



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษาระบบการทำงานตู้แช่แข็ง

The Study of Freezer Operation System

โดย

นายธนวัฒน์ ทองไชย 6204200017

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2564



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษาระบบการทำงานตู้แช่แข็ง

The Study of Freezer Operation System

โดย

นายธนวัฒน์ ทองไชย 6204200017

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2564

หัวข้อโครงการ	การศึกษาระบบการทำงานตู้แช่แข็ง The Study of Freezer Operation System
ผู้จัดทำ	นายธนวัฒน์ ทองไชย
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์นิเทศ	อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว

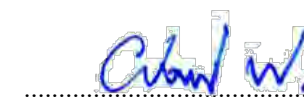
อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2564

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... อาจารย์นิเทศ
(อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว)

..... ผู้นิเทศ
(คุณวิรายุทธ ประดิษฐ์)

..... กรรมการกลาง
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิภาวัลย์ นาคทรัพย์)

..... กรรมการกลาง
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ นาราชกุล)

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ ลิ้มปะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 1 เดือน กันยายน พ.ศ. 2567

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
เรียน อาจารย์นิเทศ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทรเขียว

ตามที่ นายธนวัฒน์ ทองไชย ผู้จัดทำ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน ระหว่างวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2565 ในตำแหน่ง ผู้ช่วยวิศวกร ณ บริษัท คุณทรัพย์ วิศวกรรม 2555 จำกัด ให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง การศึกษาระบบการทำงานตู้แช่แข็ง

บัดนี้ การปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานได้สิ้นสุดแล้ว นายธนวัฒน์ ทองไชย ผู้จัดทำ จึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ
นายธนวัฒน์ ทองไชย
ผู้จัดทำ

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษาในตำแหน่ง ผู้ช่วยวิศวกร ณ บริษัท คุณทรัพย์ วิศวกรรม 2555 ตั้งแต่วันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ.2565 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ.2565 ได้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ด้วยดี ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้ ประสบการณ์การทำงานต่าง ๆ และความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริง ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและสามารถนำความรู้ประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก บริษัท คุณทรัพย์วิศวกรรม 2555 ที่ให้โอกาสผู้จัดทำเข้ามาปฏิบัติสหกิจศึกษา กรุณาเสียสละเวลาอบรม สอนงาน และช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ จากการสนับสนุนหลายฝ่าย ดังนี้

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| 1. คุณป้อมเพชร ทองไชย | ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ |
| 2. คุณวิรายุทธ ประดิษฐ์ | ตำแหน่ง หัวหน้างาน |
| 3. คุณกิตนันทน์ พาวง | ตำแหน่ง ช่างเทคนิค |
| 4. อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทรเชียว | อาจารย์นิเทศ |

และบุคคลที่ไม่ได้กล่าวชื่อนามทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในการจัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อ บริษัท คุณทรัพย์ วิศวกรรม 2555 และผู้สนใจปฏิบัติสหกิจศึกษาของบริษัทเพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการทำความเข้าใจและพัฒนาโครงการต่อไป รวมทั้งในการค้นคว้าของผู้สนใจทั่วไปด้วย หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้

นายธนวัฒน์ ทองไชย

ผู้จัดทำ

วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2567

ชื่อโครงการ : การศึกษาระบบการทำงานตู้แช่แข็ง
หน่วยกิต : 5 หน่วยกิต
ผู้จัดทำ : นายธนวัฒน์ ทองไชย 6204200017
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว
ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี
หลักสูตร : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา : 3/2564

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจเล่มนี้นำเสนอประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ในการฝึกทักษะการเรียนรู้การทำงานของผู้แช่แข็งจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท คุณทรัพย์ วิศวกรรม 2555 ซึ่งเป็นบริษัทออกแบบและผลิตตู้แช่แข็ง โดยได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกร มีหน้าที่ในการปฏิบัติงานการออกแบบโครงสร้างของผู้แช่แข็ง การคัดเลือกและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ป้องกันที่สำคัญ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณพิกัดอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในตู้แช่แข็ง รายละเอียดจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้ถูกนำเสนอไว้อย่างสมบูรณ์ในรายงานสหกิจเล่มนี้

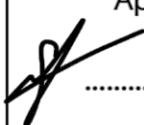
คำสำคัญ : การออกแบบโครงสร้างของผู้แช่แข็ง, ระบบไฟฟ้าตู้แช่แข็ง, ระบบป้องกันทางไฟฟ้า

Project Title: The Study of Freezer Operation System
Credits: 5 Credits
By: Mr. Tanawat Tongchai 6204200017
Advisor: Mr. Jrukkrit Chankiew
Degree: Bachelor of Engineering
Major: Electrical Engineering
Faculty: Engineering
Semester/Academic year: 3/2021

Abstract

This cooperative education report presents useful experiences in practicing learning skills about the freezer operation from an internship at Khunsap Engineering 2012, a freezer design and manufacturing company. I was assigned to work as an assistant engineer. My duties included designing the structure of the freezer. I also selected and installed electrical equipment and important protection devices, and used a computer program to calculate the coordinates of various devices inside the freezer. Details from the cooperative education are fully presented in this cooperative report.

Keywords: freezer structural design, freezer electrical system, electrical protection system

Approved by

.....

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ประวัติสถานประกอบการโดยสังเขป	1
1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.3 วัตถุประสงค์	1
1.4 ขอบเขตของโครงการ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System)	3
2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบทำความเย็น	7
2.3 ประเภทของเครื่องทำความเย็น	18
2.4 แบบวงจรไฟฟ้าที่ใช้เดินในระบบ	21
2.5 การใช้โปรแกรม Auto CAD	22
2.6 ฉนวนความร้อน	25
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	27
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	27
3.2 ลักษณะประกอบการ	27
3.3 ตำแหน่งและลักษณะงานหน้าที่ได้รับมอบหมาย	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	28
3.5 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	28
3.6 รูปแบบและการบริหารในองค์กร	28
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	28
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน	30
4.1 การตรวจรับวัสดุ อุปกรณ์วัตถุดิบเพื่อนำมาผลิตเครื่องฯ	30
4.2 แผนงานผลิตโครงสร้างเครื่องฯ	30
4.3 แผนประกอบตู้แช่	32
4.4 แผนกติดตั้งระบบทำความเย็น	35
4.5 แผนกติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและส่วนควบ	37
4.6 แผนทดสอบวงจรไฟฟ้าและทดสอบระบบทำความเย็น	39
4.7 แผนทำความสะอาดตู้แช่	40
4.8 แผนกบรรจุหีบห่อ	41
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	43
5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	43
5.2 ประโยชน์ด้านสังคม	43
5.3 ประโยชน์ด้านการปฏิบัติงาน	43
5.4 ปัญหาในการปฏิบัติงาน	43
5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน	43
5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน	44
บรรณานุกรม	45
ภาคผนวก	46
ประวัติผู้จัดทำ	65

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงระยะเวลาในการดำเนินงาน

หน้า

29



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 อุปกรณ์หลักในระบบทำความเย็น	3
รูปที่ 2.2 วงจร P-H Chart ระบบอัดน้ำยาชั้นเดียว (Single Stage)	5
รูปที่ 2.3 ระบบอัดน้ำยา 2 ชั้น (Two Stage))	6
รูปที่ 2.4 คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด (Semi-Hermetic Compressor)	8
รูปที่ 2.5 คอมเพรสเซอร์แบบหุ้มปิด (Hermetic Compressor)	8
รูปที่ 2.6 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (Reciprocating type)	9
รูปที่ 2.7 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู (Screw type)	9
รูปที่ 2.8 คอมเพรสเซอร์แบบกนหอยหรือแบบสโครล์ (Scroll type)	10
รูปที่ 2.9 เครื่องระเหย (Evaporator)	13
รูปที่ 2.10 อุปกรณ์ลดแรงดัน (Expansion valve)	13
รูปที่ 2.11 ถังแยกไอสารทำความเย็น (Suction Line Accumulator)	14
รูปที่ 2.12 ถังแยกน้ำมัน (Oil Separator)	15
รูปที่ 2.13 ถังรับสารทำความเย็นเหลว (Liquid Receiver)	16
รูปที่ 2.14 ตู้เย็นแบบแยกส่วน	19
รูปที่ 2.15 ตู้เย็นแบบประตูใหญ่ 2 บาน	19
รูปที่ 2.16 ตู้เย็นแบบประตูทะลุถึง	20
รูปที่ 2.17 ห้องเย็น	20
รูปที่ 2.18 ตู้แช่แข็ง	21
รูปที่ 2.19 ตู้แช่เยือกแข็ง	21
รูปที่ 2.20 วรจรไฟฟ้าตู้แช่แข็ง	22
รูปที่ 2.21 โปรแกรม AutoCAD (Computer Aided Design)	23
รูปที่ 2.22 คีย์ลัดที่ใช้ในโปรแกรมเขียนแบบ AutoCAD	24
รูปที่ 2.23 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม AutoCAD วาดตู้แช่	25
รูปที่ 3.1 สถานประกอบการ บริษัท คุณทรัพย์วิศวกรรม, 2555 จำกัด	27

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.2 แผนผังการบริหารงานในองค์กร	28
รูปที่ 4.1 การจัดเก็บวัตถุดิบของแผนกต่างๆ	30
รูปที่ 4.2 การตัดแผ่นโลหะให้ได้ตามขนาดที่กำหนดไว้	31
รูปที่ 4.3 การบากชิ้นงานด้วยเครื่องตัดโลหะแผ่น	31
รูปที่ 4.4 การพับขึ้นรูปชิ้นงานโดยเครื่องจักร	32
รูปที่ 4.5 ชิ้นงานที่ได้จากการปั๊มเจาะรู และปั๊มขึ้นขอบชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว	32
รูปที่ 4.6 การประกอบตู้โครงตู้แช่ ภายในและภายนอก	33
รูปที่ 4.7 การประกอบโครงตู้ด้านในเข้ากับโครงตู้ด้านนอก	33
รูปที่ 4.8 การยึดตรึงโครงตู้ด้านในกับด้านนอก และการฉีดยาแนวตะเข็บรอยต่อ	33
รูปที่ 4.9 การติดตั้งฉนวนความร้อน (Polyurethane Foam) ภายในตู้แช่	34
รูปที่ 4.10 การติดตั้งยี่ดรางของชั้นวางและขอบประตู	34
รูปที่ 4.11 การประกอบประตูกระจกหน้าตู้แช่	35
รูปที่ 4.12 การประกอบและติดตั้งชุดคอยล์เย็นและคอมเพรสเซอร์	35
รูปที่ 4.13 การเชื่อมเดินท่อสารทำความเย็น	35
รูปที่ 4.14 การสร้างสุญญากาศ (Vacuum) ในระบบทำความเย็น	36
รูปที่ 4.15 การเติมสารทำความเย็นเข้าระบบทำความเย็น	36
รูปที่ 4.16 การประกอบและติดตั้งระบบทางไฟฟ้า	39
รูปที่ 4.17 การ Wiring วงจรไฟฟ้า และจัดเก็บสายไฟฟ้า	39
รูปที่ 4.18 การตรวจวัดความดันน้ำยาสารทำความเย็น	40
รูปที่ 4.19 การตรวจวัดอุณหภูมิในห้องแช่เย็น	40
รูปที่ 4.20 การตัดแต่งพลาสติกและฉนวนโฟมส่วนเกินออก	41
รูปที่ 4.21 การทำความสะอาดคราบสกปรกต่าง ๆ ตู้แช่แข็ง	41
รูปที่ 4.22 การบรรจุห่อหุ้มด้วยพลาสติกกันรอยขีดข่วน	42

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ประวัติสถานประกอบการโดยสังเขป

บริษัท คุณทรัพย์ วิศวกรรม 2555 จำกัด โรงงานผลิต และ จำหน่าย ตู้แช่ ตู้แช่เครื่องดื่ม ตู้แช่แข็ง ตู้แช่เย็น ตู้แช่ร้านค้า ตู้แช่เค้ก ตู้แช่สแตนเลส ตู้แช่เปียร์วัน ตู้แช่วัคซีน ตู้แช่ยา เครื่องทำน้ำแข็ง บริษัทสามารถผลิตและออกแบบตามแบบและขนาดที่ต้องการได้ มีบริการออกแบบชั้นวางสินค้า โดยบริษัทให้ความสำคัญคุณภาพของสินค้า และใส่ใจกับการบริการหลังการขายเพื่อให้ความพึงพอใจและประโยชน์สูงสุดของลูกค้าเป็นสำคัญ

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมนุษย์ใช้ประโยชน์จากการทำความเย็นในการดำรงชีวิตมากขึ้น ทั้งในการเก็บรักษา ถนอมอาหารและการปรับอากาศ ทั้งนี้การทำความเย็นมีจุดประสงค์เพื่อให้อุณหภูมิในบริเวณที่ต้องการทำความเย็นมีอุณหภูมิลดลงให้ได้ตามที่ต้องการ ด้วยการถ่ายเทความร้อนออกจากบริเวณที่ต้องการทำความเย็นให้กับบรรยากาศโดยรอบที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ดังนั้นหลักการทำความเย็นจึงต้องอาศัยปรากฏการณ์ที่ย้อนกระบวนการทางความร้อน เพื่อให้สามารถถ่ายเทความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าได้

บริษัท คุณทรัพย์ วิศวกรรม 2555 จำกัด โรงงานผลิต และจำหน่าย นอกจากนี้ยังมีบริการออกแบบการซ่อมบำรุง บริการตรวจซ่อมบำรุง การแก้ไขความเสียหาย ดังนั้น จึงมีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ทางเทคนิคฝ่ายบริการตรวจซ่อมบำรุงและนักศึกษาสหกิจที่เข้าร่วมจากสถาบันต่าง ๆ มาบูรณาการการเรียนรู้และนำสู่การปฏิบัติในงานจริง โดยมุ่งเน้นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีระบบการทำงานที่ซับซ้อนปานกลาง เพื่อความเหมาะสมกับระยะเวลาดำเนินงาน

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาหลักการทำงานและการออกแบบและสร้างตู้แช่แข็ง

1.3.2 เพื่อฝึกทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้จากทฤษฎีที่ได้ศึกษามาปฏิบัติงานจริง

1.3.3 เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงให้แก่ผู้สนใจเกี่ยวกับงานด้านการออกแบบและสร้างตู้แช่แข็ง

1.4 ขอบเขตของโครงการ

- 1.4.1 ศึกษาการออกแบบและผลิตตู้แช่แข็ง
- 1.4.2 ร่วมออกแบบและผลิตตู้แช่แข็งร่วมกับพนักงานในบริษัทฯ ได้
- 1.4.3 ทดสอบการใช้งานของตู้แช่แข็งตามข้อกำหนดของบริษัทฯ ได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 สามารถวางแผนงานอย่างเป็นระบบและคำนวณระยะเวลาในการปฏิบัติงานได้
- 1.5.2 มีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบขนาด โครงสร้าง และวัสดุในการผลิตตู้แช่แข็ง
- 1.5.3 มีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบระบบไฟฟ้า และการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า
- 1.5.4 สามารถปฏิบัติงานและแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมได้อย่างมีมาตรฐาน
- 1.5.5 สามารถปฏิบัติงานร่วมกับบุคลากรในองค์กรได้



บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System)

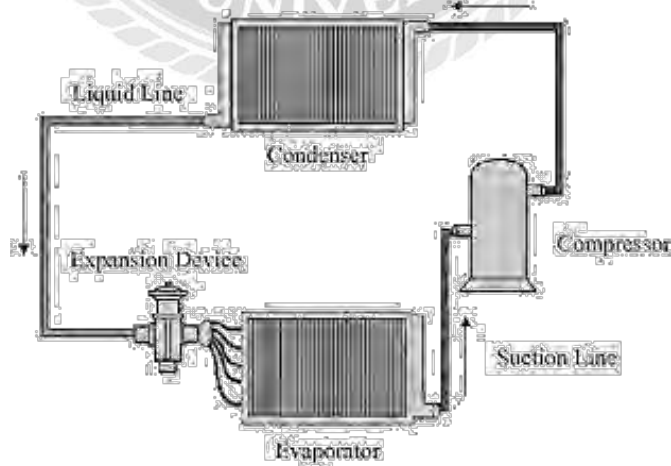
ระบบทำความเย็นและปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบัน จะอาศัยการทำงานแบบระบบอัดไอน้ำยาทำความเย็นด้วยคอมเพรสเซอร์ เพื่อนำน้ำยาที่ทำความเย็นแล้วกลับมาใช้อีก น้ำยาทำความเย็นจะไหลเวียนภายในระบบปิดอยู่ตลอดเวลา ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอนี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก คือคอยล์เย็น คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ และอุปกรณ์ควบคุมการไหล ซึ่งอุปกรณ์แต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

คอยล์เย็น (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดความร้อนจากพื้นที่ หรือวัตถุที่ต้องการทำความเย็นไปใช้ ในการเดือดกลายเป็นไอของน้ำยา

คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ดูดน้ำยาให้ไหลเวียนภายในระบบ พร้อมกับการอัดไอน้ำยาที่มีความดันต่ำให้เป็นไอน้ำยาที่มีความดันที่สูง และอุณหภูมิสูง

คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับไอน้ำยาที่มีอุณหภูมิสูงระบายออกสู่อากาศภายนอก เมื่อไอน้ำยาได้รับการระบายความร้อนออกจะเกิดการควบแน่นเป็นน้ำยาเหลว

อุปกรณ์ควบคุมการไหล (Expansion Valve) ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันและการไหลของน้ำยาที่จะไหลเข้าสู่คอยล์เย็น



รูปที่ 2.1 อุปกรณ์หลักในระบบทำความเย็น

2.1.1 กระบวนการของการทำความเย็น (Refrigeration Cycle)

ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ น้ำยาทำความเย็นจะไหลเวียนผ่านส่วนต่าง ๆ ของระบบอยู่ตลอดเวลา ในแต่ละรอบของน้ำยาจะต้องผ่านกระบวนการดังต่อไปนี้ คือ

- การขยายตัว (Expansion) เกิดที่อุปกรณ์ควบคุมการไหล
- การกลายเป็นไอ (Vaporization) เกิดที่คอยล์เย็น
- การอัดไอ (Compression) เกิดที่คอมเพรสเซอร์
- การควบแน่น (Condensation) เกิดที่คอนเดนเซอร์

2.1.2 การทำงานของระบบทำความเย็น

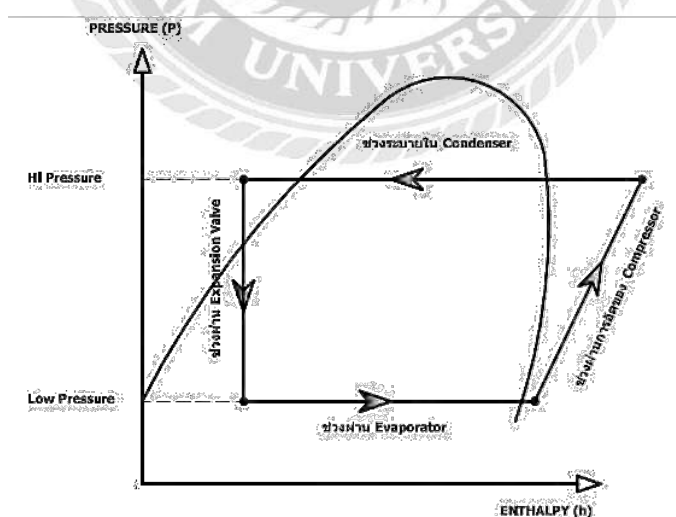
ระบบทำความเย็นจะทำความเย็นได้เมื่อน้ำยาสารทำความเย็นภายในระบบไหลเวียนอุปกรณ์ที่ทำให้ น้ำยาไหลเวียนในระบบได้ คือ คอมเพรสเซอร์ ซึ่งเปรียบเสมือนเครื่องสูบน้ำที่คอยสูบน้ำยาให้ไหลเวียนอยู่ตลอดเวลาที่ระบบยังทำงานอยู่ น้ำยาที่ไหลเข้าอุปกรณ์ควบคุมการไหลจะอยู่ในสถานะของเหลวที่มีความดันสูง อุณหภูมิสูง อุปกรณ์ควบคุมการไหลจะลดความดันของน้ำยาลง ทำให้จุดเดือดของน้ำยาลดต่ำลง น้ำยาที่ออกจากอุปกรณ์ควบคุมการไหลจะไหลเข้าไปคอยล์เย็นเป็นละอองน้ำยา โดยน้ำยาจะมีจุดเดือดต่ำกว่าอุณหภูมิของวัตถุที่แช่อยู่ในห้องทำความเย็น ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากวัตถุที่แช่ไปให้น้ำยา จนเกิดการเดือดกลายเป็นไอ โดยที่อุณหภูมิและความดันของน้ำยา คงที่ ความร้อนที่ใช้ในการเดือดกลายเป็นไอ คือความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ น้ำยาที่ออกจากชุดคอยล์เย็นจะอยู่ในสถานะไอที่มีความดันต่ำอุณหภูมิต่ำ และจะถูกส่งผ่านทางท่อดูดเข้าที่คอมเพรสเซอร์ ขณะที่ผ่านท่อดูดไอน้ำยาจะได้รับความร้อนจากอากาศรอบ ๆ อีกด้วย ทำให้ไอน้ำยามีอุณหภูมิที่สูงขึ้นแต่ความดันยังคงที่อยู่ ความร้อนช่วงนี้ เรียกว่า ความร้อนยิ่งยวด (Superheat) น้ำยาที่เข้าคอมเพรสเซอร์จะอยู่ในสถานะไอที่มีความดันต่ำอุณหภูมิต่ำ จากนั้น คอมเพรสเซอร์จะทำการอัดไอน้ำยาให้มีปริมาตรลดลง ทำให้ความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น โดยอุณหภูมิของไอนี้จะสูงกว่าอุณหภูมิไออิ่มตัว ไออิ่มตัวที่ออกจากคอมเพรสเซอร์จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศรอบ ๆ ทำให้เกิดการระบายความร้อนเกิดขึ้นให้กับอากาศขณะถูกส่งผ่านท่อจ่ายไปยังคอนเดนเซอร์ทำให้อุณหภูมิของไอน้ำยาลดลงเท่ากับอุณหภูมิไอน้ำอิ่มตัวแต่ยังคงสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศรอบคอนเดนเซอร์ ไอน้ำยาที่เข้าคอนเดนเซอร์จะมีความดันสูงอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิอิ่มตัวแต่สูงกว่าอุณหภูมิของอากาศรอบ ๆ คอนเดนเซอร์ ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากไอน้ำยาให้กับอากาศรอบ ๆ คอนเดนเซอร์ และเกิดการควบแน่นเป็นของเหลว โดยที่ความดันและอุณหภูมิยังคงที่ ความร้อนที่ถ่ายเทให้กับอากาศคือ ความร้อนแฝงของการควบแน่น

น้ำยาทำความเย็นที่ออกจากชุดคอนเดนเซอร์จะอยู่ในสถานะของเหลวอุณหภูมิสูง ความดันสูง จะไหลเข้าถังรับน้ำยา ภายในถังรับน้ำยาจะประกอบด้วยน้ำยาที่อยู่ในสถานะของเหลวกับน้ำยาผสมกัน ที่อยู่ในสถานะของไอน้ำยาซึ่งยังไม่ควบแน่นดีจะลอยอยู่ด้านบนน้ำยาเหลว และจะถูกปล่อยออกจากถังรับน้ำยาผ่านทางท่อของเหลวเข้าอุปกรณ์ควบคุมการไหล ในระหว่างทางของน้ำยาซึ่งเป็นของเหลวอิ่มตัวนี้ จะมีอุณหภูมิอิ่มตัวสูงกว่าอากาศรอบ ๆ ท่อ ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากน้ำยาไปยังอากาศ ทำให้อุณหภูมิของน้ำยาลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว ซึ่งกระบวนการนี้คือการซับคูลล์ (Sub Cooling) และเรียกของเหลวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอิ่มตัวว่า ของเหลวซับคูลล์ ต่อจากนี้การไหลเวียนของน้ำยาทำความเย็นก็จะเริ่มรอบใหม่ซึ่งจะผ่านกระบวนการขยายตัว กระบวนการเดือดเป็นไอ กระบวนการอัดไอและกระบวนการควบแน่น กลับเป็นของเหลวตามเดิม โดยจะหมุนเวียนเช่นนี้ตลอดเวลาของการทำงาน

2.2.3 ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System)

แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

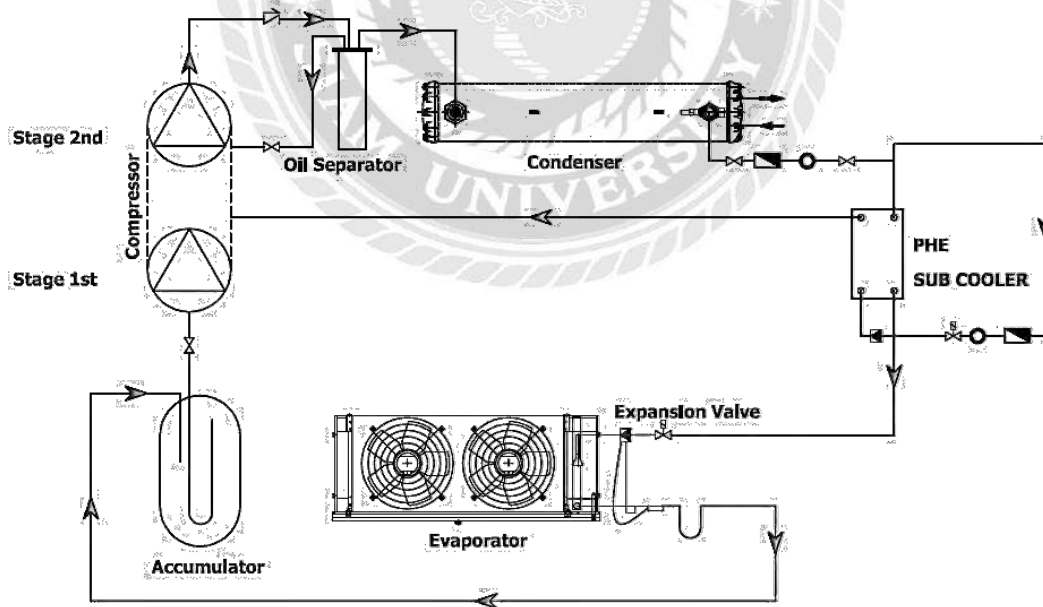
2.2.3.1 ระบบอัดน้ำยาชั้นเดียว (Single Stage) ระบบอัดน้ำยาชั้นเดียวเหมาะสำหรับห้องทำความเย็นที่ต้องการให้มีอุณหภูมิตั้งแต่ -25°C ขึ้นไป หรือต้องการใช้น้ำเย็น คอมเพรสเซอร์ที่เหมาะสมที่ใช้ เช่น Bitzer รุ่น 4G.2, 6G.2, 6F.2 เป็นต้น



รูปที่ 2.2 วงจร P-H Chart ระบบอัดน้ำยาชั้นเดียว (Single Stage)

หลักการทำงาน เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานจะดูดไอน้ำมาจากคอยล์เย็น และอัดไอน้ำออกทางท่อส่ง ผ่านหม้อดักน้ำมัน (Oil Separator) เข้าสู่ชุดคอนเดนเซอร์ หม้อดักน้ำมัน และจะแยกน้ำมันออกจากไอน้ำ แล้วส่งน้ำมันกลับเข้าเครื่องคอมเพรสเซอร์เพื่อใช้หล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์ ส่วนของน้ำมันที่ตกไว้ไม่หมดจะวิ่งไปกับน้ำยาและตกค้างตามท่อน้ำยาและจะไหลกลับคืนเข้าคอมเพรสเซอร์ต่อไป ไอน้ำที่ร้อนจะถูกอัดเข้าคอนเดนเซอร์ และถูกน้ำระบายความร้อนออกไปจนกลายเป็นน้ำยาเหลว และไหลผ่านไส้กรองเพื่อดูความชื้นและกรองสิ่งสกปรกออกจากน้ำยาสารทำความเย็นน้ำมันหล่อลื่น น้ำยาจะถูกดันส่งไปที่ตัววาล์วเอ็กแพนชัน (Expansion Valve) ซึ่งจะมีรูเล็ก ๆ ที่ปรับขนาดได้คอยปล่อยให้ไอน้ำผ่านเข้าไประเหยในคอยล์เย็น (Evaporator) ในปริมาณที่พอเหมาะที่จะระเหยได้หมดพอดี ก่อนที่จะถูกดูดผ่าน Accumulator แล้วดูดกลับเข้าคอมเพรสเซอร์แล้วอัดออกใช้งานต่อไป

2.2.4.2 ระบบอัดน้ำยา 2 ขั้น (Two Stages) เหมาะสำหรับห้องที่ต้องการความเย็นที่สูงมาก ๆ (ฟรีส) โดยมีอุณหภูมิตั้งแต่ -25°C ลงไป คอมเพรสเซอร์ที่ใช้เช่น Bitzer รุ่น S6G.2, S6F.2 เป็นต้น



รูปที่ 2.3 ระบบอัดน้ำยา 2 ขั้น (Two Stage)

หลักการทำงานมีการทำงานเช่นเดียวกับระบบอัดน้ำยาแบบขั้นเดียว (Single Stage) แต่เนื่องจากคอมเพรสเซอร์เริ่มอัดน้ำยาตั้งแต่ความดันต่ำ ทำให้การอัดเพียงครั้งเดียวได้ความดันไม่ถึง ทำให้น้ำยาไม่ร้อน และไม่มีแรงดันมากพอที่จะทำให้ไอร้อนน้ำยากลับตัวกลับมาเป็นของเหลวมาใช้งานใหม่ได้อีกครั้ง จึงต้องมีการอัดน้ำยาเป็นครั้งที่ 2 (Stage 2nd) เพื่อที่จะทำให้ น้ำยาเหลวได้กลับตัวกลับมาใช้งานใหม่ที่คอนเดนเซอร์ แต่เนื่องจากความดันเริ่มต้นของการอัดครั้งที่ 2 นี้จะสูงเกินไปและร้อนเกินไป ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อคอมเพรสเซอร์ จึงจำเป็นต้องมี Expansion Valve ฉีดน้ำยาเข้ามาผสมร่วมกับไอน้ำยาที่อัดจากครั้งที่ 1 ก่อน เพื่อไม่ให้ไอน้ำยาก่อนอัดครั้งที่ 2 ร้อนจัดหรือแห้งเกินไป ขณะเดียวกันเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำยาเหลวที่จะฉีดเข้ามามีสภาพของเหลวปนอยู่ จึงใช้ชุด Plate Heat Exchanger เป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนกับกับน้ำยาเหลวที่จะจ่ายให้ Expansion Valve ที่คอยล์เย็น ทำให้น้ำยาที่จ่ายไปยังคอยล์เย็นมีอุณหภูมิที่ลดลง (Sub Cool) ทำให้ทำความเย็นได้มากขึ้นด้วย

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบทำความเย็น

2.2.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressors)

คอมเพรสเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดของระบบการทำความเย็น ทำหน้าที่เพิ่มความดันของสารทำความเย็นที่อยู่ในสถานะที่เป็นไอก๊าซ โดยคอมเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นที่เป็นไอความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำที่มาจากอีวาโปเรเตอร์ (Evaporator) เข้ามาทางท่อดูดของคอมเพรสเซอร์และอัดก๊าซนี้ให้มีความดันและอุณหภูมิที่สูงขึ้น ส่งเข้าไปยังคอนเดนเซอร์โดยผ่านเข้าทางท่อบรรจุ เพื่อส่งไปกลั่นตัวเป็นของเหลวในคอนเดนเซอร์ด้วยการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นอีกทีหนึ่ง จะเห็นได้ว่าคอมเพรสเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่แบ่งความดันระบบระหว่างด้านความดันสูงและความดันต่ำสารทำความเย็นจะถูกดูดเข้ามาในคอมเพรสเซอร์จะมีสถานะเป็นก๊าซความดันต่ำ และสารทำความเย็นที่อัดออกส่งออกจากคอมเพรสเซอร์จะมีสถานะเป็นก๊าซที่มีความดันสูง เครื่องคอมเพรสเซอร์ สามารถจำแนกออกเป็นได้หลายลักษณะ คือ

ก) คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด (Semi-Hermetic Compressor) คือ แบบที่ตัวคอมเพรสเซอร์และตัวต้นกำลังขับเคลื่อนประกอบอยู่ในโครงสร้างเดียว ก่อนโดยใช้สลักเกลียว (Bolts) เป็นตัวยึด ดังนั้นเมื่อเกิดการเสียหาย สามารถถอดออกมาตรวจสอบได้โดยโครงสร้างไม่เสียหาย และเนื่องจากไม่มีการต่อแกนเพลลาออกมาภายนอก จึงไม่ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการรั่วที่เพลลา ทำให้ปัญหาการรั่วของน้ำยา หรือน้ำมันหล่อลื่นที่คอเพลลาหมดไป



รูปที่ 2.4 คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด (Semi-Hermetic Compressor)

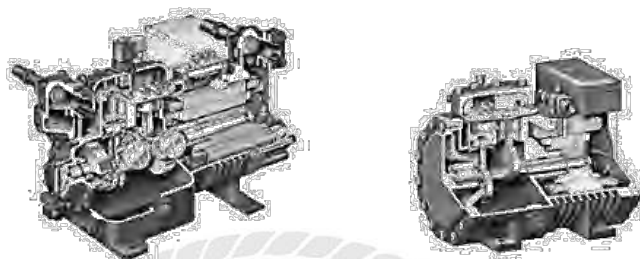
ข) คอมเพรสเซอร์แบบหุ้มปิด (Hermetic Compressor) คือ แบบที่ตัวคอมเพรสเซอร์และตัวขับเคลื่อนจะประกอบอยู่ในโครงสร้างเดียวกันและถูกเชื่อมปิดสนิท ซึ่งมีข้อดี คือ การป้องกันการรั่วได้ดี มีขนาดเล็กทำงานได้เงียบ มีการสั่นสะเทือนน้อย จึงนิยมใช้กับเครื่องทำความเย็นที่บ้าน แต่มีข้อเสีย คือ ไม่สามารถแยกตัวขับเคลื่อนและคอมเพรสเซอร์ส่วนที่เสียออกมาซ่อมได้ง่าย โดยเฉพาะการถอดออกเพื่อตรวจ การซ่อมยากเพราะถูกประกอบไว้โดยวิธีการเชื่อม



รูปที่ 2.5 คอมเพรสเซอร์แบบหุ้มปิด (Hermetic Compressor)

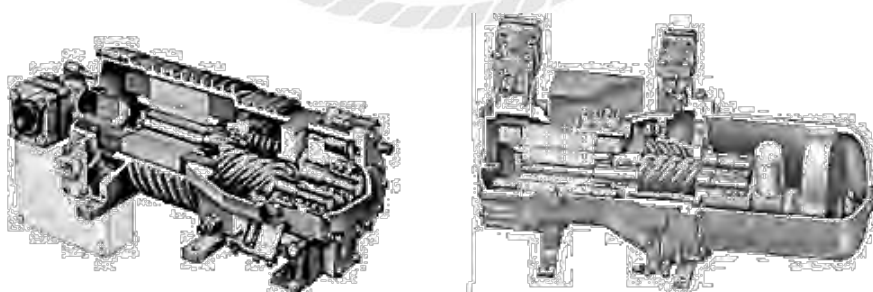
ก) การจำแนกตามวิธีการอัด การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัดนี้ แบ่งออกได้เป็นการอัดเชิงปริมาตร เช่น แบบลูกสูบ แบบโรตารี แบบก้านหอย แบบเกลียว แบบการอัดแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง แบบอัดครั้งเดียว และแบบอัดหลายครั้ง ดังมีรายละเอียดคือ

- 1) **คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (Reciprocating Type)** อาศัยการทำงานของเพลาค้อนเหวี่ยง (Crank Shaft) ขับลูกสูบให้เกิดการดูดอัด มีใช้กับเครื่องทำความเย็นขนาดเล็กต่ำกว่า 1 แรงม้า จนถึงมีขนาดใหญ่กว่า 100 แรงม้า เป็นแบบที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน



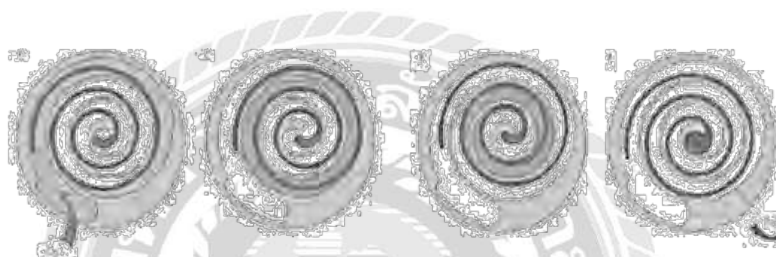
รูปที่ 2.6 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (Reciprocating type)

- 2) **คอมเพรสเซอร์แบบสกรู (Screw Type)** การทำงานโดยอาศัยสกรู 2 ตัว คือ สกรูตัวเมีย (Female Rotor) และสกรูตัวผู้ (Male Rotor) โดยสกรูตัวเมียจะอาศัยช่องเกลียวเป็นช่องที่เก็บน้ำยา ส่วนสกรูตัวผู้จะใช้สันเกลียวเพื่อรีดน้ำยาออกตามแกนของสกรูทั้งสอง และเนื่องจากต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นเพื่อทำหน้าที่ป้องกันการรั่วระหว่างช่องว่างของเกลียวทั้งสองในขณะทำงานจึงเกิดมีน้ำมันหล่อลื่นไหลไปกับน้ำยาจำนวนมากที่ทางออกของคอมเพรสเซอร์แบบสกรู จึงต้องติดตั้งอุปกรณ์แยกน้ำมัน (Oil Separator) ไว้ด้วยเสมอ



รูปที่ 2.7 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู (Screw type)

- 3) คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอยหรือแบบสโครล์ (Scroll Type) เป็นคอมเพรสเซอร์แบบใหม่ล่าสุดที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานในระบบทำความเย็นแบบอัดไอโดยเฉพาะ การทำงานจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่มีลักษณะเป็นก้นหอยอยู่กับที่ และส่วนที่เคลื่อนที่ได้ ซึ่งจะเคลื่อนที่ในลักษณะเอียงศูนย์ โดยไม่มีการเคลื่อนที่ในลักษณะหมุนรอบแกน (Not Rotate) โดยความดันจะเพิ่มจากภายนอก และถูกอัดมากที่สุดเมื่ออยู่ที่แกนกลาง ลักษณะการเคลื่อนไหวยังเทียบได้กับพายุทอร์นาโด (Tornado) ปัจจุบันถูกนำมาใช้กับระบบปรับอากาศที่ใช้ในที่พักอาศัยในสำนักงาน รวมทั้งระบบปรับอากาศในรถยนต์ เนื่องจากการทำงานมีการเคลื่อนไหวที่น้อยและไม่ต้องใช้เส้นทางดูดทางส่ง จึงทำงานได้เรียบและมีเสียงเงียบกว่า



รูปที่ 2.8 คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอยหรือแบบสโครล์ (Scroll type)

- 4) คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Type) ใช้ได้ดีกับระบบเครื่องปรับอากาศ และเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ โดยส่วนมากมีการใช้ตั้งแต่ 50 ตันขึ้นไป คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางนี้มีโครงสร้างเป็นแบบพัดและมีการดูดอัดน้ำยาแอร์ในสถานะที่เป็นแก๊สให้มีความดันสูงขึ้น โดยไม่ต้องใช้ประกอบแบบคอมเพรสเซอร์อื่นๆ แต่น้ำยาแอร์ในสถานะแก๊สซึ่งมีความดันต่ำจะถูกดูดเข้ามาใกล้กับแกนกลางของคอมเพรสเซอร์และถูกเหวี่ยงตัวด้วยใบพัด ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของน้ำยาแอร์ จึงเกิดการอัดตัวโดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ความแตกต่างของแรงดันของน้ำยาแอร์ที่ถูกดูดเข้ามา และถูกอัดออกไปจะมีไม่มากนัก ดังนั้นเพื่อให้แรงดันที่สูงขึ้นจึงต้องทำการต่อกับแก๊สที่ถูกเหวี่ยงอัดตัวแล้ว เข้าไปเหวี่ยงอัดตัวในช่วงต่อไป การทำงานของคอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางนี้ไม่ต้องอาศัย ตัวลูกสูบ วาล์ว และกระบอกสูบ แต่เป็นการเพิ่มความดันของของน้ำยาแอร์โดยให้แรงเหวี่ยงแทน การทำงานจึงต้องอาศัยความเร็วรอบในการเหวี่ยงที่สูง เพื่อให้ได้ความดันน้ำยาที่สูง

2.2.2 คอนเดนเซอร์ (Condenser)

คอนเดนเซอร์ หรืออุปกรณ์ควบแน่น เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของระบบทำความเย็น ทำหน้าที่ระบายความร้อนในสถานะก๊าซที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง ที่ถูกอัดตัวส่งมาจากคอมเพรสเซอร์ เพื่อให้กลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลวในคอนเดนเซอร์ด้วยการระเหยความร้อนออกแต่ยังคงมีความดันและอุณหภูมิสูงอยู่เช่นเดิมคอนเดนเซอร์แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1) การจำแนกตามวิธีการระบายความร้อน แบ่งคอนเดนเซอร์ออกได้เป็น

- ก) **การระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condenser)** คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากน้ำยา เพื่อให้ น้ำยาในสถานะก๊าซกลั่นตัวเป็นของเหลว ตามปกติแล้ว คอนเดนเซอร์ชนิดนี้ มักจะทำด้วยท่อทองแดงหรือท่อเหล็กมีครีปเป็นตัวช่วยเพิ่มพื้นที่ผิว ในการระบายความร้อนออกจากน้ำยาภายในคอนเดนเซอร์แบ่งออกได้เป็น
 - ข) **แบบใช้อากาศหมุนเวียน** อากาศโดยรอบคอนเดนเซอร์จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศปกติจึง ลอยตัวสูงขึ้น ส่วนอากาศที่เย็นกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ จึงเกิดการระบายความร้อนออกจากผิวของคอนเดนเซอร์
 - ค) **แบบมีพัดลมช่วย** คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้พัดลม หรือโบลเวอร์ช่วยในการเพิ่มปริมาณลมที่ผ่านผิวของคอนเดนเซอร์จึงช่วยลดขนาดรูปร่างของคอนเดนเซอร์ลงได้มากขึ้น
- ง) **การระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water cooled condenser)** คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้น้ำเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากน้ำยา เพื่อให้ น้ำยา กลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลว และก็เช่นเดียวกันคอนเดนเซอร์ทั้งสองชนิดนี้จะรับความร้อนที่ถูกคายออกจากรุ่น น้ำยาในสถานะก๊าซเพื่อการกลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลว ทำให้ อุณหภูมิของอากาศหรือน้ำที่ใช้เป็นตัวกลางมีอุณหภูมิสูงขึ้น
- จ) **การระบายด้วยน้ำและอากาศ (Water and Air Cooled Condenser)** คอนเดนเซอร์ชนิดนี้ จะใช้ทั้งอากาศและน้ำเป็นตัวกลางในการระบายความร้อน ออกจากน้ำยาทำความเย็น เพื่อให้ น้ำยาในสถานะก๊าซในคอนเดนเซอร์กลั่นตัว เป็นน้ำยาเหลว โดยการฉีดย้ำเย็นให้เป็นฝอยผ่านลงบนคอนเดนเซอร์ อากาศนี้

จะสวนทางกับสเปรย์น้ำตกลงมาผ่านอิลิเมนต์อร์ ซึ่งเป็น อุปกรณ์ป้องกันไม่ให้สเปรย์น้ำหลุดลอยออกไปกับอากาศ ซึ่งน้ำบางส่วนจะระเหยตัวขณะที่ได้รับความร้อนจากแผงคอนเดนเซอร์ ทำให้สเปรย์น้ำที่ตกกลับลงมาในถังนั้นมีอุณหภูมิลดต่ำลง

2) การจำแนกตามลักษณะโครงสร้าง แบ่งคอนเดนเซอร์ออกเป็น 2 ชนิดคือ

- ก) คอนเดนเซอร์ชนิดท่อและครีป (Finned-Tube Condenser) เป็นคอนเดนเซอร์ชนิดใช้อากาศระบายความร้อน ทำจากท่อทองแดงรูปตัวยู มีแผ่นอลูมิเนียมแบบบางอัดเป็นครีปเพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการระบายความร้อน
- ข) คอนเดนเซอร์ชนิดเปลือกและท่อ (Shell and Tube Condenser) เป็นคอนเดนเซอร์ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ประกอบด้วยเปลือกนอกและท่อขนาดเล็กสอดอยู่ภายใน

2.2.3 เครื่องระเหย (Evaporator)

เครื่องระเหย เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของระบบทำความเย็น ทำหน้าที่ดูดซับปริมาณความร้อนจากในบริเวณหรือในพื้นที่ที่ต้องการทำความเย็น ขณะที่สารทำความเย็นภายในระบบนี้เดือด จะเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซก็จะดูดซับปริมาณความร้อนผ่านผิวท่อทางเดินสารทำความเย็นเข้าไปในระบบ ทำให้อุณหภูมิ โดยรอบคอยล์เย็นลง เครื่องระเหยโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

ก) เครื่องระเหยชนิดท่อและครีป (Finned-Tube Evaporator) มีโครงสร้างและหลักการทำงานเหมือนกันกับคอนเดนเซอร์ คือมีท่อและครีปอะลูมิเนียมแบบบางเป็นโครงสร้างหลัก ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) แต่มีการทำงานในลักษณะตรงข้ามกัน คือคอนเดนเซอร์ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับอากาศแต่เครื่องระเหยดูดความร้อนจากอากาศที่ผ่านเข้ามา

ข) เครื่องระเหยชนิดเปลือกและท่อ (Shell and Tube Evaporator) มีโครงสร้างและหลักการทำงานเหมือนกับที่ใช้เป็นคอนเดนเซอร์ นิยมใช้กับระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น โดยเรียกเครื่องระเหยชนิดนี้ว่า ชิลเลอร์ (Chiller) ซึ่งมีทั้งที่เป็นชิลเลอร์แบบแห้งและแบบเปียก

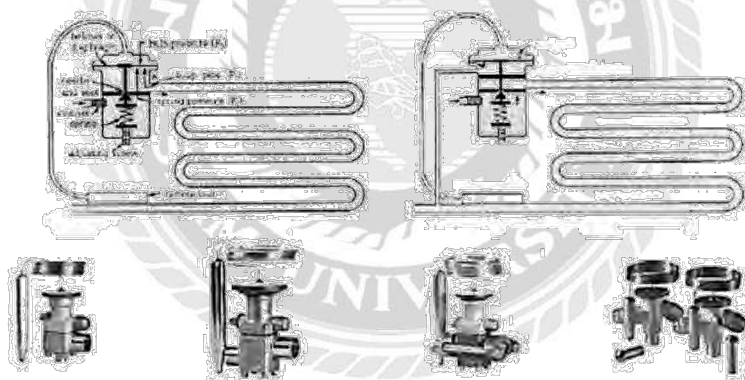


รูปที่ 2.9 เครื่องระเหย (Evaporator)

2.2.4 อุปกรณ์ลดแรงดัน (Expansion Valve)

อุปกรณ์ลดแรงดัน เป็นอุปกรณ์ลิ้นควบคุมอัตราการไหลของสารทำความเย็น ที่ไหลไปยังเครื่องระเหยมากหรือน้อยตามที่ต้องการ ซึ่งจะควบคุมโดยการรับสัญญาณอุณหภูมิที่มาจากท่อทางออกของเครื่องระเหย มีการทำงานอยู่ 2 แบบ คือ

- ก) แบบทำงานโดยใช้ความดันภายในเครื่องระเหย (Internal Equalizing)
- ข) แบบทำงานโดยใช้ความดันภายนอกเครื่องระเหย (External Equalizing)



รูปที่ 2.10 อุปกรณ์ลดแรงดัน (Expansion Valve)

2.2.5 Vibration Absorber

ข้ออ่อนกันสะเทือน ถูกออกแบบสำหรับใช้ในระบบ Air Conditioning and Refrigeration ในท่อด้านทางส่งและด้านทางดูด เพื่อช่วยลดการสั่นของคอมเพรสเซอร์ที่ส่งไปยังระบบท่อน้ำยา โครงสร้างถูกสร้างจากท่อที่มีความหนาลักษณะเป็นลอนเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น และซึมซับแรงสั่นสะเทือนได้ดี ทั้งแบบฝังหุ้มด้วยโลหะใยเหนียวถักเป็นลอนเพื่อเพิ่มความแข็งแรงอย่างสูงสุด โดยที่ท่อ Absorber นี้จะถูกเชื่อมกับ Female Copper Tube

2.2.6 ถังแยกไอสารทำความเย็น (Suction Line Accumulator)

ในระบบทำความเย็นนั้น ไอของสารทำความเย็นจะถูกทำให้ระเหยที่บริเวณเครื่องระเหยก่อนส่งกลับเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ หากระเหยไม่หมดอาจมีสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวปะปนอยู่ เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้คอมเพรสเซอร์อัดของเหลว โดยทำงานได้อย่างปกตินั้น จำเป็นต้องมีถังแยกไอสารทำความเย็นไว้คอยดักจับสารทำความเย็นเหลวที่ปะปนมาไม่ให้ไหลเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ ด้วยหลักการออกแบบใช้ท่อตัวยูในถังแยกไอสารทำความเย็น จึงช่วยให้คอมเพรสเซอร์ไม่เกิดความเสียหายจากการทำงานได้โดยมีวิธีพิจารณา ดังนี้

- การเลือกขนาดความจุของถังแยกไอสารทำความเย็นจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 50% ของสารทำความเย็นทั้งหมดที่อยู่ในระบบ
- การติดตั้งถังแยกไอสารทำความเย็นจะต้องอยู่ในแนวตั้งเสมอ
- การติดตั้งท่อทางเข้าถังแยกไอสารทำความเย็น จะต้องมาจากเครื่องระเหย และท่อทางออกจะต้องเชื่อมต่อกับคอมเพรสเซอร์
- ค่าความดันสูงสุดที่รองรับได้เท่ากับ 45 ปอนด์/ตารางนิ้ว



รูปที่ 2.11 ถังแยกไอสารทำความเย็น (Suction Line Accumulator)

2.2.7 ถังแยกน้ำมัน (Oil Separator)

ในระบบทำความเย็นนั้น ปริมาณของน้ำมันหล่อลื่นจะถูกนำออกมาทางท่อทางออกของคอมเพรสเซอร์ไหลปนไปกับไอของสารทำความเย็นเสมอ การแยกน้ำมันหล่อลื่นออกจากไอของสารทำความเย็นแล้วนำกลับเข้ามาสู่ห้องเครื่องของคอมเพรสเซอร์จึงเป็นการทำให้ระบบทำความเย็นยังคงประสิทธิภาพที่ดีดังเดิม ถังแยกน้ำมันจึงเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ทำหน้าที่แยกน้ำมันหล่อลื่นแล้วออกจากสารทำความเย็นและนำกลับเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ก่อนที่น้ำมันหล่อลื่นจะไหลเข้าไปในส่วนประกอบอื่น ๆ ของระบบทำความเย็น

ลักษณะการใช้งาน (Application)

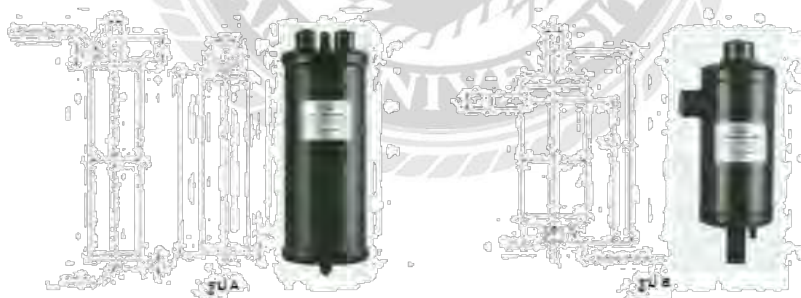
- แยกน้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์ออกจากไอน้ำยาบริเวณท่อทางออก
- พักน้ำมันหล่อลื่นที่แยกออกมาก่อนนำกลับมาเติมเข้าห้องเครื่องของคอมเพรสเซอร์

ประโยชน์ของการใช้งาน (Advantage)

- ช่วยลดปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ไหลไปในระบบทำความเย็น สามารถคงค่าประสิทธิภาพที่ดีของการทำความเย็นได้
- ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการทำความเย็น ลดระยะเวลาในการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เนื่องจากค่าประสิทธิภาพในการทำความเย็นที่ดี

ข้อควรระวังในการใช้งาน (Recommendation)

- ขนาดของท่อเชื่อมต่อ (ทางเข้าและทางออก) ของถังแยกน้ำยาจะต้องมีขนาดเดียวกันหรือใหญ่กว่าท่อทางออกของคอมเพรสเซอร์
- ถังแยกน้ำยาจะต้องถูกติดตั้งในแนวตั้งในทิศทางของท่อทางออกของคอมเพรสเซอร์
- เพื่อป้องกันการควบแน่นของไอน้ำยาทำความเย็น ไม่ควรติดตั้งถังแยกน้ำยาในทิศทางเดียวกันพัดลมระบายความร้อน
- ค่าความดันสูงสุดที่รองรับได้เท่ากับ 45 ปอนด์/ตารางนิ้ว



รูปที่ 2.12 ถังแยกน้ำมัน (Oil Separator)

2.2.8 ถังรับสารทำความเย็นเหลว (Liquid Receiver)

ในระบบการทำความเย็นนั้น ปริมาณของสารทำความเย็นเหลวที่ถูกส่งเข้าสู่เครื่องระเหยนั้น มีปริมาณไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับปริมาณของภาระโหลดความร้อนในห้องทำความเย็น ถังรับสารทำความ

เย็นเหลวที่ถูกควบแน่นจากเครื่องควบแน่นจึงมีหน้าที่สำคัญในการพักสารทำความเย็นเหลวก่อนถูกส่งไปยังเครื่องระเหยผ่านวาล์วลดความดัน อีกทั้งยังสามารถแยกสถานะสารทำความเย็นเหลวและไอสารทำความเย็นที่ควบแน่นไม่หมดจากเครื่องควบแน่น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพที่ดีในการทำความเย็นในเครื่องระเหย

ลักษณะการใช้งาน (Application)

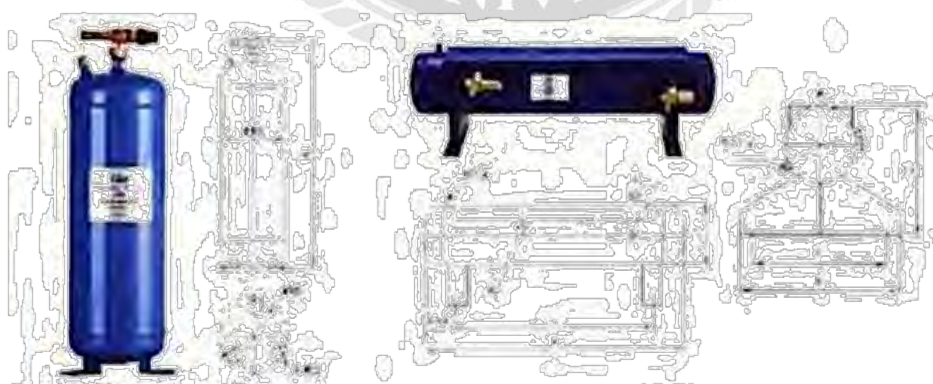
- สะสมสารทำความเย็นเหลวที่ถูกควบแน่นมาจากเครื่องควบแน่น
- พักสารทำความเย็นเหลวก่อนนำเข้าสู่เครื่องระเหย

ประโยชน์ของการใช้งาน (Advantage)

- ช่วยเป็นถังพักสารทำความเย็นเหลวก่อนนำเข้าสู่เครื่องระเหย
- ช่วยแยกสถานะสารทำความเย็นเหลวกับไอสารทำความเย็นที่อาจจะควบแน่นไม่หมดจากเครื่องควบแน่น เพื่อประสิทธิภาพในการทำความเย็นที่ดีของเครื่องระเหย

ข้อควรระวังในการใช้งาน (Recommendation)

- การติดตั้งถังรับสารทำความเย็นเหลวในแนวนอนนั้น จะต้องติดตั้งขนานกับพื้นราบเสมอ
- การติดตั้งถังรับสารทำความเย็นเหลวในแนวตั้งนั้น จะต้องติดตั้งแบบตั้งฉากกับพื้นราบเสมอ
- ค่าความดันสูงสุดที่รองรับได้เท่ากับ 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว



รูปที่ 2.13 ถังรับสารทำความเย็นเหลว (Liquid Receiver)

2.2.9 สารทำความเย็น (Refrigerants)

สารทำความเย็นที่ใช้สามารถแบ่งได้เป็น 6 ประเภทด้วยกัน คือ

ก) R-12 Dichlorodifluoromethane (CCl₂F₂) ไดคลอโรไดฟลูออโรเมเทน มีคุณสมบัติ ไม่มีสีและไม่มีกลิ่นที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ในความเข้มข้นที่มากขึ้นจะมีกลิ่น คล้ายกับ Carbon Tetrachloride นอกจากนี้ยังไม่เป็นพิษ ไม่กัดกร่อน ไม่ติดไฟ และมีจุดเดือดที่ -21.7°F (-29°C) ที่ความดันบรรยากาศ รหัสสีของ R-12 คือ สีขาว

ข) R-22 Monochlorodifluoromethane (CHClF₂) โมโนคลอโรไดฟลูออโรมีเทน คือ สารทำความเย็นสังเคราะห์ที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับระบบทำความเย็นที่ต้องการ Evaporating Temperature ต่ำ ๆ โดยสามารถใช้กับตู้เย็นภายในครัวเรือนและระบบปรับอากาศ R-22 มีคุณสมบัติ ไม่เป็นพิษ ไม่กัดกร่อน ไม่ติดไฟ และมีจุดเดือดเท่ากับ -41°F ที่ความดันบรรยากาศ R-22 สามารถใช้ได้กับคอมเพรสเซอร์ชนิดโรตารี ลูกสูบ ก้านหอย สกรู หรือชนิดหอยโข่ง โดย R-22 นั้นมักจะมีน้ำ หรือความชื้นผสมอยู่ด้วยจำนวนหนึ่ง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องใช้ Filter Drier ในระบบเพื่อขจัดน้ำออก จากสารทำความเย็น สีของ R-22 คือ สีเขียว

ค) R-502 Refrigerant (CHClF₂/CCl₂F₂) R-502 สารผสมระหว่าง R-22 และ R-115 ในสัดส่วน 48.8:51.2 สารทำความเย็นชนิดนี้เป็นสารทำความเย็นผสม (Blend) ซึ่งมีจุดเดือดที่คงที่ สูงสุดและจุดเดือดที่คงที่ต่ำสุด แต่จะแสดงพฤติกรรมเป็นสารผสมเนื้อเดียว โดยที่ R-502 มีคุณสมบัติ ไม่กัดกร่อน ไม่ติดไฟ ไม่เป็นพิษในการใช้งาน และมีจุดเดือดเท่ากับ -50°F ที่ความดันบรรยากาศ สารทำความเย็นชนิดนี้สามารถใช้ได้กับคอมเพรสเซอร์ชนิดลูกสูบเท่านั้น โดยส่วนใหญ่แล้วจะนำไปใช้กับ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการแช่แข็งอาหาร เช่น ตู้แช่ แบบ Walk-in โรงงานแช่แข็ง และแปรรูปอาหารทะเล รหัสสีสำหรับ R-502 คือ สีม่วงอ่อน

ง) R-134a Tetrafluoroethane (CH₂FCF₃) R-134a มีความคล้ายกับ R-22 มาก แต่จะแตกต่างกันที่ R-134a ไม่เป็นอันตรายต่อชั้นโอโซน จึงสามารถใช้แทน R-22 ได้ มีคุณสมบัติ คือ ไม่กัดกร่อน ไม่ติดไฟ และไม่เป็นพิษ มีจุดเดือด เท่ากับ -15°F ที่ความดันบรรยากาศ โดยทั่วไปจะใช้ใน ระบบทำความเย็นที่มีอุณหภูมิปานกลาง หรือระบบปรับอากาศ เช่น ระบบปรับอากาศในอาคาร รถยนต์ หรือตู้เย็น รหัสสีสำหรับ R-134a คือ สีฟ้าอ่อน

จ) R-717 Ammonia (NH₃) แอมโมเนีย R-717 เป็นสารทำความเย็นที่ใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรม มีจุดเดือดเท่ากับ - 28°F ที่ความดันบรรยากาศ ด้วยคุณสมบัตินี้ทำให้ R-717 มักถูกนำไปใช้กันมากในระบบทำความเย็นที่ต้องการอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 0°C โดยที่ความดันใน Evaporator ไม่ต้องต่ำกว่าความดันบรรยากาศ คุณสมบัติโดยทั่วไปของ R-717 คือ เป็นก๊าซไม่มีสี มีกลิ่นฉุน มีความเป็นพิษทำลายระบบประสาท หากสัมผัสกับผิวหนังโดยตรงจะทำให้เกิดแผลไหม้และมีความสามารถในการติดไฟได้เล็กน้อย รหัสสีสำหรับ R-717 คือสีเงิน

ง) R-125 Pentafluoroethane (CHCF₅) Pentafluoroethane R-125 คือ สารผสมที่ถูกใช้ในอุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิปานกลาง ซึ่งมีจุดเดือดเท่ากับ -55.3°F ที่ความดันบรรยากาศ คุณสมบัติของ R-125 คือไม่เป็นพิษ ไม่ติดไฟ และไม่กัดกร่อน นอกจากนี้ R-125 สามารถนำไปใช้แทน R-502 ได้อีกด้วย

จากสารทำความเย็นทั้งหมดที่กล่าวมานั้นต่างมีลักษณะเฉพาะตัว ดังนั้นจึงมีความสำคัญมากในการเลือกใช้ให้ตรงกับความต้องการ หากมีการใช้งานผิดประเภทแล้วสามารถทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงได้ หรืออาจเกิดปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบขึ้น

2.3 ประเภทของเครื่องทำความเย็น

จุดประสงค์หลักของเครื่องทำความเย็น คือการเก็บรักษาอาหารเพื่อยืดอายุและรักษาความสด รวมทั้งคุณภาพก่อนนำมาบริโภค บางครั้งก็เพื่อเพิ่มรสชาติของอาหาร เช่น น้ำอัดลมที่แช่เย็นย่อมมีรสดีกว่าน้ำอัดลมที่ไม่เย็น เป็นต้น

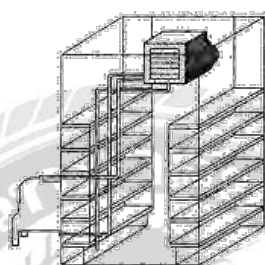
เมื่อเป็นเช่นนี้ ลักษณะของเครื่องทำความเย็นจึงต้องผลิตออกมาในหลายรูปแบบ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคทุก ๆ ด้านได้

ก) การแบ่งประเภทของเครื่องทำความเย็นโดยอุณหภูมิ

- เครื่องทำความเย็นสำเร็จรูปหรือตู้เย็นทั่วไป ใช้สำหรับเก็บอาหารสด โดยอุณหภูมิที่ทำงานอยู่ในช่วง -5 ถึง 10°C
- ตู้แช่ อุณหภูมิทำงานอยู่ที่ -18°C หรือต่ำกว่า

ข) การแบ่งประเภทของเครื่องทำความเย็นโดยรูปร่าง

- ตู้เย็นสำเร็จรูป ส่วนประกอบทั้งหมดรวมอยู่ในตัวตู้โดยไม่มีการเดินท่อทางออกนอกตู้
- ตู้เย็นแบบแยกส่วน ดังรูป 2.15 ลักษณะคล้ายกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน กล่าวคือ การแยกคอยล์เย็นกับส่วนที่เก็บอาหารออกจากคอมเพรสเซอร์กับคอยล์ร้อน จึงต้องมีการเดินท่อทางเดินเพื่อต่อระบบให้ทำงานร่วมกันได้ ตู้เย็นประเภทนี้สามารถใช้หน่วยทำความเย็นชุดเดียวแต่สามารถมีส่วนเก็บอาหารได้หลายช่องจึงค่อนข้างประหยัด



รูป 2.14 ตู้เย็นแบบแยกส่วน

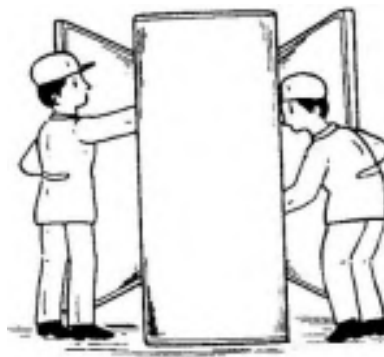
ค) การแบ่งประเภทของเครื่องทำความเย็นตามการใช้งาน

- ตู้เย็นแบบประตูใหญ่ 2 บาน (Reach-in Cabinet) ดังรูปที่ 2.16 เหมาะสำหรับ โรงแรมร้านอาหาร ร้านไอศกรีม และห้างสรรพสินค้า ประตูสามารถเปิดได้ทางด้านหน้า 2 บาน ซึ่งบางเครื่องสามารถทำเป็นกระจกแสดงสินค้าได้ในตัว



รูปที่ 2.15 ตู้เย็นแบบประตูใหญ่ 2 บาน

- ตู้เย็นแบบเปิดประตูทะลุถึงกัน (Pass-through Cabinet) ดังรูปที่ 2.17 สะดวกเนื่องจากเก็บของได้ทั้ง 2 ด้าน นิยมใช้ในโรงแรม ร้านอาหาร เป็นต้น



รูปที่ 2.16 ตู้เย็นแบบประตูทะลุถึง

- ห้องเย็น (Walk-in Cabinet) โดยเป็นห้องเย็นที่มีขนาดใหญ่ สามารถนำรถเข็นเข้าออกเพื่อขนส่งอาหารได้ ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.17 ห้องเย็น

- ตู้แช่แข็ง (Chest-Type Freezer) ดังรูป 2.18 เป็นตู้แช่แข็งแบบเปิดด้านบน (เลื่อนประตู) สำหรับใช้เก็บอาหารที่ไม่มากนัก เช่น ตู้ไอศกรีม ตู้เก็บอาหารสำเร็จรูป เป็นต้น



รูปที่ 2.18 ตู้แช่แข็ง

- ตู้แช่เยือกแข็ง (Sharp Freezer) ดังรูป 2.19 เหมาะสำหรับใช้เก็บอาหารหรือยาที่ต้องการสามารถทำความเย็นได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2.19 ตู้แช่เยือกแข็ง

2.4 แบบวงจรไฟฟ้าที่ใช้เดินในระบบ

คอมเพรสเซอร์ (compressor), เบรกเกอร์ (breaker) และ วงจรการเดินสายไฟ (wiring) ควรประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ ดังนี้

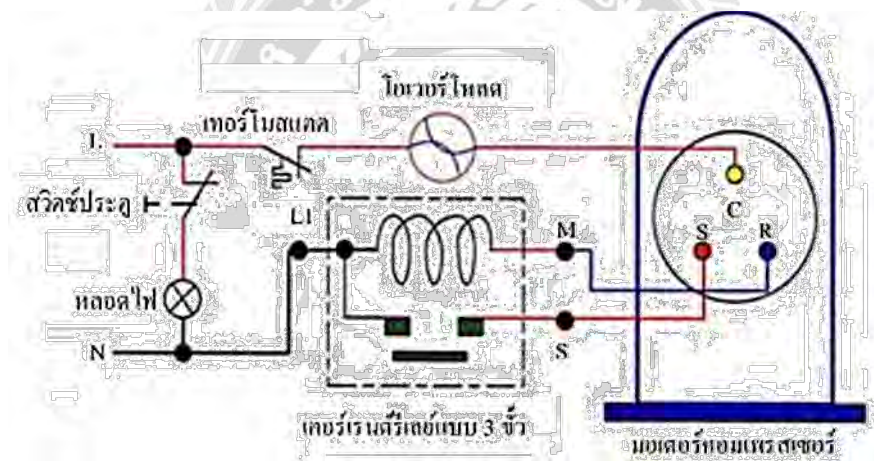
2.4.1 แผงควบคุม (Control Panel) แผงควบคุมนี้จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ โดยจะมีการต่อสายไฟจากแหล่งจ่ายไฟผ่าน เบรกเกอร์ เพื่อป้องกันการลัดวงจร และควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ได้

2.4.2 เบรกเกอร์ (Circuit Breaker) ทำหน้าที่ป้องกันการโอเวอร์โหลดของกระแสไฟฟ้าในกรณีที่เกิดการลัดวงจรหรือใช้กระแสเกินกำหนด การเลือกขนาดเบรกเกอร์ควรพิจารณาจาก

กำลังไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ต้องการและค่าความปลอดภัยของระบบ ต่อเบรกเกอร์ไว้ระหว่างแหล่งจ่ายไฟกับคอมเพรสเซอร์ เพื่อให้สามารถตัดกระแสได้เมื่อมีปัญหา

2.4.3 คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์หลักในระบบที่ต้องการแรงดันลมสูง (เช่นในระบบแอร์หรือระบบลมอัด) ต่อสายไฟฟ้าจากแผงควบคุมหรือเบรกเกอร์มายังคอมเพรสเซอร์ควรเลือกคอมเพรสเซอร์ที่เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน และจัดเตรียมสายไฟให้รองรับกระแสได้เพียงพอ

2.4.4 วงจรการเดินสายไฟ (Wiring Circuit) สายไฟที่ใช้ควรมีขนาดเหมาะสมกับปริมาณกระแสไฟที่ผ่าน เพื่อลดความร้อนและความต้านทาน ในการเดินสายไฟ ควรมีการใช้ ฟิวส์ (Fuse) หรืออุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าเพิ่มเติมในวงจร เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นการต่อสายดิน (Grounding) ก็เป็นสิ่งสำคัญเพื่อความปลอดภัย ควรต่อสายดินกับโครงสร้างของเครื่องเพื่อป้องกันไฟฟ้ารั่ว



รูปที่ 2.20 วงจรไฟฟ้าตู้แช่แข็ง

2.5 การใช้โปรแกรม Auto CAD

ในการใช้โปรแกรม Auto CAD ในการออกแบบผลิตภัณฑ์แช่แข็งนั้นจะครอบคลุมการสร้างแบบร่างและโมเดล 3D ของส่วนต่าง ๆ ทั้งหมดของตู้ เช่น โครงสร้างภายนอก ชั้นวางของภายใน และระบบระบายความร้อน เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานได้ตามมาตรฐาน โดยมีขั้นตอนการออกแบบ ดังนี้



รูปที่ 2.21 โปรแกรม AutoCAD (Computer Aided Design)

2.5.1 กำหนดตั้งค่าหน่วยการวัดและขนาดของตู้แช่แข็ง

- เริ่มต้นด้วยการตั้งค่าเอกสาร โดยกำหนดหน่วยการวัดให้เหมาะสม เช่น มิลลิเมตร (mm.) หรือเซนติเมตร (cm.) เพื่อความสะดวกในการออกแบบชิ้นส่วนต่าง ๆ
- กำหนดขนาดของตู้แช่แข็ง เช่น ความสูง ความกว้าง และความลึกของตู้

2.5.2 การออกแบบโครงสร้างภายนอก (External Structure)

- ใช้คำสั่ง Rectangle และ Polyline เพื่อสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมที่เป็นฐานส่วนล่างของตู้
- ใช้คำสั่ง Offset สำหรับทำผนัง 2 ชั้น โดยต้องกำหนดให้มีระยะห่างระหว่างชั้นสำหรับใส่วัสดุฉนวนกันความร้อนด้วย
- หากต้องการมุมมองในแบบ 3 มิติ ให้ใช้คำสั่ง Extrude เพื่อดึงให้รูปทรงเป็นรูปกล่อง 3D ตามความสูงที่กำหนด

2.5.3 การออกแบบชั้นวางของและช่องแช่แข็ง (Shelves and Compartments)

- กำหนดตำแหน่งของชั้นวางภายในโดยใช้ Line และ Rectangle เพื่อแบ่งเป็นส่วน ๆ
- ใช้ Extrude หรือ Box เพื่อสร้างชั้นวางในรูปแบบ 3D โดยให้มีระยะห่างระหว่างชั้นที่เหมาะสม
- ใช้คำสั่ง Array เพื่อทำซ้ำชั้นวางที่มีขนาดเดียวกันในระยะที่เท่ากันเพื่อความรวดเร็ว

2.5.4 การออกแบบประตูและบานพับ (Doors and Hinges)

- ใช้ Rectangle และ Extrude เพื่อสร้างประตูในรูปแบบ 3 มิติ
- ใช้ Rotate เพื่อหมุนบานพับประตูให้เปิดหรือปิดได้ตามต้องการ
- วางตำแหน่งของบานพับประตู โดยใช้ Circle เพื่อระบุจุดบานพับ และเชื่อมด้วย Line เพื่อแสดงการหมุนของประตู

2.5.5 การเพิ่มรายละเอียดภายใน (Internal Details)

- ใช้คำสั่ง Fillet และ Chamfer เพื่อปรับแต่งมุมภายในให้โค้งมนและปอดกัย
- สร้างช่องว่างและตำแหน่งสำหรับชิ้นส่วนระบบทำความเย็น เช่น คอมเพรสเซอร์และแผงระบายความร้อน โดยใช้คำสั่ง Subtract เพื่อตัดออกเป็นพื้นที่ที่ต้องการ

2.5.6 การกำหนดงานทำสีและเลเยอร์ (Color and Layers)

- จัดการ Layer ให้แต่ละชิ้นส่วนอยู่ในเลเยอร์ของตัวเอง เช่น Layer สำหรับโครงสร้าง Layer สำหรับประตู และ Layer สำหรับชั้นวาง
- ใช้สีที่แตกต่างกันในการแยกส่วนต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจภาพรวมได้ง่ายขึ้น

2.5.7 การใส่ขนาดและหมายเลขอ้างอิง (Dimensions and Annotations)

- ใช้คำสั่ง Dimension เพื่อใส่ขนาดของแต่ละชิ้นส่วน เช่น ความกว้าง ความลึก และความสูงของตู้และชั้นวาง
- ใช้ Leader หรือ Text เพื่อใส่คำอธิบาย หรือหมายเลขชิ้นส่วนในแต่ละส่วน

2.5.8 การตรวจสอบและปรับมุมมอง (Check and Visualization)

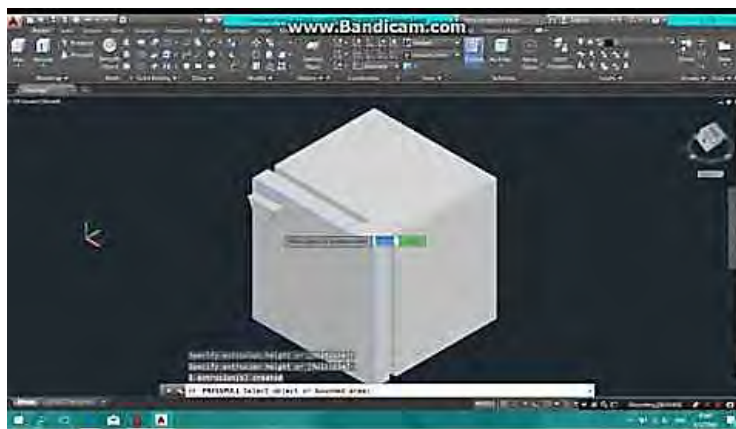
- ใช้ Orbit และ Viewcube เพื่อหมุนมุมมองและตรวจสอบรายละเอียดในมุมมอง 3D
- ใช้ Render เพื่อสร้างภาพตัวอย่างที่สมจริง หรือทำให้ลูกค้าหรือทีมงานเห็นภาพรวมของงานก่อนการผลิต

2.5.9 การพิมพ์และส่งออกไฟล์ (Plotting and Exporting)

- ตั้งค่า Layout และ Plot Style เพื่อพิมพ์แบบในรูปแบบ 2D หรือแสดงผลเป็นไฟล์ PDF สำหรับการนำเสนอ
- ส่งออกไฟล์ในรูปแบบ DWG, DXF หรือ PDF เพื่อการนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 2.22 คีย์ลัดที่ใช้ในโปรแกรมเขียนแบบ AutoCAD



รูปที่ 2.23 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม AutoCAD วาดตู้แช่

2.6 ฉนวนกันความร้อน

ฉนวนกันความร้อนเป็นวัสดุที่ต้านทานการนำและการพาความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในตู้แช่แข็ง โดยทั่วไปใช้ในงานก่อสร้าง เครื่องใช้ไฟฟ้า (เช่น ตู้แช่เย็น) และระบบอื่น ๆ ที่ต้องการควบคุมหรือรักษาระดับอุณหภูมิ ฉนวนกันความร้อนมีหลายประเภท ดังนี้

2.6.1 โฟมโพลียูรีเทน (Polyurethane Foam-PU)

- คุณสมบัติ: มีความสามารถในการกันความร้อนดีเยี่ยมและมีน้ำหนักเบา นิยมใช้ในตู้แช่เย็นและเครื่องใช้ไฟฟ้า
- การใช้งาน: ใช้หุ้มผนังหรือพื้นของตู้แช่เย็น เพื่อรักษาระดับอุณหภูมิภายในได้ยาวนาน

2.6.2 โฟมโพลีสไตรีน (Polystyrene Foam-PS)

- คุณสมบัติ: มีน้ำหนักเบา เป็นฉนวนกันความร้อนและกันเสียงได้ดี แต่มีความแข็งแรงทางกลน้อยกว่าฉนวน PU
- การใช้งาน: เหมาะกับงานหุ้มภายในอาคารและเป็นวัสดุเสริมในเครื่องใช้ไฟฟ้าบางประเภทที่ต้องการกักเก็บอุณหภูมิที่ไม่สูงมากนัก

2.6.3 ไยแก้ว (Fiberglass)

- คุณสมบัติ: ทนทานต่อความร้อนสูง ไม่ติดไฟ และมีความสามารถในการกันความร้อนได้ดี

- การใช้งาน: ใช้ในงานก่อสร้างหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการป้องกันความร้อนสูง เช่น อุตสาหกรรมที่ต้องการฉนวนที่ทนความร้อนได้ดี

2.6.4 ฉนวนโฟมชนิดฉีดพ่น (Spray Foam Insulation)

- คุณสมบัติ: สามารถฉีดพ่นเพื่อเติมช่องว่างในพื้นที่ที่ยากต่อการติดตั้งฉนวนในรูปแบบแผ่น
- การใช้งาน: ใช้สำหรับหุ้มช่องว่างในตู้แช่หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความหนาแน่นและการป้องกันความร้อน

2.6.5 เซรามิกไฟเบอร์ (Ceramic Fiber)

- คุณสมบัติ: ทนทานต่ออุณหภูมิสูงมาก และมีน้ำหนักเบา
- การใช้งาน: ใช้ในงานอุตสาหกรรมที่ต้องการป้องกันความร้อนในระดับสูง เช่น เตาหลอม และงานที่มีความร้อนสูง

2.6.6 ฉนวนฟอยล์ (Reflective Insulation)

- คุณสมบัติ: สะท้อนรังสีความร้อน ทำให้ลดการสะสมความร้อนได้
- การใช้งาน: ใช้ในตู้แช่เย็น หรือตู้เย็นในส่วนที่ต้องการลดการสะสมความร้อนจากภายนอก โดยมักจะใช้งานควบคู่กับฉนวนแบบอื่น

2.6.7 ฉนวนแบบสุญญากาศ (Vacuum Insulation Panels-VIP)

- คุณสมบัติ: ใช้หลักการสุญญากาศเพื่อกันความร้อน จึงมีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันการถ่ายเทความร้อน
- การใช้งาน: นิยมใช้ในตู้เย็นหรือตู้แช่คุณภาพสูง ซึ่งต้องการการเก็บรักษาอุณหภูมิที่เสถียรและประหยัดพลังงาน

การเลือกใช้งานฉนวน

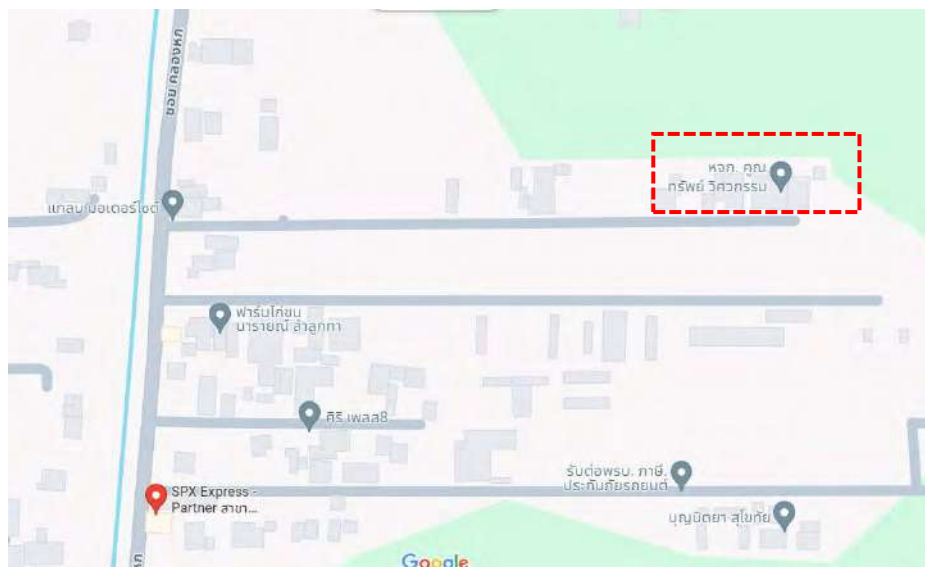
สำหรับการเลือกฉนวนความร้อนในตู้แช่เย็น ควรเลือกประเภทที่มีคุณสมบัติป้องกันความร้อนได้ดี เช่น โฟมโพลียูรีเทน (PU) ซึ่งมีน้ำหนักเบาและสามารถคงอุณหภูมิได้นาน ทั้งนี้ ควรคำนึงถึงความเหมาะสมกับการใช้งานและสภาพแวดล้อมเพื่อประสิทธิภาพสูงสุด

บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท คุณทรัพย์ วิศวกรรม 2555 จำกัด
ที่ตั้ง 6/5 หมู่ 8 ตำบลบึงคำพร้อย อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี
12150 โทร.02-295-3361



รูปที่ 3.1 สถานประกอบการ บริษัท คุณทรัพย์วิศวกรรม, 2555 จำกัด

3.2 ลักษณะการประกอบการ

บริษัท คุณทรัพย์ วิศวกรรม 2555 จำกัด เป็นสถานประกอบการผลิตและจำหน่ายเครื่องทำ ความเย็นประเภท ตู้แช่ ตู้แช่เครื่องดื่ม ตู้แช่แข็ง ตู้แช่เย็น ตู้แช่ร้านค้า ตู้แช่เค้ก ตู้แช่สแตนเลส ตู้แช่ เปียร์วุ้น ตู้แช่วัคซีน ตู้แช่ยา และเครื่องทำน้ำแข็ง บริษัทสามารถผลิตและออกแบบตามแบบและขนาด ที่ต้องการได้ มีบริการออกแบบชั้นวางสินค้า

3.3 ตำแหน่งและลักษณะงานหน้าที่ได้รับมอบหมาย

นักศึกษาสหกิจนายธนวัฒน์ ทองไชย ตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกร ลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย ทำงานร่วมกับพนักงานที่ปรึกษา ในการออกแบบเครื่องทำความเย็นประเภทตู้แช่เย็น ตู้แช่แข็ง รวมทั้ง การออกติดตั้งเครื่องและอบรมการใช้งานเครื่องให้ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

3.4 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1. คุณป้อมเพชร ทองไชย (คุณป้อม) | ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม |
| 2. คุณกิตนันทน์ พาวง | ตำแหน่ง ช่างเทคนิค |

3.5 ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน

ระยะเวลาที่ได้ปฏิบัติงานที่ บริษัท คุณทรัพย์ วิศวกรรม 2555 จำกัด เริ่มเข้าฝึกปฏิบัติสหกิจ ตั้งแต่วันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ.2565 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2565 เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์

3.6 รูปแบบและการบริหารในองค์กร

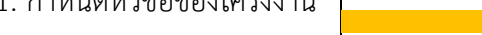


รูปที่ 3.2 แผนผังการบริหารงานในองค์กร

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ฝึกปฏิบัติสหกิจโดยได้รับหมายให้ศึกษาวิธีการออกแบบตู้แช่แข็ง ขั้นตอนและวิธีการ ออกแบบทางระบบไฟฟ้า การประกอบตู้ รูปแบบโครงสร้างของตู้

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงระยะเวลาในการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1. กำหนดหัวข้อของโครงการ	 				
2. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล		 			
3. ดำเนินการโครงการ			 		
4. จัดทำเล่มโครงการ				 	
5. สอบโครงการ					 

 เวลาที่วางแผน

 เวลาที่ใช้จริง


บทที่ 4

ผลการปฏิบัติงาน

กรณีศึกษากระบวนการผลิตตู้แช่แข็งแบบ 2 ประตู

การปฏิบัติงานได้ถูกกำหนดออกเป็นแต่ละขั้นตอนในแต่ละแผนก ตามขั้นตอนที่กำหนดของสถานประกอบการ การทำงานที่เกิดขึ้นถูกแสดงด้วยรูป ณ หน่วยงานจริงขณะปฏิบัติงานฝึกสหกิจ

4.1 การตรวจรับวัสดุ อุปกรณ์วัตถุดิบเพื่อนำมาผลิตเครื่องฯ (แผนกตรวจรับสินค้าวัตถุดิบ)

มีหน้าที่ในการตรวจรับวัสดุ อุปกรณ์วัตถุดิบที่ฝ่ายจัดซื้อสั่งเข้ามา เพื่อทำการส่งมอบให้กับแผนกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยจะมีการวางวัสดุ อุปกรณ์วัตถุดิบไว้บริเวณใกล้เคียงกับแผนกที่ต้องการใช้ชนิดนั้น ๆ ครั่งละจำนวนมาก โดยมอบหมายให้กับแผนกที่ต้องใช้นั้น ๆ มีหน้าที่ในการจัดเก็บรักษาการจัดการวัตถุดิบนั้น ๆ ต่อไป



รูปที่ 4.1 การจัดแยกวัตถุดิบเพื่อนำส่งไปยังแผนกต่าง ๆ

4.2 แผนกงานผลิตโครงสร้างเครื่องฯ (ขึ้นรูปชิ้นส่วนผนังตู้ ฐานเครื่อง ส่วนควบต่าง ๆ)

เป็นแผนกที่ผลิตชิ้นส่วนงานโครงสร้างต่าง ๆ เพื่อจัดส่งให้กับแผนกประกอบชิ้นส่วนในลำดับถัดไป โดยมีการแบ่งฝ่ายต่าง ๆ ดังนี้

4.2.1 ฝ่ายงานตัดโลหะแผ่น มีหน้าที่ตัดโลหะแผ่นให้ได้ขนาดตามแบบที่กำหนดของชิ้นงานแต่ละชิ้นงาน โดยใช้เครื่องตัดโลหะแผ่นกึ่งอัตโนมัติ มีพนักงาน 2 คนปฏิบัติงานประจำหน้าเครื่องตัดโลหะแผ่นเพื่อช่วยในการป้อนชิ้นงาน ตรวจสอบควบคุมระยะแนวตัดก่อนเดินเครื่องตัด แผ่นโลหะที่

ถูกตัดแล้วจะตกลงทางด้านหลังของเครื่องตัด โดยจะมีพนักงานทำหน้าที่คัดแยกและรวบรวมส่งไปยังขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 4.2 การตัดแผ่นโลหะให้ได้ตามขนาดที่กำหนดไว้

4.2.2 ฝ่ายงานตัดบากเพื่อพับขอบ มีหน้าที่ตัดบากขอบเพื่อเข้ามุมของโลหะแผ่นบริเวณแนวรอยพับของชิ้นงาน ซึ่งมุมในการบากชิ้นงานจะมีความสัมพันธ์กับองศาในการพับขึ้นรูปชิ้นงาน โดยจะต้องทำการบากขอบของชิ้นงานต่าง ๆ ให้ถูกต้องตามแบบที่กำหนดและรวบรวมส่งไปยังขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 4.3 การบากชิ้นงานด้วยเครื่องตัดโลหะแผ่น

4.2.3 ฝ่ายงานพับขอบโลหะ มีหน้าที่พับขึ้นรูปชิ้นงานโดยเครื่องจักร เพื่อพับเก็บตะเข็บรอยต่อชิ้นงานตามแบบที่กำหนด โดยสังเกตจากจุดที่ได้ทำเครื่องหมายบากเอาไว้แต่ละจุด ในบางครั้งอาจต้องใช้แรงงานพนักงานที่มีประสบการณ์ทำการัดขอบและเคาะบริเวณมุมรอบต่อของชิ้นงานที่ซับซ้อน เพื่อให้การพับเข้ามามีความสมบูรณ์มากขึ้น



รูปที่ 4.4 การพับขึ้นรูปชิ้นงานโดยเครื่องจักร

4.2.4 ฝ่ายงานปั๊มเจาะรูและปั๊มขึ้นขอบ โดยนำโลหะแผ่นชิ้นงานที่ตัดได้ขนาดแล้วไปปั๊มเจาะรูด้วยเครื่องกด (Press Machines) และขึ้นขอบชิ้นงาน เช่น ฝาครอบพัดลมกระจายความเย็น เป็นต้น



รูปที่ 4.5 ชิ้นงานที่ได้จากการปั๊มเจาะรู และปั๊มขึ้นขอบชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว

4.3 แผนประกอบตู้แช่

เมื่อทำการผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างเรียบร้อยแล้วนั้น ขั้นตอนต่อไปจึงนำชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ผลิตและผ่านการตรวจสอบขนาดตามแบบที่กำหนดแล้ว นำมาประกอบยึดเป็นโครงตู้แช่ทั้งด้านในและด้านนอกด้วยหมุดย้ำ



รูปที่ 4.6 การประกอบโครงตู้แช่ด้านนอก



รูปที่ 4.7 การประกอบโครงตู้ด้านในเข้ากับโครงตู้ด้านนอก



รูปที่ 4.8 การยึดตรึงโครงตู้ด้านในกับด้านนอก และการฉีตซิลิโคนยาแนวตะเข็บรอยต่อ



รูปที่ 4.9 การติดตั้งฉนวนความร้อน (Polyurethane Foam) ภายในตู้แช่



รูปที่ 4.10 การติดตั้งยึดรางของชั้นวางและขอบประตู



รูปที่ 4.11 การประกอบประตูละจกหน้าตู้แช่

4.4 แผนกติดตั้งระบบทำความเย็น

แผนกติดตั้งนี้เป็นแผนกที่มีการประกอบคอมเพรสเซอร์ ชุดคอยล์ร้อน ชุดคอยล์เย็น อุปกรณ์ลดความดันน้ำยา และจอบคุมระดับอุณหภูมิในห้องแช่แข็ง



รูปที่ 4.12 การประกอบและติดตั้งชุดคอยล์เย็นและคอมเพรสเซอร์



รูปที่ 4.13 การเชื่อมเดินท่อสารทำความเย็น



รูปที่ 4.14 การสร้างสุญญากาศ (Vacuum) ในระบบทำความเย็น



รูปที่ 4.15 การเติมสารทำความเย็นเข้าระบบทำความเย็น

4.5 แผนกติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและส่วนควบ

แผนกติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นแผนกที่เดินระบบไฟฟ้าควบคุมต่าง ๆ ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า และอุปกรณ์ส่วนควบทั่วไป เช่น รางระบายน้ำทิ้ง หลอดไฟส่องสว่างภายในตู้แช่แข็ง

4.5.1 การออกแบบพิกัดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับตู้แช่แข็งต้องคำนวณหลายปัจจัยเพื่อให้ระบบทำงานได้ดีและปลอดภัย ได้แก่ การเลือกขนาดคอมเพรสเซอร์, การใช้พลังงาน, การเลือกขนาดเบรกเกอร์, และการเดินสายไฟในระบบ โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลพื้นฐานที่ต้องทราบ

- ขนาดปริมาตรความจุของตู้แช่แข็ง (กรณีศึกษา 500 ลิตร)
- พิกัดกำลังไฟฟ้า (Watt) ของอุปกรณ์แต่ละชิ้น เช่น คอมเพรสเซอร์, พัดลมระบายอากาศ, และระบบไฟส่องสว่าง
- แรงดันไฟฟ้า (Voltage) เช่น 220 โวลต์ หรือ 110 โวลต์
- อัตราการทำงานของคอมเพรสเซอร์ (เช่น ทำงานเฉลี่ย 10 ชั่วโมงต่อวัน)

4.5.2 การคำนวณหาลำโวลต์ไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ เมื่อทราบกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ เช่น คอมเพรสเซอร์ใช้กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ และพัดลมระบายความร้อน 20 วัตต์ ให้คำนวณหาลำโวลต์ไฟฟ้ารวมของตู้แช่แข็ง ดังนี้

- คอมเพรสเซอร์มีพิกัด 800 วัตต์
- พัดลมคอนเดนเซอร์ 20 วัตต์
- ไฟฟ้าส่องสว่างภายในตู้ 10 วัตต์

ดังนั้น กำลังไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์จะเท่ากับ

$$\begin{aligned}\text{Power (P)} &= 800\text{W} + 20\text{W} + 10\text{W} \\ &= 830\text{W}\end{aligned}$$

4.5.3 คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้ารวมในวงจร (Current Calculation)

จากสูตร $I = P / (V \times \text{PF} \times \text{Eff.})$

โดยคิดค่า Power Factor=0.8 และค่า Efficiency=0.85

$$= 830\text{W} / (220\text{V} \times 0.8 \times 0.85)$$

$$= 5.548\text{A}$$

4.5.4 ออกแบบขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟ (Circuit Breaker and Wiring)

กำหนดค่าความปลอดภัย 25% ของกระแสฟัด จึงใช้ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ ดังนี้

- กระแสไฟฟ้า $5.548\text{A} \times 1.25 = 6.935$ แอมแปร์
- กำหนดเลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 10 แอมแปร์ (10AT)

สำหรับสายไฟเลือกใช้สายไฟฟ้าฟัดที่ 150% ของอุปกรณ์ป้องกันทำงาน (เซอร์กิตเบรกเกอร์: 10AT) และในพื้นที่อุณหภูมิโดยรอบ $51-55^{\circ}\text{C}$ (ใช้ตัวหาร 0.71) ดังนั้น จึงมีค่าทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า $(10\text{A} \times 1.50) / 0.71 = 21.12\text{A}$ จึงเลือกใช้สายไฟฟ้า THW 2.5mm^2 ซึ่งทนกระแสไฟฟ้าได้ 21 แอมแปร์

4.5.5 คำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อวัน (Energy Consumption) หากคอมเพรสเซอร์

ทำงานเฉลี่ย 10 ชั่วโมงต่อวัน การคำนวณพลังงานไฟฟ้า ดังนี้

$$= 830\text{W} \times 10\text{h}$$

$$= 8,300\text{Wh}$$

$$= 8.3\text{ kWh}$$

$$= 8.3\text{ Unit/day}$$

จากนั้น คำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า (Unit ละ 4 บาทต่อหน่วย)

$$= 8.3\text{ Unit} \times 4\text{ บาท}$$

$$= 33.2\text{ บาท/วัน}$$

4.5.6 ส่วนประกอบส่วนควบ ด้านความปลอดภัยและการทำงานเพิ่มเติม

- อาจติดตั้งฟิวส์ หรืออุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ารั่ว (ELCB) เพิ่มเติม
- ควรติดตั้งระบบสายดินที่โครงสร้างเพิ่มเติม
- ควรติดตั้งตู้แช่ในพื้นที่ที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก



รูปที่ 4.16 การประกอบและติดตั้งระบบทางไฟฟ้า



รูปที่ 4.17 การ Wiring วงจรไฟฟ้า และจัดเก็บสายไฟฟ้า

4.6 แผนทดสอบวงจรไฟฟ้าและทดสอบระบบทำความเย็น

เป็นแผนที่ใช้ตรวจสอบการทำงานของวงจรควบคุมทางไฟฟ้าและระบบทำความเย็น มีการตั้งระดับอุณหภูมิและตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นว่าได้อุณหภูมิตามที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยจะมีการตั้งอุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบหลายระดับ



รูปที่ 4.18 การตรวจวัดความดันน้ำยาสารทำความเย็น



รูปที่ 4.19 การตรวจวัดอุณหภูมิในห้องแช่เย็น

4.7 แผนกทำความสะอาดตู้แช่

เป็นแผนกที่ทำความสะอาดและเก็บรายละเอียดส่วนเกินต่าง ๆ ที่เกิดจากขบวนการผลิต มีการตัดแต่งพลาสติก โฟม ส่วนเกินในจุดต่าง ๆ รวมทั้งใช้น้ำยาขัดล้างทำความสะอาดคราบสกปรกต่าง ๆ จนสะอาดเรียบร้อย แล้วจึงทำการส่งมอบให้แผนกประกอบชิ้นวางและติดสติกเกอร์รับประกันและบาร์โค้ด



รูปที่ 4.20 การติดตั้งพลาสติกและฉนวนโฟมส่วนเกินออก



รูปที่ 4.21 การทำความสะอาดคราบสกปรกต่าง ๆ ตู้แช่แข็ง

4.8 แผนกบรรจุหีบห่อ

เป็นแผนกสุดท้ายของกระบวนการผลิตตู้แช่ ด้วยการหุ้มด้วยพลาสติกขาวใสป้องกันรอยขีดข่วนและคราบสกปรกต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นก่อนถึงมือลูกค้า



รูปที่ 4.22 การบรรจุห่อหุ้มด้วยพลาสติกกันรอยขีดข่วน



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

- 5.1.1 ร่วมออกแบบและผลิตตู้แช่แข็งตามขนาดและคุณสมบัติที่ลูกค้ากำหนด
- 5.1.2 ร่วมดำเนินการติดตั้งตู้แช่แข็งให้กับลูกค้าที่สถานประกอบการของลูกค้า
- 5.1.3 ได้รับรู้ระบบการทำงานในบริษัทฯ ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการขาย

5.2 ประโยชน์ด้านสังคม

- 5.2.1 ได้เรียนรู้ระบบการบริหารงานในองค์กร
- 5.2.2 ได้เรียนรู้การประสานงานกับเพื่อนร่วมงานแผนกอื่น ๆ
- 5.2.3 ได้แลกเปลี่ยนความรู้ และแบ่งปันประสบการณ์การทำงานร่วมกัน
- 5.2.4 ได้เรียนรู้หน้าที่ความรับผิดชอบของตน

5.3 ประโยชน์ด้านการปฏิบัติงาน

- 5.3.1 ได้ประสบการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากห้องเรียน
- 5.3.2 ได้ฝึกทักษะในการเจรจาต่อรองกับลูกค้า
- 5.3.3 ได้สัมผัสการทำงานจริง และวิเคราะห์แก้ปัญหา
- 5.3.4 ได้รู้จักขั้นตอนการติดตั้งระบบต่าง ๆ

5.4 ปัญหาในการปฏิบัติงาน

- 5.4.1 การออกแบบตู้แช่แข็งบางส่วนกำหนดข้อมูลตัวเลขคลาดเคลื่อน
- 5.4.2 การบริการซ่อมตู้แช่แข็งนอกสถานที่ อุปกรณ์อำนวยความสะดวกไม่เพียงพอ
- 5.4.3 เวลาในการไปซ่อมตู้แช่แข็งมีจำกัด เนื่องจากเวลาลูกค้ากับเวลาช่างซ่อมไม่ตรงกัน

5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน

- 5.5.1 ดำเนินการวิเคราะห์และมีการตรวจวัดขนาดของตู้แช่แข็งใหม่
- 5.5.2 แจ้งลูกค้าและสอบถามให้ชัดเจนถึงอาการเสียของตู้แช่ เพื่อจะได้เตรียมอุปกรณ์ให้ถูกต้อง
- 5.5.3 ติดต่อลูกค้าโดยตรงเพื่อทราบ วัน เวลา สถานที่ให้แน่ชัด

5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

- 5.6.1 รับฟังคำติชมจากพี่เลี้ยงอย่างตั้งใจและนำมาปรับปรุงให้ดีขึ้น
- 5.6.2 ยอมรับความผิดพลาดของตนเองแล้วปรับปรุงให้ดีกว่าเดิม
- 5.6.3 ปรึกษาพี่เลี้ยงหรือผู้ที่มีประสบการณ์มากกว่า เพื่อแก้ไขปัญหาที่พบเจอ



บรรณานุกรม

- ธนวิษญ์ สีหราช. (2019). วงจรไฟฟ้าเครื่องเย็น. <https://pubhtml5.com/wema/vgrh/basic/>
- บริษัท เชียงใหม่แอร์แคร์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด. (ม.ป.ป.). การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามลักษณะโครงสร้าง. <https://www.chiangmaiaircare.com>
- บริษัท วอลล์ เทคโนโลยี จำกัด. (ม.ป.ป.). ระบบเครื่องทำความเย็น ระบบอัดไอ. <https://www.wtg.co.th/knowledge/217-compressor-of-refrigeration-system/>
- บริษัท หาญ เอ็นจิเนียริ่ง โซลูชั่นส์ จำกัด. (ม.ป.ป.). คอมเพรสเซอร์ ทำงานอย่างไรในระบบทำความเย็น. <https://www.harn.co.th/articles/how-compressor-works-in-a-cooling-system/>
- บริษัท 2 พีที จำกัด. (2022). คอมเพรสเซอร์ Compressor คืออะไร มีกี่แบบ ทำหน้าที่อะไรในระบบทำความเย็น. <https://www.2pt3q.com/compressor/>
- บริษัท 2 พีที.จำกัด. (2022). สารทำความเย็น (Refrigerants) ในระบบทำความเย็น คืออะไร มีคุณสมบัติอย่างไร. <https://www.2pt3q.com/refrigerants/>



ภาคผนวก ก

(รูปภาพประกอบการปฏิบัติงานสหกิจฯ)

งานบริการซ่อมตู้แช่ เติมน้ำยาสารทำความเย็นนอกสถานประกอบการ



การปฏิบัติงานติดตั้งตู้แช่เย็นให้แก่ลูกค้า

การปฏิบัติงานหน้างาน การติดตั้งตู้แช่เค้ก

สถานที่ ร้านบ้านเค็ก หมู่ 1 พุ่งกระพังโหม อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม



การปฏิบัติงานหน้างาน การติดตั้งชั้นวางของสแตนเลส

สถานที่ ร้าน Ang Morr ถนนสุขุมวิท 38 พระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร



ภาคผนวก ข

(การนิเทศงานสหกิจ On-Line)



ชื่อและที่อยู่สถานประกอบการ

บริษัท คุณทรัพย์ วิศวกรรม 2555 จำกัด

6/5 หมู่ 8 ตำบลบึงคำพร้อย อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 12150 โทร.02-295-3361

นักศึกษาสหกิจศึกษา

นายธนวัฒน์ ทองไชย 6204200017 หลักสูตร วศ.บ.วิศวกรรมไฟฟ้า

การนิเทศงานสหกิจศึกษา (รูปแบบ Online)

ในวันที่ 5 สิงหาคม 2565 มีการนิเทศงานสหกิจผ่านช่องทางออนไลน์ (App. Zoom) เนื่องจากสถานการณ์โควิด-19 ในขณะนั้นทางสถานประกอบการจึงไม่สะดวกให้บุคคลภายนอกเข้ามาในพื้นที่ได้ ซึ่งเป็นหนึ่งในมาตรการการป้องกันโควิด-19 ของทางสถานประกอบการ



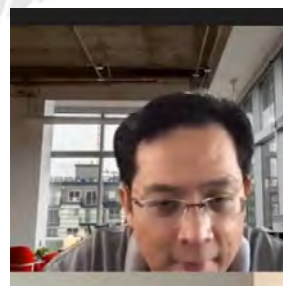
นายธนวัฒน์ ทองไชย
(นักศึกษาสหกิจฯ)



อ.จักรกฤษณ์ จันทร์เจียว
(อาจารย์ที่ปรึกษา)



อาจารย์โตมร สุนทรนภา
อ.ที่ปรึกษาร่วม 1 (ท่านเก่าในขณะนั้น)



ผศ.ดร.ทัศนัย พลอยสุวรรณ
อ.ที่ปรึกษาร่วม 2 (ท่านเก่าในขณะนั้น)



นักศึกษาสหกิจศึกษา

นายธนวัฒน์ ทองไชย 6204200017

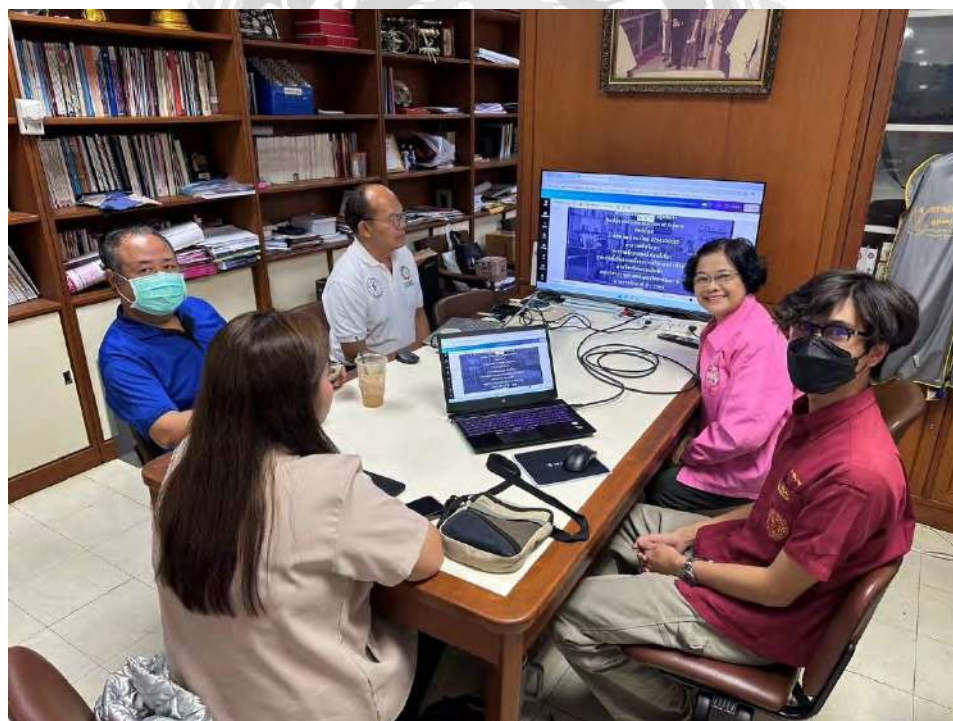
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงาน

- | | |
|---|------------------|
| 1) อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว | อาจารย์ที่ปรึกษา |
| 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์ | กรรมการกลาง |
| 3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ นาราชภูริ | กรรมการกลาง |

วันที่สอบสหกิจศึกษา

26 พฤษภาคม พ.ศ. 2567 ณ ห้องสำนักงานคณะวิศวกรรมศาสตร์ (อาคาร 8)





Presented by Tanawat

การศึกษาระบบการทำงานตู้แช่แข็ง

The Study of Freezer Operation System

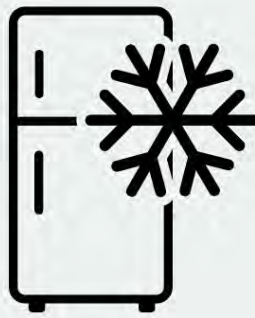



การศึกษาระบบการทำงานตู้แช่แข็ง

The Study of Freezer Operation System

จัดทำโดย
นายธนวัฒน์ ทองไชย 6204200017
อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว
รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสหกิจศึกษา
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
ภาคการศึกษาที่ 3 / 2564

ความเป็นมาและความสำคัญ




ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท คุณทรัพย์ วิศวกรรม 2555 จำกัด โรงงานผลิต และ จำหน่าย
ตู้แช่ ตู้แช่เครื่องดื่ม ตู้แช่แข็ง ตู้แช่เย็น ตู้แช่ร้อน ตู้แช่เค้ก ตู้แช่สแตนเลส
ตู้แช่เบียร์ร้อน ตู้แช่วัคซีน ตู้แช่ยา เครื่องทำน้ำแข็ง บริษัทสามารถผลิตและ
ออกแบบตามแบบและขนาดที่ต้องการได้ มีบริการออกแบบชั้นวางสินค้า
บริษัทของเราให้ความสำคัญคุณภาพของสินค้า และใส่ใจกับบริการหลัง
การขายเพื่อความพึงพอใจและประโยชน์สูงสุดของลูกค้า

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาหลักการทํางานและการออกแบบสร้างต้นแบบเชิง
2. เพื่อศึกษารายละเอียดการติดตั้งและใช้งานอย่างถูกวิธี
3. เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงให้แก่ผู้สนใจเกี่ยวกับงานด้านการออกแบบและสร้างต้นแบบเชิง

ขอบเขตของโครงการ

- 1.ศึกษาการออกแบบและสร้างตู้แช่แข็งขนาด 36 ลิ้ว
- 2.การสร้างและทดสอบการใช้งานของตู้แช่แข็งขนาด 36 ลิ้ว






ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.สามารถวางแผนงานอย่างเป็นระบบและสามารถคำนวณระยะเวลาในการปฏิบัติงานได้
- 2.มีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบระบบไฟฟ้า และรู้ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า
- 3.สามารถปฏิบัติงานและแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องวิธีตามมาตรฐาน
- 4.สามารถปฏิบัติงานร่วมกับบุคลากรในองค์กรได้





ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง







ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง



หลักการทำงานของตู้แช่

ตู้แช่แข็งหลักการทำงานคล้ายกับเครื่องปรับอากาศ ผ่านการทำงาน คอมเพรสเซอร์ บีบอัดสารทำความเย็น สารทำความเย็นที่ดั่ง liquefaction ปล่อยความร้อน เมื่อสารทำความเย็นถูกส่งไปยังโซนเครื่องทำความเย็น ลด ความดัน และสารทำความเย็นจะแทบ และดูดซับความร้อนเป็นจำนวนมาก



ส่วนประกอบของตู้แช่เย็น

ตู้เย็นมีส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

- คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
- ท่อแลกเปลี่ยนความร้อน ส่วนที่เป็นคอยส์ร้อน มีลักษณะขดไปมาอยู่นอกตู้
- วาวล์ขยาย (Expansion valve)
- ท่อแลกเปลี่ยนความร้อน ส่วนที่เป็นคอยส์เย็น มีลักษณะขดไปมาอยู่ภายในตู้เย็น
- สารทำความเย็น เป็นของเหลวบรรจุอยู่และไหลเวียนอยู่ภายในตู้

Presented by Tanawat

คอมเพรสเซอร์

หรือเครื่องอัดไอ เป็นอุปกรณ์หลักที่สำคัญอันหนึ่งของระบบทำความเย็น ทำหน้าที่ในการดูดและอัดสารทำความเย็นในสถานะแก๊ส คอมเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สความดันต่ำ และอุณหภูมิต่ำ จากอีวาพอเรเตอร์ผ่านเข้าทางท่อเพื่อไปกลับตัวเป็นของเหลวในคอนเดนเซอร์ด้วยการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นอีกทีหนึ่ง

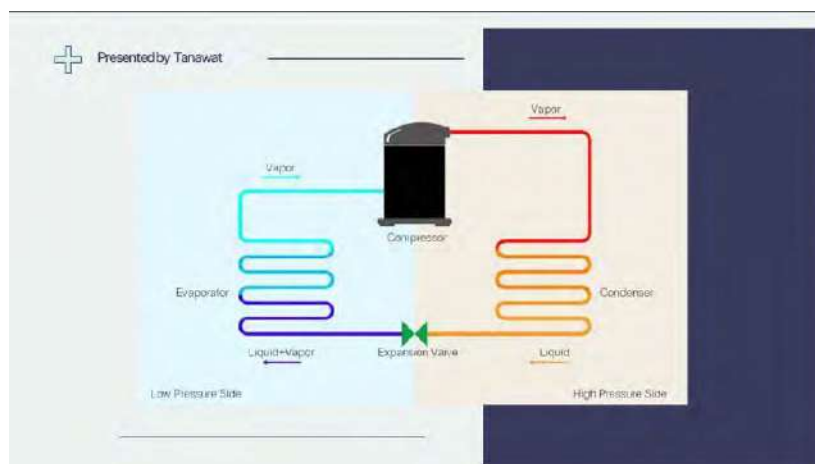


Presented by Tanawat

คอยส์ร้อน มีลักษณะขดไปมาอยู่นอกตู้

เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกันระหว่างท่อน้ำยาเหลว (liquid line) ช่วงระหว่างดรายเออร์กับล้นสตแคมคืน และท่อน้ำยาด้านดูด (suction line) ช่วงระหว่างเครื่องระเหยกับคอมเพรสเซอร์ โดยนำท่อน้ำยาทั้ง 2 ส่วน มาแนบสัมผัสกันเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อน





Presented by Tanawat

เอ็กซ์แพนชันวาล์ว (Expansion Valve)

ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำยาแอร์เหลว ที่ผ่านเข้าไปยังอีวาพอเรเตอร์ และลดความดันของสารทำความเย็นให้ต่ำลง จนสามารถระเหยเปลี่ยนสถานะเป็นไอได้ที่อุณหภูมิต่ำๆ ในอีวาพอเรเตอร์

Presented by Tanawat

คอยล์เย็น

มีลักษณะขดไปมาอยู่ในตู้เย็น

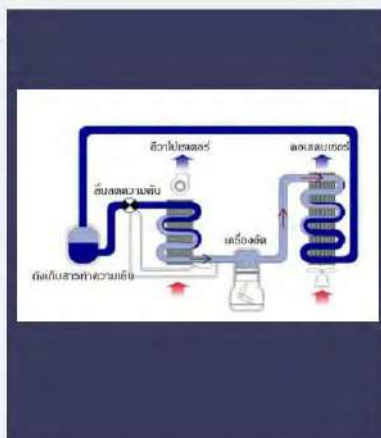
ติดกับส่วนท่อน้ำยาแอร์ที่บรรจุในตู้เย็น ภายในส่งต่อไปยังคอมเพรสเซอร์โดยขดโลหะเย็นผ่านท่อจะมีพัดลมคอยดูดอากาศภายในห้องจากด้านล่างเครื่องผ่านท่อ และแผงคอยล์เย็นเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อน และผ่านอากาศเย็นออกมายังช่องแอร์ในตู้เย็น



Presented by Tanawat

สารทำความเย็น

สารทำงาน (working fluid) ในเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศระบบไอ (vapour compression cycle) หรือระบบเชิงกล (mechanical compressor) และระบบดูดกลืน (absorption) เมื่อได้รับความร้อนสารทำความเย็นเหลวจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ และนำความร้อนไปถ่ายเทสู่ภายนอกทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะกลับมาเป็นของเหลวอีกครั้ง



Presented by Tanawat

สมบัติของสารทำความเย็นที่ควรคำนึง ได้แก่

1. สมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์และกายภาพที่เหมาะสม
2. ความปลอดภัย ที่รวมถึงความเป็นพิษ และความไวไฟ
3. ความเข้ากันได้กับวัสดุที่ใช้ในระบบ
4. ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (zero ODP, low GWP)
5. หาได้ง่ายหรือผลิตขึ้นมาง่าย



Presented by Tanawat

การบำรุงรักษา

1. ห้ามวางตู้แช่แข็งใกล้แหล่งความร้อน
2. ควรตั้งตู้แช่แข็งในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก
3. ระวังอย่าให้สายไฟชำรุด
4. อย่าเสียบปลั๊กตู้แช่แข็งร่วมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ
5. ไม่ควรวางตู้แช่แข็งใกล้ความชื้นสูง



Presented by Tanawat

การบำรุงรักษา



6.หมั่นทำความสะอาดตู้แช่แข็ง ภายในและภายนอกทุก ๆ 2 เดือน โดยทุกครั้งให้ดึงปลั๊กออกทุกครั้ง ก่อนจะเอาม้าช้อนน้ำแข็งหมด ๆ เช็ดและตามด้วยผ้าแห้ง

7.ทำความสะอาดแผงคอยล์ร้อนทุก ๆ 2 เดือน

- ใช้เครื่องเป่า หรือ แปรงขัด
- ปิดเครื่องแล้วใช้เครื่องเป่า เป่าจากด้านในออกไปข้างนอก หรือใช้แปรงขัดจากล่างขึ้นบนเบาๆ แล้วใช้เครื่องเป่า เป่าเอาสิ่งสกปรกออกให้หมด ทั้งเอาไว้ให้แห้ง แล้วเปิดใช้งานได้ตามปกติ

Presented by Tanawat

สรุปผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานที่ บริษัท ศูนย์วิทยวิศวกรรม, 2555 จำกัด ตั้งแต่วันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2565 ได้ส่งผลให้ผู้จัดทำโครงการได้รู้เกี่ยวกับการออกแบบตู้แช่แข็ง ระบบไฟการติดตั้งไฟฟ้าในตู้แช่แข็ง ทำให้ได้มีประสบการณ์จากการทำงานเกี่ยวกับการออกแบบตู้แช่แข็ง และได้รู้ถึงขั้นตอนการเตรียมความพร้อมในการทำงานให้บรรลุตามจุดประสงค์ สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้สถานที่ฝึกสหกิจศึกษาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

Presented by Tanawat

ประโยชน์ด้านการทำงาน

1. ได้รู้จักขั้นตอนการออกแบบและสร้างตู้แช่แข็ง
2. ได้สัมผัสการทำงานจริง และวิเคราะห์แก้ปัญหา
3. ได้ประสบการณ์ใหม่ ที่แตกต่างจากห้องเรียน





Presented by Tanawat

ปัญหาในการปฏิบัติงาน

- ผู้จัดทำไม่มีประสบการณ์ในติดตั้งระบบไฟฟ้าในตู้แช่แข็ง จึงทำให้ยังขาดประสบการณ์การเรียนรู้ทางด้านนี้



การแก้ปัญหาในการปฏิบัติงาน

- ผู้ปฏิบัติงานมีประสบการณ์น้อยจึงต้องทำความเข้าใจและคอยปรึกษาพี่เลี้ยงอยู่ตลอดเวลา เพื่องานที่ออกมาจะได้ไม่มีข้อผิดพลาด จึงไม่เกิดความเสียหายต่อการปฏิบัติหน้าที่

จบการนำเสนอ





ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
4021986	Nov 21, 2024 at 14:49 PM	tanuwat.torn@psim.edu	psn-templeusa.gov	(2) m7d4m1rncsmptmshvmdjw5ia.pdf	Completed	0.0%

Match Overview

Show 10 ▼ entries

Search:

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	การพัฒนากระบวนการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการติดตั้ง	RUETAKORN KALLAKA	สถานีวิทยุโทรทัศน์ไทยทีวีสีช่อง ๕	1.97 %
2	แนวทางการเสริมสร้างประสิทธิภาพของโครงการก่อสร้างอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน	ปัทมา พันธ์มิตร	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	1.88 %
3	การศึกษาศักยภาพในการพัฒนาการเรียนการสอนออนไลน์ (Case Study) การพัฒนาและประเมินผลการใช้งาน Construction and efficient validation of online lesson on the refrigeration and air-condition	ชนกฤต อานันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	1.22 %
4	การศึกษาศักยภาพในการพัฒนาการเรียนการสอนออนไลน์ (Case Study) การพัฒนาและประเมินผลการใช้งาน Economic feasibility study of refrigerant replacement for hydrochlorofluorocarbon (HCFCs)	สุเมธ สุนทรวิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	1.02 %
5	ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องปรับอากาศที่ใช้พลังงานทดแทน	สาวิตรี บุญขาว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	0.40 %

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
-----	-------	-----------	--------	------------------

Match Details

[illegible]

รหัสจะทำงานเป็นวิธีการตรวจสอบและตรวจสอบความปลอดภัยของข้อมูลเป็นโดยอัตโนมัติที่เลือกเฉพาะเช่นกับรหัส Semi-Hermitic Compressor. ตัวอย่างที่คอมพิวเตอร์จะเพิ่มตัวบ่งชี้ซึ่งถูกประกอบอยู่ในรหัสซึ่งมีลักษณะโดยอัตโนมัติกับ Bits เป็น ตัวอย่างหนึ่งของการสื่อสารที่สามารถถอดรหัสด้วยวิธีโดยอัตโนมัติในเนื้อหาของเนื้อจากในการตรวจสอบความปลอดภัยของข้อมูล

[illegible]

8 รูปที่ 24 คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด SemiHermetic Compressor ขดคอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด Hermetic Compressor คือแบบที่ตัวคอมเพรสเซอร์และตัวปั๊มจะถูกประกบอยู่ในโครงสร้างเดียวกันและถูกเคลือบผิวกันเพื่อป้องกันการรั่วซึมของสารทำความเย็น การเลือกการวัดได้ขึ้นกับขนาดเครื่องปรับอากาศที่ใช้ โดยมีการวัดและเลือกปัจจัยอื่น ๆ ไปกับเครื่องปรับอากาศ เช่น ปริมาณของเหลวในเครื่องปรับอากาศ

[illegible]

[illegible]

ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ-นามสกุล : นายธนวัฒน์ ทองไชย
รหัสนักศึกษา : 6204200017
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
ที่อยู่ปัจจุบัน : บ้านเลขที่ 80/20 ซอยอนามัยงามเจริญ 31 แขวงท่าข้าม
 เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
E-mail : tanawattongchai73@gmail.com

ประวัติการศึกษา

มัธยมปลาย : โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางขุนเทียน
ปริญญาตรี : กำลังศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษาระบบการทำงานตู้แช่แข็ง

The Study of Freezer Operation System

โดย

นายธนวัฒน์ ทองไชย 6204200017

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2564