

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ
การทำความเย็นขนาดใหญ่

Assist Program for Analysis of Water Chiller Systems For
High Thermal Efficiency

ชาญณรงค์ อัครศรีสวัสดิ์ 39014126

ดำรง พรหมเพ็ง 39014174



อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.รัชชัย นาคพิพัฒน์

รศ.อัครเดช สันธรักษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 36831
วัน, เดือน, ปี..... 29 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารของมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าลาดกระบัง ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Assist Program for Analysis of Water Chiller Systems for
High Thermal Efficiency**

MR.CHARNARONG AKARASRISWAD

MR.DAMRONG PROMPENG

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUEREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
KING MONGKUT 'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2542

การใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของระบบการทำความเย็นขนาดใหญ่

โดย

นายชาญณรงค์ อัครศรีสวัสดิ์

นายดำรง พรหมเพ็ง

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.รัชชัย นาคพิพัฒน์)

(รศ.อัครเดช สิ้นธุภัก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบการทำความเย็นขนาดใหญ่
นักศึกษา	ชาญณรงค์ อัครศรีสวัสดิ์
	ดำรง พรหมเพ็ญ
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2542
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ. ธวัชชัย นาคพิพัฒน์
	รศ. อัครเดช สีนรุณัก

บทคัดย่อ

ระบบการทำความเย็นขนาดใหญ่ถูกนำมาใช้ช่วยควบคุมสภาวะอากาศในอาคารขนาดใหญ่ทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง ในโรงแรม สำนักงานและห้างสรรพสินค้าเพื่อความสบายและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำธุรกิจ ทั้งนี้การเดินเครื่องในสภาวะปกติมีค่าใช้จ่ายสูงมาก ถ้าขาดการดูแลที่ดีเครื่องทำความเย็นจะมีประสิทธิภาพต่ำลงทำให้ค่าใช้จ่ายประจำสูงขึ้นมาก การควบคุมประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นด้วยระบบตรวจสอบที่ใช้คอมพิวเตอร์สามารถให้ความแม่นยำในการดูแลได้ดีกว่าการใช้คนอีกทั้งลดค่าใช้จ่ายทางด้านบุคลากรลงได้อีก โปรแกรมที่ใช้ในการช่วยวิเคราะห์ถูกสร้างขึ้นบนพื้นฐานของดาต้าเบส ผ่านหน่วยรับความจำขนาดใหญ่ของอินเตอร์เฟสและระบบการเปลี่ยนโหมด ข้อมูลที่ถูกวิเคราะห์แล้วสามารถแสดงบน Window 95/98 ได้เป็นอย่างดีทั้งระบบแสดงข้อมูลและระบบเตือน โดยแสดงได้ทั้งเป็นรายวัน และรายเดือน

Thesis Title	Assist Program for Analysis of Water Chiller Systems for High Thermal Efficiency
Student	Charnarong Akarasriswad Damrong Prompeng
Level of Study	Bachelor of Engineering in Mechanical Engineering King Mongkut 's Institute of Technology Ladkrabang
Year	1999
Thesis Advisor	Assist. Prof. Thawatchai Nakpipat Assoc. Prof. Akkaradetch Sinthuphak

ABSTRACT

Water chiller refrigeration plant have been widely used to control space condition in large building of industrial plants, hotels, department stores and offices to achieve in the target on high quality products for get better in business and comfort. Its operating cost is usually high in normal condition and become higher when it has low maintenance. The thermal efficiency can be checked and warn by assist program with low cost and higher efficiency. The analyze program is based on database which receive data from the large memory of interface that pass through the changing mode. By this program, the analyzed data can be daily and monthly shown on

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับระบบปรับอากาศ การควบคุมตรวจสอบระบบและแนวทางการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้โดย ผศ. ธวัชชัย นาคพัฒน์ และ รศ. อัครเดช สินธุภัก ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ.ที่นี้

ขอขอบคุณอาจารย์ ขวลิต เบญจางคประเสริฐ ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม ที่ช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับ ซอฟต์แวร์ของโปรแกรม

ขอขอบคุณอาจารย์ อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม ที่ช่วยสร้างชุดเก็บข้อมูล

ขอขอบคุณ บริษัท พัฒนากิจเท็กไทล์ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนทางด้านเงินทุนและยินยอมให้ใช้เครื่องทำความเย็นในการทดลองการทำงานของโปรแกรม

ชาญณรงค์ อัครศรีสวัสดิ์

ดำรง พรหมเพ็ญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 การพัฒนาและสภาพหมุนเวียนในอุตสาหกรรม	1
1.2 ลักษณะพื้นฐานของการปรับอากาศ	1
1.3 การจำแนกระบบปรับอากาศ	2
1.4 ปัจจัยในการจำแนกส่วนประกอบ	3
บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานในการปรับอากาศ	5
2.1 อุณหภูมิ	5
2.2 ความร้อน	6
2.3 หน่วยในการวัด	6
2.4 เทอร์โมไดนามิกของการทำความเย็น	8
2.5 สารความเย็น	10
2.6 การจำแนกระบบปรับอากาศ	10
2.7 ระบบน้ำเย็น	13
บทที่ 3 การตรวจสอบพื้นที่การทำความเย็นขั้นต้น	19
3.1 การตรวจสอบพื้นที่การทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศขั้นต้น	19
3.2 สภาพของเครื่องทำความเย็น	21
3.3 ระบบการทำน้ำเย็น	21
3.4 ระบบการจ่ายอากาศเย็น	22
บทที่ 4 ระบบการปรับอากาศและการทำความเย็น	26
3.1 ระบบการปรับอากาศ	26
3.2 ระบบการทำความเย็น	33

บทที่ 5 สูตรคำนวณพื้นฐาน	42
5.1 ระบบความเย็น(System)	42
5.2 ระบบทำความเย็น (Plant)	42
5.3 สูตรพื้นฐาน	43
5.4 การควมแน่นของเครื่องทำความเย็น	45

บทที่ 6 หลักการทำงานของชุดวิเคราะห์การทำงานของระบบการทำความเย็นขนาดใหญ่	55
6.1 หลักการทำงานของระบบที่ทดลอง	55
6.2 การสร้างชุดวิเคราะห์และควบคุม	56
6.3 วิธีการใช้งานสำหรับ โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล	58

บทที่ 7 การทดลองและวิเคราะห์ผล	68
--------------------------------	----

บทที่ 7 สรุปและข้อเสนอแนะ	74
เอกสารอ้างอิง	75



สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงทฤษฎีพลังงานจลน์ของโมเลกุลในแก๊ส	5
2.2 แสดงมาโนมิเตอร์แบบ B	7
2.3 แสดงเกจวัดความดันแบบ Bourdon	8
2.4 บล็อกไดอะแกรมของความสัมพันธ์ระหว่างกฎข้อหนึ่งของเทอร์โมไดนามิก สำหรับเครื่องทำความเย็น	9
2.5 รูปภาพของเครื่องลมสำหรับระบบปรับอากาศศูนย์กลางโดยมีพัดลม คอยล์ทำความเย็นและทำความร้อน	10
2.6 ไดอะแกรมระบบปรับอากาศในอุตสาหกรรม	13
2.7 ระบบปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่	14
2.8 ส่วนประกอบของระบบใช้อากาศทั่วไปของระบบปรับอากาศ	15
4.1 หน่วยระบายลมและหน่วยปรับอากาศ	27
4.2 ระบบปรับอากาศแบบโซนเดียว	28
4.3 ระบบปรับอากาศแบบหลายโซนด้านร้อนและเย็น	29
4.4 ระบบปรับอากาศที่ควบคุมโดยท่อคู่	29
4.5 การปรับอากาศหลายโซนและความร้อนย้อนกลับให้โซน	31
4.6 ระบบปรับอากาศแบบแปรผันตามปริมาตร	31
4.7 ระบบปรับอากาศแบบเหนี่ยวนำ	32
4.8 การขยายตัวของคอยล์เย็นที่อีแวพโปเรเตอร์แบบทำความเย็นด้วยอากาศ	33
4.9 การขยายตัวโดยตรงแบบทำความเย็นด้วยน้ำ	34
4.10 เครื่องทำความเย็นโดยอากาศที่ขยายตัวโดยตรง	35
4.11 เครื่องทำความเย็นโดยน้ำที่ขยายตัวโดยตรง	36
4.12 การทำความเย็นแบบคอมเพรสเซอร์เข้าสู่ศูนย์กลาง	37
4.13 Chiller แบบดูดซึม	39
4.14 หอทำน้ำเย็น	40
6.1 แสดงระบบการทำงานของเครื่องวิเคราะห์	55
6.2 แสดงแผนภูมิการเก็บข้อมูล	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 แดงขงขวงจรรฐรฐรฐรฐ	57
6.4 แดงขงจรรฐรฐรฐรฐ	58
6.5 แดงขงจรรฐรฐรฐรฐ	58



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น R-11	47
ตารางความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น R-12	48
ตารางความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น R-22	49
ตารางความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น R-113	50
ตารางข้อมูลผลการทดลอง	69-73



บทที่ 1

บทนำ

1. การพัฒนาและสภาพหมุนเวียนในอุตสาหกรรม

การทำความร้อนในหน้าหนาวเป็นที่รู้จักกันดีกว่า 100 ปี แต่ความเย็นสบายเพิ่งจะมีมาไม่นาน กลศาสตร์การทำความเย็นได้ก่อกำเนิดขึ้นอย่างประสบความสำเร็จใน ค.ศ. 1900

ในปี 1917 Will is H. Carrier ได้จัดระบบการศึกษาสภาวะของไอผสมระหว่างอากาศกับน้ำ หลังจากนั้นวิศวกรได้นำไปออกแบบสภาพให้เหมาะสมโดยการทำความร้อนโดยระบบปรับอากาศ ในระหว่างปี 1930 ผลผลิตของอุปกรณ์ปรับอากาศอยู่ในระดับการโฆษณาและก่อนปี ค.ศ. 1950 อุตสาหกรรมทำความเย็นได้ก่อตั้งขึ้นอย่างมั่นคง

ก่อนปี 1960 ยุคของการยอมรับของลูกค้านี้ได้รวมกับยุคของความต้องการของลูกค้าและเวลาผ่านไป 20 ปี ความเติบโตของอุตสาหกรรมได้เป็นไปตามปรากฏการณ์

การประยุกต์ระบบปรับอากาศและวิธีการใหม่ และอุปกรณ์ต่างเป็นการพัฒนาทุกๆ ปี ในที่รวมสามารถควบคุมได้มากกว่า 10 เอเคอร์ (acers)

บ้านจำนวนมากในระบบปรับอากาศ ด้วยระบบเล็กๆ และโรงแรม, ห้องโรงพยาบาล หรืออาหารที่มันท์จำนวนมาก ใช้ความร้อนหรือความเย็นโดยใช้เครื่องปรับอากาศแยกแต่ละตัว ผลของการบริหารที่ดีและเป็นเพราะความฉลาดของวิศวกร, ช่างเทคนิค และคนออกแบบ , ติดตั้ง, การทำความร้อน การถ่ายเทอากาศและระบบปรับอากาศ (Heat Ventilation Air Conditioning; HVAC) การเติบโตอย่างต่อเนื่องในอุตสาหกรรมนี้เป็นเรื่องที่ทำนาย

2. ลักษณะพื้นฐานของการปรับอากาศ

คนเราไม่สามารถทนต่อความร้อนหรือหนาวได้ แม้แต่ระดับอุณหภูมิปานกลาง ซึ่งในอเมริกา, แคนาดา ในหน้าหนาวบางแห่ง อุณหภูมิ -50°F ในหน้าร้อน อุณหภูมิสูงถึง 105°F (41°C) บางแห่งสูงถึง 120°F (49°C) และมากกว่านั้น

ช่วงอุณหภูมิภายในกายคนที่รู้สึกสบายขึ้นอยู่กับความสำคัญของเสื้อผ้าที่ใส่ , กิจกรรมที่ทำ ปริมาณความชื้นในอากาศและอุณหภูมิของพื้นที่

ซึ่งที่จริงความแตกต่างระหว่างหน้าร้อนและหน้าหนาว เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการในร่างกายมนุษย์ที่แตกต่างกัน

การปรับอากาศจะใช้กับขอบเขตที่ถูกต้อง มี 4 แบบของบรรยากาศซึ่งให้ความสบายกับมนุษย์ได้แก่

1. อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม โดยวัดในหน่วยของฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$) หรือองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

2. ความชื้นของอากาศ โดยหมายถึงปริมาณความชื้นและมีความสัมพันธ์ถึงความสบายของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุณหภูมิของอากาศ คนเราจะไม่รู้สึกรับสบายถ้าอุณหภูมิร้อนหรือเย็นเกินไปหรือหายใจด้วยอากาศปนเปื้อน

4. การเคลื่อนที่ของอากาศ ถ้าอุณหภูมิ, ความชื้นและความบริสุทธิ์เป็นที่พอใจ การเคลื่อนที่ของอากาศเพียงปริมาณเล็กน้อย ก็เป็นสิ่งเพียงพอต่อความสบายของมนุษย์ อากาศที่เคลื่อนที่มากไปอาจก่อให้เกิดความรำคาญ ไม่สบายต่อมนุษย์

3. การจำแนกระบบปรับอากาศ

มีหลายวิธีในการจำแนกระบบปรับอากาศ แบ่งเป็นดังนี้

1) แบ่งตามหน้าที่หลัก

แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1.1 ระบบปรับอากาศเพื่อความสบาย วัตถุประสงค์เพื่อให้บรรยากาศเป็นผลดีต่อสุขภาพมนุษย์, ความสบายและประสิทธิภาพในการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น ระบบปรับอากาศในบ้าน, ที่ทำงาน, ร้านค้า, กักตักการ, โรงภาพยนตร์, โรงพยาบาล, โรงเรียน, โบสถ์ เป็นต้น

1.2 ระบบปรับอากาศในอุตสาหกรรม วัตถุประสงค์เพื่อควบคุมอุณหภูมิของระบบให้เหมาะสมในการวิจัย การผลิต ในการผลิตเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์, คอมพิวเตอร์ และเครื่องยนต์ความเร็วสูง ถ้าต้องการการควบคุมอุณหภูมิ, ความชื้นและความบริสุทธิ์ของอากาศที่เหมาะสม ระบบปรับอากาศในโรงงานกระดาษ, โรงทอผ้า, โรงงานลูกกวาด, โรงพิมพ์หรือโรงงานผลิตกลึงด้วยรูปต่างๆก็ต้องให้ความสำคัญทั้งหมด

2) แบ่งตามฤดูกาลของปี

2.1 ระบบปรับอากาศในฤดูหนาว ระบบจะต้องถูกออกแบบ ติดตั้งอย่างถูกต้อง การคงไว้ซึ่งความสะดวกสบาย ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้น, ความบริสุทธิ์ของอากาศ และการไหลเวียนของอากาศ ปัญหาหลักของฤดูหนาวคือ

- การให้ความร้อนกับอากาศและปรับความชื้นให้เหมาะสม การทำความร้อนในฤดูหนาวสำเร็จด้วยดีโดยการกระจายความร้อนไปยังที่ว่างผ่านทางท่อ หรือการหมุนเวียนของน้ำร้อนโดยการแผ่รังสีของไอน้ำผ่านท่อ หรือโดยตัวพัดพา หรือ fan-coil ความร้อนถูกกำเนิดโดยเตา, หม้อน้ำหรือหม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันหรือถ่านหินให้ความร้อน โดยขนาดตลอดด้านทานหรือใช้ heat pump หรือโดยตัวเก็บพลังงาน

- ความชื้นบริเวณการทำความร้อนจำเป็นจะต้องทำให้รู้สึกสบาย ตัวทำความชื้นจะต้องเป็นแบบพัดลมอย่างง่าย (simple fan type) การใช้คอมพิวเตอรืควบคุมตลอดด้านทาน ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในที่อยู่อาศัยของการค้าหรืออุตสาหกรรม

2.2 ระบบปรับอากาศในฤดูร้อน ระบบนี้จะควบคุมอากาศทั้ง 4 แบบคือ อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม, ความชื้นของอากาศ, อุณหภูมิของอากาศ และการเคลื่อนที่ของอากาศ ปัญหาหลักคือการทำให้อากาศเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และกำจัดความชื้นร้อนเกินออกไป การทำความเย็นประสบความสำเร็จโดยการใช้หลักการทางกลศาสตร์ การกำจัดความชื้นส่วนเกินทำได้โดยการควบแน่นของไอน้ำในอากาศเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของอีวาโปเรเตอร์ เป็นต้น

2.3 ระบบปรับอากาศแบบตลอดปี ระบบนี้จะประกอบด้วยอุปกรณ์การทำความเย็นและความร้อน ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ และติดตั้งส่วนประกอบเพื่อทำสภาวะบรรยากาศให้สบายตลอดเวลาของปี

3) ปัจจัยในการจำแนกส่วนประกอบ

3.1 boiler คัมน์น้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 195°F

3.2 คอยล์ร้อนในระบบปรับอากาศ คอยล์ทำมาจากการม้วนท่อทองแดงหรืออลูมิเนียมกับแผ่นครีป ของทองแดงกับอลูมิเนียมหลายๆ ครีป เพื่อถ่ายเทความร้อนไปยังอากาศที่ถูกเป่าผ่านคอยล์

3.3 เครื่องจักรทำความเย็น คอมเพรสเซอร์(compressor)ถูกขับโดยมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมด้วยเครื่อง ทำความร้อนคือคอนเดนเซอร์(condenser)

3.4 คอยล์เย็น หรืออีแวโปเรเตอร์ (evaporator) ที่อุณหภูมิประมาณ 40°F (4.5°C) เมื่อ ระบบกำลังทำความเย็นต้องการที่อากาศพัดผ่านคอยล์เย็น อุณหภูมิของอากาศจะลดลง

3.5 พัดลม(blower) ถูกออกแบบให้พัดอากาศผ่านคอยล์เย็นด้วยความแรงเพื่อให้เกิดความเย็น

3.6 ส่วนกรอง(filter section) อากาศที่หมุนเวียนทั้งภายในและภายนอกอาคาร การเคลื่อนที่ ที่ของอากาศทำให้อากาศสกปรกเนื่องจากการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง จึงต้องมีการกรอง

3.7 ตัวทำความชื้น คือการสเปรย์น้ำ และตัวกำหนดความชื้น (ถ้าจำเป็น) ทำงานโดยถูกควบคุม โดยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Humidistat

4. เหตุผลในการทำโครงการ

เครื่องทำความเย็นชนิดใช้น้ำเป็นสารตัวกลางเพื่อทำความเย็นไปใช้ในอาคารขนาดใหญ่ มีค่าใช้จ่าย ทางด้านราคาคำนวณในการติดตั้งและค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องสูง การลดค่าใช้จ่ายให้ต่ำที่สุดจะช่วยทำให้ โรงงานอุตสาหกรรมและอุตสาหกรรมบริการต่างๆ สามารถแข่งขันทางด้านธุรกิจได้ การเลือกใช้เครื่องทำ ความเย็นที่มีคุณภาพก็จะมีราคาแพง แต่ไม่ว่าเครื่องจะดีอย่างไรถ้าขาดการดูแลที่ดีก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายสูงเป็น อัตราที่ก้าวหน้า ปัญหาที่มักเกิดทั่วไปกับเครื่องทำความเย็นคือเรื่องความสกปรกของอุปกรณ์ เช่นที่ คอนเดนเซอร์ อีวาโปเรเตอร์ คอมเพรสเซอร์และหอทำน้ำเย็น เรื่องของน้ำมันหล่อลื่นเสื่อมคุณภาพ การมี อากาศเจือปนในระบบ การที่น้ำของระบบมีคุณภาพต่ำลง และอื่นๆ สิ่งเหล่านี้เป็นผลโดยตรงที่ทำให้เครื่อง ทำความเย็นมีอายุการทำงานสั้นลง ประสิทธิภาพต่ำ และยังทำให้คุณภาพของอากาศด้อยลงอันจะเป็นผล กระทบต่อคุณภาพสินค้าที่ผลิต การทำให้เครื่องทำความเย็นสามารถทำงานได้ดีมีสมรรถนะสูงตลอดเวลานั้น จะทำให้ได้ทั้งสภาวะของอากาศตามต้องการแล้วยังทำให้อายุการทำงานของเครื่องทำความเย็นสูงขึ้นโดยมี ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

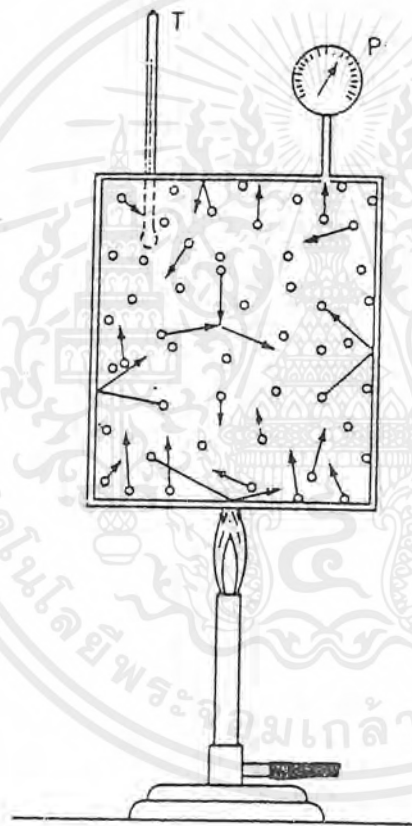
โปรแกรมช่วยวิเคราะห์การทำงานของเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่นี้สามารถช่วยตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นได้แก่ ทางระบบของสารทำความเย็นการทำงานของคอมเพรสเซอร์, ระบบควบคุม, น้ำมันหล่อลื่น และคุณภาพน้ำ โปรแกรมการช่วยวิเคราะห์และตรวจสอบใช้โปรแกรม visual basic โดยรับข้อมูลจากเซนเซอร์ที่ติดตั้งไว้ตามจุดต่างๆของเครื่องทำความเย็นผ่านทางอินเทอร์เน็ตและหน่วยความจำ สัญญาณทุกจุดจะถูกส่งมาที่ระบบควบคุมและวิเคราะห์เป็นช่วงๆตลอด 24 ชั่วโมง ข้อมูลดังกล่าวเมื่อผ่านการวิเคราะห์แล้วสามารถทำเป็นบันทึกได้ทั้งเป็นตารางและแผนภูมิ ทำให้ผู้ควบคุมตรวจสอบทราบได้ว่าระบบมีปัญหาหรือไม่ ได้อย่างง่ายมากยิ่งขึ้น รวมทั้งโปรแกรมยังมีการเตือนให้ผู้ควบคุมรู้ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากเครื่องทำความเย็น เมื่อมีค่าเกินขอบเขตที่เหมาะสมซึ่งได้มีการตั้งไว้ล่วงหน้าแล้ว



บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานในการปรับอากาศ

(Review of Basic Principle)

งานด้านการปรับอากาศ ต้องอาศัยวิชาพื้นฐานคือ ฟิสิกส์ของอากาศโดยปกติแล้ว เรียกว่าไซโครเมตริก (Psychrometric) ในการกำหนดสถานะอากาศในระบบปิด การออกแบบอุปกรณ์ปรับอากาศอาศัยหลักวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในงานปรับอากาศ เช่น อุณหภูมิ, ความร้อนสุทธิ, ความหนาแน่น, ความถ่วงจำเพาะ, ความชื้น, พลังงาน, งานและกำลัง



รูป 2.1 แสดงทฤษฎีพลังงานจลน์ของโมเลกุลในแก๊ส

1. อุณหภูมิ (Temperature)

เป็นตัววัดระดับความร้อน ซึ่งปัจจุบันมีเครื่องมือวัดอุณหภูมิ เรียกว่า “เทอร์โมมิเตอร์” ซึ่งมีหน่วยในการวัดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 องศาฟาเรนไฮต์ ปี 1715 ชาวเยอรมันชื่อ ฟาเรนไฮต์ได้คิดหน่วยวัดอุณหภูมิขึ้นโดยมีน้ำบริสุทธิ์ที่ความดันบรรยากาศเป็นมาตรฐานมีจุดเดือดของน้ำที่ 212°F จุดเยือกแข็งที่ 32°F

1.2 องศาเซลเซียส มีน้ำบริสุทธิ์ที่ความดันบรรยากาศเป็นมาตรฐานโดยจุดเดือดอยู่ที่ 100°C และจุดเยือกแข็งที่ 0°C หน่วยนี้มีข้อได้เปรียบคือ เป็นเลขจำนวนเต็มหลักสิบ และถือเป็นหน่วย SI

1.3 การเปรียบเทียบองศาฟาเรนไฮต์กับเซลเซียส

$$\text{การเปลี่ยนฟาเรนไฮต์ให้เป็นเซลเซียส} \quad C = \frac{F - 32}{1.8}$$

$$\text{การเปลี่ยนเซลเซียสให้เป็นฟาเรนไฮต์} \quad F = 1.8C + 32$$

2. ความร้อน (Heat)

สมัยก่อนเชื่อกันว่าความร้อนคือของไหลที่มองไม่เห็นจนกระทั่งในเวลาต่อมา มีนักวิทยาศาสตร์คือ Robert Bayle (1627-1691) และ Sir Isac Newton (1642-1727) ได้คิดว่า “ความร้อนเป็นโมเลกุลของพลังงาน”

2.1 โมเลกุลและความร้อน ทฤษฎีของโมเลกุลที่สำคัญ 3 ข้อ ที่เกี่ยวข้องกับการปรับอากาศคือ

- (1) จำนวนพลังงานความร้อนทั้งหมดที่มีในสสาร คือ ผลรวมของพลังงานที่มีในโมเลกุลทั้งหมด
- (2) อุณหภูมิของสสารเป็นสิ่งแวดล้อมถึงความเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลในสสารนั้น
- (3) โมเลกุลของสสารสมมติว่าเคลื่อนที่แบบความเร็วกระจาย บางโมเลกุลอาจอยู่กับที่ในขณะที่ที่อีกโมเลกุลหนึ่งอาจเคลื่อนที่ภายใต้อุณหภูมิจุดเยือกแข็ง หรืออาจจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเหนือจุดเดือด

3. หน่วยในการวัด (Units of Measurement)

3.1 หน่วยพื้นฐาน

ความยาวในทางระบบปรับอากาศใช้ ฟุต (ft.) และ นิ้ว (in.)

น้ำหนัก ในทางระบบปรับอากาศใช้ ปอนด์ (lb.) และ เกรน (gr.) ซึ่งมีค่า $1/700 \text{ lb.}$

หน่วยที่ใช้วัดเวลาคือวินาที (sec) แต่ในระบบปรับอากาศใช้นาที (min.) และ ชั่วโมง (hr.)

3.2 หน่วยที่ได้จากหน่วยพื้นฐาน

พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ตารางฟุต (ft^2) และตารางนิ้ว (in^2) ได้มาจากความยาวคูณกับความยาวปริมาตร ใช้หน่วยลูกบาศก์ (ft^3) มีหน่วยพื้นฐานเป็น $L \times L \times L$

ความเร็ว ใช้หน่วยฟุตต่อวินาที (fps) แต่ที่นิยมใช้ในระบบปรับอากาศคือ ฟุตต่อนาที (fpm) ได้มาจากหน่วยพื้นฐานคือ ความยาวต่อเวลา L/T

แรง มีลักษณะคล้ายกับน้ำหนักวัดเป็นปอนด์ (lb.)

ความดัน คือแรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ส่วนใหญ่ใช้หน่วยปอนด์ต่อตารางนิ้ว (lb/in^2 หรือ psi) หรือวัดเป็นหน่วยนิวตันของปรอท (in. Hg) และนิ้วของน้ำ (in. w)

ความหนาแน่น คือน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร (lb/ft^3)

3.3 หน่วยของงาน, พลังงานและกำลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งาน คือ การออกแรงกระทำกับวัตถุให้เคลื่อนที่ มีค่าเท่ากับแรงคูณกับระยะทางที่เคลื่อนที่หน่วยของงานในทางวิศวกรรมคือ ฟุต-ปอนด์ (ft-lb)

กำลัง คือ อัตรางานที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หน่วยที่ใช้คือ ฟุตปอนด์ต่อวินาที $\left(\frac{\text{ft-lb}}{\text{sec.}}\right)$ แต่ส่วนใหญ่ใช้หน่วยแรงม้า (Horse Power, hp) ซึ่งมีค่า

$$1 \text{ hp} = 33,000 \left(\frac{\text{ft-lb}}{\text{min}}\right) = 550 \left(\frac{\text{ft-lb}}{\text{sec}}\right)$$

กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt, w) หรือกิโลวัตต์ (kw)

$$1 \text{ hp} = 746 \text{ W} = 0.746 \text{ kw}$$

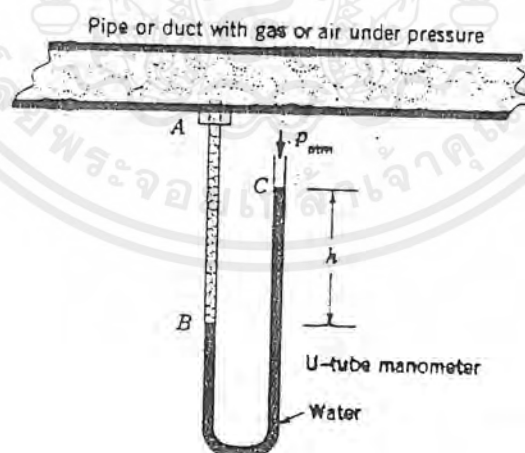
$$1 \text{ hw} = 1.36 \text{ hp.}$$

3.4 ความถ่วงจำเพาะและปริมาตรจำเพาะ

1. ความถ่วงจำเพาะของแก๊ส บอกถึงน้ำหนักของแก๊สโดยเปรียบเทียบกับอากาศ
2. ปริมาตรจำเพาะของแก๊ส(spv) คือส่วนกลับของความหนาแน่น มีหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อปอนด์

3.5 เกจวัดความดัน

ของเหลวที่นิยมใช้วัดความดันคือ ปรอทหรือถูกนำถูกนำมาใช้ในเกจแบบท่อรูปตัวยู (U-tube) หรือมานอมิเตอร์ (manometer) ดังรูป 2-2 ความดันของแก๊สจะกดลงบนน้ำทางด้านซ้ายของท่อจนถึงจุด B และ C ผลต่างของความสูงหรือค่า h จะเป็นความดันของแก๊สในท่อนั้น

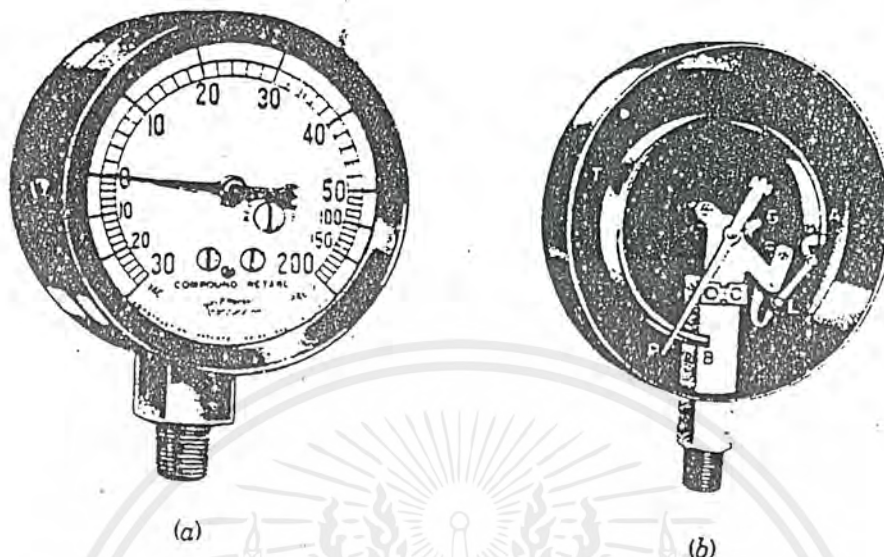


รูป 2.2 แสดงมานอมิเตอร์แบบ U

มานอมิเตอร์แบบท่อรูปตัวยูนิยมใช้กับการวัดความดันต่ำ ถ้าเป็นความดันสูงๆ จะใช้เกจแบบ bourdon gages โดยจะติดตั้งที่จุดที่ต้องการวัดความดัน เช่น ท่อสารความเย็น ท่อน้ำ กระบอกสูบบอรัลเลอร์ bourdon gage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีเข็มชี้ค่าความดันซึ่งภายในจะประกอบด้วยท่อโค้งกลองแบนเมื่อมีแก๊สเข้ามาความดันจะกดท่อทองเหลืองที่มีกลไกไปขยับเข็มให้หมุนไปตามสเกล



รูป 2.3 แสดงเกจวัดความดันแบบ Bourdon

4. เทอร์โมไดนามิกส์ของการทำความเย็น

การทำความเย็นคือกระบวนการนำความร้อนออกจากวัตถุเพื่อให้อุณหภูมิวัตถุลดลง สำหรับการปรับอากาศ การนำความร้อนออกจากอากาศต้องใช้อากาศมาสัมผัสกับวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

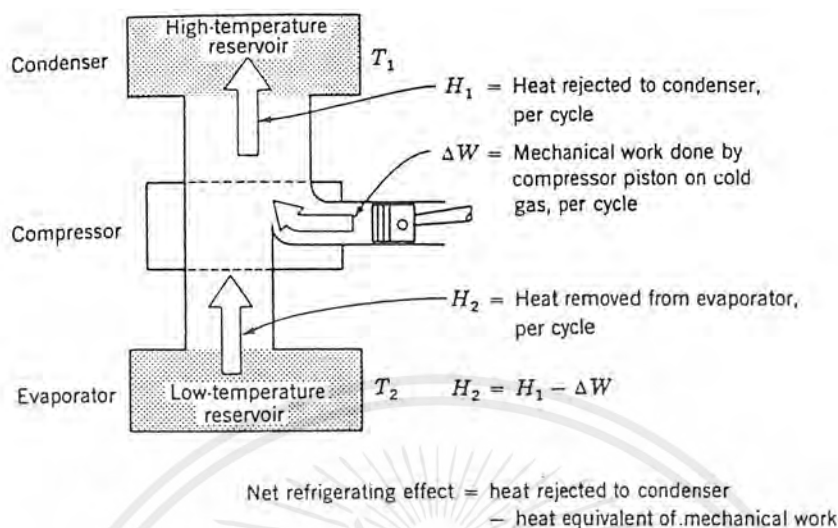
การเปลี่ยนรูปของพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการงานทางกลและความร้อน เรียกว่า กระบวนการเทอร์โมไดนามิกส์ โดยจะอยู่บนกฎพื้นฐาน 2 ข้อ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญเพื่อการออกแบบเครื่องทำความเย็น

4.1 กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์

“กระบวนการเทอร์โมไดนามิกส์ใดๆ จะไม่มีการสูญเสียหรือได้รับพลังงาน” ในเครื่องทำความเย็น ความร้อนที่ได้มาจากแหล่งอุณหภูมิต่ำ (อีแวปโปเรเตอร์) แล้วถูกส่งไปยังเครื่องควบแน่น (คอนเดนเซอร์) ที่อุณหภูมิสูงแต่ต้องให้พลังงานกลเข้าไปในกระบวนการให้

$$\begin{aligned}
 H_1 &= \text{ความร้อนที่ออกมาในวัฏจักรที่เครื่องควบแน่น อุณหภูมิ } T_1 \\
 H_2 &= \text{ความร้อนที่รับในหนึ่งวัฏจักรจากอีแวปโปเรเตอร์ที่อุณหภูมิ } T_2 \\
 \Delta W &= \text{งานทางกลที่ให้ในหนึ่งวัฏจักรการทำความเย็น} \\
 \Delta W &= H_1 - H_2 \\
 H_2 &= H_1 - W
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมของความสัมพันธ์ระหว่างกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิก
สำหรับเครื่องทำความเย็น

4.2 กฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์

กฎข้อนี้มีการตีความได้ 2 ลักษณะคือ

- 1) ความร้อนจะไม่เคลื่อนที่ไปยังแหล่งที่อุณหภูมิต่ำกว่า ถ้าไม่มีการให้พลังงานกล เข้าไป
- 2) พลังงานกลไม่สามารถได้มาจากแหล่งความร้อน ถ้าแหล่งพลังงานความร้อนไม่ดำเนินไป

ภายใต้อุณหภูมิที่ลดลง

4.3 เอนโทรปี (Entropy)

เอนโทรปีเป็นตัวแสดงของขอบเขตการลดลงของพลังงานในกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์
Clausius ได้เสนอสมการไว้ดังนี้

$$\Delta S = \frac{\Delta H}{T}$$

ซึ่ง ΔH = ปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อยของสสารที่อุณหภูมิ สัมบูรณ์ T

ΔS = การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีในกระบวนการ

ในวัฏจักรความเย็นการอัดตัวของไอสารความเย็นเกิดขึ้นที่วัดเอนโทรปีเกือบคงที่ (กระบวนการไอเซนโทรปิก) การควบแน่นของไอร้อนไปเป็นของเหลวเกิดขึ้นที่เอนโทรปีลดลง และการระเหยของเหลวร้อนไปเป็นไอเย็น เนื่องจากความร้อนที่สิ่งแวดล้อมไหลเข้าไป เป็นการเพิ่มเอนโทรปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สารความเย็น

สารที่จะมาเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนต้องเป็นสารที่มีจุดเดือดต่ำ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นแก๊สที่มีความดันบรรยากาศและอุณหภูมิปกติสารความเย็นทั่วไปที่ใช้ในระบบปรับอากาศแบบต่างๆ มีจุดเดือดที่ความดันบรรยากาศคือ

แอมโมเนีย	-28°F	ฟรีออน 22	-41.4°F
ฟรีออน 11	74.7°F	Carrene 1	105.2°F
ฟรีออน 12	-21.6°	ฟรีออน 500	-28°F

กรณี Carrene 1 และฟรีออน 1 จำเป็นต้องสร้างบริเวณสูญญากาศค่อนข้างมากในอีแวปโปเรเตอร์ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้กับคอมเพรสเซอร์แบบเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ส่วนแอมโมเนีย, ฟรีออน 12 และฟรีออน 22 ใช้ในเครื่องทำความเย็นแบบลูกสูบชัก

6. การจำแนกระบบปรับอากาศ

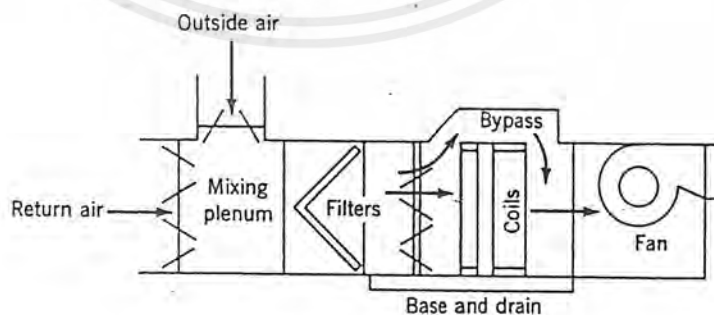
ระบบปรับอากาศสามารถจำแนกได้เป็นระบบศูนย์กลาง (central-station) และระบบปรับอากาศในตัว cunitary)

6.1 ระบบศูนย์กลาง เป็นระบบที่ส่วนประกอบต่างๆ รวมอยู่ในห้องเครื่องหลักและจะส่งอากาศผ่านท่อไปสู่พื้นที่ต่างๆ

1) เครื่องคอยล์-พัดลมขนาดใหญ่หรือเครื่องส่งลมหลัก

ส่วนประกอบสำคัญของระบบศูนย์กลางคือ เครื่องส่งลม ซึ่งประกอบด้วย พัดลม, คอยล์และส่วนระบายน้ำทั้งนอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์เสริม เช่น ตัวปรับความเร็วลม (damper) และแผงกรองเพื่อทำให้ระบบสมดุลย์

เครื่องส่งลมหลักต้องมีการให้ความเย็นโดยใช้น้ำเย็นหรือสารความเย็นในคอยล์ เครื่องทำความเย็นจะตั้งอยู่ในห้องเครื่องหลัก



รูป 2.5 รูปภาพของเครื่องลมสำหรับระบบปรับอากาศศูนย์กลาง โดยมีพัดลม, คอยล์ทำความเย็น

และทำความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การพิจารณาความสามารถของการทำความเย็น

คอยล์ทำความเย็นที่มีความเร็วอากาศที่ผิวหน้าประมาณ 500 fpm ควรมีพื้นที่ผิวประมาณ 1-2 ตารางฟุตคอยล์แถวสำหรับอากาศแต่ละ 100 cfm ดังนั้นขนาดของคอยล์เป็นหนึ่งในปัจจัยในการพิจารณาออกแบบระบบ

การติดตั้งในโรงภาพยนตร์หรือห้างสรรพสินค้าต้องการความประหยัดให้มากที่สุด มักจะใช้เครื่องปรับอากาศเพียง 2-3 เครื่องเท่านั้น อาคารสำนักงาน, โรงเรียน และอาคารที่มีห้องจำนวนมากควรใช้เครื่องปรับอากาศ ขนาด 10,000-30,000 cfm ในแต่ละพื้นที่โดยทั่วไปการใช้ท่อน้ำเย็นหรือสารทำความเย็นไปยังเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กจะประหยัดกว่าใช้ระบบท่อขนาดใหญ่

3) แผ่นกรองและห้องผสมอากาศ

อากาศที่กลับจากพื้นที่และอากาศภายนอกจะเข้ามายังห้องผสมก่อนที่จะทำการกรอง การกรองปกติจะมี 3 วิธีคือ แผ่นกรองเรียงแนวตั้ง, แผ่นกรองรูปตัววี และแผ่นกรองกลม ในแต่ละตัวแผ่นกรองจะหนาประมาณ 2 นิ้ว ซึ่งสามารถถอดทำความสะอาดหรือถอดเปลี่ยนได้ เครื่องขนาดน้อยกว่า 10,000 cfm มักจะให้แผ่นกรองแบบใช้แล้วทิ้ง โดยแผ่นกรองมีความสามารถดังต่อไปนี้

- กำจัดอนุภาคที่มองเห็นได้ (ฝุ่น, ละอองต่างๆ) โดยแผ่นกรองธรรมดา
- กำจัดอนุภาคเล็กมาก (ควัน, หมอก) จะใช้แผ่นกรองแบบ electrostatic
- มีการควบคุมกลิ่น โดยใช้วัสดุจากถ่าน
- ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย โดยใช้สารเคมีบางชนิด

4) การหุ้มฉนวน

ท่อที่ทำการจ่ายจะต้องทำการหุ้มฉนวนเสมอ ยกเว้นท่อในบริเวณปรับอากาศ บริเวณโครงของเครื่องปรับอากาศ จะหุ้มฉนวนด้านนอกอย่างน้อยหนา 1 นิ้ว และบริเวณท่อทางเข้าทางออกของน้ำเย็นและสารทำความเย็นจะมีการหุ้มฉนวนไว้ด้วย

5) เสียงรบกวนและการสั่น

มอเตอร์พัดลมควรที่จะกำหนดระดับการทำงานที่เงียบ บริเวณกันเสียงสะท้อนควรที่จะติดตั้งไว้ในห้องเครื่อง ท่อจ่ายและท่อกลับควรมีแผ่นกันเสียง และพิจารณาการออกแบบว่าเมื่อใช้งานในระดับความเร็วลมสูงจะไม่เกิดเสียงรบกวน ควรพิจารณาหุ้มท่อและหน้ากาลมควบคู่ไปด้วย

6) คอยล์ทำความเย็น

คอยล์เย็นจะมีทั้งแบบขยายตัวโดยตรง หรือแบบน้ำเย็น การเลือกคอยล์สำหรับพื้นที่นั้นขึ้นอยู่กับสถานะเฉลี่ยของพื้นที่ และต้องพิจารณาโหลดทำความเย็นสูงสุดของแต่ละพื้นที่

7) พัดลม

ปกติพัดลมจะถูกออกแบบใบพัดเป็นรูปโค้งด้านหน้าซึ่งมีอัตราทำงานสูงถึง 50,000 cfm พัดลมจะมีขนาดเท่าไรขึ้นอยู่กับค่าความดันสถิตย์ที่ต้องการของระบบท่อและอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอยล์, แผ่นกรอง และต้องปรับความเร็วลม
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) มอเตอร์พัดลม

ต้องคำนวณกำลังให้เพียงพอกับปริมาณอากาศที่ต้องการ ปกติจะใช้สายพานรูปตัววีเป็นตัวขับเคลื่อน มอเตอร์ควรมีระบบควบคุมในกรณีการเปิด, โหลดเกินและการลัดวงจรระหว่างเครื่อง

9) เครื่องให้ความชื้น

นิยมใช้กัน 3 แบบคือแบบละอองน้ำ แบบพ่นไอน้ำ และแบบตะแกรงไอน้ำ แบบละอองน้ำนั้นนอกจากให้ความชื้นแล้วยังจะฟอกอากาศอีกด้วย ส่วนแบบตะแกรงไอน้ำให้ความชื้นได้ดีแต่จะส่งผลเรื่องกลิ่น

6.2 ระบบปรับอากาศในตัว

ปัจจุบันปกติจะใช้งานในช่วง 20-60 ตัน เครื่องแบบนี้มีข้อดีคือ สามารถปรับเปลี่ยนได้ง่ายและค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่ำ แต่มีข้อเสียคือมีขนาดที่จำกัดโดยทั่วไปสามารถจำแนกได้ดังนี้

1) เครื่องปรับอากาศแบบรวมในตัวเดียว

จะรวมเอาเครื่องทำความเย็น, อุปกรณ์ส่งลมและอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ไว้ในเครื่องเดียวเครื่องประเภทนี้สามารถใช้คอนเดนเซอร์ทั้งแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ หรือระบายความร้อนด้วยอากาศแต่แบบระบายความร้อนด้วยน้ำปัจจุบันไม่นิยมใช้

เครื่องปรับอากาศแบบรวมมีด้วยกัน 3 แบบคือ

- แบบหน้าต่าง (windows unit) มีขนาดเล็กอยู่ในช่วง 1/3 – 3 ตัน ปกติจะติดตั้งที่หน้าต่างหรือผนัง เครื่องประเภทนี้ทำงานอิสระปราศจากท่อ
- แบบพื้น (vertical) ออกแบบมาเพื่อติดตั้งโดยตรงในพื้นที่ปรับอากาศ มีขนาดตั้งแต่ 3,5,7.5, 10,15 และ 20 ตัน อาจระบายความร้อนด้วยน้ำหรืออากาศก็ได้ที่เครื่องปรับอากาศแบบที่อยู่อาศัย (residential)

2) เครื่องแบบแยกส่วน

เป็นการนำเครื่องควบแน่นแยกจากเครื่องส่งลม โดยจะแยกเป็นเครื่องภายใน (คอยล์เย็น-พัดลม) และเครื่องภายนอก (คอนเดนเซอร์) สามารถทำงานได้ 100-120 ตัน

3) เครื่องตั้งบนหลังคา

เป็นเครื่องปรับอากาศที่ถูกติดตั้งบนหลังคาเหนือพื้นที่ปรับอากาศโดยตรง กระจายอากาศโดยระบบท่อ เครื่องประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ, ส่วนคอยล์เย็นและพัดลม เครื่องสามารถทำความเย็นได้ถึง 50 ตัน การใช้เครื่องแบบนี้ทำให้สามารถใช้พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) ระบบคอยล์-พัดลม

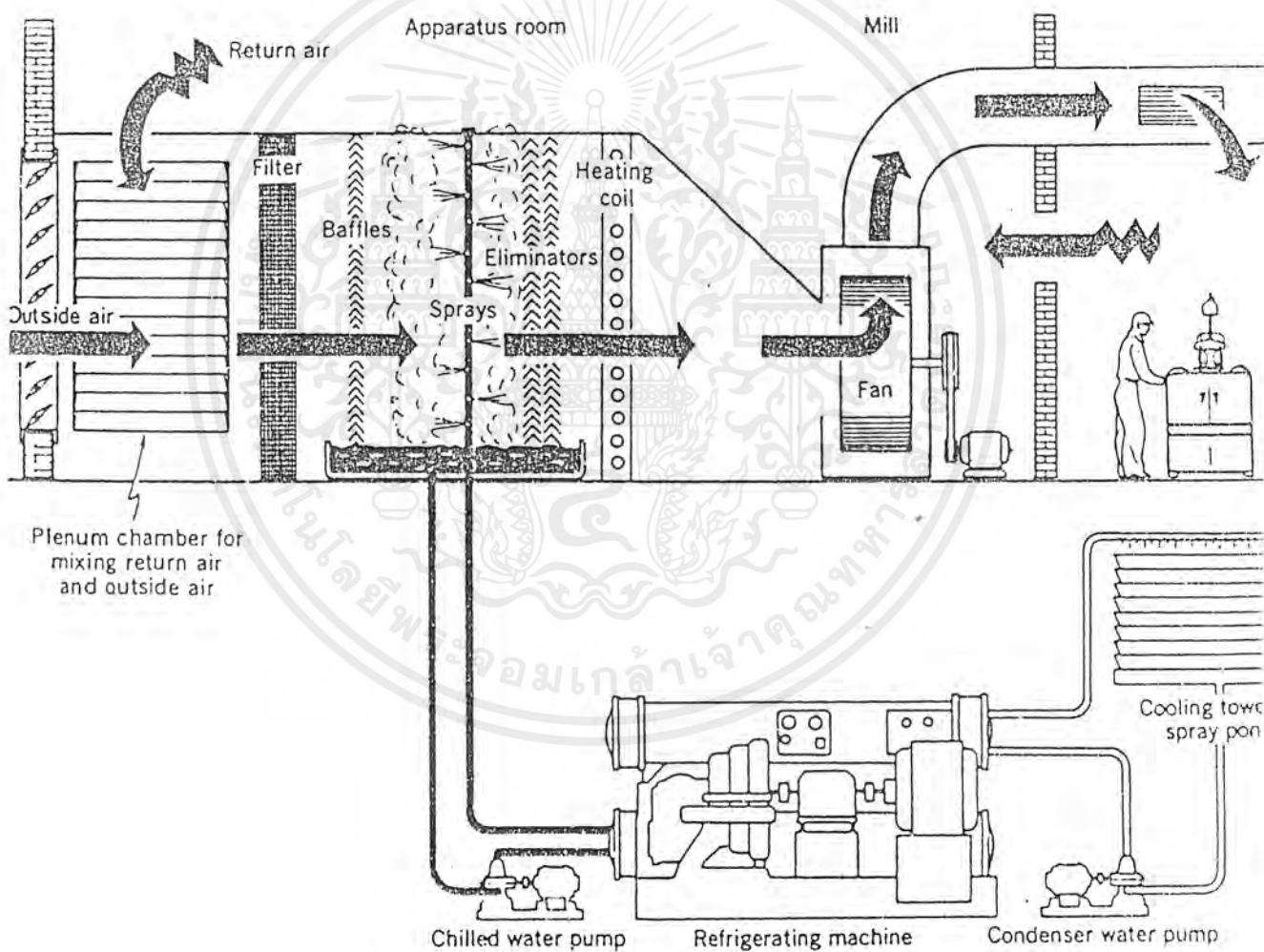
เครื่องชนิดนี้ สามารถใช้น้ำเย็นสำหรับทำความเย็น และน้ำร้อนทำความร้อน ซึ่งคอยล์อันเดียวทำงานได้ทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว พัดลมหมุนเข้า ความดันสถิตยต่ำ ทำให้มีเสียงรบกวนต่ำความสามารถในการทำความเย็นของระบบนี้อยู่ในช่วง 0.5-2 ตันต่อเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ระบบน้ำเย็น (Water Chillers)

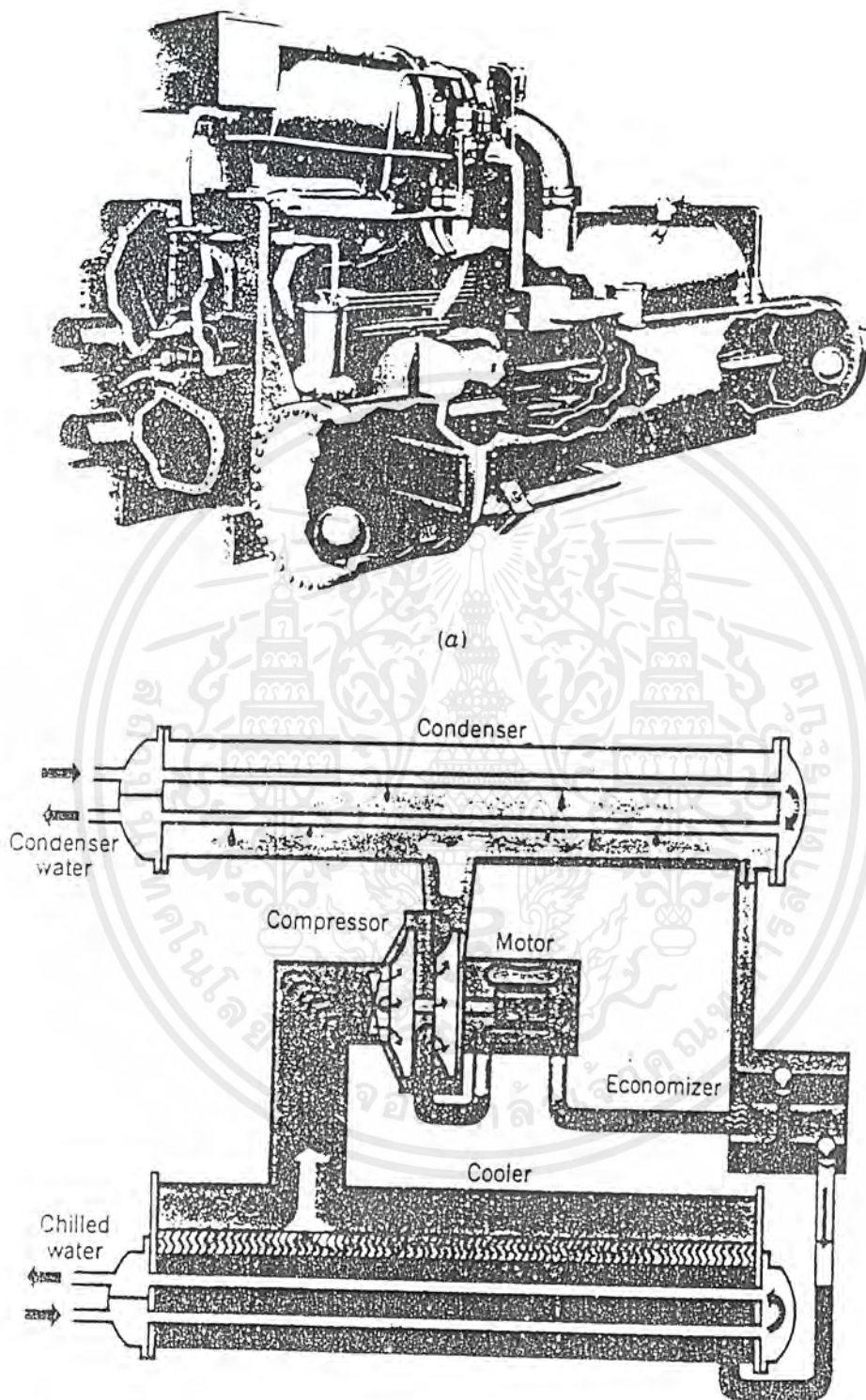
ปัจจุบันการปรับอากาศในพื้นที่ขนาดใหญ่ จะใช้น้ำเย็นเป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน น้ำจะถูกทำให้เย็นในอุปกรณ์ทำความเย็นจากอุณหภูมิห้องถึงอุณหภูมิ ประมาณ 45°F และถูกไหลเวียนไป

เครื่องชนิดนี้ สามารถใช้น้ำเย็นสำหรับทำความเย็น และน้ำร้อนทำความร้อน ซึ่งคอยล์อันเดียวทำงานได้ ทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว พัดลมหมุนเข้า ความดันสถิตยต่ำ ทำให้มีเสียงรบกวนต่ำความสามารถในการทำ ความเย็นของระบบนี้อยู่ในช่วง 0.5-2 ตันต่อเครื่องจะรวมเอาเครื่องทำความเย็น, อุปกรณ์ส่งลมและอุปกรณ์ ควบคุมต่างๆ ไว้ในเครื่องเดียวเครื่องประเภทนี้สามารถใช้คอนเดนเซอร์ทั้งแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ หรือระบายความร้อนด้วยอากาศแต่แบบ



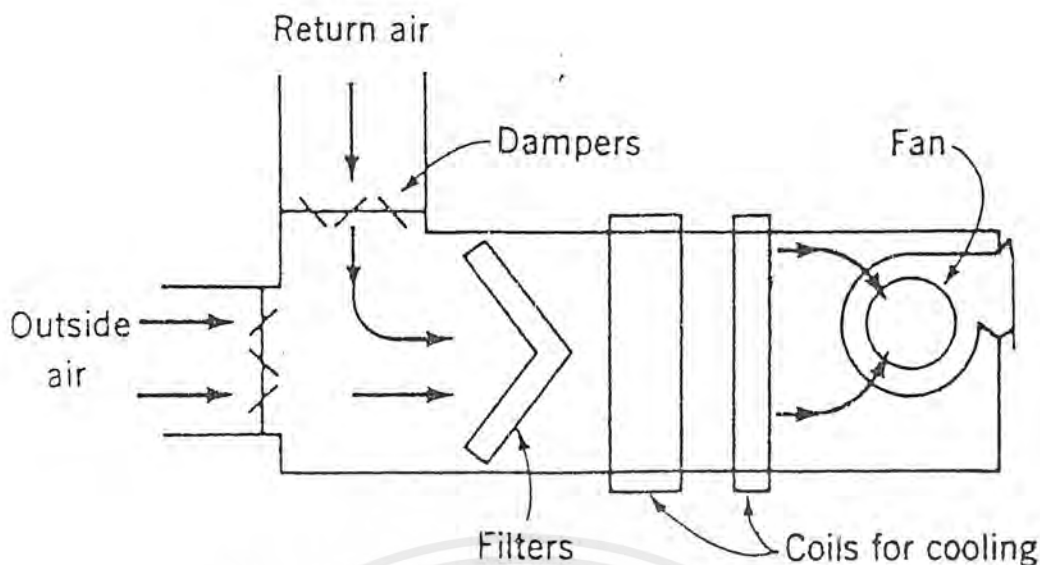
รูป 2.6 ไดอะแกรมระบบปรับอากาศในอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.7 ระบบปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.7 ไลอะแกรมระบบปรับอากาศในอุตสาหกรรม

7.1 คอนเดนเซอร์

ความร้อนจากอีแวปโปเรเตอร์จะถูกนำมาระบายที่คอนเดนเซอร์ โดยคอนเดนเซอร์สามารถแยกได้เป็น 2 แบบคือ

1) แบบใช้น้ำหล่อเย็น

ปกติแบบนี้จะประหยัดที่สุด แต่น้ำต้องหาง่ายและไม่กัดกร่อน เครื่องควบแน่นจะประกอบด้วยเปลือกโลกและมีท่อต่างๆ ถูกสอดผ่านรูต่างๆ ไปตามความยาวของเครื่อง ซึ่งโดยปกติน้ำจะไหลในท่อและสารความเย็นจะไหลในเปลือก

ปริมาณน้ำที่ไหลเวียนในระบบจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ถ้ามีน้ำไหลเวียนมากจะทำให้เครื่องควบแน่นมีความดันต่ำ กำลังเครื่องจึงลดลงทำให้อายุการใช้งานของเครื่องนานขึ้นด้วย โดยทั่วไป จะใช้น้ำ 65°F ประมาณ 2.5 gpm ต่อตันการทำความเย็น

2) แบบอากาศหล่อเย็น

มักใช้กับการปรับอากาศขนาดปานกลางและขนาดเล็กง่ายต่อการบำรุงรักษาคอนเดนเซอร์ แบบอากาศหล่อเย็นประกอบด้วย ท่อคอยล์ทองแดงมีครีป ไร้ออนของระบบจะเข้าทางด้านบน แล้วควบแน่นเป็นของเหลวออกไปทางด้านล่าง และพัดลมจะพัดอากาศมาผ่านครีป ข้อเสียของเครื่องแบบนี้คือช่วงอากาศร้อนตอนเที่ยงจะระบายความร้อนได้ไม่ดี

ถ้าต้องทำความเย็นขนาด 5 ตัน และน้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิ 75°F คอนเดนเซอร์แบบอากาศหล่อเย็น ต้องการเครื่องอัดขนาด 7.5 hp แต่แบบนี้ น้ำหล่อเย็นต้องการเครื่องอัดเพียง 5 hp

ของเหลวออกไปทางด้านล่าง และพัดลมจะพัดอากาศผ่านครีป ข้อเสียของเครื่องแบบนี้คือช่วงอากาศร้อนตอนเที่ยงจะระบายความร้อนได้ไม่ดี

ถ้าต้องทำความเย็นขนาด 5 ตัน และน้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิ 75°F คอนเดนเซอร์แบบอากาศหล่อเย็น ต้องการเครื่องอัดขนาด 7.5 hp แต่แบบนี้ น้ำหล่อเย็นต้องการเครื่องอัดเพียง 5 hp

7.2 ห้องทำน้ำเย็น (cooling towers)

ในระบบของคอนเดนเซอร์ที่ใช้น้ำหล่อเย็น น้ำที่ใช้หล่อเย็นจะถูกนำมาระบายความร้อนที่ห้องทำน้ำเย็นซึ่งแบ่งได้ 2 แบบใหญ่ๆ คือแบบอากาศหมุนเวียนตามธรรมชาติ (Natural-draft) และแบบอากาศหมุนเวียนด้วยแสงกล (mechanical-draft)

1) แบบอากาศหมุนเวียนตามธรรมชาติ

แบ่งได้ 2 ชนิดคือ แบบ spray-filled และแบบ wood filled

- แบบ spray-filled น้ำร้อนจะถูกฉีดลงมาสู่แอ่งน้ำด้านล่าง โดยมีโครงสร้างให้ลมพัดผ่านได้ โดยความเร็วลมที่เหมาะสมอยู่ในห้อง 3-5 mph พัดลักษณะตั้งฉากกับห้องน้ำเย็น

- แบบ dech-filled โครงสร้างทำด้วยไม้แข็งหรือเหล็กโดยภายในมีชั้นไม้วางเรียงจากบนลงล่างอย่างเหมาะสม อาจมีขนาดตั้งแต่ 4 x 6 x 10 ฟุตถึงขนาด 20 x 100 x 60 ฟุต ขนาดทำความเย็นสูงได้ถึง 1,000 ตัน น้ำร้อนจะตกลงมาจากด้านบนลงสู่แอ่งน้ำด้านล่างความเร็วลมที่ต้องการคือ 3 mph และต้องการโครงสร้างที่สูงกว่าแบบ spray-filled

2) แบบอากาศหมุนเวียนด้วยแรงกล

แบบนี้จะใช้พัดลมบังคับการไหลเวียนของอากาศแทนการพึ่งธรรมชาติของลมแบ่งได้ 2 แบบ คือแบบเป่าอากาศเข้า (forced-draft) และแบบดูดอากาศออก (Induced-draft)

- แบบเป่าอากาศเข้า โครงสร้างอาจเป็นไม้ โลหะหรืออิฐ สามารถเป็นได้ทั้งปล่อยน้ำตกลงมา หรือใช้สเปรย์น้ำลงมา ด้านล่างจะมีพัดลมพัดให้อากาศเข้าจากทางด้านล่างแล้วออกไปทางด้านบน ความเร็วลมที่ต้องการประมาณ 350 cfm ต่อตันทำความเย็น

- แบบดูดอากาศออก ลักษณะคล้ายแบบเป่าอากาศเข้าเพียงแต่ตำแหน่งพัดลมวางอยู่ด้านบนเพื่อดูดอากาศให้สวนผ่านน้ำที่ตกลงไป

บทที่ 3

การตรวจสอบพื้นที่การทำความเย็นขั้นต้น

เนื่องจากการใช้เครื่องปรับอากาศหมายถึงการทำให้พื้นที่เกิดความสบายขึ้น ดังนั้นเราจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สภาพของอุณหภูมิและความชื้น

- 1.1 บริเวณห้อง
- 1.2 หัวจ่ายอากาศเย็น
- 1.3 ผลกระทบภายใน
- 1.4 ผลกระทบภายนอก

2. อากาศเย็นจะถูกจ่ายมายังพื้นที่อย่างไร

- 2.1 ออกจากเพดาน
- 2.2 ออกจากผนัง
- 2.3 ออกจากพื้น
- 2.4 ระดับที่อยู่สูงขึ้น ไปเหนือบริเวณนั้น

3. กิจกรรมที่ทำ

- 3.1 นั่ง ได้แก่ นั่งเฉยๆ นั่งคุยกัน นั่งทำงาน
- 3.2 ยืน ได้แก่ ยืนทำงาน ยืนคุยกัน
- 3.3 เคลื่อนที่ไปมา
- 3.4 ทำงานกับเครื่องจักร

4. ตัวช่วยทำให้อากาศเคลื่อนที่

- 4.1 พัดลมเพดาน

5. ปริมาณอากาศเย็นที่จ่าย

- 5.1 ขึ้นอยู่กับความต้องการของคนเราว่าต้องการขนาดไหน

6 ปัจจัยอื่นๆ

1) ที่อุณหภูมิประมาณ 75°F ความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 60% เป็นสถานะที่คนเรารู้สึกสบายที่สุด อุณหภูมิจุดน้ำค้างที่สถานะนี้ประมาณ 60°F ดังนั้นที่บริเวณพื้นผิวใดๆ ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 60°F บริเวณนั้นจะเกิดการกลั่นตัว

2) ถ้ามีความชื้นใดๆเกิดขึ้น(คนเราระบายความร้อนทางเหงื่อประมาณ 40%) หัวจ่ายจะต้องสามารถดูดซับความชื้นได้ โดยอุณหภูมิของอากาศเย็นที่จ่ายออกมาจะต้องต่ำกว่า 60°F เพื่อที่จะดูดซับความชื้นได้ ถ้าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิของอากาศเย็นที่จ่ายต่ำกว่าอุณหภูมิห้องจะทำให้ความชื้นลดลงแต่มีขอบเขตจำกัดเพราะอากาศตรงทางออกจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำและอาจเกิดตะกอนด้วย อาจใช้วิธีหนึ่งคือ ทำให้เย็นมากขึ้นแล้วอุ่นซ้ำ (overcool the air and reheat) แต่วิธีนี้ไม่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพทางพลังงาน

3) การแผ่รังสีความร้อนจากอุปกรณ์สำนักงาน, แสงสว่าง และเครื่องจักร เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิห้องสูงขึ้น จึงจำเป็นต้องลดอุณหภูมิห้องลงไปอีก

4) การแผ่รังสีความร้อนจากหน้าต่าง, ผนัง, เพดาน และพื้นเรียบ ทำให้สภาวะทางความเย็นเสียไป และอาจต้องการการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในพื้นที่ที่แน่นอนในบางช่วงของวัน

5) อากาศเย็นที่ออกจากเพดานส่งผลให้ประมาณ 40% ของอากาศเย็นที่จ่ายให้กับห้องมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศเย็นที่ออกจากท่อ การปรับทิศทางตรงทางออกน่าจะดีกว่าการกำหนดทิศทางที่ตายตัวเพราะว่าอากาศเย็นสามารถถ่ายไปในพื้นที่ที่เหมาะสมได้

6) หัวจ่ายจากผนังอาจจะมีการปรับ โดยความเร็วของอากาศเย็นจะต้องเพียงพอที่จะรักษาระดับให้อยู่เหนือศีรษะก่อนที่จะรวมกับอากาศของห้อง

7) อากาศเย็นถูกจ่ายออกจากพื้น ฐานของหน้าต่าง หรือช่องทำความเย็น อากาศเย็นที่ออกจากหัวจ่ายจะต้องมีความเร็วเพียงพอเพื่อที่จะไปได้ทั่วทั้งห้องก่อนที่จะตกลงสู่พื้น

8) หนึ่งในวิธีที่ดีที่สุดของการลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศในห้องที่มีเพดานสูงกว่า 10 ฟุต คือให้จ่ายอากาศเย็นที่ระดับความสูง 10 ฟุต ส่วนระดับที่สูงกว่านี้ให้ปล่อยไว้เลยๆ (จากประสบการณ์ ในโบสถ์ที่เพดานสูง 30 ฟุต อากาศเย็นถูกจ่ายที่ระดับ 11 ฟุตอุณหภูมิห้อง 75°F ทดสอบที่ระดับความสูง 14 ฟุตวัดอุณหภูมิได้ 80°F และที่ระดับความสูง 16 ฟุต วัดอุณหภูมิได้ 90°F)

9) ทำนังเป็นท่าที่ทำให้เกิดความร้อนน้อยกว่าการทำอย่างอื่น อาจจะส่งผลให้เกิดความสบายกว่าการทำอย่างอื่นขณะที่อุณหภูมิสูงขึ้น ขณะเดียวกันการเคลื่อนที่ของอากาศเย็นที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไปจะรู้สึกได้เร็วมาก

10) การขึ้นยังคงส่งผลต่อสภาวะต่างๆเหมือนกับการนั่งยกเว้นจะมีความเมื่อยล้ามากกว่า ซึ่งทำให้ต้องการอากาศที่เย็นกว่า

11) กิจกรรมที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น จึงต้องการอุณหภูมิที่ต่ำลงและอากาศถ่ายเทที่ดีขึ้น

12) การค้นคว้าของ ASHRAE ได้แสดงให้เห็นว่าระดับของความสบายอาจเพิ่มขึ้นถ้าความเร็วของอากาศเย็นประมาณ 300 fpm พัดลมเพดานสามารถทำความเร็วระดับนี้ได้ดี โดยต้องรักษาระดับของอากาศในระดับที่ต่ำให้เพียงพอและไม่เป็นการรบกวนการจ่ายอากาศในระดับที่สูงขึ้น

13) สำหรับบางเหตุผลเกือบจะทุกระบบที่ได้ทดสอบมาแล้วในช่วงค่าปริมาณอากาศ(cfm) ต่ำๆ อาจทำให้สายพานหย่อน ถ้าพัดลมมีใบพัดเป็นแบบโค้งไปข้างหน้า(forward curve blade) จะทำให้ใบพัดสกปรกและเกิดสนิม หรือระบบอาจจะมีความดันสถิต (static pressure) สูงขึ้น ปริมาณอากาศต่ำหมายถึงอุณหภูมิของอากาศที่จ่ายต่ำกว่าที่เครื่องทำความเย็นต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบพื้นที่การทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศขั้นต้น

โดยเริ่มต้นที่อุณหภูมิภายนอก 85°F - 95°F และอุณหภูมิภายใน 74°F - 76°F

1. สถานะเกี่ยวกับพื้นที่ทำความเย็น

1.1 วัดอุณหภูมิห้อง

1.2 อ่านค่าจากเทอร์โมสแตทที่ตั้งค่าไว้

1.3 วัดอุณหภูมิลมจ่ายที่เพดานและผนังห้อง

1.4 ถ้าอุณหภูมิของลมจ่ายสูงกว่าที่ตั้งค่าไว้ที่เทอร์โมสแตท 2°F ขึ้นไป อุณหภูมิของลมจ่ายควรต่ำกว่า 60°F ถ้าสูงกว่า 60°F ให้ทำตามข้อ 1.5

1.5 ตั้งค่าอุณหภูมิของเทอร์โมสแตท ให้ต่ำกว่าอุณหภูมิห้องอย่างน้อย 5°F แล้ววัดอุณหภูมิของอากาศที่จ่ายซึ่งควรจะลดลง ถ้าอุณหภูมิห้องลดลงต่ำกว่า 5°F จะต้องจำกัดการไหลของอากาศ

1.6 ตั้งค่าอุณหภูมิของเทอร์โมสแตทให้สูงกว่าอุณหภูมิห้อง 5°F แล้ววัดอุณหภูมิห้อง ถ้าสูงกว่า 80°F แสดงว่ามีความร้อนมากเกินไป หรืออากาศจากข้างนอกเข้ามามากเกินไป

1.7 วางตำแหน่งช่องอากาศไหลกลับ ถ้าในห้องมีเพดานและมีที่ว่างเหนือเพดานสำหรับอากาศไหลกลับ วัดอุณหภูมิของอากาศเหนือเพดานใกล้กับคอยล์เย็นมากที่สุด ถ้าต่ำกว่าอุณหภูมิห้องแสดงว่าท่อมีการรั่ว

1.8 การรั่วในท่อ Fiberglass ดูการกลายตัวของกระดากที่รอยต่อและที่เกลียวต่อกับท่อใหญ่ ถ้าเป็นโลหะแผ่นดูที่แนวเป็นครงรอยต่อ

1.9 ถ้าห้องใหญ่กว่า 100 ตารางฟุต ให้แบ่งพื้นที่ห้องย่อยๆ เพื่อวัดอุณหภูมิอย่างน้อยทุกๆ 50 ตารางฟุต ถ้าค่าที่วัดได้เปลี่ยนแปลงเกิน 2°F จะต้องหาสาเหตุคือ

- ตำแหน่งของหัวจ่าย

- แหล่งที่ทำให้เกิดความร้อน เช่น อุปกรณ์สำนักงาน แสงสว่าง รังสีความร้อนจากหน้าต่างและผนัง และปริมาณคน

1.10 ถ้าจุดที่ร้อนห่างจากหัวจ่ายมากกว่า 20 ฟุต ความเร็วของอากาศเย็นที่ออกจากหัวจ่ายอาจจะไม่สูงพอ ควรจะปรับที่หัวจ่ายหรือปรับปริมาณอากาศเย็นเพิ่มขึ้น

1.11 สังเกตดูการไหลของแอร์ตรงหัวจ่ายควรปรับให้ออกมาอยู่ที่ระดับเหนือศรีษะ

1.12 ถ้าเพดานสูงกว่า 12 ฟุต และหัวจ่ายอยู่ที่ระดับนี้หรือสูงกว่านี้ อากาศอุ่นใกล้กับเพดานควรจะได้รวมตัวกับอากาศเย็น ตรวจสอบความเป็นไปได้ที่จะทำให้หัวจ่ายอยู่ต่ำกว่านี้ แล้ววัดอุณหภูมิที่ระยะต่ำกว่าเพดาน 6 นิ้ว, สูงจากพื้น 5 ฟุต, สูงจากพื้น 6 นิ้ว แล้วปรับที่หัวจ่ายเพื่อที่จะให้ระดับจากพื้นถึง 6 ฟุตมีอุณหภูมิเท่ากัน

1.13 ถ้ายังมีพดลมเพดานอยู่ก็ควรจะสูงไม่เกิน 12 ฟุต ถ้าสูงกว่านี้มันจะพัดเอาอากาศอุ่นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สภาพของอุปกรณ์การใช้เครื่องปรับอากาศ

2.1 วัดอุณหภูมิของอากาศเย็นที่จ่ายในท่อทางออก(leaving unit)

2.2 เปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่วัดได้ตรงทางออก ถ้าต่างกันเกิน 2°F แสดงว่ามีปัญหาที่ฉนวนหุ้มท่อ

3. จำแนกชนิดของระบบ

3.1 โซนเดียว

3.2 หลายโซน

3.2 ความร้อนย้อนกลับ (Reheat)

3.4 กล่องผสมแรงดันขนาดกลาง (Medium pressure mixing box)

3.5 การเปลี่ยนแปลงของปริมาตรอากาศ

3.6 กรณิต่างๆ ไป โดยเอากรณีเฉพาะรายมาอ้าง

4. วัดอุณหภูมิในท่อลมกลับ (Return Air Temperature)

5. วัดอุณหภูมิในท่ออากาศภายนอก (Outside Air Duct)

6. วัดอุณหภูมิของอากาศผสมที่ทางเข้า (Mixed Air Entering Unit)

7. คำนวณเปอร์เซ็นต์ของอากาศภายนอก จากอุณหภูมิข้อ 4, 5, 6

$$\text{เปอร์เซ็นต์อากาศภายนอก} = \frac{\text{Mixed Air Temperature} - \text{Return Air Temperature}}{\text{Outside Air Temperature} - \text{Return Air Temperature}} * 100$$

8. ตรวจสอบปริมาณอากาศไหลเวียน ประมาณ 20 cfm / คน

9 ตรวจสอบคอยล์เย็นดังนี้

9.1 ครีปสะอาดหรือไม่

9.2 จำนวนแถวของท่อมีกี่แถว คำสุดควรจะเป็น 4 แถว ควรจะเป็น 6 แถวดีที่สุด

10. ตรวจสอบพัดลม

10.1 พื้นที่ว่างรอบๆ คอยล์ เพื่อที่จะให้อากาศเย็นไหลผ่านได้หรือไม่

10.2 สำรตรวจใบพัดว่ามีสิ่งสกปรกหรือสนิมเกาะหรือไม่ถ้ามีจะทำไปปริมาตรแอร์ลดลง

11. ตรวจสอบสายพานพัดลมว่าตึงพอดีหรือไม่

12. ขณะพัดลมกำลังหมุนวัดกระแสและแรงดันที่มอเตอร์ (ตรวจสอบกับค่าที่โรงงานกำหนดมากับมอเตอร์)

ถ้ากระแสต่ำแสดงว่าความสามารถของพัดลมต่ำ ถ้าการไหลของอากาศมีค่าน้อยต้องลดอุณหภูมิของหัวจ่ายลงเพื่อทำความเย็นให้เพียงพอ ดังนั้นจึงต้องให้กำลังเพิ่มขึ้น เพื่อให้ระบบทำงาน

13. ตรวจสอบเครื่องกรอง ต้องสะอาดอยู่เสมอ

14. ตรวจสอบตามฝาครอบต่างๆ ว่ามีอากาศรั่วหรือไม่

15. วัดแรงดันสถิต (Static Pressure) ของอากาศขาเข้าและขาออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบทำความเย็นที่มีท่อยาวๆส่วนมากต้องการแรงดันสถิตย์ด้านจ่ายประมาณ 1" W.G. Mixing box และ ต้องการสูงถึง 4" W.G.แรงดันสถิตย์สูงแสดงว่าเกิดการอุดตันในท่อซึ่งอาจเกิดจาก ความชื้นและใบพัดที่ โกง ถ้าแรงดันสถิตย์ต่ำมากๆ แสดงว่าท่อรั่ว

สภาวะของเครื่องทำความเย็น (Refrigeration Equipment Condition)

1. ระบบที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ

1.1 วัดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอยล์ของคอนเดนเซอร์และเมื่อออกจากพัดลมของคอนเดนเซอร์ ถ้า สูงขึ้นประมาณ 20°F แสดงว่าปกติ

1.2 วัดกระแส และแรงดันที่มอเตอร์ของพัดลมคอนเดนเซอร์ แล้วเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดมา จากโรงงาน

1.3 ถ้ามีพัดลมที่คอนเดนเซอร์มากกว่า 1 ตัวและไม่ได้ทำงานทุกตัว แสดงว่าระบบทำงานไม่เต็มที่ กระแสอาจจะไม่สูงเท่าตอนทำงานเต็มที่

2. ระบบที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ

วัดอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกที่คอนเดนเซอร์ถ้าสูงขึ้น 10°F แสดงว่าปกติ ถ้าอุณหภูมิด้านต่ำ เพิ่มขึ้นแสดงว่าระบบทำงานไม่เต็มที่ ถ้าอุณหภูมิด้านสูงเพิ่มขึ้นแสดงว่ามีน้ำไหลผ่านน้อยปั๊มน้ำอาจจะมี ปัญหา

3. สภาวะของคอนเดนเซอร์

3.1 ระบายความร้อนด้วยอากาศ ตรวจสอบว่าคอยล์ของคอนเดนเซอร์สะอาดหรือไม่ มีอะไรกีดขวาง ตรงทางเข้าและทางออกของอากาศหรือไม่

3.2 ระบายความร้อนด้วยน้ำ ตรวจสอบว่าเปลี่ยนน้ำในท่อปลีกย่อยภายในเวลา 2 ปีหรือไม่

4. ตำแหน่งของการควบแน่น

ถ้าตำแหน่งของคอนเดนเซอร์อยู่สูงกว่าท่อของสารทำความเย็น ท่อของสารทำความเย็นจะต้องมีความยาวและความสูงที่พอเหมาะ ถ้าเกจวัดสารทำความเย็นยังติดตั้งอยู่ให้อ่านค่าแล้วนำไปเปรียบเทียบกับ แผนภูมิแรงดันและอุณหภูมิ ความดันที่ทางเข้าควรจะเท่ากับ 40 psi หรือ 50 psi ความดันที่ทางออกควร จะเท่ากับ 95 psi – 115 psi ในขณะทำงานเต็มที่ ถ้าทางเข้าไม่มีเครื่องดักตะกอน คอยล์บางส่วนอาจจะเปื้อนน้ำ มัน ได้ หากทำให้ท่อของคอยล์อยู่ต่ำลงกว่านี้

ระบบการให้น้ำเย็น (Chilled Water Systems)

1 วัดแรงดันของน้ำที่จุดสูงสุดของระบบ อาจจะต่ำสุด 10 psi เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกตัวมีน้ำ ไหลผ่าน ถ้าต่ำกว่า 10 psi ต้องติดตั้งวาล์วส่งน้ำ(make up water valve), แทงค์ขยาย(expansion tank) และ วาล์วลดความดัน(relief valve) แล้วทำการปรับให้เหมาะสม ถ้าวาล์วลดความดันเปิดอยู่ที่ 12 psi ควรจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนที่ด้วยวาล์วขนาด 30 psi วัดอุณหภูมิของน้ำเย็นขาเข้าและขาออกของเครื่องทำน้ำเย็น อุณหภูมิขาออกควรจะเป็น 42°F - 45°F สำหรับการลดความชื้น อุณหภูมิขาเข้าควรจะสูงกว่าอุณหภูมิขาออกประมาณ 8°F - 12°F ถ้าสูงกว่านี้แสดงว่าน้ำไหลผ่านน้อยเกินไป ถ้าต่ำกว่านี้แสดงว่ามีตะกอนมาเกาะตามท่อของเครื่องทำความเย็น

2 วิเคราะห์การกระจายของท่อ ส่วนมากระบบการทำน้ำเย็นจะจ่ายน้ำเย็นให้กับอาคารเย็นหลายหน่วย การควบคุมอุณหภูมิแต่ละหน่วยปกติจะใช้ 2 ตำแหน่ง หรือวาล์ว 3 ทิศทาง ถ้าใช้แบบ 2 ตำแหน่งต้องป้องกันการทำงานเกินภาระ (overload) ของปั๊มน้ำที่ผ่านจากท่อจ่ายถึงท่อไหลกลับ ถ้าใช้แบบวาล์ว 3 ทิศทางเพื่อให้ น้ำไหลเวียนตลอดเวลา ตรวจสอบกับเส้นโค้งความสามารถที่โรงงานกำหนดมา (manufacturers capacity curves) ที่ตัวปั๊มเพื่อที่จะทำงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด วาล์ว 3 ทิศทางอาจจะเปิดได้ที่จะปิดทางผ่าน แล้วเปิดช่องควบคุมที่ตัวปั๊มเพื่อที่จะวางชิ้นส่วนของตัวจ่ายน้ำกลับไปยังเครื่องทำน้ำเย็น วิธีนี้เป็นการลดการเกิดแรงดันตก (pressure drop) ในท่อและกำลังมอเตอร์ของปั๊ม

คำเตือน เครื่องทำน้ำเย็นต้องการน้ำไหลผ่านเพื่อป้องกันการแข็งตัว วัดอุณหภูมิของผิวท่อจ่ายและแรงดันของน้ำที่ขึ้นส่วนต่างๆ ของระบบเพื่อกำหนดสมดุลการไหล ขึ้นอยู่กับการทำงาน วิธีหนึ่งที่ไม่ค่อยใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นที่ไหลต่ำๆ คือ ปิดทางผ่านของวาล์วทั้งหมด ยกเว้นตรงปลายสุดของท่อ ปั๊มควบคุมแรงดันด้านคายจะหยุดทำงานและปั๊มตัวที่สองเริ่มทำงานด้วยการหน่วงเวลา

ระบบการจ่ายอากาศเย็น (Air Distribution System)

1 แรงดันสถิตของหัวจ่ายอากาศเย็นมีค่าสูง

1.1 วัดแรงดันสถิตขาเข้าและขาออกที่

- 1) วาล์วกันกลับ
- 2) แผ่นกันไฟ
- 3) แผ่นกันแบบใช้มือปิดเปิด
- 4) กล่องผสมอากาศ
- 5) แผ่นกันตรงทางออกของแอร์
- 6) รูเสียบปลั๊กในท่อควรจะมีปิดด้วยจุกอุดหรือกระดากวาล์วหลังจากทดสอบเสร็จ

1.2 เช็คความถูกต้องของการต่อแผ่นกัน

- 1) แขนม้วนหลวมหรือไม่
- 2) แผ่นกัน เปิดสุดหรือปิดสุดตอนที่จับช่วงชักของแขน
- 3) ในแผ่นกันหลายๆ ตัว มีตัวใดตัวหนึ่งเปิดสุดเมื่อตัวอื่นปิดสุดหรือไม่
- 4) มอเตอร์ไปหมุนแผ่นกันเมื่อเต็มช่วงชักหรือไม่
- 5) ในแผ่นกันไฟ ได้ต่อแบบดึงเกินไปหรือหลวมเกินไปหรือไม่ แผ่นกัน เปิดสุดหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) แผ่นกั้นเคลื่อนย้ายง่ายหรือไม่ หยอดน้ำมันหล่อลื่นถ้าจำเป็น

1.3 ปัญหาต่างๆ

- 1) ภายในของฉนวนหุ้มท่อเกิดการคลายตัวและหยุดที่ส่วนโค้งของท่อและแผ่นกั้น
- 2) แผ่นกั้นบางส่วนหรือทั้งหมดถูกปิด ให้ตั้งตำแหน่งของแผ่นกั้นใหม่
- 3) ท่อที่เย็นจัดให้ปิดไว้เพื่อทำหน้าที่จ่ายลมให้ทางออกทำให้เกิดความยุ่งยาก
- 4) คอลย์ร้อนสกปรกหรือไม่
- 5) ความยุ่งยากหลายประการของห้อง 90 องศา (ตรวจสอบแรงดันสถิตเข้าและขาออก) แล้วเปรียบเทียบกับแผนภูมิ จากประสบการณ์ ห้อง 90 องศา 2 ตัวต่อเข้าด้วยกัน 20 ฟุตจากพัดลม ระบบอยู่กับที่ 4 นิ้ว มีแรงดันตก 3 นิ้ว ถ้าเปลี่ยนเป็นห้อง 45 องศา 3 ตัวระบบอยู่กับที่ เหลือ 1/2 นิ้ว
- 6) ในระบบท่อคู่ให้สมดุลแรงดันสถิตทั้ง 2 ท่อภายใต้เงื่อนไขของความร้อนและความเย็น
- 7) แรงดันสถิตของอากาศที่จ่ายมีค่าน้อย
 - ถ้าอุณหภูมิไหลกลับของอากาศมีค่าต่ำดูว่ามีการรั่วในท่อหรือไม่
 - ตรวจสอบการหมุนของพัดลม, ความเร็วรอบ, กระแส, สายพาน และปัจจัยต่างๆ แล้วเปรียบเทียบกับความโค้งงอของใบพัดบางตัวที่โค้งไปข้างหน้า จากประสบการณ์ ที่ 8,000 cfm A/C 2 forward curves fans ทำงานที่ 4,000 cfm ที่โหลดเต็มที่ ข้อต่อสามทางยาว 4 ฟุต จากพัดลมที่ถูกครอบกวนทิศทางของอากาศ
 - ถ้าระบบเป็นแบบพัดผ่านให้หา คอลย์ที่อากาศไหลผ่านได้ตลอด และตัวกรอง

2 ปริมาณอากาศ

2.1 ถ้าปริมาณอากาศที่จ่ายจากทางออกมีค่าน้อยกว่าปริมาณแอร์ที่จ่ายทั้งหมด ให้ทำดังต่อไปนี้

1) หากการรั่วไหลในท่อ

- บริเวณลำท่อ
- ที่รอยต่อกับท่อย่อย
- ที่รอยต่อจากท่อยังมาซึ่งทางออกของอากาศเย็น

จากประสบการณ์ จากการทดสอบบ้านจำนวน 100 หลัง รอยต่อระหว่างท่อกับทางออกของอากาศเย็นที่เพดานจะเกิดการรั่วประมาณ 56 หลัง SMACCNA ต้องใช้โลหะแผ่นทำเป็นปลอกหุ้มระหว่างท่อกับทางออกอากาศเย็น

2.2 ตรวจสอบการทำงานของพัดลม ถ้าปริมาณของอากาศมีน้อย

1) ตะแกรงตรงผนังอาจจะมีการปรับ จะต้องมีความเร็วของอากาศเพียงพอที่จะรักษาระดับให้อยู่เหนือศีรษะก่อนที่จะรวมกับอากาศของห้อง จากประสบการณ์ การทำความสะอาดตะแกรงทำให้ห้องที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

70°F, 30% ความชื้นสัมพัทธ์ ทำเป็น 56°F จากภาระ 228 ตัน ลดภาระลงเหลือ 76 ตัน และเพิ่มปริมาณอากาศจาก 9000 cfm เป็น 28000 cfm

2) ตรวจสอบสถานะที่ทางเข้าของอากาศถ้าหาค่าได้ ที่ท่อทางเข้าท่อควรจะไม่ตั้งตรงกับทางออก

3) ถ้าลมพัดตามแนวแกน เช็ค่า MFR สำหรับระยะทางของทางเข้าและทางออกท่อควรจะเป็นท่อตรง

4) ตรวจสอบการเสียวกลับทันทีทันใดในท่อ ถ้ามีควรจะปิดท่อเพราะจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของอากาศทั้งขาเข้าและขาออก

5) ตรวจสอบความสกปรกหรือสนิมตามใบพัด ของตัวเป่า (Blower) โดยเฉพาะ forward curve ควรทำความสะอาดด้วยความระมัดระวัง

6) เช็ความสมดุลของใบพัด

3 รูปแบบการไหลของอากาศ

3.1 หัวจ่ายที่ผนัง

1) ถ้าอากาศไปไม่ถึงผนังฝั่งตรงข้ามให้ปรับช่องใบพัดด้านหน้า, 1/3 ของด้านล่างให้ปรับขึ้น, 1/4 ของด้านบนให้ปรับลง ถ้าใบพัดด้านหน้าอยู่ในแนวตรงให้ปรับใบพัดที่อยู่แนวข้างหลังเหมือนกับข้างหน้า ถ้าใบพัดอยู่เสมอกันให้ปรับประมาณครึ่งทางของแนวนอน

2) ในฤดูหนาวการให้ความร้อนแก่พื้นทำได้โดยปรับตะแกรงลงมาข้างล่าง

3) ปรับช่องใบพัดให้อยู่ในแนวตรงสำหรับห้องที่จ่ายอากาศได้ทั่วถึงอยู่แล้ว

3.2 หัวจ่ายที่เพดาน

1) ถ้าหัวจ่ายไม่สามารถปรับทิศทางได้และอยู่ใกล้เพดาน ให้เคลื่อนย้ายและเปิดด้านคู่ออกข้างนอกใกล้กับผนังด้วยกระดากว้างๆทางเข้าของอากาศ

2) ถ้าหัวจ่ายอยู่ที่เพดานและอากาศเย็นตกมาไม่ถึงพื้นให้ปรับจุดกึ่งกลางของหัวจ่าย

3) ตรวจสอบทิศทางของหัวจ่ายให้เป็นแนวเส้นตรงเดียวกับตำแหน่งของต้องการลดแผ่นกันเพื่อให้ค่าทิศทางไหลของอากาศเป็นไปอย่างเหมาะสม

3.3 ทางออกของลมกลับ

1) วัดปริมาณอากาศที่ช่องลมกลับและที่หัวจ่าย เพื่อทำการตรวจสอบถ้าอากาศเย็นเกิดการรั่วไหล ใช้ช่องของหัวจ่ายเล็กน้อย 12 นิ้ว เพื่อที่จะได้อากาศที่ดี

2) ตำแหน่งของช่องลมกลับเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็นสำหรับการทำความเย็น แต่จะต้องใกล้กับพื้นสำหรับการให้ความร้อน ถ้าอยู่สูงให้ปรับที่จ่ายอากาศอุ่นลงมาจากพื้น

3.4 เสียงดังของอากาศที่ผ่านหัวจ่าย

เสียงดังที่หัวจ่ายเกิดจากแผ่นกันที่ด้านหลัง หรือถ้าหัวจ่ายเล็กเกินไปพยายามหมุนแผ่นกัน ไป

90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 การควบคุม

4.1 ขั้นพื้นฐาน – เขตเดียว

- 1) ทดสอบภายใต้สภาวะการใช้เครื่องปรับอากาศ จะต้องแสดงให้เห็นถ้า เทอร์โมสแตททำงาน
- 2) ในระบบการขยายตัวในแนวที่เทอร์โมสแตท จะต้องเป็นตัวปิดเปิดคอมเพรสเซอร์
- 3) ถ้ามีวาล์ว โซลินอยล์ในแนวของเหลว ไปยังคอยล์ของเทอร์โมสแตทจะไปจับวาล์วให้คอมเพรสเซอร์ทำงานครบรอบในช่วงความดันต่ำถ้ามีการใช้จุดปรับอากาศมากกว่า 1 จุดในระบบคอมเพรสเซอร์ตัวเดียว การควบคุมค่อนข้างจะแน่นอนด้วยการให้ข้างในไม่มีการะการทำงานโดยแรงดันของสารทำความเย็น

4.2 ระบบแผ่นกันผสม

- 1) เทอร์โมสแตทจะเลื่อนแผ่นกันเข้าไปในท่อเพื่อที่จะหาสัดส่วนของผลรวมอากาศเย็นและไม่เย็น เพื่อแสดงค่าอุณหภูมิได้ถูกต้อง
- 2) บริเวณสังเกตการณ์ ถ้ามีบางจุดเย็นกว่าจุดอื่น ให้ตรวจสอบแผ่นกันผสมและมอเตอร์ของแผ่นกัน โดยให้คนไปเคลื่อนย้ายเทอร์โมสแตทแผ่นกัน จะรู้แม้แต่เวลาปิด ดูที่แขนของแผ่นกัน มอเตอร์ของแผ่นกัน จะหมุนไปทุกทิศทางขณะเปิดและปิดหรือไม่
- 3) แผ่นกันทำงานทุกที่ทั้งภายนอกและบริเวณช่องลมกลับแผ่นกันสามารถเช็คด้วยเทอร์โมสแตท เปรียบเทียบขณะที่ร้อน, ขณะที่เย็นและอุณหภูมิบริเวณที่ห่วย่าย เมื่อแผ่นกัน ปิดเต็มที่ทั้ง 2 ตำแหน่ง ด้านอากาศขาเข้าให้ตรวจสอบอุณหภูมิผสมกับอากาศไหลกลับแผ่นกัน ภายนอกตอนที่ปิด เปรียบเทียบขณะที่อากาศภายนอกถูกผสมกับอากาศกลับที่แผ่นกัน ถูกปิด

4.3 ระบบอื่นๆ

ระบบอื่นๆ เกือบทุกระบบการควบคุมคอมเพรสเซอร์โดยใช้เทอร์โมสแตท ในทางออกของอากาศที่คอยล์เย็น โดยเทอร์โมสแตทนี้จะเป็นตัวควบคุมวาล์วโซลินอยล์บนแนวของเหลวไปยังคอยล์ หรือผิวหน้าแล้วผ่านไปยังแผ่นกัน บนคอยล์ อย่างหลังจะทำให้การลดความชื้นดีกว่า และสวิทช์ที่ปลายสุดบนมอเตอร์ของ dampers จะควบคุมคอมเพรสเซอร์ถ้าผิวหน้าถูกปิดเกือบหมด

บทที่ 4

ระบบการปรับอากาศและการทำความเย็น

ระบบการปรับอากาศ (Air Conditioning System)

ตรวจความดันสถิตที่ดักคร่อมอีแวปโพเรเตอร์ จะมีค่าอยู่ที่ 0.5 - 1.25 นิ้ว ขึ้นอยู่กับความหนาของคอยล์ และที่คอนเดนเซอร์ควรอยู่ที่ 0.25 - 0.75 นิ้ว ขึ้นอยู่กับความหนา ความดันดักคร่อมมีค่าเกินอาจเป็นไปได้ที่คอยล์สกปรกควรทำความสะอาดและขณะที่ตรวจสอบคอยล์ให้สังเกตว่ามีอากาศรั่วไหลผ่านช่องว่างระหว่างคอยล์กับ housing ได้หรือไม่ถ้ามีอากาศรั่วไหลเข้าไปรอบ ๆ คอยล์จะเป็นการรบกวนความสามารถในการทำความเย็น ควรปิดรอยรั่วรอบๆคอยล์ให้ดี

ตรวจสอบว่ามีการอุดตันที่ตัวกรองอากาศหรือไม่ ซึ่งความดันดักคร่อมที่ตัวกรองจะอยู่ที่ 0.25 - 0.45 นิ้ว ส่วนมากตัวกรองที่หนา 2 นิ้ว ความดันดักคร่อมไม่ควรเกิน 0.35 นิ้ว ตัวกรองแบบถุงอาจยอมรับค่าได้ถึง 0.65 นิ้ว

อุณหภูมิกระเปาะเปียกในห้องด้านเย็นแสดงถึงประสิทธิภาพของคอยล์ ถ้าอุณหภูมิของห้องใกล้เคียงอุณหภูมิกระเปาะเปียกเกินไป ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องจะลดลง

ถ้าต้องการจะคำนวณความสามารถในการทำความเย็น (cooling capacity) รวมของระบบให้คำนวณสูตรมาตรฐานจะสามารถพิจารณาถึง BTU ต่อชั่วโมงของระบบและหาปริมาณการตรวจสอบส่วนอื่น

ตรวจสอบที่รอยต่อของท่อลม เศษสกปรกที่มุมของรอยต่อจะแสดงการรั่วไหล ถ้าท่อลมต่ออย่างไรประสิทธิภาพลมจ่ายที่เข้ามาอาจสูญเสียถึง 60% ไปที่ช่องว่างรอบ ๆ ท่อลม ถ้าอุณหภูมิลมย้อนเท่ากับอุณหภูมิห้องแสดงว่ามีรอยรั่วให้ทำการทำความสะอาดรอยต่อและประอรั้วด้วยวัสดุที่เหมาะสม

วิธีอื่นที่สามารถพิจารณาว่ามีรอยรั่วหรือไม่ คือวัดปริมาณอากาศที่ออกของท่อลมจ่ายเปรียบเทียบกับปริมาณลมจ่ายทั้งหมด

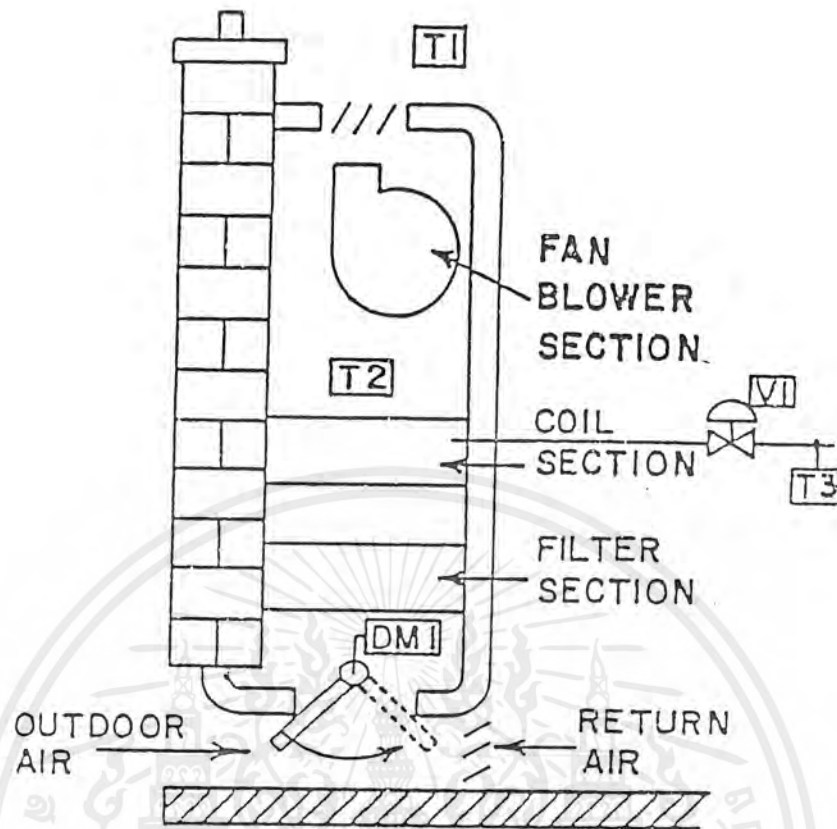
4.1 หน่วยระบายลมและหน่วยปรับอากาศ

อุณหภูมิที่ thermostat ของห้อง (T1) ควรถูกตั้งไว้ต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง 5 °F เป็นอย่างต่ำจะทำให้ระบบทำงานเต็มประสิทธิภาพ

ถ้าปริมาณลมจ่าย (V1) น้อยเกินไป อุณหภูมิจ่ายออกต่ำกว่า 55 °F ให้ตรวจหาความสามารถที่แท้จริงของระบบ ควรเพิ่มปริมาณลม

ความดันสถิตของพัดลมดูดเป็นตัวบ่งชี้ว่ามีสิ่งกีดขวางที่คอยล์หรือตัวกรองหรือไม่ซึ่งจะเป็นเหตุให้ปริมาณลมลดลง ค่าลมของความดันสถิตไม่ควรมากกว่า 0.5 นิ้ว ถ้าความดันที่ดักคร่อมตัวกรองจะอยู่ในช่วง 0.10 - 0.20 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T1 Room thermostat

Winter – room temperature below T1 setting, T1 opens hot water or steam valve V1 or energizes electric heater. Outdoor damper DM1 set at minimum position $\pm 20\%$ total air supply.

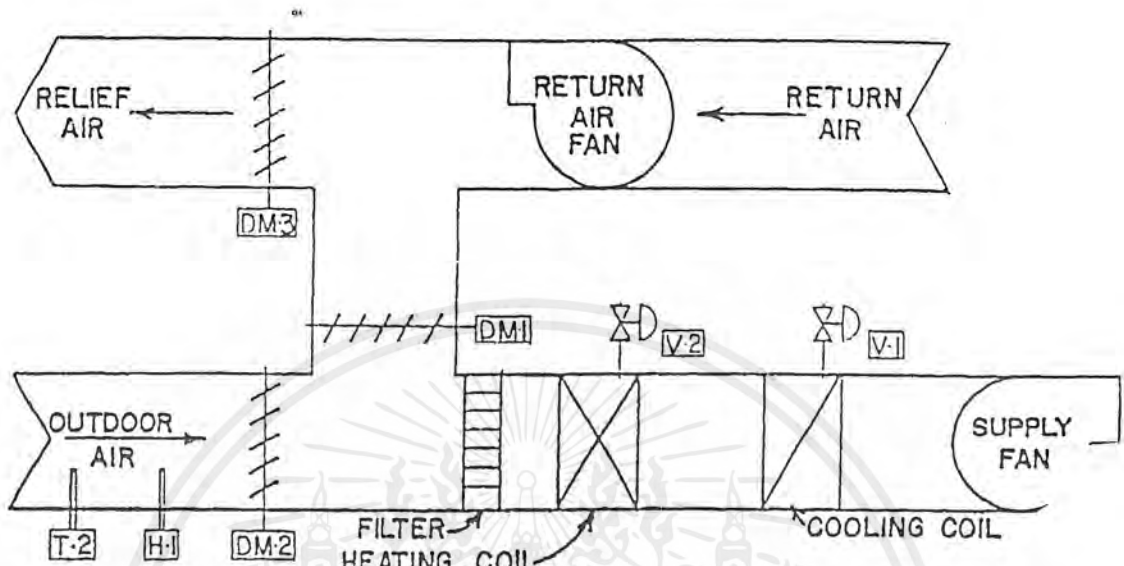
Room temperature above T1 setting, V1 closes, outdoor air damper DM1 gradually opens, interlocked return air closes.

T2 Low limit thermostat

On winter cooling T2 set 55° to 60° overrides T1 to prevent supply air temperature below T2 setting.

Summer cooling – if coil is used with chilled water, action of T1 is reversed by water line aquastat T3 so T1 opens V1 for cooling with outdoor air damper DM1 at minimum position.

รูป 4.1 หน่วยระบายลมและหน่วยปรับอากาศ



รูป 4.2 ระบบปรับอากาศแบบโซนเดียว

4.2 ระบบปรับอากาศแบบโซนเดียว

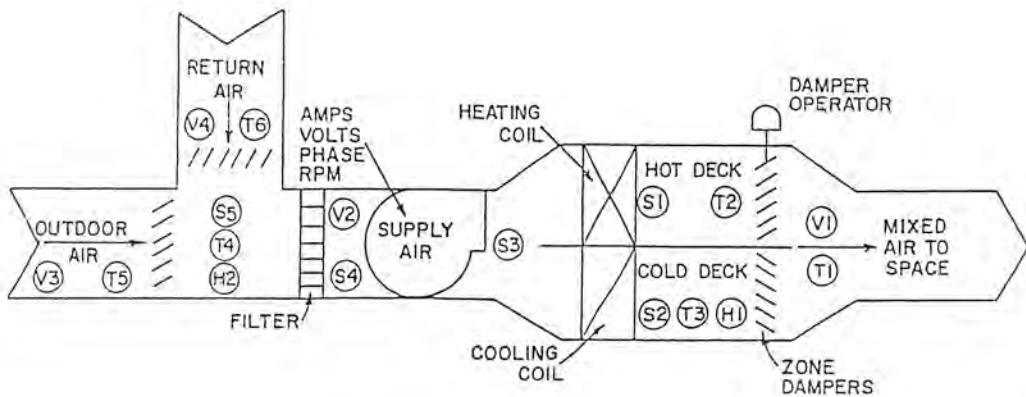
เมื่ออุณหภูมิเทอร์โมสแตทของห้อง (T_1) และอุณหภูมิที่ระบบจ่ายให้ห้องเป็นสัดส่วนกับความต้องการของห้อง อุณหภูมิจะแปรไปตามตำแหน่งของเทอร์โมสแตท ซึ่งควรถูกตั้งไว้ที่ต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง 5°F เป็นอย่างต่ำจะทำให้ระบบทำงานเต็มความสามารถ

ถ้าปริมาณลม (V_1) ต่ำไป อุณหภูมิจ่ายอาจต่ำกว่า 55°F ให้ตรวจสอบความสามารถของระบบและเพิ่มปริมาณลม

ความดันสถิตจะเป็นตัวบอกว่ามีสิ่งกีดขวางในระบบหรือไม่ ซึ่งจะเป็นตัวทำให้ปริมาณลมลดลง ความดันสถิตที่คร่อมพัดลมจ่าย ($S_1 + S_4$)

แผ่นกั้นลดแรง ให้ติดตั้งที่ 90 องศา

ตัวประหยัดพลังงาน (T_2) ที่ด้านนอกให้ตั้งต่ำกว่า 50°F



รูป 4.3 ระบบปรับอากาศแบบหลายโซนด้านร้อนและเย็น

4.3 ระบบปรับอากาศแบบหลายโซนด้านร้อนและเย็น

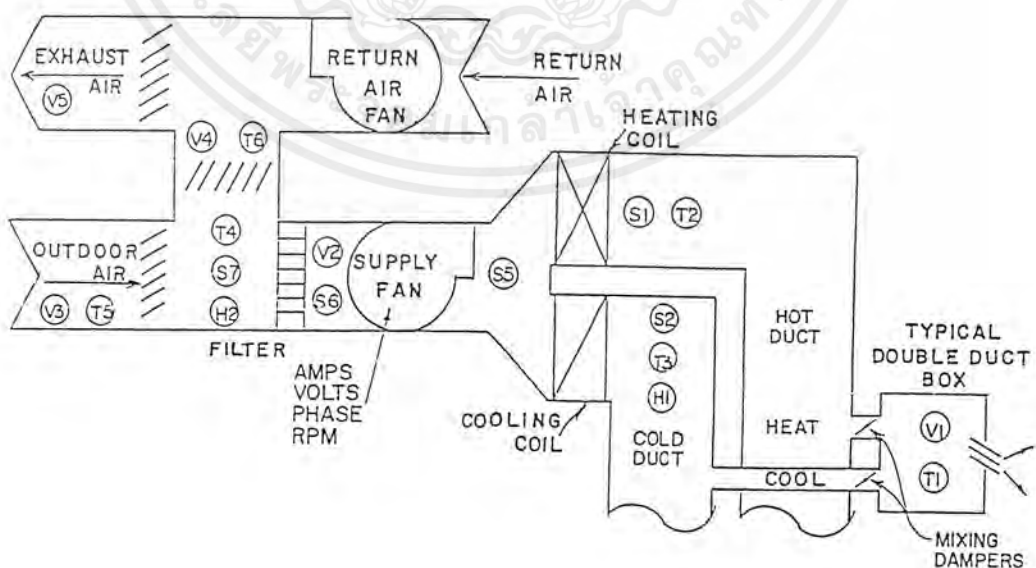
เมื่ออุณหภูมิเทอร์โมสตัทห้อง (T1) และอุณหภูมิจ่ายให้บริเวณเป็นสัดส่วนกับความต้องการของห้อง อุณหภูมิจะแปรตามตำแหน่งของเทอร์โมสตัท ซึ่งควรติดตั้งที่ต่ำกว่าอุณหภูมิอย่างน้อย 5°F ซึ่งควรจะเปิดแผ่นกั้นด้านเย็นให้เต็มที่ ถ้า (T1) มากกว่า (T3) เกิน 2°F แสดงว่าแผ่นกั้นด้านร้อน เกิดการรั่ว

ถ้าปริมาณลม (V1) ในบริเวณต่ำไปอุณหภูมิ (T3) จะต่ำกว่า 55°F ให้ทำการเพิ่มปริมาณลม

ความดันสถิตจะเป็นตัวบอกว่ามีสิ่งกีดขวางในระบบหรือไม่ ซึ่งจะเป็นตัวทำให้ปริมาณลมลดลง ความดันสถิตย์ที่คร่อมพัดลมจ่าย (S1 + S4)

แผ่นกั้นลดแรง ให้ติดตั้งที่ 90 องศา

ตัวประหยัดพลังงาน (T2) ที่ด้านนอกให้ตั้งต่ำกว่า 50°F



รูป 4.4 ระบบปรับอากาศที่ควบคุมโดยท่อคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ระบบปรับอากาศที่ควบคุมโดยท่อคู่

เมื่ออุณหภูมิเทอร์โมสแตทห้อง (T_1) และอุณหภูมิลมจ่ายให้บริเวณเป็นสัดส่วนกับความต้องการของห้อง อุณหภูมิจะแปรตามตำแหน่งของเทอร์โมสแตท ซึ่งควรจะถูกตั้งที่ต่ำกว่าอุณหภูมิห้องที่ต้องการอย่างน้อย 5°F ซึ่งควรจะเปิดแผ่นกันด้านเย็นให้เต็มที่ ถ้า (T_1) มากกว่า (T_3) เกิน 2°F แสดงว่าแผ่นกันด้านร้อนเกิดการรั่ว

ถ้าปริมาณลม (V_1) ในบริเวณต่ำไปอุณหภูมิ (T_3) จะต่ำกว่า 5°F ให้ทำการเพิ่มปริมาณลม

ความดันสถิตจะเป็นตัวบอกว่ามีสิ่งกีดขวางในระบบหรือไม่ ซึ่งจะเป็นตัวทำให้ปริมาณลมลดลง ความดันสถิตที่คร่อมพัดลมจ่าย ($S_5 + S_6$)

ถ้า ท่อเย็น และ ท่อร้อนยาว และมี แผ่นกันผสมหลายตัว ต้องทำการพิจารณาความเปลี่ยนแปลงของความดันสถิตที่ได้จากการวัด (S_3) และ (S_4) ที่ใกล้เคียง ๆ ทางออกของท่อ ความเปลี่ยนแปลงของความดันสถิตจะเป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณลมออกจากห้อง

ความถูกต้องของสถานะต้องการ แผ่นกันที่ ท่อร้อน (S_1) และ ที่ ท่อเย็น (S_2) ทำงานจากตัวควบคุมความดันสถิตของท่อที่ (S_3) และ (S_4) ตามลำดับ

ถ้าความดันในท่อเปลี่ยนแปลงมาก อากาศเย็นจะรั่วไปสู่อากาศร้อน

ถ้าระบบมีความดันต่ำ ลมจ่ายที่ถูกส่งโดยแผ่นกันที่ส่วนเชื่อมต่อของท่อร้อนและท่อเย็น แผ่นกันควรจะแน่นพอดีขณะที่เปิดหรือปิดเต็มที่ ตั้งมอเตอร์ของแผ่นกันให้เหมือนกับแผ่นกันของลมภายนอกและลมกลับ

ถ้าระบบมีความดันปานกลาง (ถึง 10 นิ้วน้ำ) แผ่นกันอาจจะอยู่ในกล่องผสมอากาศที่ไม่เพียงแต่ควบคุมอุณหภูมิลมจ่าย แต่ลดความดันให้น้อยลงด้วย การปรับแผ่นกันเหล่านี้สำคัญมาก แผ่นกันเหล่านี้ทำงานต่างจากแผ่นกันผสม ให้ปรับตามค่าโรงงานกำหนด

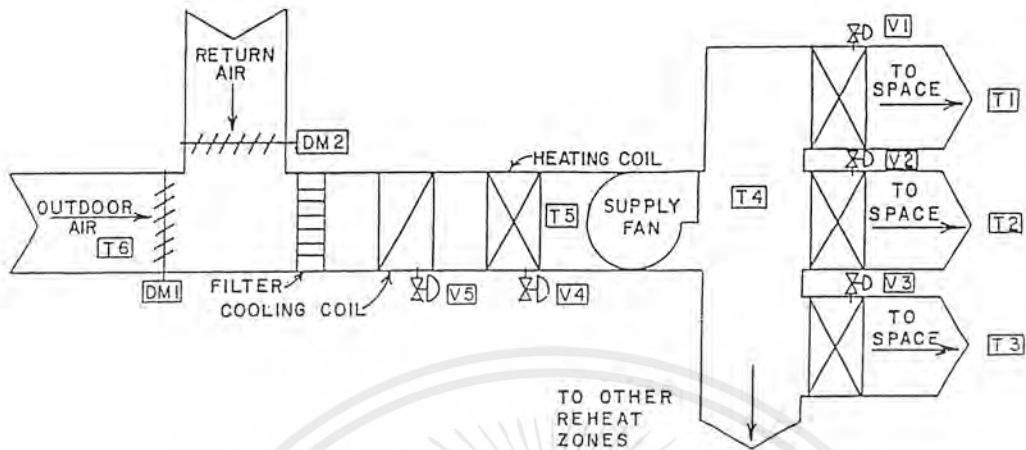
การปรับปริมาณอากาศที่กล่องผสมอากาศอาจเป็นไปโดยอัตโนมัติตามความดันสถิตของแผ่นกัน การปรับเพื่อเพิ่มปริมาณลมควรเป็นไปตามค่าโรงงานแนะนำ

4.5 การปรับอากาศหลายโซนและความร้อนย้อนกลับให้โซน

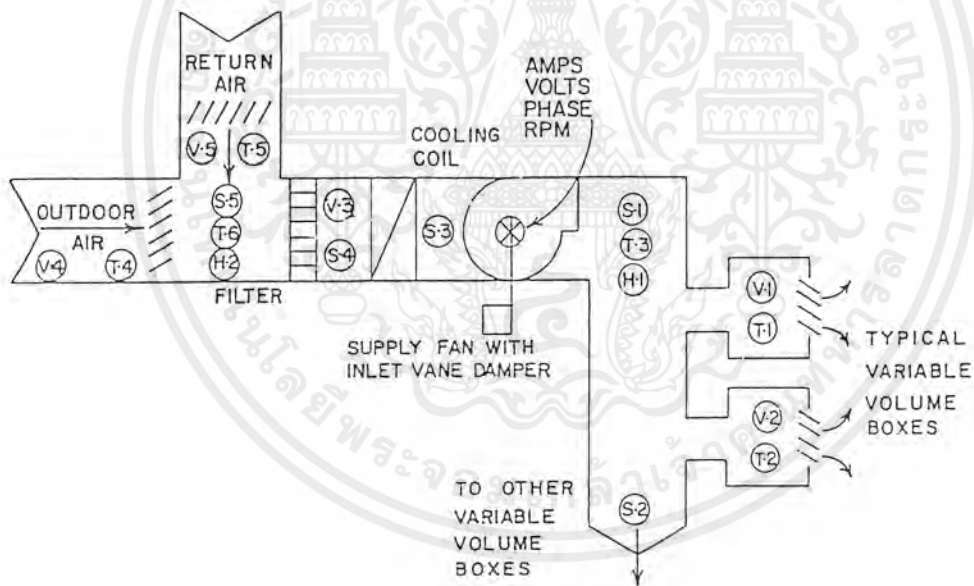
เมื่ออุณหภูมิเทอร์โมสแตทห้อง (T_1, T_2, T_3) และอุณหภูมิที่ระบบจ่ายให้ห้องเป็นสัดส่วนกับความต้องการของห้อง อุณหภูมิจะแปรไปตามตำแหน่งของเทอร์โมสแตท ซึ่งควรถูกตั้งไว้ที่ต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง 5°F เป็นอย่างต่ำจะทำให้ระบบทำงานเต็มความสามารถ วัดอุณหภูมิอากาศที่เข้าและออกจากคอยล์ความร้อนย้อนขณะทำความเย็นเต็มที่และแน่ใจว่าคอยล์ความร้อนย้อนกลับปิดอย่างสมบูรณ์

ถ้าปริมาณลม (V_1, V_2, V_3) ต่ำไป อุณหภูมิจ่ายอาจต่ำกว่า 55°F ให้ตรวจสอบความสามารถของระบบและเพิ่มปริมาณลม

ความดันสถิตจะเป็นตัวบอกว่ามีสิ่งกีดขวางในระบบหรือไม่ ซึ่งจะเป็นตัวทำให้ปริมาณลดลง
ความดันสถิตที่คร่อมพัดลมจ่าย ($S1 + S2$)



รูป 4.5 การปรับอากาศหลายโซนและความร้อนย้อนกลับให้โซน



รูป 4.6 ระบบปรับอากาศแบบแปรผันตามตามปริมาตร

4.6 ระบบปรับอากาศแบบแปรผันตามตามปริมาตร

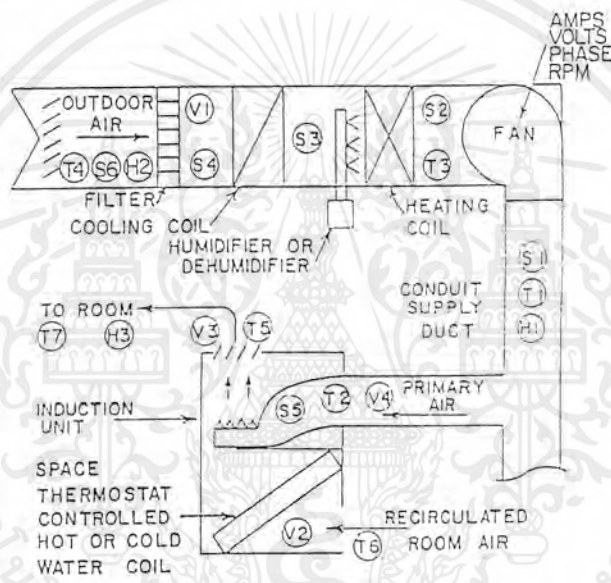
สังเกต : ประโยชน์ของระบบนี้คือการลดการไหลของอากาศและแรงม้าของพัดลมเมื่อต้องการทำความเย็นที่ลดลง อุปกรณ์ควบคุมปริมาณพัดลมต้องเป็นส่วนหนึ่งของการประหยัดที่ (VAV) = Varied Air Volume Control Box

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อการควบคุมเทอร์โมสแตทห้อง (T1), (T2) และลมจ่าย (T3) คงที่ถ้าปริมาณลม (V1) ต่ำไป อุณหภูมิจ่ายอาจต่ำกว่า 55°F ให้ตรวจสอบความสามารถของระบบและเพิ่มปริมาณลม

ถ้าต้องการหาปริมาณต่ำสุด เทอร์โมสแตทควรจะถูกตั้งไว้สูงกว่าอุณหภูมิห้อง 5°F เป็นอย่างต่ำ ถ้าต้องการการระบายอากาศต่ำสุดให้หยุดกล่องควบคุม VAV ความดันสถิตจะเป็นตัวบอกว่ามีสิ่งกีดขวางในระบบหรือไม่ ซึ่งจะเป็นตัวทำให้ปริมาณลมลดลง ความดันสถิตที่ক্র่อมพัดลมจ่าย (S1 + S4) ตรวจสอบความดันสถิตของตัวควบคุมสำหรับตำแหน่งเปิดเต็มที่ อย่าตั้งแผ่นกั้นทางเข้าต่ำกว่า 15 องศาับแนวตั้งฉากของทางเข้า

ความดันสถิตจะเป็นตัวบอกว่ามีสิ่งกีดขวางในระบบหรือไม่ ซึ่งจะเป็นตัวทำให้ปริมาณลมลดลง ความดันสถิตที่ক্র่อมพัดลมจ่าย (S1 + S3)



รูป 4.7 ระบบปรับอากาศแบบเหนี่ยวนำ

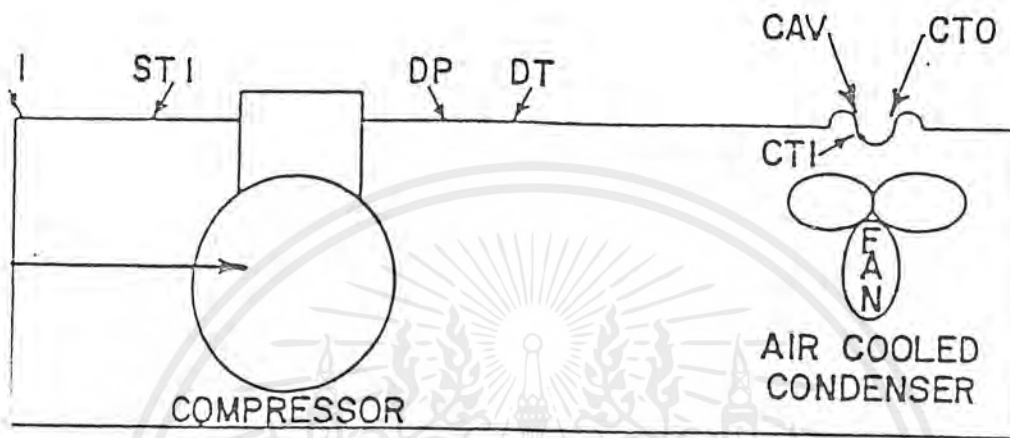
4.7 ระบบปรับอากาศแบบเหนี่ยวนำ

ถ้าปริมาณลม (V1) ต่ำไป อุณหภูมิจ่ายอาจต่ำกว่า 55°F ให้ตรวจสอบความสามารถของระบบและเพิ่มปริมาณลม เมื่อเทอร์โมสแตทของห้อง (T1) และอุณหภูมิที่ระบบจ่ายให้ห้องเป็นสัดส่วนกับความต้องการของห้อง อุณหภูมิจะแปรไปตามตำแหน่งของเทอร์โมสแตท ซึ่งควรจะถูกตั้งไว้ที่ต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง 5°F เป็นอย่างต่ำจะทำให้ระบบทำงานเต็มความสามารถ ซึ่งควรจะเป็นตัวส่งน้ำมันไว้ให้เต็มที่

ถ้าปริมาณ (V3) ต่ำไป อุณหภูมิจ่าย (T5) อาจต่ำกว่า 55°F ให้ตรวจสอบปริมาณอากาศที่ (V4) และอุณหภูมิ (T2) อุณหภูมิระบบจ่าย (T1) จะเป็นปกติที่ $52-55^{\circ}\text{F}$ ความดันสถิต (S3) ให้หาปริมาณอากาศเข้า (V3) มีค่าความดันต่ำสุดที่ใช้ได้ในแต่ละหน่วย ให้ตรวจสอบกับข้อมูลของโรงงานกำหนด

ความดันสถิตที่คอมเพรสเซอร์ (S1 + S2) จะเป็นตัวบอกว่ามีสิ่งกีดขวางในระบบหรือไม่ ซึ่งจะเป็นตัวทำให้ปริมาณลดลง

การทำความเย็น (Refrigeration)



รูป 4.8 การขยายตัวของคอลล์เย็นที่ไอแวนโพเรเตอร์แบบทำความเย็นด้วยอากาศ

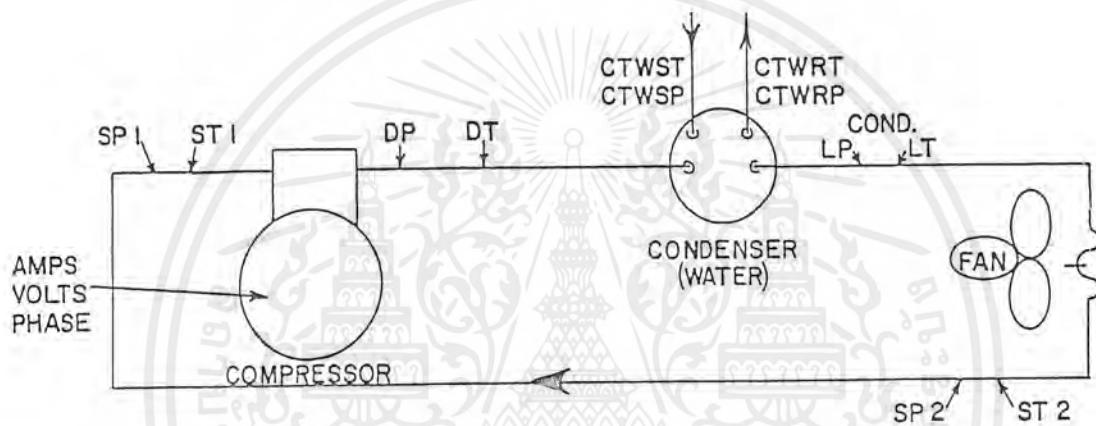
4.8 การขยายตัวของคอลล์เย็นที่ไอแวนโพเรเตอร์แบบทำความเย็นด้วยอากาศ

- A. ความดันของคอมเพรสเซอร์ที่ด้านดูดและด้านจ่ายเป็นฟังก์ชันของการทำงาน และพิจารณาถ้าถึงที่ให้กับมอเตอร์ของคอมเพรสเซอร์ ถ้าความดันที่ด้านจ่าย (DP) ยิ่งต่ำและความดันที่ด้านดูด (SP1) ยิ่งสูงเท่าไร ก็จะทำให้มอเตอร์ต้องการกำลังน้อยลงเท่านั้น
- B. อุณหภูมิที่ด้านดูด (ST1) ควรสูงกว่าความดัน-อุณหภูมิเสมือนของสารทำความเย็น ดังนั้นสารทำความเย็นเหลวต้องไม่ไหลย้อนกลับเข้าคอมเพรสเซอร์ เพราะอาจจะทำให้คอมเพรสเซอร์เสียหายได้
- C. อุณหภูมิที่ด้านจ่าย (DT) ก็ควรสูงกว่าความดัน-อุณหภูมิเสมือนของสารทำความเย็นเพราะมีความร้อนจากมอเตอร์ เข้ามาเพิ่มถ้า(DT)ไม่สูงกว่าอุณหภูมิเสมือน ให้ทำการตรวจสอบปริมาณสารทำความเย็น, น้ำมันหล่อลื่น และอากาศ
- D. ความดันของเหลว(LP)ควรมีค่าใกล้เคียงกับความดันแก๊สที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ (DP) อุณหภูมิของเหลว (LT) ควรต่ำกว่าอุณหภูมิที่ทางออกของคอมเพรสเซอร์(DT)
- E. (a) ความสามารถของคอมเพรสเซอร์ พิจารณาได้จากปริมาณอากาศที่พัดโดยพัดลม (CAV) อุณหภูมิอากาศเข้า (CRI) และอุณหภูมิอากาศออก (CTO)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(b) ถ้าปริมาณอากาศต่ำแสดงว่าคอยล์มีความสกปรกหรือน้ำมันตกค้างที่คอยล์ ทำให้ ความสามารถตกเปรียบเทียบค่า BTU/hr ของความสามารถคอนเดนเซอร์กับความสามารถทำความเย็น บวกกับกำลังที่ให้กับมอเตอร์ (ดูที่สูตรพื้นฐาน)

F. ทำการอ่านสารความเย็นในคอยล์อีแวโปเรเตอร์ ถ้าท่อระหว่างอีแวโปเรเตอร์กับคอมเพรสเซอร์ยาว หรือถ้าคอมเพรสเซอร์อยู่เหนือคอยล์ค่า (SP1-SP2) แสดงให้เห็นการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ด้านดูด ซึ่งไม่ควรเกิน 3°F ตรวจสอบควมของท่อ (ST2) ควรสูงกว่าอุณหภูมิเสมีอนของ (SP2) ประมาณ 5°F ถ้าต่ำกว่าให้ปรับเอ็กซ์แพนชันวาล์ว



รูป 4.9 การขยายตัวโดยตรงแบบทำความเย็นด้วยน้ำ

4.9 การขยายตัวโดยตรงแบบทำความเย็นด้วยน้ำ

- ความดันด้านจ่าย (DP) ยิ่งน้อยและความดันด้านดูด (SP1) ยิ่งมากมอเตอร์ยิ่งต้องการกำลังน้อยลง
- อุณหภูมิด้านดูด (ST1) ควรสูงกว่า ความดัน-อุณหภูมิเสมีอนของสารความเย็น สารทำความเย็นเหลวไม่ควรไหลกลับเข้าคอมเพรสเซอร์
- อุณหภูมิแก๊สที่ด้านจ่าย (DT) ควรสูงกว่า ความดัน-อุณหภูมิเสมีอนของสารความร้อนเพราะมีความร้อนเพิ่มจากมอเตอร์ถ้า(DT)ไม่สูงกว่าอุณหภูมิเสมีอนให้ตรวจสอบปริมาณสารความเย็น, น้ำมัน และอากาศ
- (a) ความดันสารความเย็นเหลว (LP) ควรน้อยกว่าความดันด้านจ่าย (DP) เล็กน้อย ถ้าความดันที่ตกลง (DP-LP) เกิน 5PSI ให้ตรวจสอบคอมเพรสเซอร์ (สารความเย็นตกค้าง)
(b) น้ำที่ใช้หล่อเย็นคอนเดนเซอร์ทั้งที่มาจากหอน้ำเย็น(cooling tower), น้ำบาดาลหรือน้ำประปา จะมีการเพิ่มของอุณหภูมิ (CTWST-CTWRT) เป็น 10°F ที่เต็มความสามารถของ หอน้ำเย็น เพิ่ม 20°F ไม่ว่าการใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

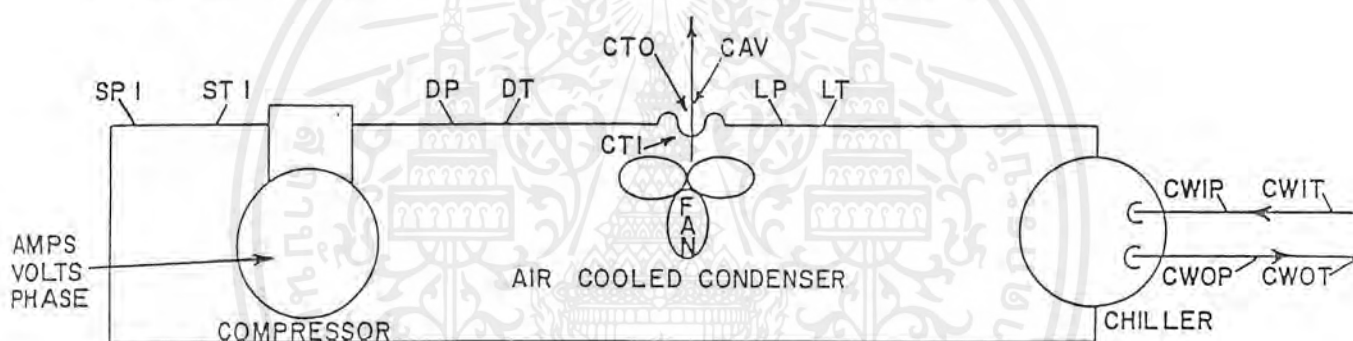
สำหรับบ่อน้ำหรือน้ำประปา ยิ่งอุณหภูมิที่ย้อนกลับต่ำ และความดันสารทำความเย็นที่ด้านจ่ายต่ำเท่าไร คอมเพรสเซอร์จะยิ่งต้องการกำลังต่ำลงเท่านั้น

(c) ที่คอนเดนเซอร์ควรมีความดันตกกลางประมาณ 15 psi ถ้ามีความดันตกกลางมาก (CTWSP-CTWRP) แสดงว่ามีสิ่งกีดขวางท่อน้ำ

(d) อุณหภูมิที่คอนเดนเซอร์ที่เพิ่มขึ้นน้อย (CTWSP-CTWRP) รวมกับอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ตกลงน้อย(DT-LT) อาจแสดงว่ามีปริมาณสารทำความเย็นน้อย, มีอากาศเข้าไปในระบบ หรือมีน้ำมันเกิน

E. ความสามารถของคอนเดนเซอร์ที่หล่อเย็นด้วยน้ำ สามารถพิจารณาจากการไหลของน้ำและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของน้ำจากสูตรพื้นฐาน เปรียบเทียบกับความสามารถของคอยล์เย็นของระบบ บวกกับกำลังที่ให้กับมอเตอร์

F. (SP1-SP2) ไม่ควรเกิน 5 psi (ST2-ST1) ไม่ควรเกิน 3 °F ตรวจสอบจนวนท่อ (ST2) ไม่ควรต่ำกว่าอุณหภูมิเสมือนของ (SP2) ประมาณ 5 °F ถ้าต่ำกว่าให้ปรับเอ็กซ์แพนชันวาล์ว



รูป 4.10 เครื่องทำความเย็นโดยอากาศที่ขยายตัวโดยตรง

4.10 เครื่องทำความเย็นโดยอากาศที่ขยายตัวโดยตรง

A. ความดันด้านจ่าย (DP) ยิ่งน้อยและความดันด้านดูด (SP1) ยิ่งมาก มอเตอร์ยิ่งต้องการกำลังน้อยลง
B. อุณหภูมิด้านดูด (ST1) ควรสูงกว่า ความดัน-อุณหภูมิเสมือนของสารทำความเย็น สารทำความเย็นเหลวไม่ควรไหลกลับเข้าคอมเพรสเซอร์

C. อุณหภูมิแก๊สที่ด้านจ่าย (DT) ควรสูงกว่า ความดัน-อุณหภูมิเสมือนของสารทำความเย็น เพราะมีความร้อนเพิ่มมาจากมอเตอร์ ถ้า(DT)ไม่สูงกว่าอุณหภูมิเสมือนให้ตรวจสอบปริมาณสารทำความเย็น, น้ำมัน และอากาศ

D. ความดันสารทำความเย็นเหลว (LP) ควรน้อยกว่าความดันด้านจ่าย (DP) เล็กน้อย ถ้าความดันที่ตก (DP-LP) เกิน 5 psi ให้ตรวจสอบที่คอมเพรสเซอร์ (สารทำความเย็นตกค้าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

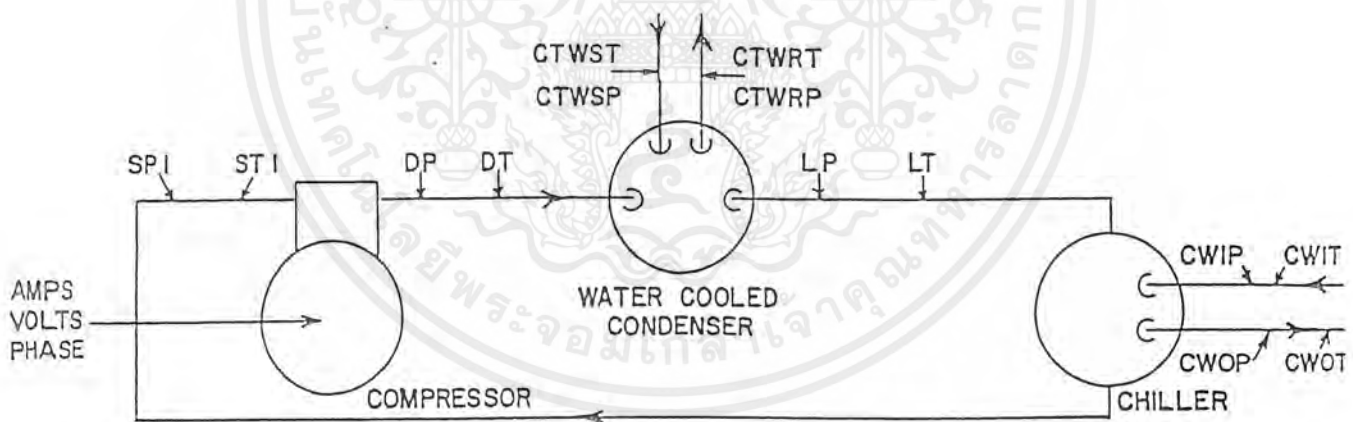
E. ความสามารถของคอนเดนเซอร์ที่หล่อเย็นด้วยน้ำ สามารถพิจารณาจากการไหลของน้ำและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของน้ำจากสูตรพื้นฐาน เปรียบเทียบกับความสามารถของคอยล์เย็นของระบบ แต่บวกกำลังที่ให้กับมอเตอร์

F. (a) สภาพของเครื่องทำน้ำเย็น จะถึงสภาวะวิกฤตได้ไม่เกี่ยวแต่เพียงมาจากจุดเย็นของพลังงานเท่านั้น แต่ยังมาจากความเป็นไปได้ของการเป็นน้ำแข็งและความเสียหายจากการตกของอุณหภูมิ (CWIT-CWOT) ควรเป็น $8 - 10^{\circ}\text{F}$ อุณหภูมิน้ำเย็นที่ทางออกไม่ควรมากกว่าอุณหภูมิด้านดูดของสารความเย็น (ST1) ถิ่น 4°F อุณหภูมิ (ST1) ไม่ควรต่ำกว่า 36°F เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง

(b) ความดันที่ตกลงของน้ำเย็น (CWIP-CWOP) จะแปรเปลี่ยนไปไม่ว่าน้ำจะอยู่ในท่อ(tube) หรือ เปลือก(shell) ซึ่งมักจะแปรเปลี่ยนไปอยู่ในช่วงระหว่าง 5-25 psi

(c) การตกลงของความดันที่น้อยไปแสดงถึงการไหลของน้ำน้อยไป ซึ่งอาจจะทำให้น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง

(d) ถ้าอุณหภูมิด้านออกของน้ำเย็น (CWOT) แปรเปลี่ยนไปมากกว่า 5°F กับค่าแตกต่างของอุณหภูมิทางเข้า(CWIT-CWOT)ที่คงที่ ให้ตรวจสอบขนาดของคอมเพรสเซอร์ว่าสัมพันธ์กับภาระความเย็น (cooling load)หรือไม่ คอมเพรสเซอร์อาจจะมีขนาดเกินกว่าภาระความเย็น



รูป 4.11 เครื่องทำความเย็นโดยน้ำที่ขยายตัวโดยตรง

4.11 เครื่องทำความเย็นโดยน้ำที่ขยายตัวโดยตรง

A. ความดันด้านจ่าย (DP) ยิ่งน้อยและความดันด้านดูด (SPI) ยิ่งมากมอเตอร์ยิ่งต้องการกำลังน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B. อุณหภูมิด้านดูด (ST1) ควรสูงกว่า ความดัน-อุณหภูมิเสมือนของสารความเย็น สารทำความเย็นเหลวไม่ควรไหลกลับเข้าคอมเพรสเซอร์

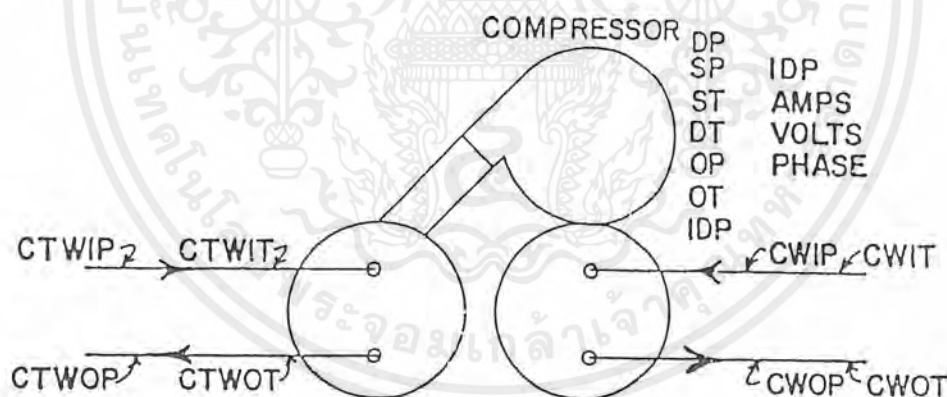
C. (a) อุณหภูมิแก๊สที่ด้านจ่าย (DT) ควรสูงกว่า ความดัน-อุณหภูมิเสมือนของสารความเย็นเพราะมีความร้อนเพิ่มมาจากมอเตอร์ ถ้า(DT) ไม่สูงกว่าอุณหภูมิเสมือน ให้ตรวจสอบปริมาณสารความเย็น, น้ำมัน และอากาศ

D. น้ำที่ใช้หล่อเย็นคอนเดนเซอร์ทั้งที่มาจากหอน้ำเย็น(cooling tower), น้ำบาดาลหรือน้ำประปาควรจะมีการเพิ่มของอุณหภูมิ (CTWST-CTWRT) เป็น 10°F ที่เต็มความสามารถของ หอน้ำเย็น เพิ่ม 20°F สำหรับบ่อน้ำหรือน้ำประปา ยิ่งอุณหภูมิน้ำที่ย้อนกลับต่ำ และความดันสารทำความเย็นที่ด้านจ่ายต่ำเท่าไร คอมเพรสเซอร์จะยิ่งต้องการกำลังต่ำลงเท่านั้น

E. (a) สภาพของเครื่องทำน้ำเย็นจะถึงสภาวะวิกฤตได้ไม่เกี่ยวแค่มาจากจุดเย็นของพลังงานเท่านั้น แต่ยังมาจากความเป็นไปได้ของการเป็นน้ำแข็งและการเสียหาย การตกของอุณหภูมิ

(CWIT-CWOT) ควรเป็น $8 - 10^{\circ}\text{F}$ อุณหภูมิน้ำเย็นที่ทางออกไม่ควรมากกว่าอุณหภูมิด้านดูดของสารความเย็น (ST1) ถึง 4°F อุณหภูมิ (ST1) ไม่ควรต่ำกว่า 36°F เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง

(b) คู่มือสูตรพื้นฐานของ chiller cooling capacity



รูป 4.12 การทำความเย็นแบบคอมเพรสเซอร์เข้าสู่ศูนย์กลาง

4.12 การทำความเย็นแบบคอมเพรสเซอร์เข้าสู่ศูนย์กลาง

A. ความดันด้านจ่ายยิ่งน้อยความดันด้านดูดยิ่งมาก ยิ่งทำให้อัตราการไหลของสารทำความเย็นต่ำลง ถ้าใช้สารทำความเย็นต่างชนิดกัน (อ้างอิงที่ตารางสารทำความเย็น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B. อุณหภูมิด้านดูด (ST) ไม่ควรสูงกว่าความดันอุณหภูมิเสมือนของสารความเย็น สารความเย็นในสถานะของเหลวต้องไม่ไหลย้อนกลับเข้าคอมเพรสเซอร์ เพราะจะทำให้คอมเพรสเซอร์ เสียหาย แต่ก็ไม่ใช่ว่าปัญหาใหญ่ของระบบ

C. อุณหภูมิแก๊สด้านจ่าย (DT) ไม่ควรสูงกว่าความดันอุณหภูมิเสมือนของสารความเย็นเพราะความร้อนที่เพิ่มขึ้นจากมอเตอร์ ถ้าต่ำกว่าให้ตรวจสอบปริมาณของสารความเย็น, น้ำมัน และ อากาศ

D. (a) คอนเดนเซอร์ที่ใช้น้ำหล่อเย็น ทำการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นด้านจ่าย เป็นของเหลวโดยการถ่ายเทความร้อนแฝงจากการระเหย

(b) น้ำที่ใช้หล่อเย็นคอนเดนเซอร์ทั้งที่มาจากหอน้ำเย็น(cooling tower), บ่อน้ำหรือน้ำประปาควรมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น(CTWCT-CTWIT) 10°F ที่เต็มความสามารถของหอน้ำเย็น 95°F ที่ทางเข้า และ 85°F ที่ทางออกเป็นค่าสูงสุด สำหรับน้ำบาดาลหรือน้ำประปาให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 20°F ถ้าน้ำที่จ่ายเข้าระบบมีจำกัดหรือราคาแพง ถ้าอุณหภูมิที่ไหลย้อนกลับยิ่งน้อยและสารความเย็นที่ด้านจ่ายยิ่งน้อยจะทำให้คอมเพรสเซอร์ต้องการกำลังต่ำลง

(c) ความดันน้ำที่คอมเพรสเซอร์ (CTWIP-CTWOP) ถ้าเพิ่มขึ้นน้อย แสดงให้เห็นว่ามีสิ่งขัดขวางในท่อน้ำ

(d) อุณหภูมิน้ำที่คอมเพรสเซอร์ (CTWOT-CTWIT) ถ้าเพิ่มขึ้นน้อย บวกกับอุณหภูมิสารทำความเย็นที่ต่ำลง (DT-LT) อาจแสดงให้เห็นว่า สารความเย็นมีปริมาณน้อยไป มีอากาศในระบบ หรือมีน้ำมันรั่วซึมเข้าไป

E. ความสามารถของคอนเดนเซอร์ที่ใช้น้ำหล่อเย็น พิจารณาได้จากอัตราไหลของน้ำ และอุณหภูมิน้ำที่เพิ่มขึ้นตามสูตรมาตรฐาน เปรียบเทียบกับความสามารถของคอลล์เย็นระบบ แต่รวมกับกำลังที่ให้กับคอมเพรสเซอร์

F. (a) สภาพของเครื่องทำน้ำเย็น จะถึงสภาวะวิกฤตได้ไม่เกี่ยวแก่มาจากจุดเย็น ของพลังงานเท่านั้น แต่ยังมาจากความเป็นไปได้ของการเป็นน้ำแข็งและความเสียหายจากการตกของอุณหภูมิ (CWIT-CWOT) ควรเป็น $8-10^{\circ}\text{F}$ อุณหภูมิน้ำเย็นที่ทางออกไม่ควรมากกว่าอุณหภูมิด้านดูดของสารความเย็น(ST1) เกิน 4°F อุณหภูมิ ST1 ไม่ควรต่ำกว่า 36°F เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง

(b) คู่มือสูตรพื้นฐานของความสามารถในการทำความเย็นของ chiller

G. คุณสมบัติการใช้งานคอมเพรสเซอร์แบบศูนย์กลาง

(a) คอมเพรสเซอร์แบบศูนย์กลาง ใช้สารความเย็นบางตัวที่ทำงานภายใต้สูญญากาศด้านดูด จึงจำเป็นต้องมีการระบายทิ้ง เพื่อถ่ายอากาศที่อาจรั่วเข้าไปในระบบออก

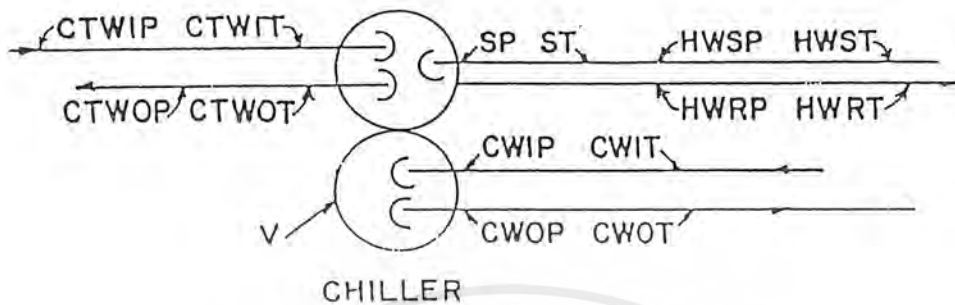
(b) ให้อ้างอิงคำสั่งใช้งานที่โรงงานกำหนด

(c) ห้ามเปลี่ยนเฟสที่มอเตอร์เค็ดขาด ถ้ามอเตอร์หมุนกลับทางจะทำให้คอมเพรสเซอร์ เสียหาย

(d) ที่เต็มกำลัง, คอมเพรสเซอร์แบบศูนย์กลาง ต้องการ 0.8-0.9 ต่อ 1 ตัน ของการทำความเย็น

(e) ภาระขั้นต่ำควรประมาณ 40% ห้ามใช้ระบบในช่วงเวลาสั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



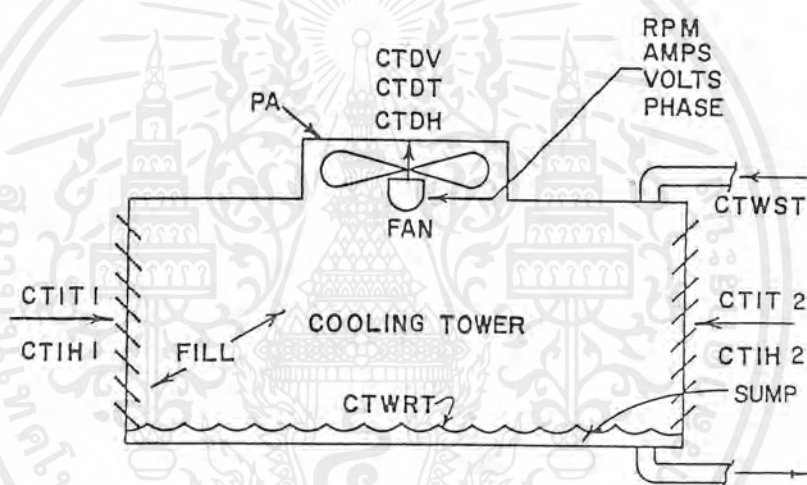
รูป 4.13 Chiller แบบดูดซึม

4.13 Chiller แบบดูดซึม

- A. ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมทำงานโดยใช้สารเคมีที่จะเย็นเมื่อดูดซับน้ำเข้าไป เรียกว่า “heat of solution” สารเคมีที่นิยมใช้คือ lithium bromide สารละลาย lithium bromide จะถูกทำให้ร้อนโดยน้ำร้อนหรือไอน้ำ น้ำที่ระเหยจะถูกแยก สารเคมีจะเย็นลงและย้อนกลับเข้าสู่ Chiller แบบดูดซึมและน้ำจะย้อนกลับมาผสมกับสารเคมีอีกครั้ง
- B. Chiller แบบดูดซึมไม่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า แต่ใช้กำลังจากไอน้ำที่ความดัน 12 ปอนด์ต่อตารางนิ้วหรืออาจต่ำลงมาถึง 8 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว น้ำร้อนใช้ที่ 260°F หรืออาจต่ำลงมาถึง 170°F
- C. อากาศที่เข้าไปในระบบไม่เพียงจะทำให้ความสามารถของระบบลดแล้ว ยังทำระบบเสียหายเนื่องจากเมื่อรวมกับ lithium bromide จะทำให้เกิดครอน ที่ด้านข้างของเครื่องจะมีมานอมิเตอร์ โปรทที่จะคอยแสดงความเป็นสุญญากาศในระบบขณะทำงานซึ่งมีความสำคัญมาก ให้ตรวจสอบค่าสุญญากาศจากคู่มือ (ประมาณ 4 นิ้วปรอท)
- D. ปริมาณความร้อนที่ต้องการจะขึ้นอยู่กับเครื่อง ถ้าเครื่องใหม่จะใช้ไอน้ำประมาณ 10.5 ปอนด์ต่อ 1 ตันทำความเย็น ถ้าเครื่องเก่าจะใช้ไอน้ำประมาณ 19 ปอนด์ต่อ 1 ตัน
- E. น้ำจากคอนเดนเซอร์ไปยังหอน้ำเย็น (CTWIT) ให้อยู่ช่วง 101.5°F และน้ำจาก หอน้ำเย็นที่กลับเข้าสู่ chiller (CTWOT) ปกติจะมีอุณหภูมิประมาณ 85°F bypass หรือเทอร์โมสแตทจะต้องทำงานเมื่ออุณหภูมิที่คอนเดนเซอร์ต่ำกว่า 50°F ซึ่งจะทำให้สารความเย็นตกผลึกเป็นของแข็งในเครื่องและจะทำให้เครื่องเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- F. อุณหภูมิน้ำเย็นที่ด้านเข้าและด้านออกเหมือนกับเครื่องแบบอื่น ซึ่งอยู่ในช่วง $50-90^{\circ}\text{F}$ อุณหภูมิที่สูงจะยังทำให้อุปกรณ์ในระบบทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น อุณหภูมิที่ คอนเดนเซอร์ ถ้ายังมีค่าต่ำจะทำให้ความสามารถของระบบสูงขึ้น
- G. ใช้น้ำหรือน้ำร้อนที่ให้กับระบบเมื่อเริ่มต้นใช้งานประมาณ 5 ครั้งต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่อง
- H. เครื่อง absorption refrigeration สามารถทำงานได้ต่ำถึง 11% ของความสามารถ ที่ 22% ของการสิ้นเปลืองพลังงานรวม ระบบน้ำจะมีประสิทธิภาพสูงกว่า เครื่องทำความเย็นแบบศูนย์กลางที่ความสามารถต่ำ
- I. ระบบอาจเสียหายได้ถ้าน้ำที่ไหลผ่าน chiller หรือคอนเดนเซอร์ต่ำกว่าความสามารถของเครื่อง ให้ตรวจสอบกับคู่มือของเครื่อง
- J. ห้ามใช้งานเครื่องที่ความดันของไอน้ำหรืออุณหภูมิความร้อนสูงกว่าค่าที่กำหนด



รูป 4.14 หอทำน้ำเย็น

4.14 หอทำน้ำเย็น

- A. หอน้ำเย็น(cooling tower) มีหลายรูปแบบแต่ทั้งหมดก็ทำหน้าที่ระบายความร้อนจากน้ำโดยระเหยน้ำส่วนหนึ่งสู่อากาศ อากาศที่ผ่านหอน้ำเย็นจะมีอุณหภูมิและความชื้นสูง
- B. อุณหภูมิของน้ำที่เดิมเข้าหอน้ำเย็นปกติ (CTWST) จะอยู่ที่ 95°F สำหรับระบบไฟฟ้าและ 101.5°F สำหรับระบบคูลดิ่ง อุณหภูมิน้ำย้อนกลับ (CTWRT) ประมาณ 85°F หรือต่ำกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศที่ทางเข้าประมาณ $7-8^{\circ}\text{F}$
- C. ความสามารถของหอน้ำเย็น พิจารณาได้จากปริมาณอากาศที่พัดลมดูดออกไปได้ (CTDV), อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศที่ทางออก (CTDH) และอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ทางเข้า(CTIH) (ค่าเฉลี่ยของ CTIH1 และ CIH2 ถ้าหอน้ำเย็นมีทางเข้ามากกว่า 1 ทาง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D. จากการเพิ่มความสามารถของหอน้ำเย็น ทำให้อุณหภูมิของน้ำที่ย้อนกลับมามีค่าลดลง และมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยพิจารณาที่ความสามารถสูงสุดของหอน้ำเย็น ตรวจสอบค่ากระแสของมอเตอร์พัดลมเทียบกับอัตรากำหนดของมอเตอร์ ถ้าค่ากระแสต่ำกว่าอัตรากำหนดของมอเตอร์ ความสามารถของพัดลมสามารถเพิ่มได้อีก

E. ถ้าพัดลมขับเคลื่อนด้วยสายพานให้เปลี่ยนรูปร่างมอเตอร์ ถ้าพัดลมขับเคลื่อนด้วยระยะพิชท์ที่แปรค่าได้ ให้เพิ่มระยะพิชท์

F. ข้อจำกัด : ถ้าอุณหภูมิที่ทางออกของพัดลม (CTDT) และอุณหภูมิกระเปาะเปียก (CTDH) อยู่ภายใน 1°F และมีน้ำหยดจากอากาศด้านทางออก การเพิ่มการไหลของอากาศจะเป็นเหตุให้น้ำล้น

G. ฟิลในหอน้ำเย็นมีผลต่อการสัมผัสของอากาศกับน้ำ ถ้าฟิลเรียบเกินไป หรือขวางทางอากาศไหล จะทำให้ความสามารถลดลง กระจกน้ำมีผลต่อหอน้ำเย็น โดยน้ำจะพาเอากระจกน้ำไปอุดตันที่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน(heat exchanger) ห้ามใช้ glycol anti-freeze ในหอน้ำเย็น ที่ใช้ฟิล์มไม้หรือพลาสติก เพราะจะทำให้ หอน้ำเย็นเสียหาย

H. ตรวจสอบการไหลของน้ำที่ออกจากหอน้ำเย็น การหมุนวนของน้ำทำให้เกิดฟองอากาศที่จะไปลดประสิทธิภาพทางความเย็นของระบบและอาจทำให้ปั๊มเสียหาย การติดตั้งจะช่วยลดการหมุนวนของน้ำ

I. น้ำที่ไหลออกไม่ควรมากกว่าอุณหภูมิภายนอกเกิน 32°F ระดับที่ต่ำกว่าจะเพิ่มการหมุนวนของน้ำ

J. ถ้าหอน้ำเย็นมีมอเตอร์ขับเคลื่อนมากกว่า 1 ตัว พิจารณาการทำงานของพัดลม จากอุณหภูมิน้ำย้อนกลับ (CTWRT) ที่จุดระบายน้ำ การควบคุมพัดลม 2 speed หมุนครั้งเดียวจะลดกำลังการทำงานลง

บทที่ 5

สูตรการคำนวณพื้นฐาน

ระบบทำความเย็น (Air Cooling System)

ค่าความเย็น - ค่าความร้อนสัมผัส

$$\text{CFM} \times (\text{อุณหภูมิอากาศผสม} - \text{อุณหภูมิที่จ่าย}) \times 1.08 =$$

ค่าความร้อนสัมผัสที่เอาออก BTU per hour

ความเย็น - ความร้อนรวมที่ถูกย้ายออก

$$\text{CFM} \times (\text{ค่าความร้อนในกระเปาะเปียกทั้งหมด [BTU/#] ในอากาศผสม} - \text{ค่าความร้อนในกระเปาะเปียกทั้งหมด [BTU/#] ในอากาศที่จ่าย}) \times \frac{60}{14} = 4.3 = \text{BTU ทั้งหมดต่อชั่วโมงการทำความเย็น}$$

$$\text{CFM} \times (T_{H_{in}} - T_{H_{out}}) \times 4.3 = \text{BTU ทั้งหมดต่อชั่วโมงการทำความเย็น}$$

(See table of total heat for each wet bulb temperature.)

ระบบทำความเย็น

การไหลของน้ำเย็น

$$\text{GPM} \times 500 \times (\text{อุณหภูมิน้ำออก} - \text{อุณหภูมิน้ำเข้า}) =$$

BTU ต่อชั่วโมงทั้งหมดของความสามารถการทำความเย็น.

$$\text{GPM} \times 500 \times (T_{out} - T_{in}) = \text{ต่อชั่วโมง}$$

ความสามารถการทำความเย็น— สารความเย็น 40k

$$\text{ทำความเย็นด้วยน้ำ} \quad 1 \text{ KW} = 1 \text{ ton cooling (12,000 BTU)}$$

$$1 \text{ KWH} = 12,000 \text{ BTU/hr.}$$

$$\text{ทำความเย็นด้วยอากาศ} \quad 1.1 - 1.4 \text{ KW} = 1 \text{ ton cooling (12,000 BTU)}$$

$$1.1 - 1.4 \text{ KWH} = 12,000 \text{ BTU/hr.}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรพื้นฐาน

CFM = cubic feet per minute

GPM = gallons per minute

T = temperature kF

TH = total heat BTU/#

KWH = kilowatt hours

1. ระบบทำความเย็นด้วยอากาศ

การทำความเย็น - ความร้อนสัมผัสออก

$$\text{CFM} \times (T_{\text{in}} - T_{\text{out}}) \times 1.08 = \text{BTU per hour}$$

การทำความเย็น - ความร้อนสัมผัสรวม

$$\text{CFM} \times (TH_{\text{in}} - TH_{\text{out}}) \times 4.3 = \text{BTU per hour}$$

2. หน่วยทำความเย็น

A. การไหลของน้ำเย็น

$$\text{GPM} \times 500 \times (T_{\text{in}} - T_{\text{out}}) = \text{BTU per hour}$$

B. การทำความเย็นด้วยไฟฟ้า

ทำความเย็นด้วยน้ำ 1 KWH = 12,000 BTU/hr. cooling

ทำความเย็นด้วยอากาศ 1.1-1.4 KWH = 12,000 BTU/hr. cooling

C. การทำความเย็นแบบดูดซึม

19 ปอนด์ของไอน้ำต่อชั่วโมง = 12,000 BTU per hour cooling

D. ระบบควบแน่น

1) ทำความเย็นด้วยอากาศ

ความสามารถในการทำงาน $\text{CFM} \times (T_{\text{out}} - T_{\text{in}}) \times 1.08 = \text{BTU per hour}$

$$\frac{\text{BTU/hr. cap} \quad \text{acity}}{16,098} = \text{tons (12,000 BTU) per hour}$$

2) ทำความเย็นด้วยน้ำ

ความสามารถของหอทำน้ำเย็น

$$\text{CFM} \times (\text{TH}_{\text{out}} - \text{TH}_{\text{in}}) \times 4.3 = \text{BTU/hr. total capacity}$$

อัตราการไหลของน้ำ

$$\frac{\text{BTU/hr. capacity}}{500 \times (\text{T water in} - \text{T water out})} = \text{G.P.M.}$$

3) ผลการทำงานทั้งหมดของเครื่องทำความเย็น

แบบไฟฟ้า:

$$\frac{\text{BTU per hour capacity}}{15,415} = \text{tons}$$

แบบดูดซึม :

$$\frac{\text{BTU per hour capacity}}{31,000} = \text{tons}$$

3 การคำนวณอากาศผสมในกรณีที่มีผู้ปริมาตร :

อุณหภูมิอากาศผสม = % โดยปริมาตร x อุณหภูมิอากาศภายนอก

+ = % โดยปริมาตร x อุณหภูมิอากาศของลมกลับ

ยกตัวอย่าง : 4000 CFM of outdoor air at 25°F

6000 CFM of return air at 75°F

10000 CFM total air volume

$$(T)_{\text{mixed}} = 4000/10,000 \times 25^{\circ} + 6000/10000 \times 75^{\circ}$$

$$= 10^{\circ} + 45^{\circ} = 55^{\circ}\text{F}$$

4. การคำนวณปริมาตรอากาศภายนอกในกรณีที่มีผู้อุณหภูมิ:

ปริมาตรอากาศภายนอก = อุณหภูมิอากาศที่ง่าย ลบ % โดยปริมาตรของลมกลับ คูณ

อุณหภูมิ คูณ ปริมาตรทั้งหมดหารด้วยอุณหภูมิอากาศภายนอก

ยกตัวอย่าง: Supply air temperature 55°F

Supply air volume 10,000 CFM

Return air temperature 75°F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Return air volume 6,000 CFM

Outdoor air temperature 25°

Outdoor air volume

$$\text{CFM} = \frac{55^\circ - (6000 / 10000) \times 75^\circ}{25^\circ} \times 10,000 \text{ CFM}$$

$$\frac{55^\circ - 45^\circ}{25^\circ} \times 10,000 = 4,000 \text{ CFM}$$

การควมแน่นของเครื่องทำความเย็น

ทำความเย็นด้วยอากาศ

ความสามารถควมแน่นต่อต้านการทำความเย็น.

$$\begin{aligned} \text{การทำความเย็น} &= 12,000 \text{ BTU/hr.} \\ * \text{Motor input average } 1.2 \text{ KW} \times 3415 &= \frac{4,098}{16,098} \text{ BTU/hr.} \end{aligned}$$

การทำงานของคอนเดนเซอร์

$$\text{CFM} \times (\text{อุณหภูมิอากาศออก} - \text{อุณหภูมิอากาศเข้า}) \times 1.08 = \text{BTU per hour}$$

$$\frac{\text{BTU per hour}}{16,098} = \text{tons cooling operation}$$

ทำความเย็นด้วยน้ำ

ความสามารถในการควมแน่นแบบไฟฟ้าต่อต้านการทำความเย็น

$$\begin{aligned} \text{การทำความเย็น} &12,000 \text{ BTU/hr.} \\ \text{Motor } 1 \text{ KW} \times 3415 &\frac{3,415}{15,415} \text{ BTU/hr.} \end{aligned}$$

ความสามารถในการควมแน่นแบบดูดซึมต่อต้านการทำความเย็น

$$\begin{aligned} \text{การทำความเย็น} &12,000 \text{ BTU/hr.} \\ * \text{Steam } 19\# \times 1,000 \text{ BTU} &\frac{19,000}{31,000} \text{ BTU/hr.} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของหอทำน้ำเย็น

ความสามารถการทำงาน

$$\begin{aligned} & \text{CFM ของพัดลม} \times (\text{อุณหภูมิทั้งหมดของความร้อนที่ออกจากกระเปาะเปียก} \\ & - \text{อุณหภูมิทั้งหมดของความร้อนที่เข้ากระเปาะเปียก}) \times 4.3 = \text{BTU per hour} \\ & \text{CFM} \times (\text{BTU/\# TH out} - \text{BTU/\# TH in}) \times 4.3 \\ & = \text{BTU ต่อชั่วโมงการทำงานรวม} \end{aligned}$$

อัตราการไหลของน้ำ

$$\begin{aligned} & \text{BTU ต่อชั่วโมงความสามารถในการทำงาน} + 500 \\ & \times (\text{อุณหภูมิน้ำเข้า} - \text{อุณหภูมิน้ำออก}) = \text{GPM water flow} \end{aligned}$$

$$\text{GPM} = \frac{\text{BTU per hour}}{500 \times (T_{\text{in}} - T_{\text{out}})}$$

สูตรทางไฟฟ้า

1 เฟส :

$$\frac{\text{Amps} \times \text{volts}}{1,000} = \text{KW}$$

3 เฟส :

$$\frac{\text{Amps} \times \text{volts} \times 1,732}{1,000} = \text{KW}$$

$$1 \text{ KWH} = 3,412 \text{ BTU/hr.}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น

R - 11

Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG
-60	29.1*	20	21.0*	65	5.3*	100	8.7	170	54.7
-55	29.0*	22	20.6*	66	4.8*	102	9.6	172	56.6
-50	28.8*	24	20.1*	67	4.3*	104	10.4	174	58.6
-45	28.6*	26	19.6*	68	3.8*	106	11.3	176	60.6
-40	28.4*	28	19.1*	69	3.2*	108	12.2	178	62.6
-38	28.3*	30	18.6*	70	2.7*	110	13.1	180	64.7
-36	28.1*	32	18.0*	71	2.2*	112	14.1	182	66.8
-34	28.0*	34	17.4*	72	1.6*	114	15.1	184	68.9
-32	27.9*	36	16.8*	73	1.0*	116	16.1	186	71.1
-30	27.8*	38	16.2*	74	0.5*	118	17.1	188	73.4
-23	27.6*	40	15.6*	75	0.0	120	18.2	190	75.7
-26	27.5*	41	15.2*	76	.3	122	19.3	192	78.0
-24	27.3*	42	14.9*	77	0.6	124	20.4	194	80.4
-22	27.1*	43	14.6*	78	0.9	126	21.5	196	82.8
-20	27.0*	44	14.2*	79	1.2	128	22.7	198	85.3
-18	26.8*	45	13.9*	80	1.5	130	23.9	200	87.8
-16	26.5*	46	13.5*	81	1.8	132	25.2	210	101.1
-14	26.4*	47	13.1*	82	2.1	134	26.4	220	115.6
-12	26.2*	48	12.8*	83	2.4	136	27.7	230	131.4
-10	26.0*	49	12.4*	84	2.8	138	29.0	240	148.6
-8	25.7*	50	12.0*	85	3.1	140	30.4	250	167.3
-6	25.5*	51	11.6*	86	3.4	142	31.8	260	187.5
-4	25.2*	52	11.2*	87	3.8	144	33.2	270	209.3
-2	24.9*	53	10.8*	88	4.1	146	34.6	280	232.9
0	24.7*	54	10.4*	89	4.5	148	36.1	290	258.2
2	24.4*	55	9.9*	90	4.8	150	37.6	300	285.5
4	24.1*	56	9.5*	91	5.2	152	39.2	310	314.7
5	23.9*	57	9.1*	92	5.6	154	40.7	320	346.0
6	23.7*	58	8.6*	93	5.9	156	42.4	330	379.4
8	23.4*	59	8.2*	94	6.3	158	44.0	340	415.2
10	23.0*	60	7.7*	95	6.7	160	45.7	350	453.4
12	22.7*	61	7.3*	96	7.1	162	41.4	360	494.1
14	22.3*	62	6.8*	97	7.5	164	49.2	370	537.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16	21.9*	63	6.3*	98	7.9	166	51.0	380	583.7
18	21.5*	64	5.8*	99	8.3	168	52.8		

(*) Vacuum = inches Mercury

PSIG = pounds per square inch gauge

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น

R- 12

Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG
-152	29.6*	-10	4.4	44	40.7	80	84.1	140	206.6
-150	29.6*	-8	5.3	45	41.6	81	85.6	145	220.3
-145	29.5*	-6	6.2	46	42.6	82	87.1	150	234.6
-140	29.3*	-4	7.1	47	43.6	83	88.6	155	249.5
-135	29.2*	-2	8.1	48	44.6	84	90.2	160	265.1
-130	29.0*	0	9.1	49	45.6	85	91.7	165	281.3
-125	28.8*	2	10.1	50	46.6	86	93.3	170	298.3
-120	28.6*	4	11.2	51	47.7	87	94.9	175	315.9
-115	28.3*	5	11.7	52	48.7	88	96.5	180	334.3
-110	27.9*	6	12.3	53	49.8	89	98.1	185	353.4
				54	50.9				
-105	27.5*	8	13.4			90	99.7	190	373.2
-100	27.0*	10	14.6	55	52.0	92	103.1	195	393.9
-95	26.4*	12	15.8	56	53.1	94	106.5	200	415.3
-90	25.7*	14	17.0	57	54.2	96	110.0	205	437.6
-85	24.9*	16	18.3	58	55.4	98	113.5	210	460.8
				59	56.5				
-80	24.0*	18	19.6			100	117.1	215	484.8
-75	23.0*	20	21.0	60	57.7	102	120.8	220	509.7
-70	21.8*	22	22.4	61	58.9	104	124.6	225	535.5
-65	20.5*	24	23.8	62	60.1	106	128.4	230	562.3
-60	19.0*	26	25.3	63	61.3	108	132.4		
				64	62.5				
-55	17.3*	28	26.8			110	136.4		
-50	15.4*	30	28.4*	65	63.7	112	140.4		
-45	13.3*	31	29.2	66	65.0	114	144.6		
-40	10.9*	32	30.0	67	66.3	116	148.9		
-35	8.3*	33	30.8	68	67.5	118	153.2		
				69	68.8				
-30	5.4*	34	31.7			120	157.6		
-28	4.2*	35	32.5	70	70.1	122	162.1		
-26	2.9*	36	33.4	71	71.5	124	166.7		
-24	1.6*	37	34.2	72	72.8	126	171.7		
-22	0.2*	38	35.1	73	74.2	128	176.1		
				74	75.5				
-20	0.5	39	36.0			130	181.0		
-18	1.3	40	36.9	75	76.9	132	185.9		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-16	2.0	41	37.8	76	78.3	134	190.9
-14	2.8	42	38.8	77	79.8	136	196.0
-12	3.6	43	39.7	78	81.2	138	201.3
				79	82.7		

(*) Vacuum = inches Mercury

PSIG = pounds per square inch gauge

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น

R-22

Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG
-150	29.3*	-50	6.1*	18	40.8	88	163.2	158	419.8
-145	29.2*	-48	4.8*	20	43.0	90	168.4	160	429.8
-140	29.0*	-46	3.4*	22	45.2	92	173.06	162	440.0
-135	28.7*	-44	2.0*	24	47.5	94	179.0	164	450.3
-130	28.4*	-42	0.4*	26	49.9	96	184.5	166	460.9
-125	28.1*	-40	0.5	28	52.3	98	190.1	168	471.6
-120	27.6*	-38	1.3	30	54.8	100	195.9	170	482.5
-115	27.1*	-36	2.1	32	57.4	102	201.7	172	493.6
-110	26.5*	-34	3.0	34	60.1	104	207.7	174	504.9
-105	25.8*	-32	3.9	36	62.8	106	213.8	176	516.4
-100	25.0*	-30	4.8	38	65.6	108	220.0	178	528.1
-98	24.6*	-28	5.8	40	68.5	110	226.3	180	540.0
-96	24.2*	-26	6.8	42	71.4	112	232.8	182	552.2
-94	23.8*	-24	7.9	44	74.4	114	239.3	184	564.5
-92	23.4*	-22	9.0	46	77.5	116	246.1	186	577.1
-90	22.9*	-20	10.1	48	80.7	118	252.9	188	589.8
-88	22.4*	-18	11.3	50	84.0	120	259.9	190	602.8
-86	21.9*	-16	12.5	52	87.3	122	267.0	192	616.1
-84	21.3*	-14	13.8	54	90.8	124	274.2	194	629.6
-82	20.7*	-12	15.1	56	94.3	126	281.6	196	643.3
-80	20.1*	-10	16.4	58	97.9	128	289.1	198	657.3
-78	19.5*	-8	17.8	60	101.6	130	290.8	200	671.6
-76	18.8*	-6	19.3	62	105.3	132	304.6	202	686.2
-74	18.1*	-4	20.8	64	109.2	134	312.5	204	701.0
-72	17.3*	-2	22.3	66	113.2	136	320.6		
-70	16.5*	0	23.9	68	117.2	138	328.8		
-68	15.7*	2	25.6	70	121.4	140	337.2		
-66	14.8*	4	27.3	72	125.6	142	345.7		
-64	13.9*	5	28.1	74	130.0	144	354.4		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-62	12.9*	6	29.0	76	134.4	146	363.3
-60	11.9*	8	30.8	78	138.9	148	372.3
-58	10.9*	10	32.7	80	143.6	150	381.5
-56	9.7*	12	34.7	82	148.3	152	390.8
-54	8.6*	14	36.6	84	153.2	154	400.3
-52	7.4*	16	38.7	86	158.1	156	409.9

(*) Vacuum = inches Mercury

PSIG = pounds per square inch gauge

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น

R-113

Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG
-30	29.2*	62	20.4*	135	5.3
-20	29.0*	64	20.0*	140	7.1
-10	28.6*	66	19.5*	145	9.0
0	28.1*	68	19.0*	150	11.0
2	28.0*	70	18.5*	160	15.5
4	27.9*	72	18.0*	170	20.5
5	27.8*	74	17.5*	180	26.1
6	27.8*	76	16.9*	190	32.4
8	27.6*	78	16.3*	200	39.4
22	27.5*	80	15.7*	210	47.1
12	27.3*	82	15.1*	220	55.6
14	27.2*	84	14.5*	230	65.0
16	27.0*	86	13.8*	240	75.3
18	26.9*	88	13.1*	250	86.5
20	26.7*	90	12.4*	260	98.7
22	26.5	82	11.7*	280	126.4
24	26.3*	94	10.9*	300	158.8
26	26.1*	96	10.1*	320	196.4
28	25.9*	98	9.3*	340	239.8
30	25.7*	100	8.5*	360	289.7
32	25.4*	102	7.6*	380	346.9
34	25.2*	104	6.7*	400	412.5
36	24.9*	106	5.8*	410	449.0
38	24.7*	108	4.9*	417	476.6
40	24.4*	110	3.9*		
42	24.1*	112	2.9*		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44	23.8*	114	1.9*
46	23.5*	116	0.8*
48	23.2*	118	0.1
50	22.8*	120	0.6
52	22.4*	122	1.2
50	22.1*	124	1.8
56	21.7*	126	2.4
58	21.3*	128	3.0
60	20.9*	130	3.6

(*) Vacuum = inches Mercury

PSIG = pounds per square inch gauge



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น

Refrigerant Type 113

Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG	Temp. °F	Pressure PSIG
-105	27.9*	-56	16.6*	-5	12.2	45	66.3	95	181.1
-104	27.8*	-54	16.2*	-4	12.9	46	67.9	96	184.2
-103	27.7*	-53	15.7*	-3	13.6	47	69.5	97	187.4
-102	27.6*	-52	15.3*	-2	14.3	48	71.1	98	190.6
-101	27.5*	-51	14.8*	-1	15.0	49	72.8	99	193.9
-100	27.4*	-50	14.3*	0	15.7	50	74.5	100	197.2
-99	27.3*	-49	13.8*	1	16.5	51	76.2	101	200.5
-98	27.2*	-48	13.3*	2	17.2	52	78.0	102	203.9
-97	27.1*	-47	12.8*	3	18.0	53	79.7	103	207.3
-96	26.9*	-46	12.2*	4	18.8	54	81.5	104	210.7
-95	26.8*	-45	11.7*	5	19.6	55	83.4	105	214.2
-94	26.7*	-44	11.1*	6	20.4	56	85.2	106	217.8
-93	26.6*	-43	10.6*	7	21.2	57	87.1	107	221.3
-92	26.4*	-42	10.0*	8	22.1	58	89.0	108	225.0
-91	26.3*	-41	9.3*	9	22.9	59	90.9	109	228.6
-90	26.1*	-40	8.7*	10	23.8	60	92.9	110	232.3
-89	26.0*	-39	8.1*	11	24.7	61	94.9	111	236.1
-88	25.8*	-38	7.4*	12	25.6	62	96.9	112	239.8
-87	25.6*	-37	6.8*	13	26.5	63	98.9	113	243.7
-86	25.5*	-36	6.1*	14	27.5	64	101.0	114	247.5
-85	25.3*	-35	5.4*	15	28.4	65	103.1	115	251.5
-84	25.1*	-34	4.7*	16	29.4	66	105.3	116	255.4
-83	24.9*	-33	3.9*	17	30.4	67	107.4	117	259.4
-82	24.7*	-32	3.2*	18	31.4	68	109.6	118	263.5
-81	24.5*	-31	2.4*	19	32.5	69	111.8	119	267.6
-80	24.3*	-30	1.6*	20	33.5	70	114.1	120	271.7
-79	24.1*	-29	0.8*	21	34.6	71	116.4	121	275.9
-78	23.9*	-28	0.0*	22	35.7	72	118.7	122	280.1
-77	23.7*	-27	0.4	23	36.8	73	121.0	123	284.4
-76	23.5*	-26	0.8	24	37.9	74	123.4	124	288.7
-75	23.2*	-25	1.3	25	39.0	75	125.8	125	293.1
-74	23.0*	-24	1.7	26	40.2	76	128.3		
-73	22.7*	-23	2.2	27	41.4	77	130.7		
-72	22.4*	-22	2.6	28	42.6	78	133.2		
-71	22.2*	-21	3.1	29	43.8	79	135.8		
-70	21.9*	-20	3.6	30	45.0	80	138.3		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-69	21.6*	-19	4.1	31	46.3	81	140.9
-68	21.3*	-18	4.6	32	47.6	82	143.6
-67	21.0*	-17	5.1	33	48.9	83	146.3
-66	20.4*	-16	5.6	34	50.2	84	149.0
-65	20.4*	-15	6.2	35	51.6	85	151.7
-64	20.0*	-14	6.7	36	52.9	86	154.5
-63	19.7*	-13	7.3	37	54.3	87	157.3
-62	19.4*	-12	7.9	38	55.7	88	160.1
-61	19.0*	-11	8.5	39	57.2	89	163.0
-60	18.6*	-10	9.0	40	58.36	90	165.9
-59	18.2*	-9	9.7	41	60.1	91	168.9
-58	17.8*	-8	10.3	42	61.6	92	171.9
-57	17.4*	-7	10.9	43	63.1	93	174.9
-56	17.0*	-6	11.5	44	64.7	94	178.0

Wet Bulb Temperature °F	Total Heat BTU/Lb. Air	Wet Bulb Temperature °F	Total Heat BTU/Lb. Air	Wet Bulb Temperature °F	Total Heat BTU/Lb. Air	Wet Bulb Temperature °F	Total Heat BTU/Lb. Air
32	11.758	62	27.85	92	58.78	122	125.98
33	12.169	63	28.57	93	60.25	123	129.35
34	12.585	64	29.31	94	61.77	124	132.8
35	13.008	65	30.06	95	63.32	125	136.4
36	13.438	66	30.83	96	64.92	126	140.1
37	13.874	67	31.62	97	66.55	127	143.9
38	14.319	68	32.42	98	68.23	128	147.8
39	14.771	69	33.25	99	69.96	129	151.8
40	15.230	70	34.09	100	71.73	130	155.9
41	15.697	71	34.95	101	73.55	131	160.3
42	16.172	72	35.83	102	75.42	132	164.7
43	16.657	73	36.74	103	77.34	133	169.3
44	17.149	74	37.66	104	79.31	134	174.0
45	17.650	75	38.61	105	81.34	135	178.9
46	18.161	76	39.57	106	83.42	136	183.9
47	18.680	77	40.57	107	85.56	137	189.0
48	19.211	78	41.58	108	87.76	138	194.4
49	19.751	79	42.62	109	90.03	139	199.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50	20.301	80	43.69	110	92.34	140	205.7
51	20.862	81	44.78	111	94.72	141	211.6
52	21.436	82	45.90	112	97.18	142	217.7
53	22.020	83	47.04	113	99.71	143	224.1
54	22.615	84	48.22	114	102.31	144	230.6
55	23.22	85	49.43	115	104.98	145	237.4
56	23.84	86	50.66	116	107.73	146	244.4
57	24.48	87	51.93	117	110.55	147	251.7
58	25.12	88	53.23	118	113.46	148	259.3
59	25.78	89	54.56	119	116.46	149	267.1
60	26.46	90	55.93	120	119.55	150	275.3
61	27.15	91	57.33	121	122.72	151	283.6

อุณหภูมิจุดน้ำค้าง

อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์			
	50	60	70	80
70	50	55	60	64
75	55	61	65	69
80	60	65	70	73
85	64	70	75	78
90	69	74	79	84

ถ้าระบบปรับอากาศถูกปิดลงในตอนกลางคืน ที่จุดน้ำค้างภายนอกสูง ระบบจะเป็ยกทั้ง
ผิวหน้าภายใน เนื่องจากมีอุณหภูมิสูงกว่า และละลาย
ปิดทางเข้าของอากาศ และใช้แผ่นกันที่พัดลมดูดอากาศออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

หลักการทำงานของชุดช่วยวิเคราะห์การทำงาน

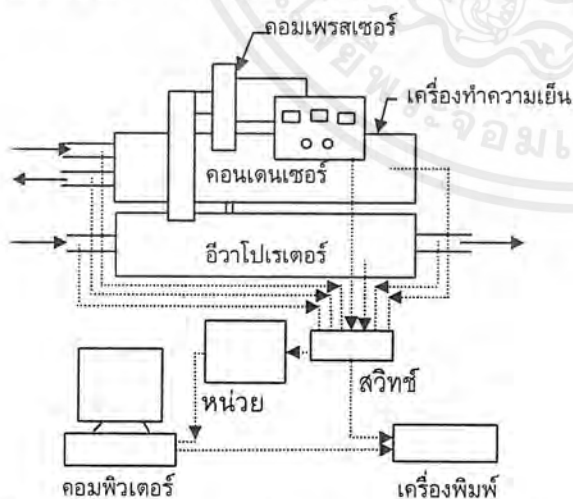
หลักการทำงานของระบบที่ทดลอง

ระบบทำความเย็นมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

1. ระบบเครื่องทำความเย็น ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ อีวาโปเรเตอร์ วาล์วควบคุมความดัน ส่วนควบคุมและอื่นๆ แสดงในรูปที่ 1 ทั้งคอนเดนเซอร์และอีวาโปเรเตอร์เป็นแบบ shell & tube ใช้น้ำระบายความร้อนทำให้เกิดการควบแน่นของสารทำความเย็นที่คอนเดนเซอร์ และจากการเดือดของสารทำความเย็นที่ความดันต่ำในอีวาโปเรเตอร์ ทำให้น้ำที่ไหลผ่านอีวาโปเรเตอร์เย็นลงสามารถนำเอาออกไปทำความเย็นในที่ใดๆ ได้

2. หอทำน้ำเย็น น้ำร้อนที่ไหลออกจากคอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิสูง จำเป็นต้องผ่านหอทำน้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิของน้ำให้ต่ำลง แล้วปั๊มน้ำนั้นไหลวนกลับไประบายความร้อนให้กับสารทำความเย็นในคอนเดนเซอร์อีกครั้งหนึ่ง

3. ชุดทำความเย็นให้กับอากาศ มีลักษณะเป็นชุดแลกเปลี่ยนความร้อน (Air handling unit) ในระบบปิด หรือชุดสเปรย์น้ำ (Air washer) ในระบบเปิด โดยใช้น้ำเย็นที่ได้จากอีวาโปเรเตอร์มาทำความเย็นให้กับอากาศที่ใช้งาน หรือทั้งทำความเย็นและเพิ่มความชื้น



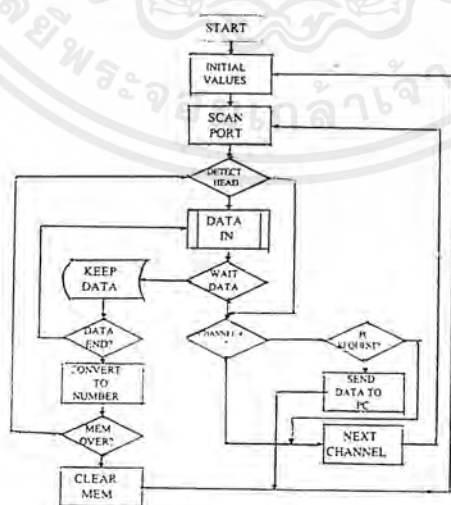
รูปที่ 5.1 แสดงระบบการทำงานของเครื่องวิเคราะห์

เครื่องทำความเย็นได้ถูกติดตั้งชุดวัดอุณหภูมิและความดันทั้งที่ระบบสารทำความเย็น น้ำมันหล่อลื่นและน้ำในทุกวงจร ข้อมูลต่างๆเหล่านี้ถูกส่งมาที่สวิทช์เลือกเพื่อเป็นข้อมูลกับเครื่องพิมพ์โดยตรงหรือให้ผ่านระบบการวิเคราะห์ ในกรณีที่ให้ข้อมูลผ่านระบบ ข้อมูลจะถูกส่งมาเก็บไว้ที่หน่วยรับข้อมูลขนาดใหญ่ทุก 1 หรือ 2 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่องตลอดวันและทุกวันจนกว่าจะหยุดเดินเครื่องทำความเย็น การเก็บข้อมูลของหน่วยความจำสามารถเก็บได้นานมากกว่า 2 สัปดาห์ นอกจากนี้ระบบควบคุมยังสามารถเก็บข้อมูลปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ และเปอร์เซ็นต์ภาระของเครื่องในแต่ละช่วงเวลาด้วย จากนั้นผู้ควบคุมจะต้องทำการส่งข้อมูลทั้งหมดในแต่ละวันเข้าสู่โปรแกรมเพื่อทำการประมวลผลและวิเคราะห์ผลและทำตามขั้นตอนเพื่อการวิเคราะห์

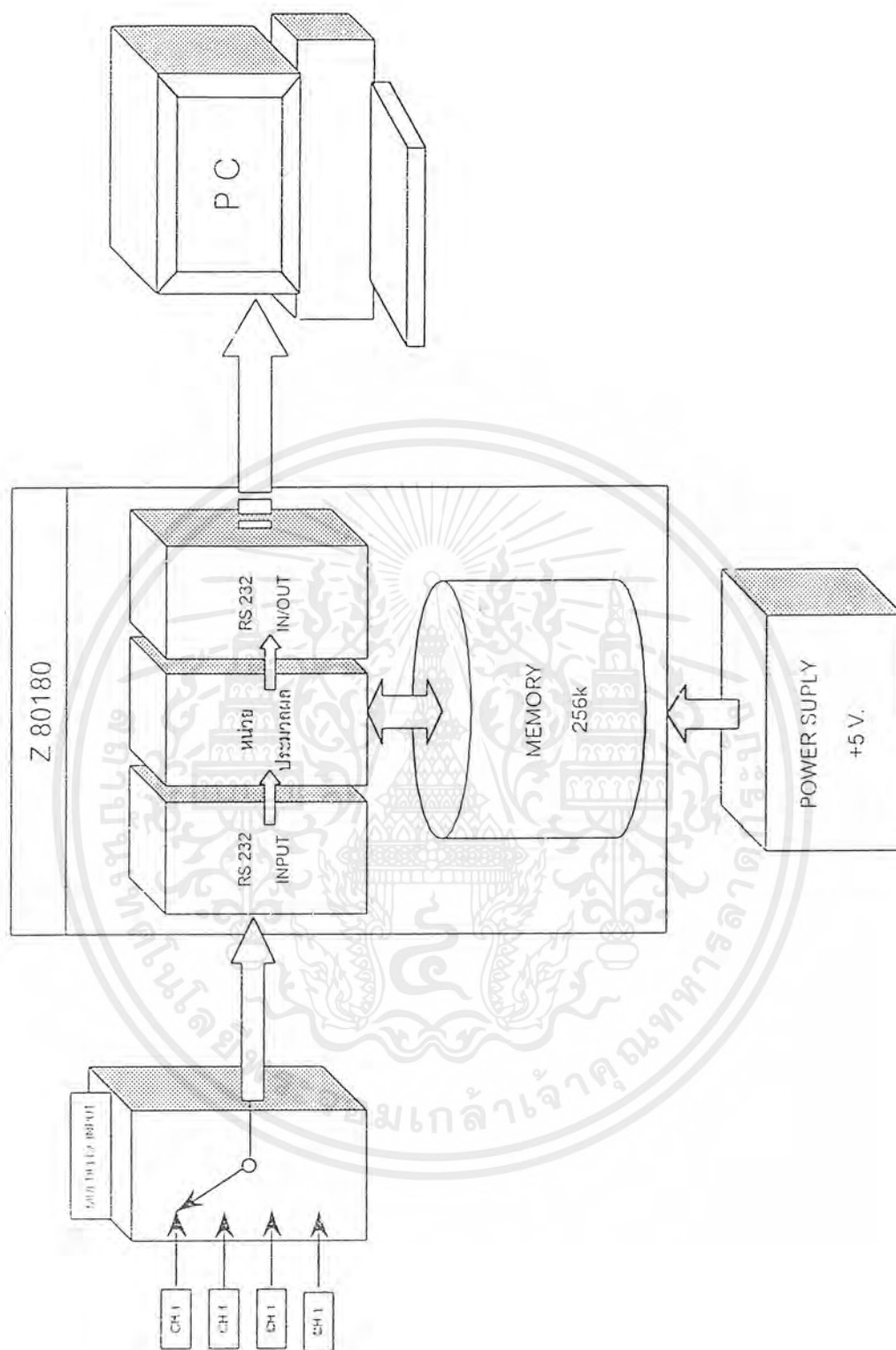
การสร้างชุดวิเคราะห์และควบคุม

สวิทช์เลือก เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เลือกการทำงานให้ผ่านเครื่องพิมพ์โดยตรงหรือให้ผ่านระบบการวิเคราะห์ก่อนแล้วจึงแสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์ในภายหลัง มีอยู่ 4 ปุ่มกด

ชุดเก็บข้อมูล มีความสามารถเก็บข้อมูลได้สูงสุด 512 k Byte ตามรูปที่ 3 ข้อมูลการใช้งานจากเครื่องทำความเย็นจะป้อนเข้าสู่หน่วยความจำโดยอัตโนมัติทุกๆ 1 หรือ 2 ชั่วโมงตามที่ตั้งความถี่ไว้ ข้อมูลที่เข้ามาจะถูกตรวจจับที่ช่องข้อมูล เมื่อจับสัญญาณที่ช่องใดช่องหนึ่งได้ ก็จะส่งเข้าเก็บทั้งหมดโดยเปลี่ยนเป็นตัวเลขทั้งหมดเพื่อประหยัดเนื้อที่เก็บ ถ้ามีข้อมูลชุดอื่นจากช่องอื่นมาพร้อมกัน ข้อมูลชุดที่ช้ากว่าจะรอก่อน เมื่อชุดแรกถูกเก็บเรียบร้อยแล้ว ชุดที่รออยู่จะถูกเก็บเป็นชุดถัดไป ในกรณีที่คอมพิวเตอร์เรียกข้อมูลเข้าไปประมวลผล ข้อมูลจะถูกส่งไปเข้าคอมพิวเตอร์ทั้งหมดชุด แล้วจะเลื่อนไปที่ช่องข้อมูลถัดไปและทำการตรวจจับข้อมูลใหม่โดยอัตโนมัติ

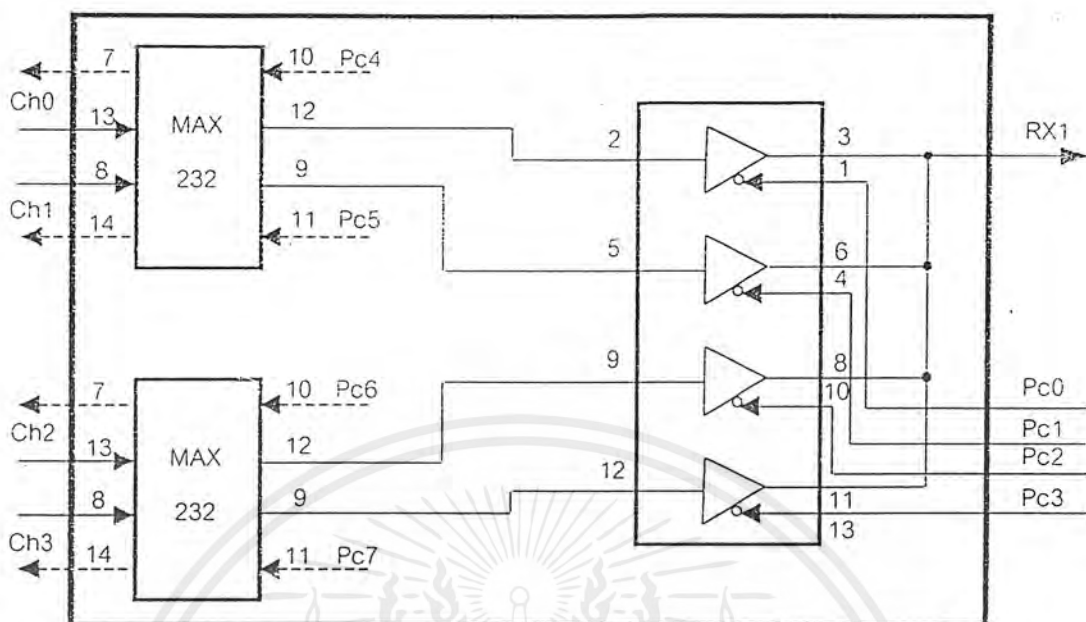


รูป 6.2 แสดงแผนภูมิการเก็บข้อมูล



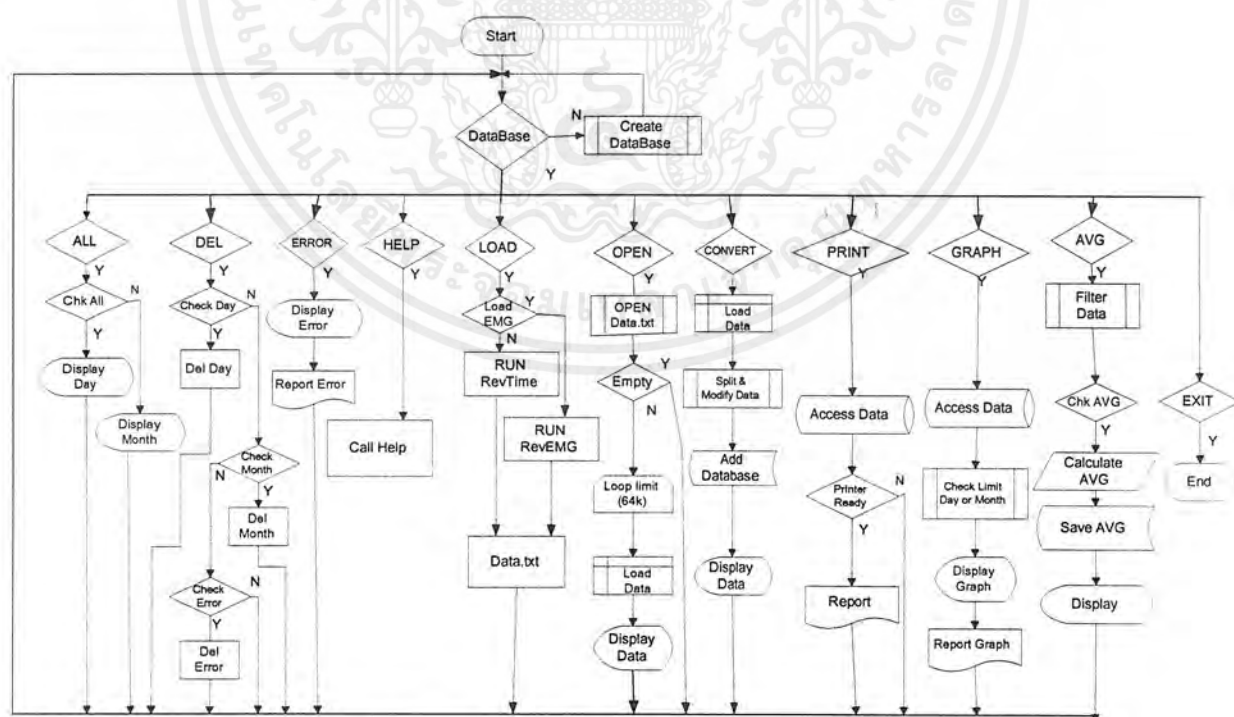
รูปที่ 6.3 แสดงวงจรชุดรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.4 แสดงวงจรสวิทช์เล็ก

วิธีการใช้งานโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล



รูปที่ 6.5 แสดงแผนภูมิของส่วนโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล

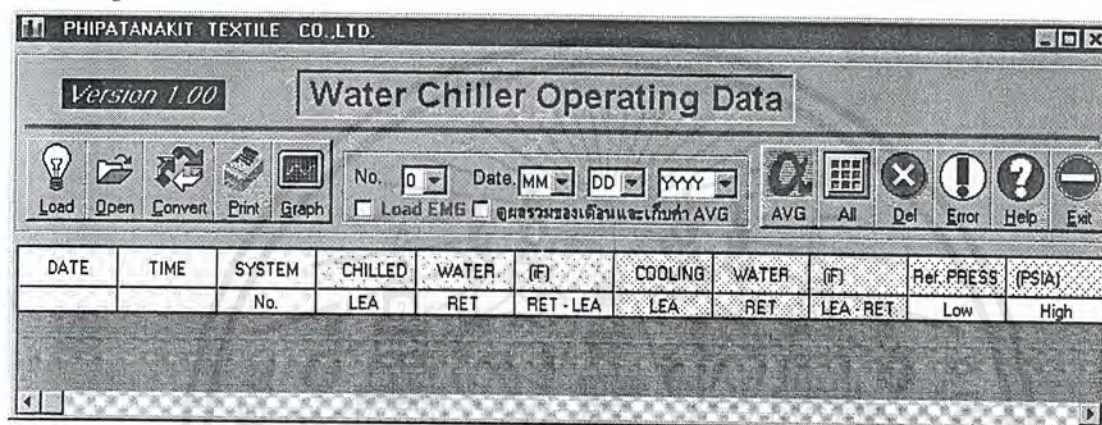
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่ได้จากโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลจะมีอยู่ 2 ส่วน คือ

1. ใช้พิมพ์ตารางข้อมูล(data sheet) แบ่งเป็นงานรายวันและงานรายเดือน
2. ใช้พิมพ์กราฟ แบ่งเป็นงานรายวันและงานรายเดือนเช่นกัน

ซึ่งส่วนท้ายของวิธีการใช้งานนี้ จะมีตัวอย่างของตารางและกราฟที่ได้ โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์นี้จะประกอบด้วยคำสั่งต่างๆและแต่ละคำสั่ง จะมีความหมายที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

รูปตัวอย่างหน้าจอ



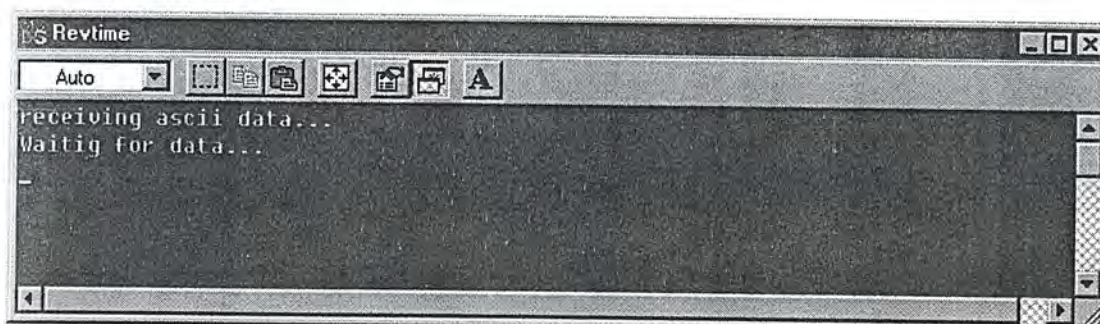
Load Command

ใช้สำหรับ Load ข้อมูลจาก Memory โดยการ Load ข้อมูลต้อง RUN File **Revtime.exe** แล้วสร้าง Text Files ขึ้นมาเก็บข้อมูลดิบเอาไว้ ชื่อ ไฟล์ **Data.txt** โดยไฟล์ทั้ง 2 จะอยู่ใน Path เดียวกับ DataEntry Application โดย Data.txt สามารถเปลี่ยนชื่อ ให้สอดคล้องกับข้อมูลดิบ และเก็บไว้ในที่เหมาะสมได้ ซึ่งเป็น Text Files มีขนาดไม่เกิน 64k ซึ่งเป็นข้อจำกัดของ Windows 95/98

ส่วน File **Revtime.exe** นั้นห้ามเปลี่ยนชื่อ เปลี่ยน Path เป็นอันขาด

ในกรณีที่ Hardware มีปัญหาให้ เช็คว่า **Load EMG** ไว้ก่อน ใช้คำสั่ง **Load Command** เพื่อ Run File **RevEmg.exe** แทน

ตัวอย่างหน้าจอ

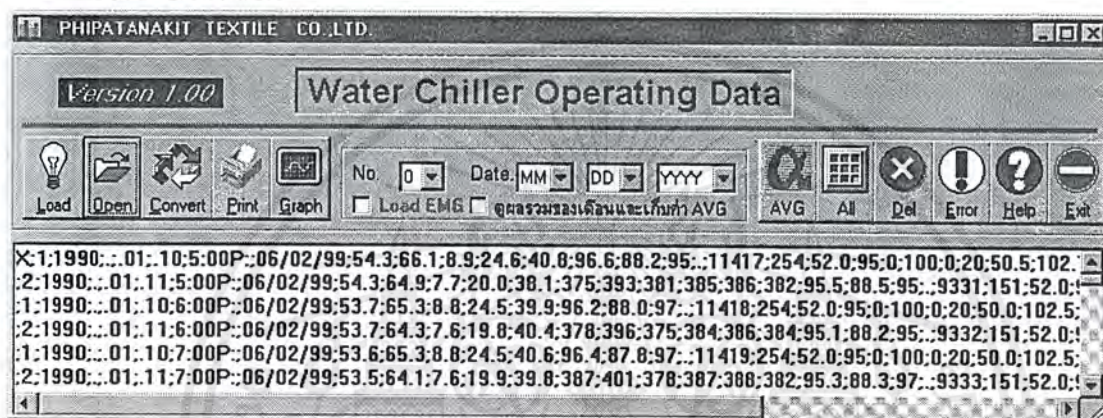


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Open Command

ใช้สำหรับ เปิดไฟล์ข้อมูลดิบ (Text Files Only) เข้ามาประมวลผล โดย DataEntry จะจัดแยกข้อมูลดิบออกเป็นข้อมูลที่มีความหมาย ไว้คำนวณค่าต่างๆ รวมทั้งปรับเปลี่ยนวันเวลาให้ถูกต้อง โดย Open Command จะใช้ร่วมกับ Convert Command ซึ่งเป็นคำสั่งการประมวลผลของข้อมูล ดูรายละเอียดหัวข้อถัดไป

ตัวอย่างหน้าจอ



Convert Command

ใช้เมื่อ Open Files มาแล้ว และต้องมีข้อมูลแสดงให้เห็น ข้อมูลดิบที่แสดงขึ้นมานั้น สามารถแก้ไขได้ โดย Text Files นั้นมีขนาดไม่เกิน 64k ซึ่งเป็นข้อจำกัดของ Windows กรณีเกิด Error ขึ้นให้คลิก Ok แล้วข้ามไป ข้อมูลที่ถูกต้องจะประมวลผลเป็นฐานข้อมูลที่สมบูรณ์

ส่วนข้อมูลที่ Error ก็จะเก็บไว้เช่นกัน โดยจะแจ้งให้ทราบถึงชนิดของ Error และข้อมูลที่ Error โดยสามารถดูได้ที่ Error Command ในหัวข้อถัดไป

View Data Command(AVG, All, Print, Graph)

การดูข้อมูลจาก ฐานข้อมูลมีอยู่ 3 รูปแบบ คือ

1. ใช้ All Command เพื่อดูข้อมูลทั้งหมดที่เก็บไว้
2. ใช้ AVG Command เพื่อเลือกดูเฉพาะวันที่ ต้องการ และระบบที่ต้องการ ในกรณี ที่ Checkbox ของเดือนถูก Check จะเป็นการ Save ค่า AVG นั้นเอาไว้ด้วย ดังนั้นก่อนที่จะ Save ข้อมูล

ต้องดูให้แน่ใจว่าชั่วโมงครบหรือไม่ เพราะเมื่อ Save ไปแล้วจะ Save อีกไม่ได้ เพราะวันเวลาจะซ้ำกันไม่ได้

3. ใช้ All Command ร่วมกับ Checkbox ของเดือน โดย Check ค่าไว้แล้วเลือก ระบบ, เดือน, ปี ที่ต้องการดู

ตัวอย่างหน้าจอ All Command

PHIPATANAKIT TEXTILE CO.,LTD.

Version 1.00

Water Chiller Operating Data

Load

Open

Convert

Print

Graph

No. Date.
☐ Load EMG ☐ ดูผลรวมของเดือนและเก็บค่า AVG

AVG

All

Del

Error

Help

Exit

DATE	TIME	SYSTEM	CHILLED	WATER	(F)	COOLING	WATER	(F)	Ref. PRESS (PSIA)	
		No.	LEA	RET	RET - LEA	LEA	RET	LEA - RET	Low	High
05/20/1999	16:04	4	54.7	61.8	7.1	90.8	88.5	2.3	10.2	15
06/02/1999	17:00	1	54.3	66.1	11.8	96.6	88.2	8.4	8.9	24
06/02/1999	17:00	2	54.3	64.9	10.6	95.5	88.5	7	7.7	24
06/02/1999	18:00	1	53.7	65.3	11.6	96.2	88	8.2	8.8	24
06/02/1999	18:00	2	53.7	64.3	10.6	95.1	88.2	6.9	7.6	15
06/02/1999	19:00	1	53.6	65.3	11.7	96.4	87.8	8.6	8.8	24
06/02/1999	19:00	2	53.5	64.1	10.6	95.3	88.3	7	7.6	15
06/02/1999	20:00	1	53.9	65.4	11.5	96.4	88	8.4	8.8	24

ตัวอย่างหน้าจอ AVG Command

PHIPATANAKIT TEXTILE CO.,LTD.

Version 1.00

Water Chiller Operating Data

 Load

 Open

 Convert

 Print

 Graph

No. Date:
☐ Load EMG ☐ ดูผลรวมของเดือนและเก็บค่า AVG

 AVG

 All

 Del

 Error

 Help

 Exit

TIME	CHILLED	WATER	(F)	COOLING	WATER	(F)	Ref. PRESS	(PSIA)	HS. Temp	OIL
	LEA	RET	RET - LEA	LEA	RET	LEA - RET	Low	High		Press
17:00	54.3	66.1	11.8	96.6	88.2	8.4	8.9	24.6	129.8	40
18:00	53.7	65.3	11.6	96.2	88	8.2	8.8	24.5	129.4	30
19:00	53.6	65.3	11.7	96.4	87.8	8.6	8.8	24.5	129.2	40
20:00	53.9	65.4	11.5	96.4	88	8.4	8.8	24.6	129.6	30
21:00	52.9	64.3	11.4	94.9	86.7	8.2	8.6	24	128.3	30
22:00	52.7	64.1	11.4	94.9	86.8	8.1	8.6	23.9	128	40
23:00	52.5	63.9	11.4	95.3	87	8.3	8.6	24	128.5	
AVG	53.4	64.9	11.5	95.8	87.5	8.3	8.7	24.3	129.0	40.2

ตัวอย่างหน้าจอ All Command ร่วมกับ Checkbox ของเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PHIPATANAKIT TEXTILE CO.,LTD.

Version 1.00

Water Chiller Operating Data

No. 1 Date 06 DD 1999

☐ Load EMG ☒ ดูผลรวมของเดือนและเก็บค่า AVG

DATE	CHILLED	WATER	(IF)	COOLING	WATER	(IF)	Ref. PRESS	(PSIA)	HS. Temp	DIL.
	LEA	RET	RET - LEA	LEA	RET	LEA - RET	Low	High		Press
06/02/1999	53.4	64.9	11.5	95.8	87.5	8.3	8.7	24.3	129	40.2

AVG Command

ใช้ AVG Command ดูข้อมูลทั้งของวันและข้อมูลเครื่องที่ต้องการ โดยเลือกเฉพาะวันที่ต้องการ และระบบที่ต้องการ ในกรณี ที่ Checkbox ของเดือนถูก Check จะเป็นการ Save ค่า AVG นั้นเอาไว้ด้วย ดังนั้นก่อนที่จะ Save ข้อมูลต้องดูให้แน่ใจว่าชั่วโมงครบหรือไม่ เพราะเมื่อ Save ไปแล้วจะ Save อีกไม่ได้ เพราะวันเวลาจะซ้ำกันไม่ได้

ALL Command

ใช้ All Command เพื่อดูข้อมูลทั้งหมดที่เก็บไว้ ถ้า ใช้ All Command ร่วมกับ Checkbox ของเดือน โดย Check ค่าไว้ จะเป็นการดูข้อมูลของเดือน โดย เลือก ระบบ,เดือน,ปี ที่ต้องการดู และเก็บค่าไว้ สามารถดูเป็น Graph ได้ จาก Graph Command และ สามารถพิมพ์ ออกเป็น Report ทาง Printer ได้ โดยใช้คำสั่ง Print Command ดูรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

Print Command

ข้อมูล แบบที่ 2 กับ 3 จะถูกเก็บค่าไว้ สามารถดูเป็น Graph ได้ จาก Graph Command และ สามารถพิมพ์ออกเป็น Report ทาง Printer ได้ โดยใช้คำสั่ง Print Command ดูรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

ใช้ พิมพ์ Report วัน โดย รับค่ามาจาก AVG Command และ พิมพ์ Report เดือน โดยใช้ All Command ร่วมกับ Check เดือนให้มีค่าไว้ ดูหัวข้อ View Data และสามารถ พิมพ์ ข้อมูลดิบ ข้อมูล Error และ กราฟประมวลผล ได้

Del Command

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ลบข้อมูลที่ไม่ต้องการใช้แล้ว มี 3 แบบ คือ

Delete All Day ใช้ลบข้อมูลของวัน

Delete All Error ใช้ลบข้อมูล Error

Delete All Month ใช้ลบข้อมูลของเดือน

ข้อควรระวัง การลบข้อมูลให้ทำด้วยความรอบคอบ เพราะถ้าลบแล้วจะไม่สามารถนำกลับมาได้อีก

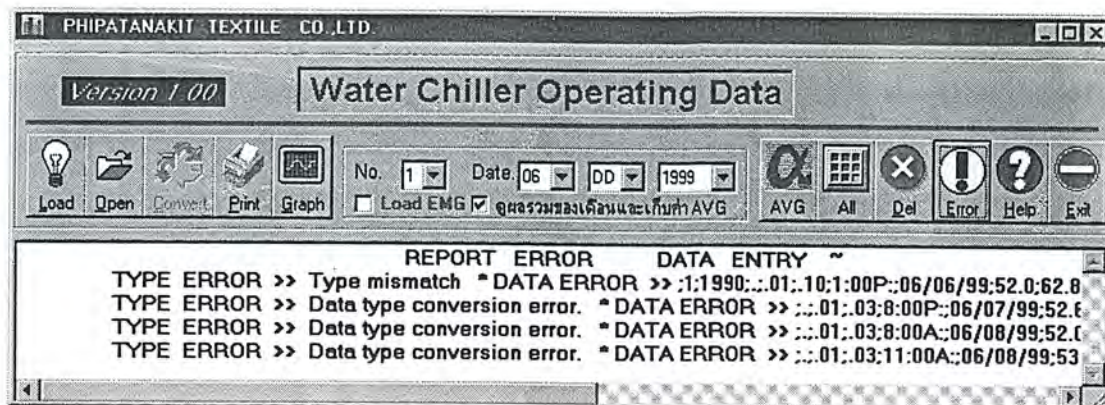


ตัวอย่างหน้าจอ Del Command

Error Command

ใช้ดูข้อมูลที่ผิดพลาด และสามารถพิมพ์ข้อมูล Error ได้โดยจะมีประเภทของการ Error และข้อมูลที่ Error ออกมาวิเคราะห์หาสาเหตุได้ เมื่อไม่ต้องการเก็บ Error ไว้สามารถลบออกได้ด้วย Del Command วิธีการลบที่หัวข้อ Del Command นอกจากนี้ยังสามารถ Print Report Error ออกทาง Printer

ตัวอย่างหน้าจอ Error Command



Graph Command

เมื่อต้องการ Report ในรูปแบบ Graph โดยสามารถ Plot ได้ทั้งข้อมูลที่เป็นวัน และข้อมูลที่เป็นเดือน โดยรับค่ามาจาก All Command และ AVG Command ดู View data ถ้ากราฟเกินค่า Limit ที่ตั้งไว้ หน้าจอจะกระพริบและมีเสียง beep กราฟเส้นใดเกินค่า Limit ที่ได้ตั้งไว้ จะแสดงคำว่า <OUT OF LIMIT> เพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่าค่านั้นมีค่าผิดปกติ ค่า Limit ต่างๆ มีดังนี้

Temperature Graph มีหน่วยเป็นองศา F

Chilled	Ret.	< 65
Chilled	Lea.	> 51
Cooling	Ret.	> 77
Cooling	Lea.	< 100
Sat.	Temp(Cond)	< 105
Sat.	Temp(Evap)	> 45
%FLA		55 - 95
Delta Sat(Evap)		< 8
Delta Sat(Cond)		< 8

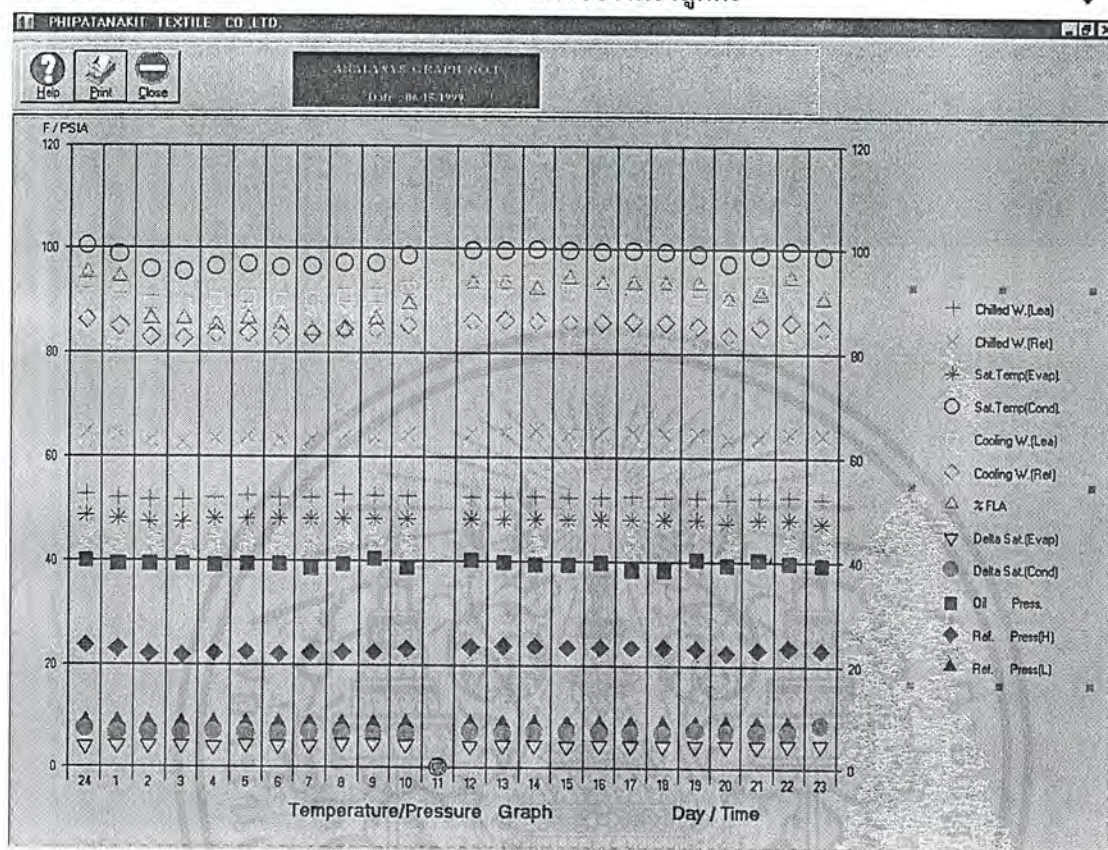
Pressure Graph มีหน่วยเป็น (PSIA)

Oil Press	35 - 44
Ref. Hp.	< 25
Ref. Lp.	> 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ การพิมพ์กราฟออกทางเครื่องพิมพ์ควรที่จะตั้งกราฟให้เต็มหน้าจอ โดยการคลิกปุ่มกลาง
ด้านขวามือบน

ตามตัวอย่างตรงลูกศร



Help Command

เมื่อต้องการความช่วยเหลือเกี่ยวกับวิธีการใช้งานในแต่ละคำสั่ง สามารถเรียก
Command ออกมาศึกษาได้ ในขณะที่ใช้โปรแกรมนี้อยู่

Help

Exit Command

เมื่อต้องการออกจาก Program DataEntry หรือจบการทำงาน

การทำงานของโปรแกรม

การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องทำความเย็น มีการควบคุม 6 จุดด้วยกัน ได้แก่ อุณหภูมิน้ำที่ไหลผ่าน
ที่คอนเดนเซอร์ทั้งทางเข้าและทางออก อุณหภูมิน้ำเย็นที่ไหลผ่านที่อีวาโปเรเตอร์ทั้งทางเข้าและทาง
ออก อุณหภูมิสารทำความเย็น (R-11 และ R-123) ทางด้านความดันสูงและทางด้านความดันต่ำ อุณหภูมิ
ทั้ง 6 จุดได้ทำการกำหนดขอบเขตของการเบี่ยงเบนไว้ เมื่อมีการเบี่ยงเบนของข้อมูลออกนอกขอบเขตที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดไว้ แสดงว่าระบบมีปัญหาซึ่งปัญหานั้นอาจเกิดจากตัวเครื่องทำความเย็นเองหรือระบบการดูแลน้ำมีความบกพร่องก็ได้ โปรแกรมจะทำการเตือนในจุดที่ผิดปกติในรูปของการกระพริบที่จุดนั้นและเสียงบี๊ปที่กราฟ สาเหตุของการผิดปกติเปิดดูได้จากคำสั่ง Help นอกจากนี้โปรแกรมยังมีการเปรียบเทียบผลต่างของอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนกับอุณหภูมิสารทำความเย็นด้านความดันสูง และอุณหภูมิน้ำเย็นกับอุณหภูมิสารทำความเย็นด้านความดันต่ำ ค่าความแตกต่างและข้อมูลประกอบอื่นๆของอุณหภูมิเหล่านี้สามารถบอกได้ว่าเครื่องทำความเย็นมีความบกพร่องทางด้านสารทำความเย็น น้ำมันหล่อลื่นหรือน้ำที่ใช้ในระบบหรือไม่

การควบคุมความดันของเครื่องทำความเย็น มีการควบคุม 7 จุดด้วยกัน ได้แก่ความดันน้ำเข้าและออกที่คอนเดนเซอร์ ความดันน้ำเข้าและออกที่อีวาโปเรเตอร์ ความดันของสารทำความเย็นทั้งทางด้านสูงและต่ำ และความดันของน้ำมันหล่อลื่น โปรแกรมสามารถเขียนข้อมูลการทำงานของระบบทำความเย็นได้ทั้งเป็นตารางและกราฟ เมื่อมีการเบี่ยงเบนออกนอกขอบเขตที่กำหนดแสดงว่าระบบมีปัญหาซึ่งปัญหาอาจเกิดจากตัวเครื่องทำความเย็นเองหรือระบบการดูแลน้ำมีความบกพร่อง โปรแกรมจะมีการเตือนในจุดที่ผิดปกติในรูปของการกระพริบที่จุดนั้นและเสียงบี๊ปที่กราฟ สาเหตุของการผิดปกติเปิดดูได้จากคำสั่ง Help

การควบคุมเปอร์เซ็นต์การทำงานของระบบทำความเย็น การทำงานของระบบทำความเย็นนั้น โดยปกติเมื่อเดินเครื่องตลอด 24 ชั่วโมงจะมีการะของเครื่องเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา การะการทำงานเกิดขึ้นสูงสุดโดยประมาณที่เวลา 14.00 – 16.00 น. เครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ทุกยี่ห้อจะมีปุ่มปรับเปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์ แต่บางครั้งมีความบกพร่องเกิดขึ้นจึงต้องมีการตรวจสอบโดยผู้ควบคุมผ่านทางกราฟ

การนำไปใช้งาน

ได้ทดลองนำเอาอุปกรณ์และโปรแกรมนี้นำไปทดลองใช้ในการควบคุมเครื่องทำความเย็นในโรงงานปั่นด้าย เพื่อควบคุมและวิเคราะห์กับเครื่องทำความเย็นขนาด 400 ตัน จำนวน 1 เครื่อง และขนาด 600 ตัน จำนวน 3 เครื่องปรากฏผลการควบคุมเป็นที่น่าพอใจ การวิเคราะห์และแสดงข้อมูลเป็นไปตามเป้าหมาย ทำให้เครื่องทำความเย็นมีสมรรถนะการทำงานเทียบได้เท่ากับเครื่องใหม่ตลอดเวลา โดยสังเกตข้อมูลจากกราฟตามรูปที่ 12 และจากค่าไฟฟ้าที่จ่าย จากการทดลองเมื่อเครื่องเริ่มที่จะมีอาการบกพร่องก็สามารถบอกได้ว่าเครื่องมีความบกพร่องในส่วนใดหรือไม่ดังนี้

- สารทำความเย็นน้อยเกินไปหรือไม่
- น้ำมันหล่อลื่นมีสภาพดีหรือไม่ มีปริมาณเพียงพอหรือไม่

- น้ำที่ใช้ทำความเย็นที่อีวาโปเรเตอร์มีความสกปรกมากหรือไม่
- น้ำระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์มีความสกปรกมากหรือไม่
- อีวาโปเรเตอร์และคอนเดนเซอร์สกปรกหรือไม่
- การทำงานของคอมเพรสเซอร์และมอเตอร์ดีหรือไม่
- หอทำน้ำเย็นทำงานดีหรือไม่
- ชุดคอยล์หรือชุดสเปรย์น้ำทำงานดีหรือไม่
- สภาพการเปลี่ยนแปลงของภาระการทำงานเป็นอย่างไร

นอกจากนี้จากสภาวะของเครื่องที่ทำงานและข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมทำให้สามารถออกแบบทำ
กำหนดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(Preventive Maintenance)ที่ถูกต้องได้อีกด้วย อันจะเป็นการควบคุม
มาตรฐานการผลิตซึ่งมีความจำเป็นต่ออุตสาหกรรมในอนาคต



บทที่ 7

การทดลองและวิเคราะห์ผล

สิ่งที่ได้กระทำในการศึกษาวิชานี้ได้แก่

- 1 ศึกษาระบบทำความเย็นและระบบปรับอากาศ
- 2 แปลและเรียบเรียงทฤษฎีการใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์การทำงานของระบบปรับอากาศ
- 3 ศึกษาโปรแกรมช่วยวิเคราะห์การทำงานของระบบปรับอากาศ
- 4 นำโปรแกรมช่วยวิเคราะห์การทำงานของระบบปรับอากาศไปติดตั้งที่โรงงาน
- 5 เก็บข้อมูลที่ได้จากการนำโปรแกรมไปติดตั้ง
- 6 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา
- 7 ปรับปรุงโปรแกรมบางส่วนเพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบและเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์ผล

เนื่องจากในปีนี้การวิเคราะห์ผลการทดลอง เช่น การวิเคราะห์กราฟ วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา ยังไม่สามารถทำได้ในปีนี้ เนื่องจากปีนี้เป็นปีแรกที่ทำโครงการนี้จึงต้องทำอย่างอื่นหลายอย่าง จึงยังไม่พร้อมที่จะศึกษาการวิเคราะห์ ดังนั้นจึงหวังว่าน้องๆที่ทำโครงการนี้ในปีต่อไป คงจะทำได้อย่างสมบูรณ์แบบ

ตารางในหน้าถัดไปเป็นผลการทดลองที่ได้จากการนำ โปรแกรมไปทดลองติดตั้งที่โรงงาน

Date of Month 08/1999

WATER CHILLER OPERATING DATA No.2

Date	Chilled Water (tF)			Cooling Water (tF)			Ref. Press.		Hs. Temp	Oil		Volt			Amp			%FLA	Sat. Temp	Delta Sat
	LEA	RET	RET-LEA	LEA	RET	LEA-RET	Low	High		Press	Temp	AB	BC	CA	A	B	C			
08/04/1999	51.9	61.1	9.1	88.3	82.6	5.8	7.7	17.3	103.7	39.1	119.5	383.3	383.2	380.7	331.8	341	334.5	82.1	52	90.4
08/06/1999	52	60.5	8.5	87.6	82.1	5.5	7.6	17	104	39.1	118.9	381.3	381.7	378.7	309	317.7	313	76.7	51.7	89.5

PHIPATANKIT TEXTILE CO.,LTD



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มา

Date of Month 08/1999

WATER CHILLER OPERATING DATA No.4

Date	Chilled Water (IF)			Cooling Water (IF)			Ref. Press.		Hs. Temp	Oil		Volt			Amp			%FLA	Sal. Temp.	Delta Sat.		
	LEA	RET	RET-LEA	LEA	RET	LEA-RET	Low	High		Press	Temp	AB	BC	CA	A	B	C					
08/04/1999	52.1	62.3	10.3	90.1	84.2	5.8	8.4	20.3	125	40.8	99.8	0	0	0	0	0	0	69.5	48	92	41	14
08/06/1999	52.2	61	8.8	90	83.4	6.6	8.4	20.1	124.9	40.5	99.3	0	0	0	0	0	0	68.3	48	91.5	42	15

PHILPATANAKIT TEXTILE CO.,LTD

โรงปั่นด้าย

โรงทอผ้าไหม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกานำไปใช้

WATER CHILLER OPERATING DATA No.1

Date of Month 09/1999

PHIPATANAKIT TEXTILE CO. LTD.

Date	Chilled Water (iF)			Cooling Water (iF)			Ref. Press.		Hs. Temp	Oil		Volt			Amp			%FLA	Sat. Temp.			Delta Sat
	LEA	RET	RET-LEA	LEA	RET	LEA-RET	Low	High		Press	Temp	AB	BC	CA	A	B	C		Evap	Cond	Evap	Cond
09/07/1999	52.3	62.2	10	93.3	81.6	11.7	8.3	21.7	122.3	40.8	94.5	0	0	0	0	0	0	93.4	47.2	95.4	5.1	2.2
09/08/1999	52.6	62.8	10.2	94.2	82.2	12	8.3	22	123.1	40.8	94.7	0	0	0	0	0	0	94.7	47.5	96.4	5.1	2.1
09/09/1999	53.1	63.7	10.6	94.3	82.3	12	8.4	22.1	123.4	40.6	95	0	0	0	0	0	0	94.4	47.8	96.5	5.3	2.2
09/10/1999	52.4	63	10.6	94.2	81.9	12.2	8.3	22	123.1	40.5	94.6	0	0	0	0	0	0	94.1	47.4	96.2	5	2.1
09/11/1999	52.4	62.9	10.5	94	82	12.1	8.3	21.9	123.2	40.2	94.9	0	0	0	0	0	0	93.1	47.1	96.1	5	2.1
09/12/1999	52.3	62.7	10.5	92	80.1	11.9	8.3	21.2	121.7	39.9	95.5	0	0	0	0	0	0	90.8	47.2	94.3	5	2
09/13/1999	52.1	62.4	10.3	91.7	80	11.6	8.3	21.1	121.7	39.7	95.4	0	0	0	0	0	0	89.2	47.1	94	5	2
09/24/1999	52.5	65.2	12.7	93.7	81	12.7	8.2	21.9	123.3	38.7	95	0	0	0	0	0	0	92.7	47.9	96	5.6	2.4
09/28/1999	52.7	65.8	13.1	93.8	80.5	13.3	8.1	21.9	123.4	38.8	96.7	0	0	0	0	0	0	94.7	48.2	96.2	6.4	3.1
09/29/1999	51.9	65	13.1	91.8	78.9	12.9	7.9	21.1	121.9	38.1	96.1	0	0	0	0	0	0	90.7	45.5	94.1	6.5	3
09/29/1999	51.9	65	13.1	91.8	78.9	12.9	7.9	21.1	121.9	38.1	96.1	0	0	0	0	0	0	90.7	45.5	94.1	6.5	3
09/29/1999	51.9	65	13.1	91.8	78.9	12.9	7.9	21.1	121.9	38.1	96.1	0	0	0	0	0	0	90.7	45.5	94.1	6.5	3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data of Month 09/1999

WATER CHILLER OPERATING DATA No.2

PHIPATANAKIT TEXTILE CO.,LTD.

Date	Chilled Water (IF)			Cooling Water (IF)			Ref. Press.		Hs. Temp	Oil		Volt			Amp			%FLA	Sat. Temp	Delta Sat		
	LEA	RET	RET-LEA	LEA	RET	LEA-RET	Low	High		Press	Temp	AB	BC	CA	A	B	C				Evap	Cond.
09/01/1999	52.1	61.6	9.5	90.4	84.3	6.1	7.6	18.1	104.4	38.9	120.6	383.3	383.3	373.9	363	376.9	366.6		90.8	51.6	92.8	5.4
09/02/1999	52.5	62.1	9.6	90.9	84.7	6.2	7.7	18.3	105.1	38.9	120.7	383.9	383.6	380.6	363.6	376.5	367.7		90.7	52.1	93.3	5.4
09/03/1999	52.7	62.7	10	92.4	85.8	6.6	7.8	18.9	106	38	121.4	384.4	384.3	380.8	378.9	390.5	382.9		94.1	52.4	95	2.6
09/04/1999	52.4	62.2	9.7	91.7	85.2	6.5	7.7	18.6	105.3	39	121.5	385	384.6	381.1	368.6	381.4	372.7		91.6	52.1	94.1	2.4
09/07/1999	52	61.5	9.5	89.7	84.4	5.3	7.5	17.8	104.8	39.4	120.1	387	386.4	383.6	333.3	342.8	331		82.6	51.2	94.9	3.2
09/08/1999	52	61.8	9.8	90.7	85.1	5.6	7.6	18.2	105.3	39.4	120.1	385.4	385.1	382.3	349	359.2	348.9		86.4	51.2	93	2.2
09/09/1999	52.2	62.6	10.4	91.2	85.4	5.8	7.6	18.4	105.7	39.1	121.1	386.4	386	383	361.7	369.2	359.7		89	51.3	93.6	2.4
09/10/1999	51.9	62.1	10.2	90.5	85	5.5	7.5	18.1	105.3	39.5	121	385.5	385.6	383.6	345.3	354.3	345.3		85.1	50.9	92.8	1.3
09/11/1999	52.1	62.1	10.1	90.3	85.1	5.2	7.5	18	105.8	39.8	120.8	386.1	384.8	383.2	329	339.2	327.9		81.5	50.9	92.4	1.1
09/12/1999	52.1	62	9.9	88.2	83.5	4.8	7.4	17.3	105	40.3	120.8	386.2	386.7	385	314.2	323.9	312.1		78	50.4	90.3	1.5
09/13/1999	52	61.6	9.6	87.9	83.2	4.7	7.3	17.1	105.1	40.5	119.8	386.8	386.8	383.6	301.9	311.5	302.8		74.8	50	89.8	2
09/16/1999	55.7	59.2	3.5	84.7	82.6	2.1	8.5	15.4	111.1	41.2	121.4	384	386	384	163	171	168		41	56.5	84.4	3
09/24/1999	52	64.9	12.9	92.7	86.4	6.3	7.4	18.9	110.7	38.6	121.4	382.7	384.5	381.5	357.7	367.2	359.7		89.3	50.3	95.1	1.7
09/28/1999	52	64.9	12.9	90.8	85	5.7	7.3	18.2	106.4	39.6	121.5	385.8	385.9	383.4	334.8	342.2	332		82.1	49.6	93	2.2
09/29/1999	52	63.5	11.5	89.5	83.6	5	7.2	17.4	106.2	40.6	120.5	385.1	384.8	381.7	297.3	304.9	296.3		73.5	49.4	90.6	2.5
09/30/1999	52	62	10	88	83.6	4.4	7.2	17	107.3	41.4	120.2	384.1	383.9	382.1	266.3	275.3	268.3		66.4	49.3	89.5	2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงแก้ไข หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

WATER CHILLER OPERATING DATA No.1

Data of Month 11/1999

Date	Chilled Water (tF)			Cooling Water (tF)			Ref. Press.		Hs. Temp	Oil		Volt			Amp			%FLA	Evap	Sat Temp	Cond	Delta T
	LEA	RET	RET-LEA	LEA	RET	LEA-RET	Low	High		Press	Temp	AB	BC	CA	A	B	C					
11/01/1999	528	64	11.2	939	80.2	13.7	8.4	22.3	123.4	40.8	95	0	0	0	0	0	0	94.9	47.9	97	4.8	5.2
11/02/1999	519	62.4	10.5	89.7	76.5	13.2	8.2	20.6	120.5	40.5	94.3	0	0	0	0	0	0	86.3	47	92.5	4.9	5.8
11/03/1999	51.9	62	10	86.5	74.1	12.4	8.3	19.4	118.8	40.2	94.5	0	0	0	0	0	0	79.3	47.2	89.5	4.8	5.7
11/04/1999	52.2	62.7	10.5	88.7	76.6	12	8.3	20.2	120.2	40.5	95.8	0	0	0	0	0	0	83.3	47.5	91.7	4.6	5.7
11/05/1999	51.9	62.8	10.9	90	85.4	4.6	8.3	20.8	121.3	40.5	94.2	0	0	0	0	0	0	85.5	47.2	93.2	4.7	5.2
11/06/1999	52	63.6	11.5	90.9	89.8	1.1	8.3	21.1	121.9	41.1	94.4	0	0	0	0	0	0	87.1	47.2	94.1	4.8	5.2
11/07/1999	52.1	63.5	11.4	92.3	88.8	3.6	8.3	21.7	123.2	40.9	94	0	0	0	0	0	0	88.5	47.4	95.5	4.7	5.3
11/08/1999	52.2	63.9	11.7	93.4	91.4	2.1	8.3	22.2	124.2	40.4	93.7	0	0	0	0	0	0	90.9	47.3	96.8	4.8	5.4
11/09/1999	52.4	64.1	11.7	94.5	92.1	2.4	8.3	22.6	125.2	40.1	93.9	0	0	0	0	0	0	92.5	47.1	97.8	5.1	5.3
11/10/1999	53	65.3	12.3	94.1	95.7	-1.6	9.9	19.5	124.1	43.6	94.2	0	0	0	0	0	0	31	55.5	89.8	-2.5	44.3
11/11/1999	54.8	67	12.3	96.5	80.7	15.8	8.5	23.5	127.9	39.9	94.7	0	0	0	0	0	0	95.3	48.7	100.2	5.1	5.5
11/12/1999	54.3	66.6	12.3	97.3	82	15.3	8.5	23.8	128.8	39.9	94.5	0	0	0	0	0	0	95.8	48.1	100.8	5.1	5.5
11/13/1999	53.4	65.5	12.1	97	81.9	15.1	8.3	23.7	129.8	40	94.1	0	0	0	0	0	0	95.6	47.2	100.4	5.2	5.5
11/17/1999	52.3	64.8	12.5	93	76.8	16.1	7.8	22.2	125.6	38.5	94.5	0	0	0	0	0	0	93.9	44.4	96.9	7.9	9
11/18/1999	52	64.1	12.1	90.2	75	15.3	7.8	21.1	123.5	38.4	94.9	0	0	0	0	0	0	87.4	44.5	94.1	7.5	9.2
11/19/1999	52	63.7	11.7	90.5	75.1	15.4	7.8	21.2	123.5	38.6	94.5	0	0	0	0	0	0	87.1	44.9	94.4	7.1	9.1
11/20/1999	51.9	62.6	10.7	88.1	73.4	14.7	7.9	20.3	122	39.1	95.1	0	0	0	0	0	0	80.5	45.1	92	6.8	9.3
11/21/1999	51.9	62.8	10.9	88.6	73.7	14.8	7.9	20.5	122.4	39	95.1	0	0	0	0	0	0	82.7	45.3	92.5	6.6	9.4
11/22/1999	52	62.3	10.4	86.4	72.3	14.1	8	19.8	121.5	39	95.9	0	0	0	0	0	0	75.5	45.6	90.5	6.4	9.4
11/25/1999	53.6	66.1	12.6	95.5	80.6	14.8	8.2	23.4	128.6	39.9	98.4	0	0	0	0	0	0	95.7	47	99.9	6.6	9.5
11/26/1999	52.3	64.5	12.2	94.8	86	8.8	8	23.2	128.1	39.5	95	0	0	0	0	0	0	93.1	45.9	99.2	6.5	9.4
11/27/1999	52	64.1	12	93.5	87.3	6.2	7.9	22.7	127.3	39.3	95	0	0	0	0	0	0	90.3	45.5	98.1	6.5	9.4
11/28/1999	52	63.4	11.4	91.3	81.1	10.3	8	21.9	125.5	39	94.7	0	0	0	0	0	0	85.5	45.6	96	6.3	9.7
11/29/1999	52	63.1	11.1	90.3	76.7	13.6	7.9	21.5	124.6	38.4	94.7	0	0	0	0	0	0	83.7	45.3	94.8	6.6	9.5
11/30/1999	51.8	61.9	10.1	85.2	72.6	12.6	8	19.5	121.4	38.8	95.1	0	0	0	0	0	0	73.6	45.5	89.7	6.2	9.5
11/30/1999	51.8	61.9	10.1	85.2	72.6	12.6	8	19.5	121.4	38.8	95.1	0	0	0	0	0	0	73.6	45.5	89.7	6.2	9.5

PHIPATANAKIT TEXTILE CO. LTD.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการดำเนินงานเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการดำเนินงานเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต

บทที่ 8

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการนำเอาโปรแกรมนี้ไปใช้กับเครื่องทำความเย็นชนิด Water chiller ของโรงงานทอผ้าแห่งหนึ่งปรากฏผลของการควบคุมเป็นที่น่าพอใจเป็นอย่างยิ่ง โดยใช้กับเครื่องทำความเย็น ขนาด 400 และ 500 ตัน จำนวน 4 เครื่องซึ่งมีการทำงานพร้อมกันบ้างและไม่พร้อมกันบ้าง สรุปผลได้ดังนี้

- [1] เมื่อเครื่องทำงานตลอด 24 ชั่วโมง สามารถแสดงข้อมูลการทำงานรายวันของระบบทำความเย็นทั้งหมดบนตารางซึ่งพิมพ์อยู่บนกระดาษเพียงแผ่นเดียว เป็นการประหยัดกระดาษที่รายงานข้อมูลการทำงานประจำ
- [2] เมื่อเครื่องทำงานตลอด 24 ชั่วโมง สามารถทำเป็นกราฟเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลการทำงานตลอดวัน ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลทำได้ง่ายกว่าการดูจากตาราง อันเป็นการง่ายต่อการกำหนดระยะเวลาการบำรุงรักษา นอกจากนี้ โปรแกรมยังมีการตรวจสอบและเตือนอัตโนมัติเมื่อมีผลการทำงานที่ผิดปกติจากที่กำหนดไว้
- [3] เมื่อมีการทำงานของเครื่องทำความเย็นหลายเครื่องพร้อมกัน ระบบโปรแกรมควบคุมจะทำการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระเบียบ โดยทำการจัดเก็บหลักการป้อนข้อมูลเข้าโปรแกรมโดยอัตโนมัติ ไม่มีการสูญหาย ทำให้ไม่พลาดข้อมูลที่บางครั้งอาจมีความสำคัญ
- [4] การรายงานข้อมูลสามารถสรุปผลได้ในรูปของตารางและกราฟทั้งเป็นรายวัน รายเดือน อันเป็นสิ่งที่จำเป็นในการตรวจสอบประวัติการทำงานย้อนหลังของเครื่องทำความเย็น
- [5] ปัญหาที่พบในการทดลองคือ กรณีที่ผู้ตรวจสอบต้องคอยเก็บข้อมูลอยู่เสมอบางครั้งเกิดการพลอเรือลิมเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์เป็นระยะเวลานาน ระบบอาจจะมีปัญหาในระหว่างนี้ได้ ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการ เพิ่ม โหมดการloadแบบอัตโนมัติเข้าไป ซึ่งสามารถการวิเคราะห์การทำงานของระบบมีความต่อเนื่องมากยิ่งขึ้น
- [6] ชุดรับข้อมูลยังจำเป็นต้องมีไฟฟ้ามาเลี้ยงตลอดเวลา ถ้าเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับหรือตก อาจทำให้ข้อมูลบางส่วนสูญหายได้ สิ่งที่จะต้องคำนึงต่อไปในอนาคตก็อาจจะมีชุดสำรองไฟเพื่อไว้หรือปรับปรุงชุดรับข้อมูลให้มีการสำรองข้อมูลได้ด้วยตัวเองในรูปแบบของ diskette หรือ compact disk

เอกสารอ้างอิง

การทำความเย็นและการปรับอากาศ

อัครเดช สีนธภูภัค

ANALYZING FIELD MEASUREMENT : AIRCONDITIONING AND HEATING.

Robert S.Curl , P.E.

PRINCIPLE OF AIRCONDITIONING.

V.Paul Lang.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้