บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นการอธิบายถึงรูปแบบหลักๆ ของระบบการทำความเย็น (Refrigeration) ประกอบด้วยเนื้อหา ดังต่อไปนี้

2.1 หลักการและพื้นฐานในการทำความเย็น

2.2 ระบบต่าง ๆ ในการทำความเย็น

2.3 วัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ

2.4 การคำนวณหาเอนทัลปีของกระบวนการต่างๆ

2.5 โครงสร้างอุปกรณ์หลักเครื่องทำความเย็น

2.6 ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

2.7 สารทำความเย็นและสารหล่อลื่น

2.8 ระบบตู้เย็นและตู้แช่

2.1 หลักการและพื้นฐานในการทำความเย็น

การทำความเย็น หมายถึง กระบวนการในการดึงความร้อนออกจากสิ่งใดสิ่งหนึ่งมีผลให้อุณหภูมิลดลงโดยปกติจะหมายถึง ขบวนการเก็บรักษาอาหาร, การขจัดความร้อนจากวัตถุในอุตสาหกรรมทางเคมี, ปิโตรเลียม, ปิโตรเคมีและการทำความเย็น และการทำความเย็นในรูปแบบอื่นๆในวงการอุตสาหกรรม เช่น การแช่แข็ง เป็นต้น

การปรับอากาศ หมายถึง การปรับสภาวะอากาศให้ได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยปกติจะมีความหมายกินความมากกว่าการทำให้อากาศเย็น แต่จะหมายรวมถึงการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น, การควบคุมคุณภาพและความสะอาดของอากาศ, การควบคุมการไหลเวียนของอากาศ, ระดับเสียงในพื้นที่ปรับอากาศ ทั้งนี้เพื่อจุดประสงค์เฉพาะอย่าง ได้แก่

1. เพื่อความสุขสบายต่อผู้อาศัยหรือปฏิบัติงานในบริเวณนั้นๆ โดยความสุขสบายที่กล่าวถึงนี้จะ หมายถึงความสุขสบายของคนส่วนใหญ่ทั้งนี้เพราะแต่ละคนจะรู้สึกสบายในสภาวะอากาศแตกต่างกัน

2. เพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์บางชนิดต้องการความเที่ยงตรงสูงจะมีการนำระบบ ปรับอากาศมาช่วย เช่น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์, อุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์, อุตสาหกรรมสิ่งทอ, อุตสาหกรรมผลิตลูกกวาด เป็นต้น

3. เพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ เช่น การผลิตและเก็บรักษายา, การปรับอากาศในห้องผ่าตัดและ ICU ที่ ต้องการความสะอาดสูง, การปรับอากาศในห้องดมยาสลบที่ต้องการการหมุนเวียนอากาศที่ดี

หลักการทำงาน: หลักการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศนั้นก็คือ การนำเอาความร้อนจากที่ที่ต้องการทำ ความเย็น (โดยทั่วไปคือภายในอาคาร)ถ่ายเทไปสู่ที่ที่ไม่ต้องการทำความเย็น(นอกอาคาร) โดยผ่านตัวกลางคือ สารทำความเย็นหรือที่เรียกกันว่า เริ่มต้นจากคอมเพรสเซอร์ จะทำหน้าที่ดูดน้ำยาที่เป็นไอ (Vapor) จากอิวาพอเรเตอร์ (Evaporator)หรือคอยล์เย็น (Cooling Coil) ไอสารทำความเย็นที่ดูดเข้ามาจะมีความดัน ต่ำและมีอุณหภูมิต่ำด้วย ไอน้ำยาจะถูกดูดเข้าคอมเพรสเซอร์ทางท่อดูด (Suction Line) และตัวคอมเพรสเซอร์จะอัดน้ำยาที่เป็นไอนี้ให้มีความดันสูงขึ้น และขณะที่ไอมีความดัน สูงขึ้นก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น การที่ไอน้ำยามีความดันสูงขึ้นนี้จะมีผลให้จุดเดือดสูงขึ้นด้วย จากนั้นไอน้ำยาจะถูกดันออกทางท่อทางส่ง(Discharge Line)และส่งผ่านไปยังคอนเดนเซอร์ (Condenser) ตัวคอนเดนเซอร์มีหน้าที่รับเอาไอน้ำยาไว้และระบาย ความร้อนออกจากไอน้ำ ยาผ่านตัวกลางซึ่งปกติคืออากาศ ไอน้ำยาจะมีอุณหภูมิต่ำลงจนควบแน่นเป็นของเหลวแต่ยัง คงมีความดันสูงและอุณหภูมิสูง สารทำความเย็นเหลวจะถูกส่งไปอุปกรณ์ลดความดัน (ExpansionValve) ซึ่งมีหน้าที่ลดความดันน้ำยาก่อนเข้าอิวาพอเรเตอร์ มีผลให้สารทำความ เย็นมีความดันต่ำและมีอุณหภูมิต่ำ เมื่อไหลเข้าอิวาพอเรเตอร์ก็จะรับความร้อนผ่านตัวกลาง ซึ่งปกติคืออากาศมีผลให้สานทำความเย็นเดือดกลายเป็นไอ ไอสารทำความเย็นที่ออกจาก อิวาพอเรเตอร์จะมีความดันต่ำ และมีอุณหภูมิต่ำและไหลกลับเข้าคอมเพรสเซอร์เพื่อทำการ เพิ่มความดันต่อไป ระบบการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะทำงานวนเวียนเป็นวัฏจักรตลอดเวลาที่คอม เพรสเซอร์ ยังคงทำงานอยู่และน้ำยาที่มีอยู่ในระบบจะไม่มีการสูญเสียไปไหนเลย นอกเสีย จากว่าเกิดการรั่วซึม (Leak) ที่ใดที่หนึ่งเท่านั้น เนื่องจากในระบบทำความเย็นเบื่องต้นนี้ มีทั้งน้ำยาที่อยู่ในสภาพความดันสูงและอุณหภูมิสูง กับแรงดันต่ำอุณหภูมิต่ำ จึงมีการแบ่งภาคออกเป็น 2 ภาค

1. ทางด้านสูง (High Side) ซึ่งจะเริ่มจากทางอัดของคอมเพรสเซอร์ ผ่านคอนเดนเซอร์จนถึงทางเข้าของอุปกรณ์ลดความดัน ส่วนนี้สารทำความเย็นจะมีทั้งความดันและอุณหภูมิสูงจึงเรียก ว่าทาง High Side

2. ทางด้านต่ำ (Low Side) ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ทางออกของอุปกรณ์ลดความดัน ผ่านอิวาพอเรเตอร์จนถึงทางเข้าของคอมเพรสเซอร์ ส่วนนีจะมีทั้งความดันและอุณหภูมิต่ำจึงเรียกว่าทาง Low Side ระบบปรับอากาศที่ใช้กันอยู่โดยทั่วๆไปจะทำงานเป็นวัฏจักร โดยมักจะมีสิ่งที่ประกอบกันขึ้น มาเป็นระบบปรับอากาศอยู่หลายสิ่งหลายอย่างด้วยกัน

ส่วนประกอบหลักที่จะขาดเสียไม่ ได้ในวัฏจักรการ ปรับอากาศทั่วไปมีอยู่ 4 ส่วนด้วยกันคือ อิวาพอเรเตอร์, คอมเพรสเซอร์, คอนเดนเซอร์ และ อุปกรณ์ลดความดัน

อิวาพอเรเตอร์ (Evaporator) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนจากบริเวณที่ต้องการปรับอากาศ กับสารทำความเย็น โดยสารทำความเย็นเหลวซึ่งมีความดันและอุณหภูมิต่ำจะรับความร้อนเข้ามามีผลทำให้สารทำความเย็นเดือดกลายเป็นไอ

คอมเพรสเซอร์ (Compressor) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เพิ่มความดันของสารทำความเย็น โดยการดูดและอัด มีผลให้ ความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้สารทำความเย็นเกิดการไหลเวียนในระบบอีกด้วย โดยปกติคอมเพรสเซอร์จะเป็นอุปกรณ์ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้ทำการดูดและอัด น้ำยาโดยเฉพาะ และ น้ำยาหรือสารทำความเย็นที่จะผ่านคอมเพรสเซอร์จะต้องมีสภาพเป็นไอ น้ายา (สารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นก๊าซ)เท่านั้น ดังนั้นถ้าเมื่อใดก็ตามที่มีน้ำยาสภาพเป็น ของเหลวไหลผ่านเข้ามาจะเกิดผลเสียหายกับ คอมเพรสเซอร์อย่างแน่นอน

คอนเด็นเซอร์ (Condenser) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ให้ไอสารทำความเย็นควบแน่นกลับเป็นสารทำความเย็น ในสถานะของเหลว โดยการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นเมื่อไอน้ำยาสูญเสียความ ร้อนถึงจุดหนึ่งจะควบแน่นเป็นของเหลว ความร้อนที่ถูกดึงออกจะเท่ากับปริมาณความร้อนที่สารทำความเย็นดูด กลืนจากอิวาพอเรเตอร์บวกกับความร้อนที่ได้รับจากการทำงานโดยการอัด ของคอมเพรสเซอร์

อุปกรณ์ลดความดัน (ExpansionValve) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นและควบคุมปริมาณ การไหลของสารทำความเย็นก่อนเข้าอิวาพอเรเตอร์ให้มีปริมาณพอเหมาะ

2.2 ระบบต่าง ๆ ในการทำความเย็น

2.2.1 ระบบต่าง ๆ ในการทำความเย็น (Refrigeration System)

ในเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศที่มีใช้อยู่ทั่วไปอาจจะทำงานโดยอาศัยระบบทำความเย็นระบบใดระบบหนึ่งดังนี้

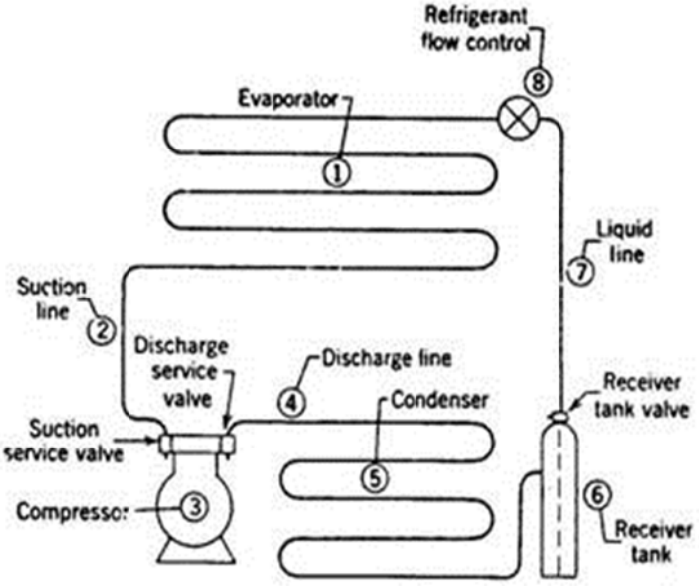
1) ระบบใช้กลไก (Mechanical) เป็นระบบที่สร้างความเย็นขึ้นโดยอาศัยการทำงานของกลไกต่างๆ เป็นที่นิยมแพร่หลายที่สุด ซึ่งเรียกกันทั่วไปว่า การทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression)

2) ระบบไม่ใช้กลไก (Nonmechanical) เป็นระบบที่สร้างหรือทำความเย็นให้เกิดขึ้นโดยไม่ต้องอาศัยการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนหรือกลไกใด ๆ การทำความเย็นระบบนี้ที่มีใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

การทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorbtion) แบบใช้ไอน้ำ (Steam jet) และแบบใช้การขยายตัวของอากาศ (Air Expansion)

2.2.2 ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression)

ระบบอัดไอเป็นระบบที่ทำให้เกิดความเย็นขึ้นได้โดยอาศัยการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ร่วมกันดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 แสดงวงจรการทำงานของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

หน้าที่และการทำงานของอุปกรณ์ในระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ

1) คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ดูดน้ำยาในสภาพที่เป็นไอจากเครื่องระเหย และอัดให้มีความดันสูงขึ้นจนสามารถควบแน่นได้ที่คอนเดนเซอร์

2) คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากน้ำยาเพื่อควบแน่นเป็นของเหลวและส่งเข้ารีซีฟเวอร์

3) รีซีฟเวอร์ (Receiver) ทำหน้าที่สะสมของเหลวที่ออกจากคอนเดนเซอร์เพื่อจ่ายให้แก่เครื่องระเหยได้ตลอดเวลาในการทำงาน

4) ลิ้นลดความดัน (Expansion Valve หรือ Refrigerant Control) ทำหน้าที่ลดความดันของน้ำยาที่ออกจากคอนเดนเซอร์ เพื่อจ่ายให้กับเครื่องระเหย

5) เครื่องระเหย (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดความร้อนออกจากบริเวณรอบ ๆ เพื่อทำให้น้ำยาเปลี่ยนสถานะเป็นไอและทำให้บริเวณใกล้เคียงเกิดความเย็นขึ้น

การทำงานของวงจรการทำความเย็นแบบอัดไอ

การทำงานของวงจรการทำความเย็นแบบอัดไออาศัยสารทำความเย็น (Refrigerant) ซึ่งมีหลายชนิด แต่ทุกชนิดจะต้องมีคุณสมบัติเบื้องต้นเหมือนกันคือ สามารถเปลี่ยนสถานะได้ง่าย เช่น ที่นิยมใช้กันทั่วไปคือ R-12และ R-22 ซึ่งเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอได้ที่อุณหภูมิ -21.6 °F (-29.8 °C) -41.4 °F (-40.8 °C) ตามลำดับ ภายใต้ความดันบรรยากาศ

การทำงานเริ่มที่คอมเพรสเซอร์ จะดูดน้ำยาในสภาพที่เป็นไอจากเครื่องระเหยเข้าทางด้านดูด (Suction) ของคอมเพรสเซอร์ และอัดออกให้มีความดันสูงขึ้นและส่งออกทางด้านส่ง (Discharge) ของคอมเพรสเซอร์เข้าคอนเดนเซอร์ น้ำยาภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงนี้ เมื่อผ่านคอนเดนเซอร์จะถูกระบายความร้อนออกจนถึงจุดควบแน่น น้ำยาจะเปลี่ยนสถานะจากไอไปเป็นของเหลวตกลงด้านล่างของคอนเดนเซอร์และถูกส่งไปเข้ารีซีฟเวอร์ น้ำยาในสภาพที่เป็นของเหลวในรีซีฟเวอร์จะถูกส่งผ่านลิ้นลดความดันทำให้น้ำยาเกิดการขยายตัว ความดันจะลดลงจนน้ำยาไม่สามารถคงสถานะเดิม (ของเหลว) จึงเปลี่ยนเป็นไอ การเปลี่ยนสถานะของน้ำยาจากของเหลวเป็นไอขณะออกจากลิ้นลดความดันและตลอดช่วงที่ ผ่านเครื่องระเหยนี้ จะทำให้เกิดความเย็นขึ้นเนื่องจากของเหลวจะดูดความร้อนออกจากบริเวณรอบ ๆ ไปใช้เป็นความร้อนแฝงในการเปลี่ยนสถานะ ทำให้บริเวณรอบ ๆ เครื่องระเหยเกิดความเย็นขึ้น เมื่อน้ำยาผ่านเครื่องระเหยจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอหมดและถูกคอมเพรสเซอร์ดูดและอัดให้มีความดันสูงขึ้นและถูกส่งไปใช้งานในวงจร หมุนเวียนเช่นนี้ตลอดไปโดยน้ำยาจะไม่สูญหาย จึงไม่จำเป็นต้องเติมน้ำยาเพิ่มเข้าไปในระบบอีก ถ้าไม่มีจุดที่น้ำยารั่วออกมาได้

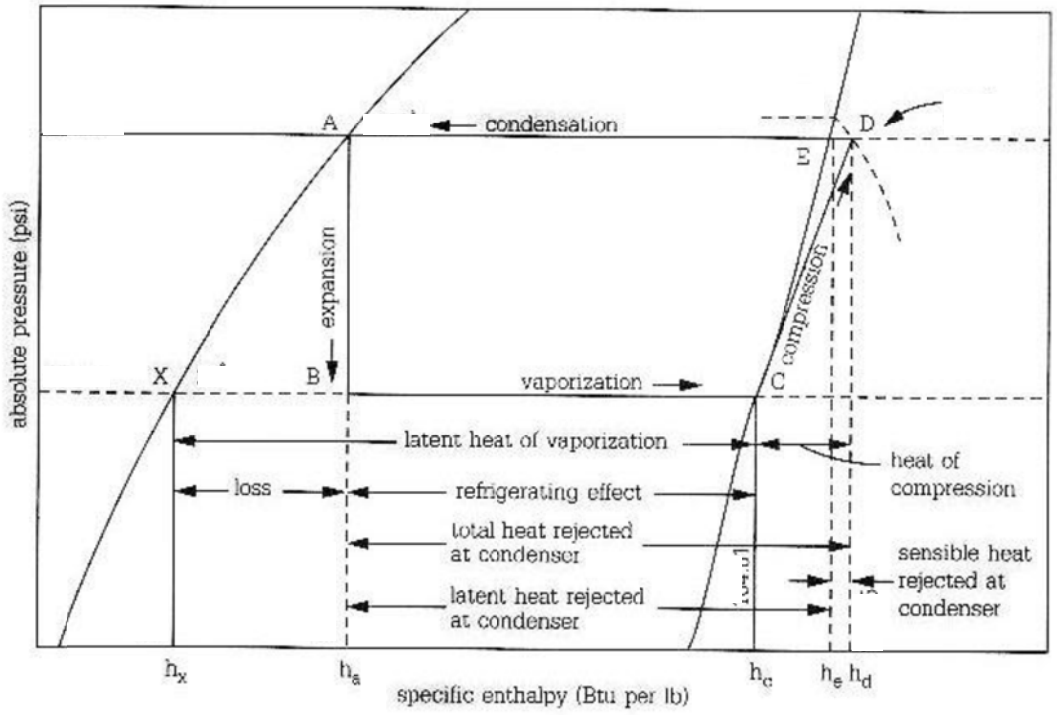
2.3 วัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ

2.3.1 วัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression - Refrigeration Cycle)

วัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ มีการทำงานเบื้องต้นซึ่งประกอบด้วย 4 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการอัด (Compression Process) โดยคอมเพรสเซอร์ กระบวนการควบแน่น (Condensing Process) โดยคอนเดนเซอร์ กระบวนการขยายตัว (Expansion Process) โดยลิ้นลดความดันหรืออุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล และกระบวนการกลายเป็นไอ (Vaporizing Process) โดยเครื่องระเหย ในการศึกษาวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอวิธีหนึ่งคือ การแทนการทำงานของกระบวนการต่างๆ ลงในแผนภาพมอลเลียร์ (Mollier Diagram)

2.3.2 แผนภาพมอลเลียร์ (Mollier Diagram)

แผนภาพมอลเลียร์ เป็นแผนภาพซึ่งสามารถแสดงสภาวะต่าง ๆ ของสารทำความเย็นในทุกสภาวะทางเทอร์โมไดนามิกส์ และทุกกระบวนการในวัฏจักรทำความเย็น



รูปที่ 2.2 วัฏจักรทำความเย็นทางทฤษฎีที่เขียนลงบนแผนภาพมอลเลียร์

กระบวนการขยายตัว (Expansion Process)

กระบวนการขยายตัวเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการทำงานของลิ้นลดความดัน (ช่วง A-B) โดยเริ่มจากสารทำความเย็นที่มีสภาวะเป็นของเหลวอิ่มตัวจากคอนเดนเซอร์ถูกส่งผ่านลิ้นลดความดันเพื่อลดความดันหรือขยายตัวตาม Adiabatic Expansion คือไม่มีการเพิ่มหรือลดความร้อนให้กับสารทำความเย็นหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าเอนทัลปี แต่จากผลของการลดความดันจะทำให้สารทำความเย็นส่วนหนึ่งเปลี่ยนสถานะเป็นไอโดยยังไม่เกิดความเย็นขึ้น

กระบวนการกลายเป็นไอ (Vaporizing Process)

กระบวนการกลายเป็นไอเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อสารทำความเย็นผ่านเครื่องระเหย (ช่วง B-C) ซึ่งจะมีการดูดความร้อนจากระบบทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นไอ ตามกระบวนการ

อุณหภูมิและความดันคงที่ (Isothermal and Isobaric Process) สารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องระเหยจะเปลี่ยนสถานะเป็นไออิ่มตัว

กระบวนการของการอัดตัว (Compression Process)

กระบวนการของการอัดตัวเกิดขึ้นจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ โดยไออิ่มตัวจากเครื่องระเหยจะถูกคอมเพรสเซอร์อัดให้มีความดันสูงขึ้น (ช่วง C-D) ตามกระบวนการไอเซนทรอปิก (Constant Entropy) หรือเอเดียบาติกแบบไม่มีความฝืด (Frictionless Adiabatic Process)

กระบวนการควบแน่น (Condensing Process)

D-E กระบวนการควบแน่น เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อสารทำความเย็นผ่านคอนเดนเซอร์ โดยในช่วงแรกจะระบายความร้อนออกเพื่อลดอุณหภูมิสารทำความเย็น ทำให้สารทำความเย็นจากสภาวะไอร้อนยวดยิ่งเปลี่ยนเป็นไออิ่มตัว (ช่วง D-E) จากนั้นจึงควบแน่นจนเป็นของเหลวอิ่มตัวที่จุด A นั่นคือคอนเดนเซอร์ทำหน้าที่ลดความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ในช่วง D-E และลดความร้อนแผง (Latent Heat) ในช่อง E-A สารทำความเย็นในสภาวะของเหลวอิ่มตัวที่ได้จะถูกส่งผ่านลิ้นลดความดันหมุนเวียนไปใช้ในระบบต่อไป โดยขณะสารทำความเย็นลดอุณหภูมิเป็นไออิ่มตัวที่จุด E

2.4 การคำนวณหาเอนทัลปีของกระบวนการต่างๆ

2.4.1 กระบวนการลดความดัน (ช่วง A-B) เป็นของเหลวอิ่มตัวจากคอนเดนเซอร์ถูกส่งผ่านลิ้นลดความดันเพื่อลดความดันหรือขยายตัวตาม Adiabatic Expansion คือไม่มีการเพิ่มหรือลดความร้อนให้กับสารทำความเย็นหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าเอนทัลปี

2.4.2 กระบวนการกลายเป็นไอ (ช่วง B-C) เป็นกระบวนการสร้างความเย็นให้กับระบบโดยการทำงานของเครื่องระเหยโดยผลของความเย็นที่เกิดขึ้น (Refrigerating Effect – R.E.) มีค่าดังนี้

$$Q_{evap} = h_C - h_B = \text{R.E.} \text{ มีหน่วยเป็น Btu/lb} \quad (2.1)$$

2.4.3 กระบวนการของการอัดตัว (ช่วง C – D) นอกจากจะทำให้ความดันของสารทำความเย็นในระบบเพิ่มสูงขึ้น ยังเป็นผลให้ค่าเอนทัลปีเพิ่มขึ้นเท่ากับปริมาณความร้อนที่เทียบเท่ากับพลังงานกลที่ทำการอัดไอ เราเรียกผลของความร้อนที่เกิดจากการอัดของคอมเพรสเซอร์ว่า ความร้อนจากการอัด (Heat of Compression)

$$Q_{comp} = h_D - h_C \qquad \text{มีหน่วยเป็น Btu/lb} \qquad (2.2)$$

2.4.4 กระบวนการควบแน่น (ช่วง D – A) กระบวนการนี้ทำให้สารทำความเย็นจากสภาวะไอร้อนยวดยิ่งเปลี่ยนเป็นไออิ่มตัวก่อน (ช่วง D – E) จากนั้นจึงควบแน่นจนเป็นของเหลวอิ่มตัวที่จุด A ปริมาณความร้อนที่ระบายออกจากที่คอนเดนเซอร์มีค่า = Q_{cond}

$$Q_{cond} = h_D - h_A \qquad \text{มีหน่วยเป็น Btu/lb} \qquad (2.3)$$

หรือ $Q_{cond} = Q_{evap} + Q_{comp}$

2.4.5 อัตราการไหลของสารทำความเย็นที่ไหลเวียนในระบบ – $\dot{m}$ (Flow Rate of Refrigerant Circulated) อัตราการไหลของสารทำความเย็นที่ไหลเวียนในระบบ หาได้จากสมการ

$$\dot{m} = Q/Q_{evap} \qquad \text{มีหน่วยเป็น lb/min} \qquad (2.4)$$

Q = ขนาดเครื่องทำความเย็น มีหน่วยเป็น Btu/min

Q_{evap} = ปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านเครื่องระเหย มีหน่วยเป็น Btu/lb

2.4.6 สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น – COP (Coefficient of Performance) สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น หมายถึงอัตราส่วนระหว่างปริมาณความร้อนที่สารทำความเย็นดูดรับไว้ที่เครื่องระเหยกับพลังงานที่ใช้ในการขับที่คอมเพรสเซอร์ ซึ่งพิจารณาจากแผนภาพมอลเลียร์และเขียนเป็นสมการแทนได้ดังนี้

$$\text{COP} = \frac{\text{refrigerating effect}}{\text{heat of compression}} \qquad (2.5)$$

$$= \frac{Q_{evap}}{Q_{comp}}$$

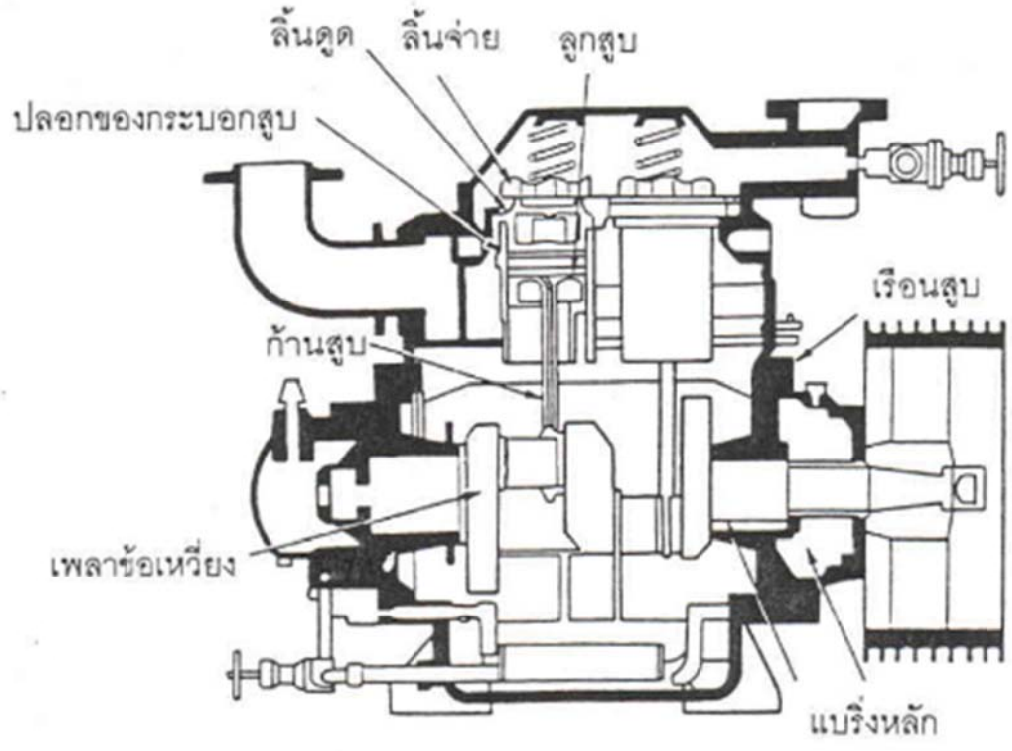
$$= \frac{h_C - h_B}{h_D - h_C}$$

2.5 โครงสร้างอุปกรณ์หลักเครื่องทำความเย็น

ส่วนประกอบเครื่องทำความเย็น ประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ ดังนี้

2.5.1 วงจรทางกล

2.5.1.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressor) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เพิ่มความดันของสารทำความเย็นโดยการดูดและอัดมีผลให้ความดันและอุณหภูมิสูงขึ้นนอกจากนี้ยังทำให้สารทำความเย็นเกิดการไหลเวียนในระบบอีกด้วยโดยปกติคอมเพรสเซอร์จะเป็นอุปกรณ์ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้ทำการดูดและอัดน้ำยาโดยเฉพาะและน้ำยาหรือสารทำความเย็นที่จะผ่าน Compressor จะต้องมีสภาพเป็นสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นก๊าซ เท่านั้น ดังนั้นถ้าเมื่อใดก็ตามที่มีสารทำความเย็นสภาพเป็นของเหลวไหลผ่านเข้ามาจะเกิดผลเสียหายกับ Compressor อย่างแน่นอน Compressor ชนิดลูกสูบแบบเชื่อมปิด เป็น Compressor แบบลูกสูบที่มีมอเตอร์ไฟฟ้าติดตั้งร่วมกับ Compressor ภายในเปลือกเดียวกัน และเชื่อมปิดสนิทด้วยการเชื่อมไฟฟ้าไม่ใช้น็อตขัน ดังนั้นการรั่วซึมแทบจะไม่เกิดขึ้น เพราะปิดมิดชิด ข้อเสียของ Compressor แบบนี้คือ หากเกิดการชำชุดเสียหายต้องหาวิธีซ่อม และเชื่อมปิดกลับสภาพเดิม ซึ่งอาจยุ่งยากสำหรับช่างซ่อม Compressor ชนิดลูกสูบแบบเชื่อมปิด



รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบภายในของ Compressor แบบลูกสูบ

2.5.1.2 คอนเดนเซอร์ (Condenser)

เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำให้สารทำความเย็นลดความร้อนลง โดยใช้อากาศหรือน้ำเป็นตัวกลางในการดึงความร้อนออกจาก Condenser ทำให้สารทำความเย็นใน Condenser คายความร้อน และเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว หรือเรียกว่า กลั่นตัว จำแนก Condenser ได้ 2 ลักษณะ ดังนี้คือ ตามลักษณะการใช้ตัวกลางมาระบายความร้อนและตามลักษณะโครงสร้าง Condenser ระบายความร้อนด้วยอากาศ(Air Cooled Condenser) การระบายความร้อนด้วยอากาศนี้ ถ้าเป็นระบบทำความเย็นขนาดเล็ก จะระบายด้วยอากาศธรรมชาติที่หมุนรอบๆ Condenser จึงเรียกว่า แบบแผงระบายความร้อน (Static Condenser) ถ้าเป็นระบบทำความเย็นขนาดใหญ่มากขึ้น จะใช้พัดลมเป็นตัวช่วยในการระบายถ่ายเทความร้อนออกไปจึงเรียกว่า แบบใช้พัดลม

2.5.1.3 อีวาปอเรเตอร์ (Evaporator)

เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอันหนึ่งของระบบเครื่องทำความเย็น มีหน้าที่รับน้ำยาที่เป็นของเหลวซึ่งฉีดเข้ามาจากตัวควบคุมน้ำยาเข้ามาไว้ใน Evaporator และเมื่อน้ำยาเข้ามาใน Evaporator แล้วน้ำยาจะเดือด การเดือดของน้ำยาใน Evaporator นี้จะต้องใช้ความร้อน ดังนั้นตัว Evaporator จะส่งความร้อนจากตัวของมันเองไปใช้ในการเดือดเมื่อความร้อนจาก Evaporator ถูกดึงไปหมดจะทำให้ Evaporator เย็น โดยจะมีหิมะน้ำแข็งเกาะจับทั่ว Evaporator นอกจาก Evaporator จะเป็นตัวรับน้ำยาไว้เพื่อให้เกิดการเดือดแล้ว Evaporator ยังมีหน้าที่รับเอาความร้อนจากโหลดอื่นๆที่อยู่ใกล้ Evaporator เช่น อากาศ สิ่งของที่จะเย็นเป็นต้น

รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างของ Evaporator

เมื่อ Evaporator ถูกดึงความร้อนไปใช้ในการเดือดของน้ำยา โหลดต่างๆที่อยู่ใกล้ Evaporator ก็จะถูกดึงความร้อนไปเช่นกันทำให้โหลดต่างๆเย็นหรือมีอุณหภูมิต่ำการสร้าง Evaporator นั้นโดยทั่วไปใช้โลหะ เช่น ทองแดง หรืออลูมิเนียม แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่ใช้กับงานอะไร เช่นตู้เย็น งานห้องตู้เย็น หรืองานเครื่องปรับอากาศ การออกแบบสร้าง Evaporator ให้ถูกต้องนั้นขึ้นอยู่กับสถานที่ที่จะติดตั้ง และสิ่งของที่จะนำมาแช่หรือนำมาเป็นโหลดด้วย เมื่อน้ำยาเครื่องเย็นไหลผ่านเข้าไปในท่อคอยล์เย็น ถ้าเพิ่มความเร็วในการไหลของน้ำยา ตามทฤษฎีควรจะเพิ่มความเร็วของการเคลื่อนที่ของความร้อนด้วย แต่การที่จะเพิ่มความเร็วของการไหลของน้ำยาใน Evaporator นั้น จะทำให้มีแรงดันต่ำลงไปมากซึ่งจะเป็นผลให้จำนวนน้ำยาที่จะเดือดใน Evaporator น้อยลงไป ดังนั้นจึงมีการออกแบบความยาวของท่อและขนาดความโตของท่อ Evaporator เพื่อให้ประหยัด โดยออกแบบใช้ตามตารางที่ 2.1

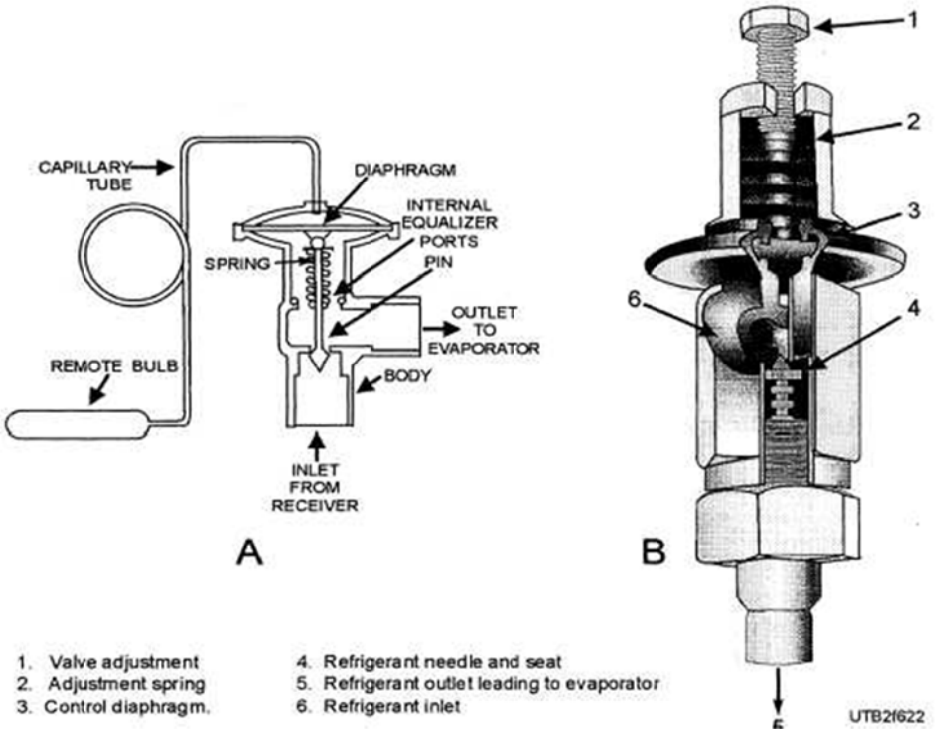
ตารางที่ 2.1 แสดงตารางจำนวนข้องอของท่อ (Return Bend)

ขนาดของท่อเป็นนิ้ว	ความยาวของท่อเป็นฟุตต่อการงอกลับครั้งหนึ่ง
1/8	1.25
½	1.50
5/8	1.50
¾	1.75
7/8	1.75
1	2.50
1 1/8	2.50
1 ¼	3.00
1 ½	4.00
2	7.00

2.5.1.4 อุปกรณ์ควบคุมการไหลของสารทำความเย็น (Refrigerant Control)

ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณสารทำความเย็นให้ไหลผ่านเข้า Evaporator โดยการลดแรงดันของสารทำความเย็นในสภาพของเหลวแรงดันสูงอุณหภูมิสูงให้เป็นสารทำความเย็นในสภาพของเหลวแรงดันต่ำในปริมาณที่พอดีที่จะระเหยตัวได้หมดหลักการทำงานของอุปกรณ์การไหลของสารทำความเย็น คือจะควบคุมปริมาณสารทำความเย็นเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน หรือแรงดันเปลี่ยน หรือ เมื่อมีโหลดความร้อนเพิ่มขึ้นหรือลดลงหรือเมื่อความแตกต่างระหว่างแรงดันทางด้านสูงและต่ำเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วแต่ชนิดซึ่งมีให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของงานแบ่งออกได้ดังนี้

1) ชนิดควบคุมด้วยความดันอัตโนมัติ (Automatic Expansion Valve) หรือ AEV หลักการทำงานคือ เป็นตัวควบคุมความดันใน Evaporator ให้คงที่ โดยการป้อนสารทำความเย็นเหลวทางด้านเข้า ผ่านบ่าวาล์วเข้าไปใน Evaporator มากหรือน้อยตามสภาพของโหลดหากโหลดมากสารทำความเย็นเหลวที่อยู่ใน Evaporator ก็จะรับความร้อนจากโหลดมาระเหยสารทำความเย็นได้มาก ทำให้ความดันใน Evaporator ลดลง บ่าวาล์วก็เปิดให้สารทำความเย็นไหลเข้ามามาก แต่ถ้าโหลดน้อยกว่าปริมาณที่จะเข้าไประเหยสารทำความเย็นก็มีน้อย ทำให้สารทำความเย็นเหลวระเหยตัวไม่หมด ก็จะทำให้ความดันใน Evaporator สูงขึ้นที่จะดันบ่าวาล์วให้ปิด สารทำความเย็นก็จะไม่ไหลเข้า อุปกรณ์ควบคุมการไหลของสารทำความเย็นชนิดควบคุมด้วยความดันอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงอุปกรณ์ควบคุมความดันชนิด Automatic Expansion Valve หรือ AEV

2) ชนิดควบคุมด้วยอุณหภูมิ (Thermostatic Expansion Valve) หรือ TEV หลักการทำงานคือ ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของความร้อนยิ่งยวด ของสารทำความเย็นด้านทางออกของ Evaporator ให้คงที่ จึงทำให้มีสารทำความเย็นไหลผ่าน Evaporator สม่ำเสมอไม่ว่าจะมีโหลดมากหรือน้อยก็ตาม และจะไม่เกิดเหตุการณ์สารทำความเย็นเหลวท่วมท่อทางดูด (Suction Line) จึงปลอดภัยกับการทำงานของคอมเพรสเซอร์ในการทำงานของ TEV. อาศัยแรงอิสระ 3 แรง คอยกำหนดจำนวนการไหลของสารทำความเย็น ได้แก่ แรงที่เกิดจากการขยายตัวของสารทำความเย็นในกระเปาะรับอุณหภูมิ แรงดันของ Evaporator และแรงดันของสปริง ชนิดควบคุมด้วยอุณหภูมิ แสดงดังรูป ที่ 2.6

รูปที่ 2.6 แสดงอุปกรณ์ควบคุมความดันชนิด Thermostatic Expansion Valve หรือTEV.

3) ชนิดควบคุมด้วยท่อรูเข็ม หรือ (Capillary Tube)หรือ Cap Tube หลักการทำงานคือ ใช้ท่อขนาดเล็กโดยกำหนดความยาวของท่อเพื่อให้เกิดความต้านทานต่อการไหลของสารทำความเย็น ความดันแตกต่างระหว่างด้านแรงดันสูงกับแรงดันต่ำ มีผลต่อปริมาณการไหลของสารทำความเย็นด้วย หากต้องการให้ระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะต้องเลือกขนาดความโตของท่อรูเข็มให้สัมพันธ์กับความยาว และพอดีกับปริมาณการไหลของสารทำความเย็นที่จะระเหยกลายเป็นไอที่ Evaporator ได้หมด ท่อรูเข็มเหมาะกับระบบที่มีโหลดค่อนข้างคงที่ และใช้กับคอมเพรสเซอร์แบบเชื่อมปิด ลักษณะท่อรูเข็ม แสดงดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 แสดงอุปกรณ์ควบคุมความดันชนิด Capillary Tube

2.5.1.5 ฟิลเตอร์ไดเออร์ (Filter Dryer)

ในระบบเครื่องทำความเย็นโดยทั่วไปจะต้องรักษาให้น้ำยาภายในระบบสะอาด และปราศจากความชื้นเท่าที่สามารถกระทำได้โดยเฉพาะในการบริการเครื่องเย็น เมื่อต่อจากเกจแล้วการจะป้องกันไม่ให้มีสิ่งสกปรก หรือความชื้นเข้าไปในระบบนั้นเป็นเรื่องยากสักหน่อย วิธีที่จะรักษาระบบให้สะอาดและปราศจากความชื้นนั้นกระทำได้โดยการต่อฟิลเตอร์ไดรเออร์เข้าไปในระบบโดยการต่อ

จากทางออกของคอนเดนเซอร์และท่อน้ำยาที่เป็นของเหลว ฟิลเตอร์ไดเออร์ จะประกอบด้วยตะแกรงสำหรับกรองขี้ผงหรือสิ่งสกปรกและจะมีผงสำหรับดูดความชื้นผงที่ใช้ส่วนมากจะใช้ ซิลิเยลผงซิลิกาเยลจะทำหน้าที่ดูดความชื้นที่มีอยู่ในน้ำยาเครื่องเย็นไว้ ก่อนที่จะปล่อยให้น้ำยาผ่านไปเข้าตัวควบคุมน้ำยา เพราะว่าความชื้นเป็นอุปสรรคสำคัญในการทำความเย็นมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบเครื่องเย็นที่ใช้แคป.ทิ้วเป็นตัวควบคุมน้ำยาเช่นตู้เย็นและแอร์ติดหน้าต่างเป็นต้น จะต้องใช้น้ำยาสะอาดปราศจากความชื้น มิฉะนั้นท่อแคป.ทิ้ว อาจจะตันและน้ำยาไม่ไหลหรือไม่ฉีดเข้า Evaporator ทำให้เครื่องไม่เย็นสารที่ใช้ดูดความชื้นนอกจากซิลิการเยลแล้วยังมีสารอีกหลายชนิด เช่นกันที่ใช้ดูดความชื้น คือ แคลเซียมซัลเฟสแอคติเวทเตทอลูมินัมและแคลเซียมคลอไรค์การเลือกขนาดของไดเออร์-ฟิลเตอร์ในระบบเครื่องเย็นจะต้องคำนึงถึงปริมาตร(ลูกบาศก์นิ้ว)ของสารดูดความชื้นที่บรรจุอยู่ให้สัมพันธ์กับขนาดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ขนาดของสารที่จะดูดความชื้นต่อไปนี้เป็นขนาดที่จะใช้ได้พอดีกับมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ขนาดต่างๆ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงตารางการเลือกขนาดของฟิลเตอร์ไดเออร์ในระบบเครื่องเย็น

ฟิลเตอร์-ไดเออร์ ใช้กับตู้เย็น-ตู้แช่		ฟิลเตอร์-ไดเออร์ ใช้กับเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่	
ขนาด (ลูกบาศก์นิ้ว)	คอมเพรสเซอร์ (H.P)	ขนาด (ลูกบาศก์นิ้ว)	คอมเพรสเซอร์ (H.P)
2	1/8	12	3/4 ถึง 1
3	1/6 ถึง ¼	18	1 ถึง 1 1/2
6	1/4 ถึง ½	30	1 1/2 ถึง 3
9	1/2 ถึง ¾	50	5 ถึง 7 1/2

2.5.1.6 เกจแมนนิโฟลด์ (Gauge Manifold)

เป็นเครื่องมือที่สำคัญมากในการซ่อมตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ เกจจะเป็นตัววัดเพรสเซอร์ของน้ำยาที่มีอยู่ในระบบทั้งทางสูง และทางต่ำ เกจจะเป็นตัวบอกให้ทราบว่าน้ำยามากน้อย หรือเครื่องทำความเย็นอยู่ในสถานะไหน เกจแมนนิโฟลด์ ประกอบด้วยเกจ 2 ตัวคือ

1) เกจวัดเพรสเซอร์ทางโล (Compound Gage) ซึ่งมีสเกลวัดเพรสเซอร์ทางดูดตั้งแต่ 0 ถึง 120 หรือ 0-250 psigและยังมีสเกลของเกจวัดสูญญากาศ (Vacuum) 0-30 นิ้วปรอทด้วย Compound Gage โดยทั่วไปจะทำเป็นสีน้ำเงิน

2) เกจวัดเพรสเซอร์ทางไฮ (Pressure Gage) ซึ่งจะมีสเกลวัดเพรสเซอร์ทางอัดได้ตั้งแต่ 0-500 psig โดยปกติเพรสเซอร์เกจจะทำเป็นสีแดง

2.5.1.7 ถังพักสารทำความเย็น (Liquid Receiver)

เป็นถังโลหะสำหรับเก็บน้ำยาที่เป็นของเหลวไว้ และส่งเฉพาะน้ำยาที่เป็นของเหลวต่อไปยังท่อน้ำยาเหลวและส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมน้ำยา ถังพักน้ำยาจะเก็บน้ำยาที่เป็นของเหลวไว้ ในขณะที่เครื่องเย็นนั้นมีโหลดน้อย หรือขณะที่อุณหภูมิของอากาศรอบตัวต่ำ นอกจากนี้ถังพักน้ำยายังเก็บน้ำยาแก๊สไว้ส่วนบนของถัง โดยไม่ยอมให้ผ่านไปยังตัวควบคุมน้ำยาได้เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพของการทำความเย็นน้อยลงไป ถังพักน้ำยาจะต่ออยู่ระหว่างทางออกของคอนเดนเซอร์และท่อน้ำยาก่อนจะเข้าตัวควบคุมน้ำยา

2.5.1.8 อุปกรณ์แยกน้ำยาเหลวหรือแอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulator)

ทำหน้าที่ป้องกันของเหลวกลับเข้าคอมเพรสเซอร์ โดยน้ำยาที่ยังเดือดไม่หมดจากเครื่องระเหยจะตกลงด้านล่างคอมเพรสเซอร์จะดูดเฉพาะน้ำยาที่เป็นไอจากด้านบน ขณะทำงานน้ำมันหล่อลื่นที่ปนอยู่กับน้ำยาเหลวด้านล่างจะถูกดูดผ่านรูเล็กๆ (Aspirator Hole) กลับมาใช้ในการหล่อลื่นใหม่ การเลือกขนาดของอุปกรณ์แยกน้ำยาเหลวจะต้องมีความจุที่สามารถเก็บน้ำยาเหลวได้ไม่น้อยกว่า 50% ของปริมาณน้ำยาทั้งหมดในระบบ

2.5.2 วงจรทางไฟฟ้า

2.5.2.1 มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ (Motor Compressor)

มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ คือ อุปกรณ์เครื่องเย็นที่รวมมอเตอร์ และคอมเพรสเซอร์เข้าไว้ในตัวเดียวกัน มอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะเป็นมอเตอร์แบบ สปิทเฟส โดยมีขดรันและขดสตาร์ทพันอยู่ในสเตเตอร์ ปกติมอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะมี 2 ขั้วแม่เหล็กเพื่อให้มีจำนวนรอบสูงประมาณ 2900 RPM. (Revolution Per Minute)

2.5.2.2 โอเวอร์โหลดภายนอก (External Overload)

ตัวโอเวอร์โหลดภายนอกประกอบด้วยแผ่นโลหะ 2 แผ่นติดกัน (Bimetal) และลวดความร้อน (Heater) ซึ่งแผ่นโลหะ จะต่ออันดับกับลวดร้อน ตัวโอเวอร์โหลดภายนอกแบบนี้เรียกว่าแบบตัดเมนโดยตรง คือจะต่ออันดับกับคอมมอนของขดลวดมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ใช้กับมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ขนาดเล็กหรือแบบเฟสเดียว

2.5.2.3 สตาร์ทรีเลย์ (Starting Relay)

สตาร์ทรีเลย์ที่ใช้ในระบบเครื่องทำความเย็นนั้น ทำหน้าที่ที่คล้ายเซ็นติฟูกัลป์สวิทซ์ในมอเตอร์แบบสปิทเฟส ดังได้กล่าวมาแล้วว่ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ใช้ระบบเครื่องเย็นจะเป็นมอเตอร์

แบบสปิทเฟสทั้งนั้น แต่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ไม่สามารถจะใส่เซ็นติฟูกัสสวิตซ์เพื่อให้ตัดวงจรของขดสตาร์ทออกหลังจากมอเตอร์คอมเพรสเซอร์เดิน (Run) แล้วได้ จึงต้องมีรีเลย์ต่อขดสตาร์ทภายนอกเพียงเพื่อให้รีเลย์ทำหน้าที่ต่อวงจรขดสตาร์ทให้ครบตอนเริ่มหมุนครั้งแรก และให้รีเลย์ทำหน้าที่ตัดวงจรของขดสตาร์ทออกหลังจากที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ เดินเรียบร้อยแล้วเท่านั้น รีเลย์จะต้องออกแบบให้พอดีกับขนาดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ และจะต้องออกแบบให้ต่อวงจรของขดสตาร์ทเพียงชั่วระยะที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ หมุนได้ความเร็วประมาณ 2/3 ของความเร็วสูงสุดแล้วจึงให้ตัดวงจรขดสตาร์ทออกได้ หรือสตาร์ทรีเลย์จะต้องออกแบบให้ตัดขดสตาร์ทออกจากวงจรภายในเวลา 3-4 วินาที หลังจากต่อเมนเข้าแล้วเท่านั้น เพราะถ้าหากรีเลย์ตัดช้าเกินไปอาจทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ร้อนจัด และเป็นอันตรายกับขดสตาร์ทที่พันไว้ได้รีเลย์หลายชนิดออกแบบให้มีโอเวอร์โหลดป้องกันอันตรายกับขดสตาร์ททีที่พันไว้ได้รีเลย์หลายชนิดออกแบบให้มีโอเวอร์โหลดป้องกันอันตราย ในกรณีคอมเพรสเซอร์ล็อคไม่เดินด้วย

2.5.2.4 คาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Capacitor Start Motor)

การทำงานของคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์เหมือนกับแบบสปิทเฟสมอเตอร์แต่เนื่องด้วยขดลวดชุดสตาร์ทต่ออนุกรมกับคาปาซิเตอร์ ทำให้กระแสที่ไหลเข้าในขดลวดสตาร์ทถึงจุดสูงสุดก่อนขดลวดชุดรันจึงทำให้กระแสในขดลวดสตาร์ทนำหน้าขดลวดชุดรันซึ่งนำหน้ามากกว่าแบบสปิทเฟสมอเตอร์ คาปาซิสเตอร์มอเตอร์จึงมีแรงบิดขณะสตาร์ทสูงมากสำหรับมอเตอร์ชนิดคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์หลังจากสตาร์ทแล้วมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบถึง 75 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วสูงสุดสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีจากศูนย์กลางคาปาซิเตอร์จะถูกตัดจากวงจร

2.5.2.5 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control)

หรือที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่าเทอร์โมสตัท (Thermostat) ในระบบเครื่องเย็นเทอร์โมสตัท มีบทบาทมากในการควบคุมความเย็นเพื่อที่จะให้ห้องเย็นหรือตู้เย็นมีความเย็นมากน้อย (อุณหภูมิสูง-ต่ำ) เพียงใดปกติเทอร์โมสตัท ถ้าต้องการให้ตู้เย็นหรือห้องเย็นมากก็ตั้ง T.C.โดยหมุนตามเข็มนาฬิกาให้มากจะทำให้ระยะเวลาที่คอมเพรสเซอร์จะเดินนานขึ้น (คือคัทเอ้าจะทำงานที่อุณหภูมิต่ำมาก เมื่อคอมเพรสเซอร์เดินนานทำให้ห้องและตู้เย็นจะเย็นมากขึ้น)

2.5.2.6 มอเตอร์พัดลมระบายความร้อนจะต่ออันดับกับมอเตอร์คอมเพรสเซอร์

2.5.2.7 ดีฟรอสต์ไทเมอร์

ทำหน้าที่เสมือนนาฬิกามอเตอร์ที่หมุนไปเรื่อยๆเมื่อมีไฟเข้าเลี้ยงมอเตอร์จะทำงานหมุนเฟืองขับซึ่งต่อร่วมอยู่กับหน้าสัมผัสเพื่อตัดและต่อมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ให้ทำงานและหยุดทำงาน นอกจากนั้นยัง

มีหน้าสัมผัสอื่นอีก ซึ่งจะต่อร่วมกับการทำงานของฮีทเตอร์และพัดลมเป่าลมเย็นในเย็นในตู้เย็นแบบโนฟรอสต์

2.5.2.8 เพรสเชอร์คอนโทรล (Pressure Control)

ในระบบเครื่องทำความเย็นเพรสเชอร์คอนโทรลมีบทบาทสำคัญมากในการควบคุมแรงดันของน้ำยาให้อยู่ในภาวะปกติ เพราะถ้าหากแรงดันของน้ำยาสูงหรือต่ำกว่าปกติ จะทำให้เกิดการผิดพลาดในการทำงานของระบบเครื่องเย็นและอาจจะเป็นอันตรายแก่คอมเพรสเซอร์ หรือระบบเครื่องเย็นได้ ดังนั้นจึงต้องมีเพรสเชอร์คอนโทรลคอยควบคุมทั้งด้านทางโลเพรสเชอร์และด้านทางไฮเพรสเชอร์ โลเพรสเซอร์คอนโทรล (Low Pressure Control) เป็นตัวควบคุมแรงดันของน้ำยาทางด้านดูด ซึ่งเป็นด้านที่มีเพรสเชอร์และอุณหภูมิต่ำ โลเพรสเชอร์คอนโทรลนี้จะมีคอนแทคเป็นแบบ Close on Rise คือ ถ้าเพรสเชอร์สูงจึงจะต่อคอนแทคเข้าด้วยกัน แต่ถ้าหากเพรสเชอร์ต่ำกว่าที่ตั้ง L.P.C.ไว้ เบลโลของ L.P.C. จะหดตัวและคอนแทคจะจากออก ไฮเพรสเชอร์คอนโทรล (High Pressure Control) เป็นตัวควบคุมแรงดันของน้ำยาทางด้านอัด ซึ่งเป็นด้านที่มีเพรสเชอร์และอุณหภูมิสูง H.P.C. ไว้แล้ว คอนแทคก็จะไม่จาก

2.5.2.9 คาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ (Capacitor Run Motor)

ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์เหมือนกับชนิดคาปาซิเตอร์สตาร์ท แต่ไม่มีสวิตช์แรงเหวี่ยงตัวคาปาซิสเตอร์จะต่ออยู่ในวงจรตลอดเวลา ทำให้ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ดีขึ้นและโดยที่คาปาซิสเตอร์ต้องต่อถาวรอยู่ขณะทำงานดังนั้นคาปาซิเตอร์ประเภทน้ำมันหรือกระดาษฉาบโลหะแต่สำหรับมอเตอร์ชนิดคาปาซิสเตอร์รัน คาปาซิเตอร์จะต่ออยู่ในวงจรตลอดและเนื่องจากขดลวดชุดสตาร์ทใช้งานตลอดเวลาการออกแบบจึงต้องให้กระแสผ่านขดลวดน้อยกว่าแบบคาปาซิสเตอร์สตาร์ท โดยการลดค่าของคาปาซิสเตอร์ลง ดังนั้นแรงบิดจึงลดลงกว่าแบบคาปาซิสเตอร์สตาร์ทแต่ยังสูงกว่าแบบสปิทเฟสมอเตอร์

2.6 ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System)

ระบบทำความเย็นและปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบันอาศัยการทำงานแบบอัดไอน้ำยาทำความเย็นด้วยคอมเพรสเซอร์เพื่อนำน้ำยาที่ทำความเย็นแล้วกลับมาใช้อีกน้ำยาทำความเย็นจะไหลเวียนภายในระบบปิดอยู่ตลอดเวลา รูปที่ 2.8 เป็นระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ซึ่งประกอบด้วย อีแวปปอเรเตอร์ ท่อดูดคอมเพรสเซอร์ ท่อจ่าย คอนเดนเซอร์ ถังรับน้ำยา ท่อของเหลว และอุปกรณ์ควบคุมการไหล ซึ่งอุปกรณ์แต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

1) อีวาปอเรเตอร์ (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดความร้อนจากพื้นที่ หรือวัตถุที่ต้องการทำความเย็น ไปใช้ในการเดือดกลายเป็นไอของน้ำยา

2) ท่อดูด (Suction Line) ทำหน้าที่ส่งไอน้ำยา ที่เดือดจาก Evaporator แล้ว เข้าคอมเพรสเซอร์

3) คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ สูบน้ำยาให้ไหลเวียนภายในระบบพร้อมกับอัดไอน้ำยาที่มีความดันต่ำ ให้เป็นไอน้ำยาที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง

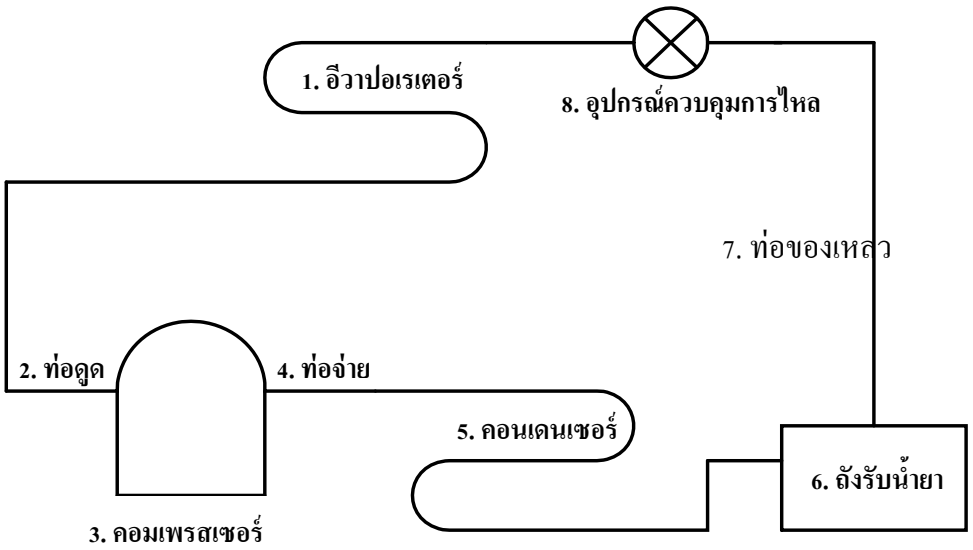
4) ท่อจ่าย (Discharge Line) ทำหน้าที่ ส่งไอน้ำยาที่มีความดันสูง และอุณหภูมิสูงเข้าคอนเดนเซอร์

5) คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับไอน้ำยาที่มีอุณหภูมิสูง ออกสู่อากาศภายนอกระบบ เมื่อไอน้ำยาได้รับการระบายความร้อนจะเกิดการควบแน่นเป็นน้ำยาเหลวความดันและอุณหภูมิสูง

6) ถังรับน้ำยา (Liquid Receivers) ทำหน้าที่เก็บน้ำยาที่เป็นของเหลว ที่ออกมาจากคอนเดนเซอร์ เพื่อจ่ายให้กับ Evaporator ต่อไป

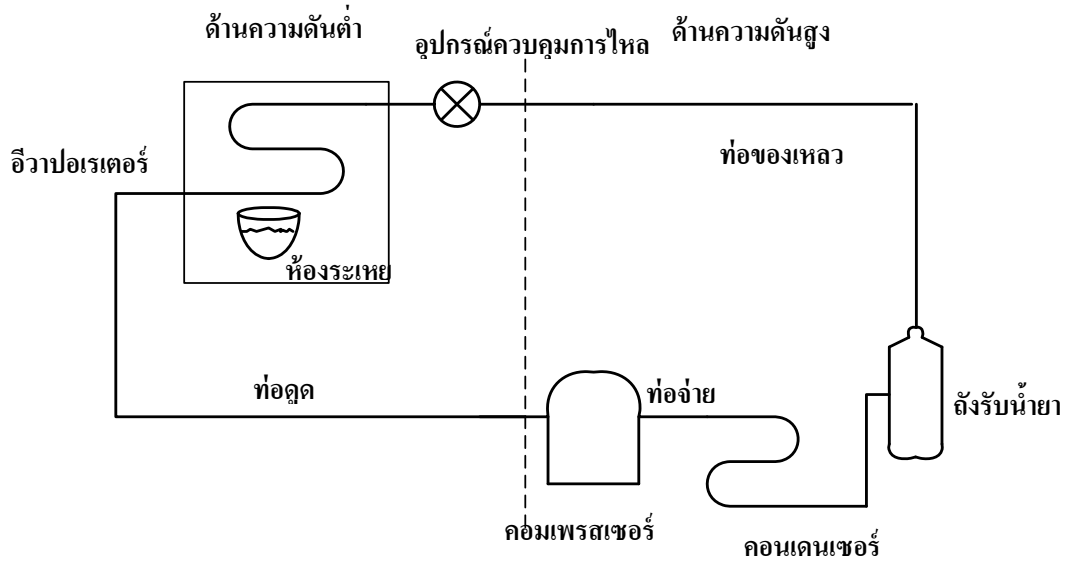
7) ท่อของเหลว (Liquid Line) ทำหน้าที่ ส่งน้ำยาที่เป็นของเหลวจากถังรับน้ำยาเข้าอุปกรณ์ควบคุมการไหล

8) อุปกรณ์ควบคุมการไหล ทำหน้าที่ควบคุมน้ำยาที่ไหลเข้า Evaporator



รูปที่ 2.8 แสดงองค์ประกอบของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

เมื่อพิจารณาความดันของน้ำยาทำความเย็นในระบบเป็นหลักสามารถแบ่งระบบทำความเย็นแบบอัดไอออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ความดันของน้ำยาต่ำ ส่วนนี้เรียกว่าด้านความดันต่ำ (Lowside Pressure) หรือความดัน Evaporator หรือความดันด้านดูด (Suction Pressure) ด้านนี้ประกอบด้วย อุปกรณ์ควบคุมการไหล Evaporator ท่อดูด ดังรูปที่ 2.9 ส่วนที่สอง คือส่วนที่ความดันของน้ำยาสูง ส่วนนี้เรียกว่า ด้านความดันสูง (High side Pressure) หรือความดันคอนเดนซิ่ง (Condensing Pressure) หรือความดันด้านจ่าย (Discharge Pressure) ด้านนี้ ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ ท่อจ่าย คอนเดนเซอร์ถังรับน้ำยา และท่อของเหลว ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงด้านความดันต่ำและด้านความดันสูง

2.6.1 ทฤษฎีระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ

หลักการทำงานของระบบทำความเย็น พิจารณาจากรูปที่ 2.8 เริ่มระบบทำความเย็นที่ท่อพักน้ำยาเหลว สารทำความเย็นมีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิสูงความดันสูงถูกส่งเข้าไปยังวาล์วเอ็กซ์แพนชั่นซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำยาผ่านเข้าไปยังคอยล์เย็นลดความดันของน้ำยาเหลวให้ต่ำลงขณะที่น้ำยาเหลวภายในคอยล์เย็นระเหยตัวเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สจะดูดรับปริมาณความร้อนจากอากาศโดยรอบทำให้อากาศโดยรอบเย็นลงแก๊สซึ่งมีความดันต่ำจากคอยล์เย็นจะถูกเครื่องอัดดูดและอัดส่งไปยังคอยล์ร้อนในลักษณะของแก๊สที่มีอุณหภูมิและความดันสูงสารทำความเย็นจะถูกควบแน่นออกมาเป็นของเหลวความดันสูงและถูกส่งเข้าไปในท่อพักน้ำยาเหลวอีกครั้งหนึ่ง

2.7 สารทำความเย็นและสารหล่อลื่น

สารทำความเย็น (Refrigerant) เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ต่าง ๆในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ทำหน้าที่รับความร้อนจากเนื้อที่ว่างหรือเทหวัตถุต่างๆในขณะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ เพื่อทำให้เกิดความเย็นที่เครื่องระเหย โดยนำความร้อยที่ได้รับที่เครื่องระเหยและคอมเพรสเซอร์ ไประบายออกที่คอนเดนเซอร์เพื่อควบแน่นเป็นของเหลว และนำกลับมารับความร้อนเพื่อสร้างความเย็นใหม่ โดยมีพื้นฐานที่จำเป็นต้องศึกษา ได้แก่ การเรียกชื่อสารทำความเย็น คุณสมบัติของสารทำความเย็น ประเภทของสารทำความเย็น การพัฒนาและการเลือกใช้สารทำความเย็น สารทำความเย็นและ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สารหล่อลื่น (lubricants)

2.7.1 ชื่อสารทำความเย็น

2.7.1.1 ฟรีออน (Freon) เป็นชื่อที่ใช้เรียกสารทำความเย็นที่ใช้อยู่ทั่วไป โดยบริษัทดูปองก์ (E.I. Deported Nemours & Co.Inc.) ซึ่งเป็นบริษัทที่มีชื่อเสียงด้านเคมีภัณฑ์ของสหรัฐอเมริกา เป็นผู้ผลิตและจำหน่ายสารทำความเย็นแพร่หลายเป็นบริษัทแรกโดยใช้ชื่อทางทะเบียนการค้าว่า FREONเช่น สารทำความเย็น Dichlorodifluoromethane (CCl_2F_2) ใช้ชื่อ FREON–12 ($CHCIF_2$) ใช้ชื่อ FREON – 22 เป็นต้น และชื่อ FREON นี้ ได้ถูกนำไปใช้เรียกสารทำความเย็นของบริษัทอื่น ๆ ที่ถูกผลิตขึ้นในภายหลังด้วย ถึงแม้ว่าบริษัทต่าง ๆจะผลิตสารทำความเย็นและมีชื่อทางทะเบียนการค้าเป็นของตัวเองก็ตาม เช่น Frigen คือ สารทำความเย็นที่ผลิตโดย บริษัท Hoescht ประเทศเยอรมนี Kaltron คือ สารทำความเย็นที่ผลิตโดยบริษัท Kail – Chemie ประเทศเยอรมนี Genetron คือ สารทำความเย็นที่ผลิตโดยบริษัท AlliedChemical ประเทศสหรัฐอเมริกา Friogas คือ สารทำความเย็นที่ผลิตโดย บริษัท Galco Limited ประเทศเบลเยี่ยม Asahiklin คือ สารทำความเย็นที่ผลิตโดย บริษัท Asahi Glass ประเทศญี่ปุ่น Forane คือ สารทำความเย็นที่ผลิตโดย บริษัท Atochem ประเทศฝรั่งเศส เป็นต้น

2.7.1.2 ชื่อสารทำความเย็นที่ถูกต้อง จะต้องเรียก Refrigerant หรือใช้แทนด้วย R เช่น Refrigerant – 12, Refrigerant – 22 หรือ R – 12, R – 22 โดยจะเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทใดก็ตามหรืออาจเรียกชื่อตามกลุ่มของสารทำความเย็น เช่น CFC – 12, HCFC 134a เป็นต้นเนื่องจากสารทำความเย็นที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเป็นสารที่ทำลายโอโซนและสร้างภาวะเรือนกระจกในบรรยากาศทำให้ชื่อเสียงและภาพพจน์ของสารทำความเย็นเสียหายถูกต่อต้านในการนำมาใช้งานชื่อของ FREON ซึ่งเคยเป็นตัวแทนของสารทำความเย็นจึงได้รับผลกระทบอย่างสูงสุดปัจจุบันบริษัท DuPont ซึ่งเป็นผู้นำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้านสารทำความเย็นชนิดใหม่ๆออกมาทดแทนสารเดิมที่ทำลายสิ่งแวดล้อมดังกล่าวจึงทำการเปลี่ยนแปลงชื่อทางการค้าของสารทำความเย็นจาก Freon เป็น Suva แทน ดังนั้น ต่อไปชื่อของ Freon จะลดความนิยมและความสำคัญลงแต่จะมีสารทำความเย็น Suva เข้ามามีบทบาทในงานด้านสารทำความเย็นแทน

2.7.2 คุณสมบัติของสารทำความเย็น [11]

2.7.2.1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ (Physical Properties)

1) ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูง เพื่อช่วยลดอัตราการไหลของน้ำยาในระบบ ทำให้ขนาดของอุปกรณ์เล็ก น้ำหนักเบา ใช้พลังงานขับน้อยลง

2) ความหนาแน่นสูง ทำให้ลดขนาดและน้ำหนักของอุปกรณ์ในระบบได้

3) จุดแข็งตัวต่ำ เพื่อไม่ให้น้ำยาแข็งตัวขณะทำงาน

4) รวมตัวกับน้ำมันหล่อลื่นได้ เพื่อให้สามารถพาน้ำมันหล่อลื่นกลับมาหล่อลื่นที่คอมเพรสเซอร์

5) มีความต้านทานไฟฟ้าสูง เพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรผ่านน้ำยาขณะทำงานโดยเฉพาะเมื่อใช้กับคอมเพรสเซอร์ชนิดหุ้มปิด

6) ค่าความดันเพื่อการควบแน่นต่ำ ทำให้ขนาดและน้ำหนักของอุปกรณ์ลดลงโอกาสที่น้ำยารั่วออกจากระบบน้อยลง และลดอันตรายที่เกิดขึ้นเนื่องจากความดันสูงในระบบ

2.7.2.2 คุณสมบัติทางเคมี (Chemical Properties) ได้แก่

1) มีโครงสร้างทางเคมีมั่นคง คือ สามารถทำงานได้ภายใต้อุณหภูมิและความดันปกติในระบบโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพ

2) ไม่ติดไฟหรือไม่มีการระเบิดทั้งในสภาวะที่เป็นของเหลว เป็นไอ หรือเมื่อผสมกับน้ำมันหล่อลื่น

3) ไม่ทำปฏิกิริยาหรือเกิดการกัดกร่อนในอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในระบบ เช่น ยางพลาสติก เหล็ก ทองเหลือง ทองแดง อะลูมิเนียม เป็นต้น

4) ไม่เป็นพิษ หรือไม่มีอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ หรือสิ่งแวดล้อมใด ๆ เช่น มีค่า OPDและ GWP ต่ำ

5) เมื่อเกิดการรั่ว ไม่ทำให้รส กลิ่น สีของอาหารและน้ำดื่มเปลี่ยนแปลงหรือเป็นอันตราย คุณสมบัติอื่นๆ ที่ควรพิจารณา คือ ราคาถูก ค่าการบำรุงรักษาต่ำ ง่ายต่อการควบคุมด้านความปลอดภัยและไม่มีผลกระทบต่อปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

2.7.3 ประเภทของสารทำความเย็น

2.7.3.1 แบ่งตามระดับการทำลายโอโซนในบรรยากาศสารทำความเย็นแบ่งตามระดับการทำลายโอโซนในบรรยากาศได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1) สาร CFC (Chlorofluorocarbon) คือ สารทำความเย็นที่มีคลอรีน ซึ่งเป็นตัวทำลายโอโซน (Ozone – O_3) ในบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ (Stratospheric) เช่น R-11, R-12 ซึ่งมีค่าระดับการทำลายโอโซน (ODP = 1)

2) สาร HCFC (Hydro Chlorofluorocarbon) คือสารทำความเย็นที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบเช่นเดียวกับกลุ่ม CFC แต่มีไฮโดรเจนเป็นส่วนประกอบเพิ่มเติม ทำให้ HCFCสลายตัวได้รวดเร็วกว่าสาร CFC แต่ยังคงมีส่วนในการทำลายโอโซนในบรรยากาศบ้าง เช่น R – 22 (ค่า OPD = 0.055)

3) สาร HFC (Hydro Fluorocarbon) คือ สารทำความเย็นที่ไม่มีส่วนประกอบของคลอรีนจึงไม่ทำลายโอโซนในบรรยากาศเลย เช่น R – 134a (ค่า OPD = 0)

ตารางที่ 2.3 แสดงการจัดกลุ่มของสารทำความเย็นตามระดับการทำลายโอโซน

Refrigerants		
CFC's	**HCFC's**	**HFC's**
R12	R-22	R-134a
R13	R-123	R-143a
R-500	R-124	R-404A
R-502	R-401A	R-407A
R-503	R-401B	R-407C
R-113	R-402A	R-410A
R-114	R-402B	R-125
R-115	R-403B	R-507
	R-406A	R-32
	R-408A	R-23
	R-409A	
	R-69L	

2.7.3.2 แบ่งตามระดับความปลอดภัย สารทำความเย็นแบ่งตามระดับความปลอดภัยได้ดังนี้

1) ความเป็นพิษ (Toxicity) จัดระบบความเป็นพิษของสารทำความเย็นเป็น 2 ระดับ คือ

Class A = ระดับความเป็นพิษต่ำ (Low toxicity)

Class B = ระดับความเป็นพิษสูง (High toxicity)

2) ความสามารถในการติดไฟ (Flammability) จัดระดับความสามารถในการติดไฟของสารทำความเย็นออกเป็น 3 กลุ่ม เมื่อนำไปใช้งาน คือ

Group 1 = ไม่ติดไฟ (No Flammability)

Group 2 = ติดไฟได้ (Low Flammability)

Group 3 = ติดไฟได้ง่าย (High Flammability)

เมื่อนำค่าความเป็นพิษและความสามารถในการติดไฟมาจัดรวมเป็นระดับความปลอดภัยของสารทำความเย็น จะจัดเป็นระดับ A1 , A2 , A3 , B1 , B2 และ B3 ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงการจัดกลุ่มของสารทำความเย็นตามระดับความปลอดภัย

Safety Group

3 Higher Flammability	A3	R – 600a (Isobutane) R – 290 (Propane)	B3	R – 1140 (Vinyl chloride)
2 Lower Flammability	A2	HFC – 32 HFC – 143a HFC – 152a	B2	R- 717 (Ammonia)
1 No Flame Propagation	A1	CFC – 11 CFC – 12 HCFC – 22 HFC – 125 HFC – 134a	B1	HCFC – 123
	A	Lower Toxicity	B	Higher Toxicity

Increasing Toxicity

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าระดับความปลอดภัยของสารทำความเย็นชนิดต่าง ๆ

Refrigerant Number	Chemical Formula	Safety Group	
		Old	New
10	CCl4	2	B1
11	CCl3F	1	A1
12	CCl2F2	1	A1
13	CClF3	1	A1
13B1	CBrF3	1	A1
14	CF4	1	A1
21	CHCl2F	2	B1
22	CHClF2	1	A1
30	CH2Cl2	2	B2
40	CH3Cl2	2	B2
50	CH3Cl	3a	A3
113	CH4	1	A1
114	CCl2FCClF2	1	A1
115	CClF2FCClF2	1	A1
123	CHCl2CF3		B1
134a	CH2FCF3		A1
142b	CH3CClF2	3b	A2
152a	CH3CHF2	3b	A2
170	CH3CH3	3a	A3
290	CH3CH2CH3	3a	A3
C318	C4F8	1	A1
400	R-12/114	1	A1/A1
500	R-12/152a	1	A1
501	R-22/12	1	A1
502	R-22/115	1	A1
600	CH3CH2CH2CH3	3a	A3
600a	CH(CH3)3	3a	A3
611	HCOOCH3	2	B2
702	H2		A3
704	He		A1
717	NH3	2	B2
718	H2O		A1
720	Ne		A1
728	N2		A1
740	Ar		A1
744	CO2-	1	A1
764	SO2	2	B1
1140	CH2=CHCl		B3
1150	CH2=Ch2	3a	A3
1270	CH3CH=CH2	3a	A3

2.7.3.3 แบ่งตามระดับความดัน สารทำความเย็นแบ่งตามระดับความดันได้ 3 ระดับ ดังนี้

1) สารทำความเย็นความดันต่ำ (Low Pressure) คือ สารทำความเย็นที่มีจุดเดือดสูกว่า+100°C (+500 °F) ที่ความดันบรรยากาศ เช่น CFC – 11, CFC – 113, HCFC – 123เป็นต้น

2) สารทำความเย็นความดันสูง (High Pressure) คือ สารทำความเย็นที่มีจุดเดือดระหว่าง -500°C ถึง +100C (-580°F ถึง + 500°F) เช่น CFC – 12, CFC – 114, CFC – 500, CFC –502, HCFC – 22, HFC – 134a เป็นต้น

3) สารทำความเย็นความดันสูงมาก (Very High Pressure) คือ สารทำความเย็นที่มีจุดเดือดต่ำกว่า – 500°C (- 580°F) เช่น CFC – 13, CFC – 503 เป็นต้น

2.7.4 การพัฒนาและการเลือกใช้สารทำความเย็น

2.7.4.1 การพัฒนาสารทำความเย็นฟลูออโรคาร์บอน (Development Of Fluorocarbons) สารทำความเย็นกลุ่มแรกที่นำมาใช้ในระบบทำความเย็นคือ แอมโมเนีย NH_3(R-717) และคาร์บอนไดออกไซด์ CO_2 (R-744) ซึ่งเป็นสารทำความเย็นกลุ่มนินทรีย์สาร ต่อมาความต้องการในการใช้ระบบทำความเย็นมีการขยายตัวมากขึ้น จึงต้องการสารทำความเย็นที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ ดีขึ้น เช่น มีความปลอดภัยสูงขึ้น มีความสามารถในการทำความเย็นดีขึ้น จึงได้มีการพัฒนาสารทำความเย็นกลุ่มฟลูออโรคาร์บอน เช่น ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วไป คือ R – 11, R – 12, R – 22, R – 134a เป็นต้น โดยสารทำความเย็นดังกล่าวได้จากการสังเคราะห์โมเลกุลของมีเทน (Methane –CH4) และอีเทน (Ethane –C_2H_6)

ข้อสังเกต การได้มาของสารทำความเย็น R – 22, R – 11 และ R – 12 ซึ่งเป็นสารทำความเย็นกลุ่มมีเทนนั้น เริ่มพิจารณาจากโมเลกุลของมีเทนซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน (C) 1 อะตอมและไฮโดรเจน (H) 4 อะตอมR – 22 (Monochlorodifluoromethane - $CHClF_2$) ได้จากการเปลี่ยนไฮโดรเจน จำนวน 3 อะตอมด้วย คลอรีน (Cl) จะได้เป็น R – 20 (Chloroform – $CHCl_3$) เมื่ออะตอมของคลอรีนถูกเปลี่ยนเป็นอะตอมของฟลูออรีน (F) จำนวน 2 อะตอม จะได้สารทำความเย็น R – 22 ซึ่งเป็นสาร HCFC นิยมใช้ในเครื่องปรับอากาศทั่วไป

รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะของถังของสารทำความเย็น R – 22

คลอรีน ซึ่งจะได้เป็น R- 10 (Carbontertrachloride – CCl_4) เมื่ออะตอมของคลอรีนถูกเปลี่ยนเป็นอะตอมของฟลูโอรีน จำนวน 1 อะตอม ผลที่ได้จะเป็น R – 11 ซึ่งเป็นสาร CFC ที่นิยมใช้ในระบบปรับอากาศความดันต่ำทั่วไปR – 12 (Dichlorodifluoromethane – CCl_2F_2) ได้จากการเปลี่ยน R – 10 โดยแทนที่คลอรีนด้วยฟลูออรีน จำนวน 2 อะตอม ผลที่ได้จะเป็น R – 12 ซึ่งเป็นสาร CFC ที่นิยมใช้ในตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศรถยนต์ทั่วไป

รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะของถังของสารทำความเย็น R – 12

R – 134a (Tetrafluoroethane – CF_3CH_2F) เป็นสารทำความเย็นกลุ่มอีเทน ซึ่งโมเลกุลของเลขอีเทนและประกอบด้วยคาร์บอน 2 อะตอม และไฮโดรเจน 6 อะตอม เมื่อเปลี่ยนไฮโดรเจนด้วยฟลูออรีนจำนวน 4 อะตอมจะได้เป็น R – 134a ซึ่งเป็นสาร HFC เป็นสารทำความเย็นที่ถูกพัฒนามาใช้แทนสาร CFC

รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะของถังของสารทำความเย็น R – 134a

2.7.5 การเลือกใช้สารทำความเย็น

R – 717 (Ammonia – NH_3) เป็นสารทำความเย็นชนิดเดียวที่ไม่อยู่ในกลุ่มฟลูออโรคาร์บอนแต่นิยมใช้แพร่หลาย มีจุดเดือด-28˚F (-33.3˚C) ที่ความดันบรรยากาศ แอมโมเนียจัดเป็นสารพิษและมีความสามารถติดไฟได้ มีระดับความปลอดภัย B2 แอมโมเนียมีความสามารถในการทำความเย็น (Refrigerating Effect) สูง จึงนิยมใช้กับระบบทำความเย็นขนาดใหญ่ แอมโมเนียเมื่อรวมตัวกับน้ำหรือความชื้นจะกัดกร่อนโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Nonferrous Metals) เช่น ทองเหลือง ทองแดง แอมโมเนีย ไม่รวมตัวกับน้ำมันหล่อลื่น ในกรณีที่เกิดการรั่วจึงไม่มีผลต่อระดับของน้ำมันหล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์

R – 11 (CCl_3F) เป็นสารทำความเย็นกลุ่มฟลูออโรคาร์บอน มีจุดเดือด 74.70˚F (23.70˚C) ที่ความดันบรรยากาศ สามารถทำงานได้ที่ความดันต่ำมาก คือ ความดันด้านต่ำจะต่ำกว่าด้านความดันบรรยากาศ เมื่อเกิดการรั่วในระบบจะทำให้ความดันในระบบสูงขึ้นเนื่องจากมีอากาศเข้าไปในระบบ นิยมใช้กับระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ใช้คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ใช้เป็นสารสำหรับล้างระบบเมื่อคอมเพรสเซอร์ไหม้ ไม่กัดกร่อนโลหะ ไม่เป็นพิษ และไม่ติดไฟ มีระดับความปลอดภัย A1

R – 12 (CCl_2F_2) เป็นสารทำความเย็นที่นิยมใช้กันมากที่สุด ผลิตขึ้นเพื่อจำหน่ายโดยบริษัทดูปองก์ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2473 (ค.ศ.1930) เนื่องจากเป็นสารที่มีความปลอดภัย ไม่ติดไฟ มีระดับความปลอดภัย A1 แต่ห้ามสารทำความเย็น R – 12 สัมผัสกับเปลวไฟ เพราะจะกลายเป็นสารพิษได้ มีจุดเดือด -21.60˚F(-29.80˚C) ที่ความดันบรรยากาศ ใช้งานได้ทั้งระบบที่มีอุณหภูมิสูง ปานกลาง และต่ำ R – 12 รวมตัวกับน้ำมันหล่อลื่นได้ดีในทุกสภาวะ ทำให้ไม่มีปัญหาในเรื่องน้ำมันหล่อลื่นค้างในระบบ สารทำความเย็นสามารถพาน้ำมันหล่อลื่นกลับคอมเพรสเซอร์ได้ดี โดยเฉพาะจะไม่มีฟิล์มน้ำมันจับเคลือบที่ผิวท่อ ทำให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนดี R-12 มีอัตราการทำความเย็นต่ำจึงมีขนาดของอุปกรณ์ใหญ่กว่า แต่มีข้อดีคือทำงานได้ที่ความดันต่ำ นิยมใช้ทั่วไป เช่น ตู้เย็น ตู้แช่ เครื่องปรับอากาศรถยนต์ เป็นต้น

R – 22 ($CHCIF_2$) เป็นสารกลุ่มฟลูออโรคาร์บอน มีค่าความปลอดภัยระดับ A1 มีจุดเดือด -41.40˚F (-40.80˚C) ที่ความดันบรรยากาศ เมื่อเทียบกับ R-12 แล้ว R-22 จะทำงานที่ความดันสูงกว่าแต่ใช้คอมเพรสเซอร์ที่มีขนาดเล็กกว่า เพราะมีปริมาตรจำเพาะน้อยกว่า R – 22 สามารถรวมกับน้ำมันหล่อลื่นได้ แต่จะแยกตัวออกที่อุณหภูมิต่ำเมื่ออยู่ในเครื่องระเหย ใช้กับเครื่องทำความเย็น เครื่องปรับอากาศทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ทั่วไป

R – 134a (CF_3CH_2F) เป็นสารกลุ่มฟลูออโรคาร์บอน มีค่าความปลอดภัยระดับ A1 มีจุดเดือด – 15.00˚F (-26.20˚C) ที่ความดันบรรยากาศ เป็นสารทำความเย็นที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้แทน R –12 ซึ่งได้ถูกยกเลิกการผลิตตามข้อบังคับของพิธีสารมอนทรีออล R – 134a มีคุณสมบัติในการรวมตัวกับน้ำได้ดี (Water Solubility) จึงมีโอกาสที่จะเกิดน้ำแยกตัวออกจากสารทำความเย็นไปเป็นน้ำแข็งอุดตันลิ้นลดความดันได้ และเนื่องจากไม่สามารถรวมตัวกับสารหล่อลื่นชนิด Mineral Oils ได้ จึงต้องใช้สารหล่อลื่นชนิดพิเศษคือ Polyol Ester (POE) และเนื่องจาก POE เป็นสารหล่อลื่นที่มีความสามารถในการดูดความชื้นสูง จึงต้องระวังอย่าให้มีโอกาสสัมผัสกับอากาศ ปัจจุบันเครื่องปรับอากาศรถยนต์และตู้เย็นที่ผลิตใหม่ถูกบังคับให้เปลี่ยนมาใช้ R-134a แทน R-12 ทั้งหมด

2.7.6 สารหล่อลื่น (lubricants)

สารหล่อลื่นที่ใช้ในระบบทำความเย็นเพื่อการหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์มีคุณสมบัติพื้นฐานที่ต้องการคือ ไม่มีส่วนผสมของไข (Wax Free) เพื่อป้องกันการแข็งตัวอุดตันในระบบเมื่อสัมผัสกับช่วงอุณหภูมิต่ำ ไม่เป็นสื่อไฟฟ้า และสามารถรวมตัวกับสารทำความเย็นได้ดีในทุกสภาวะ เพื่อป้องกันการแยกตัวออกจากสารทำความเย็นและตกค้างอยู่ในอุปกรณ์ต่าง ๆ แบ่งออกตามพื้นฐานที่ได้มาเป็น 2 กลุ่ม คือ

2.7.6.1 กลุ่มที่ได้จากกรรมวิธีแยกกลั่นจากน้ำมันดิบ (Napthnetic or Paraffinic Based) คือ Mineral oil (MO) ซึ่งใช้กับสารทำความเย็นที่ใช้ในปัจจุบันทั่วไป แต่ไม่สามารถใช้ได้กับสารทำความเย็นกลุ่ม HFC เช่น R – 134a เนื่องจาก MO ไม่สามารถรวมตัวกับสาร HFC ได้

2.7.6.2 กลุ่มที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี (synthetic based) ได้แก่ สารหล่อลื่นชนิด Alkyl Benzene (AB) Polyol Ester (POE), Poly Alkylene Glycol (PAG) ซึ่ง AB หรือ POE นั้น อาจจะใช้งานโดยอิสระ เช่น POE ซึ่งนำไปใช้หล่อลื่นระบบที่ใช้สารทำความเย็น HFC เช่น R – 134a , R-507 , R-404A หรืออาจนำไปผสมกับ MO เพื่อใช้กับสาร HCFC เช่น R – 401A , R- 401B , R –402A เป็นต้น การใช้สารหล่อลื่นชนิด POE มีข้อควรระวังเนื่องจาก POE มีความสามารถในการดูดความชื้น (Hygroscopic) สูงมาก จึงต้องระวังไม่ให้มีโอกาสสัมผัสกับอากาศหรือความชื้นได้

ตารางที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการเลือกใช้สารหล่อลื่นให้เหมาะสมกับสารทำความเย็น

Refrigerant	Lubricant Type			
	Mineral oil (MO)	Alkylbenzene (AB)	MO/AB blend (MO/AB)	Polyol ester (POE)
CFC – 12	P	A	A	A
CFC- 502	A	P	P	A
HCFC – 408A	A	P	P	A
HCFC – 409A	A	P	P	A
HCFC – 22	P	A	A	A
HFC – 134a	NC	NC	NC	P
HFC – 404A	NC	NC	NC	P
HFC – 407C	NC	NC	NC	P
HFC – 410A	NC	NC	NC	P

ความหมาย A = ยอมให้ใช้ได้ (Acceptable Alternative)

P = เหมาะสมที่สุดควรเลือกใช้ (Preferred Lubricant Choice)

NC = ไม่สามารถใช้ได้เพราะสารทำความเย็นและสารหล่อลื่น ไม่สามารถเข้ากันได้ (Not Compatible)

ตัวอย่างสารหล่อลื่นที่มีการผลิตเพื่อจำหน่าย

MO : Suniso 3 GS, Texaco WF32, Shell Clavus 68

AB : Zerice S68, Zerol 150

POE : Mobil Arctic EAL 22, Castrol Lecematic SW3

MO/AB blends : Shell SD, Shell MS 2212