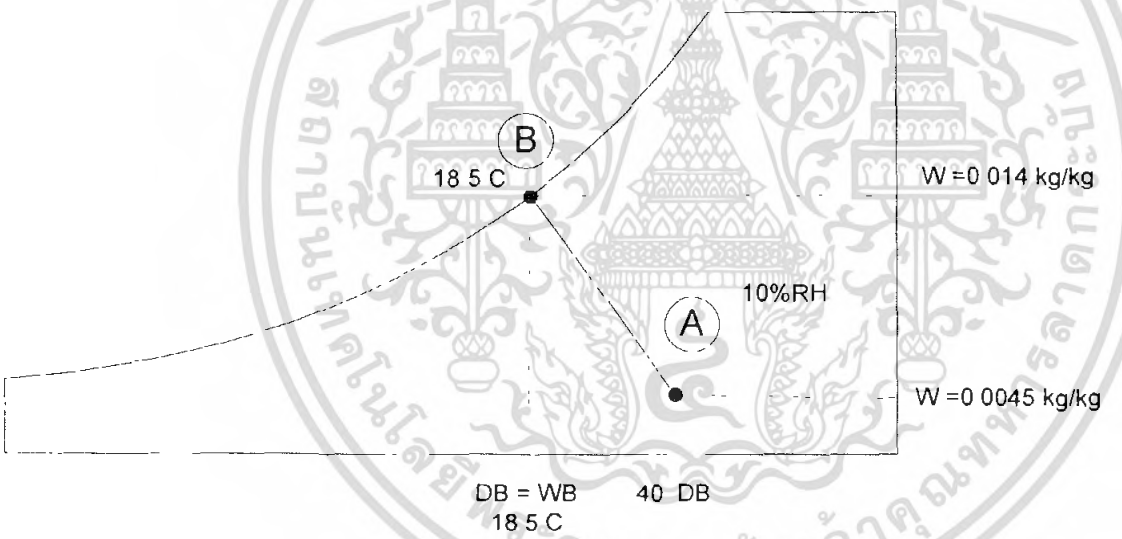
P_w = ความดันของไอน้ำที่อุณหภูมิจุดน้ำค้าง มีหน่วยเป็น bar

P = ความกดดันของบรรยากาศ มีหน่วยเป็น bar

เอไดแบติคอิ่มตัว (Adiabatic Saturation)

เป็นกระบวนการทำให้อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำโดยให้ความร้อนคงที่ น้ำถูกฉีดเป็นละอองเข้าไปในอากาศน้ำจะละเหยทำให้อากาศอิ่มตัว ถ้าการทำให้ระเหยได้ผล 100 %อากาศที่วิ่งผ่านละอองน้ำออกมาจะอยู่ในสภาพอิ่มตัว 100%ด้วยหลังจากเกิดการสมดุลแล้วอากาศที่ออกไปจะมีอุณหภูมิคงที่(WB=DB=DP)

จากรูปอากาศในสภาวะแรกจุด A มีอุณหภูมิ DB 40 C ความชื้นสัมพัทธ์ 10% ถูกทำให้อิ่มตัวโดยการพ่นน้ำเป็นละอองผ่าน ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ที่ทางออกเท่ากับ 100%ที่จุด B



รูปที่ 2.25 กระบวนการทำให้อากาศอิ่มตัว

เกณฑ์ระดับประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

เบอร์ 5 ประสิทธิภาพมากกว่า 11

เบอร์ 4 ประสิทธิภาพระหว่าง 9.6 ถึง 10.6

เบอร์ 3 ประสิทธิภาพระหว่าง 8.6 ถึง 9.6

เบอร์ 2 ประสิทธิภาพระหว่าง 7.6 ถึง 8.6

เบอร์ 1 ประสิทธิภาพน้อยกว่า 7.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์สำคัญที่ติดตั้งในชุดทดลอง แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. บริเวณภายในห้องทดสอบ

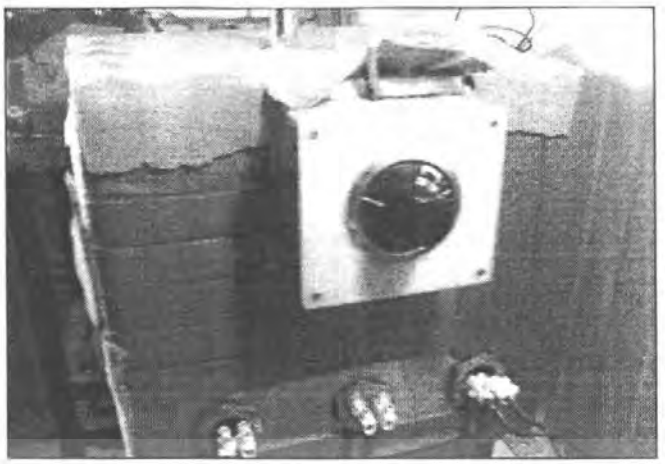
1.1 ความร้อน(Heater) แบบขดลวด เพื่อควบคุมความร้อนให้ได้ตามต้องการ

รูปที่ 3-1 รูปแสดงความร้อน(Heater)

1.2 หม้อกำเนิดไอน้ำ (Steam Generator)

ระบบการทำความเย็นชนิดอัดไอ ทำให้อากาศเย็นลงถึงจุดอิ่มตัว ความชื้นในอากาศจะควบแน่นแล้วกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ทำให้น้ำแยกออกจากอากาศ ดังนั้นปริมาณน้ำในอากาศจึงลดลง เพื่อควบคุมความชื้นให้ได้ตามต้องการจึงใช้หม้อกำเนิดไอน้ำเป็นแหล่งกำเนิดไอน้ำ

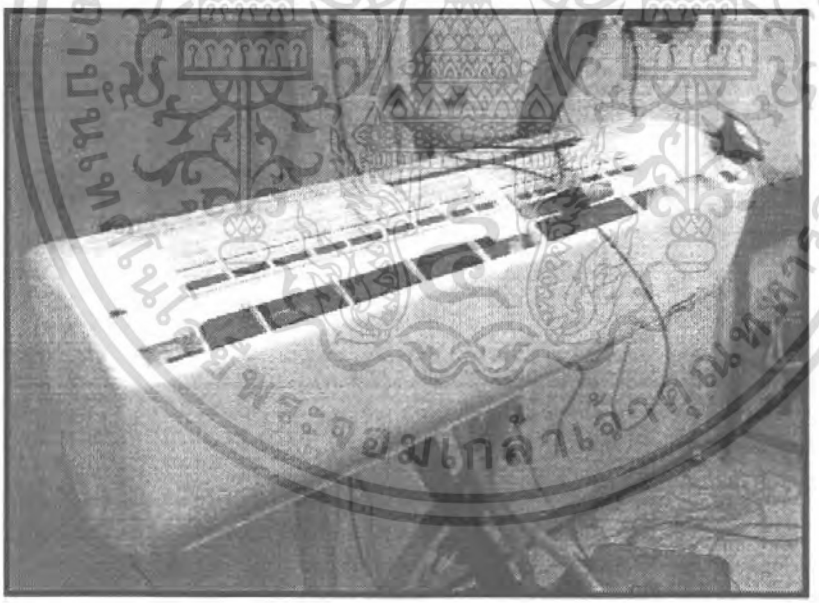
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-2 Steam Generator

1.3 เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner)

อุปกรณ์ส่วนนี้เป็นส่วนที่ทำให้อากาศหรือสารที่อยู่รอบๆเย็นตัวลง โดยภายในอีแวปปอเรเตอร์จะมีสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวเดือดกลายเป็นไออยู่เสมอ ถ้าสารทำความเย็นที่ระเหยไม่หมดจะมีถังสะสมน้ำยาช่วยเก็บน้ำยาที่ไม่ระเหยเพื่อป้องกันคอมเพรสเซอร์เสียหาย



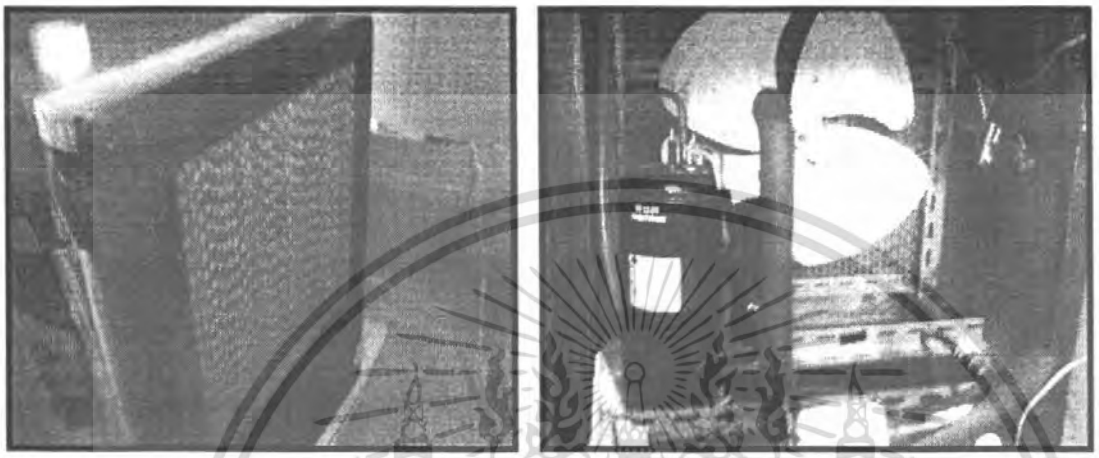
รูปที่ 3-3 Air Conditioner

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บริเวณนอกห้องทดสอบได้แก่

2.1 Condensing unit

แบบใช้น้ำหล่อเย็น มีลักษณะเป็นท่อคอนเด็นเซอร์ขดเป็นวงกลมแช่อยู่ในน้ำซึ่งบรรจุสารทำความเย็นที่ถูกอัดส่งมาจากคอมเพรสเซอร์มากลั่นตัวเป็นสารทำความเย็นเหลวรอบๆขดน้ำเย็น ส่วนในเครื่องมีคอมเพรสเซอร์แบบปิด มีพัดลม



รูปที่ 3-4 Condensing unit

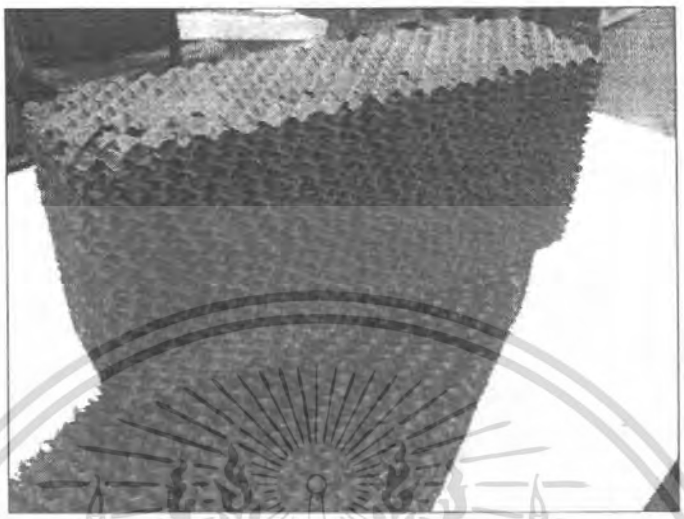
2.2 ตัวความร้อน(heater) แหล่งจ่ายความร้อนเพื่อควบคุมอุณหภูมิภายนอกให้คงที่

รูปที่ 3-5 ฮีตเตอร์ outdoor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

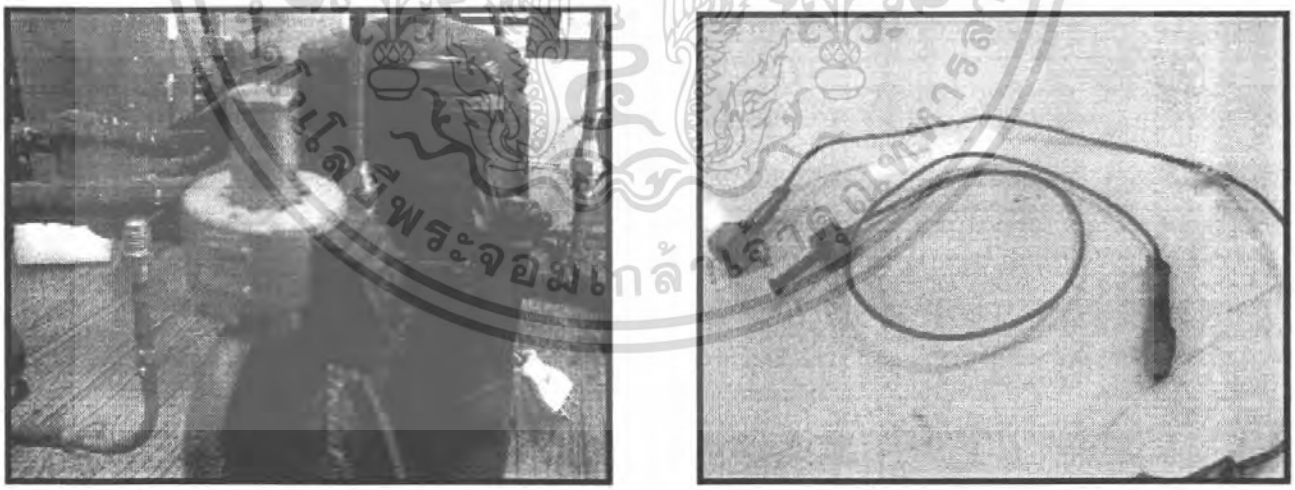
2.3 แผ่น cooling pad

ใช้เพื่อเป็นพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนน้ำ กับอากาศ จะถ่ายเทความร้อนออกจากน้ำโดยอาศัยการละเหยพาความร้อนออกไป



รูปที่ 3-6 cooling pad

3. อิเล็กทรอนิคเอ็กแพนชั่นวาล์ว และท่อแคพิลลารี

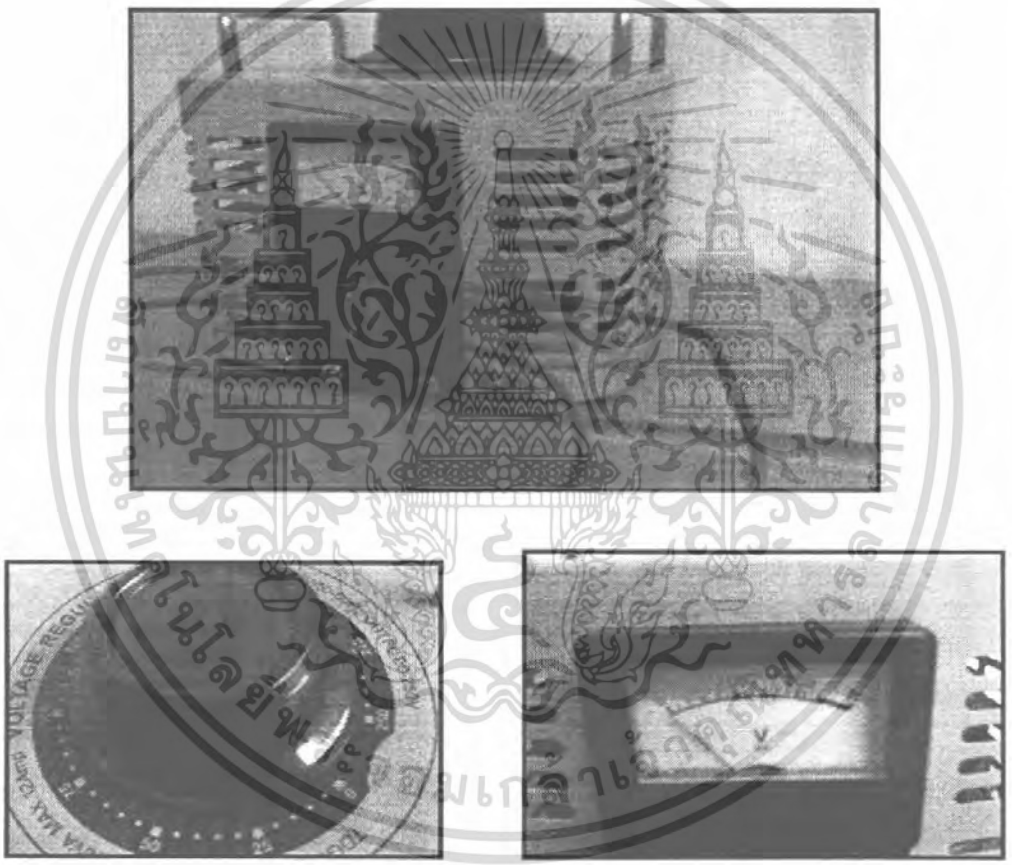


รูปที่ 3-8 อิเล็กทรอนิคเอ็กแพนชั่นวาล์ว และท่อแคพิลลารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ในการควบคุมปริมาณสารความเย็นที่เข้าไปในระบบทำความเย็น โดยท่อแคพิลลารีจะเป็นท่อที่มีขนาดเล็กมากต่ออยู่ในระบบแบบอนุกรม ทำให้สารทำความเย็นที่ไหลจากคอนเด็นเซอร์ไปยัง อีแวปปอเรเตอร์ถูกจำกัดให้ไหลผ่านได้เพียงเล็กน้อยและความดันของสารทำความเย็นในระบบถูกลดลงที่ท่อแคพิลลารี ส่วนอิเล็กทรอนิคเอ็กแพนชั่นวาล์วจะทำงานโดยอัตโนมัติด้วยการบอร์ดควบคุม

4 . หม้อแปลงปรับแรงดันไฟฟ้าของตัวความร้อนบริเวณห้องควบคุม และหม้อต้มไอน้ำ

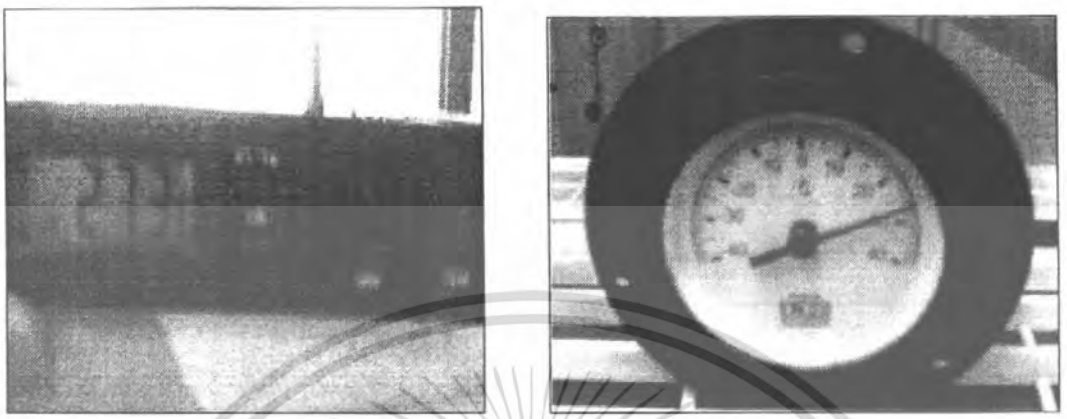


รูปที่ 3-7 หม้อแปลงตัวปรับแรงดันไฟฟ้าของตัวความร้อนและหม้อต้มไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เกจวัดอุณหภูมิ

ใช้ในการวัดอุณหภูมิจุดต่างๆ



รูปที่ 3 -9 เกจวัดอุณหภูมิ

6. เกจวัดความดัน

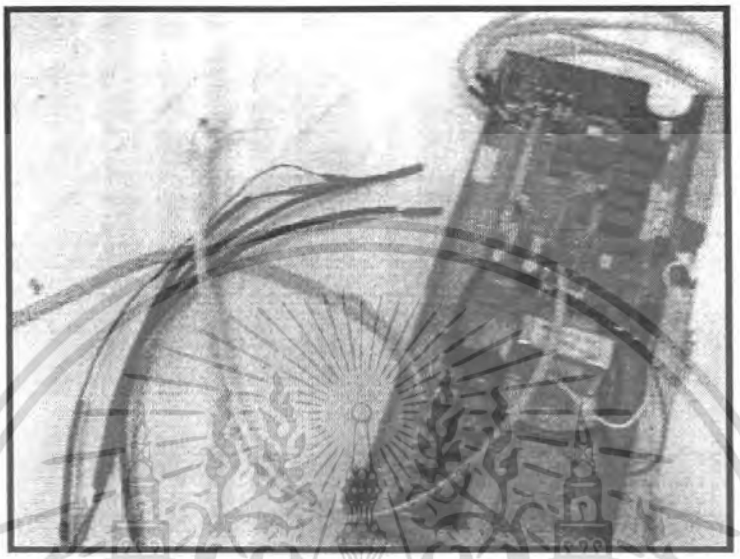
ใช้ในการวัดความดันจุดต่างๆ

รูปที่ 3 -10 เกจวัดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. บอร์ดควบคุม

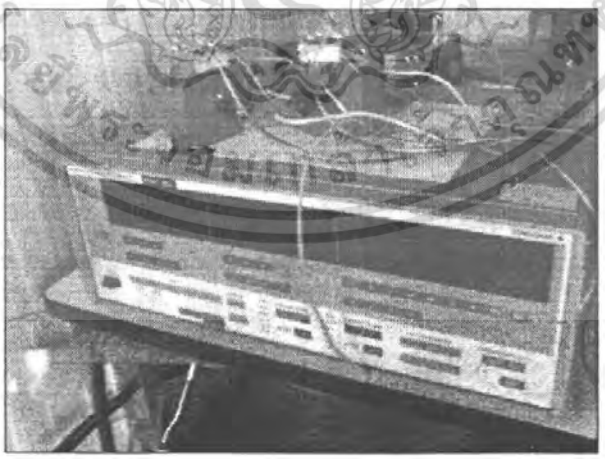
ใช้วัดอุณหภูมิในห้องควบคุม และควบคุมอิเล็กทรอนิคเอ็กแพนชั่นวาล์ว



รูปที่ 3 -11 บอร์ดควบคุม

8 . มิเตอร์วัดไฟ

โดยใช้วัดวัตต์ เพื่อหากำลังงานที่ใช้ และความร้อนที่ให้แก่ห้อง



รูปที่ 3 -12 เกจวัดอุณหภูมิ ใช้วัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

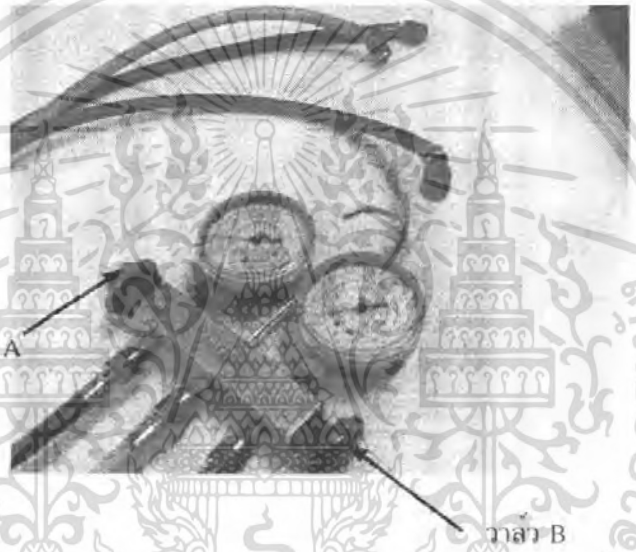
9 . สารความเย็นR-22

เป็นสารความเย็นกลุ่มฟลูออโรคาร์บอนจึงไม่เป็นพิศ เหมาะจะใช้กับระบบทำความเย็นที่อุณหภูมิต่ำที่ความดันบรรยากาศมีจุดเดือด-40.8 องศาเซลเซียส ในปัจจุบันใช้กับเครื่องปรับอากาศเพราะเครื่องอัดที่ใช้กับระบบนี้มีขนาดเล็ก ข้อดีคือสามารถรวมกับน้ำมันได้ซึ่งจะพบในส่วนควบแน่นของระบบ แต่จะแยกออกจากกันในอีแวปโพเรเตอร์ อุณหภูมิสำหรับการแยกตัวนั้นขึ้อยู่กับชนิดและปริมาณน้ำมันที่ผสมอยู่ในสารความเย็น

10 .ปั๊มน้ำ

ใช้ในการปั๊มน้ำขึ้นไปบน cooling pad เพื่อระบายความร้อนออกจากน้ำ

11 . เกจแมนิโฟลด์



รูปที่ 3 – 13 เกจแมนิโฟลด์

3.2 การบริการระบบ

3.2.1เกจแมนิโฟลด์

เกจแมนิโฟลด์ ประกอบด้วย

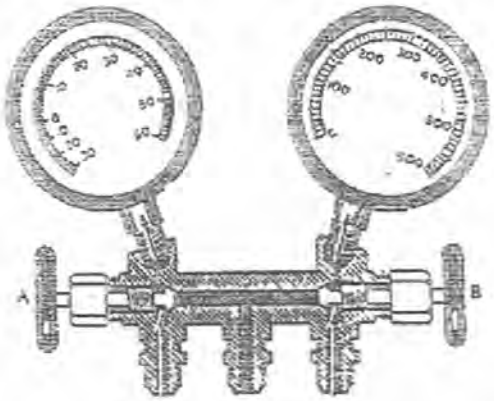
1. เกจวัดความดันด้านสูง (High Pressure Gauge) มีสเกลบอกค่าความดันบน หน้าปัดเพียงอันเดียวตามปกติจะเริ่มจาก 0 – 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2. กจวัดความดันด้านต่ำ (Low Pressure Gauge)เป็นเกจวัดความดันแบบผสม(Compound Gauge) ใช้วัดค่าความดันที่สูงและต่ำกว่าความดันบรรยากาศ สเกลที่บอกค่าดันจะบอกตั้งแต่ – 30 – 0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ 0-250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

3. วาล์วปรับด้วยมือ 3 ตัว

4. สายชาร์จน้ำยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-14 ตำแหน่งวาล์ว A วาล์ว B ของเกจแมนิโฟลด์

การใช้เกจแมนิโฟลด์

1. ท่อซ้ายมือของเกจแมนิโฟลด์ใช้ต่อเข้ากับด้านความดันต่ำ
2. ท่อขวามือของเกจแมนิโฟลด์ใช้ต่อเข้ากับด้านความดันสูง
3. ท่อกลางของเกจแมนิโฟลด์ใช้ต่อสำหรับบริการเช่น ปั๊มสุญญากาศ ท่อน้ำยาเป็นต้น

ลักษณะต่างๆ ของการใช้เกจแมนิโฟลด์

1. ใช้อ่านค่าความดันของระบบ ซึ่งวาล์ว A และวาล์ว B อยู่ในตำแหน่งปิดทั้งคู่ความดันในระบบทางด้านความดันต่ำและความดันสูง อ่านได้จากเกจทั้งคู่

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

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

4. ใช้สำหรับทำสุญญากาศระบบ วาล์ว A และวาล์ว B อยู่ในตำแหน่งเปิดทั้งคู่ สายท่อกลางของระบบต่อเข้ากับปั๊มสุญญากาศ

ขั้นตอนการใช้เกจแมนิโฟลด์

1. หาตำแหน่งของวาล์วบริการในระบบ
2. คลายฝาครอบสำหรับเกจต่อเข้าเกจที่วาล์วบริการอย่างช้าๆ
3. ตรวจดูว่า วาล์วของเกจอมนิโฟลด์อยู่ในตำแหน่งปิดทั้งคู่หรือยัง
4. ต่อสายเกจเข้ากับวาล์วบริการ
5. ถ้าระบบที่ใช้วาล์วบริการปรับด้วยมือ หรือหมุนวาล์วบริการตามเข็มนาฬิกาประมาณ ¼ รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

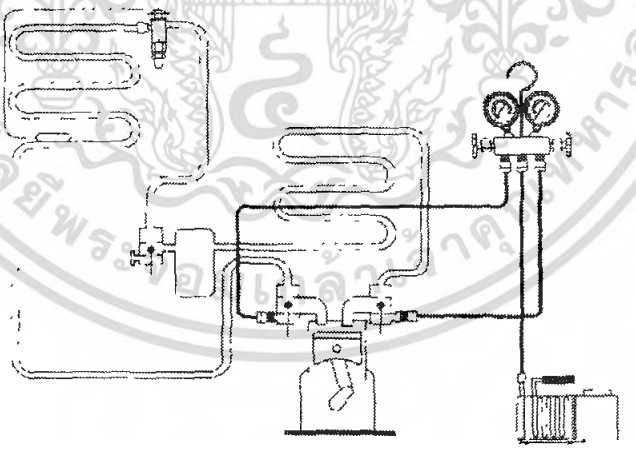
6. ขณะนี้ควรอ่านค่าความดันเกจได้บนเกจทั้งคู่ ถ้าไม่มีความดันเกิดขึ้น แสดงว่าภายในระบบไม่ น้ำยา ให้หาตำแหน่งรั่ว และทำการแก้ไข

7. ไล่อากาศในสายที่จุดนี้โดย

- คลายสายที่เกจแมนิโฟลด์เล็กน้อย ปล่อยไอสารความเย็น ทิ้งออกประมาณ 3 วินาทีหรือ
- คลายปลายสายกลางของเกจแมนิโฟลด์ออกจากท่อน้ำยาเล็กน้อย ใช้น้ำยาในระบบไล่อากาศ โดยเปิดวาล์วของเกจแมนิโฟลด์ทั้งคู่ ปล่อยให้น้ำยาจากในระบบรั่วทิ้งออกจากปลายสายกลางแล้วจึงขันปลายสายกลางเข้ากับท่อน้ำยาให้แน่น ปิดวาล์วเกจแมนิโฟลด์ทั้งคู่อีกครั้งหนึ่ง

3.2.2 การทำสุญญากาศ(Evacuating The System)

การทำสุญญากาศระบบ หรือที่เรียกว่า การทำแวคคั่ม จะกระทำภายหลังจากการตรวจรั่วระบบแต่ก่อนที่จะน้ำยาเข้าระบบ การสุญญากาศเป็นการใช้เครื่องปั๊มสุญญากาศ(Vacuum Pump) ดูดเอาอากาศและความชื้น ภายในระบบออกให้หมด ถ้าเป็นระบบเก่าก็รวมการขจัดน้ำยาที่เสื่อมคุณภาพออกจากระบบในขณะ ที่กำลังทำสุญญากาศระบบ ค่าความดันของเกจความดันต่ำ จะอ่านได้ต่ำกว่า 0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เกจจะแสดงให้เห็นว่าในระบบเป็นสุญญากาศซึ่งหมายถึงว่าความดันในระบบ ขณะนี้น้อยกว่าความดันบรรยากาศสิ่งที่สำคัญที่สุดของการทำสุญญากาศคือ ต้องดูดความชื้นออกจากระบบให้หมด จากหลักการที่ว่าเมื่อลดความดันที่ผิวหน้าของของเหลวจะทำให้จุดเดือดของของเหลวต่ำลงด้วย ฉะนั้นเมื่อระบบสุญญากาศหรือที่ความสูงของปรอทใกล้ 29 นิ้วปรอท น้ำจะมรจุดเดือดที่ 0 องศาฟาเรนไฮต์ ความชื้นที่เหลืออยู่ในระบบจะถูกเปลี่ยนสถานะ และถูกดูดออกมา การทำสุญญากาศระบบควรทำตามขั้นตอนต่อไปนี้



รูปที่ 3- 15 การทำสุญญากาศระบบ

1. ต่อชุดเกจแมนิโฟลด์เข้ากับวาล์วบริการ
2. เปิดวาล์วทั้งคู่ของเกจแมนิโฟลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ต่อสายท่อกลางของเกจแมนิโฟลด์เข้ากับปั๊มสุญญากาศ

4. เดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ

5 .เข็มความดันของเกจวัดความดันต่ำเริ่มลดกว่าตำแหน่ง 0 (เกจวัดความดันสูงจะไม่สามารถอ่านค่าได้)

6. เมื่อเข็มวัดกวามดันต่ำอ่านค่าถึง – 29.92 นิ้วปรอทให้เดินเครื่องปั๊มสุญญากาศต่อไปอีก 20 นาที

7. ถ้าเข็มของเกจวัดความดันต่ำไม่สามารถลดลงถึง – 29.92 นิ้วปรอท ให้ทำการตรวจข้อต่อต่างๆใหม่หมด

8. เกจทางสุญญากาศที่อ่านได้ไม่เป็นที่น่าพอใจ ให้หมุนวาล์วทั้งคู่ของเกจของแมนิโฟลด์ ให้อยู่ในตำแหน่งปิด ถ้าค่าความดันสูงขึ้น (แต่ยังต่ำกว่า 0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) แสดงว่าระบบรั่ว ให้หยุดเครื่องปั๊มสุญญากาศ แล้วค้นหาที่รั่ว

9. ถ้าเกจทางสุญญากาศคงที่ อยู่ในขณะที่วาล์วทั้งคู่ของแมนิโฟลด์เกจ อยู่ในตำแหน่งปิด แสดงว่าปั๊มสุญญากาศไม่มีพอ

10. ภายหลังจากเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ 20- 30 นาที แล้วปิดวาล์วทั้งคู่ของเกจแมนิโฟลด์

11. หยุดเครื่องเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ

12. ขณะนี้ระบบทำสุญญากาศเรียบร้อย พร้อมที่จะชาร์จน้ำยาเข้าในระบบต่อไป

3.2.3 การชาร์จน้ำยาเข้าระบบ(Charging The System)

การชาร์จน้ำยาเข้าระบบเป็นการปฏิบัติต่อจากการทำสุญญากาศระบบ สายกลางของแมนิโฟลด์ที่ปลดออกจากปั๊มสุญญากาศ หลังจากสุญญากาศระบบแล้วจะถูกต่อเข้ากับท่อบรรจุน้ำยาการชาร์จน้ำยาในสถานะไอเข้าในระบบทางด้านความดันต่ำ เป็นการชาร์จไอสารความเย็น เข้าในระบบทางด้านความดันต่ำ โดยเดินมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ดูดน้ำยาเข้าในระบบการเติมน้ำยาเข้าระบบ โดยวิธีนี้จะใช้เวลาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เป็นวิธีที่ธรรมดาๆ และปลอดภัย

ลำดับการชาร์จน้ำยาในสถานะไอเข้าระบบมีดังนี้

1. ถอดปลายสายกลางของเกจแมนิโฟลด์ออกจากเครื่องปั๊ม แล้วต่อเข้ากับถังน้ำยา

2. เปิดวาล์วท่อน้ำยา(สถานะไอ)

3. ใช้น้ำยาในท่อไล่อากาศที่อยู่ในท่อของเกจแมนิโฟลด์ โดยคลายปลายสาย ด้านติดกับเกจแมนิโฟลด์ ออกเล็กน้อยปล่อยให้น้ำยาจากในท่อไล่อากาศออกทิ้ง ขันปลายสายกลับแน่นดังเดิม

4. เปิดวาล์ว A ชาร์จน้ำยาเข้าระบบเล็กน้อย ที่ความดันเกจประมาณ 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แล้วปิดวาล์ว A

5 เดินมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของระบบเครื่องทำความเย็น

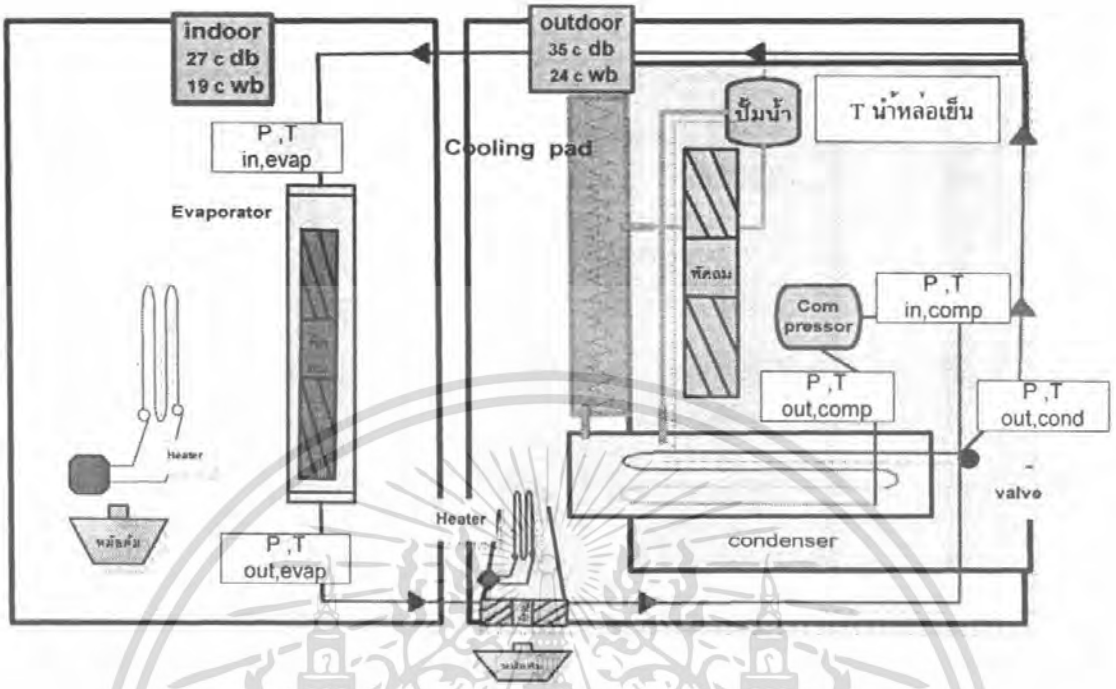
6. ค่อยเปิดวาล์ว A ควบคุมให้น้ำยาสถานะแก๊ส ชาร์จน้ำยาเข้าในระบบ สังเกตุเข็มของเกจแมนิโฟลด์ทางด้านความดันสูงและกวามดันต่ำ ให้ได้ตามเกณฑ์

7. ปิดวาล์ว A เมือความดันในระบบทางด้านสูงและด้านต่ำได้ตามเกณฑ์

8. ทดลองเดินเครื่องทำความเย็นในขณะที่ยังติดเกจแมนิโฟลด์อยู่กับระบบอย่างน้อยประมาณ 3 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3. วิธีการทดลองเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 3-16 รูปแสดงวงจรของระบบชุดทดลอง

1. ทดลองเครื่องปรับอากาศโดยใช้ท่อรูเข็มควบคุมน้ำยา

1.1 ทดลองที่ความยาวที่ 8 เมตร

1).ทำการเดินเครื่องปรับอากาศโดยควบคุมห้องปรับอากาศภายในห้องปรับอากาศ ซึ่งมีอุณหภูมิ 27 *C* WB 19 *C* โดยควบคุมอุณหภูมิเริ่มที่อุณหภูมิห้องคอนเดนเซอร์ที่ DB 35 *C* WB 24 *C* แล้วเดินเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 40 – 60 นาที เพื่อให้ระบบทำงานจนเสถียร

ภายในห้องปรับอากาศ	ภายนอกห้องปรับอากาศ
DB 27 *C*	DB 33 - 37 *C*
WB 19 *C*	WB 24 - 28 *C*

ตารางที่3.1 อุณหภูมิห้องที่ทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2)ทำการวัดอุณหภูมิและความดันของสารทำความเย็นที่เข้าออกจากอีแวปปอเรเตอร์ ที่เข้าคอมเพรสเซอร์ และที่เข้าออกจากคอนเดนเซอร์ วัดอุณหภูมิน้ำ วัดอัตราการใช้ไฟฟ้า และน้ำ โหลดการทำความเย็นภายในห้องปรับอากาศ

3) ส่วนห้องคอนเดนเซอร์จะจำลองสภาวะอากาศภายนอกซึ่งมีมีอุณหภูมิ DB 35°C และทำการเปลี่ยนอุณหภูมิ WB เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิ WB 24°C ถึงอุณหภูมิ WB 28°C โดยแต่ละครั้งที่เปลี่ยนอุณหภูมิต้องทิ้งเพื่อให้ระบบทำงานจนเสถียรก่อนเก็บค่า

4) ส่วนห้องคอนเดนเซอร์จะจำลองสภาวะอากาศภายนอกซึ่งมีมีอุณหภูมิ WB 24°C และทำการเปลี่ยนอุณหภูมิ DB เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิ DB 33°C ถึงอุณหภูมิ DB 37°C โดยแต่ละครั้งที่เปลี่ยนอุณหภูมิต้องทิ้งเพื่อให้ระบบทำงานจนเสถียรก่อนเก็บค่า

1.2 ทำการเปลี่ยนความยาวของท่อโดยเริ่มตั้งแต่ความยาวที่ 8 เมตร ถึงความยาวที่ 16 เมตร โดยเพิ่มที่ละ 2 m และทำการทดลองตามเดิมเก็บค่าเพื่อหาจุดที่ดีที่สุด

1.3 เมื่อได้ช่วงที่ดีแล้วทำการทดลอง โดยทำการลดความยาวลงอีก 1 m จึงทดลองที่ช่วงนั้นอีก

2. ทดลองเครื่องปรับอากาศโดยใช้อิเล็กทรอนิคเอ็กแพนชั่นวาล์วควบคุมน้ำยา

1). ทำการเดินเครื่องปรับอากาศโดยควบคุมห้องปรับอากาศภายในห้องปรับอากาศ ซึ่งมีอุณหภูมิ DB 27°C WB 19°C โดยควบคุมอุณหภูมิเริ่มที่อุณหภูมิห้องคอนเดนเซอร์ที่ DB 37°C WB 24°C แล้วเดินเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 40 – 60 นาที เพื่อให้ระบบทำงานจนเสถียร

2).ทำการเปลี่ยนอุณหภูมิน้ำทำความเย็นที่คอนเดนเซอร์โดยเริ่มตั้งแต่ 25 – 35°C

3).ทำการวัดอุณหภูมิและความดันของสารทำความเย็นที่เข้าออกจากอีแวปปอเรเตอร์เข้าคอมเพรสเซอร์ และที่เข้าออกจากคอนเดนเซอร์ วัดอุณหภูมิน้ำ วัดอัตราการใช้ไฟฟ้า น้ำ โหลดการทำความเย็นภายในห้องปรับอากาศ และเวลาที่ใช้ในการทำงานเข้าสู่อุณหภูมิทดลอง

3. จากนั้นนำค่าที่ได้จากการทดลอง ทำการคำนวนหา R.E , C.O.P และ EER แล้วนำค่าไปเขียนกราฟ

EER = ความเย็นที่ทำได้ / กำลังไฟฟ้าที่ใช้

Total Heat = Sensible Heat (W) + Latent Heat (W)

C.O.P = EER / 3.412

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ท่อคอนเดนเซอร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. และยาว8 เมตร โดยใช้ท่อแคพิลลารีควบคุมระบบปรับอากาศ

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 8 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 33°C DB 24 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27.25	27	26.75	27.	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	18.75	19	19	18.75	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	23.75	24	24	24.25	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	15	15	14.5	14.5	15	15	15
Cooling water (°C)	29	29.5	29	29	28.5	29	29
Pressure							
Compressor out (psig)	252	252	252	252	252	252	252
Condenser out (psig)	248	250	248	248	248	248	248
Load							
Power input (KW)	0.962	0.960	0.962	0.968	0.967	0.971	0.964
Sensible heat (KW)	3.043	3.042	3.045	3.048	3.049	3.048	3.046
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.493	3.492	3.495	3.498	3.499	3.498	3.496
COP							3.627
EER (Btu/hr/W)							12.375

ตารางที่ 4 -1 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 33 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.56 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 8 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 34°C DB 24 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	27	27.25	26.75	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	18.75	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35.25	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	15	15	15	15	15	14.5	15
Cooling water (°C)	29	29.5	29	29	28.5	29	29
Pressure							
Compressor out (psig)	252	252	252	252	252	252	252
Condenser out (psig)	248	250	248	248	248	248	248
Load							
Power input (KW)	0.969	0.971	0.968	0.964	0.965	0.962	0.967
Sensible heat (KW)	3.032	3.029	3.025	3.022	3.024	3.023	3.026
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.482	3.479	3.475	3.472	3.474	3.473	3.476
COP							3.595
EER (Btu/hr/W)							12.266

ตารางที่ 4 -2 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 34°C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.47 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 8 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 24 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	26.75	27	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	19	18.75	19.25	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	34.5	35.25	35	35.25	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	24.25	24.25	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	15.5	15.5	15	15.5	15	14	15
Cooling water (°C)	29	28.5	29.5	29	29.5	29	29
Pressure							
Compressor out (psig)	253	253	253	253	253	253	253
Condenser out (psig)	248	250	250	248	248	248	249
Load							
Power input (KW)	0.977	0.974	0.976	0.969	0.971	0.968	0.972
Sensible heat (KW)	3.005	3.007	3.003	3.002	3.005	3.007	3.004
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.455	3.457	3.453	3.452	3.455	3.457	3.454
COP							3.554
EER (Btu/hr/W)							12.126

ตารางที่ 4 -3 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 2°C 4 WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.45 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 8 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 36 °C DB 24 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	26.75	27	27	27.25	27.75	27
Indoor Wet bulb (°C)	18.75	19	19	19	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35.25	35	35	35	34..75	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	24	23.75	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	15.5	15	15.5	15	15	15.5	15
Cooling water (°C)	29.5	29.5	29.5	29	29.5	29	29.5
Pressure							
Compressor out (psig)	254	254	254	254	254	254	254
Condenser out (psig)	252	250	250	252	250	250	250
Load							
Power input (KW)	0.982	0.984	0.979	0.975	0.977	0.972	0.978
Sensible heat (KW)	2.989	2.993	2.991	2.986	2.987	2.983	2.988
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.439	3.443	3.441	3.436	3.437	3.433	3.438
COP							3.513
EER (Btu/hr/W)							11.986

ตารางที่ 4 -4 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 36°C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.41 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 8 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 37°C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	26.75	27	27.25	27.25	27	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	18.75	19	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	24	23.75	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	14.5	15.5
Cooling water (°C)	29	28.5	29	29.5	29.5	29	29.5
Pressure							
Compressor out (psig)	256	256	256	256	256	256	256
Condenser out (psig)	252	250	252	252	250	252	252
Load							
Power input (KW)	0.981	0.982	0.983	0.978	0.980	0.984	0.982
Sensible heat (KW)	2.963	2.967	2.968	2.972	2.973	2.971	2.969
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.413	3.417	3.418	3.422	3.423	3.421	3.419
COP							3.482
EER (Btu/hr/W)							11.881

ตารางที่ 4 -5 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 37 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.42 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 8 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 25 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27.25	27	27	24.75	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19.25	19	18.75	19	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35	35.25	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	23.75	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	15	15	15	15	15	14.5	15
Cooling water (°C)	29	28.5	29	28.5	29	29	29
Pressure							
Compressor out (psig)	256	256	256	256	256	256	256
Condenser out (psig)	252	250	252	252	250	252	252
Load							
Power input (KW)	0.971	0.975	0.971	0.972	0.981	0.977	0.974
Sensible heat (KW)	2.991	2.996	2.992	2.994	3.006	2.998	2.995
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.441	3.446	3.442	3.444	3.451	3.448	3.445
COP							3.543
EER (Btu/hr/W)							12.089

ตารางที่ 4 -6 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 25°C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.44 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 8 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 26°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	26.75	27	27	27.25	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	19	19.25	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	34.75	35	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	15.25	15	15.25	15.5	15.25	14.75	15.25
Cooling water (°C)	29	28.5	29	28.5	29	29	29
Pressure							
Compressor out (psig)	256	256	256	256	256	256	256
Condenser out (psig)	252	254	254	252	252	252	252
Load							
Power input (KW)	0.982	0.983	0.980	0.977	0.973	0.976	0.978
Sensible heat (KW)	2.979	2.982	2.978	2.977	2.972	2.974	2.977
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.431	3.432	3.429	3.426	3.422	3.424	3.427
COP							3.508
EER (Btu/hr/W)							11.969

ตารางที่ 4 -7 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 26 °C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.45 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 8 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 27 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27	26.75	27.25	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24.25	24	24	23.75	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	14	13.75	13.75	14	14.25	14
Cooling water (°C)	27	27.5	27.5	27	26.5	27	27
Pressure							
Compressor out (psig)	258	258	258	258	256	258	258
Condenser out (psig)	252	254	254	252	252	254	254
Load							
Power input (KW)	0.980	0.978	0.981	0.987	0.986	0.991	0.983
Sensible heat (KW)	2.954	2.953	2.956	2.960	2.959	2.962	2.957
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.404	3.403	3.406	3.410	3.409	3.412	3.407
COP							3.466
EER (Btu/hr/W)							11.826

ตารางที่ 4 -8 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 27°C WBที่ความยาวท่อ 8 เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.38 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 8 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 28 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27	26.75	27	27.25	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	18.75	19	18.75	19	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	23.75	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	14	13.75	13.75	14	14.25	14
Cooling water (°C)	27	27.5	27.5	27	26.5	27	27
Pressure							
Compressor out (psig)	258	258	258	258	258	258	258
Condenser out (psig)	252	254	254	254	255	254	254
Load							
Power input (KW)	0.988	0.990	0.988	0.984	0.981	0.982	0.985
Sensible heat (KW)	2.940	2.943	2.941	2.937	2.933	2.935	2.939
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.390	3.393	3.391	3.387	3.383	3.385	3.389
COP							3.441
EER (Btu/hr/W)							11.741

ตารางที่ 4 -9 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 28 °C WB ที่ความยาวท่อ 8 เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.42 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ท่อคอนเดนเซอร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม.และยาว10เมตรโดยใช้ท่อแคพิลลารีควบคุมระบบปรับอากาศ

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 10 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 33°C DB 24 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27.25	27	26.75	27.	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	18.75	19	19	18.75	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	23.75	24	24	24.25	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	14	13.5	13.75	14	14	14
Cooling water (°C)	32	32	32	31.5	32	32	32
Pressure							
Compressor out (psig)	250	250	250	250	250	251	250
Condenser out (psig)	245	244	245	242	245	245	245
Load							
Power input (KW)	0.946	0.947	0.947	0.949	0.953	0.951	0.949
Sensible heat (KW)	3.143	3.138	3.136	3.139	3.143	3.142	3.140
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.593	3.588	3.586	3.589	3.593	3.592	3.590
COP							3.783
EER (Btu/hr/W)							12.907

ตารางที่ 4 -10 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 33°C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ10เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.68 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 10 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 34°C DB 24 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	27	27	26.75	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35.25	35	35	35	34.75	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	23.75	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	13.75	14	13.75	14.25	14	14
Cooling water (°C)	32	32	32	31.5	32.5	32	32
Pressure							
Compressor out (psig)	251	250	250	250	251	250	250
Condenser out (psig)	245	244	245	244	245	245	245
Load							
Power input (KW)	0.953	0.952	0.951	0.957	0.955	0.957	0.954
Sensible heat (KW)	3.125	3.124	3.122	3.128	3.125	3.129	3.126
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.575	3.574	3.572	3.578	3.575	3.579	3.576
COP							3.752
EER (Btu/hr/W)							12.802

ตารางที่ 4 -11 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 34°C DB 24 °C WB ที่ความยาวท่อ10เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.67 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 10 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	26.75	27	27.25	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19.25	18.75	19	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35.25	35.25	35	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	24	24.25	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.75	14	14	13.75	14	14.25	14
Cooling water (°C)	32	32	32	32	32.5	32	32
Pressure							
Compressor out (psig)	250	250	250	250	250	250	250
Condenser out (psig)	245	244	245	245	244	245	245
Load							
Power input (KW)	0.962	0.960	0.962	0.958	0.955	0.954	0.959
Sensible heat (KW)	3.107	3.104	3.106	3.102	3.099	3.097	3.103
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.557	3.554	3.556	3.552	3.549	3.547	3.553
COP							3.705
EER (Btu/hr/W)							12.641

ตารางที่ 4 -12 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 2°C 4 WB ที่ความยาวท่อ10เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.64 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 10 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 36 °C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27	27.25	27	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	24	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	13.75	14.25	14.25	14	14	14
Cooling water (°C)	32	32.5	32.5	32	32.5	32	32
Pressure							
Compressor out (psig)	252	252	252	252	252	252	252
Condenser out (psig)	245	247	247	245	247	245	247
Load							
Power input (KW)	0.966	0.968	0.963	0.962	0.959	0.960	0.962
Sensible heat (KW)	3.078	3.089	3.087	3.085	3.082	3.081	3.084
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.528	3.539	3.537	3.535	3.532	3.531	3.534
COP							3.672
EER (Btu/hr/W)							12.529

ตารางที่ 4 -13 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 36 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ10เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.66 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 10 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 37 °C DB 24 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	26.75	27	27	27.25	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	18.75	19	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35.25	35	35	35.25	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	24	24	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14.75	14.5	14.25	14.25	14.5	14.5	14.5
Cooling water (°C)	32	32.5	32.5	32	32.5	32	32.5
Pressure							
Compressor out (psig)	252	252	252	252	252	252	252
Condenser out (psig)	247	247	248	247	247	245	247
Load							
Power input (KW)	0.969	0.971	0.967	0.964	0.965	0.962	0.967
Sensible heat (KW)	3.059	3.062	3.058	3.054	3.055	3.052	3.057
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.509	3.512	3.508	3.504	3.505	3.502	3.507
COP							3.629
EER (Btu/hr/W)							12.382

ตารางที่ 4 -14 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 37°C DB 24 °C WB ที่ความยาวท่อ10เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.61 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 10 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 25 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27	27.25	27.25	27	26.75	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19.25	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35.25	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	23.75	24	24.25	24.25	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.75	14	14.25	14.25	14	14	14
Cooling water (°C)	32	32	32.5	32	32	32	32
Pressure							
Compressor out (psig)	250	250	250	250	250	250	250
Condenser out (psig)	245	245	247	245	245	245	245
Load							
Power input (KW)	0.964	0.966	0.963	0.960	0.962	0.959	0.962
Sensible heat (KW)	3.098	3.101	3.097	3.093	3.095	3.092	3.096
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.548	3.551	3.547	3.543	3.545	3.542	3.546
COP							3.687
EER (Btu/hr/W)							12.58

ตารางที่ 4 -15 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 25 WB°C ที่ความยาวท่อ10เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.62 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 10 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 26°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27	27.25	27	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	18.75	19	19	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35.25	35	35	35.25	35
Outdoor Wet bulb (°C)	23.75	24	24	24	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14.75	14	14.25	14.25	14.25	14.25	14.25
Cooling water (°C)	32	32.5	32.5	32	32.5	32	32.5
Pressure							
Compressor out (psig)	253	253	253	253	253	253	253
Condenser out (psig)	248	248	248	245	245	248	248
Load							
Power input (KW)	0.969	0.971	0.968	0.964	0.961	0.964	0.966
Sensible heat (KW)	3.084	3.083	3.079	3.075	3.073	3.076	3.078
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.534	3.533	3.529	3.525	3.523	3.526	3.528
COP							3.651
EER (Btu/hr/W)							12.457

ตารางที่ 4 -16 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 26 °C WB ที่ความยาวท่อ10เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.57 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 10 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 27°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27	26.75	27	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	18.75	19	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35.25	35	34.75	34.75	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24.25	24.25	24	24	23.75	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14.75	14	14.25	14.25	14.25	14.25	14.25
Cooling water (°C)	32	32.5	32.5	32	32.5	32	32.5
Pressure							
Compressor out (psig)	250	250	250	250	250	250	250
Condenser out (psig)	244	245	244	245	245	245	245
Load							
Power input (KW)	0.970	0.972	0.974	0.972	0.968	0.968	0.971
Sensible heat (KW)	3.054	3.057	3.059	3.056	3.051	3.052	3.055
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.504	3.507	3.509	3.506	3.501	3.502	3.505
COP							3.604
EER (Btu/hr/W)							12.297

ตารางที่ 4 -17 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 2°C 7 WB ที่ความยาวท่อ10เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.55 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 10 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 28 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27	27.25	27	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	24	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14.75	14.5	14.25	14.75	14.5	14.5	14.5
Cooling water (°C)	33	33	32.5	33	32.5	33	33
Pressure							
Compressor out (psig)	250	250	250	250	250	250	250
Condenser out (psig)	244	245	244	245	245	245	245
Load							
Power input (KW)	0.977	0.976	0.973	0.974	0.972	0.971	0.973
Sensible heat (KW)	3.039	3.037	3.032	3.035	3.033	3.031	3.034
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.489	3.487	3.482	3.485	3.483	3.481	3.484
COP							3.581
EER (Btu/hr/W)							12.218

ตารางที่ 4 -18 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 28°C WB ที่ความยาวท่อ10เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.58 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ท่อคอนเดนเซอร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม.และยาว12เมตรโดยใช้ท่อแคพิลลารีควบคุมระบบปรับอากาศ

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 12 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 33 °C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	26.75	27	27	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	19	19	18.75	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35.25	35	35	35.25	34.75	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24.25	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.5	13.5	13.25	13.5	13.5	13.25	13.5
Cooling water (°C)	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	35	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	246	246	246	246	246	246	246
Condenser out (psig)	240	238	240	240	238	240	240
Load							
Power input (KW)	0.943	0.941	0.938	0.941	0.938	0.936	0.939
Sensible heat (KW)	3.182	3.181	3.176	3.180	3.177	3.175	3.178
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.633	3.631	3.626	3.630	3.627	3.625	3.628
COP							3.864
EER (Btu/hr/W)							13.183

ตารางที่ 4 -19 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 33°C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ12เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.75 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 12 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 34°C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27.25	27	26.75	27.	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	18.75	19	19	18.75	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	23.75	24	24	24.25	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.5	13.75	13.25	13.5	13. 25	13. 5	13.5
Cooling water (°C)	34.5	34.5	35	34.5	34.5	35	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	246	246	246	246	246	246	246
Condenser out (psig)	240	240	240	242	242	240	240
Load							
Power input (KW)	0.942	0.944	0.946	0.945	0.941	0.941	0.943
Sensible heat (KW)	3.167	3.171	3.175	3.172	3.169	3.167	3.170
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.617	3.621	3.625	3.622	3.619	3.617	3.620
COP							3.839
EER (Btu/hr/W)							13.098

ตารางที่ 4 -20 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 34°C DB 24 °C WB ที่ความยาวท่อ12เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.72 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 12 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	27	27.25	26.75	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	18.75	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35.25	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.5	13.75	13.75	14	13. 75	13. 5	13.75
Cooling water (°C)	35	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	248	248	248	248	248	248	248
Condenser out (psig)	240	242	240	242	242	240	242
Load							
Power input (KW)	0.949	0.946	0.945	0.946	0.949	0.951	0.948
Sensible heat (KW)	3.145	3.144	3.143	3.145	3.149	3.152	3.146
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.595	3.594	3.593	3.595	3.599	3.602	3.596
COP							3.793
EER (Btu/hr/W)							12.942

ตารางที่ 4 -21 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ12เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.78 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 12 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 36°C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	26.75	27	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	19	18.75	19.25	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	34.5	35.25	35	35.25	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	24.25	24.25	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	13.75	14	14	14.25	14. 25	14
Cooling water (°C)	35	35.5	35.5	35	35	35	35
Pressure							
Compressor out (psig)	248	248	248	248	248	248	248
Condenser out (psig)	242	242	244	242	242	244	242
Load							
Power input (KW)	0.955	0.953	0.956	0.949	0.952	0.951	0.952
Sensible heat (KW)	3.121	3.119	3.122	3.116	3.117	3.115	3.118
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.571	3.569	3.572	3.566	3.567	3.565	3.568
COP							3.748
EER (Btu/hr/W)							12.788

ตารางที่ 4 -22 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 36°C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ12เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.72 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 12 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 37 DB 24 WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	26.75	27	27	27.25	27.75	27
Indoor Wet bulb (°C)	18.75	19	19	19	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35.25	35	35	35	34..75	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	24	23.75	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	13.75	14	14	14.25	14. 25	14
Cooling water (°C)	35	35.5	35.5	35.5	35	35.5	35.5
Pressure							
Compressor out (psig)	248	248	248	248	248	248	248
Condenser out (psig)	242	242	244	244	242	242	242
Load							
Power input (KW)	0.959	0.961	0.957	0.952	0.955	0.953	0.956
Sensible heat (KW)	3.097	3.094	3.093	3.095	3.099	3.098	3.096
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.547	3.544	3.543	3.545	3.549	3.548	3.546
COP							3.709
EER (Btu/hr/W)							12.655

ตารางที่ 4 -23 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 37°C DB 24 °C WB ที่ความยาวท่อ12เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.74 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 12 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 25°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	26.75	27	27.25	27.25	27	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	18.75	19	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	24	23.75	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	13.75	14	14	14.25	14. 25	14
Cooling water (°C)	35	34.5	34.5	34.5	35	34.5	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	246	246	246	246	246	246	246
Condenser out (psig)	242	240	240	240	242	240	240
Load							
Power input (KW)	0.952	0.946	0.947	0.948	0.952	0.953	0.950
Sensible heat (KW)	3.139	3.134	3.135	3.137	3.141	3.144	3.138
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.589	3.584	3.585	3.587	3.591	3.594	3.588
COP							3.776
EER (Btu/hr/W)							12.884

ตารางที่ 4 -24 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 25°C WB ที่ความยาวท่อ12เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.73 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 12 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 26°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27.25	27	27	26.75	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19.25	19	18.75	19	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35	35.25	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	23.75	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	14	14.25	13.75	14	14. 25	14
Cooling water (°C)	35	34.5	34.5	34.5	35	34.5	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	246	246	246	246	246	246	246
Condenser out (psig)	240	242	240	240	242	238	240
Load							
Power input (KW)	0.952	0.953	0.958	0.957	0.951	0.952	0.954
Sensible heat (KW)	3.116	3.118	3.124	3.121	3.116	3.117	3.119
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.566	3.568	3.574	3.571	3.566	3.567	3.569
COP							3.742
EER (Btu/hr/W)							12.768

ตารางที่ 4 -25 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 26°C WB ที่ความยาวท่อ12เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.69 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 12 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 27°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	27	27	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35	35.25	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	24.25	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	14.25	14.25	14.5	14.25	14. 25	14.25
Cooling water (°C)	35	34.5	34.5	35	35	35	35
Pressure							
Compressor out (psig)	248	248	248	248	248	248	248
Condenser out (psig)	242	242	242	240	242	242	242
Load							
Power input (KW)	0.964	0.958	0.957	0.956	0.963	0.961	0.959
Sensible heat (KW)	3.104	3.996	3.997	3.998	3.103	3.102	3.100
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.554	3.546	3.547	3.548	3.553	3.552	3.550
COP							3.702
EER (Btu/hr/W)							12.631

ตารางที่ 4 -26 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 27°C WB ที่ความยาวท่อ12เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.64 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 12 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 28 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	26.75	27	27	27.25	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	19	19.25	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	34.75	35	35.25	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14.5	14.25	14.5	14.5	14.25	14. 5	14.5
Cooling water (°C)	35	34.5	35	35	34.5	35	35
Pressure							
Compressor out (psig)	248	248	248	248	248	248	248
Condenser out (psig)	242	244	244	242	242	242	242
Load							
Power input (KW)	0.957	0.962	0.965	0.963	0.962	0.958	0.961
Sensible heat (KW)	3.076	3.079	3.083	3.081	3.080	3.078	3.078
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.526	3.529	3.533	3.531	3.530	3.528	3.528
COP							3.672
EER (Btu/hr/W)							12.529

ตารางที่ 4 -27 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 28°C WB ที่ความยาวท่อ12เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.62 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ท่อคอนเดนเซอร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม.และยาว13เมตรโดยใช้ท่อแคพิลลารีควบคุมระบบปรับอากาศ

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 13 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 33°C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27	26.75	27.25	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24.25	24	24	23.75	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	14	14	13.75	13.75	14	14
Cooling water (°C)	35	35	34.5	35	34.5	35	35
Pressure							
Compressor out (psig)	244	244	244	244	244	244	244
Condenser out (psig)	238	238	240	240	238	238	238
Load							
Power input (KW)	0.938	0.942	0.934	0.933	0.937	0.938	0.937
Sensible heat (KW)	3.199	3.203	3.196	3.196	3.199	3.202	3.198
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.649	3.653	3.646	3.646	3.649	3.652	3.648
COP							3.893
EER (Btu/hr/W)							13.283

ตารางที่ 4 -28 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 33 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ13เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.88 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 13 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 34°C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27	26.75	27	27.25	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	18.75	19	18.75	19	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	23.75	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	14	14	14	13.75	13.75	14
Cooling water (°C)	35	35.5	35	35.5	35.5	35.5	35.5
Pressure							
Compressor out (psig)	246	246	246	246	246	246	246
Condenser out (psig)	240	240	240	240	238	238	240
Load							
Power input (KW)	0.943	0.945	0.942	0.941	0.937	0.938	0.941
Sensible heat (KW)	3.169	3.172	3.167	3.1658	3.162	3.163	3.168
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.639	3.642	3.637	3.635	3.632	3.633	3.636
COP							3.864
EER (Btu/hr/W)							13.184

ตารางที่ 4 -29 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 34°C DB 2°C 4 WB ที่ความยาวท่อ13เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.82 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 13 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27.25	27	26.75	27	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	18.75	19	19	18.75	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	23.75	24	24	24.25	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.25	13.5	13.25	13. 5	13.25	13.5	13.5
Cooling water (°C)	35	35	35.5	34.5	35	35.5	35
Pressure							
Compressor out (psig)	246	246	246	246	246	246	246
Condenser out (psig)	240	242	240	240	242	240	240
Load							
Power input (KW)	0.947	0.950	0.948	0.941	0.943	0.942	0.945
Sensible heat (KW)	3.172	3.174	3.171	3.165	3.168	3.166	3.169
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.622	3.624	3.621	3.615	3.618	3.616	3.619
COP							3.826
EER (Btu/hr/W)							13.054

ตารางที่ 4 -30 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 24 °C WB ที่ความยาวท่อ13เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.81 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 13 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 36 °C DB 24 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	27	27	26.75	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35.25	35	35	35	34.75	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	23.75	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	13.5	13.75	13. 75	14	13.75	13.75
Cooling water (°C)	35	35.5	35.5	34.5	35.5	35.5	35.5
Pressure							
Compressor out (psig)	246	246	246	246	246	246	246
Condenser out (psig)	240	242	240	240	242	240	240
Load							
Power input (KW)	0.948	0.946	0.948	0.951	0.955	0.952	0.950
Sensible heat (KW)	3.143	3.141	3.144	3.147	3.151	3.149	3.146
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.593	3.591	3.594	3.597	3.601	3.599	3.596
COP							3.785
EER (Btu/hr/W)							12.914

ตารางที่ 4 -31 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 36°C DB 24 °C WB ที่ความยาวท่อ13เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.82 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 13 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 37 °C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	26.75	27	27.25	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19.25	18.75	19	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35.25	35.25	35	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	24	24.25	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	13.5	13.75	13. 75	14	13.75	14
Cooling water (°C)	35	35.5	35.5	34.5	35.5	35.5	35.5
Pressure							
Compressor out (psig)	248	248	248	248	248	248	248
Condenser out (psig)	244	242	240	242	242	244	242
Load							
Power input (KW)	0.955	0.958	0.958	0.952	0.949	0.953	0.954
Sensible heat (KW)	3.119	3.122	3.121	3.116	3.114	3.117	3.118
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.569	3.572	3.571	3.566	3.564	3.567	3.568
COP							3.741
EER (Btu/hr/W)							12.764

ตารางที่ 4 -32 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 37°C DB 24 °C WB ที่ความยาวท่อ13เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.75 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 13 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 25 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27	27.25	27	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	18.75	19	19	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35.25	35	35	35.25	35
Outdoor Wet bulb (°C)	23.75	24	24	24	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.25	13.5	13.25	13. 5	13.25	13.5	13.5
Cooling water (°C)	35	35	35.5	34.5	35	35.5	35
Pressure							
Compressor out (psig)	246	246	246	246	246	246	246
Condenser out (psig)	240	242	240	240	242	240	240
Load							
Power input (KW)	0.948	0.953	0.951	0.947	0.943	0.946	0.948
Sensible heat (KW)	3.155	3.160	3.157	3.153	3.148	3.151	3.154
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.605	3.610	3.607	3.603	3.598	3.601	3.604
COP							3.802
EER (Btu/hr/W)							12.972

ตารางที่ 4 -33 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 25°C WB ที่ความยาวท่อ13เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.76 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 13 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 26°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27	27.25	27.25	27	26.75	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19.25	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35.25	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	23.75	24	24.25	24.25	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.25	13.5	13.25	13.5	13.25	13.5	13.5
Cooling water (°C)	35	35	35.5	34.5	35	35.5	35
Pressure							
Compressor out (psig)	246	246	246	246	246	246	246
Condenser out (psig)	240	242	240	240	242	240	240
Load							
Power input (KW)	0.952	0.949	0.951	0.953	0.955	0.952	0.952
Sensible heat (KW)	3.136	3.133	3.135	3.139	3.142	3.138	3.137
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.586	3.583	3.585	3.589	3.592	3.588	3.587
COP							3.768
EER (Btu/hr/W)							12.856

ตารางที่ 4 -34 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 26°C WB ที่ความยาวท่อ13เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.74 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 13 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 27 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27	27.25	27.25	27	26.75	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19.25	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35.25	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	23.75	24	24.25	24.25	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14.25	14.5	14.25	14. 5	14.25	14.5	14.5
Cooling water (°C)	35	35.5	35.5	34.5	35	35.5	35.5
Pressure							
Compressor out (psig)	246	246	246	246	246	246	246
Condenser out (psig)	240	242	240	240	242	240	240
Load							
Power input (KW)	0.959	0.962	0.958	0.953	0.952	0.957	0.956
Sensible heat (KW)	3.116	3.118	3.114	3.111	3.108	3.112	3.113
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.566	3.568	3.564	3.561	3.558	3.562	3.563
COP							3.727
EER (Btu/hr/W)							12.716

ตารางที่ 4 -25 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 27°C WB ที่ความยาวท่อ13เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.73 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 13 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 28 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	26.75	27	27	27.25	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	18.75	19	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35.25	35	35	35.25	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	24	24	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14.25	14	14.25	14	13.75	14	14
Cooling water (°C)	35	35.5	35.5	34.5	35	35.5	35.5
Pressure							
Compressor out (psig)	246	246	246	246	246	246	246
Condenser out (psig)	240	242	240	240	242	240	240
Load							
Power input (KW)	0.961	0.960	0.962	0.957	0.953	0.954	0.958
Sensible heat (KW)	3.096	3.093	3.095	3.091	3.087	3.088	3.092
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.546	3.543	3.545	3.541	3.537	3.538	3.542
COP							3.698
EER (Btu/hr/W)							12.617

ตารางที่ 4 -36 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 28°C WB ที่ความยาวท่อ13เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.78 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ท่อคอนเดนเซอร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม.และยาว14เมตรโดยใช้ท่อแคพิลลารีควบคุมระบบปรับอากาศ

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 14 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 33°C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	26.75	27	27	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	19	19	18.75	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35.25	35	35	35.25	34.75	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24.25	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.5	13.5	13.25	13.5	13.5	13.25	13.5
Cooling water (°C)	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	35	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	245	245	245	245	245	245	245
Condenser out (psig)	238	238	238	238	238	238	238
Load							
Power input (KW)	0.936	0.938	0.939	0.937	0.933	0.934	0.936
Sensible heat (KW)	3.187	3.186	3.185	3.182	3.178	3.180	3.183
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.637	3.636	3.635	3.632	3.628	3.630	3.633
COP							3.881
EER (Btu/hr/W)							13.242

ตารางที่ 4 -37 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 33°C DB 24 °C WB ที่ความยาวท่อ14เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.84 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 14 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 34°C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27.25	27	26.75	27.	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	18.75	19	19	18.75	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	23.75	24	24	24.25	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.5	13.75	13.25	13.5	13. 25	13. 5	13.5
Cooling water (°C)	34.5	34.5	35	34.5	34.5	35	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	247	247	247	247	247	247	247
Condenser out (psig)	240	240	240	242	242	240	240
Load							
Power input (KW)	0.941	0.943	0.944	0.939	0.936	0.938	0.940
Sensible heat (KW)	3.173	3.172	3.179	3.176	3.173	3.171	3.174
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.623	3.622	3.629	3.626	3.623	3.621	3.624
COP							3.855
EER (Btu/hr/W)							13.153

ตารางที่ 4 -38 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 34°C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ14เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.86 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 14 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 24°C WB

List	10 min	20 mip	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	27	27.25	26.75	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	18.75	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35.25	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.5	13.75	13.75	14	13. 75	13. 5	13.75
Cooling water (°C)	35	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	249	249	249	249	249	249	249
Condenser out (psig)	240	242	240	242	242	240	242
Load							
Power input (KW)	0.942	0.944	0.947	0.948	0.941	0.939	0.943
Sensible heat (KW)	3.149	3.152	3.156	3.153	3.146	3.147	3.151
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.599	3.602	3.606	3.603	3.596	3.597	3.601
COP							3.810
EER (Btu/hr/W)							13.003

ตารางที่ 4 -39 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ14เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.81 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 14 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 36°C DB 24 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	26.75	27	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	19	18.75	19.25	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	34.5	35.25	35	35.25	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	24.25	24.25	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	13.75	14	14	14.25	14. 25	14
Cooling water (°C)	35	35.5	35.5	35	35	35	35
Pressure							
Compressor out (psig)	249	249	249	249	249	249	249
Condenser out (psig)	242	242	244	242	242	244	242
Load							
Power input (KW)	0.949	0.951	0.952	0.947	0.943	0.946	0.948
Sensible heat (KW)	3.124	3.120	3.122	3.128	3.126	3.129	3.125
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.574	3.570	3.572	3.578	3.576	3.579	3.575
COP							3.771
EER (Btu/hr/W)							12.867

ตารางที่ 4 -40 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 36°C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ14เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.74 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 14 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 37°C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	26.75	27	27	27.25	27.75	27
Indoor Wet bulb (°C)	18.75	19	19	19	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35.25	35	35	35	34..75	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	24	23.75	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	13.75	14	14	14.25	14. 25	14
Cooling water (°C)	35	35.5	35.5	35.5	35	35.5	35.5
Pressure							
Compressor out (psig)	249	249	249	249	249	249	249
Condenser out (psig)	242	242	244	244	242	242	242
Load							
Power input (KW)	0.957	0.951	0.949	0.951	0.954	0.956	0.953
Sensible heat (KW)	3.104	3.098	3.095	3.097	3.101	3.102	3.099
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.554	3.548	3.545	3.547	3.551	3.552	3.549
COP							3.724
EER (Btu/hr/W)							12.706

ตารางที่ 4 -41 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 37°C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ14เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.76 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 14 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 25°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	26.75	27	27.25	27.25	27	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	18.75	19	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	24	23.75	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	13.75	14	14	14.25	14. 25	14
Cooling water (°C)	35	34.5	34.5	34.5	35	34.5	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	247	247	247	247	247	247	247
Condenser out (psig)	242	240	240	240	242	240	240
Load							
Power input (KW)	0.945	0.945	0.951	0.949	0.948	0.944	0.947
Sensible heat (KW)	3.140	3.137	3.145	3.144	3.142	3.138	3.141
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.590	3.587	3.595	3.594	3.592	3.588	3.591
COP							3.788
EER (Btu/hr/W)							12.925

ตารางที่ 4 -42 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 25°C WB ที่ความยาวท่อ14เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.74 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 14 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 26 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27.25	27	27	26.75	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19.25	19	18.75	19	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35	35.25	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	23.75	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	14	14.25	13.75	14	14. 25	14
Cooling water (°C)	35	34.5	34.5	34.5	35	34.5	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	247	247	247	247	247	247	247
Condenser out (psig)	240	242	240	240	242	238	240
Load							
Power input (KW)	0.954	0.955	0.955	0.951	0.948	0.949	0.952
Sensible heat (KW)	3.126	3.128	3.127	3.123	3.119	3.121	3.124
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.576	3.578	3.577	3.573	3.569	3.571	3.574
COP							3.756
EER (Btu/hr/W)							12.815

ตารางที่ 4 -43 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 26°C WB ที่ความยาวท่อ14เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.73 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 14 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 27 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	27	27	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35	35.25	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	24.25	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	14.25	14.25	14.5	14.25	14. 25	14.25
Cooling water (°C)	35	34.5	34.5	35	35	35	35
Pressure							
Compressor out (psig)	249	249	249	249	249	249	249
Condenser out (psig)	242	242	242	240	242	242	242
Load							
Power input (KW)	0.953	0.957	0.959	0.957	0.950	0.952	0.955
Sensible heat (KW)	3.102	3.107	3.109	3.106	3.098	3.101	3.104
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.552	3.557	3.559	3.556	3.548	3.551	3.554
COP							3.717
EER (Btu/hr/W)							12.682

ตารางที่ 4 -44 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 27 °C WB ที่ความยาวท่อ14เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.74 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 14 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 28°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	26.75	27	27	27.25	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	19	19.25	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	34.75	35	35.25	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14.5	14.25	14.5	14. 25	14. 5	14. 5	14.5
Cooling water (°C)	35	34.5	35	35.5	34.5	35	35
Pressure							
Compressor out (psig)	250	250	250	250	250	250	250
Condenser out (psig)	242	244	242	242	244	242	242
Load							
Power input (KW)	0.959	0.957	0.961	0.953	0.951	0.954	0.956
Sensible heat (KW)	3.087	3.084	3.088	3.082	3.077	3.081	3.083
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.537	3.534	3.538	3.532	3.527	3.531	3.533
COP							3.688
EER (Btu/hr/W)							12.583

ตารางที่ 4 -45 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 28 °C WB ที่ความยาวท่อ14เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.67 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ท่อคอนเดนเซอร์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม.และยาว16เมตรโดยใช้ท่อแคพิลลารีควบคุมระบบปรับอากาศ

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 16 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 33 °C DB 24 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27.25	27	26.75	27.	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	18.75	19	19	18.75	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	23.75	24	24	24.25	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.5	13.25	13.5	13.75	13.25	13.25	13.5
Cooling water (°C)	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	243	243	243	243	243	243	243
Condenser out (psig)	235	238	235	235	238	235	235
Load							
Power input (KW)	0.943	0.938	0.940	0.938	0.945	0.946	0.941
Sensible heat (KW)	3.177	3.172	3.173	3.171	3.176	3.178	3.175
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.627	3.622	3.623	3.621	3.626	3.628	3.625
COP							3.852
EER (Btu/hr/W)							13.143

ตารางที่ 4 -46 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 33°C DB 24 °C WB ที่ความยาวท่อ16เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.86 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 16 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 34°C DB 24 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	27	27	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35.25	35	35	35	35	34.75	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	24.25	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	14	13.5	13.75	13.75	13.75	13.75
Cooling water (°C)	34.5	34.5	35	34.5	34.5	35	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	246	246	246	246	246	246	246
Condenser out (psig)	242	238	238	238	238	240	238
Load							
Power input (KW)	0.946	0.949	0.945	0.942	0.943	0.948	0.945
Sensible heat (KW)	3.167	3.171	3.165	3.161	3.164	3.168	3.166
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.617	3.621	3.615	3.611	3.614	3.618	3.616
COP							3.827
EER (Btu/hr/W)							13.058

ตารางที่ 4 -47 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 34°C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ16เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.9 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 16 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 24 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	26.75	27	27.25	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19.25	18.75	19	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35.25	35.25	35	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	24	24.25	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.25	13.25	13.5	13.75	13.5	13.5	13.5
Cooling water (°C)	35	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	248	248	248	248	248	248	248
Condenser out (psig)	240	242	240	240	242	240	240
Load							
Power input (KW)	0.951	0.948	0.953	0.951	0.948	0.945	0.949
Sensible heat (KW)	3.144	3.141	3.147	3.143	3.141	3.138	3.142
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.594	3.591	3.597	3.593	3.591	3.588	3.592
COP							3.785
EER (Btu/hr/W)							12.914

ตารางที่ 4 -48 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ16เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.78 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 16 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 36°C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27	27.25	27.25	27	26.75	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19.25	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35.25	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	23.75	24	24.25	24.25	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	13.75	13.5	13.75	14	13.75	13.75
Cooling water (°C)	35	35.5	35.5	35	35	35	35
Pressure							
Compressor out (psig)	250	250	250	250	250	250	250
Condenser out (psig)	242	242	244	242	242	244	242
Load							
Power input (KW)	0.953	0.953	0.953	0.953	0.953	0.953	0.953
Sensible heat (KW)	3.120	3.117	3.116	3.111	3.112	3.114	3.115
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.570	3.567	3.566	3.561	3.562	3.564	3.565
COP							3.736
EER (Btu/hr/W)							12.747

ตารางที่ 4 -49 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 36°C DB 24 °C WB ที่ความยาวท่อ16เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.74 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 16 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 37 °C DB 24°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27.25	27	27	26.75	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19.25	19	18.75	19	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35	35.25	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	23.75	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14.25	14	13.5	14.25	14	14	14
Cooling water (°C)	35	35.5	35.5	35.5	35	35.5	35.5
Pressure							
Compressor out (psig)	250	250	250	250	250	250	250
Condenser out (psig)	242	242	244	244	242	242	242
Load							
Power input (KW)	0.957	0.956	0.954	0.958	0.962	0.962	0.958
Sensible heat (KW)	3.090	3.088	3.085	3.087	3.093	3.092	3.089
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.540	3.538	3.535	3.537	3.543	3.542	3.539
COP							3.692
EER (Btu/hr/W)							12.597

ตารางที่ 4 -50 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 37 °C DB 24°C WB ที่ความยาวท่อ16เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.81 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 16 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 25°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	26.75	27	27	27.25	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	19	19.25	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	34.75	35	35.25	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.5	13.5	13.5	13.75	13.25	13.5	13.5
Cooling water (°C)	35	34.5	34.5	34.5	35	34.5	34.5
Pressure							
Compressor out (psig)	248	248	248	248	248	248	248
Condenser out (psig)	242	238	238	240	242	240	240
Load							
Power input (KW)	0.948	0.950	0.947	0.953	0.957	0.956	0.952
Sensible heat (KW)	3.131	3.130	3.132	3.136	3.141	3.138	3.135
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.581	3.580	3.582	3.586	3.591	3.588	3.585
COP							3.766
EER (Btu/hr/W)							12.849

ตารางที่ 4 -51 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 25 °C WB ที่ความยาวท่อ16เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.74 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 16 เมตรโดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35°C DB 26°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	27	27	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35.25	35	34.75	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24	24.25	24	23.75	24.25	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	14	13.75	13.75	14	14.25	14
Cooling water (°C)	35	35.5	35.5	35	35	35	35
Pressure							
Compressor out (psig)	248	248	248	248	248	248	248
Condenser out (psig)	240	242	240	240	240	242	240
Load							
Power input (KW)	0.958	0.953	0.954	0.951	0.959	0.961	0.956
Sensible heat (KW)	3.117	3.114	3.112	3.115	3.119	3.121	3.116
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.567	3.564	3.562	3.565	3.569	3.571	3.566
COP							3.73
EER (Btu/hr/W)							12.727

ตารางที่ 4 -52 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 26°C WB ที่ความยาวท่อ16เมตร

น้ำที่ใช้ในการเดิม 2.72 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 16 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 27 °C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	27	27	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	34.75	35	35.25	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	24	24	23.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.25	13.5	13.5	13. 5	13.25	13.75	13.5
Cooling water (°C)	35	35.5	35.5	35	35	35.5	35.5
Pressure							
Compressor out (psig)	250	250	250	250	250	250	250
Condenser out (psig)	242	242	242	240	242	242	242
Load							
Power input (KW)	0.958	0.959	0.961	0.966	0.964	0.961	0.962
Sensible heat (KW)	3.088	3.091	3.094	3.098	3.095	3.092	3.093
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.538	3.541	3.544	3.548	3.545	3.542	3.543
COP							3.687
EER (Btu/hr/W)							12.58

ตารางที่ 4 -53 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 27°C WB ที่ความยาวท่อ16เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.76 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบที่ความยาวท่อ 16 เมตร โดยควบคุมที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 28°C WB

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	27.25	27	27	26.75	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	19	19.25	18.75	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35.25	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	23.75	24	24	24.25	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	14	13.5	13.75	14	14	14
Cooling water (°C)	35	35.5	35	35.5	35.5	35.5	35.5
Pressure							
Compressor out (psig)	250	250	250	250	250	250	250
Condenser out (psig)	242	244	244	242	242	242	242
Load							
Power input (KW)	0.962	0.958	0.967	0.966	0.964	0.961	0.963
Sensible heat (KW)	3.073	3.068	3.079	3.077	3.076	3.072	3.074
Latent heat (KW)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Toltal heat (KW)	3.523	3.518	3.529	3.527	3.526	3.522	3.524
COP							3.660
EER (Btu/hr/W)							12.488

ตารางที่ 4 -54 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่สภาวะภายนอก 35°C DB 27°C WB ที่ความยาวท่อ16เมตร

น้ำที่ใช้ในการเติม 2.77 ลิตร / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำที่ระบายความร้อนให้กับระบบปรับอากาศที่ 25 ถึง 35(°C)โดยใช้อิเล็กทรอนิคเอ็กแพนชั่นวาล์วควบคุมระบบปรับอากาศ

ผลการทดสอบของอุณหภูมิน้ำที่ 25 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Cooling water (°C)	25	24.5	25	25	25.5	25	25
Indoor Dry bulb (°C)	26.75	27	27	27.25	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	19	18.75	19	19.25	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	34.75	35	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13	13	13.25	13	12.75	13	13
Pressure							
Compressor out (psig)	214	214	214	214	214	214	214
Condenser out (psig)	208	208	208	208	210	208	208
Load							
Power input (KW)	0.834	0.836	0.839	0.842	0.837	0.836	0.837
Sensible heat (KW)	3.407	3.409	3.413	3.416	3.412	3.428	3.411
Latent heat (KW)	0. 50	0. 50	0. 50	0. 50	0. 50	0. 50	0. 50
Toltal heat (KW)	3.907	3.909	3.913	3.916	3.912	3.908	3.911
COP							4.673
EER (Btu/hr/W)							15.944

ตารางที่ 4 -55 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิน้ำ 25 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบของอุณหภูมิน้ำที่ 27 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Cooling water (°C)	27	27.5	27	27	26.5	27	27
Indoor Dry bulb (°C)	27.25	27	27	24.75	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19.25	19	18.75	19	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35	35.25	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	23.75	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13	13	13.25	13	12.75	13	13
Pressure							
Compressor out (psig)	220	220	220	220	220	220	220
Condenser out (psig)	214	214	214	215	214	213	214
Load							
Power input (KW)	0.847	0.853	0.853	0.856	0.850	0.849	0.852
Sensible heat (KW)	3.367	3.375	3.374	3.378	3.372	3.369	3.373
Latent heat (KW)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Toltal heat (KW)	3.867	3.875	3.874	3.878	3.872	3.869	3.873
COP							4.546
EER (Btu/hr/W)							15.511

ตารางที่ 4 -56 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิน้ำ 27 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบของอุณหภูมิน้ำที่ 29 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Cooling water (°C)	29.5	29	29	29.5	29	29	29
Indoor Dry bulb (°C)	26.75	27	27.25	27.25	27	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	18.75	19	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	24.25	24	23.75	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.5	13.25	13	13.5	13.75	13.75	13.5
Pressure							
Compressor out (psig)	226	226	226	226	226	226	226
Condenser out (psig)	220	220	220	220	218	218	220
Load							
Power input (KW)	0.879	0.874	0.879	0.882	0.875	0.872	0.877
Sensible heat (KW)	3.304	3.295	3.301	3.304	3.297	3.294	3.299
Latent heat (KW)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Toltal heat (KW)	3.804	3.795	3.801	3.804	3.797	3.794	3.799
COP							4.332
EER (Btu/hr/W)							14.781

ตารางที่ 4 -57 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิน้ำ 29 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบของอุณหภูมิน้ำที่ 31 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Cooling water (°C)	31	31	31	31.5	31	31	31
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	26.75	27	27.25	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	19	18.75	19.25	19	19
Outdoor Dry bulb (°C)	34.5	35.25	35	35.25	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	24.25	24.25	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13	13.25	13.5	13.25	13.25	13. 5	13.25
Pressure							
Compressor out (psig)	230	230	230	230	230	230	230
Condenser out (psig)	224	224	224	224	224	225	224
Loud							
Power input (KW)	0.895	0.897	0.899	0.902	0.899	0.904	0.899
Sensible heat (KW)	3.221	3.226	3.225	3.230	3.228	3.233	3.227
Latent heat (KW)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Toltal heat (KW)	3.721	3.726	3.725	3.730	3.728	3.733	3.727
COP							4.144
EER (Btu/hr/W)							14.139

ตารางที่ 4 -58 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิน้ำ 31 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบของอุณหภูมิน้ำที่ 33 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Cooling water (°C)	33.5	33	33	33	33.5	32.5	33
Indoor Dry bulb (°C)	27	27.25	27	27.25	26.75	27	27
Indoor Wet bulb (°C)	19	18.75	19	18.75	19	19.25	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	35	35	35.25	35	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	24	23.75	24	24	24	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	14	14	13.5	13.75	14	14	14
Pressure							
Compressor out (psig)	238	238	238	238	238	238	238
Condenser out (psig)	232	230	232	232	230	232	232
Load							
Power input (KW)	0.921	0.913	0.915	0.912	0.916	0.916	0.915
Sensible heat (KW)	3.169	3.162	3.163	3.159	3.167	3.165	3.164
Latent heat (KW)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Toltal heat (KW)	3.669	3.662	3.663	3.659	3.667	3.665	3.664
COP							4.004
EER (Btu/hr/W)							13.662

ตารางที่ 4 -59 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิน้ำ 33 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบของอุณหภูมิน้ำที่ 35 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร

List	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	Average
Cooling water (°C)	35	35	34.5	35	35	35	35
Indoor Dry bulb (°C)	27.25	27	26.75	27.	27	27.25	27
Indoor Wet bulb (°C)	19.25	19	18.75	19	19	18.75	19
Outdoor Dry bulb (°C)	35	34.75	35	35	35.25	35	35
Outdoor Wet bulb (°C)	23.75	24	24	24.25	24.25	24	24
Temperature							
Suction Tem. (°C)	13.75	14	13.5	13.75	14	13.75	13.75
Pressure							
Compressor out (psig)	242	242	242	242	242	242	242
Condenser out (psig)	236	235	235	236	236	236	236
Load							
Power input (KW)	0.931	0.931	0.934	0.925	0.923	0.926	0.929
Sensible heat (KW)	3.115	3.114	3.118	3.112	3.108	3.111	3.113
Latent heat (KW)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Toltal heat (KW)	3.615	3.614	3.618	3.612	3.608	3.611	3.613
COP							3.856
EER (Btu/hr/W)							13.157

ตารางที่ 4 -60 การทดสอบเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิน้ำ 35 (°C) โดยท่อมีความยาว 13 เมตร

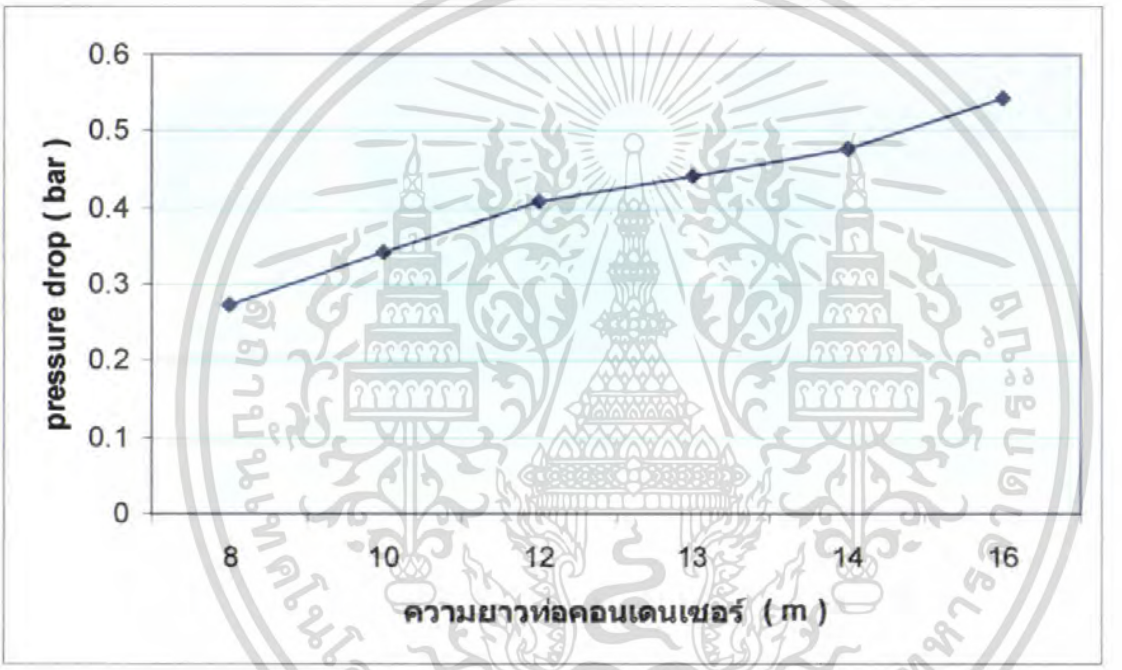
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความดันสูญเสียในคอนเดนเซอร์กับความยาวท่อ (ท่อมีขนาด 9 mm.)ที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 24°C WB

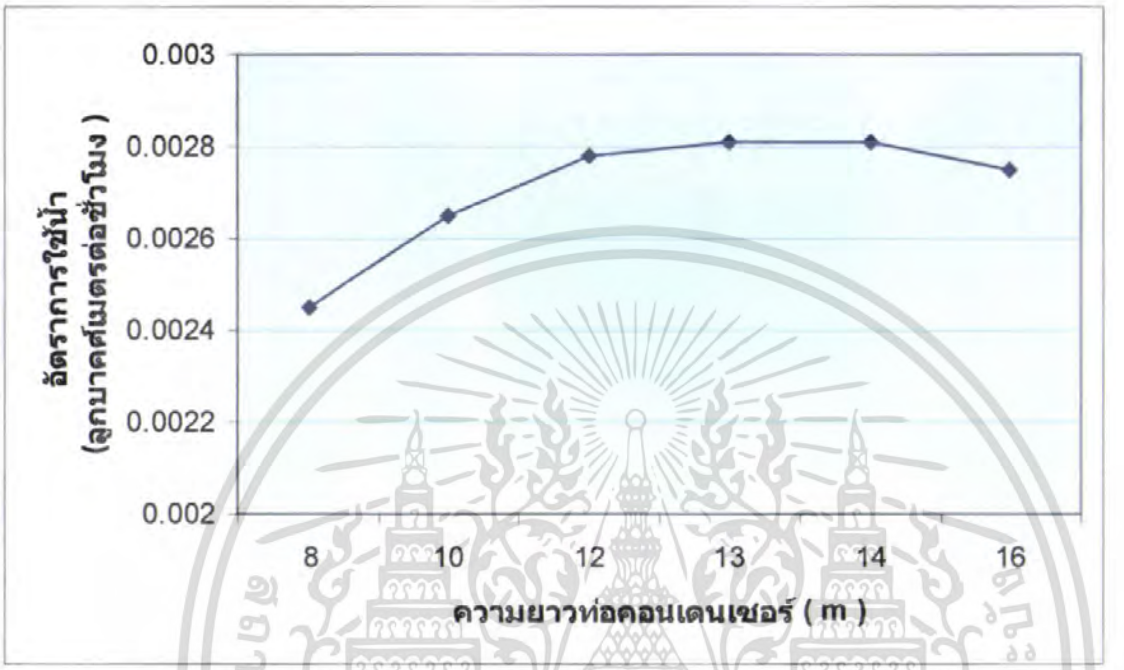


กราฟที่ 5-1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันสูญเสียในคอนเดนเซอร์กับความยาวท่อ(ท่อมีขนาด 9 mm.)

จากกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันที่สูญเสียในคอนเดนเซอร์กับความยาวท่อ ใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม.หรือ3หุน ยาว 8 ถึง16เมตร โดยเพิ่มความยาวครั้งละ 2 m. จากกราฟจะเห็นว่าที่ความยาวมากขึ้น ทำให้ความดันที่สูญเสียในคอนเดนเซอร์ยิ่งเพิ่มขึ้น เพราะสารทำความเย็นไหลผ่านท่อที่มีความยาวมากขึ้น ทำให้เกิดแรงเสียดทานในท่อเพิ่มขึ้นความดันที่สูญเสียจึงเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูญเสียน้ำต่อความยาวท่อ (ท่อมีขนาด 9 mm.)ที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 24°C WB

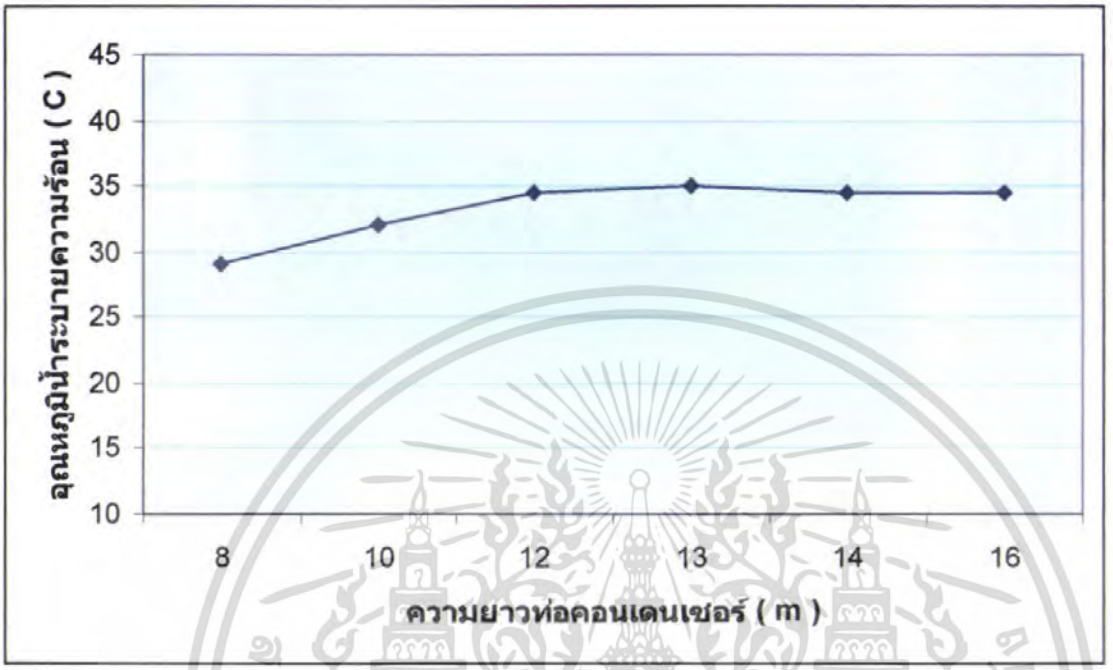


กราฟที่ 5-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราสิ้นเปลืองของน้ำกับความยาวท่อ(ท่อมีขนาด9 mm)

จากกราฟจะพบว่าอัตราการเติมน้ำของระบบปรับอากาศเพิ่มขึ้นเมื่อความยาวมากขึ้นเนื่องจากน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น และมีการถ่ายเทความร้อนออกจาก cooling pad มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิ และความชื้นที่ทางออกของ cooling pad มีค่าสูงกว่าที่ความยาวท่อที่สั้นกว่า แต่ที่ความยาว 13และ 14 เมตรจะมีอัตราการเติมน้ำใกล้กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนต่อความยาวท่อ(ท่อมีขนาด9 mm) ที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 24°C WB

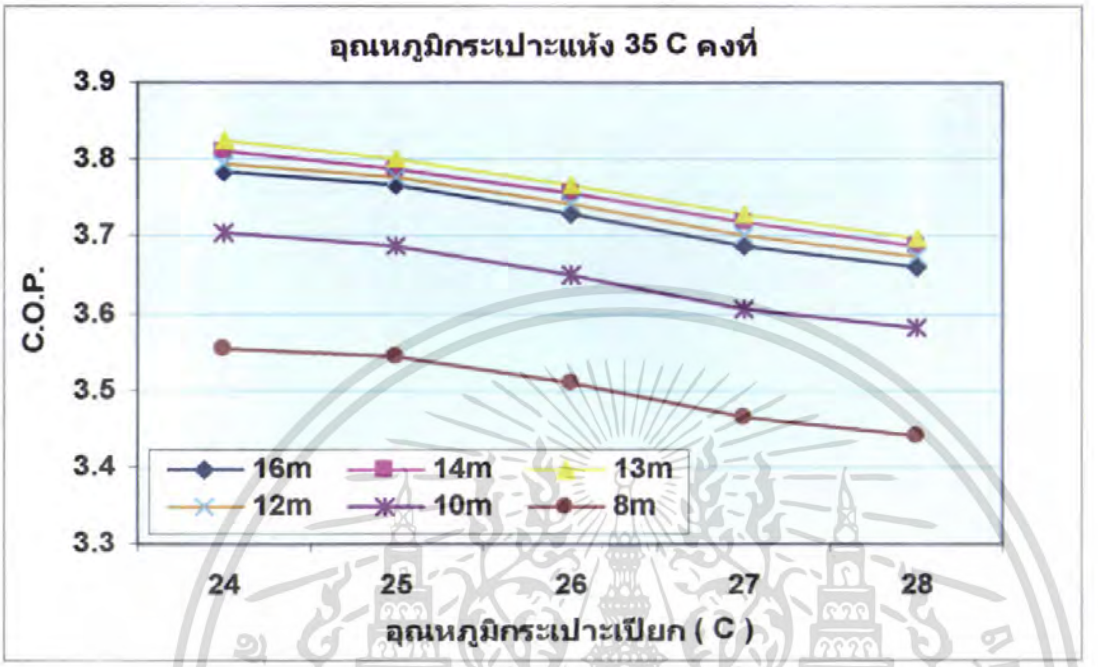


กราฟที่ 5-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนต่อความยาวท่อ(ท่อมีขนาด9 mm)

จากกราฟจะพบว่าอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามขนาดท่อที่ยาวกว่า เนื่องจากที่ท่อยาวกว่าการทำความเย็นของระบบปรับอากาศจะสามารถทำความเย็นได้เพิ่มขึ้น ทำให้ความร้อนที่ระบายออกจากคอนเดนเซอร์มากขึ้น อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนจึงสูงขึ้นตามการทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธ์ภาพการทำความเย็น กับอุณหภูมิกระเปาะเปียก ที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 °C คงที่

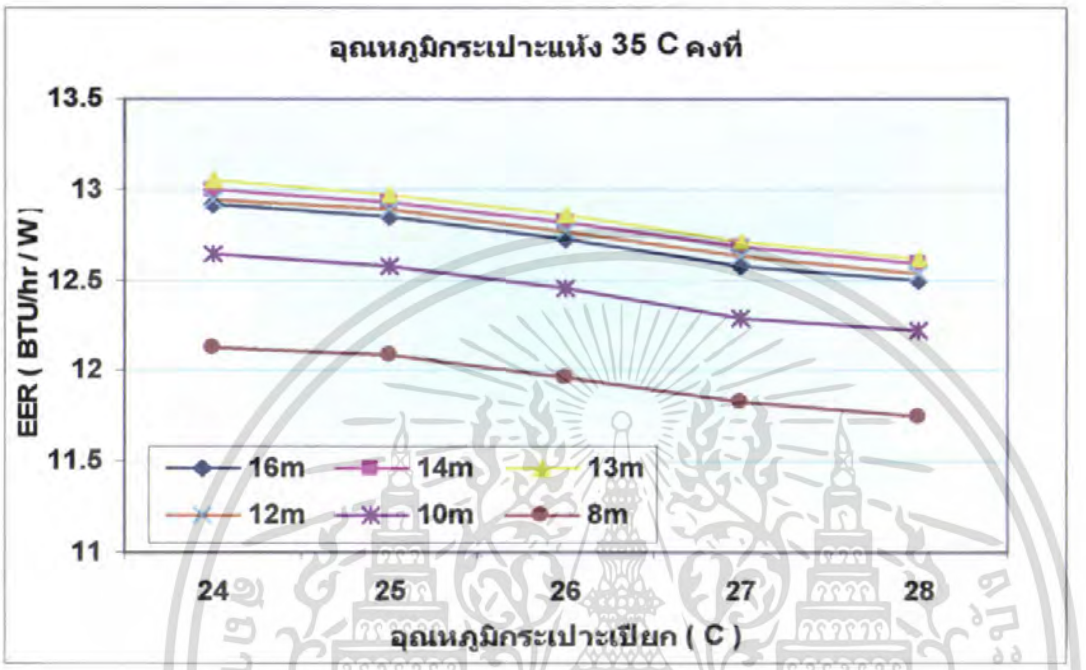


กราฟที่ 5-4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธ์ภาพการทำความเย็นกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 °C คงที่

จากกราฟเมื่อเราทดสอบโดยการเปลี่ยนอุณหภูมิกระเปาะเปียกกับความยาวของคอนเดนเซอร์ ใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. โดยควบคุมอุณหภูมิ DB 35 °C ทดลองโดยเปลี่ยนความยาวต่างกัน โดยเริ่มตั้งแต่ 8-16 เมตร โดยเพิ่มที่ละ 2 m พบว่าที่ความยาว 13 m ได้ ค่า C.O.P สูงที่สุด เพราะผลของพื้นที่ถ่ายเทความร้อนไม่เพียงพอ และความดันสูญเสียในคอนเดนเซอร์ของท่อที่ยาวกว่า เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเพิ่ม จะพบว่าค่า C.O.P มีค่าลดลงและลดน้อยลงที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น เพราะการระบายความร้อนของ Cooling padจะต่ำลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิน้ำสูงขึ้นการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพทางพลังงานไฟฟ้ากับอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 °C คงที่

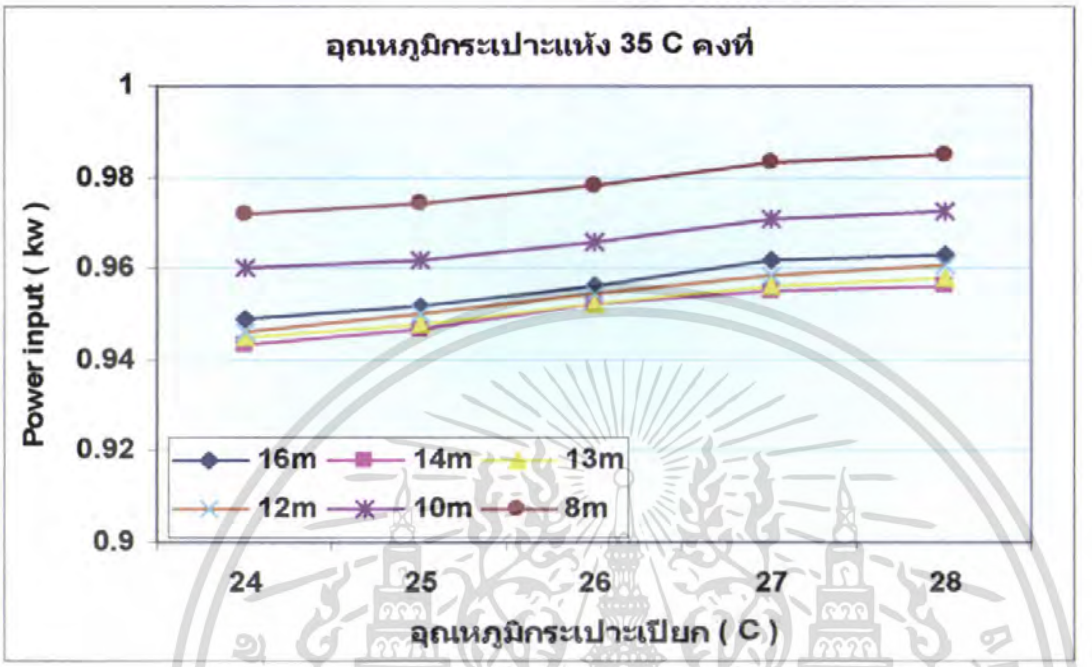


กราฟที่ 5-5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า EER กับอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 °C คงที่

จากกราฟจะเห็นว่ามีลักษณะแนวโน้มเช่นเดียวกับประสิทธิภาพการทำความเย็น คือที่ความยาว 13 m ได้ ค่า EER สูงที่สุด เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเพิ่ม จะพบว่าค่า EER มีค่าลดลงและลดน้อยลงที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ตามค่าของ C.O.P. ก็เพราะการระบายความร้อนของ Cooling pad จะต่ำลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิน้ำสูงขึ้นจะทำให้การถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ลดลง เป็นผลให้อัตราส่วนประสิทธิภาพทางพลังงานไฟฟ้าต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ความสัมพันธ์ระหว่างPower input กับ อุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 °C คงที่

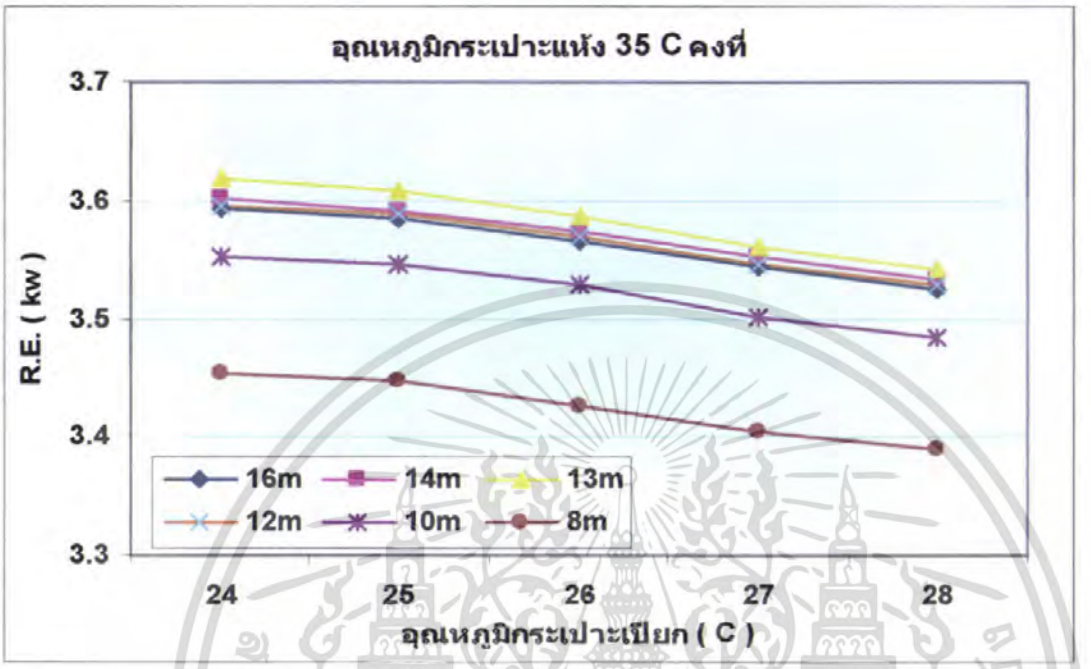


กราฟที่ 5-6 ความสัมพันธ์ระหว่าง Power input กับ อุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 °C คงที่

จากกราฟพบว่าการกินกำลังงานที่จ่ายให้กับระบบที่คอมเพรสเซอร์น้อยเมื่อสภาวะความชื้นต่ำและจะสูงขึ้นเมื่อสภาวะความชื้นเพิ่มมากขึ้นเพียงเล็กน้อย เพราะการระบายความร้อนของ Cooling pad จะต่ำลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์มากขึ้น ทำให้น้ำอุณหภูมิสูงขึ้น การถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ลดลง ส่งผลให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นมีอุณหภูมิสูงขึ้นด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้ค่า C.O.P และ EER มีค่าลดลงเมื่อสภาวะความชื้นเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าภาระการทำความเย็นกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 °C คงที่

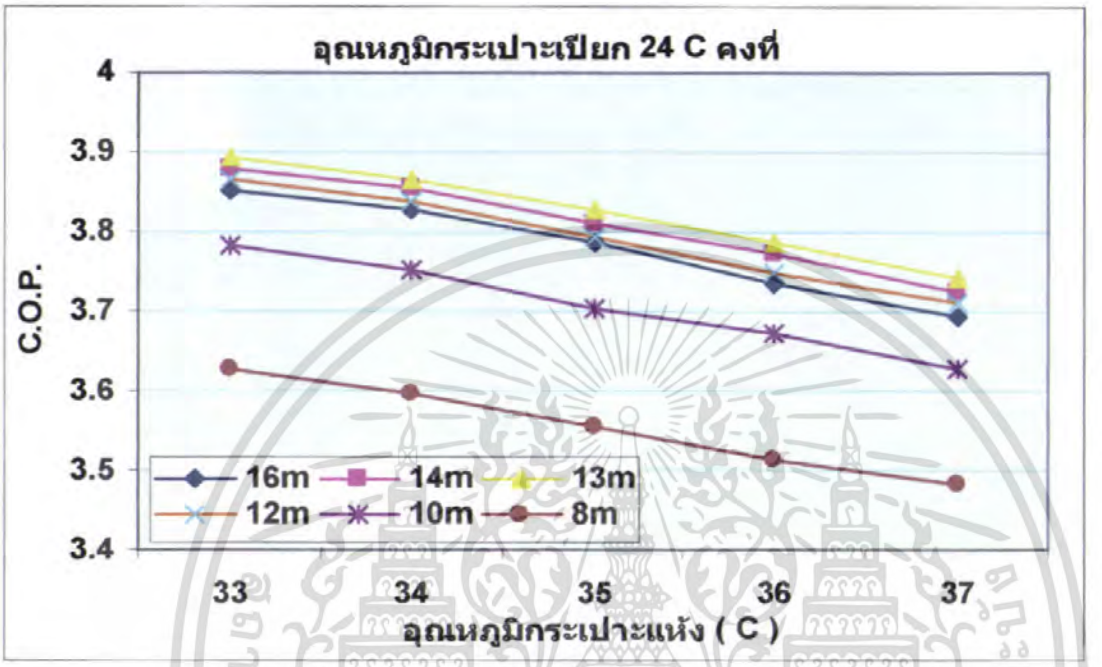


กราฟ 5-7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทำความเย็นกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ความยาวท่อ ต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 °C คงที่

จากกราฟจะเห็นว่าเมื่อการทำความเย็นก็มีค่าน้อยลง เพราะการระบายความร้อนในคอนเดนเซอร์ไม่ดี เนื่องจากน้ำที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นเพราะความชื้นสัมพัทธ์สูง ทำให้การถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ลดลง และพื้นที่ถ่ายเทความร้อนที่มากขึ้น จะทำให้ค่าการทำความเย็นมากขึ้นด้วย มีผลโดยตรงค่าประสิทธ์ภาพการทำความเย็น กับประสิทธ์ภาพทางพลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธ์ภาพการทำความเย็นกับอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่ความยาวท่อ ต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียก 24 °C คงที่

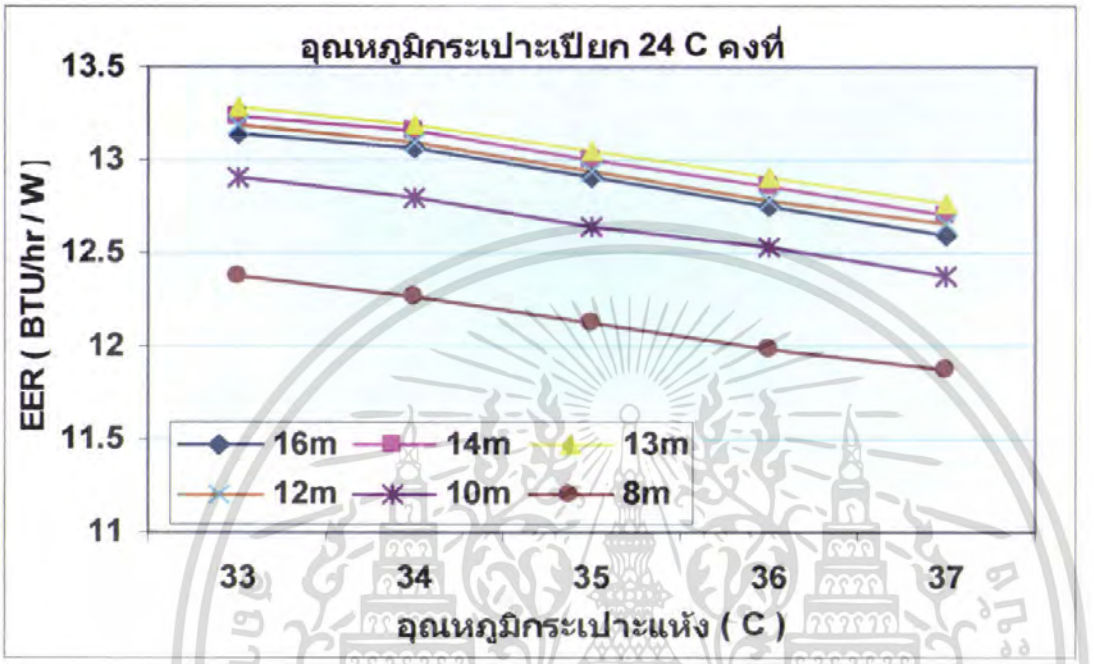


กราฟที่ 5-8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธ์ภาพการทำความเย็นกับอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่ความยาวท่อ ต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียก 24 °C คงที่

จากกราฟทดสอบ โดยการเปลี่ยนอุณหภูมิกระเปาะแห้งและความยาวของคอนเดนเซอร์โดยควบคุมอุณหภูมิ WB24°C ทดลองโดยเปลี่ยนความยาวใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. โดยเริ่มตั้งแต่ 8-16 เมตร โดยเพิ่มที่ละ 2 m พบว่าที่ความยาว 13 m ได้ค่า C.O.P. สูงที่สุด เพราะผลของพื้นที่ถ่ายเทความร้อนไม่เพียงพอ และความดันสูญเสียในคอนเดนเซอร์ของท่อที่ยาวกว่า ถ้าอุณหภูมิของอากาศมีค่าลดลงจะทำให้ได้ C.O.P. เพิ่มขึ้นและอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าลดลง เพราะอากาศที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้การถ่ายเทความร้อนของ Cooling pad จะต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพทางพลังงานไฟฟ้ากับอุณหภูมิกระเปาะแห้ง ที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียก 24 °C คงที่

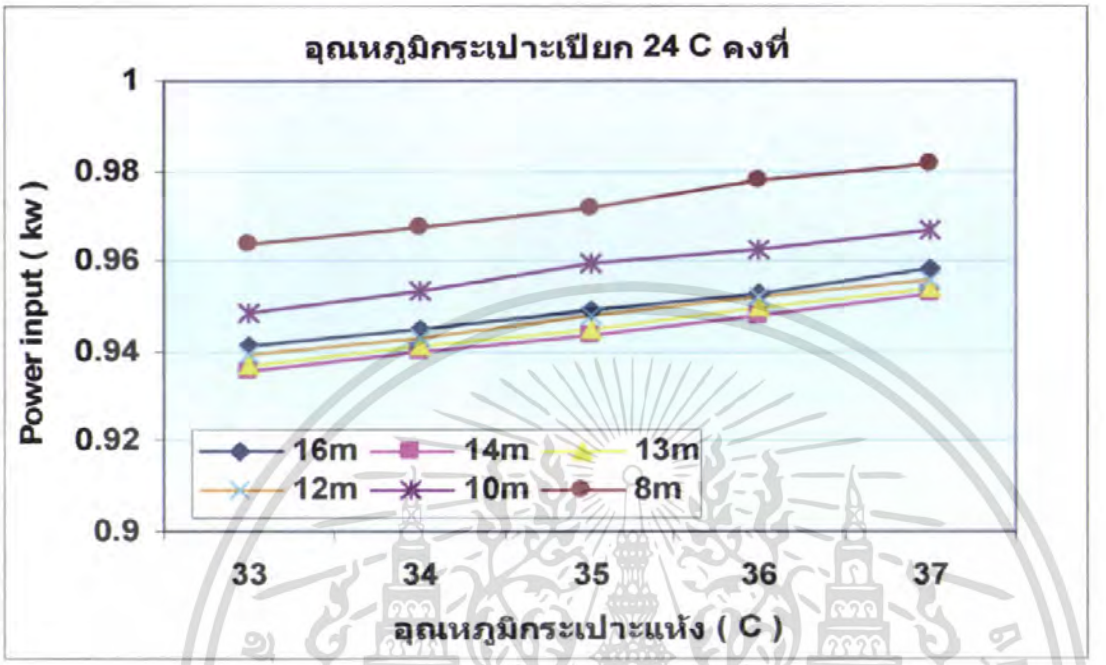


กราฟ 5-9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า EER กับอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียก 24 °C คงที่

จากกราฟจะเห็นว่ามีลักษณะแนวโน้มเช่นเดียวกับประสิทธิภาพการทำความเย็น เมื่ออุณหภูมิของอากาศต่ำลง จะพบว่าค่า EER มีค่าเพิ่มขึ้น เพราะอากาศที่มีอุณหภูมิของต่ำสามารถระบายความร้อนออกจาก Cooling pad ได้ดีกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ได้อุณหภูมิน้ำที่ต่ำกว่า จึงส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ได้ดีกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิสูง เป็นผลให้อัตราส่วนประสิทธิภาพทางพลังงานไฟฟ้าสูง ตามค่าของ C.O.P.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกระเปาะแห้งกับ Power input ที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียก 24 °C คงที่

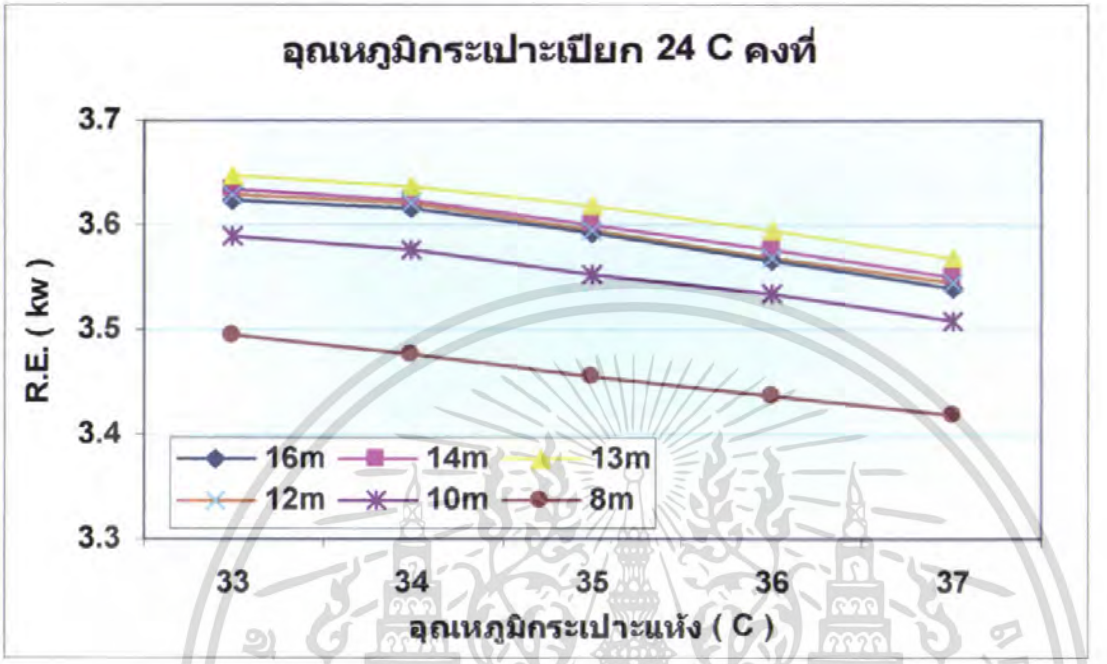


กราฟที่5-10 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกระเปาะแห้งกับ **Power input** ที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียก 24 °C คงที่

จากกราฟการกินกำลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับระบบที่คอมเพรสเซอร์น้อยลง เมื่ออุณหภูมิต่ำและจะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิอากาศที่สูงระบายความร้อนได้ไม่ดี จึงทำให้การถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ลดลง ส่งผลให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นมีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้กำลังงานที่จ่ายให้กับระบบปรับอากาศมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าภาระการทำความเย็นกับอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่ความยาวท่อต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียก 24 °C คงที่

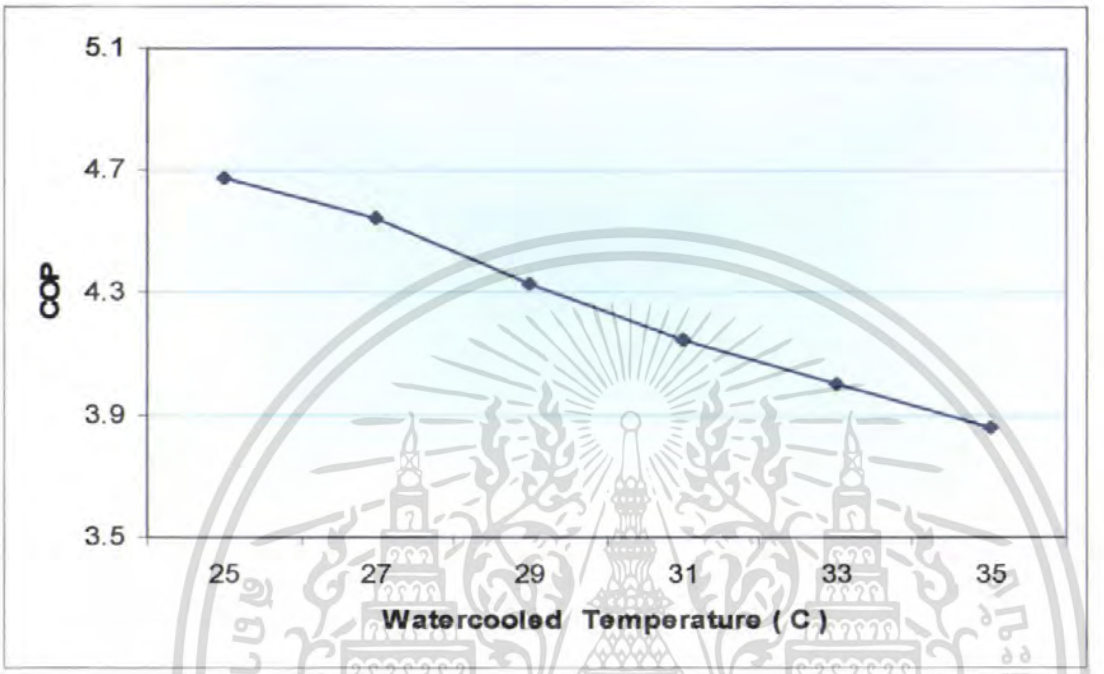


กราฟที่ 5-11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทำความเย็นกับอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่ความยาวท่อ ต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะเปียก 24 °C คงที่

จากกราฟจะเห็นว่าการทำความเย็นมีค่าน้อยลง เพราะอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำสามารถระบายความร้อนออกจาก Cooling pad ได้ดีกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิสูง เพราะอากาศที่มีอุณหภูมิสูงทำให้การระบายความร้อนในคอนเดนเซอร์ไม่ดี ทำให้น้ำจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น การถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ลดลง และพื้นที่ถ่ายเทความร้อนที่มากขึ้นจะทำให้ค่าการทำความเย็นมากขึ้นด้วย มีผลโดยตรงค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น กับประสิทธิภาพทางพลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นกับอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนตั้งแต่ 25-35 °C ที่ท่อยาว 13 m (ท่อมีขนาด 9 mm.)

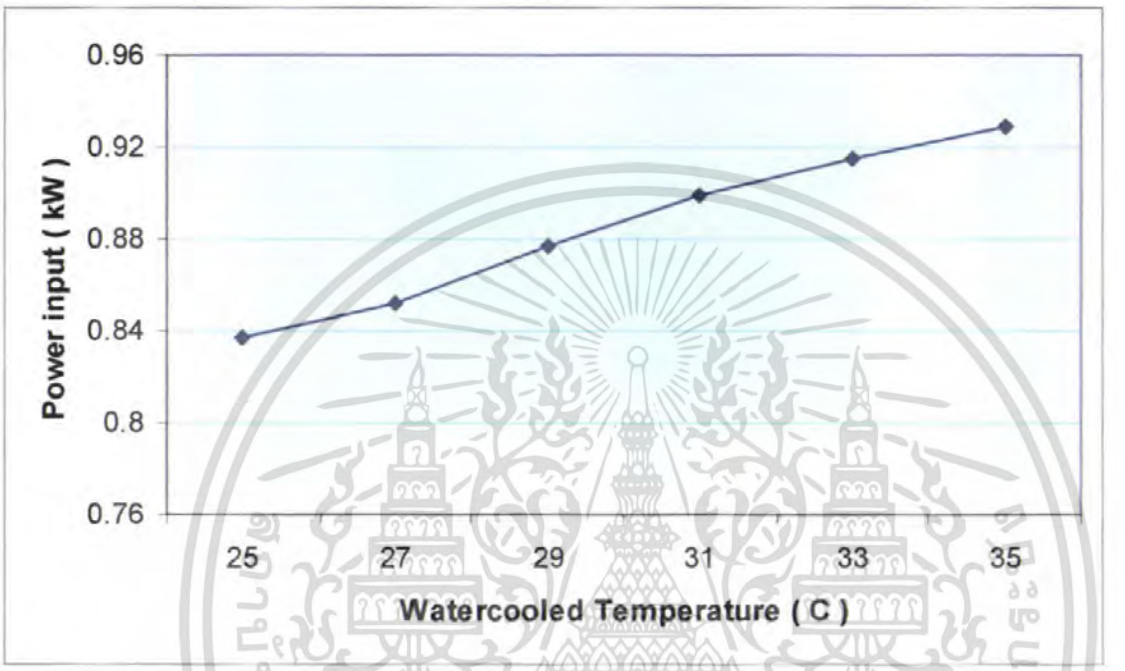


กราฟที่5-12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นกับอุณหภูมิน้ำระบายความร้อน ตั้งแต่ 25-35 °C ที่ท่อยาว 13 m (ท่อมีขนาด 9 mm.)

จากกราฟจะเห็นว่าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นมีผลต่อค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพการทำความเย็น เมื่อทำการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นให้มีอุณหภูมิต่ำลงเป็นช่วงๆ จากกราฟผลที่ได้ค่าคืออัตราส่วนประสิทธิภาพการทำความเย็นจะเพิ่มขึ้นทุกครั้งที่ทำการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น เนื่องจากเมื่อน้ำอุณหภูมิลดลง จะทำให้คอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิต่ำลงมากกว่าน้ำอุณหภูมิสูงส่งผลให้อุณหภูมิน้ำยาทำความเย็นมีอุณหภูมิต่ำลง จึงทำให้ใช้งานน้อยลง และสามารถทำความเย็นได้มากขึ้นกว่าที่อุณหภูมิน้ำยาทำความเย็นที่มีอุณหภูมิสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ความสัมพันธ์ระหว่าง Power input กับอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนตั้งแต่ 25-35 °C ที่ท่อยาว13 m (ท่อมีขนาด 9 mm.)

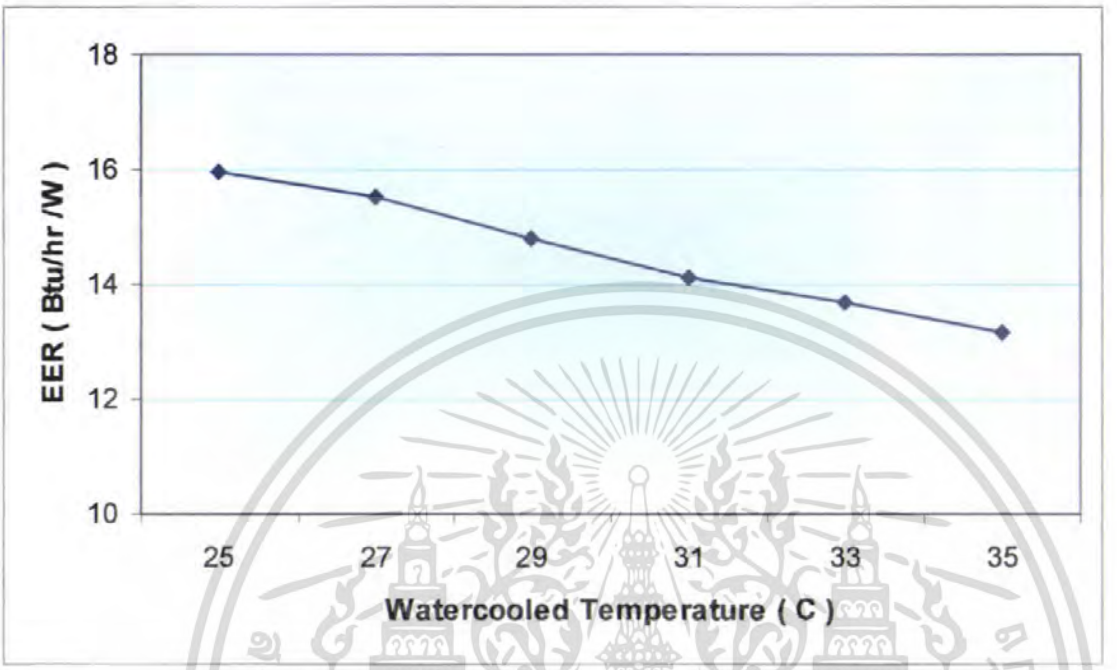


กราฟที่ 5-13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Power input กับอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนตั้งแต่ 25-35 °C ที่ท่อยาว13 m (ท่อมีขนาด 9 mm.)

จากกราฟจะเห็นว่าถ้าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นลดลงจะทำให้การสิ้นเปลืองพลังงานลดลง เนื่องจากเมื่อน้ำมีการลดอุณหภูมิลงจะทำให้คอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิต่ำลงมากกว่าที่น้ำอุณหภูมิสูงกว่า ทำให้การดึงความร้อนที่คอนเดนเซอร์แย่ลง และเมื่อการดึงความร้อนที่คอนเดนเซอร์ลดลงส่งผลให้อุณหภูมิน้ำยาทำความเย็นมีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้กำลังงานที่จ่ายให้คอมเพรสเซอร์เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. ความสัมพันธ์ระหว่าง EER กับอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนตั้งแต่ 25-35 °C ที่ท่อยาว13 m (ท่อมีขนาด 9 mm.)

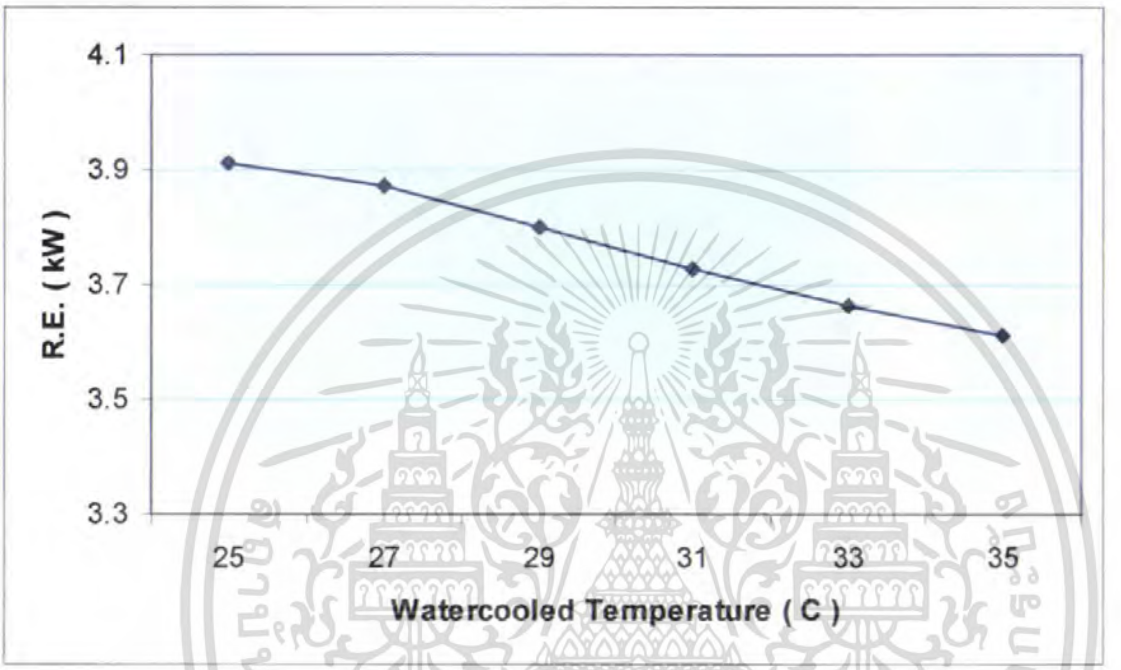


กราฟที่5-14 ความสัมพันธ์ระหว่าง EER กับอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนตั้งแต่ 25-35 °C ที่ท่อยาว13 m (ท่อมีขนาด 9 mm.)

จากกราฟจะเห็นว่าค่า EER. มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิน้ำลดลง เนื่องจากสารทำความเย็นเหลวมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดอิ่มตัวของสารทำความเย็น ซึ่งเป็นการทำให้มวลของสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวมากกว่าไอไหลผ่านเครื่องทำระเหยมากขึ้นและดูดซับความร้อนได้มากขึ้นก็จะทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นเพิ่มมากขึ้นเป็นผลให้ความดัน และอุณหภูมิภายในระบบลดต่ำลง ทำให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าภาระทำความเย็น กับอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนตั้งแต่ 25-35 °C ที่ ท่อยาว13 m (ท่อมีขนาด 9 mm.)



กราฟที่ 5-15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าภาระทำความเย็น กับอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนตั้งแต่ 25-35 °C ที่ ท่อยาว13 m (ท่อมีขนาด 9 mm.)

จากกกราฟจะเห็นว่าเมื่อทำการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นให้มีอุณหภูมิต่ำลงปีนช่วงๆ ที่อุณหภูมิน้ำสูง ทำให้การถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ลดลง ส่งผลให้ค่าการทำความเย็นน้อยลง เนื่องจากน้ำที่มีอุณหภูมิสูง สามารถระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ได้น้อยกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อน้ำอุณหภูมิต่ำจะทำให้ค่าการทำความเย็นมากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดลองหาความยาวคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตัน พบว่าที่ความยาว 13 เมตร เหมาะสมที่ใช้ในการระบายความร้อน เพราะผลของพื้นที่ถ่ายเทความร้อนไม่เพียงพอของท่อที่สั้นกว่า และความดันสูญเสียในคอนเดนเซอร์ของท่อที่ยาวกว่า
2. ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และอุณหภูมิของอากาศมีค่าสูงขึ้น ทำให้ค่า C.O.P และEER ของเครื่องปรับอากาศมีค่าลดลงเพราะCooling pad ระบายความร้อนไม่ดี และทำให้สิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้น
3. การระบายความร้อนของน้ำที่Cooling pad ขณะที่เครื่องปรับอากาศทำความเย็น 12000 บีทียู/ชั่วโมง สูญเสียน้ำประมาณ 3 ลิตรต่อชั่วโมง
4. เมื่ออุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับชุดคอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิลดลงทำให้ค่า C.O.P และEER ของเครื่องปรับอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น และทำให้สิ้นเปลืองพลังงานลดลง
5. จากการทดสอบเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน ISO 5151 ที่สภาวะภายนอก 35 °C DB 24°C WBได้ค่า C.O.P สูงสุด 3.826ค่า EER 13.054 (เบอร์5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ผ.ศ.วิจิตร บุญยะโรกุล,"ระบบทำความเย็น ตู้เย็น-ห้องเย็น",ห้างหุ้นส่วนจำกัดโรงพิมพ์เอเซีย,พ.ศ.2533

[2] อัครเดช สินธุภัค ,"การทำความเย็น",ตำราชุดวิศวกรรมศาสตร์,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,พ.ศ.2544

[3] ประจักษ์ ภักดีรัตน์ M.S.,"เทคนิคเครื่องเย็นและการปรับอากาศ",ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล นิยมวิทยา, พ.ศ.2533

[4] Yunus A. Cengel, Michael A. Boles,"Thermodynamics", McGraw-Hill, 2002

[5] Jordan R.C. and Priester G.B. "Refrigeration and Air Conditioning" 2nd Ed, Prentice-hall of India private Limited, New Delhi, 1973

[6] A.G. Agwu Nnanna, "Application of refrigeration system in Electronics cooling", Purdue University Calumet, United States, April 19, 2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 5151

First edition
1994-12-15

Non-ducted air conditioners and heat pumps — Testing and rating for performance

Climatiseurs et pompes à chaleur non raccordés — Essais et détermination des caractéristiques de performance

THAI INDUSTRIAL STANDARDS INSTITUTE

TISI Library

S0015660

Thai Industrial Standards Institute TISI
Rama VI Rd., Rajathevee Bangkok 10400 Tel 202-3510

Ref

Reference number
ISO 5151:1994(E)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2 — Maximum cooling test conditions

Parameter	Standard test conditions		
	T1	T2	T3
Temperature of air entering indoor side (°C)			
dry-bulb	32	27	32
wet-bulb	23	19	23
Temperature of air entering outdoor side (°C)			
dry-bulb	43	35	52
wet-bulb[1]	26	24	31
Condenser water temperature (°C)			
inlet[2]	34	27	34
Test frequency	Rated frequency[3]		
Test voltage	1) 90 % and 110 % of rated voltage with a single nameplate rating 2) 90 % of minimum voltage and 110 % of maximum voltage for units with a dual nameplate voltage		

1) The wet-bulb temperature condition is not required when testing air-cooled condensers which do not evaporate the condensate.

2) For equipment with water-cooled condensers, the water flowrate shall be the same as that used in cooling capacity test (minimum flowrate for equipment with multiple cooling capacity rating). For equipment incorporating a condenser water control valve, it shall be allowed to operate normally.

3) Equipment with dual-rated frequencies shall be tested at each frequency

4.3 Minimum cooling test

4.3.1 General conditions

The conditions which shall be used during the minimum cooling test are given in table 3.

4.3.2 Temperature conditions

If minimum operating temperature conditions are specified in the manufacturer's equipment specification sheets, they shall be used in lieu of those given in table 3.

4.3.3 Air-flow conditions

The controls, fan speeds, dampers and grilles of the equipment shall be set to produce the maximum tendency to frost or ice the evaporator, providing such settings are not contrary to the manufacturer's operating instructions.

4.3.4 Test conditions

4.3.4.1 Preconditions

The equipment shall be started and operated until the operating conditions have stabilized.

4.3.4.2 Duration of test

After the operating conditions have stabilized, the equipment shall be operated for a period of 4 h.

4.3.5 Performance requirements

4.3.5.1 After the end of the starting period of 10 min, no safety element shall cut off during the 4 h of operation.

4.3.5.2 At the end of 4 h, any accumulation of ice or frost on the evaporator shall not cover more than 50 % of the indoor-side face area of the evaporator coil.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3 — Minimum cooling test conditions

Parameter	Standard test conditions
Temperature of air entering indoor side (°C) dry-bulb wet-bulb	 21[1] 15
Temperature of air entering outdoor side	Lowest limit recommended by manufacturer
Water temperature (°C) inlet	 10
Water flowrate	As specified by the manufacturer
Test frequency	Rated frequency[2]
Test voltage	Rated voltage[3]

1) 21 °C or the lowest temperature above 21 °C at which the regulating (control) device will allow the equipment to operate.

2) Equipment with dual-rated frequencies shall be tested at each frequency.

3) Equipment with dual-rated voltages shall be tested at the higher voltage.

4.4 Enclosure sweat and condensate disposal test

4.4.1 General conditions

Air-cooled equipment which rejects condensate to the condenser air shall meet the requirements of this test. The electrical conditions which shall be used during the enclosure sweat and condensate disposal test are given in table 4.

4.4.2 *Temperature conditions*

The temperature conditions which shall be used during this test are given in table 4.

4.4.3 Air-flow conditions

The controls, fans, dampers and grilles of the equipment shall be set to produce the maximum tendency to sweat, provided such settings are not contrary to the manufacturer's operating instructions.

4.4.4 Test conditions

4.4.4.1 Preconditions

After establishment of the specified temperature conditions, the equipment shall be started with its condensate collection pan filled to the overflowing point, and the equipment shall be run until the condensate flow has become uniform.

4.4.4.2 Duration of test

The equipment shall be operated for a period of 4 h.

4.4.5 *Performance requirements*

4.4.5.1 When operating under the test conditions specified in table 4, no condensed water shall drip, run or blow from the equipment.

4.4.5.2 Equipment which rejects condensate to the condenser air shall dispose all condensate and there shall be no dripping or blowing-off of water from the equipment such that the building or surroundings become wet.

4.5 Freeze-up test

4.5.1 General conditions

The freeze-up tests (air blockage test and drip test) may be conducted simultaneously with the minimum cooling test. The electrical conditions shall be those specified in table 5.

4.5.2 Temperature conditions

The temperature conditions for the freeze-up tests are given in table 5.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4 — Enclosure sweat and condensate disposal test conditions

Parameter	Standard test conditions
Temperature of air entering indoor side (°C) dry-bulb wet-bulb	 27 24
Temperature of air entering outdoor side (°C) dry-bulb wet-bulb[1]	 27 24
Condenser water temperature (°C) outlet	 27
Test frequency	Rated frequency[2]
Test voltage	Rated voltage[3]

1) The wet-bulb temperature condition is not required when testing air-cooled condensers which do not evaporate the condensate.

2) Equipment with dual-rated frequencies shall be tested at each frequency.

3) Equipment with dual-rated voltages shall be tested at the higher voltage.

Table 5 — Freeze-up test conditions

Parameter	Standard test conditions	
	T1 and T3	T2
Temperature of air entering indoor side (°C) dry-bulb wet-bulb	 21[1] 15	 21[1] 15
Temperature of air entering outdoor side (°C) dry-bulb wet-bulb	 21 —	 10 —
Condenser water temperature (°C) outlet[2]	 21	 10
Water flowrate	As specified by the manufacturer	
Test frequency	Rated frequency[3]	
Test voltage	Rated voltage[4]	

1) 21 °C or the lowest temperature above 21 °C at which the regulating (control) device will allow the equipment to operate

2) For equipment with water-cooled condensers, the condenser water flowrate shall be maintained at that established in table 1 except that, if more than one rating is provided, then the highest flowrate shall be used.

3) Equipment with dual-rated frequencies shall be tested at each frequency.

4) Equipment with dual-rated voltages shall be tested at the higher voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 Air-flow conditions

4.5.3.1 Air blockage test

The controls of the equipment shall be set for maximum cooling and the fan speeds, dampers and grilles shall be set to produce the maximum tendency to frost or ice the evaporator, provided such settings are not contrary to the manufacturer's operating instructions.

4.5.3.2 Drip test

The air inlet shall be covered to block completely the passage of air, so as to attempt to achieve complete blockage of the evaporator coil by frost.

4.5.4 Test conditions

4.5.4.1 Air blockage test

The test shall be continuous, with the equipment operating on the cooling cycle for 4 h after establishment of the specified temperature conditions.

4.5.4.2 Drip test

The equipment shall be operated for 6 h after which the equipment shall be stopped and the air-inlet covering removed until the accumulation of ice or frost has melted. The equipment shall then be turned on again, with the fans operating at the highest speed, for 5 min.

4.5.5 Performance requirements

4.5.5.1 Air blockage test

At the end of 4 h of operation, any accumulation of ice or frost on the evaporator shall not cover more than 50 % of the indoor-side face area of the evaporator coil.

4.5.5.2 Drip test

During the test, no ice shall drip from the coil and no water shall drip or blow off the equipment on the indoor side

5 Heating tests

5.1 Heating capacity ratings

5.1.1 General conditions

All equipment within the scope of this International Standard shall have the heating capacities and coefficients of performance determined in accordance with the provisions of this International Standard and rated at the conditions specified in table 6. The electrical input values used for rating purposes shall be measured during the heating capacity test.

5.1.2 Temperature conditions

5.1.2.1 Test conditions stated in table 6 shall be considered standard rating conditions.

5.1.2.2 If a manufacturer specifies that the equipment is not suitable for operation under the extra-low temperature test conditions, tests shall be made only at the high and low temperatures specified in table 6.

5.1.3 Air-flow conditions

5.1.3.1 Heating-only equipment shall use the air-flow quantity specified by the manufacturer.

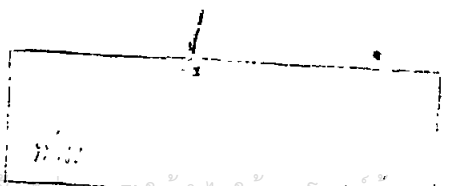
5.1.3.2 For equipment which provides both heating and cooling, the test shall be conducted at the same air-flowrate as for the cooling capacity rating test.

5.1.3.3 When determining air-flow quantities for rating purposes, tests shall be conducted under standard rating conditions (see table 6) with the heating means in operation with 0 Pa static maintained in the air discharge of the equipment.

5.1.4 Test conditions

5.1.4.1 Preconditions

5.1.4.1.1 When using the calorimeter method, two simultaneous methods of determining capacities shall be used. One method determines the capacity on the indoor side, the other measures the capacity on the outdoor side. These two simultaneous determinations shall agree within 4 % of the value obtained on the indoor side for the test to be valid.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 6 — Test conditions for determination of heating capacity

Parameter	Standard test conditions
Temperature of air entering indoor side (°C)	
dry-bulb	20
wet-bulb (maximum)	15
Temperature of air entering outdoor side (high[1]) (°C)	
dry-bulb	7
wet-bulb	6
Temperature of air entering outdoor side (low[1]) (°C)	
dry-bulb	2
wet-bulb	1
Temperature of air entering outdoor side (extra-low[1][2]) (°C)	
dry-bulb	−7
wet-bulb	−8
Test frequency	Rated frequency[3]
Test voltage	Rated voltage[4]

1) If defrosting occurs during the high, low, or extra-low heating capacity tests, testing under these conditions shall be accomplished using the indoor air-enthalpy method (see B.2 and C.3.3).

2) Test is to be conducted only if the manufacturer specifies that the equipment is suitable for operation under these conditions.

3) Equipment with dual-rated frequencies shall be tested at each frequency.

4) The test voltage on dual-rated voltage equipment shall be performed at both voltages or at the lower of the two voltages if only a single rating is published.

5.1.4.1.2 Tests shall be conducted at the selected conditions with no changes in fan speed or system resistance made to correct for variations from the standard barometric pressure (see 3.3).

5.1.4.1.3 The test room reconditioning apparatus and the equipment under test shall be operated until equilibrium conditions are attained, but for not less than 1 h, before test data are recorded.

5.1.4.2 Duration

Data shall then be recorded for 30 min at 5-min intervals until seven consecutive sets of readings within the tolerances specified in table 12 have been attained.

5.1.4.3 Frosting conditions

5.1.4.3.1 Under some conditions of heating, a small amount of frost may accumulate on the outdoor coil and a distinction needs to be made between non-frosting and frosting operations for the test as a whole. For the purposes of this International Standard, the test is to be considered non-frosting provided the effect is such that the indoor and outdoor leaving air temperatures remain within the operating tolerances for non-frosting operation specified in table 12. When the leaving air temperature exceeds the permitted range because of frost, the procedure for the heating capacity test in the defrost region described in A.4 of annex A shall be used.

5.1.4.3.2 If, under test conditions, defrost action is experienced within a 3-h period, or the test tolerances of table 12 are exceeded, then the procedure for transient heating capacity tests (see B.2) shall be used.

5.2 Maximum heating test

5.2.1 General conditions

The electrical conditions given in table 7 shall be used during the maximum heating test. The determination of maximum heating is not required under performance test conditions. The test voltages shall be maintained at the specified percentages under running conditions.

ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่วากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 Temperature conditions

The temperature conditions given in table 7 shall be used during these tests unless the manufacturer specifies other conditions in the manufacturer's equipment specification sheets.

5.2.3 Air-flow conditions

The controls of the equipment shall be set for maximum heating and all ventilating air dampers and exhaust air dampers shall be closed.

5.2.4 Test conditions

5.2.4.1 Preconditions

The equipment shall be operated continuously for 1 h after the specified air temperatures and the equilibrium condensate level have been established.

5.2.4.2 Duration

All power to the equipment shall then be cut off for 3 min and then restored for 1 h.

5.2.5 Performance requirements

5.2.5.1 Heat pumps shall meet the following requirements when operating under the conditions specified in table 7.

— during one entire test, the heat pump shall operate without indication of damage;

— the heat pump motors shall operate continuously for the first hour of the test without tripping of the motor-overload protective devices.

5.2.5.2 The motor-overload protective device may trip only during the first 5 min following the 3-min cutoff of power. During the remainder of that 1-h test period, no motor-overload protective device shall trip.

5.2.5.3 For equipment that is so designed that resumption of operation does not occur after the initial trip within the first 5 min, the equipment may remain out of operation for not longer than 30 min. It shall then operate continuously for 1 h.

5.3 Minimum heating test

5.3.1 General conditions

The electrical conditions given in table 8 shall be used for this test. The voltages shall be maintained at the specified percentages under running conditions.

5.3.2 Temperature conditions

The temperature conditions for this test shall be as given in table 8, unless the manufacturer specifies other conditions in the manufacturer's equipment specification sheets.

5.3.3 Air-flow conditions

The controls of the equipment shall be set for maximum heating, and all ventilating air dampers and exhaust air dampers shall be closed.

Table 7 — Maximum heating test conditions

Parameter	Standard test conditions
Temperature of air entering indoor side (°C) dry-bulb	27
Temperature of air entering outdoor side (°C) dry-bulb wet-bulb	 24 18
Test frequency	Rated frequency[1]
Test voltage	a) 90 % and 110 % of rated voltage for equipment with a single nameplate rating b) 90 % of minimum voltage and 110 % of maximum voltage for equipment with a dual nameplate voltage

1) Equipment with dual-rated frequencies shall be tested at each frequency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.4 Test conditions

5.3.4.1 Preconditions

The equipment shall be operated for 1 h under the temperature conditions and voltage specified in table 8.

5.3.4.2 Duration

After the equipment has reached stable operating conditions, these conditions shall be maintained for 4 h.

5.3.5 Performance requirements

The heat pump shall operate throughout the test without a cutoff by any safety control.

5.4 Automatic defrost test

5.4.1 General conditions

The electrical conditions given in table 9 shall be used during the automatic defrost test for heat pumps.

5.4.2 Temperature conditions

The temperature conditions given in table 9 shall be used during the automatic defrost test for heat pumps.

5.4.3 Air-flow conditions

Unless prohibited by the manufacturer, the indoor-side fan is to be adjusted to the highest speed and the unit outdoor-side fan to the lowest speed, if separately adjustable.

5.4.4 Test conditions

5.4.4.1 Preconditions

The equipment shall be operated until the temperatures specified in table 9 have been stabilized.

5.4.4.2 Duration

The heat pump shall remain in operation for two complete defrosting periods or for 3 h, whichever is the longer.

5.4.5 Performance requirements

During and directly after the defrosting periods, the air temperature to the outdoor side shall not rise by more than 5 °C. During the defrosting period, the temperature of the air from the indoor side of the equipment shall not be lower than 18 °C for longer than 1 min. This may be accomplished, if necessary, by using additional heating, provided and mounted in the equipment, or specified for use by the manufacturer.

Table 8 — Minimum heating test conditions

Parameter	Standard test conditions
Temperature of air entering indoor side (°C) dry-bulb –	20
Temperature of air entering outdoor side[1] (°C) dry-bulb wet-bulb	– 5 – 6
Test frequency[2]	Rated frequency
Test voltage[3]	Rated voltage

1) If the equipment can be operated under the "extra-low" temperature condition, – 7 °C dry-bulb and – 8 °C wet-bulb temperatures shall be used.

2) Equipment with dual-rated frequencies shall be tested at each frequency.

3) Equipment with dual-rated voltages shall be tested at the higher voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 9 — Automatic defrost test conditions

Parameter	Standard test conditions
Temperature of air entering indoor side (°C) dry-bulb wet-bulb (maximum)	 20 12
Temperature of air entering outdoor side (°C) dry-bulb wet-bulb	 2 1
Test frequency	Rated frequency[1]
Test voltage	Rated voltage[2]

1) Equipment with dual-rated frequencies shall be tested at each frequency.

2) The test voltage on dual-rated voltage equipment shall be performed at both voltages or at the higher of the two voltages if only a single rating is published.

6 Test methods and uncertainties of measurements

6.1 Test methods

6.1.1 Capacity and performance tests of non-ducted air conditioners and heat pumps are conducted using either the room calorimeter method or the indoor air-enthalpy method. Both methods are permitted subject to the provision that the results are within the limits of the uncertainties of measurement established in 6.2.

6.1.2 The room calorimeter can be of either the calibrated type or the balanced ambient type, as described in annex B.

6.1.3 In the air-enthalpy method, heating or cooling capacities are determined from measurements of entering and leaving wet- and dry-bulb temperatures and the associated air-flowrate. This method can be employed for the indoor-side tests of all equipment. Subject to the additional requirements of annex F, this method may be used for the outdoor-side tests This method can be applied to water-cooled condensing equipment for which a second determination of the cooling capacity from measurements on the water-side is possible.

6.2 Uncertainties of measurement

The uncertainties of measurement shall not exceed the values specified in table 10.

6.3 Variations in individual readings

The maximum allowable variations of individual readings from stated conditions in the performance tests shall be as shown in table 11. The maximum permissible variation of any observation during the capacity test shall be as shown in table 12.

6.4 Test tolerances

6.4.1 The maximum permissible variation of any observation represents the greatest permissible difference between maximum and minimum instrument observations during the test. When expressed as a percentage, the maximum allowable variation is the specified percentage of the arithmetical mean of the observations.

6.4.2 The maximum permissible variations of the mean of the test observations from the standard or desired test conditions are shown in table 12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 10 — Uncertainties of measurement of indicated values

Measured quantity	Uncertainty of measurement[1)]
Water	
temperature	± 0,1 °C
temperature difference	± 0,1 °C
volume flow	± 5 %
static pressure difference	± 5 Pa
Air	
dry-bulb temperature	± 0,2 °C
wet-bulb temperature	± 0,2 °C
volume flow	± 5 %
static pressure difference	± 5 Pa for pressure ⩽ 100 Pa ± 5 % for pressure > 100 Pa
Electrical inputs	± 0,5 %
Time	± 0,2 %
Mass	± 1,0 %
Speed	± 1,0 %

1) Uncertainty of measurement is an estimate characterizing the range of values within which the true value of a measurand lies (measurand is a quantity subject to measurement).

NOTE — Uncertainty of measurement comprises, in general, many components. Some of these components may be estimated on the basis of the statistical distribution of the results of series of measurements and can be characterized by experimental standard deviations. Estimates of other components can be based on experience or other information.

Table 11 — Variations allowed in performance test readings

Quantity measured	Maximum allowable variations in individual readings from stated performance test conditions
For minimum operating conditions test	
air temperatures	+ 1 °C
water temperatures	+ 0,6 °C
For maximum operating conditions test	
air temperatures	− 1 °C
water temperatures	− 0,6 °C
For other tests	
air temperatures	± 1 °C
water temperatures	± 0,6 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 12 — Variations allowed in capacity test readings

Readings	Variations of arithmetical mean values from specified test conditions	Maximum variation of individual reading from rating conditions
Temperature of air entering indoor side		
dry-bulb	± 0,3 °C	± 1,0 °C
wet-bulb	± 0,2 °C	± 0,5 °C
Temperature of air entering outdoor side		
dry-bulb	± 0,3 °C	± 1,0 °C
wet-bulb	± 0,2 °C	± 0,5 °C
Temperature of air leaving outdoor side		
dry-bulb		± 1,0 °C
Air volume flowrate	± 5 %	± 10 %
Voltage	± 1 %	± 2 %
Water temperature		
inlet	± 0,1 °C	± 0,2 °C
outlet	± 0,1 °C	± 0,2 °C
Water volume flowrate	± 1 %	± 2 %
External resistance to air-flow	± 5 Pa	± 10 Pa

7 Test results

7.1 Capacity calculations

7.1.1 General

The results of a capacity test shall express quantitatively the effects produced upon air by the equipment tested. For given test conditions, the capacity test results shall include such of the following quantities as are applicable to cooling or heating and to the type of equipment tested:

a) total cooling capacity, in watts;

b) sensible cooling capacity, in watts;

c) latent cooling capacity, in watts;

d) heating capacity, in watts;

e) indoor-side air-flowrate, in cubic metres per second of standard air;

f) external resistance to indoor air-flow, in pascals;

g) effective power input to the equipment or individual power inputs to each of the electrical equipment components, in watts.

7.1.2 Adjustments

Test results shall be used to determine capacities without adjustment for permissible variations in test conditions, except that air enthalpies, specific volumes and isobaric specific heat capacities shall be corrected for deviations from saturation temperature and standard barometric pressure

7.2 Data to be recorded

The data to be recorded for the capacity tests are given in tables 13 and 14 for the calorimeter test method and in table 15 for the indoor air-enthalpy test method. The tables identify the general information required but are not intended to limit the data to be obtained. Electrical input values used for rating purposes shall be those measured during the capacity tests

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 Test report

7.3.1 General information

As a minimum, the test report shall contain the following general information:

a) date;

b) test institute;

c) test location;

d) test method used (calorimeter or air enthalpy);

e) test supervisor;

f) test objective, type designation;

g) reference to this International Standard.

7.3.2 Additional information

The information given on the nameplate should be noted on the test report.

7.3.3 Rating test results

The values given shall be the mean of the values taken over the test period

Table 13 — Data to be recorded for calorimeter cooling capacity tests

No.	Data
1	Date
2	Observers
3	Barometric pressure
4	Speed of equipment cooling fan(s)
5	Applied voltage
6	Frequency
7	Total power input to equipment[1]
8	Total current input to equipment
9	Control dry-bulb and wet-bulb temperature of air (indoor-side calorimeter compartment)[2]
10	Control dry-bulb and wet-bulb temperature of air (outdoor-side calorimeter compartment)[2]
11	Average air temperature outside the calorimeter (calibrated room-type; see figure B.4)
12	Total power input to indoor-side and outdoor-side compartments
13	Quantity of water evaporated in humidifier
14	Temperature of humidifier water entering indoor-side and outdoor-side (if used) compartments or in humidifier tank
15	Cooling water flowrate through outdoor-side compartment heat-rejection coil
16	Temperature of cooling water entering outdoor-side compartment, for heat-rejection coil
17	Temperature of cooling water leaving outdoor-side compartment, from heat-rejection coil
18	Cooling water flowrate through equipment condenser (water-cooled units only)
19	Temperature of water entering equipment condenser (water-cooled units only)
20	Temperature of water leaving equipment condenser (water-cooled units only)
21	Mass of water from equipment which is condensed in the reconditioning equipment[3]
22	Temperature of condensed water leaving outdoor-side compartment
23	Volume of air-flow through measuring nozzle of separating partition
24	Air-static pressure difference across separating partition of calorimeter compartments

1) Total power input to the equipment, except if more than one external power connection is provided on the equipment; record input to each connection separately

2) See B.1.7.

3) For equipment which evaporates condensate on the outdoor coil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้