

เครื่องทำความเย็น และเครื่องปรับอากาศ

... (ภาคทฤษฎี)

โดย
สุธิกานต์ วงษ์เสถียร



บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด

SKYBOOK COMPANY LIMITED

215/275-8 อ.สีลม-เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทร. 0-2558-1125-7, 0-2547-8119 โทรสาร. 0-2547-8005

e-mail: sales@skybook.co.th

www.skybook.co.th

“เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ (ภาคทฤษฎี)”

พิมพ์ครั้งที่ 1 สิงหาคม 2548

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย

ห้ามคัดลอกโดยไม่ได้รับอนุญาต

หรือวิธีใด

อนุญาต

จากบริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

สุทธินันท์ วงษ์ไสถ์

เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ (ภาคทฤษฎี) — ปทุมธานี : สกายบุ๊กส์, 2548.
588 หน้า

1. เครื่องทำความเย็น 2. เครื่องปรับอากาศ I. ชื่อเรื่อง

621.57

ISBN: 974-389-558-2

S7901-30-08-05

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย



บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด
SKYBOOK COMPANY LIMITED
815/270-8 อ.สีดา-อุบลราชธานี 21130
โทร. 0-2868-1125-7, 0-2567-6119 โทรสาร. 0-2567-6106
e-mail: sales@skybook.co.th

www.skybook.co.th

พิมพ์ที่ บริษัท พี.เอ็ม.เค. แอนด์ สกายพริ้นท์ จำกัด

โทรศัพท์ : 0-2812-1484, 0-2812-2265

คำนำ

หนังสือเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ (ภาคทฤษฎี) ฉบับนี้ นำเสนอเกี่ยวกับหลักการทำงานของระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ การบริการ และการซ่อมบำรุง เพื่อให้ผู้ที่มีความรู้ในเชิงทฤษฎี และการปฏิบัติงานอย่างถูกต้อง ปลอดภัย และรักษาสีงแวดล้อม

การทำงานของเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศในระดับปฏิบัติการเป็น การใช้ความรู้และทักษะทั้งสาขาวิชาเครื่องกลและสาขาวิชาไฟฟ้า เนื้อหาภายในประกอบไปด้วยความรู้ด้านเครื่องกลและด้านไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศตามหลักสูตร ปวช., ปวส. และปริญญาตรี พร้อมด้วยแบบฝึกหัดทบทวนทุกบทเพื่อทบทวนความจำ เหมาะสำหรับการใช้ในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และประกอบการศึกษาในวิชาเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ

คุณความดีที่เกิดจากหนังสือเล่มนี้ขอมอบแด่บิดามารดา คณาจารย์วิทยาลัยเทคนิค ลพบุรี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี และอาจารย์วีระ เสรมาญ และคาดหวังว่าหนังสือเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ ฉบับนี้ จะสามารถช่วยให้นักศึกษาและผู้สนใจได้รับความรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

สุธิกานต์ วงษ์เสถียร

สารบัญ

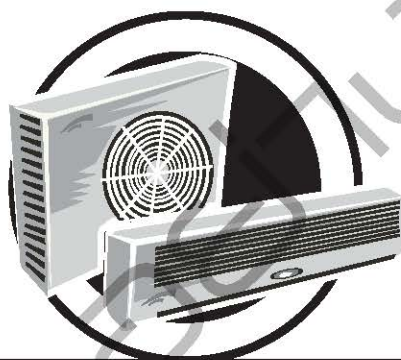
ภาค 1 : ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ	7
บทที่ 1 ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ	8
1.1 ส่วนประกอบและการทำงานของระบบแบบอัดไอ	8
1.2 คอมเพรสเซอร์	13
1.3 คอนเดนเซอร์	19
1.4 อีวैปอเรเตอร์	24
1.5 มิเตอร์ริงดีไวซ์	28
1.6 สารทำความเย็น	35
แบบฝึกหัดทบทวน	39
ภาค 2 : ท่อและอุปกรณ์ประกอบ	43
บทที่ 2 ท่อสารทำความเย็น	44
2.1 ชนิดของท่อสารทำความเย็น	44
2.2 งานท่อทองแดงและเครื่องมือ	48
แบบฝึกหัดทบทวน	78
บทที่ 3 การเชื่อมต่อท่อในระบบเครื่องทำความเย็น	81
3.1 ชุดเชื่อมก๊าซ	81
3.2 การใช้ชุดเชื่อมก๊าซ	91
3.3 การเชื่อมท่อทองแดง	94
แบบฝึกหัดทบทวน	101
ภาค 3 : มอเตอร์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ควบคุมและป้องกัน	103
บทที่ 4 มอเตอร์ไฟฟ้าในงานเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ	104
4.1 องค์ประกอบในการเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	106
4.2 ส่วนประกอบและหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	113



4.3	มอเตอร์สปลิทเฟส	119
4.4	มอเตอร์คาปาซิเตอร์	125
4.5	มอเตอร์เซดเดดโพล	132
4.6	มอเตอร์หลายความเร็ว	135
4.7	มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสแบบกรงกระรอก	147
4.8	มอเตอร์คอมเพรสเซอร์	149
4.9	รีเลย์เริ่มหมุน	162
	แบบฝึกหัดทบทวน	162
บทที่ 5	อุปกรณ์ควบคุมการทำงานและอุปกรณ์ป้องกันระบบ	188
5.1	คอนแทกเตอร์	188
5.2	โอเวอร์โหลด	199
5.3	เทอร์โมสตัท	208
5.4	สวิตช์ความดัน	222
5.5	สวิตช์ซีเลกเตอร์	234
	แบบฝึกหัดทบทวน	243
ภาค 4 : ความรู้เบื้องต้นของงานบริการ		247
บทที่ 6	ความรู้เบื้องต้นของงานบริการ	248
6.1	เกจแมนนิโฟลด์	248
6.2	วาล์วบริการ	260
6.3	หลักการปฏิบัติงานบริการ	265
	แบบฝึกหัดทบทวน	271
บทที่ 7	การทดสอบร้วระบบ	274
7.1	การทดสอบร้วด้วยความดันในระบบ	274
7.2	เครื่องมือทดสอบร้วเครื่องทำความเย็น	280
	แบบฝึกหัดทบทวน	285
บทที่ 8	ผลของอากาศที่ตกค้างในระบบและการทำสุญญากาศ	287
8.1	อากาศ ความชื้น และกรดในระบบการทำความเย็น	287
8.2	หลักการทำสุญญากาศของระบบเครื่องทำความเย็น	293
8.3	เครื่องทำสุญญากาศ	299
8.4	วิธีการทำสุญญากาศระบบการทำความเย็น	304
	แบบฝึกหัดทบทวน	311



บทที่ 9 การเติมสารทำความเย็น	315
9.1 การเติมสารทำความเย็นสถานะของเหลว	315
9.2 การเติมสารทำความเย็นสถานะไอ	322
แบบฝึกหัดทบทวน	335
บทที่ 10 งานบริการทางกลในระบบการทำความเย็น	339
10.1 การถ่ายสารทำความเย็นออกจากระบบ	340
10.2 การถ่ายคืน การฟื้นฟูสภาพ และการนำ สารทำความเย็นกลับมาใช้ใหม่	345
10.3 การล้างระบบจากการไหม้ของขดลวดคอมเพรสเซอร์	361
10.4 การปั๊มดาวนระบบการทำความเย็น	366
10.5 การเลือกใช้และการเติมน้ำมันคอมเพรสเซอร์	369
10.6 การทดสอบกำลังดูดและกำลังอัดของคอมเพรสเซอร์	376
10.7 การเก็บรักษาคอมเพรสเซอร์	378
แบบฝึกหัดทบทวน	381
ภาค 5 : เครื่องทำความเย็น และเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก	384
บทที่ 11 เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศสำหรับที่พักอาศัย อาคารสำนักงาน และอาคารทั่วไป.....	385
11.1 ตู้เย็น	385
11.2 ตู้แช่	402
11.3 ตู้น้ำเย็น	410
11.4 การปรับอากาศ	417
11.5 เครื่องปรับอากาศหน้าต่าง	430
11.6 เครื่องปรับอากาศแยกส่วน	440
11.7 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศแยกส่วน	452
11.8 การบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ	489
11.9 การหาความสามารถของระบบขนาดเล็กอย่างง่าย	507
11.10 การประมาณขนาดเครื่องปรับอากาศ	544
แบบฝึกหัดทบทวน	567
ภาคผนวก	572
บรรณานุกรม	587



ภาคที่ 1

ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ



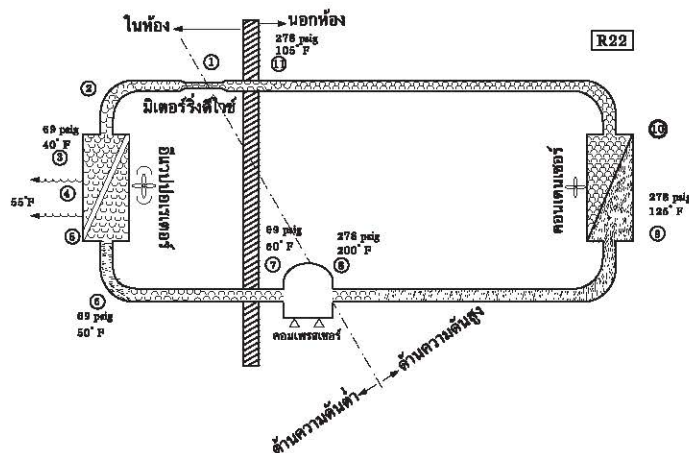
บทที่ 1

ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ

การถ่ายเทความร้อนจากพื้นที่ที่ต้องการลดอุณหภูมิออกไปทิ้งภายนอก นี่คือการทำความเย็น (Refrigeration) ซึ่งวิธีการของการทำความเย็นนั้นมีอยู่หลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นระบบแบบอัดไอ (Compression Refrigeration) ที่ใช้คอมเพรสเซอร์เป็นส่วนประกอบหลัก นอกจากนี้ยังมีระบบการทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption Refrigeration) ระบบการทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric Refrigeration) ระบบการทำความเย็นท่ออากาศไหลวน (Vortex Tube Refrigeration) และการทำความเย็นแบบ Steam Jet Cooling System เป็นต้น จากวิธีการทำความเย็นที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ เป็นวิธีที่ใช้แพร่หลายที่สุด

1.1 ส่วนประกอบ และการทำงานของระบบแบบอัดไอ

ส่วนประกอบของระบบ หรือเรียกว่าเป็นส่วนประกอบทางกล มักจะออกแบบมาภายใต้เงื่อนไขเฉพาะอย่าง ความหมายก็คือ ส่วนประกอบของระบบหนึ่งจะนำไปใช้กับอีกระบบหนึ่งที่มีเงื่อนไขการทำงานต่างกันไม่ได้ เช่น คอมเพรสเซอร์ทำงานที่อุณหภูมิต่ำไม่สามารถที่จะนำไปใช้กับระบบที่ใช้อุณหภูมิสูงได้ เป็นต้น



รูปที่ 1.1 ระบบทางกลของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ใช้สารทำความเย็น R-22



รูปที่ 1.1 เป็นตัวอย่างของระบบการทำความเย็นทางกลของเครื่องปรับอากาศ โดยส่วนที่อยู่นอกห้อง ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ซึ่งมีท่อต่อไปยัง คอนเดนเซอร์ (Condenser) ด้วยท่อที่มีชื่อว่าท่ออัด (Discharge Line) ส่วนท่อที่ออกจาก คอนเดนเซอร์เป็น ท่อสารทำความเย็นเหลว (Liquid Line) หรือท่อของเหลว ท่อของเหลว จะเดินต่อไปยังส่วนที่อยู่ภายในห้อง ผ่านอุปกรณ์ควบคุมสารทำความเย็น (Metering Device) และเข้าสู่ส่วนที่เกิดความเย็น เรียกว่า อีแวปอเรเตอร์ (Evaporator) ท่อที่ออกจาก อีแวปอเรเตอร์ เพื่อให้ครบวงจรที่คอมเพรสเซอร์ เรียกว่า ท่อดูด (Suction Line) โดยภายใน ระบบข้างต้นดังกล่าวจะมีตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนไหลเวียนอยู่ภายใน ซึ่งเรียกว่า สารทำความเย็น (Refrigerant) เมื่อพิจารณาโครงสร้างทางกลของระบบจะพบว่าระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่ภายในห้องซึ่งต้องการความเย็น จะประกอบด้วยอีแวปอเรเตอร์ และมิเตอร์ริงดีไวซ์ เรียกว่า ด้านความดันต่ำ และส่วนที่อยู่นอกห้องจะมีคอนเดนเซอร์ และคอมเพรสเซอร์ หรือด้านความดันสูง โดยการทำงานของระบบ อธิบายดังรูปที่ 1.1 ดังนี้

ตำแหน่งที่ 1 สารทำความเย็นเหลวหลังจากผ่านมิเตอร์ริงดีไวซ์ส่วนหนึ่งจะระเหย เป็นไอไปในทันที ซึ่งเรียกว่า Flash Gas จะมีจำนวนประมาณ 25% ส่วนที่เหลืออีก 75% จะเป็นสารทำความเย็นเหลว โดยจะถูกลดความดันเป็นความดันต่ำที่ 69 psig

ตำแหน่งที่ 2 จากลักษณะสมบัติของสารทำความเย็น R-22 ที่ความดัน 69 psig จะมีจุดเดือด 40°F ขณะที่อุณหภูมิรอบตัว 75°F (สูงกว่าจุดเดือด) ทำให้ส่วนที่เป็นของเหลว เริ่มเดือด โดยใช้ความร้อนจากภาระความเย็น (Cooling Load) ซึ่งจะเรียกว่า โหลดความร้อน

ตำแหน่งที่ 3 สารทำความเย็นเริ่มกลายเป็นไอเพิ่มขึ้น ในขณะที่ไหลต่อไปตามแรงดูดจากคอมเพรสเซอร์

ตำแหน่งที่ 4 ความร้อนจากโหลดจะถูกดึงไปโดยสารทำความเย็นมากขึ้น ทำให้อากาศภายในเริ่มมีความร้อนและอุณหภูมิลดลง จากรูปที่ 1.1 ที่อุณหภูมิประมาณ 55°F ณ จุดครึ่งทางของอีแวปอเรเตอร์ จำนวนสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวและไอ ประมาณ 50:50% โดยอยู่ที่ความดันเดิม (69 psig) และอยู่ที่อุณหภูมิอิ่มตัว (Saturation Temperature)

ตำแหน่งที่ 5 ระบบทางอุณหพลศาสตร์สารทำความเย็นจะกลายเป็นไออิ่มตัว (Saturated Vapor) ก่อนออกจากอีแวปอเรเตอร์ทั้งหมด และมีอุณหภูมิอยู่ที่จุดเดือด 40°F ภายใต้ความดันต่ำ (69 psig)



ตำแหน่งที่ 6 ภายในท่อดูดไอสารทำความเย็นที่จุดอิมตัว (40°F) ความดันต่ำ (69 psig) จะดูดรับความร้อน ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นที่ความดันเดิม จนกลายเป็นไอร้อนยิ่งยวด หรือไอซูเปอร์ฮีต (Super Heat Vapor) จากรูป 1.1 อุณหภูมิเพิ่มเป็น 50°F นั่นคือ เพิ่มจากจุดอิมตัวเป็นซูเปอร์ฮีต 10°F

ตำแหน่งที่ 7 ท่อดูดส่วนที่อยู่ภายนอกห้องจะมีอุณหภูมิรอบตัวสูงกว่าภายใน ไอซูเปอร์ฮีตอาจจะมีการดูดรับความร้อนเพิ่มเข้าไป เนื่องจากท่อสารทำความเย็นเป็นวัสดุที่ถ่ายเทความร้อนได้ดี เช่น ทองแดง นอกจากนั้นอุณหภูมิซูเปอร์ฮีตที่เพิ่มขึ้นยังขึ้นอยู่กับความยาวของท่อและลักษณะการติดตั้ง จากรูปที่ 1.1 ไอซูเปอร์ฮีตเพิ่มเป็น 60°F ที่ความดันต่ำ

ตำแหน่งที่ 8 ไอซูเปอร์ฮีตถูกเพิ่มความดันโดยคอมเพรสเซอร์ ส่งเข้าสู่ด้านความดันสูงของระบบ ผ่านท่ออัด (Discharge Line หรือ Hot Gas Line) จากรูปที่ 1.1 ความดันที่ท่ออัด 278 psig มีอุณหภูมิ 200°F เป็นไอซูเปอร์ฮีต (อุณหภูมิอิมตัวที่ความดัน 278 psig คือ 125°F) และเนื่องจากอากาศภายนอกมีอุณหภูมิ 95°F ทำให้ไอซูเปอร์ฮีตที่ท่ออัดคายความร้อนออก อุณหภูมิจึงลดลงไปอยู่ที่จุดอิมตัว โดยที่ความดันไม่เปลี่ยน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่สวนทางกับการเกิดซูเปอร์ฮีต เรียกว่า De Super Heat

ตำแหน่งที่ 9 ไอสารทำความเย็นเข้าสู่คอนเดนเซอร์ในสภาวะอิมตัวที่ความดัน 278 psig ซึ่งมีจุดเดือด 125°F ในขณะที่อุณหภูมิรอบตัวเท่ากับ 95°F ความร้อนจึงถูกคายออกจากสารทำความเย็น ทำให้ควบแน่นกลายเป็นสารทำความเย็นเหลวที่จุดอิมตัว และความดันเดิม โดยประสิทธิภาพของการควบแน่นขึ้นอยู่กับความดันของระบบด้านสูง อุณหภูมิ และตัวกลางถ่ายเทความร้อน

ตำแหน่งที่ 10 ที่ท่อทางออกของคอนเดนเซอร์ สารทำความเย็นจะกลายเป็นของเหลวอิมตัวทั้งหมด ซึ่งเรียกบริเวณนี้ว่า ท่อของเหลว (Liquid Line) เพื่อให้การดูดความร้อนจากโหลดของสารทำความเย็นในอีแวปอเรเตอร์ดีขึ้น ที่ท่อของเหลวจะต้องใช้ตัวกลางมาดึงความร้อนออกจากสารทำความเย็น จนอุณหภูมิต่ำกว่าจุดอิมตัว เรียกว่า ของเหลวเย็นยิ่ง หรือ ของเหลวซับคูล (Subcool Liquid) เรียกกระบวนการนี้ว่า Subcooling จากรูปที่ 1.1 ภายใต้ความดัน 278 psig ที่ท่อก่อนเข้ามิเตอร์ริงดีไวซ์ จะมีอุณหภูมิ 105°F ต่ำกว่าจุดอิมตัว คือ 125°F อยู่ 20°F

ตำแหน่งที่ 11 มิเตอร์ริงดีไวซ์ จะลดความดันสารทำความเย็นลง โดยเป็นการลดแบบทันทีทันใด ผลคือ สารทำความเย็นบางส่วนจะดึงความร้อนจากสารทำความเย็นด้วยกัน แล้วระเหยกายเป็นไอ เรียกไอนี้ว่า Flash Gas ระบบโดยทั่วไปจะออกแบบให้เกิด Flash Gas



ประมาณ 20 - 25% จึงเหลือส่วนที่เป็นของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำประมาณ 75 - 80% ที่จะไปดูดความร้อนจากโหลด รูปที่ 1.1 แสดงความดันหลังผ่านมิเตอร์ริงดีไวส์ 69 psig จุดเดือดอยู่ที่ 40°F ในขณะที่อุณหภูมิห้องเท่ากับ 75°F ความร้อนจากโหลดส่งถูกดึงไประเหยสารทำความเย็น ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของการถ่ายเทความร้อนจากอุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิต่ำ

กระบวนการของระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ สามารถแบ่งออกได้เป็น

1. การอัด (Compression) เป็นผลจากพลังงานทางกลจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ทำให้ความดันด้านต่ำถูกเพิ่มให้สูงขึ้น และอุณหภูมิซึ่งแปรผันตรงกับความดันก็จะเปลี่ยนไปด้วย จุดประสงค์ของการเพิ่มแรงดันก็เพื่อให้จุดเดือดสูงขึ้นมากกว่าอุณหภูมิรอบตัว เมื่อสารทำความเย็นเข้าสู่คอนเดนเซอร์ การควบแน่นก็จะเกิดขึ้นได้ง่าย

2. การควบแน่น (Condensation) เป็นการอาศัยตัวกลาง เช่น อากาศ น้ำหรือทั้งสองอย่างรวมกัน ดึงความร้อนออกจากไอสารทำความเย็นภายในคอนเดนเซอร์เพื่อให้เกิดการควบแน่น นั่นก็คือ อุณหภูมิของตัวกลางต่ำกว่าจุดอิ่มตัวของไอสารทำความเย็น จึงเกิดการถ่ายเทความร้อนขึ้น กระบวนการนี้จะทำให้ปริมาณความร้อน หรือ Enthalpy ของสารทำความเย็นลดลง สถานะเปลี่ยนจากไออิ่มตัว (Saturate Vapor) เป็นของเหลวอิ่มตัว (Saturate Liquid) ภายใต้ความดันที่คงที่

3. การลดความดัน หรือ การบีบ (Throttling) เป็นผลจากการลดความดันลงอย่างทันทีทันใดของมิเตอร์ริงดีไวส์ เพื่อให้จุดเดือดต่ำกว่าอุณหภูมิโหลด ความร้อนจากโหลดจึงจะถูกถ่ายเทไปเพื่อระเหยสารทำความเย็น แต่สารทำความเย็นที่เป็นของเหลวสำหรับดึงความร้อนจากโหลดจะเหลือเพียง 75 - 80% ของจำนวนที่ผ่านมิเตอร์ริงดีไวส์เท่านั้น ส่วนที่เหลือจะระเหยเป็น Flash Gas ไปก่อน

4. การระเหย (Evaporation) ผลจากอุณหภูมิลดลงของสารทำความเย็นจะต่ำกว่าอุณหภูมิของโหลด ความร้อนจะถูกดึงส่งมาเพื่อระเหยสารทำความเย็น กระบวนการนี้จะทำให้ปริมาณความร้อน หรือ Enthalpy ของสารทำความเย็นเพิ่มขึ้น และระเหยจากของเหลวอิ่มตัวเป็นไออิ่มตัว

นอกจากนี้ยังมีท่อสารทำความเย็นที่เชื่อมต่ออุปกรณ์หลักทั้งสี่ข้างต้น อีก 3 ท่อ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนของสารทำความเย็น และสมรรถนะของระบบ ได้แก่

1. ท่อดูด (Suction Line) เริ่มตั้งแต่ทางออกของอีแวปอเรเตอร์ สารทำความเย็นจะดูดความร้อนส่วนหนึ่ง ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นจากจุดอิ่มตัวกลายเป็นไอซูเปอร์ฮีต

กระบวนการไอซูเปอร์ฮีตจะสร้างความมั่นใจว่าสารทำความเย็นที่กำลังจะเข้าสู่คอมเพรสเซอร์เป็นไอทั้งหมด หรือหากความร้อนที่ดูดซับเพิ่มไม่มากพอ มีไออิ่มตัวผสมบ้าง

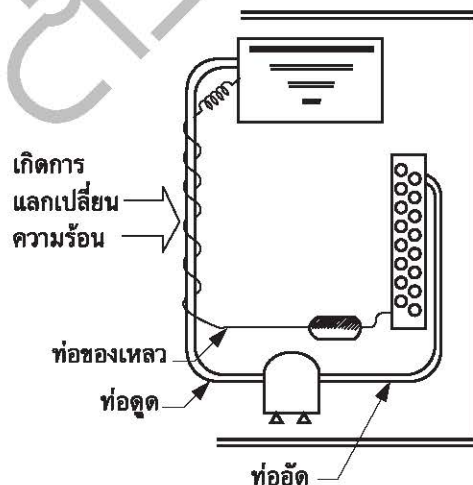


วาล์วดูดของคอมเพรสเซอร์ก็จะปลอดภัยจากการดูดของเหลว นอกจากนี้ยังทำให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchange) ซึ่งจะกล่าวต่อไป

2. ท่ออัด (Discharge Line) คอมเพรสเซอร์จะอัดไอสารทำความเย็นความดันสูงที่มีอุณหภูมิเป็นซูเปอร์ฮีตเข้าสู่ท่ออัด เพื่อพาไปควบแน่นความร้อนที่คอนเดนเซอร์ ซึ่งระหว่างท่ออัดนี้สารทำความเย็นจะมีการคายความร้อนรู้สึกออกส่วนหนึ่ง เพื่อลดอุณหภูมิจากจุดซูเปอร์ฮีตเป็นจุดอิ่มตัว เพื่อส่งไปควบแน่นที่คอนเดนเซอร์ต่อไป กระบวนการลดความร้อนจากจุดซูเปอร์ฮีตลงเรื่อย ๆ นี้เรียกว่า De-Super Heat

3. ท่อของเหลว (Liquid Line) เป็นท่อเชื่อมระหว่างคอนเดนเซอร์กับมิเตอร์ริงดิไวซ์ สารทำความเย็นที่ควบแน่นเป็นของเหลวอิ่มตัวจะผ่านท่อของเหลว โดยก่อนเข้าสู่มิเตอร์ริงดิไวซ์จะมีการดึงความร้อนรู้สึกส่วนหนึ่งออกจากของเหลวอิ่มตัว เพื่อให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดอิ่มตัว เรียกว่า การทำของเหลวเย็นยิ่ง (Subcool) และเรียกของเหลวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดอิ่มตัวว่า ของเหลวเย็นยิ่ง (Subcool Liquid)

การทำของเหลวเย็นยิ่ง จะทำให้ความร้อนจากไหลดถูกดูดมากขึ้น กล่าวคือ สารทำความเย็นซับคูลจะต้องดึงความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้อยู่ที่จุดอิ่มตัวก่อน แล้วจึงดึงความร้อนเพื่อระเหยต่อไป

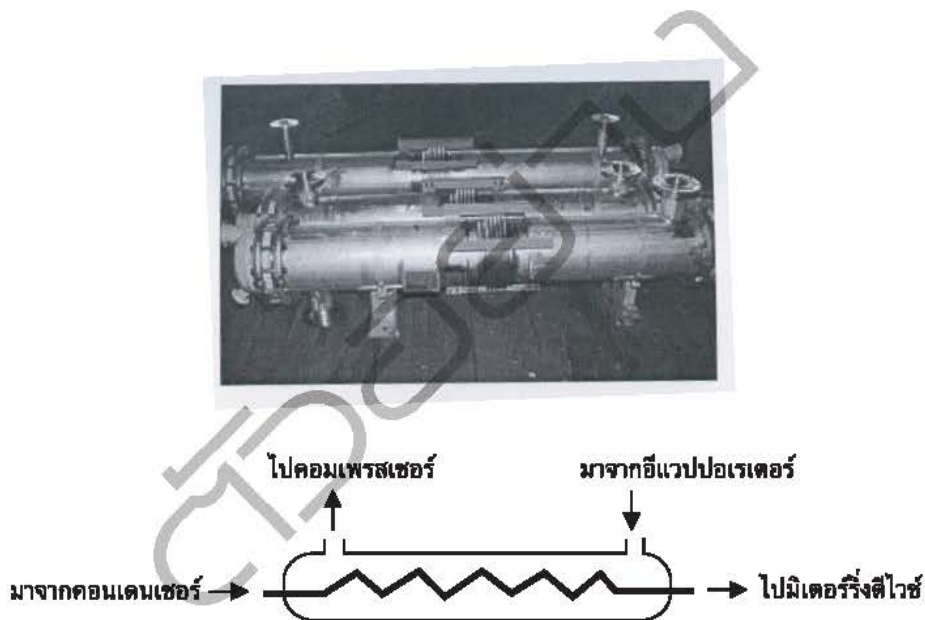


รูปที่ 1.2 การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างท่อดูดกับท่อของเหลว



สภาวะที่เกิดกับสารทำความเย็นที่ท่อดูด คือ การเพิ่มความร้อน เพื่อการทำ ชุบเปอร์ฮีต และท่อของเหลว คือ ต้องการลดความร้อน เพื่อการเป็นซับคูล ทำให้สามารถนำ ท่อทั้งสองมาสัมผัสกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนได้ ดังรูปที่ 1.2 เป็นการแลกเปลี่ยนความ ร้อนของตู้เย็น

สำหรับระบบที่ใหญ่มากขึ้นการแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถทำได้โดยใช้ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) ดังรูปที่ 1.3 จากรูปจะเห็นได้ว่าท่อภายใน เป็นส่วนของท่อดูดและท่อของเหลวนั่นเอง



รูปที่ 1.3 หลักการอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)

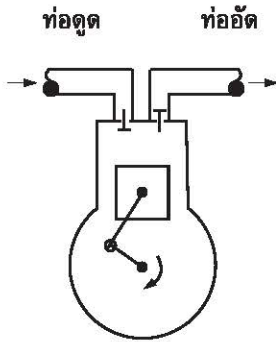
1.2 คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

คอมเพรสเซอร์มีหน้าที่ดูดไอสารทำความเย็นความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ แล้วเพิ่ม ความดันให้สูงขึ้น ซึ่งอุณหภูมิของสารทำความเย็นจะแปรผันตามไปด้วย โดยแรงจากการดูด อัดก็ส่งผลให้เกิดการไหลเวียนภายในระบบของสารทำความเย็นด้วยคอมเพรสเซอร์ ซึ่งแบ่ง เป็นชนิดต่าง ๆ ตามลักษณะการเพิ่มความดันของไอสารทำความเย็นได้หลายชนิด เช่น



คอมเพรสเซอร์ลูกสูบ

(Reciprocating Compressor)

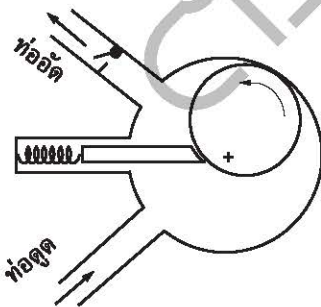


รูปที่ 1.4 การทำงานของคอมเพรสเซอร์ลูกสูบ

คอมเพรสเซอร์ชนิดนี้ การทำงานจะคล้ายกับลูกสูบของเครื่องยนต์ คือ จังหวะที่ลูกสูบเคลื่อนลง ความดันภายในกระบอกสูบจะลดลงเรื่อย ๆ จนต่ำกว่าความดันของระบบด้านต่ำ วาล์วดูดจะเปิดรับไอสารทำความเย็นเข้ามา และเมื่อลูกสูบเคลื่อนขึ้น ปริมาตรของสารทำความเย็นจะถูกอัดให้ลดลง แต่ความดันจะสูงขึ้นจนกระทั่งมากกว่าความดันของระบบด้านสูง วาล์วอัดจึงเปิดส่งสารทำความเย็นออกไป

คอมเพรสเซอร์โรตารี

(Rotary Compressor)

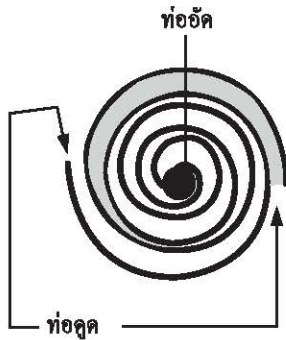


รูปที่ 1.5 การทำงานของคอมเพรสเซอร์โรตารี

คอมเพรสเซอร์ชนิดนี้ จะใช้หลักการดูดไอสารทำความเย็นเข้ามาในช่องว่าง แล้วบีบให้ปริมาตรลดลงเพื่อเพิ่มความดันเช่นเดียวกับแบบลูกสูบ โครงสร้างภายในกระบอกสูบจะมีทรงกระบอกเอียงศูนย์ ในขณะที่หมุนไปรอบจะแนบกับกระบอกสูบ ซึ่งเป็นส่วนที่รัดไอสารทำความเย็นไปยังท่ออัด



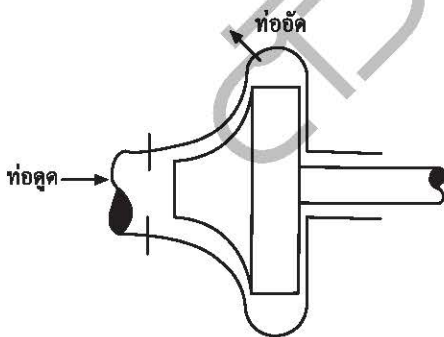
คอมเพรสเซอร์สกรอลล์ (Scroll Compressor)



รูปที่ 1.6 การทำงานของคอมเพรสเซอร์สกรอลล์

คอมเพรสเซอร์ชนิดนี้ ถูกพัฒนาขึ้นมา โดยมีโครงสร้างที่แตกต่างออกไปจาก 2 ชนิดแรก โดยมีส่วนที่อยู่กับที่ ซึ่งรูปร่างคล้ายกับเป็นคอยส์สปริง และส่วนเคลื่อนที่ที่มีลักษณะคล้ายกัน ทั้งสองส่วนต้องสัมผัสแนบสนิทกัน สารทำความเย็นจะถูกดูดเข้าไป โดยผลของการหมุนของส่วนเคลื่อนที่ ทำให้มีการบีบอัดปริมาตร ความดันจึงสูงขึ้น คอมเพรสเซอร์ชนิดนี้มีการทำงานที่ค่อนข้างเรียบลื่น (Smooth)

คอมเพรสเซอร์แรงเหวี่ยง (Centrifugal Compressor)



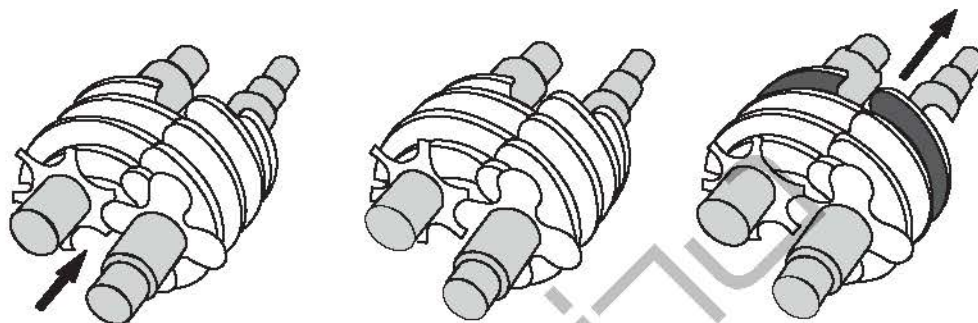
รูปที่ 1.7 การทำงานของคอมเพรสเซอร์ชนิดแรงเหวี่ยง

คอมเพรสเซอร์ชนิดนี้เป็นคอมเพรสเซอร์ที่มักพบในระบบการปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่ โครงสร้างส่วนที่เพิ่มความดันจะมีจานคล้ายใบพัด ความดันของไอสารทำความเย็นจะถูกเพิ่มโดยการหมุนของใบพัดด้วยความเร็วสูงและเป็นความเร็วหนีศูนย์กลาง จึงมีอัตราความเร็วสูงมาก



คอมเพรสเซอร์สกรู (Screw Compressor)

คอมเพรสเซอร์ชนิดที่เหมาะสมกับระบบที่มีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ ความดันจะถูกเพิ่มด้วยการบีบช่องว่างให้เล็กลงจากการหมุนขบกันของตัวหนอน (Screw) ทั้งสองตัว โดยตัวหนึ่งจะอยู่กับที่ และอีกตัวหนึ่งจะถูกขับให้หมุน



รูปที่ 1.8 การทำงานของคอมเพรสเซอร์สกรู

ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเป็นชนิดของคอมเพรสเซอร์ตามลักษณะการดูดอัดไอสารทำความเย็น ส่วนคอมเพรสเซอร์เมื่อแบ่งตามการขับเคลื่อน จะสามารถแบ่งได้ดังนี้

คอมเพรสเซอร์แบบปิด (Hermetic Compressor)



รูปที่ 1.9 คอมเพรสเซอร์แบบปิด



คอมเพรสเซอร์แบบปิด ดังตัวอย่างในรูปที่ 1.9 จะมีทั้งมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์ อยู่ในเปลือกเดียวกัน และถูกเชื่อมปิดสนิท เมื่อต้องการซ่อมบำรุงส่วนประกอบภายในจะต้อง ผ่าออกด้วยเลื่อย หรือใช้เครื่องเจียระไนทำการเจียระไนแนวเชื่อมออก

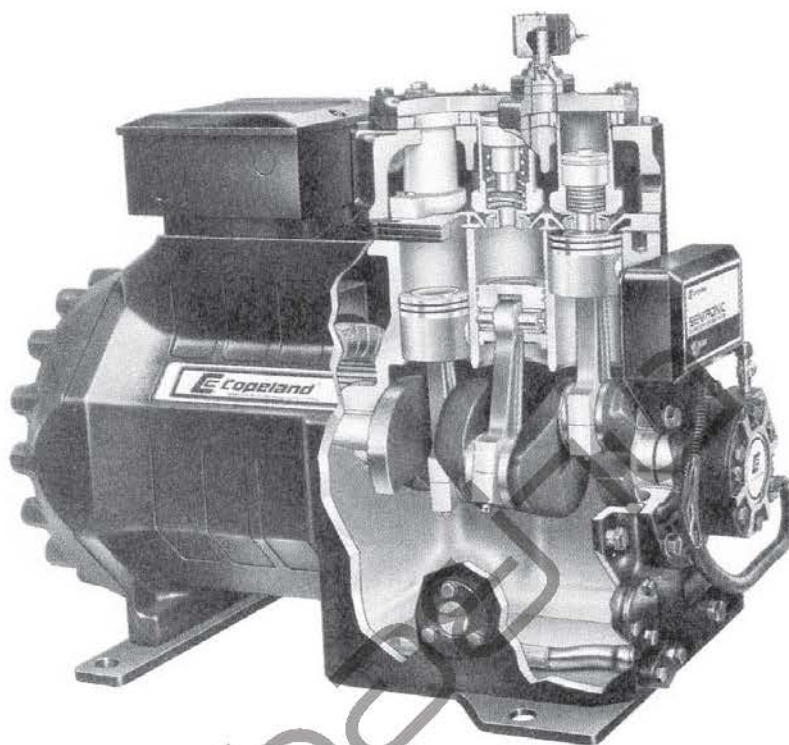
ต้นกำลังขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีเฟลาเดียวกับเฟลาของกลไกคอมเพรสเซอร์ ขั้วต่อระบบไฟฟ้าจะอยู่ที่เปลือกด้านนอก ท่อของสารทำความเย็นก็จะไหลออกจากเปลือกเช่นเดียวกัน คอมเพรสเซอร์ชนิดนี้มีทั้งชนิดลูกสูบ โรตารี และสกรอลล์ การระบายความร้อนของคอมเพรสเซอร์แบบนี้ จะอาศัยไอแรงดันอุณหภูมิต่ำจากด้านต่ำของระบบส่วนหนึ่ง และระบายความร้อนสู่อากาศภายนอกผ่านเปลือกอีกส่วนหนึ่ง น้ำมันหล่อลื่นจะใช้วิธีสาดกระเซ็น และวิธีฉีดโดยปั๊มภายใน

คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด (Semi-Hermetic Compressor)

คอมเพรสเซอร์ชนิดนี้ บางครั้งเรียกว่า **Serviceable Compressor** ดังตัวอย่างในรูปที่ 1.10 ลักษณะการวางมอเตอร์ไฟฟ้าและตัวคอมเพรสเซอร์จะอยู่ในเปลือกเดียวกัน โดยเปลือกหุ้มภายนอกจะยึดติดด้วยนอตที่มีปะเก็นกันรั่ว เมื่อต้องการบำรุงรักษาชิ้นส่วน จะทำได้ง่ายกว่าแบบเชื่อมปิด และขั้วต่อสายแหล่งจ่ายไฟฟ้าจะถูกติดตั้งในกล่องที่มีฝาปิด



รูปที่ 1.10 คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด



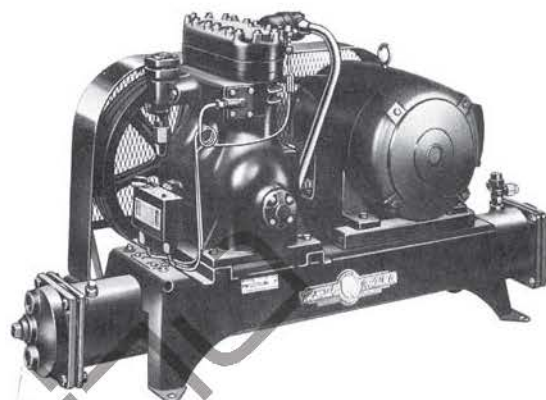
รูปที่ 1.11 ภายในของคอมเพรสเซอร์กึ่งปิด

คอมเพรสเซอร์แบบเปิด (Open Type Compressor)

เป็นคอมเพรสเซอร์ที่ใช้ต้นกำลังขับเคลื่อนภายนอก ซึ่งอาจเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ แบ่งตามลักษณะการขับเคลื่อนได้ 2 ลักษณะ คือ การขับเคลื่อนโดยตรง (Direct Drive) และการขับเคลื่อนด้วยสายพาน (Belt Drive) คอมเพรสเซอร์ชนิดนี้ ตัวเรือนภายนอกจะยึดด้วยนอตสกรู ซึ่งกันรื้อไว้ด้วยปะเก็นที่ออกแบบค่อนข้างแข็งแรงเพื่อใช้ได้เป็นเวลานาน โดยส่วนประกอบภายในสามารถถอดเพื่อบำรุงรักษาได้ง่าย



(ก) ขับเคลื่อนโดยตรง



(ข) ขับเคลื่อนด้วยสายพาน

รูปที่ 1.12 คอมเพรสเซอร์แบบเปิด

คอมเพรสเซอร์แบบเปิดชนิดที่ใช้สายพานขับเคลื่อน ตัวมอเตอร์และตัวคอมเพรสเซอร์จะวางในลักษณะที่เพลาขนานกัน ความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนขนาดของล้อช่วยหมุน

คอมเพรสเซอร์แบบขับเคลื่อนโดยตรง ความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์จะเท่ากับความเร็วรวมของต้นกำลังขับ เนื่องจากปลายเพลาของทั้งสองจะยึดติดกันด้วยข้อต่อเพลา

1.3 คอนเดนเซอร์ (Condenser)

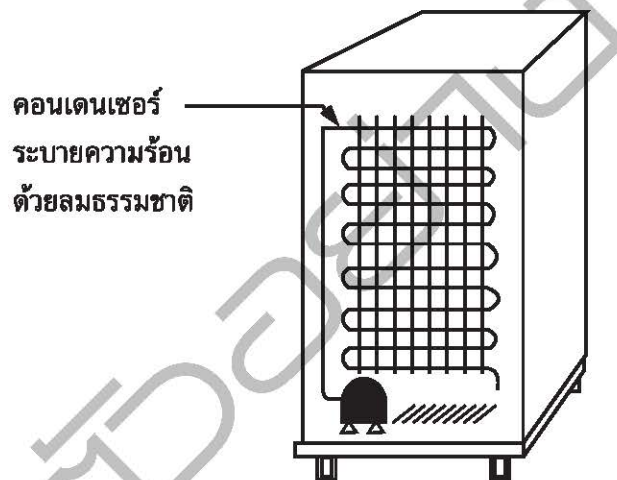
คอนเดนเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำความเย็นให้กับตัวกลางซึ่งอาจเป็นอากาศ น้ำ หรือทั้งสองอย่างรวมกัน โดยความร้อนส่วนใหญ่ที่ถ่ายเทออกมาจะเป็นความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ ทำให้สารทำความเย็นควบแน่นกลายเป็นของเหลว ซึ่งตลอดกระบวนการแรงดันระบบจะคงที่

ชนิดของคอนเดนเซอร์จะแบ่งกว้าง ๆ ตามตัวกลางระบายความร้อนได้ 3 ชนิด คือ คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condenser) คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Condenser) และคอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยการระเหย (Evaporative Condenser)



คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condenser)

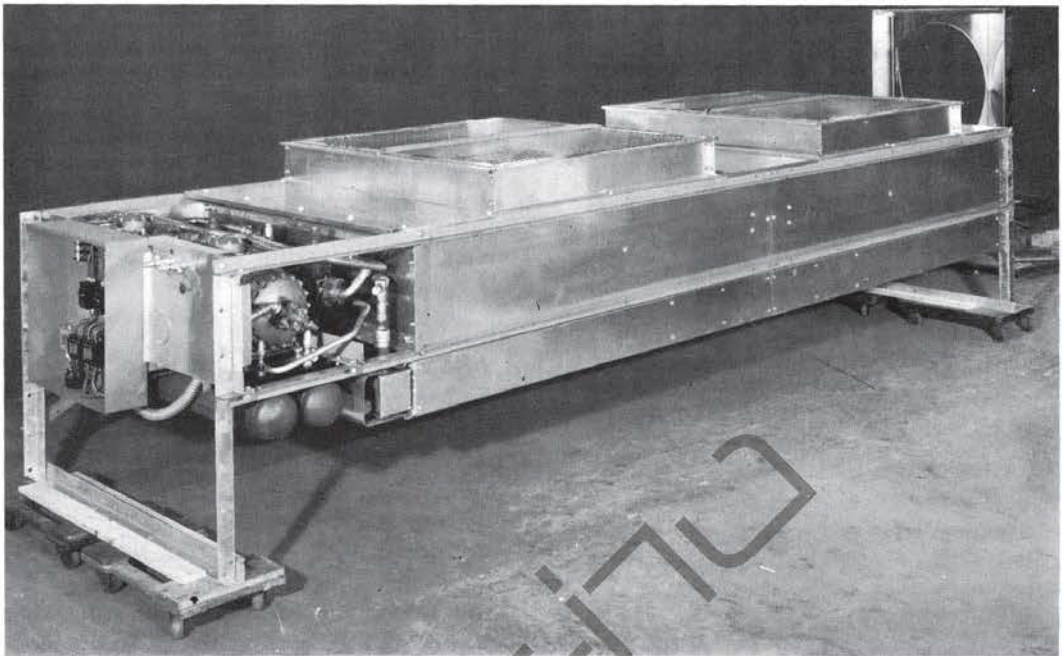
คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยอากาศมีทั้งชนิดที่ใช้ลมธรรมชาติ และชนิดที่ใช้พัดลมช่วยถ่ายเทความร้อน คอนเดนเซอร์จะต้องมีครีป (Fin) โลหะเพื่อการเพิ่มพื้นที่สัมผัสกับตัวกลางถ่ายเทความร้อน ชนิดที่ระบายความร้อนด้วยลมธรรมชาติ แสดงในรูปที่ 1.13 ท่อโลหะจะถูกขดในแนวระนาบ และมีครีปเป็นเหล็กเส้นเล็ก ๆ วางพาดตลอดแนว ตัวอย่างของเครื่องทำความเย็นที่ใช้คอนเดนเซอร์ชนิดนี้คือ ตู้เย็น ตู้น้ำเย็น เป็นต้น



รูปที่ 1.13 คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยลมธรรมชาติ

ชนิดที่ใช้พัดลมช่วยระบายความร้อนนั้น พัดลมจะเป็นตัวช่วยเพิ่มความเร็วของอากาศที่ผ่านคอนเดนเซอร์ ขดท่อจะมีหลายแถว ครีปของคอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้ครีปเป็นแผ่นอะลูมิเนียมที่ถูกอัดเข้าตลอดแนวท่อทุกแถว

คอนเดนเซอร์แบบใช้พัดลม จะแยกออกเป็นแบบที่แยกออกเป็นคอนเดนเซอร์เดี่ยวเรียกว่า Remote Condenser และแบบที่คอนเดนเซอร์ถูกติดตั้งบนฐานเดียวกับคอมเพรสเซอร์ ที่เรียกว่า “Condensing Unit” ซึ่งเป็นหน่วยหนึ่งของเครื่องปรับอากาศแยกส่วน

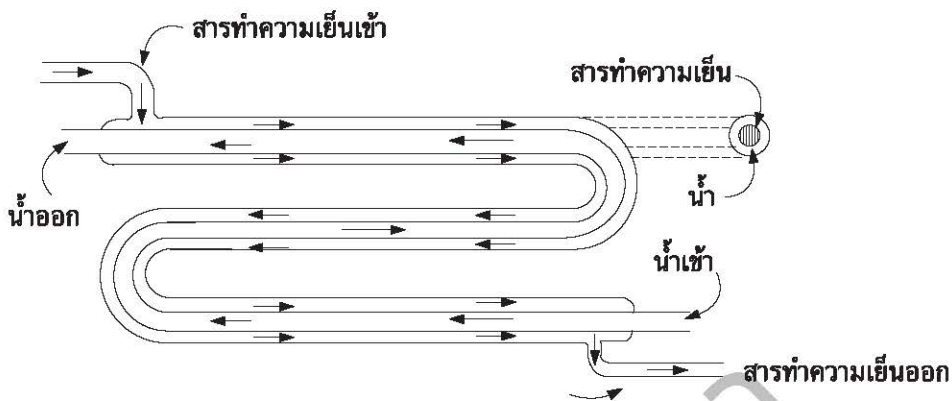


รูปที่ 1.14 คอนเดนเซอร์ใช้พัดลมช่วยระบายความร้อน

คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Condenser)

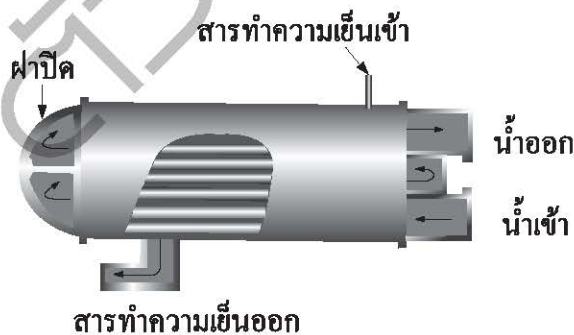
คอนเดนเซอร์ที่ใช้ระบายความร้อนมักใช้กับระบบการทำความเย็นที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ต้องถ่ายเทของระบบก็จะต้องมากขึ้นตามไปด้วย โดยสารทำความเย็นจะไปดูดความร้อนออกมาจากโหลด จากนั้นจะมาถ่ายเทออกให้กับน้ำอีกชั้นหนึ่ง ระบบที่ใช้คอนเดนเซอร์แบบนี้จึงต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนออกจากน้ำที่เรียกว่า หอหล่อเย็น (Cooling Tower) ตัวอย่างของคอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยน้ำ เมื่อแบ่งตามโครงสร้าง ได้แก่ คอนเดนเซอร์แบบท่อคู่ คอนเดนเซอร์แบบเปลือกและท่อ และคอนเดนเซอร์แบบเปลือกและขดท่อ

คอนเดนเซอร์แบบท่อคู่ (Double Tube) มีโครงสร้างจากภายนอกที่ขดเป็นวงกลมซ้อนกัน เพื่อไม่ให้เปลือกเนื้อที่ที่ติดตั้ง ดังแสดงในรูปที่ 1.15 ที่ปลายทั้งสองเป็นทางเข้าท่อสารทำความเย็นและท่อน้ำ โดยท่อสารทำความเย็นจะเข้าด้านบนและออกด้านล่าง ส่วนท่อน้ำจะเข้าด้านล่างและออกด้านบนเพื่อให้ไหลสวนทางกัน ส่วนท่อภายในนั้นท่อน้ำจะอยู่ตรงกลาง และท่อสารทำความเย็นจะอยู่นอก



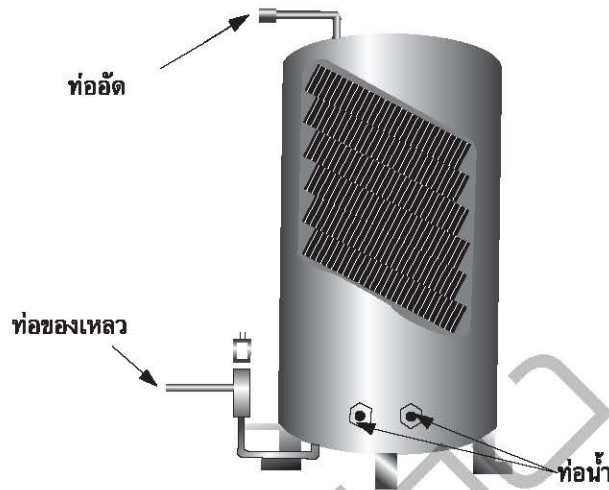
รูปที่ 1.15 แสดงคอนเดนเซอร์แบบท่อคู่

คอนเดนเซอร์แบบเปลือกและท่อ (Shell and Tube) จะมีโครงสร้างเป็นเปลือกโลหะหนาทรงกระบอก และเดินท่อย้อนกลับไปมาอยู่ภายใน โดยน้ำที่ระบายความร้อนจะไหลอยู่ในท่อเข้าทางด้านล่าง และไหลออกด้านบน ส่วนสารทำความเย็นจะเข้าสู่เปลือกจากด้านบนและออกด้านล่าง แสดงในรูปที่ 1.16



รูปที่ 1.16 คอนเดนเซอร์แบบเปลือกและท่อ

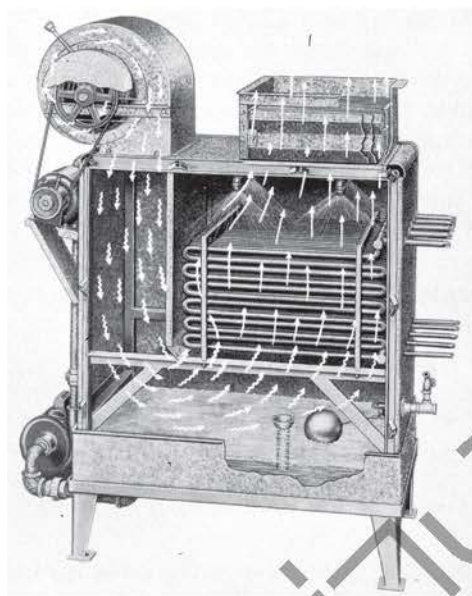
คอนเดนเซอร์แบบเปลือกและขดท่อ (Shell and Coil Condenser) มีลักษณะคล้ายกับแบบเปลือกและท่อ ต่างกันตรงที่ท่อน้ำจะทำเป็นขดท่อ ดังแสดงในรูปที่ 1.17 โดยขดท่อจะทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างสารทำความเย็นและน้ำเพิ่มขึ้น และทิศทางของสารทำความเย็นกับน้ำจะมีทิศทางสวนกัน



รูปที่ 1.17 คอนเดนเซอร์แบบเปลือกและขดท่อ

คอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยการระเหย (Evaporative Condenser) อาศัยการทำให้หยดน้ำหรือละอองน้ำที่กำลังเคลื่อนผ่านคอนเดนเซอร์เกิดการระเหย ซึ่งจะต้องดูดความร้อนเข้า โดยความร้อนจากคอนเดนเซอร์จะถูกถ่ายเทออกไป ทำให้เกิดการควบแน่นของสารทำความเย็นภายในคอนเดนเซอร์

หากพิจารณาตามวิธีการทำงาน คอนเดนเซอร์แบบนี้จะถ่ายเทความร้อนออกไปทั้งทางอากาศและทางน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 1.18 จะพบว่าขดท่อคอนเดนเซอร์จะเข้าที่ด้านบนของโครงตู้ และไหลออกไปทางด้านล่าง น้ำที่นำมาถ่ายเทความร้อนจะถูกขับให้ไหลเวียนโดยปั๊มน้ำ จากนั้นน้ำจะถูกส่งขึ้นไปท่อด้านบนของขดท่อคอนเดนเซอร์ และถูกฉีดให้กระจายไปทั่วโดยหัวฉีด (Spray Nozzles) หยดน้ำหรือละอองดังกล่าวจะเคลื่อนที่ลงผ่านขดท่อคอนเดนเซอร์ ในขณะที่ตัวพันดลุมที่ถูกติดตั้งอยู่ด้านบนจะดูดอากาศเข้ามาจากด้านข้างของโครงตู้ ผ่านเกล็ดระบายความร้อนเข้ามาและเคลื่อนที่ขึ้นสู่ส่วนบน ส่วนทางกับการไหลของน้ำ ขดท่อคอนเดนเซอร์จะคายความร้อนออกไปทั้งทางอากาศและน้ำ และน้ำจะตกลงถึงเก็บน้ำที่ด้านล่างเพื่อถูกไหลเวียนต่อไป คอนเดนเซอร์แบบนี้จะต้องมีท่อน้ำจากแหล่งจ่ายเข้ามาเติมตลอดเวลาการทำงาน โดยการควบคุมของวาล์วลูกลอย

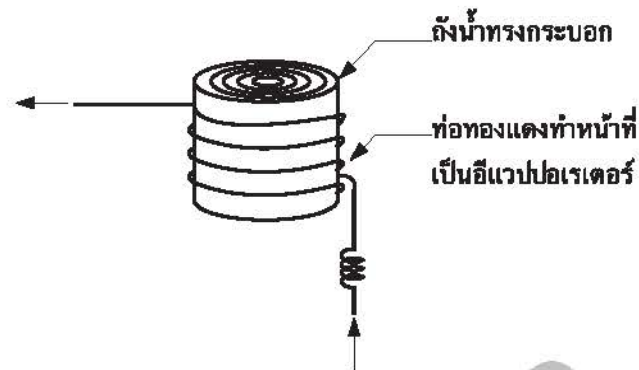


รูปที่ 1.18 คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยการระเหย

1.4 อีแวปอเรเตอร์ (Evaporator)

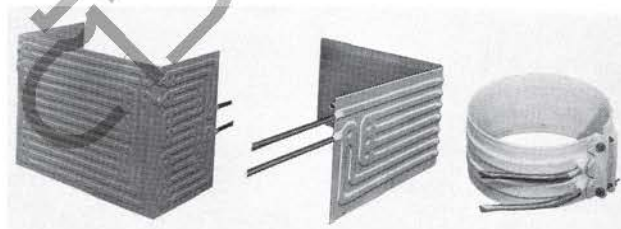
อีแวปอเรเตอร์คือส่วนของระบบการทำความเย็นที่ที่สารทำความเย็นจะดูดความร้อนจากโหลดและระเหยกลายเป็นไอ เป็นการเปลี่ยนแปลงความร้อนแฝงของการกลาย เป็นไอเป็นส่วนใหญ่จึงใช้ปริมาณความร้อนมาก เพื่อให้เกิดความเย็นขึ้นที่พื้นที่ทำความเย็น และโหลดอีแวปอเรเตอร์สามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิดคือ ชนิดที่ถ่ายเทความร้อนด้วยอากาศ (ถ่ายเทความร้อนโดยตรง) และชนิดที่ถ่ายเทความร้อนด้วยน้ำ (ถ่ายเทความร้อนทางอ้อม) หรือที่เรียกว่า ชิลเลอร์ (Chiller) ซึ่งเป็นการทำน้ำให้เย็น และส่งไปดูดความร้อนมาจาก โหลด กลายเป็นน้ำที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น จากนั้นนำน้ำมาถ่ายเทความร้อนออกให้กับสารทำความเย็นอีกชั้นหนึ่ง เมื่อพิจารณาตามโครงสร้างจะพบว่าอีแวปอเรเตอร์มีหลายชนิด ได้แก่ อีแวปอเรเตอร์แบบท่อ อีแวปอเรเตอร์แบบแผ่น อีแวปอเรเตอร์แบบครีป และอีแวปอเรเตอร์แบบ Liquid Cooler หรือแบบชิลเลอร์

อีแวปอเรเตอร์แบบท่อ (Bar Evaporator) มีโครงสร้างเป็นเพียงท่อทองแดง หรือ อะลูมิเนียม นำมาขดไปตามลักษณะงานที่ต้องการ ขึ้นอยู่กับรูปแบบของส่วนทำความเย็นของระบบนั้นๆ ขนาดและความยาวของท่อถูกกำหนดโดยความจุ หรือขนาดการทำความเย็นของระบบ รูปที่ 1.19 เป็นตัวอย่างของอีแวปอเรเตอร์แบบท่อที่ถูกพันเป็นวงรอบถังน้ำของตู้แช่เย็น



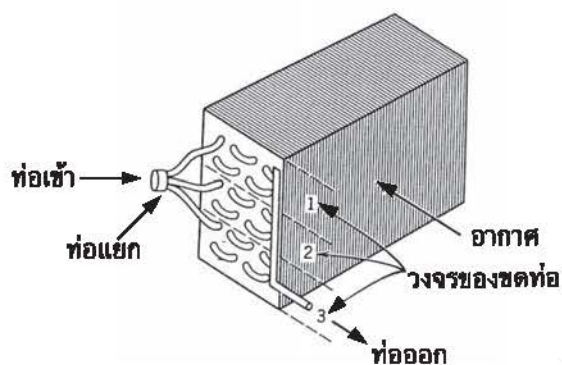
รูปที่ 1.19 อีแวปอเรเตอร์ของตู้เย็น

อีแวปอเรเตอร์แบบแผ่น (Plate Evaporator) เป็นท่อทางเดินสารทำความเย็นที่ถูกอัดประกอบด้วยแผ่นอะลูมิเนียมทั้งสองด้าน ซึ่งอาจเรียกว่า Stamped Evaporator โดยแผ่นอะลูมิเนียมเป็นส่วนที่ช่วยเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อน รูปร่างของแผ่นอีแวปอเรเตอร์ขึ้นอยู่กับรูปแบบการใช้งาน ดังรูปที่ 1.20



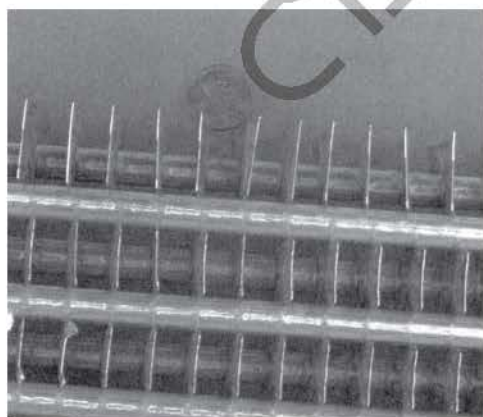
รูปที่ 1.20 อีแวปอเรเตอร์แบบแผ่น

อีแวปอเรเตอร์แบบครีป (Fin Evaporator) ใช้หลักการนำแผ่นอะลูมิเนียมมาช่วยเพิ่มพื้นที่การดูดความร้อนเช่นกัน แต่จะต้องใช้หลายแผ่นและอัดติดในแนวตั้งฉากกับแนวท่อ ดังแสดงในรูปที่ 1.21 และมีพัดลมเพื่อเพิ่มความเร็วของลมในการถ่ายเทความร้อน

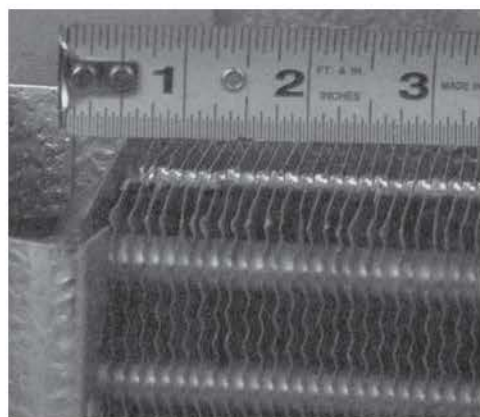


รูปที่ 1.21 อีแวปอเรเตอร์แบบครีป

อีแวปอเรเตอร์แบบครีปมีใช้ทั้งในเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ เช่น ตู้เย็นระบบไม่มีน้ำแข็งเกาะ (No Frost Refrigerator) ห้องแช่เย็น (Wall In Cooler) และ แฟนคอยล์ (Fan Coil) ของเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น โดยที่ความถี่ของแผ่นครีป หรือ จำนวนครีปต่อความยาวท่อของเครื่องปรับอากาศจะถี่กว่าของเครื่องทำความเย็น เพราะ เครื่องปรับอากาศต้องการการลดความชื้นมากกว่าเครื่องทำความเย็น แสดงดังรูปที่ 1.22



(ก) เครื่องทำความเย็น

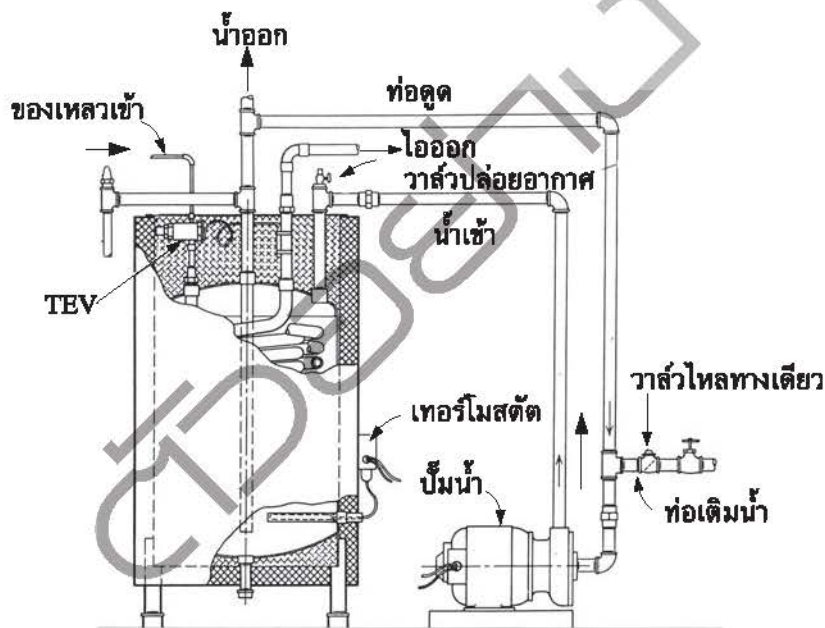


(ข) เครื่องปรับอากาศ

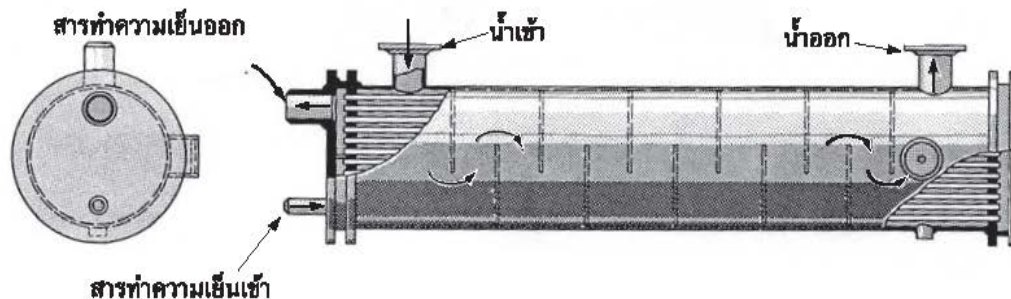
รูปที่ 1.22 แสดงความแตกต่างระหว่างความถี่ของครีปอีแวปอเรเตอร์



อีแวปอเรเตอร์แบบชิลเลอร์ เป็นชนิดหนึ่งของอีแวปอเรเตอร์ที่ถ่ายเทความร้อนทางอ้อม คือ นำน้ำหรือสารละลายชนิดอื่นที่รวมเรียกว่า สารทำความเย็นชั้นที่สองมาผ่านอีแวปอเรเตอร์กลายเป็นน้ำเย็น และส่งต่อไปยังแฟนคอยล์ยูนิตภายในห้องปรับอากาศ หรือนำไปทำการผสมอากาศที่หน่วยผสมอากาศ (Air Handling Unit ; AHU) และส่งอากาศออกไปยังห้องปรับอากาศ โดยผ่านท่อส่งลม (Air Duct) โครงสร้างของอีแวปอเรเตอร์แบบชิลเลอร์มีทั้งชนิดเปลือกและท่อ (Shell and Tube) และชนิดเปลือกและขดท่อ (Shell and Coil) เหมือนกับคอนเดนเซอร์ ลักษณะการใช้งานแสดงดังรูปที่ 1.23



รูปที่ 1.23 ลักษณะทางเดินท่อน้ำของชิลเลอร์



รูปที่ 1.24 แสดงภายในของอีแวปอเรเตอร์แบบซิลเลอร์

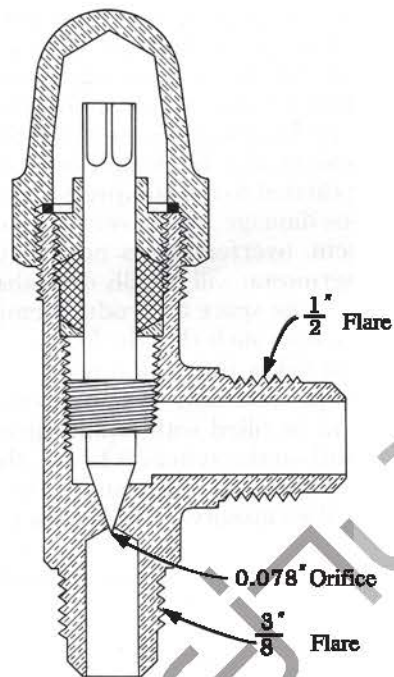
จากรูปที่ 1.24 จะเห็นขดท่อสารทำความเย็นอยู่ในเปลือกของอีแวปอเรเตอร์ โดยมีน้ำผ่านเข้าและออกจากอีแวปอเรเตอร์ ซึ่งน้ำจะไหลอยู่ผ่านในเปลือกเพื่อคายความร้อนออกให้กับขดท่อสารทำความเย็น และไหลออกไปโดยการขับของปั๊มน้ำ

1.5 มิเตอร์ริงดีไวส์ (Metering Device)

เพื่อให้เกิดการทำความเย็นขึ้นที่อีแวปอเรเตอร์ โดยหลักการสารทำความเย็น จะเกิดการระเหยและดูดความร้อนจากโหลด ปรากฏการณ์ดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้จะต้องทำให้ สารทำความเย็นมีจุดอิ่มตัว หรือจุดเดือดต่ำกว่าอุณหภูมิของโหลด การลดจุดเดือดลงกระทำ ได้โดยการลดความดันของสารทำความเย็นลงโดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า อุปกรณ์ควบคุมการไหล ของสารทำความเย็น (Refrigerant Flow Control Device) หรืออาจเรียกเป็นชื่ออื่นได้ว่า เอ็กซ์แพนชันดีไวส์ (Expansion Device) หรือ มิเตอร์ริงดีไวส์ (Metering Device)

หน้าที่ของมิเตอร์ริงดีไวส์ คือ ลดความดันสารทำความเย็นลง เพื่อลดจุดอิ่มตัว ให้ต่ำกว่าอุณหภูมิของโหลด มิเตอร์ริงดีไวส์สามารถจำแนกออกได้เป็นหลายชนิดตามรูปร่าง วิธีการลดความดัน และวิธีการควบคุม

แฮนด์เอ็กซ์แพนชันวาล์ว (Hand Expansion Valve) แสดงในรูปที่ 1.25 ตัววาล์ว จะมีท่อเข้าและออก ความดันสารทำความเย็นจะลดได้โดยช่องระหว่างเข็มวาล์ว (Valve Needle) และบ่าวาล์ว (Valve Seat) ที่ถูกช่องบีบให้แคบลง ทำให้สารทำความเย็นที่ไหลผ่านไปมีความดัน ลดลง โดยวาล์วชนิดนี้สามารถปรับได้โดยมือ ตำแหน่งของเข็มวาล์วและบ่าวาล์วที่เหมาะสม จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ต้องการและขนาดของระบบ



รูปที่ 1.25 แชนด์เอ็กซ์แพนชันวาล์ว

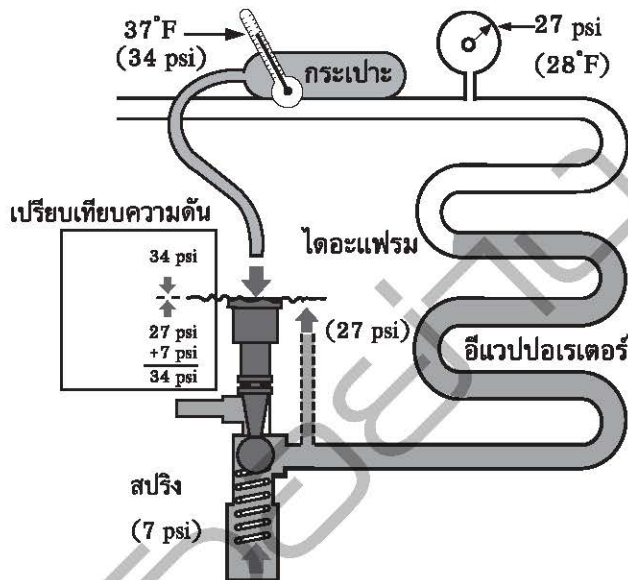
เทอร์โมสแตติกเอ็กซ์แพนชันวาล์ว (Thermostatic Expansion Valve) เป็นมิเตอร์ริงดิไวซ์ ที่อาศัยหลักการตรวจจับอุณหภูมิทางออกของอีแวนพอเรเตอร์ เรียกชื่อสั้น ๆ ว่า ทีอีวี (TEV) หรือ ทีเอ็กซ์วี (TXV) ดังแสดงในรูปที่ 1.26



รูปที่ 1.26 ทีอีวี



เมื่อพิจารณาโครงสร้างจากภายนอกดังรูปที่ 1.26 จะพบท่อเข้าและออกจากตัววาล์วเหมือนวาล์วทั่วไป ด้านบนของตัววาล์วมีท่อรูเข็ม (ท่อขนาดเล็ก) ต่อกับไปยังกระเปาะ (Bulb) ซึ่งเป็นส่วนที่นำไปตรวจจับอุณหภูมิซูเปอร์ฮีต (Super Heat Temperature) บริเวณทางออกจากอีแวปอเรเตอร์ ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานพอสังเขปได้ดังรูปที่ 1.27



รูปที่ 1.27 ตัวอย่างการทำงานของทิววี่

ทิววี่ทำงานโดยนำความดัน 3 ค่ามาเปรียบเทียบกัน โดยพิจารณาจากรูปที่ 1.27 ไปประกอบ จะพบว่าความดันแรกเป็นความดันสปริง ถือเป็นความดันปิดวาล์ว ขณะที่ทำงานถือว่าคงที่ แต่สามารถปรับแรงสปริงนี้ได้จากสกรูปรับ ความดันที่สองเป็นความดันจากสารทำความเย็นภายในอีแวปอเรเตอร์ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณสารทำความเย็นที่อยู่ในอีแวปอเรเตอร์ในขณะนั้น เป็นความดันปิดวาล์วเช่นกัน

ความดันสุดท้ายเป็นความดันจากของไหลที่บรรจุอยู่ในกระเปาะกับท่อรูเข็มที่ต่อมายังตัววาล์ว ขนาดของความดันนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิที่กระเปาะตรวจจับได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.27 วาล์วกำลังอยู่ในสภาวะสมดุล กล่าวคือ สปริงมีความดันทางกล 7 psi (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และภายในอีแวปอเรเตอร์มีสารทำความเย็นที่มีความดัน 27 psi ความดันทั้งสองส่วนนี้รวมกันได้ 34 psi โดยค่า 34 psi นี้เป็นส่วนที่ออกแรงดันแผ่นไดอะแฟรม (Diaphragm) ขึ้นบน (แผ่นไดอะแฟรมถูกต่อมายังเข็มวาล์ว)



เมื่อท่อทางออกของอีแวนปอเรเตอร์ตรวจจับอุณหภูมิได้ 37°F (มีซูเปอร์ฮีต 9°F โดยวัดจากจุดที่สารทำความเย็นระเหยเป็นไอจนหมด คือ 28°F) ทำให้ของไหลภายในกระเปาะมีความดัน 34 psi และเป็นส่วนที่ส่งต่อไปถึงแผ่นไดอะแฟรม ทำให้ความดันนี้เท่ากันโดยประมาณเมื่อเทียบกับความดันปิดวาล์วทั้งสอง สถานะนี้วาล์วจะทำงานแบบสมดุล คือมีสารทำความเย็นไหลเข้าอีแวนปอเรเตอร์สม่ำเสมอ

ต่อมาเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงโหลด ปริมาณความร้อนและความดันภายในอีแวนปอเรเตอร์จะเปลี่ยนไป วาล์วจะเปิดกว้างขึ้น หรือเปิดแคบลงทั้งนี้เป็นไปตามการเปรียบเทียบความดันของทั้งสามส่วน แต่อย่างไรก็ตาม วาล์วจะปิดไม่สนิท มีแต่เพียงว่าจะเปิดกว้างหรือเปิดแคบเท่านั้น

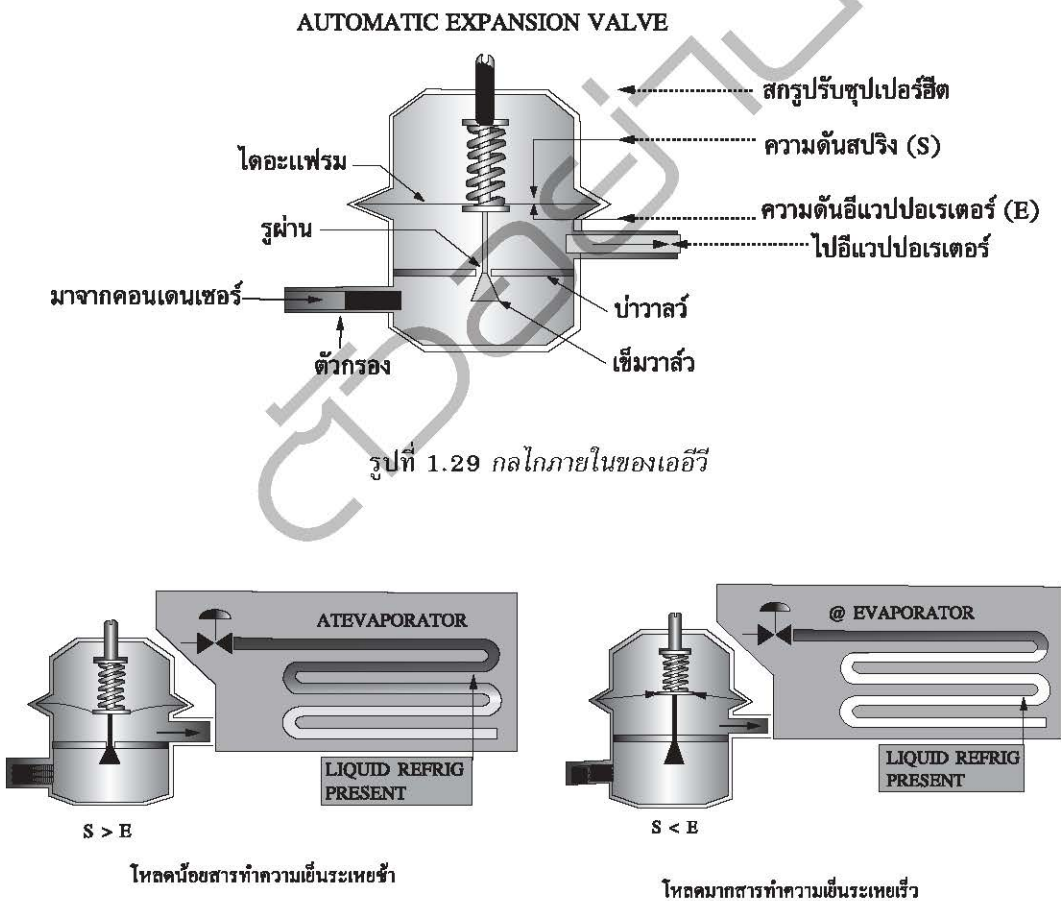


รูปที่ 1.28 ที่อีวีแบบท้อเอ็กซ์เทอร์นอลอีควอลไลเซอร์

ระบบที่มีความจุความเย็นใหญ่มากขึ้น การเกิดความดันตกภายในอีแวนปอเรเตอร์สามารถเกิดขึ้นได้ ซึ่งมีผลให้วาล์วเปิดแคบมาก เนื่องจากความดันกระเปาะจะมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับความดันอีแวนปอเรเตอร์ ที่อีวีแบบท้อเอ็กซ์เทอร์นอลอีควอลไลเซอร์ (External Equalizer TEV) แสดงในรูปที่ 1.28 ถูกออกแบบมาเพื่อแก้ไขปัญหานี้ โดยจะใช้ความดันจากอีแวนปอเรเตอร์บริเวณทางออกใกล้กับจุดที่กระเปาะตรวจจับ เมื่อเกิดความดันสารทำความเย็นตกจากขนาดของอีแวนปอเรเตอร์ก็จะมีปัญหา เนื่องจากความดันเปรียบเทียบจากอีแวนปอเรเตอร์ และกระเปาะมาจากตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน



ออโตเมติกเอ็กซ์แพนชันวาล์ว (Automatic Expansion Valve) หรือ เออีวี (AEV) มีโครงสร้างภายนอกของตัววาล์วคล้ายกับที่อีวีแต่จะไม่มีกระเปาะและท่อรูเข็ม เออีวีเป็นมิเตอร์ริงดีไวซ์ที่ทำงานโดยอาศัยหลักการนำความดันไปผลักดันไดอะแฟรม ซึ่งมีกลไกที่อยู่กับเข็มวาล์วเหมือนที่อีวี ความดันที่เออีวีใช้เปรียบเทียบกันมีสองส่วน พิจารณาจากรูปที่ 1.29 ความดันแรกเป็นความดันสปริงที่ปรับได้โดยสกรูปรับเหมือนกับที่อีวี แต่ขณะที่ทำงานถือว่าความดันนี้คงที่และเป็นแรงที่พยายามเปิดวาล์ว อีกความดันหนึ่งเป็นความดันทางออกของวาล์ว หรือความดันอีแวปอเรเตอร์ ซึ่งเป็นความดันที่พยายามปิดวาล์ว ซึ่งได้อธิบายการทำงานพอสังเขป ดังรูปที่ 1.30



รูปที่ 1.30 การทำงานของเออีวี



จากรูปที่ 1.30 ถ้าเอวีทำงานอยู่ในสภาวะสมดุล ความดันจากสปริงและความดันอีแวปอเรเตอร์จะเท่ากันโดยประมาณ สารทำความเย็นจะผ่านจากท่อของเหลวไปสู่อีแวปอเรเตอร์ โดยถูกลดความดันตามหลักการ เมื่อสารทำความเย็นระเหยและถูกดูดไปโดยคอมเพรสเซอร์ ความดันอีแวปอเรเตอร์จะลดลง วาล์วก็จะเปิดกว้างมากขึ้น ปริมาณสารทำความเย็นก็จะไหลผ่านเพิ่มเข้าไปได้ ทำให้ความดันในเวลานั้นจะขยับขึ้นเล็กน้อยตามปริมาณที่เพิ่มขึ้น ความดันอีแวปอเรเตอร์ก็จะสูงขึ้น และส่งไปต้านกับความดันสปริง ทำให้วาล์วขยับปิดแคบลง และเป็นเช่นนี้สลับกันไป อย่างไรก็ตาม สภาวะการทำงานของเอวีจะเปลี่ยนไปได้เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงโหลด นั่นคือ ถ้าโหลดเพิ่มขึ้นสารทำความเย็นจะระเหยกลายเป็นไอเร็วขึ้น วาล์วก็จะเปิดกว้างขึ้น เพื่อให้ปริมาณสารทำความเย็นไหลเข้าสู่อีแวปอเรเตอร์ได้มากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของโหลด

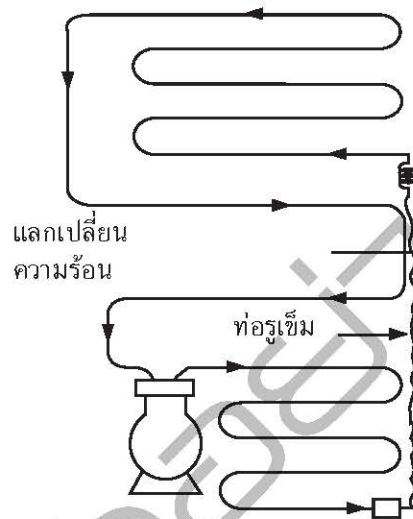
ท่อรูเข็ม (Capillary Tube) หรือเรียกง่าย ๆ ว่า แคปทิวปี (Cap Tube) ดังแสดงในรูปที่ 1.31 เป็นมิเตอร์ริงดิไวซ์ที่มีโครงสร้างและกลไกง่ายที่สุด เพราะเป็นเพียงท่อทองแดงที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก ๆ เท่านั้น โดยมีตั้งแต่ขนาด 0.026 in. (inch) สำหรับคอมเพรสเซอร์ขนาด 1/10 HP (Horsepower) ไปจนถึงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.085 in. สำหรับเครื่องปรับอากาศ ท่อรูเข็มมักใช้กับเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดเล็ก เช่น ตู้เย็น ตู้แช่เย็น เครื่องปรับอากาศหน้าต่าง เป็นต้น



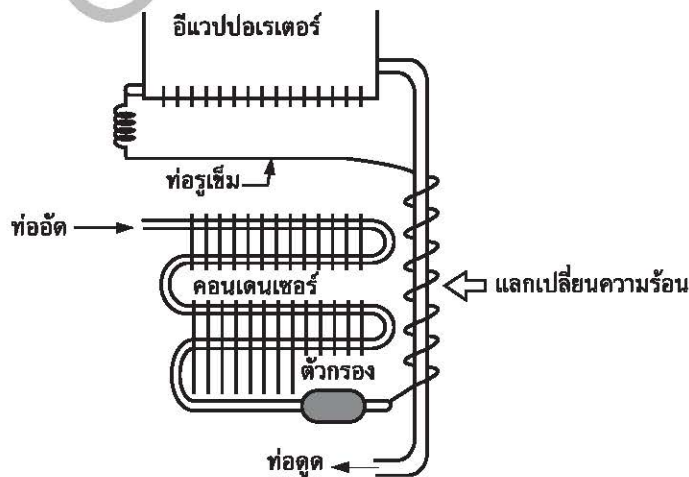
รูปที่ 1.31 ท่อรูเข็มต่ออยู่กับตัวกรองและดูดความชื้น



ท่อรีซีมใช้หลักการลดขนาดทางเดินสารทำความเย็น และเพิ่มความยาวมากขึ้น เพื่อให้ความดันลดลง และมีจุดเดือดต่ำลง ตามหลักการทำงานที่กล่าวข้างต้น เนื่องจากท่อรีซีมมีขนาดเล็กและยาว ทำให้ไค้งงอได้ง่าย จึงนิยมติดตั้งท่อรีซีมแนบติด หรือ พันไว้โดยรอบ หรือฝังซ่อนลงไปกับท่อดูดของระบบ เพื่อต้องการผลการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ดี อันจะเป็นผลให้ระบบมีซูเปอร์ฮีต และซับคูลที่ดี ดังตัวอย่างในรูปที่ 1.32 และ 1.33



รูปที่ 1.32 แสดงการติดตั้งท่อรีซีมแนบติดกับท่อดูดเพื่อผลในการแลกเปลี่ยนความร้อน



รูปที่ 1.33 การพันท่อรีซีมกับท่อดูด



1.6 สารทำความเย็น (Refrigerant)

ระบบการทำความเย็นและปรับอากาศ ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน ดังที่กล่าวข้างต้น แต่การทำความเย็นจะเกิดขึ้นได้จะต้องมีตัวกลางที่ถ่ายเทความร้อนจาก โหลดผ่านอีแวปอเรเตอร์ และเคลื่อนย้ายออกไปสู่ภายนอกผ่านคอนเดนเซอร์ สารทำความเย็นจึงมีหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะสลับกันระหว่าง ของเหลวและไอกลับไปกลับมา นั่นคือการถ่ายเทความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอเป็นส่วน ใหญ่ และความร้อนรู้สึกบางส่วนจากสถานะซูเปอร์ฮีตและซับคูล ลักษณะสมบัติที่เหมาะสม ของสารทำความเย็น ประกอบไปด้วย

1. มีค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูง ทำให้มีการดูดและคายความร้อน ต่อหน่วยมวลได้มาก จึงทำให้เกิดการทำความเย็นได้ดี
2. ไม่มีความเป็นพิษภัยต่อผู้ใช้งาน ทั้งต่อทางเดินหายใจ สัมผัสกับผิวหนัง ฯลฯ
3. ไม่มีการกัดกร่อนต่อโลหะ และไม่ติดไฟ
4. สามารถตรวจพบการรั่วได้ง่ายเมื่อเกิดการรั่วซึม
5. มีปริมาตรจำเพาะ (ลูกบาศก์ต่อมวล) ในสถานะของเหลวสูง เพื่อการควบคุม การไหลอย่างสะดวก
6. มีปริมาตรจำเพาะในสถานะไอต่ำ เพื่อจะได้ไม่ต้องใช้คอมเพรสเซอร์ที่มีขนาดใหญ่เกินไป
7. ทำงานที่ความดันต่ำ เพื่อให้ได้จุดเดือดต่ำ
8. ไม่มีผลต่อสภาพของน้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์
9. ความดันทำงานที่ด้านความดันต่ำ และความดันสูงไม่ควรแตกต่างกันมาก ประสิทธิภาพการอัดความดันจึงจะดี



ตาราง 1.1 แสดงส่วนหนึ่งของสารทำความเย็นที่เคยถูกใช้งานและที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

Cylinder Color	Number	Refrigerant Name	Chemical Composition	General Application
Orange	R-11	Trichloromono fluoromethane	CFC	Used in centrifugal chillers for large applications
White	R-12	Dichlorodifluoromethane	CFC	Versatile, widely used in reciprocating and rotary-type equipment; household and industrial applications.
Light blue	R-13	Monochlorotrifluoromethane	CFC	Low-temperature refrigerant used in low stage of cascade systems.
Coral	R-13B1	Bromotrifluoromethane	CFC	Medium-to low-temperature applications with on or two stages of compression.
Light green	R-22	Monochlorodifluoromethane	HCFC	Residential, commercial, and industrial applications.
Light gray	R-23	Trifluoromethane	HFC	Low-temperature refrigerant to be used as replacement in low stage of cascade system.
Purple	R-113	Trichlorotrifluoroethane	CFC	Low capacity centrifugal chillers.
Dark blue	R-114	Dichlorotetrafluoroethane	CFC	Principally used with chillers for higher capacities.
Light gray	R-123	Dichlorotrifluoroethane	HCFC	Serves as a replacement for R-11 in centrifugal chillers.
Deep green	R-124	Chlorotetrafluoroethane	HCFC	Medium-pressure refrigerant for chiller applications.
Medium brown or Tan	R-125	Pentafluoroethane	HFC	Used in marine applications.
Light (sky) blue	R-134a	Tetrafluoroethane	HFC	Substitute for use in low-temperature refrigeration applications.
				Medium-temperature refrigerant used in the automobile industry and refrigeration systems in residential, commercial, and industrial applications.



ตาราง 1.1 (ต่อ) แสดงส่วนหนึ่งของสารทำความเย็นที่เคยถูกใช้งานและที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

Cylinder Color	Number	Refrigerant Name	Chemical Composition	General Application
Coral red	R-401A	R-22 + R-152a + R-124	Zeotropic	Substitute for use in most medium-temperature systems.
Mustard yellow	R-401B	R-22 + R-152a + R-124	Zeotropic	Used in transport refrigeration equipment and domestic and commercial refrigerators.
Blue-green (Aqua)	R-401C	R-22 + R-152a + R-124	Zeotropic	Replacement refrigerant in mobile air conditioning.
Light brown	R-402A	R-22 + R-152 + R-290	Zeotropic	Ice machines, food service, vending, supermarket.
Green-brown	R-402B	R-22 + R-152 + R-290	Zeotropic	Supermarket, transport, food service.
Orange	R-404A	R-125 + R-143a + R-134a	Zeotropic	Medium and low temperature applications.
Light gray-green	R-406A	R-22 + R-142b + R-600a	Zeotropic	Used for R-12 retrofit.
Bright green	R-407A	R-32 + R-125 + R-134a	Zeotropic	Used for R-502 retrofit.
Cream	R-407B	R-32 + R-125 + R-134a	Zeotropic	Used for R-502 retrofit.
Chocolate brown	R-407C	R-32 + R-125 + R-134a	Zeotropic	R-22 replacement
Rose	R-410A	R-32 + R-125	Zeotropic	Replacement refrigerant in residential air conditioning applications.
Yellow	R-500	Refrigerants 152a/12	Azeotropic	Used with reciprocating compressors in industrial and commercial applications.
Light purple	R-502	Refrigerants 22/115	Azeotropic	Supermarket freezers and refrigerated cases.
Aquamarine	R-503	Refrigerants 23/13	Azeotropic	Used in low stage of cascade-type systems.
Teal	R-507	Refrigerants 125/143a	Azeotropic	Replacement refrigerant for low-temperature commercial refrigeration applications.
Silver	R-717	Ammonia	Inorganic Compound	Used in large reciprocating compressors and absorption-type systems.

Chlorofluorocarbons = CFC

Hydrofluorocarbons = HFCs

Hydrochlorofluorocarbons = HCFCs



จากตารางที่ 1.1 ช่องซ้ายมือสุดเป็นสีของถังบรรจุความเย็น เช่น R-12 ใช้ถังสีขาว ช่องที่ 2 เป็นเบอร์ที่ทำให้เรียกและจดจำง่าย ถัดมาช่องที่ 3 เป็นชื่อทางเคมีหรือส่วนผสมของสารทำความเย็น ช่องที่ 4 เป็นส่วนประกอบทางเคมีโดยไม่ได้บอกจำนวนโมเลกุลไว้ และช่องสุดท้ายเป็นระบบการทำความเย็นที่ใช้สารทำความเย็นนั้น ๆ

พิจารณาจากข้อมูลข้างต้น สามารถจำแนกสารทำความเย็นเป็นกลุ่มย่อย ๆ ได้ เป็นกลุ่ม CFC, กลุ่ม HCFC, กลุ่ม HFC และกลุ่มสารทำความเย็นผสม (Refrigerant Blends)

กลุ่ม CFC หรือ Chlorofluorocarbon เป็นสารทำความเย็นที่ถูกใช้งานมาเป็นระยะเวลานาน และเป็นชนิดที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์ทำลายแถบโอโซนบนชั้นบรรยากาศ ตัวอย่างของสารทำความเย็นในกลุ่มนี้ที่เคยถูกใช้งานแพร่หลาย คือ R-12 ซึ่งถูกกำหนดตามข้อตกลง โดยนานาชาติให้เลิกใช้ตั้งแต่ ค.ศ. 1995 (พ.ศ. 2538) เป็นต้นไป

กลุ่ม HCFC หรือ Hydrochlorofluorocarbon สารทำความเย็นในกลุ่มนี้มีอายุเมื่อถูกปล่อยสู่บรรยากาศนั้น จึงไม่มีผลต่อการทำลายโอโซนมากเท่ากับกลุ่ม CFC แต่จะมีใช้งานไปจนถึง ค.ศ. 2030 (พ.ศ. 2573) เท่านั้น

กลุ่ม HFC หรือ Hydrofluorocarbon เป็นกลุ่มที่ถูกพัฒนาขึ้นมาแทนกลุ่ม CFC เช่น R-134a ถูกนำมาใช้แทน R-12 สำหรับเครื่องปรับอากาศรถยนต์ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาสารทำความเย็น เช่น R-134a ขึ้นมาก็เพื่อต้องการปรับเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นมาเป็นชนิด Synthetic เนื่องจากไม่สามารถผสมกับน้ำมันชนิด Mineral ได้ เพราะจะทำให้มีอุปสรรคในการหล่อลื่น

สารทำความเย็นผสมนั้นเกิดจากการนำสารทำความเย็นเดิมมาผสมกัน เช่น R-502 ที่ใช้กับห้องแช่เย็นถูกผสมด้วย R-22 และ R-115 โดยแบ่งออกเป็นชนิดที่ไม่แยกจากกัน หรือคงสภาพการผสมอยู่เช่นนั้น เรียกว่า Azeotropic และอีกชนิดหนึ่งคือ Zeotropic จะแยกจากกันเมื่อถูกใช้งานในระบบ โดยทั้งปริมาตรจำเพาะและจุดอิ่มตัวจะเปลี่ยนด้วย

นอกจากนี้ยังมีสารทำความเย็นอีกกลุ่มหนึ่งที่เป็นพิษต่อร่างกาย เมื่อมีการสัมผัสสุดคม และสามารถติดไฟได้ เช่น R-40, R-123 และ R-717 โดย R-717 ก็คือ แอมโมเนีย (Ammonia) ซึ่งเป็นสารทำความเย็นชนิดแรก ๆ ที่ผลิตขึ้นมาใช้งาน ปัจจุบันมีใช้งานอยู่ในเครื่องปรับอากาศที่เป็นระบบแบบดูดซึม (Absorption) และในห้องแช่ที่ต้องการอุณหภูมิต่ำมาก ๆ คือ ตั้งแต่ -250°F (-15°C) จนถึงจุดอุณหภูมิสมบูรณ์ คือ -460°F (-273°C) จะใช้สารทำความเย็นอีกกลุ่มหนึ่งที่เรียกว่า Cryogenic Fluid อันได้แก่ R-702 (Hydrogen), R-704 (Helium), R-702 (Neon), R-729 (อากาศ), R-732 (Oxygen) และ R-740 (Argon)



แบบฝึกหัดทบทวนบทที่ 1

ตอนที่ 1 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดเรียงลำดับวงจรของระบบการทำความเย็นแบบอัดไอได้อย่างถูกต้อง

1. คอนเดนเซอร์ - ท่ออัด - มิเตอร์ริงดีไวซ์ - อีวแอปอเรเตอร์ - ท่อดูด - คอมเพรสเซอร์ - ท่อของเหลว
2. ท่ออัด - คอนเดนเซอร์ - ท่อของเหลว - มิเตอร์ริงดีไวซ์ - อีวแอปอเรเตอร์ - ท่อดูด - คอมเพรสเซอร์
3. มิเตอร์ริงดีไวซ์ - ท่อของเหลว - อีวแอปอเรเตอร์ - ท่อดูด - คอมเพรสเซอร์ - ท่ออัด - คอนเดนเซอร์
4. อีวแอปอเรเตอร์ - ท่อดูด - คอมเพรสเซอร์ - ท่อของเหลว - คอนเดนเซอร์ - ท่ออัด - มิเตอร์ริงดีไวซ์

2. มิเตอร์ริงดีไวซ์ทำหน้าที่ลดความดันสารทำความเย็นลงเพื่อเหตุผลใด

1. ลดจุดอิ่มตัวลงให้ต่ำกว่าอุณหภูมิไหล
2. ลดอุณหภูมิของอีวแอปอเรเตอร์ลง
3. ลดความดันก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์
4. ควบคุมอัตราการไหลสารทำความเย็น

3. คอมเพรสเซอร์ดูดและอัดความดันสารทำความเย็นลงเพื่อเหตุผลใด

1. เพื่อการไหลเวียนของสารทำความเย็น
2. เพิ่มจุดอิ่มตัวลงให้สูงกว่าอุณหภูมิตัวกลาง
3. รักษาระดับความดันของระบบ
4. ดันสารทำความเย็นไปสู่คอนเดนเซอร์

4. การทำซูเปอร์ฮีตในระบบการทำความเย็น คืออะไร

1. การลดความร้อนให้กับไออิ่มตัว
2. การเพิ่มความร้อนให้กับไออิ่มตัว



3. การเพิ่มความร้อนให้กับของเหลวอิ่มตัว
4. การลดความร้อนให้กับของเหลวอิ่มตัว
5. การทำวัชคุลในระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ มีประโยชน์อย่างไร
 1. เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อน
 2. ลดอุณหภูมิที่อีแวปอเรเตอร์
 3. เพิ่มปริมาณความร้อนที่ดูดจากโหลด
 4. ป้องกันสารทำความเย็นเหลวเข้าคอมเพรสเซอร์
6. สารทำความเย็นภายในอีแวปอเรเตอร์ มีการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างไร
 1. ดูดความร้อนแฝงของการหลอมละลาย
 2. คายความร้อนแฝงของการหลอมละลาย
 3. ดูดความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ
 4. คายความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ
7. การแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบเกิดขึ้นที่ส่วนใดของระบบ
 1. ท่อดูด - ท่ออัด
 2. ท่ออัด - ท่อของเหลว
 3. ท่อของเหลว - ท่อดูด
 4. ท่อดูด - ท่อบริการ
8. ตู้เย็นใช้คอมเพรสเซอร์แบบใด
 1. แบบปิด
 2. แบบกึ่งปิด
 3. แบบเปิด
 4. ถูกทุกข้อ
9. ข้อใดคืออุปกรณ์ของคอนเดนซิ่งยูนิต
 1. คอมเพรสเซอร์ - คอนเดนเซอร์
 2. คอนเดนเซอร์ - มิเตอร์ริงดีไวซ์
 3. มิเตอร์ริงดีไวซ์ - อีแวปอเรเตอร์
 4. อีแวปอเรเตอร์ - คอมเพรสเซอร์
10. ประโยชน์ของปั้มน้ำหล่อเย็นของคอนเดนเซอร์ คืออะไร
 1. ดูดความร้อนออกไป
 2. ช่วยระบายความร้อน
 3. เพิ่มพื้นที่ถ่ายเทความร้อน
 4. เพิ่มความเร็วของตัวกลาง
11. ฟินของคอนเดนเซอร์ มีประโยชน์อย่างไร
 1. ลดอุณหภูมิตัวกลาง
 2. ช่วยระบายความร้อน
 3. เพิ่มพื้นที่ถ่ายเทความร้อน
 4. เพิ่มความเร็วของตัวกลาง



12. ความแตกต่างของฟินของอีแวปอเรเตอร์ จำแนกสิ่งใด
 1. อุณหภูมิ
 2. อุณหภูมิ และความชื้น
 3. อุณหภูมิ และชนิดการถ่ายเทความร้อน
 4. อุณหภูมิ และขนาดการทำความเย็น
13. ระบบชนิดใดที่ใช้อีแวปอเรเตอร์แบบแผ่น
 1. ตู้เย็นละลายน้ำแข็งอัตโนมัติ
 2. ตู้เย็นละลายน้ำแข็งธรรมดา
 3. เครื่องปรับอากาศรถยนต์
 4. เครื่องปรับอากาศซีลเลอร์
14. มิเตอร์รีดวาล์วชนิดใด อาศัยการตรวจจับอุณหภูมิซูเปอร์ฮีต
 1. ทีอีวี
 2. เออีวี
 3. แคปทิวับ
 4. แสนด์เอ็กซ์แพนชัน
15. ทีอีวีชนิดท่อเอ็กซ์เทอร์นอล มีข้อดีอย่างไร
 1. ป้องกันผลจากความดันตกในระบบ
 2. ป้องกันผลจากความดันตกในอีแวปอเรเตอร์
 3. ป้องกันผลจากการเพิ่มโหลดอย่างรวดเร็ว
 4. ป้องกันผลจากการลดโหลดอย่างรวดเร็ว
16. เพราะเหตุใดสารทำความเย็นที่ดี จึงควรมีปริมาตรจำเพาะสถานะไอต่ำ
 1. ถ่ายเทความร้อนต่อมวลได้มาก
 2. ควบคุมการไหลได้สะดวก
 3. ลดขนาดคอมเพรสเซอร์
 4. ตรวจสอบการรั่วซึมได้ง่าย
17. เพราะเหตุใดสารทำความเย็นที่ดี จึงควรมีความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูง
 1. ตรวจสอบการรั่วซึมได้ง่าย
 2. ลดขนาดคอมเพรสเซอร์
 3. ควบคุมการไหลได้สะดวก
 4. ถ่ายเทความร้อนต่อมวลได้มาก

ตอนที่ 2

1. จงจับคู่ความสัมพันธ์ของระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ

(.....) 1. กระบวนการบีบ	ก) เพิ่มจุดเดือด
(.....) 2. กระบวนการควบแน่น	ข) คายความร้อน
(.....) 3. กระบวนการระเหย	ค) ลดจุดเดือด
(.....) 4. กระบวนการอัด	ง) ดูดความร้อน



2. จงเติมข้อมูลของสารทำความเย็นต่อไปนี้

เบอร์	ชื่อ	องค์ประกอบทางเคมี	สีของถัง	ขอบข่ายการใช้งาน
R-11				
R-12				
R-22				
R-134a				
R-502				
R-717				

