หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ลักษณะการดำเนินงานโดยทั่วไปของธุรกิจผลิตเครื่องปรับอากาศรถยนต์

ประวัติและวิวัฒนาการของเครื่องปรับอากาศ

แม้ว่าเครื่องทำความเย็นจะเกิดขึ้นเมื่อประมาณ 70 ปีมานี้ ก็ตามแต่หลักการทำความเย็นนั้นมนุษย์รู้จักกันนานกว่า 1,000 ปีก่อนคริสต์ศักราชแล้ว โดยชาวอียิปต์เป็นชาติแรกที่รู้จักการทำความเย็น

ชาวอียิปต์มีระบบการถ่ายเทความร้อนจากพระราชวังฟาโรห์ (ตำแหน่งกษัตริย์ของอียิปต์) โดยสร้างกำแพงด้วยหินบล็อกก้อนใหญ่หนักเป็นพันๆตัน ด้านหนึ่งขัดมัน อีกด้านหนึ่งหยาบ ในเวลากลางคืนทาสประมาณ 3,000 คนจะขนย้ายก้อนหินเหล่านั้นไปยังทะเลทรายสะฮารา เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศในทะเลทรายจะลดต่ำลงมากในเวลากลางคืนก้อนหินก็จะเย็นลงด้วย จริงๆแล้วความร้อนที่ก้อนหินดูดรับไว้ระหว่างกลางวันจะถูกระบายออกทิ้งเมื่อถึงกลางคืน ก่อนตะวันจะรุ่งเหล่าทาสก็จะนำเอาก้อนหินเหล่านั้นมาที่พระราชวัง แล้ววางเรียงเป็นกำแพงไว้ในที่เดิม

สันนิษฐานกันว่าฟาโรห์ทรงพอพระทัยกับอุณหภูมิภายในพระราชวังซึ่งมีประมาณ 80 องศาฟาเรนไฮด์ในขณะที่อุณหภูมิภายนอกร้อนสูงถึง 130 องศาฟาเรนไฮด์หรือมากกว่านั้น การทำงานนี้ใช้ทาสประมาณ 3,000 คนและต้องทำงานตลอดคืน

อียิปต์โบราณยุคต้นๆก็พบว่าน้ำสามารถทำให้เย็นได้ โดยการบรรจุน้ำไว้ในเหยือกพรุน (Porous Jars) วางไว้บนหลังคาบ้าน หลังพระอาทิตย์ตก น้ำในเหยือกจะซึมผ่านออกมายังผิวนอกลมตอนกลางคืนจะระเหยน้ำที่ผิวนี้ทำให้น้ำในเหยือกเย็นลง ด้วยวิธีเดียวกันนี้ ชาวชนบทในภาคเหนือของประเทศไทยก็ใช้น้ำใส่ตุ่มดินที่มีผิวพรุน น้ำในตุ่มจะซึมผ่านออกมายังผิวนอกและถูกระเหยไป ทำให้น้ำที่เหลือในตุ่มเย็นลงเช่นกัน

ตอนต้นศตวรรษที่ 20 ที.ซี. นอร์ธคอตต์ (T.C Northcott) แห่งเมืองลูเรย์ (Luray) มลรัฐเวอร์จิเนีย ดูเหมือนจะเป็นบุคคลแรกในประวัติศาสตร์ซึ่งสร้างบ้านที่มีเครื่องทำความร้อนและเครื่องปรับอากาศ นอร์ธคอตต์เป็นวิศวกรซึ่งได้สร้างบ้านอยู่บนยอดเขาคาเวิร์นส์ (Caverns) เขาและครอบครัวเป็นโรคแพ้ละอองข้าวสาลี (hey fever) นอร์ธ

คอตต์ทราบว่าอากาศที่ได้รับการกรองผ่านไลม์สโตน (Limestone) จะปราศจากฝุ่นและละอองเกสร นับเป็นบ้านหลังแรกที่มีระบบการปรับอากาศในระบบเซนทรัล (Central heating and air conditioning)

ตู้เย็นที่ใช้ในบ้านถูกสร้างขึ้นเป็นครั้งแรกในปีพ.ศ. 2453 ทั้งๆที่สามารถผลิตน้ำแข็งได้ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2363 ในปีพ.ศ. 2456 เจ.แอน.ลาร์เสน (J.L. Larsen) ได้ผลิตเครื่องทำความเย็นควบคุมด้วยมือขึ้นเป็นครั้งแรก และในปีพ.ศ. 2461 บริษัทเคลวิเนเตอร์ (Kelvinator Company) ได้ผลิตตู้เย็นซึ่งควบคุมโดยอัตโนมัติขึ้นเป็นตู้แรก ซึ่งในระยะนี้ยอดการผลิตต่ำมากคือในพ.ศ. 2463 มีการจำหน่ายเพียงประมาณ 200 ตู้เท่านั้น สำหรับเครื่องปรับอากาศเครื่องแรกที่ผลิตออกสู่ท้องตลาดเพิ่งปรากฏในปีพ.ศ. 2470

<u>เครื่องปรับอากาศรถยนต์</u> ในระยะแรกๆเครื่องปรับอากาศรถยนต์นับว่าทำได้ยาก อย่างไรก็ตามปี พ.ศ.2470-2471 ในฤดูหนาวของสหรัฐอเมริกาก็ได้มีการติดตั้งเครื่องทำความร้อน (Heater) ขึ้นภายในรถยนต์ สำหรับการปรับอากาศในฤดูร้อนซึ่งต้องใช้เครื่องทำความเย็นติดตั้งภายในรถยนต์ เริ่มในปีพ.ศ. 2483 ซึ่งในระยะนี้ยังไม่มีการเก็บสถิติที่แน่นอนของจำนวนรถที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบนี้ แต่ก่อนที่สงครามโลกครั้งที่ 2 จะยุติพอประมาณได้ว่ามีรถยนต์ที่ติดตั้งเครื่องทำความเย็นเพื่อการปรับอากาศอยู่ 3,000 ถึง 4,000 คัน อย่างไรก็ตามในช่วงเวลาระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 การปรับปรุงเครื่องปรับอากาศรถยนต์ได้หยุดชะงักไปจนกระทั่งต้นปี พ.ศ. 2493 เมื่อความต้องการเริ่มสูงขึ้น จึงได้มีการพัฒนาปรับปรุงขึ้นใหม่

สำหรับประเทศไทย ในช่วง 20 ปี ที่ผ่านมา จะสังเกตุเห็นได้ว่า กิจการที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเครื่องทำความเย็น เช่น กิจการห้องเย็น ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ ที่ทำน้ำแข็งก้อน ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว จะพบว่าอาคารสถานที่หรือบ้านเรือนที่พักอาศัยนั้นต่างนิยมใช้เครื่องปรับอากาศกันมากขึ้น แม้แต่ในรถยนต์ก็มีการปรับอากาศกันอย่างแพร่หลาย

การปรับอากาศรถยนต์ในประเทศไทยยุคแรกที่เห็นเด่นชัดได้แก่การปรับอากาศสำหรับรถโดยสารนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศ และรถยนต์สำหรับทูตต่างประเทศ หรือผู้มีฐานะดีเท่านั้น ต่อมาในปี พ.ศ. 2504 ยุคที่ทหารอเมริกาเข้ามาตั้งฐานทัพเพื่อผลัดเปลี่ยนทหารที่ไปรบสงครามเวียตนาม รถแท็กซี่และรถโดยสารที่รับส่งทหารอเมริกาก็นิยมติดเครื่องปรับอากาศ

เพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้ใช้บริการ ประกอบกับอยู่ในช่วงของแผนพัฒนาเศรษฐกิจของการปรับอากาศหรือการใช้เครื่องทำความเย็นแพร่หลายมากยิ่งขึ้น ซึ่งแน่นอนย่อมมีผลเกี่ยวเนื่องกับการปรับอากาศรถยนต์ด้วยเช่นกัน

ประเทศไทยได้มีวิวัฒนาการก้าวหน้าขึ้นเรื่อยไป ในด้านการปรับอากาศรถยนต์เมื่อก่อนต้องสั่งรถยนต์ส่งและรถโดยสารติดเครื่องปรับอากาศมาจากต่างประเทศ มาใช้ในประเทศเรา ปัจจุบันช่างเทคนิคคนไทยสามารถติดตั้งซ่อมและผลิตเครื่องปรับอากาศรถยนต์ได้เองแล้ว

ลักษณะของอุตสาหกรรมผลิตเครื่องปรับอากาศรถยนต์ [1]

ด้านการตลาด

ก่อนปี พ.ศ. 2520 กิจการผลิตเครื่องปรับอากาศรถยนต์ จัดเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เนื่องจากปริมาณการผลิตเครื่องปรับอากาศรถยนต์มีน้อยมาก ผู้ใช้รถยนต์ส่วนใหญ่ยังไม่เห็นความจำเป็นของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศรถยนต์ เพราะคิดว่าเป็นสิ่งของที่ฟุ่มเฟือย แต่หลังจากปีพ.ศ. 2520 ความนิยมติดตั้งเครื่องปรับอากาศรถยนต์ได้เพิ่มสูงขึ้นมาก เพราะรถแท็กซี่เริ่มติดตั้งเครื่องปรับอากาศรถยนต์ทุกคัน จึงทำให้อุตสาหกรรมผลิตเครื่องปรับอากาศรถยนต์เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ในปัจจุบันนี้รถยนต์นั่งเกือบทุกคันจะติดเครื่องปรับอากาศรถยนต์ทั้งสิ้น นอกจากนี้ในปีพ.ศ. 2528 ปัจจุบัน เครื่องปรับอากาศรถยนต์ได้มีการส่งไปขายยังต่างประเทศมากขึ้น เช่น ส่งไปขายยังประเทศจีน ออสเตรเลีย อินโดนิเซีย และประเทศในแถบตะวันออกกลาง เป็นต้น

จะเห็นว่าในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา กิจการผลิตเครื่องปรับอากาศรถยนต์ได้เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งปัจจัยสำคัญที่มีส่วนทำให้ตลาดของอุตสาหกรรมผลิตเครื่องปรับอากาศรถยนต์ขยายตัวสูงขึ้นก็คือ การเพิ่มขึ้นของปริมาณรถยนต์ และการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ ซึ่งในอดีตเคยคิดว่าเครื่องปรับอากาศรถยนต์เป็นสิ่งของฟุ่มเฟือย แต่ปัจจุบันเริ่มมีแนวความคิดว่าเครื่องปรับอากาศรถยนต์เป็นเครื่องอำนวยความสบายชนิดหนึ่ง ที่ควรจะมีในตัวรถยนต์เช่นเดียวกับวิทยุติดรถยนต์

ด้านการผลิต

ลักษณะของชุดเครื่องปรับอากาศรถยนต์จะประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญ คือ

1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
2. คอล์ยเย็น (Evaporator)

---

[1] วีรพจน์ เวชชประสิทธิ, การปรับอากาศรถยนต์ พิมพ์ครั้งที่ 3 หน้า 1-4 โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร, 2527.

3. คอล์ยร้อน (Condenser)

4. สายน้ำยา (Hose)

5. วาล์ว (Expansion Valve)

6. ไดรเออร์ (Drier)

ชิ้นส่วนที่โรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ สามารถผลิตได้ก็คือ คอล์ยเย็น คอล์ยร้อน และสายน้ำยา ส่วนคอมเพรสเซอร์ และวาล์ว ไม่สามารถผลิตในประเทศได้ จะต้องสั่งเข้ามาจากต่างประเทศซึ่งอัตราส่วนของต้นทุนของชุดแอร์เป็นดังนี้

ชิ้นส่วนต่างๆของชุดเครื่องปรับอากาศรถยนต์

	อัตราส่วนต้นทุน %
1. คอมเพรสเซอร์	59%
2. คอล์ยเย็น	27%
3. คอล์ยร้อน	5%
4. สายน้ำยา	6%
5. วาล์ว	2%
6. ไดรเออร์และอื่นๆ	1%

	100%
	====

จากองค์ประกอบของต้นทุนชุดแอร์แสดงให้เห็นว่าชิ้นส่วนสำเร็จรูปนำเข้ามามีต้นทุนสูงกว่า 60%

สำหรับชิ้นส่วนที่ผลิตในโรงงานจะเป็นการผลิตตามแบบและขนาดที่ลูกค้าต้องการส่วนกระบวนการในการผลิตนั้นจะเหมือนกัน ซึ่งสามารถจะอธิบายขั้นตอนในขบวนการผลิต

ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์และอุปกรณ์

วงจรเครื่องทำความเย็น

วงจรการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศรถยนต์เป็นวงจรของระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System) ดังแสดงในรูปที่ 1

จากภาพและตารางแสดงตำแหน่งสถานะ อุณหภูมิและความดันของน้ำยาภายในวงจร จะเห็นว่าน้ำยาเริ่มต้นจากสถานะอย่างหนึ่ง ไปสู่อีกสถาะหนึ่งเมื่อผ่านไปตามวงจรของระบบและกลับคืนมาสู่สถานะเดิมโดยมีขั้นตอนที่เรียงลำดับกันอย่างแน่นอน ลำดับที่ต่อเนื่องกันนี้เรียกว่าวงจรของระบบทำความเย็น วงจรอย่างง่ายๆนี้ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การขยายตัว
2. การกลายเป็นไอ
3. การอัด
4. การควบแน่น

เราจะเริ่มต้นที่ตำแหน่งถังเก็บน้ำยา ในตำแหน่งที่น้ำยามีสถานะเป็นของเหลว อุณหภูมิสูง ความดันสูง น้ำยาจะไหลออกจากถังเก็บไปตามท่อน้ำยาเหลว (ตำแหน่งที่ 1) และไปยังเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว

ตำแหน่งที่ 1 ท่อน้ำยาเหลว ส่งไปยังเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว

ตำแหน่งที่ 2 น้ำยาเหลวผ่านเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว ลดความดันลง อุณหภูมิจะลดลงด้วยที่จุดนี้สถานะของน้ำยากลายเป็นแกสบ้างบางส่วน

ตำแหน่งที่ 3-4 ในคอยล์เย็น น้ำยาเหลวได้รับความร้อนแผงจนทำให้ตัว มันเองเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอโดยมีอุณหภูมิและความดันคงที่อุณหภูมินี้จะต่ำกว่าอุณหภูมิของบริเวณที่ต้องการทำความเย็น

ตำแหน่งที่ 5 ท่อดูดของคอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่ดูดไออิ่มตัวจากคอยล์เย็นเมื่อถึงจุดนี้ไอจะเป็นซุปเปอร์ฮีทแก๊ส เพราะได้รับความร้อนบริเวณรอบๆท่อดูด ทำให้อุณหภูมิของแกสที่ท่อดูดสูงขึ้นเล็กน้อย (รู้สึกเย็นเมื่อสัมผัส)

ตำแหน่งที่ 6 คอมเพรสเซอร์จะอัดน้ำยาซึ่งมีสถานะเป็นซุปเปอร์ฮีทแก๊ส ที่ความดันสูงและอุณหภูมิสูง

ตำแหน่งที่ 7 ไอซุปเปอร์ฮีทจากคอมเพรสเซอร์ ได้รับการถ่ายเทความร้อนออกจนมีอุณหภูมิลดลง มีสถานะเป็นไออิ่มตัว บางส่วนเริ่มควบแน่นเป็นของเหลวบ้างแล้ว

ตำแหน่งที่ 8-9 ไออิ่มตัว มีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศรอบตัวมัน ดังนั้นน้ำยาจะคลายความร้อนแฝงให้กับอากาศ โดยผ่านพื้นผิวของคอนเดนเซอร์ ทำให้ไออิ่มตัวควบแน่นกลายเป็นของเหลว ซึ่งมีอุณหภูมิและความดันเท่าเดิม จนกระทั่งเป็นของเหลวหมดในตำแหน่งที่ 9 ขณะนี้น้ำยามีสถานะเป็นของเหลวอิ่มตัว ที่อุณหภูมิสูงและความดันสูง

ส่วนต่างๆของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ (Function of Automotive Air-conditioner Component Part)

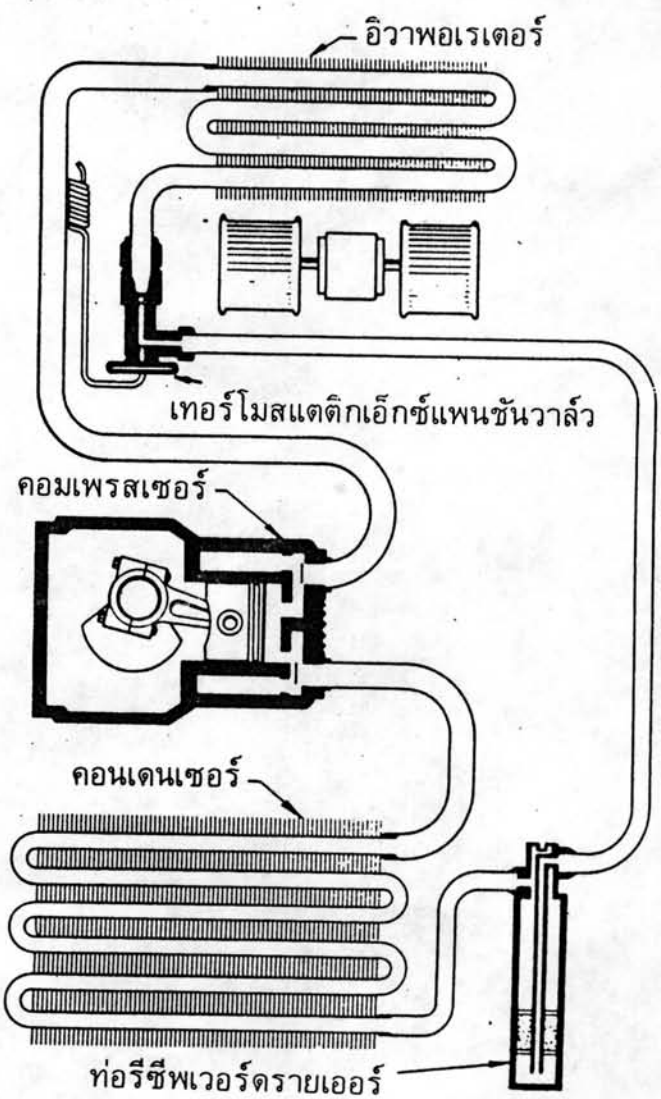
1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
2. คอล์ยร้อน (Condenser)
3. ท่อพักน้ำยาเหลว (Receiver-drier)
4. เอ็กซ์แพนชั่นวาลว์ (Expansionvalve)
5. ชุดตู้แอร์ (Evaporator)
6. สายน้ำยา (Refrigerant hose)
7. เทอร์โมสแตท (Thermostat)

1. **คอมเพรสเซอร์** (Compressor)

คอมเพรสเซอร์ที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศติดรถยนต์ (ดูรูปที่ 2) จะเป็นแบบเปิดและจะยึดติดอยู่กับเครื่องยนต์ โดยใช้กำลังของเครื่องยนต์มาหมุนให้คอมเพรสเซอร์ทำงานโดยใช้สายพานและจะมีแมกเนติคคลัช์ในการควบคุมให้คอมเพรสเซอร์ทำงานและหยุดทำงาน

คอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศติดรถยนต์ ออกแบบสร้าง 3 ชนิดคือ

1. แบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor) (ดูรูปที่ 3)
2. แบบสวอทเพลท (Swash Plate Compressor) (ดูรูปที่ 4)
3. **แบบเวนโรตารี่คอมเพรสเซอร์ (Vane Rotary Compressor) (ดูรูปที่ 5-6)**



รูปที่ 1 ภาพแสดงส่วนประกอบของวัฏจักรการทำความเย็น

1.1 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor)

เป็นคอมเพรสเซอร์แบบที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป โครงสร้างเหมือนกันคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบของเครื่องทำความเย็นโดยทั่วไป ปกติคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบของเครื่องปรับอากาศติดรถยนต์ จะเป็นแบบ 2 กระบอกสูบ (Two Cylinder) การทำงานนั้นก็เหมือนกัน คือ ในขณะที่ลูกสูบหนึ่งเคลื่อนที่ลงในจังหวะดูด ลูกสูบอีกลูกหนึ่งจะเคลื่อนที่ขึ้นในจังหวะอัด ในจังหวะดูดลิ้นทางอัดจะปิด และลิ้นทางดูดจะเปิดให้น้ำยาแก๊สจากท่อซักชั่น (ท่อทางดูด) เข้ามาและในจังหวะอัด (ลูกสูบที่เคลื่อนที่ขึ้น) น้ำยาแก๊สในกระบอกสูบ จะถูกอัดให้มีแรงดันสูงและลิ้นทางอัดจะเปิดให้น้ำยาผ่านออกทางท่อทางอัด (Discharge Line) เพื่อส่งไปยังคอนเดนเซอร์ต่อไป

คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบที่นิยมใช้กันคือ คอมเพรสเซอร์ของยอร์ค (York) ในประเทศไทยใช้อยู่ 3 ขนาดคือ เบอร์ 206 , 209 และ 210

1.2 คอมเพรสเซอร์แบบสวอทเพลท (Swatch Plate Compressor)

คอมเพรสเซอร์แบบสวอทเพลท ยังจัดในชนิดของคอมเพรสเซอร์ที่ใช้ลูกสูบ แต่ลูกสูบของแบบสวอทเพลทอยู่ในแนวนอน ลักษณะการดูดน้ำยาของลูกสูบอยู่ในแนวนอน การเคลื่อนที่ของลูกสูบ เพื่อดูดและอัดน้ำยาของคอมเพรสเซอร์แบบนี้ ไม่ต้องใช้เพลาข้อเหวี่ยง และก้านสูบเป็นตัวช่วยให้ลูกสูบเคลื่อนที่ แต่ลูกสูบจะเคลื่อนที่เข้าออกในกระบอกสูบได้โดยการหมุนของสวอทเพลทอยู่ในตำแหน่งเอียง 45 องศา กล่าวคือ ขณะที่แกนเพลาที่ต่อมาจากพูเล่หมุน สวอทเพลทหรือเพลทเอียงก็จะหมุนตามไปด้วย ซึ่งทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่เข้าออกในกระบอกสูบ ทำให้เกิดการดูด-อัดน้ำยาได้ คอมเพรสเซอร์แบบสวอทเพลท จะมีตั้งแต่ 2 สูบขึ้นไป เช่น 5 สูบ และ 6 สูบ เป็นต้น

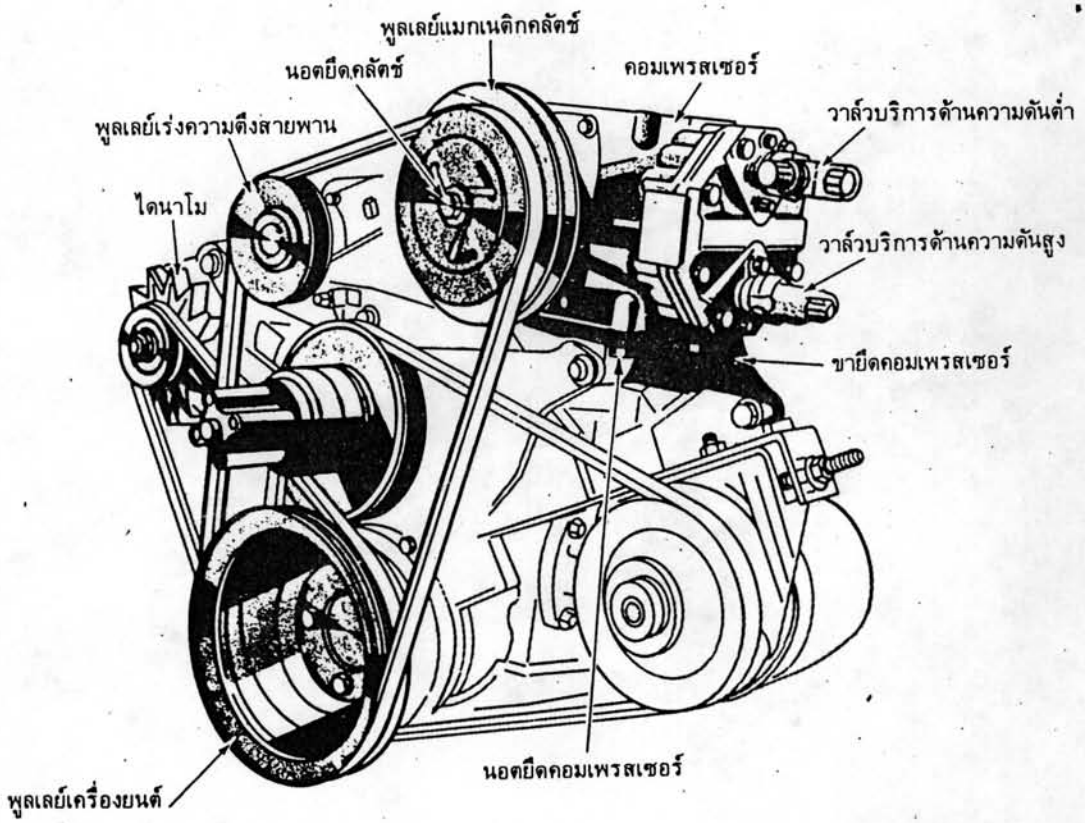
1.3 เวนโรตารีคอมเพรสเซอร์ (Vane Rotary Compressor)

เป็นคอมเพรสเซอร์ที่อัดและดูดโดยการหมุนของใบพัด 5 ใบ ที่โรเตอร์กึ่งกลางของเสื้อสูบรูปไข่ คอมเพรสเซอร์แบบนี้ ทำให้เกิดการอัดโดยปราศจากการเปลี่ยนพลังงานจากรูปหนึ่งเป็นอีกรูปหนึ่ง

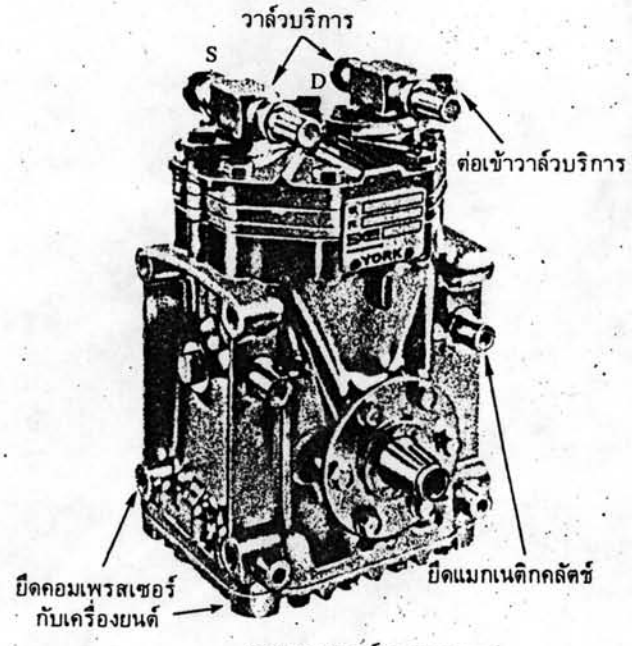
การทำงานแบบนี้ทำให้ ลดการสูญเสียพลังงานและทำให้มีประสิทธิภาพการอัดเพิ่มขึ้น มีเสียงเงียบ การสั่นสะเทือนน้อย

2. คอล์ยร้อน (Condensor)

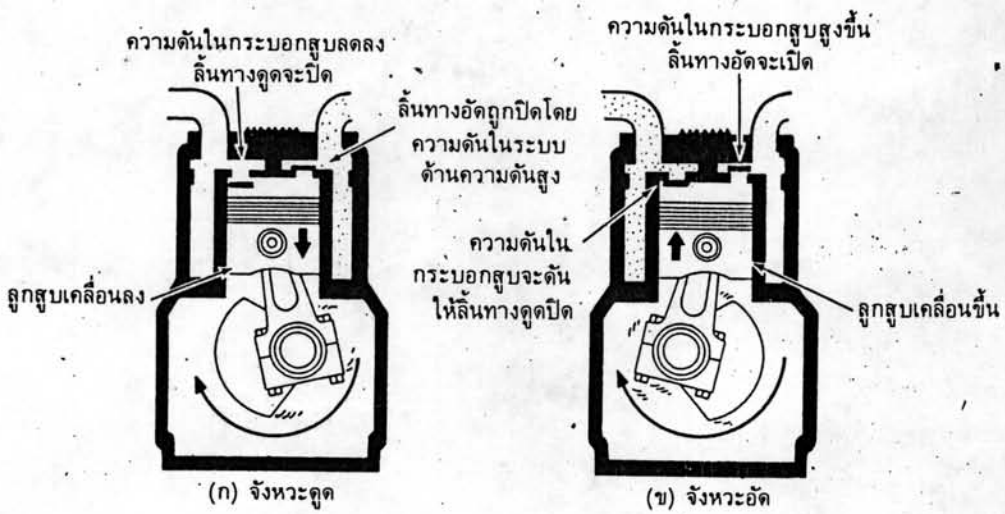
คอนเดนเซอร์ หรือ . คอล์ยร้อน คือ อุปกรณ์ที่ทำให้สารความเย็นในสภาพที่เป็นไอ



รูปที่ 2 แสดงคอมเพรสเซอร์ที่ติดตั้งอยู่กับเครื่องยนต์

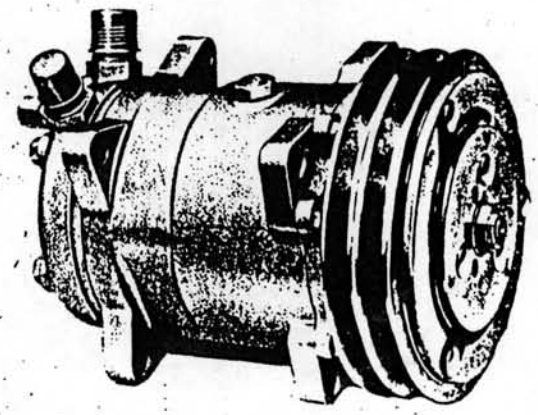


คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ

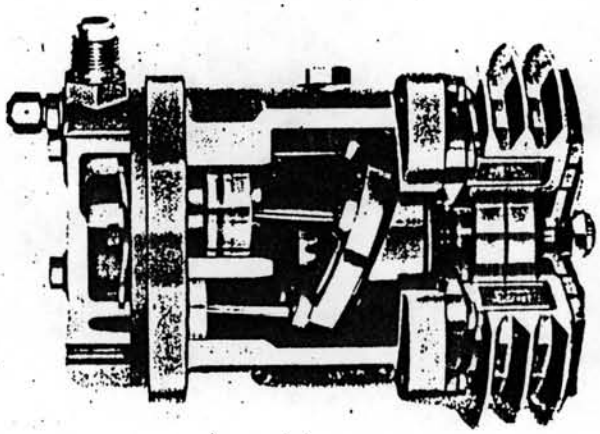


รูปที่ 3 แสดงคอมเพรสเซอร์ยอร์คแบบ 2 สูบ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

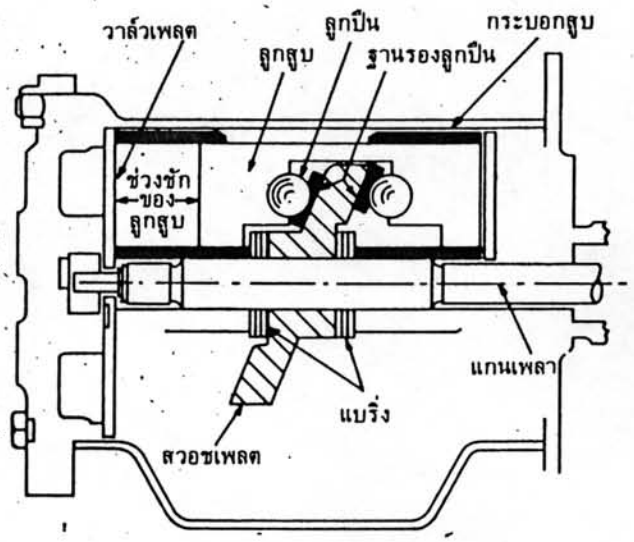


(ก)

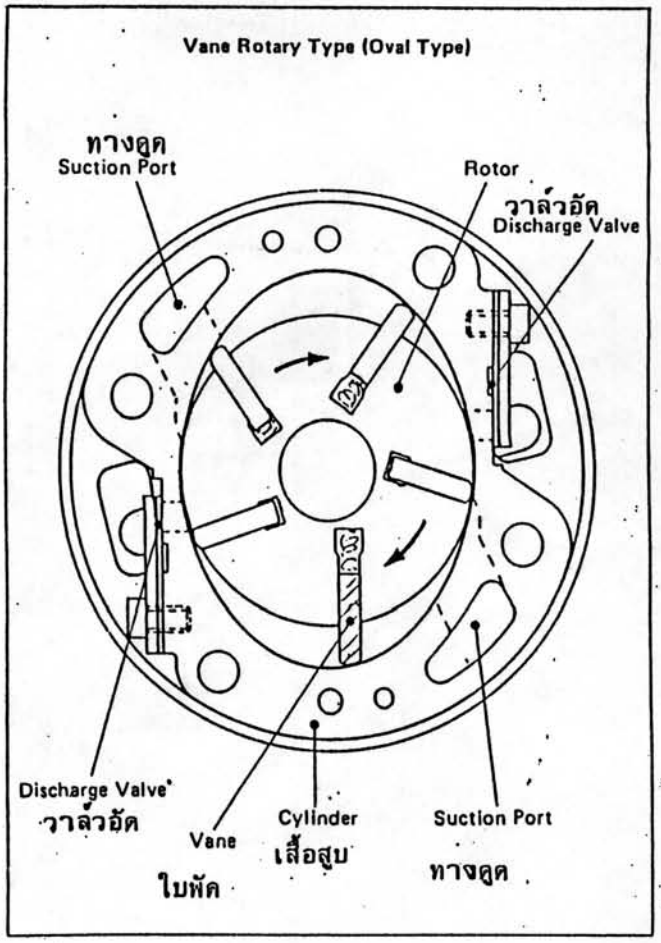


(ข)

แสดงรูปตัดขวางของคอมเพรสเซอร์แบบสวอชเพลต



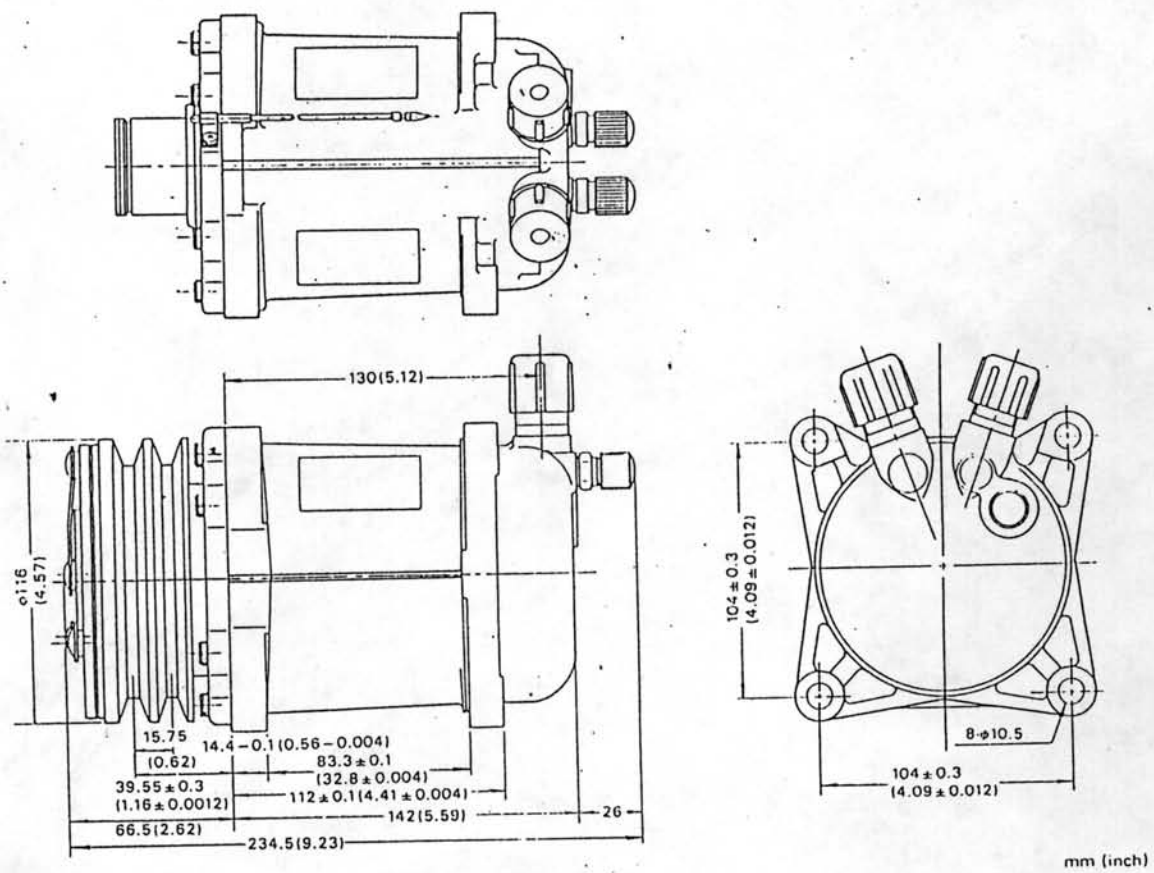
รูป 4 คอมเพรสเซอร์แบบสวอทเพลท แบบ 5 สูบ



รูปที่ 5 รูปแสดงการทำงานภายในของ เวนโรตารี่ คอมเพรสเซอร์

016722

1-1. Appearance and Dimensions : SS-140PSV SS-170PSV



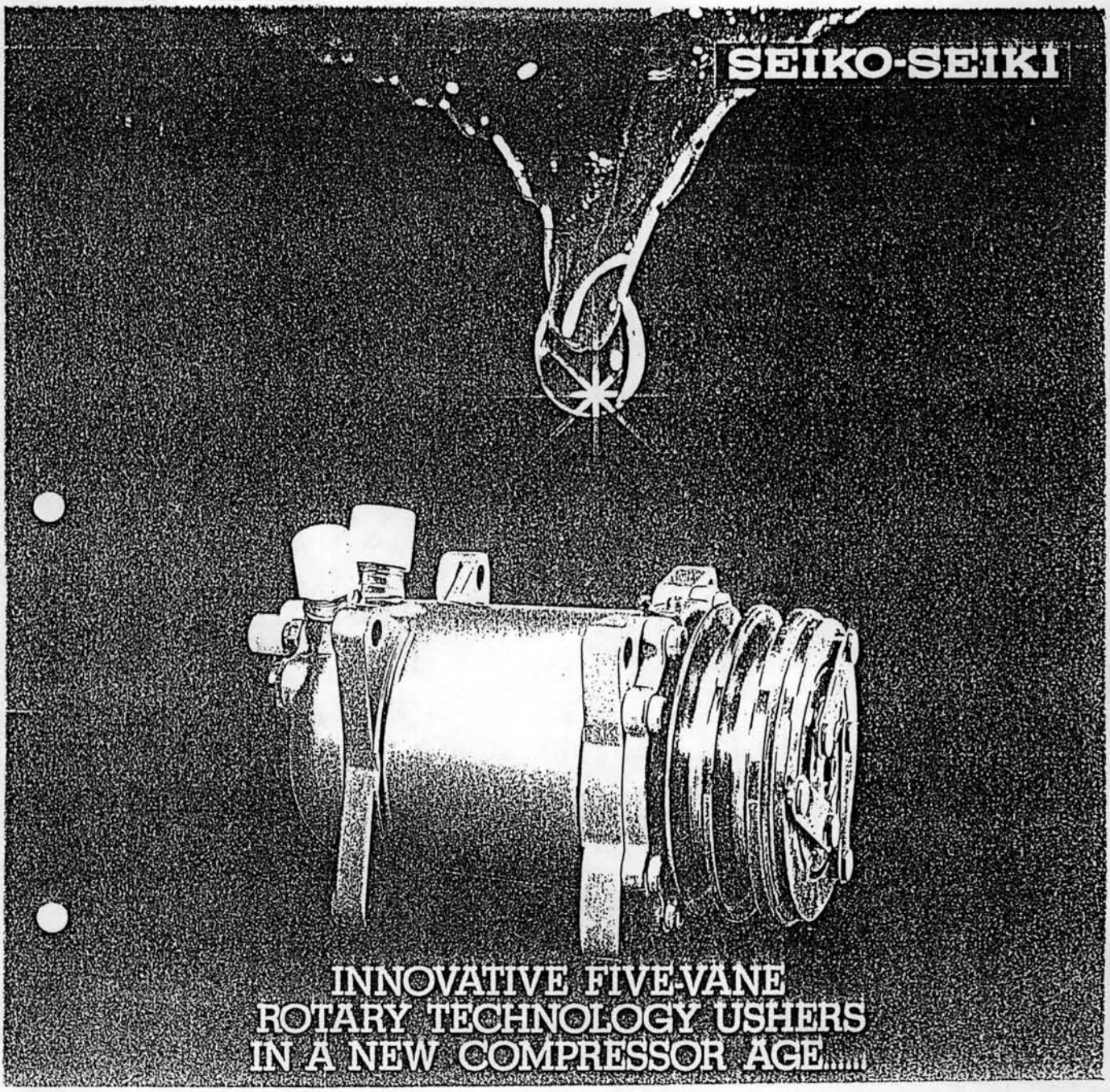
mm (inch)

1-2. Technical Specifications

Model	SS-140PSV	SS-170PSV
Actual displacement	99 cc/rev (5.9 cu.in/rev)	121 cc/rev (7.2 cu.in/rev)
Converted displacement to swash type	116 cc/rev (6.9 cu.in/rev)	141 cc/rev (8.3 cu.in/rev)
Converted displacement to swash type with small dia clutch	134 cc/rev (7.9 cu.in/rev)	164 cc/rev (9.8 cu.in/rev)
Weight without clutch	4.6 kg (10.1 lbs)	4.8 kg (10.9 lbs)
Clutch weight (A·double)	2.1 kg (4.6 lbs)	2.1 kg (4.6 lbs)

Model	SS-140PSV	SS-170PSV
Maximum continuous speed	7000 rpm	
Momentary maximum speed	8400 rpm	
Lubricant	SUNISO 5GS 160 ± 10 cc (5.3±0.3fl.oz)	SUNISO 5GS 170 ± 10 cc (5.8±0.3fl.oz)
Direction of revolution	Clockwise	
Maximum angle of yaw	± 75°	
Refrigerant	R-12	

รูปที่ 6 รูปร่างเวนโรตารี่ คอมเพรสเซอร์ภายนอก



รูปที่ 7 ภาพแสดงรูปร่างเวนโรตารี่คอมเพรสเซอร์ของ SEIKO SEIKI

เปลี่ยนสภาพเป็นของเหลวโดยการระบายความร้อนออกจากสารความเย็น น้ำยาหรือสารความเย็นในสถานะที่เป็นไอมีความดันสูง อุณหภูมิสูงประมาณ 70°C ซึ่งถูกอัดส่งมาจากคอมเพรสเซอร์ เมื่อถูกระบายความร้อนออกจะกลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลวภายในคอนเดนเซอร์แต่ยังมีความดันและอุณหภูมิสูงอยู่ประมาณ 50°C

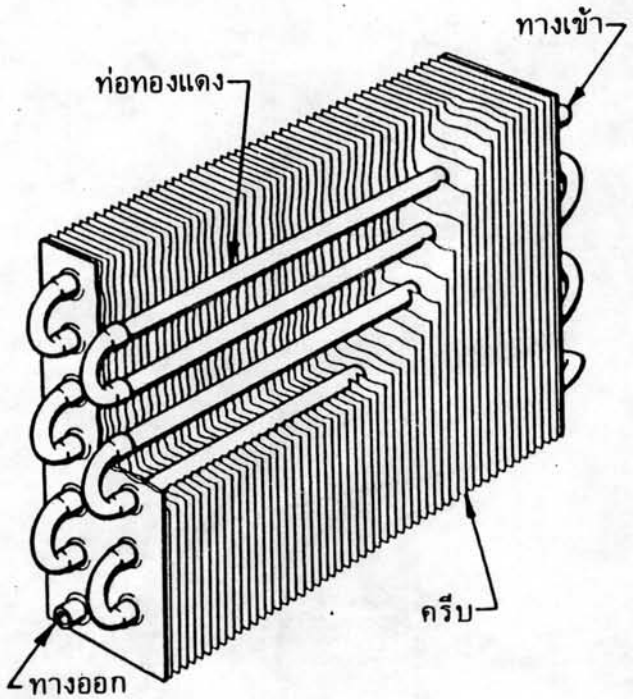
คอนเดนเซอร์ประกอบด้วยขอท่อทองแดงหรืออลูมิเนียมและมีครีบอลูมิเนียม (fins) เป็นตัวช่วยเพิ่มที่ผิวในการถ่ายเทความร้อนโดยอากาศซึ่งผ่านเข้ามาบนผิวหน้าของคอนเดนเซอร์ ดูรูปที่ 8 และรูปที่ 9

อากาศที่ผ่านคอนเดนเซอร์นี้เป็นอากาศที่ปะทะเข้ามาทางด้านหน้ารถ และสวนทางกับทิศทางการเคลื่อนที่ของรถ (Ram Air) หรืออาจเป็นอากาศที่ได้จากพัดลมหรือใบพัดโบลเวอร์ เนื่องจากคอนเดนเซอร์ติดตั้งอยู่ทางด้านหน้าสุดก่อนหม้อน้ำรถยนต์ ฉะนั้นขณะที่รถวิ่งจึงเป็นส่วนที่ปะทะกับอากาศก่อนและมักจะมีแมลง ฝุ่นหรือสิ่งสกปรกอื่นๆอุดตันที่ครีบของคอนเดนเซอร์ ถ้าเกิดการอุดตันเช่นนี้แล้วจะทำให้การระบายความร้อนออกของน้ำยาเพื่อกลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลวไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้ความดันในระบบต้านความดันสูงเกินเกณฑ์และเครื่องยนต์ต้องทำงานหนัก ในขณะเดียวกันเครื่องยนต์จะเกิดร้อนจัด (Overheating) เนื่องจากอากาศผ่านคอนเดนเซอร์เข้ามาก่อนถึงหม้อน้ำรถยนต์

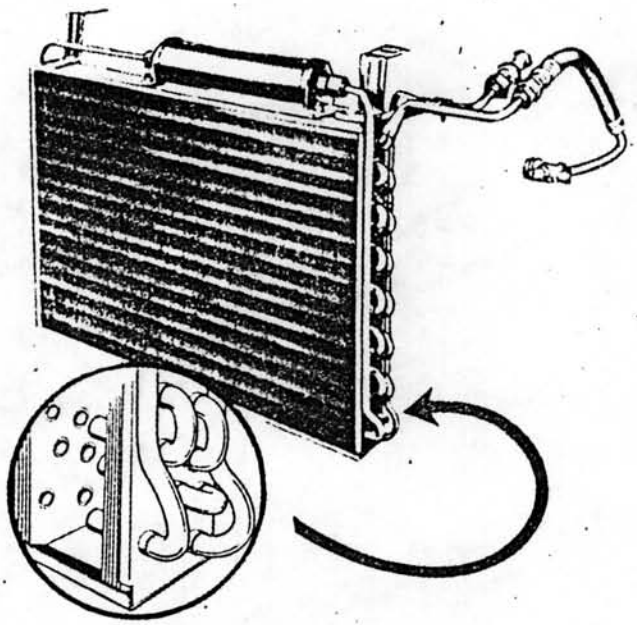
ขนาดของคอนเดนเซอร์มักจะถูกกำจัดโดยเนื้อที่สำหรับการติดตั้ง ขดท่อทางเดินน้ำยาอาจเป็นชั้นเดียวหรือสองชั้น บางครั้งอาจถึงสาม ซึ่งการเพิ่มจำนวนชั้นเป็นการเพิ่มปริมาณภายในท่อทางเดินน้ำยาของคอนเดนเซอร์ ช่วยให้การระบายความร้อนกระทำได้ดียิ่งขึ้น

เราไม่สามารถกล่าวได้ว่าน้ำยาที่ออกจากคอนเดนเซอร์จะมีสถานะเป็นน้ำยาเหลวหมด 100 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าคอนเดนเซอร์นั้นจะใหญ่แต่อาจจะมีน้ำยาประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ที่ออกจากคอนเดนเซอร์ยังคงสถาะเป็นแก๊ส อย่างไรก็ตามน้ำยานี้จะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ตัวต่อไปคือท่อพักน้ำยาเหลวและตัวดูดรับความชื้น

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าท่อทางน้ำยาที่เข้ายังคอนเดนเซอร์จะอยู่ข้างบนเสมอ เพื่อว่าเมื่อน้ำยากลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลวแล้วจะตกลงมาตอนล่างและส่งต่อเข้ายังรีซีพเวอร์และดรายเออร์ต่อไป ซึ่งถ้าต่อท่อคอนเดนเซอร์เข้าทางด้านล่างแล้ว น้ำยาในสถานะแก๊สจะต้องดันผ่านน้ำยาเหลวทำให้ความดันในคอนเดนเซอร์สูงเกินเกณฑ์



รูปที่ 8 ลักษณะคอล์ยร้อนหรือคอนเดนเซอร์



รูปที่ 9 ภาพแสดงท่อทางเดินของน้ำยา

3. **ท่อพักน้ำยาเหลว** (Receiver-Drier)

รีซีพเวอร์-ดรายเออร์ ติดตั้งอยู่ระหว่างทางเดินน้ำยาจากคอนเดนเซอร์ไปอีแวปปอเรเตอร์ ทำหน้าที่ 3 อย่างคือ

1. เป็นถังพักน้ำยา (Receiver) เพื่อที่จะป้อนน้ำในปริมาณที่พอเหมาะแก่ความต้องการของเอ็กซ์แปนชั่นวาล์ว เช่น ในกรณีที่ความร้อนภายในห้องโดยสารมาก ลิ้นของเอ็กซ์แปนชั่นวาล์วจะเปิดมาก ก็ต้องการปริมาณน้ำยามาก และเมื่อความร้อนภายในห้องโดยสารลดลงก็ต้องการปริมาณน้ำยาน้อย
2. เป็นตัวดูดความชื้น (Drier) ภายในของรีซีพเวอร์-ดรายเออร์ จะมีสารเคมีซึ่งสามารถดูดความชื้นให้ออกจากน้ำยาเหลวได้
3. เป็นตัวกรองสิ่งสกปรก (Filter) ภายในห้องของรีซีพเวอร์-ดรายเออร์ จะมีตะแกรงและไส้กรอง เพื่อกรองสิ่งสกปรกซึ่งอาจจะตกค้างอยู่ภายในระบบน้ำยา

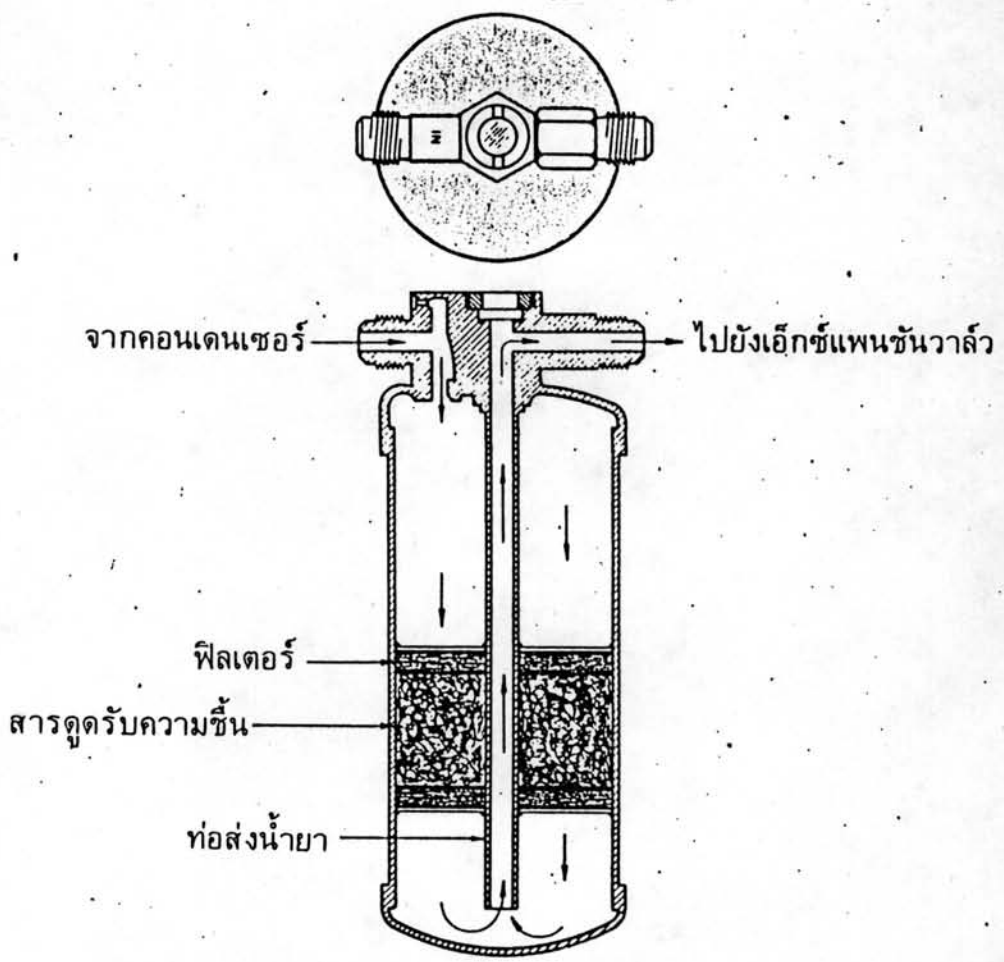
ที่ด้านบนของรีซีพเวอร์-ดรายเออร์ จะมีช่องกระจกเล็กๆสำหรับดูว่ามีน้ำยาเต็มระบบหรือไม่เมื่อติดเครื่องยนต์และเปิดเครื่องแอร์ ถ้าน้ำยาเต็มระบบช่องกระจกนี้จะใส แต่ถ้ามีฟองก็แสดงว่าน้ำยาขาด ถ้าปริมาณของฟองมากก็แสดงว่าน้ำยายังขาดอยู่มาก

4. **เอ็กซ์แปนชั่นวาล์ว** (Expansion Valve)

เอ็กซ์แปนชั่นวาล์วอยู่ที่ทางเข้าของอีแวปปอเรเตอร์คอล์ย ทำหน้าที่ลดความดันของน้ำยาเหลว ซึ่งมีความดันสูงให้ต่ำลง (อุณหภูมิจะต่ำลงด้วย) ก่อนที่จะผ่านเข้าไปในอีแวปปอเรเตอร์คอล์ย นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ควบคุมปริมาณของน้ำยาให้เข้าไปในคอล์ยเป็นปริมาณพอเหมาะกับความร้อนที่ถ่ายเทให้กับอีแวปปอเรเตอร์เพื่อให้น้ำยาเหลวกลายเป็นไอได้หมดไม่เหลือเป็นของเหลวจนไปถึงคอมเพรสเซอร์ซึ่งอาจทำให้เสียหายได้ เอ็กซ์แปนชั่นวาล์วที่มีประสิทธิภาพดี และนิยมใช้กันมา คือ เทอร์โมสแตติก เอ็กซ์แปนชั่นวาล์ว ซึ่งทำงานโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่คอล์ยมาควบคุมการเปิดปิดลิ้นของเอ็กซ์แปนชั่นวาลว์

5. **ชุดตู้แอร์** (Evaporator)

อิวาพอเรเตอร์ คือ อุปกรณ์ในระบบการทำความเย็น ซึ่งจะทำให้สารความเย็นขยายตัวหรือกลายเป็นไอทำให้เกิดความเย็น อิวาพอเรเตอร์เป็นส่วนที่ทำความเย็นของระบบ น้ำยาเหลาซึ่งถูกลดแรงดันโดย Thermostat Expansion Valve จะเข้ามาระเหยตัวเปลี่ยน



รูปที่ 10 ท่อพักน้ำยาและสารดูดรับความชื้น

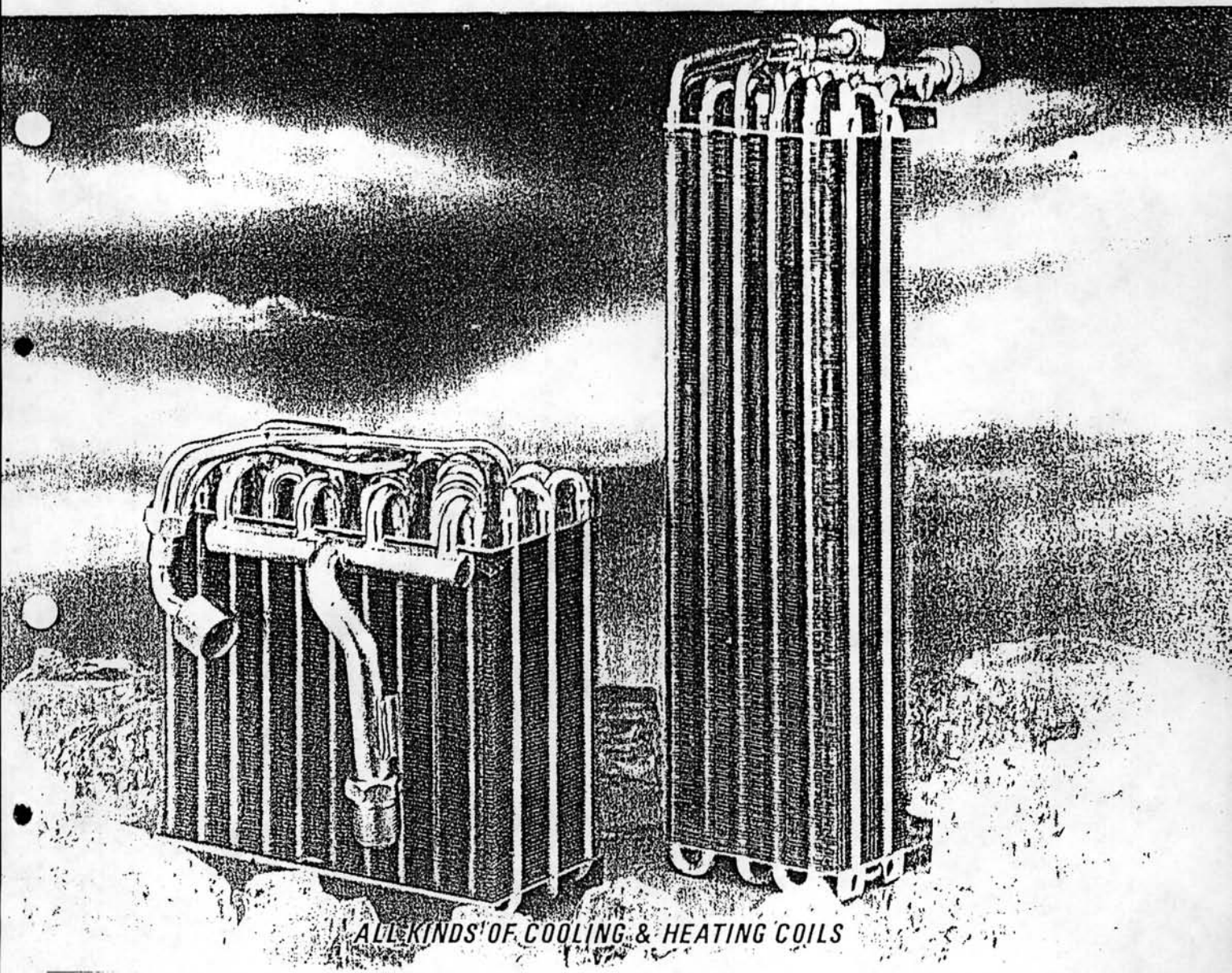
สถานะเป็นไอ ดูดรับปริมาณความร้อนจากอากาศโดยรอบอีแวปปอเรเตอร์ ดังรูปที่ 11

อีแวปปอเรเตอร์ประกอบด้วยขดท่อทองแดงหรืออะลูมิเนียม และมีครีบอะลูมิเนียมเป็นตัวช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อน เหตุผลที่ใช้ทองแดงหรืออลูมิเนียมเป็นท่อทางเดินน้ำยาก็เพราะเป็นโลหะที่มีคุณสมบัติเป็นตัวนำความร้อนได้ดี ขณะที่น้ำยาไหลผ่านต่อทางเดินน้ำยาในอีแวปปอเรเตอร์ระเหยตัวดูดรับปริมาณความร้อนจากอากาศโดยรอบและอีแวปปอเรเตอร์นี้จะอยู่ภายในโครงซึ่งมีมอเตอร์โบลเวอร์ทำหน้าที่เป่าอากาศผ่านครีบของอีแวปปอเรเตอร์ และผิวของท่อทางเดินน้ำยาถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำยาภายในอีแวปปอเรเตอร์ซึ่งกำลังระเหยตัวดูดรับปริมาณความร้อนอยู่ ทำให้อุณหภูมิของอากาศที่ถูกเป่าผ่านออกมามีอุณหภูมิต่ำลงและเป่าเข้าภายในรถโดยตรง ดังรูปที่ 12

อีแวปปอเรเตอร์ยังประกอบด้วยถาดรองน้ำทิ้งอยู่ใต้ขดท่ออีแวปปอเรเตอร์ ความชื้นของอากาศภายในรถจะถูกกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ขณะอากาศดูดเป่าผ่านอีแวปปอเรเตอร์ น้ำนี้จะหยดลงในถาดรองข้างใต้ซึ่งมีสายท่อเดรนน้ำทิ้งเจาะลงใต้ท้องรถปล่อยน้ำทิ้งนี้ลงบนถนนอีกที่หนึ่ง ดังรูปที่ 13

ส่วนประกอบของอีแวปปอเรเตอร์มีดังนี้คือ (ดูรูปที่ 14,15)

1. คอล์ย (Evaporator Coil) เป็นท่อทองแดงหรืออลูมิเนียมขดไปขดมาเพื่อให้ประหยัดเนื้อที่
2. ฟิน (Fin) มีลักษณะเป็นครีบทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมหรือทองแดงบางๆครีบนี้จะเป็นตัวเพิ่มประมาณพื้นที่ผิวในการนำความร้อน ถ้าครีบมากก็จะช่วยให้นำความร้อนได้มาก
3. มอเตอร์พัดลม (Bolower Motor) เป็นดีซีมอเตอร์ใช้กับรถยนต์ ส่วนมากจะเป็นแบบแกนสองข้างสำหรับหมุนพัดลมได้สองตัว และสามารถปรับความเร็วได้
4. พัดลม (Blower) โดยมากเป็นพัดลมชนิดหอยโข่งซึ่งให้ลมแรงและทำด้วยพลาสติกเป็นส่วนใหญ่ พัดลมช่วยให้การถ่ายเทความร้อนที่คอล์ยเป็นไปได้ดี การวัดกำลังลมโดยทั่วไปวัดเป็นลูกบาศก์ฟุต/นาที (CFM) พัดลมที่มี CFM มากก็แสดงว่ามีกำลังลมดี
5. ช่องลมหน้า (Front Louver) เป็นช่องที่ลมเย็นบริเวณรอบๆคอล์ยถูกเป่าออก

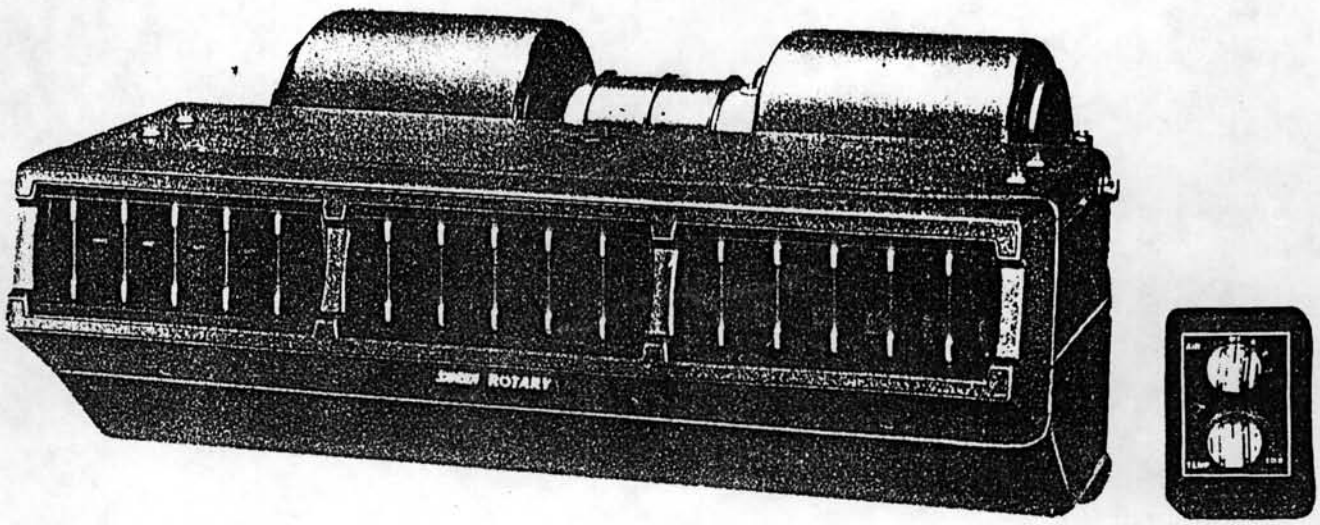


รูปที่ 11 อีแวปปอเรเตอร์คอล์ยหรือคอล์ยเย็น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Car Air-conditioners

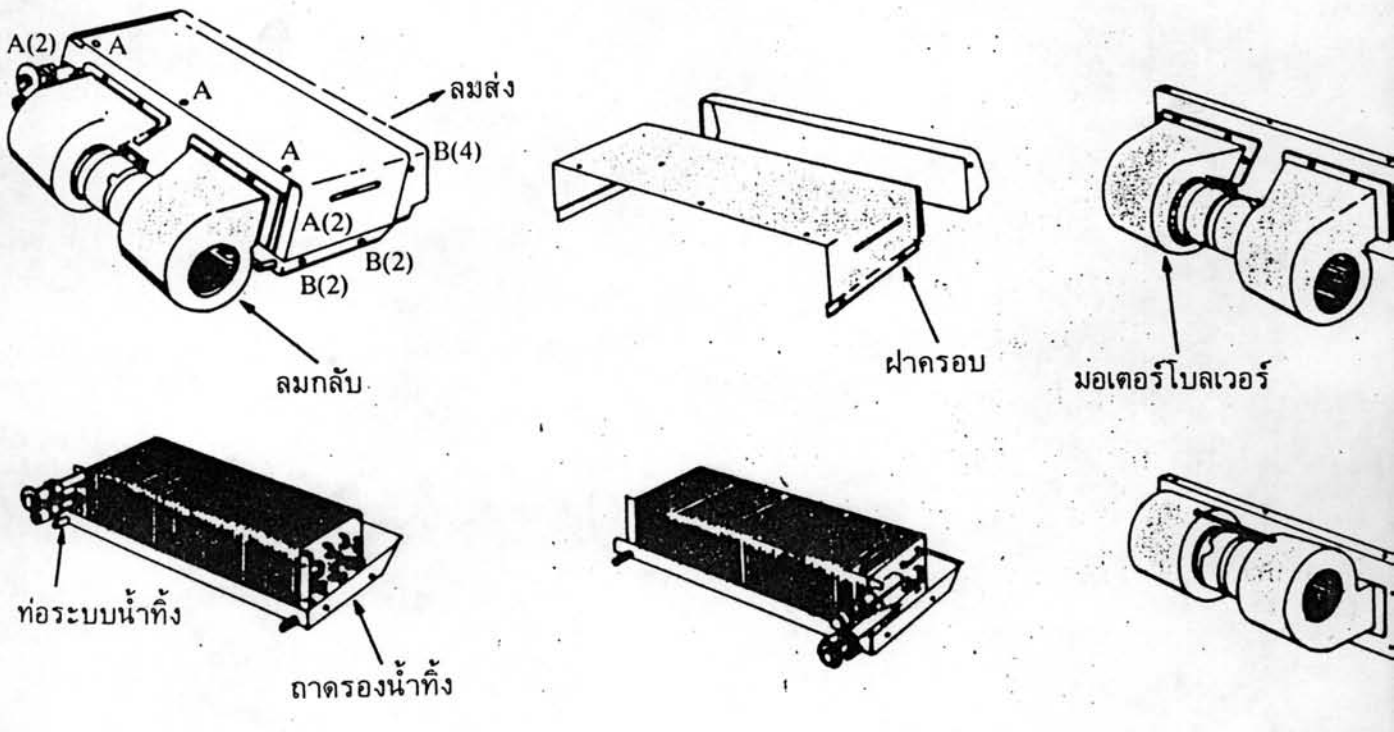
Universal Hang-On Evaporators



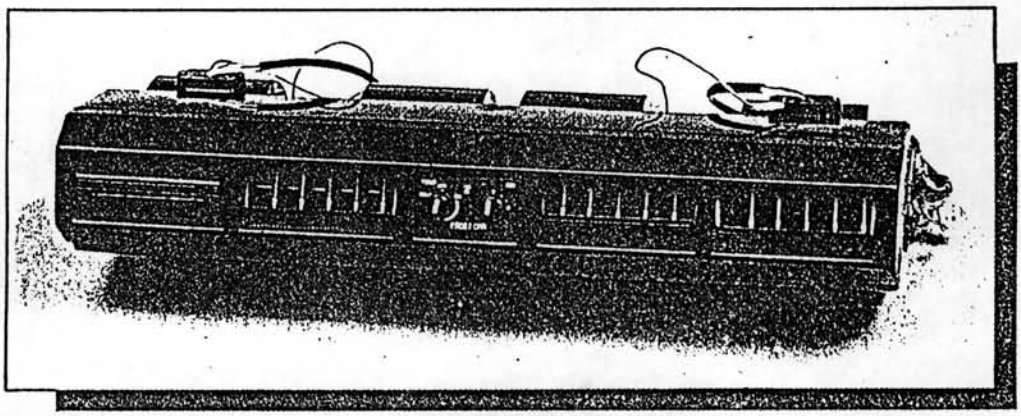
747 SE

with standard bezel and controls

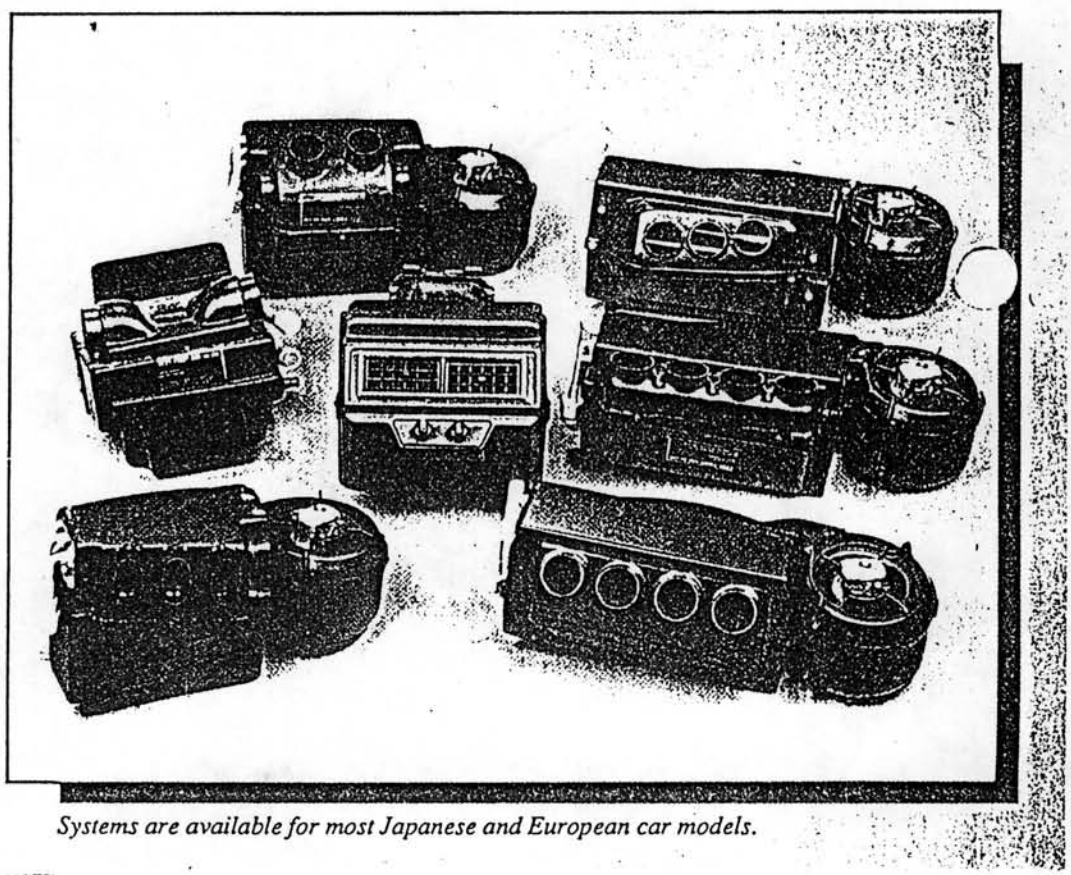
รูปที่ 12 อีแวปปอเรเตอร์แบบแขวน



รูปที่ 13 แสดงการถอดประกอบชุดอีแวปปอเรเตอร์

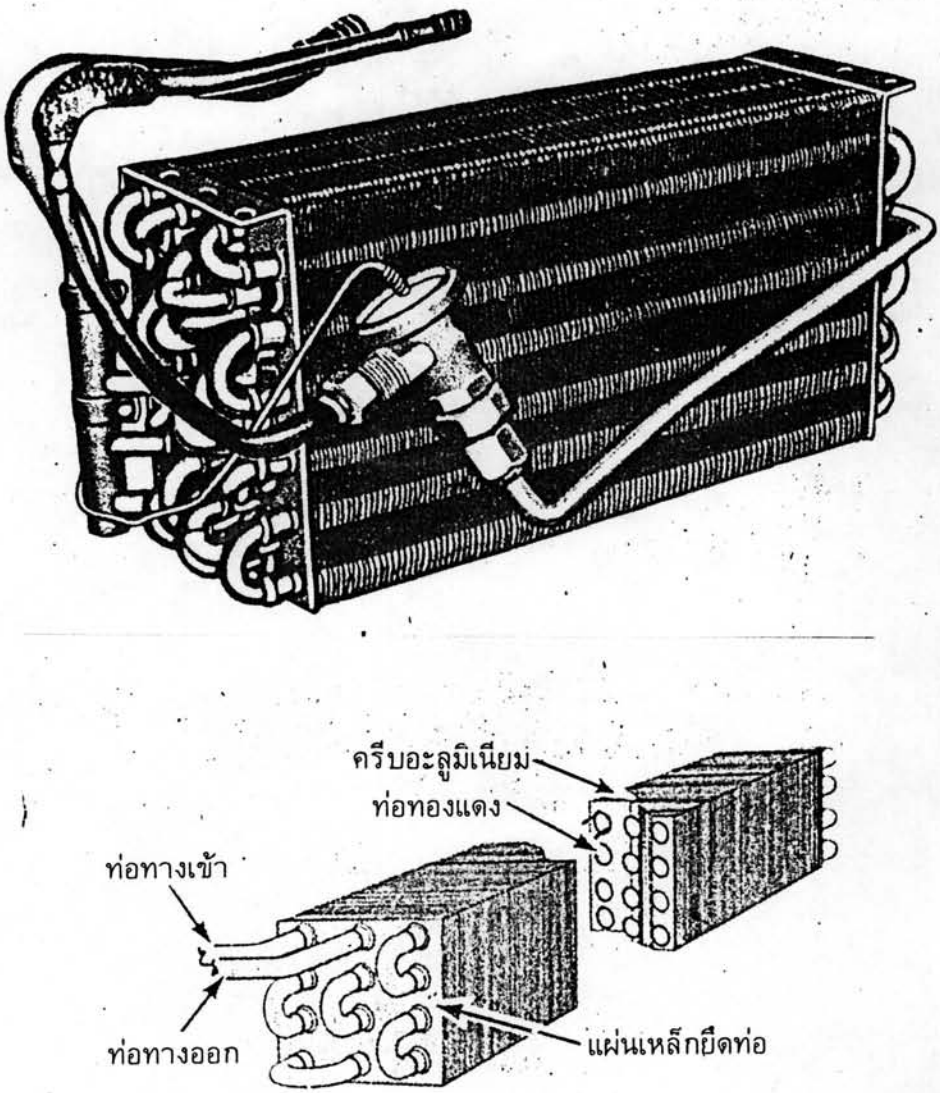


Universal evaporators are engineered for efficiency.



Systems are available for most Japanese and European car models.

รูปที่ 14 ภาพด้านหน้าชุดอีแวปปอเรเตอร์



รูปที่ 15 อีแวปปอเรเตอร์

ไปในห้องโดยสาร ช่องลมอาจจะติดอยู่กับตัวอีแวปปอเรเตอร์ หรืออาจจะเป็นท่อพลาสติก ต่อจากตัวอีแวปปอเรเตอร์ไปออกตามช่องลมที่ฝังอยู่ใน DASH BOARD (แผงหน้าปัด)

6. ช่องลมกลับ (Return Air inlet) เป็นช่องที่ลมร้อนภายในกลับมายังอีแวปปอเรเตอร์เพื่อที่จะทำให้เย็น

6. สายน้ำยา (Refreigerant Hose)

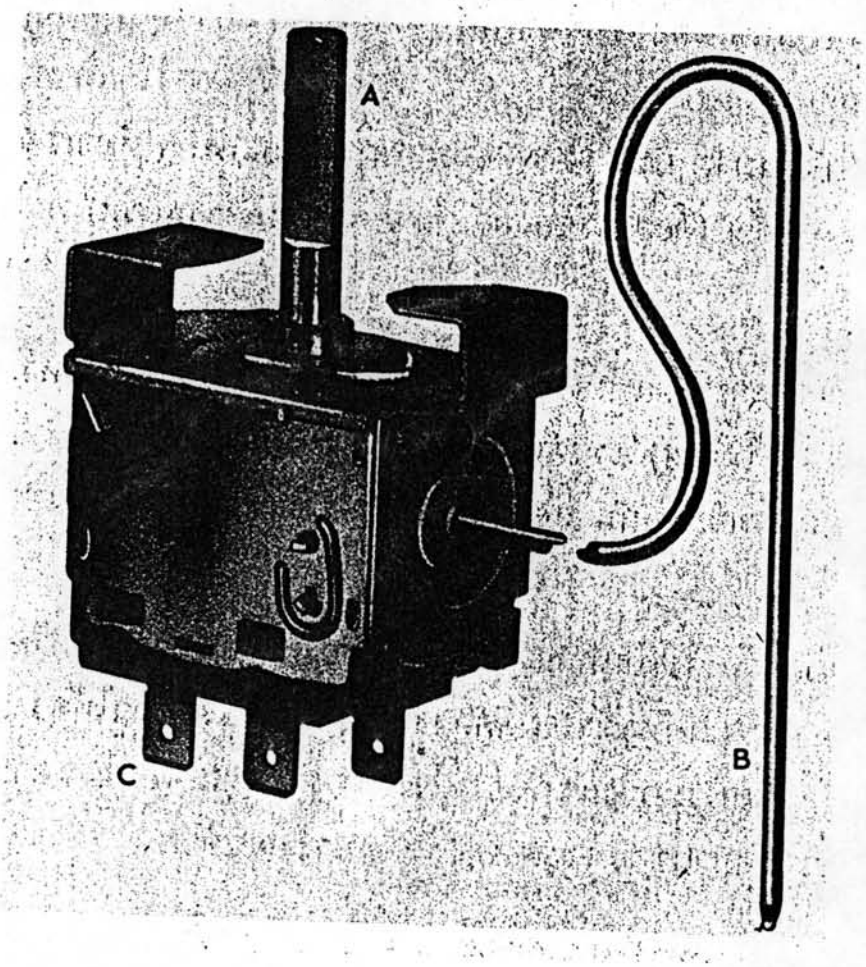
สายน้ำยาที่ใช้ที่อยู่ 4 เส้นด้วยกัน คือ

1. สายทางดูด (Suction Line) เป็นทางกลับของน้ำยาที่เป็นซุปเปอร์ฮีทจากอีแวปปอเรเตอร์มายังทางเข้าของคอมเพรสเซอร์ เป็นสายที่ใหญ่ที่สุด
2. สายทางส่ง (Discharge Line) เป็นทางส่งก๊าซร้อนซึ่งมีความดันสูง จากทางออกของคอมเพรสเซอร์ไปยังคอนเดนเซอร์ เพื่อระบายความร้อนและเปลี่ยนสถานะกลับเป็นของเหลว เป็นสายที่ใหญ่เป็นที่สอง
3. สายรีซีพเวอร์ (Receiver Line) เป็นทางเดินของน้ำยาจากคอนเดนเซอร์มายังรีซีพเวอร์-ดรายเออร์ เป็นท่ออลูมิเนียม
4. สายน้ำยาเหลว (Liquid Line) เป็นทางเดินของน้ำยาเหลวจากรีซีพเวอร์-ดรายเออร์ไปยังเอ็กซ์แปนชั่นวาลว์และอีแวปปอเรเตอร์ เป็นสายเล็กสุด

7. เทอร์โมสแตท (Thermostat)

เทอร์โมสแตทติดตั้งอยู่ด้านหน้าของอีแวปปอเรเตอร์และมีท่อแคปพิลลารียื่นไปหน้าคอล์ยเพื่อรับรู้อุณหภูมิของลมที่เป่าออกมา เทอร์โมสแตททำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องโดยสารไม่ให้ต่ำเกินกว่าที่ต้องการ เมื่ออุณหภูมต่ำกว่าอุณหภูมิที่ตั้งเทอร์โมแสตทไว้ สวิทช์ของเทอร์โมสแตทจะตัดไฟที่ไปป้อนให้แก่คลัทช์แม่เหล็ก ทำให้คอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน และเมื่ออุณหภูมิกลับสูงขึ้นกว่าอุณหภูมที่ตั้งไว้ สวิทช์จะดีดกลับและป้อนไฟไปเลี้ยงคลัทช์เช่นเดิม คอมเพรสเซอร์ก็จะทำงานและเริ่มต้นทำความเย็นอีก

เทอร์โมสแตทที่ใช้ในแอร์รถยนต์เป็นแบบสวิทช์ขั้วเดียว และสามารถตั้งอุณหภูมิได้ สวิทช์ถูกควบคุมโดยความดันของน้ำยาภายในท่อแคปพิลลารี (ดูรูปที่ 16)



รูปที่ 16 เทอร์โมสแตท

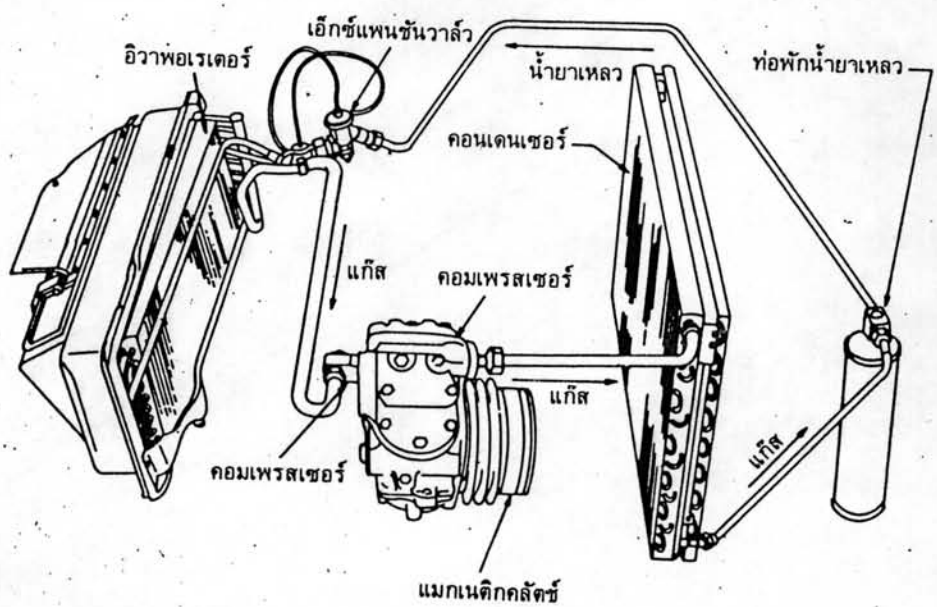
การติดตั้งเครื่องปรับอากาศรถยนต์ (Installation)

ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศรถยนต์นั้น จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆตามตำแหน่งและลำดับการทำงานด้วย ชุดเครื่องปรับอากาศติดรถยนต์นั้น ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ที่ใช้เครื่องยนต์ฉุดโดยใช้สายพาน และติดตั้งอยู่บนเครื่องยนต์ คอนเดนเซอร์ซึ่งติดตั้งอยู่หน้าหม้อน้ำรถยนต์และอยู่หลังตะแกรงหน้ารถ ถังพักน้ำยาและดูดความชื้นติดกับตัวถังรถ และชุดคอยล์เย็น หรือชุดอีแวปบอเรเตอร์ และ TEV ติดตั้งอยู่ภายในรถฝังอยู่ในแผงหน้ารถหรือห้อยไว้ข้างใต้แผง

ลำดับขั้นการติดตั้ง (Installation Procedures)

1. การติดตั้งคอมเพรสเซอร์

1. ต้องถอดอุปกรณ์บางอย่างของรถยนต์ออกบ้างเพื่อความสะดวกในการติดตั้ง
2. พูลเล่ตัวขับมีร่องสายพานเดี่ยวให้เปลี่ยนใหม่ เพื่อเพิ่มร่องพูลเล่ให้กับสายพานของแมคเนติคคลัทช์ (Magnetic Clutch)
3. ต้องตัดแผ่นเหล็กยึดระหว่างคอมเพรสเซอร์กับตัวเครื่องยนต์ (อาจหาซื้อเป็นชุดหรือใช้กระดาษแข็งตัดเป็นแบบก่อน)
4. การติดตั้งคอมเพรสเซอร์ควรทำด้วยความระมัดระวัง ตัวถังรถยนต์ด้วย
5. ความตึงของสายพานฉุดคอมเพรสเซอร์ ต้องให้ตึงพอประมาณ ไม่ตึงเกินไป เพราะเป็นสาเหตุของลูกปืนคลัทช์ซึ่งอาจแตกได้ นอกนั้นเราตั้งสายพานโดยการบิดสายพานบริเวณกึ่งกลางของด้านที่ยาวที่สุด ถ้าบิดได้ 1/4 ถึง 1/2 รอบ แสดงว่าความตึงของสายพานใช้ได้
6. การตั้งร่องพูลเล่ให้ตรงจะเป็นการยืดอายุการใช้งานของสายพาน ตัวฉุดคอมเพรสเซอร์ได้
7. ก่อนที่เราจะใส่แมกเนติคคลัทช์เข้าปลายเพลาของตัวคอมเพรสเซอร์ เราต้องเช็คปลายแกนข้อเหวี่ยงหรือปลายเพลาเสียก่อนใส่ ที่ดีควรทาด้วยน้ำมันจาระบีเสียก่อน
8. การขันน็อตปลายเพลาเพื่อยึดตัวแมกเนติคคลัทช์ ต้องขันให้แน่นจนแน่ใจก่อนทำการติดตั้งถาวร



รูป 17 ระบบเครื่องปรับอากาศรถยนต์ และตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางการเลือกขนาดคอมเพรสเซอร์ พูลเล่ย์และคลัทช์

ชื่อรถ		ความจุ (ซี.ซี)	ขนาดคอมฯ (ซี.ซี)	ขนาดพูลเล่ย์ (นิ้ว)	ขนาดคลัทช์ (นิ้ว)	ความเย็น (บีทียู)
กาแลนท์	ซิกม่า	2000	100-150	4.2	7	14,500
	ซิกม่า	1600	90-120	3.6	6	12,500
	จี.ที.ไอ.	2000	100-150	4.2	7	14,500
	แลนเซอร์	1400	90-120	3.6	6	11,200
ไครสเลอร์	180	1800	100-160	4.2	7	12,500
ชิมคา	1301	1300	90-120	4.2	6	12,500
ซีตรอง	จีแอล	1220	90-120	4.4	6	11,200
ซีตรอง	ซีเอ็กซ์	2200	100-150	4.2	7	13,600
ซูบารุ		1400	90-120	3.6	6	11,200
แวเลียนท์		3523	100-150	4.2	7	14,500
ดัทสัน	180 บี	1800	100-120	4.2	6	13,600
	120 วาย	1200	100-120	4	6	11,200
	160 เจ	1600	100-120	4	6	12,500
โตโยต้า	โคโรลลา	1200	100-120	4.2	7	11,200
	โคโรนา	1600	100-120	4.2	6	11,250
	เซลิกา	1600	100-120	4.2	6	11,250
	คราวน์	2000	100-120	4.2	6	13,600
	คราวน์	2600	120-180	4.2	6	14,000
	มาร์ค ทู	2000	100-120	4.2	6	13,600
	มาร์ค ทู	2300	100-160	4.2	6	14,000
บีเอ็มดับบลิว	520	2000	100-120	4.2	6	13,600
	2002	2000	100-130	4.2	6	13,600
	2500	2500	120-180	4.2	6	14,000

	ชื่อรถ	ความจุ (ซี.ซี)	ขนาดคอมฯ (ซี.ซี)	ขนาดพูลเล่ย์ (นิ้ว)	ขนาดคลัทช์ (นิ้ว)	ความเย็น (บีทียู)
	3000	3000	120-180	4.2	6	14,000
เปอโยต์	504	1900	100-130	4.2	6	13,600
เรโนลด์	17	1600	100-120	5	6	11,200
	15	1400	100-120	6	6	11,200
ฟอร์ด	เอสคอร์ท	1300	100-120	4.2	6	11,200
	คอร์ทีนา	1600	100-120	4.2	6	11,200
	คอร์ทีนา	2000	100-150	4.2	6	13,600
	ฟัลคอน	4100	100-220	5	7	14,500
เพียต	128	1300	100-120	3.6	6	11,200
	132	1800	100-120	4.2	7	12,500
	125 พี	1500	100-120	4.2	6	12,500
โฟล์ค	1303	1300	100-120	4.2	7	12,500
	พลาสลัท	1500	100-120	4.2	6	12,500
	กอล์ฟ	1300	100-120	4.2	6	12,500
	สคิโรกโค	1500	100-120	4.2	6	12,500
มาสด้า	808	1300	100-120	4.2	6	12,500
	808	1600	100-120	4.2	6	12,500
	929	1800	100-140	4.2	6	13,000
	อาร์เอ็กซ์	1300	100-120	4.2	6	12,500
เบ็นซ์	200	2000	100-150	5	7	13,600
	230	2300	100-150	5	7	14,000
	280	2800	100-160	5	7	14,000
	350	3500	100-160	5	7	14,000

	ชื่อรถ	ความจุ (ซี.ซี)	ขนาดคอมฯ (ซี.ซี)	ขนาดพูลเล่ย์ (นิ้ว)	ขนาดคลัทช์ (นิ้ว)	ความเย็น (บีทียู)
ลันชิอา	เบตา	2000	100-120	4.2	6	13,600
	เบร์ลินา	2000	100-150	5	7	13,000
โวลโว่	244	2100	100-150	4.2	6	13,600
	264	2700	100-180	4.2	7	14,000
ออสติน	อัลเลโกร	1300	100-120	3.6	6	11,500
	แมกซี่	1750	100-140	3.6	6	12,500
อัลฟ่า	2000	2000	100-140	4.2	6	12,500
	ซูด	1300	100-120	4	6	11,200
	1750	1780	100-140	4.2	6	12,500
โอเพล	เจมินี	1600	100-120	4	6	12,500
เอลดี	80	1500	100-120	4.2	6	13,000
	100	1900	100-140	5	7	12,500
ฮิลล์แมน	ฮันเทอร์	1800	100-120	4.2	6	12,000
	อเวนเจอร์	1300	100-120	4.2	6	12,000
	อเวนเจอร์	1600	100-120	4.2	6	12,000
โฮลเดน	โทรานา	2250	100-150	4.2	7	13,600
	โทรานา ทู	2830	100-160	4.2	6.5	14,000
	ฟรีเมียร์	3200	1000-210	3.6	6.5	14,000

ตารางที่ 1 ตารางการเลือกขนาดของคอมเพรสเซอร์ พูลเล่ย์และคลัทช์

I10308345

2. **การติดตั้งคอนเดนเซอร์**

การติดตั้งมีอยู่ 2 แบบ แบบแรกเป็นแบบติดตั้งอยู่หน้าหม้อน้ำของรถยนต์ แบบนี้ไม่ค่อยมีปัญหาการติดตั้งง่ายสะดวก บางรายการระบายความร้อนของน้ำในหม้อน้ำไม่ดี เช่น พวกระบายความร้อนด้วยอากาศ พวกเครื่องยนต์ดีเซล ฯลฯ เขาจะดัดแปลงนำพัดลมตัวเล็กๆ มาเป่าเพื่อระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ โดยทำกรอบโลหะสวมบังคับทางลมใส่เข้าไปด้วยซึ่งนำไปใช้งานได้ไม่เลว แบบที่สอง เป็นแบบติดตั้งบนหลังคา แบบนี้ การระบายความร้อนดีมาก แต่ไม่กระทัดรัด ราคาแพง ติดตั้งยาก เพิ่มน้ำหนักให้กับรถยนต์ ฯลฯ อย่างไรก็ตามการที่เราจะนำแบบใดไปทำการติดตั้งก็ต้องคำนึงถึงขนาดของรถ ระบบการระบายความร้อนของเครื่องยนต์และความเหมาะสมประกอบกัน

ลำดับขั้นตอนการติดตั้งคอนเดนเซอร์หน้าหม้อน้ำมีดังนี้

1. อาจจะต้องถอดตะแกรงหรือหม้อน้ำรถยนต์ออกก่อน เพื่อความสะดวก
2. อย่าวางชิดหม้อน้ำเกินไป จะทำให้การระบายความร้อนทั้งของคอนเดนเซอร์และหม้อน้ำไม่ดีเครื่องยนต์จะร้อน ควรวางห่างกันประมาณ 1/2 - 11/2 นิ้ว
3. ในการติดตั้งแผงคอนเดนเซอร์ ในรถยนต์เกือบทุกยี่ห้อ จะต้องเปลี่ยนใบพัดลมให้มีขนาดโตและจำนวนใบเพิ่มขึ้น (ขนาดโตไม่เกินความสูงของหม้อน้ำหรือไม่โตจนอาจไปตีท่อยางของหม้อน้ำ)
4. การติดตั้งให้ตำแหน่งท่อทางน้ำยาออกอยู่ด้านล่างเสมอ และอยู่ในตำแหน่งที่สามารถต่อท่อไปยังถังพักน้ำยาได้โดยง่าย
5. การเจาะสกรูเพื่อติดตั้งแผงคอนเดนเซอร์ จะต้องไม่อยู่ในตำแหน่งของหม้อน้ำ เพราะเมื่อเวลาเราขันสกรูยึดแผงคอนเดนเซอร์จะทำให้สกรูนั้นอาจเจาะทะลุหม้อน้ำ หรืออาจทำให้หม้อน้ำบุบเสียหายได้
6. ท่อน้ำยาทางออกของแผงคอนเดนเซอร์ ส่วนใหญ่อาจเป็นท่อยาง หรือท่ออลูมิเนียมหนา และอ่อน ท่อนี้บางครั้งต้องทำการติดตั้งท่อทางเสียก่อนเพื่อความสะดวก
7. ตำแหน่งที่ตั้งควรจะอยู่ตรงกลางใบพัดรถยนต์

3. **การติดตั้งชุดคอยล์เย็น**

การติดตั้งชุดคอยล์เย็นไม่สู้มีปัญหามาก พอสรุปเป็นหัวข้อสำคัญได้ดังนี้

1. เลือกตำแหน่งชุดคอยล์เย็นอยู่ระหว่างกลาง ระหว่างคนขับกับคนนั่งด้านหน้า เพื่อให้ลมเย็นสามารถส่งออกไปได้ทั่วภายในรถ
2. ท่อระบายน้ำทิ้งต้องเจาะอย่างระมัดระวัง อย่าให้เกะกะบริเวณที่วางเท้า
3. ต้องต่อท่อทางเดินน้ำยาโดยถาวร ก่อนทำการยึดติดตั้งช่องให้ความเย็น ถ้าเราทำการติดตั้งช่องให้ความเย็นก่อนต่อท่อทางเดินน้ำยา จะลำบากหรือไม่อาจต่อท่อทางเดินน้ำยาได้เลย

4. **การติดตั้งรีซีฟเวอร์-ไดรเออร์ และการเดินท่อ**

ตัวรีซีฟเวอร์-ไดรเออร์ หาที่ติดภายในกระโปรงรถ ทางออกหันไปทางหลังรถ เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆแล้ว ต่อท่อต่างๆดังนี้

1. ท่อทางอัดของคอมเพรสเซอร์ (Discharge Service Valve) ต่อเข้าทางเข้าของคอนเดนเซอร์ (ด้านบน)
2. ท่อทางออกของคอนเดนเซอร์ (ด้านล่าง) ต่อเข้าทางเข้าของรีซีฟเวอร์-ไดรเออร์
3. ท่อทางออกของรีซีฟเวอร์-ไดรเออร์ ต่อเข้าทางเข้าของ Thermostat Evaporator Valve (อยู่ที่แผงคอยล์เย็นภายในรถยนต์)
4. ท่อทางออกของอีแวปปอเรเตอร์ต่อเข้าท่อทางดูดของคอมเพรสเซอร์ (Suction Service Valve)

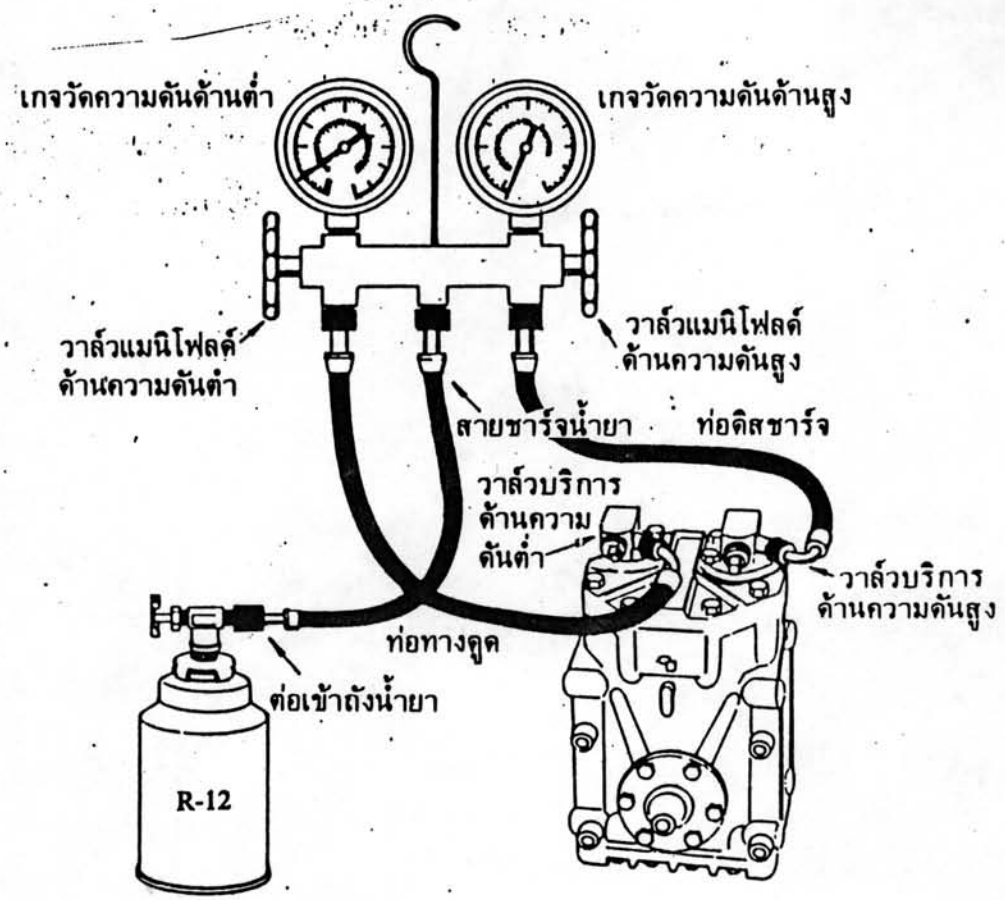
เมื่อทำการต่อท่อทางน้ำยาเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการตรวจท่อน้ำยาสองเส้นที่ลอดผ่านตัวถังรถเข้ามานั้น ว่ามีการป้องกันการเสียดสีหรือเปล่า จากนั้นให้ใช้ฉนวนประเภทกันความชื้นและกันไม่ให้อากาศและฝุ่นจากภายนอกเข้ามาได้ปิดสนิท ก่อนทำการปิดควรทำความสะอาดบริเวณดังกล่าวเสียก่อน เพื่อทำให้แผ่นฉนวนมีการยึดจัดบริเวณนั้นได้ดียิ่งขึ้นปิดเอาไว้

การเติมน้ำยาเข้าระบบและทำการดูดอากาศออกจากระบบ (Charging And Evacuating Systems)

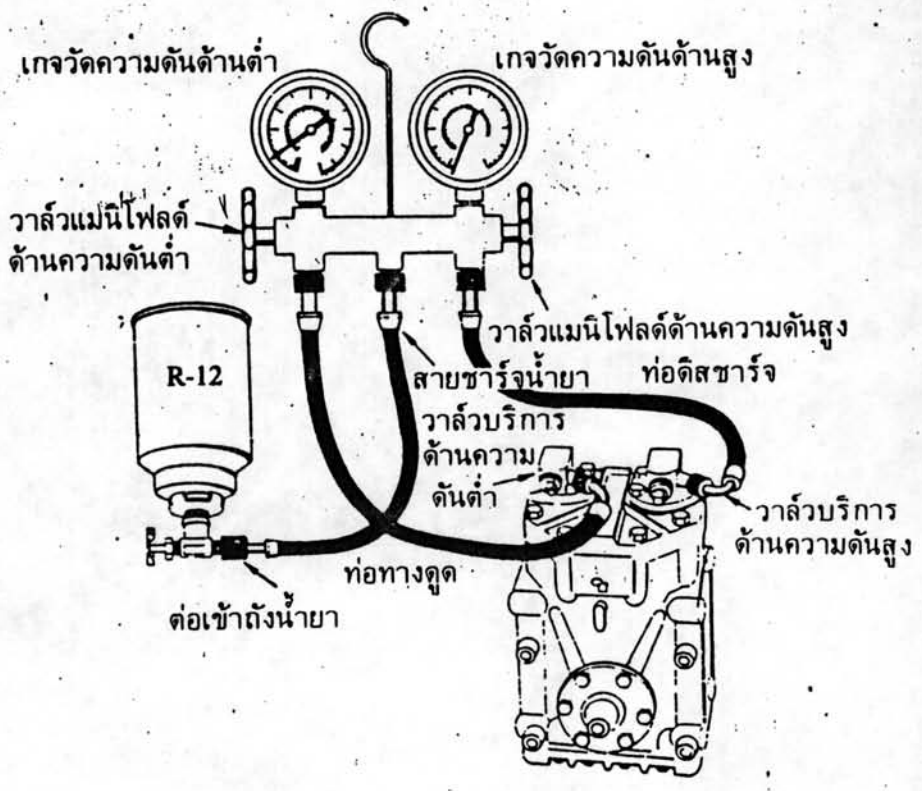
เมื่อมาถึงนี้แสดงว่า การติดตั้งทุกอย่างเป็นที่เรียบร้อย อย่างไรก็ตาม ช่างผู้ติดตั้งเครื่องจำเป็นต้องตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้ง

เมื่อทำการตรวจจนเป็นที่แน่ใจจึงเริ่มดำเนินการขั้นสุดท้ายต่อไป ในขั้นนี้ถือว่างานได้ดำเนินมา 90% แล้ว เครื่องปรับอากาศในรถยนต์ทุกเครื่องไม่ว่าจะเป็นเครื่องเก่าหรือใหม่

เมื่อทำการถอดออกซ่อมเปลี่ยมใหม่ กรณีที่ต้องปล่อยน้ำยาออกจนหมด หรือประกอบใหม่ก็ตาม ก่อนเติมน้ำยาเข้าไปใหม่จะต้องทำการดูดเอาอากาศและความชื้นภายในท่อทางน้ำยาออกเสียก่อน (Evacuating System) โดยใช้เครื่องดูดอากาศโดยเฉพาะ (Vacuum Pump)



รูปที่ 18 การชาร์จน้ำยาในสถานะก๊าซ



รูปที่ 19 การชาร์จน้ำยาในสถานะของเหลว

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศรถยนต์

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น ว่าส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องปรับอากาศรถยนต์จะประกอบด้วย

1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
2. คอล์ยร้อน (Condenser)
3. ท่อพักน้ำยาเหลว (Receiver - drier)
4. เอ็กซ์แพนชั่นวาลว์ (Expansion Valve)
5. ตู้แอร์ (Evaporator)
6. สายน้ำยา (Refrigerant Hose)
7. เทอร์โมสแตท (Thermostat)

ในบรรดาชิ้นส่วนเหล่านี้ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องปรับอากาศรถยนต์ ส่วนใหญ่จะผลิตเฉพาะคอล์ยร้อน (Condenser) และคอล์ยเย็น (Evaporator Coil) ซึ่งเป็นส่วนประกอบชิ้นสำคัญๆของตู้แอร์ (Evaporator) ทั้งนี้เนื่องจากกรรมวิธีในการผลิตคอล์ยร้อนและคอล์ยเย็นนั้นคล้ายคลึงกันมาก จะแตกต่างเฉพาะในเรื่องของขนาดรูปร่างการออกแบบและวงจรน้ำยา ส่วนประกอบอื่นๆของตู้แอร์จะเป็นชิ้นส่วนที่ซื้อภายในประเทศ ต่างประเทศ และบางชิ้นส่วนก็จ้างโรงงานอื่นผลิตเช่น ฝาประกอบตู้แอร์ซึ่งเป็นพลาสติก โดยทั่วไปจะซื้อเฉพาะเม็ดพลาสติก และจ้างโรงงานอัดพลาสติกเป็นผู้อัดพลาสติก เหตุที่โรงงานผลิตแอร์รถยนต์ไม่ผลิตแอร์รถยนต์ไม่ผลิตฝาประกอบขึ้นเอง เนื่องจากต้นทุนของเครื่องจักรที่ใช้ในการอัดฉีดพลาสติกค่อนข้างสูง และจำนวนชิ้นงานที่ผลิตออกมาไม่มากพอ จึงทำให้ต้นทุนการผลิตเองสูงกว่าจ้างโรงงานพลาสติกทำ สำหรับคอมเพรสเซอร์ ท่อพักน้ำยาเหลว เอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว และเทอร์โมสตัท จะนำซื้อมาจากต่างประเทศเพื่อนำมาประกอบโดยตรง ส่วนสายน้ำยาโดยทั่วไปจะซื้อจากผู้ผลิตภายในประเทศ หรืออาจจะมีการนำเข้ามาจากต่างประเทศก็ได้

โดยขบวนการผลิตจะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขบวนการผลิตแม่พิมพ์ โดยแผนกแม่พิมพ์
2. ขบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบ โดยแผนกชิ้นส่วนประกอบ

3. ขบวนการผลิตคอล์ย โดยแผนกประกอบคอล์ย

4. ขบวนการประกอบตู้แอร์ โดย แผนกประกอบและบรรจุตู้แอร์

ขบวนการผลิตแม่พิมพ์

แม่พิมพ์จะเป็นส่วนประกอบในการกำหนดแบบของชิ้นส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศ คือ คอล์ยร้อน และคอล์ยเย็นในแผนกผลิตชิ้นส่วนประกอบ แม่แบบจะแตกต่างไปตามแต่ชนิดของชิ้นส่วนและตามคำสั่งของลูกค้าหรือแบบที่ระบุมา

ขั้นตอนในการผลิตแม่พิมพ์มีดังนี้ (ดูรูปที่ 20)

นำท่อนเหล็กเข้าเครื่องดัดเหล็ก เพื่อให้ทำขนาดและรูปร่างตามแบบที่ต้องการ หลังจากนั้นนำท่อนเหล็กที่ดัดแล้ว เข้าเครื่องไสและเครื่องดัดเพื่อทำให้ท่อนเหล็กเรียบ แล้วจึงกลึงด้วยเครื่องกลึงซึ่งจะมีลักษณะของแม่พิมพ์ และตกแต่งแม่พิมพ์ซึ่งกลึงเรียบร้อยแล้ว จะได้แม่พิมพ์ตามแบบที่ต้องการ

ขบวนการผลิตคอล์ยร้อน (Production Proceed of Condenser)

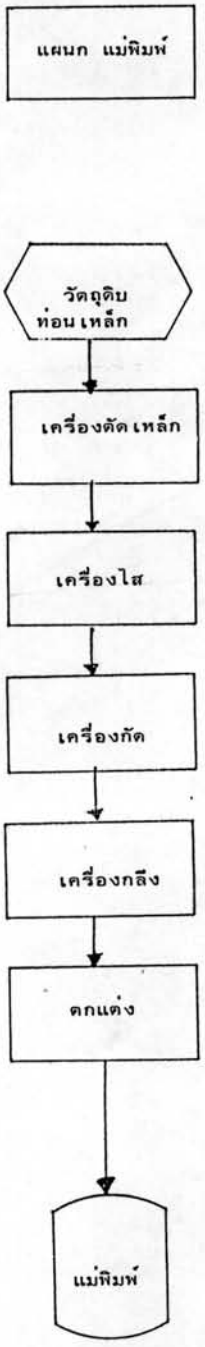
ในแผนกผลิตคอล์ย แบ่งหน่วยงานออกได้ 4 หน่วยคือ

1. หน่วยท่อ มีหน้าที่ในการตัดท่ออลูมิเนียมหรือท่อทองแดงให้ได้ความยาวที่ต้องการรวมทั้งการดัด และการมนท่ออลูมิเนียม
2. หน่วยฟินและประกอบ มีหน้าที่ในการเจาะและตัดแผ่นอลูมิเนียม (Fin) โดยใช้เครื่องปั๊มฟิน ให้ได้ตามรูปแบบที่ทางวิศวกร Design ไว้ และรวบรวมแผ่นอลูมิเนียมแต่ละแผ่นเข้าด้วยกันให้ได้ความยาวตามที่กำหนดไว้ในแบบ
3. หน่วยอัดแน่น มีหน้าที่ในการใช้เครื่องเบ่งท่อเพื่อให้ท่ออลูมิเนียมหรือท่อทองแดงขยายตัวเป็นการอัดให้แผ่นฟินยึดแน่นกับท่ออลูมิเนียมหรือท่อทองแดง
4. หน่วยเชื่อม ทำหน้าที่เชื่อมชิ้นส่วนต่างๆเพื่อประกอบให้เป็นคอล์ยที่ต้องการ

คอล์ยร้อน (Condenser) จะมีรูปร่างดังในภาพที่ 8 และ 9 ในการผลิตคอล์ยร้อน (Condenser) จะต้องมีการผลิตชิ้นส่วนต่างๆให้เสร็จสิ้นก่อน โดยแผนกผลิตชิ้นส่วนประกอบ แล้วจึงนำมาประกอบร่วมกับวัตถุดิบอื่นๆให้เป็นคอล์ยร้อน ชิ้นส่วนที่จะต้องผลิตให้เสร็จสิ้นก่อนมีดังนี้ (ดูรูปที่ 21).

รูปที่ 20

ผังแสดงทางเดินของขบวนการผลิตแม่พิมพ์



1. ท่ออลูมิเนียมหรือทองแดงโค้งครอบ (U-Bend)
2. ท่อทางเข้าน้ำยา (Inlet)
3. ท่ออลูมิเนียมหรือทองแดงโค้งยาว (Hair Pin)
4. ท่อทางออกน้ำยา (Outlet)
5. แผ่นปิดหัวท้าย (End Plate)
6. แผ่นปิดด้านข้าง (Side Plate)
7. แบล็คเก็ตยึดคอล์ยร้อน (Bracket Condenser)
8. แบล็คเก็ตยึดท่อทางเข้า-ออกน้ำยา (Bracket In-Outlet)

ขบวนการผลิตชิ้นส่วนต่างๆข้างต้นมีดังนี้

1. ท่ออลูมิเนียมโค้งครอบ (U-Bend)

แผนกผลิตคอล์ยหน่วยท่อจะนำท่ออลูมิเนียมมาตัดเป็นท่อนๆโดยมีความยาวประมาณ 6 นิ้ว และจะทำการดัดท่ออลูมิเนียมทั้งสองข้างเป็นรูปตัวยู และทำความสะอาดด้วยสารเคมีก็จะได้ท่ออลูมิเนียมโค้งครอบเพื่อนำไปประกอบกับชิ้นส่วนอื่นๆต่อไป

2. ท่อทางเข้าน้ำยา (Inlet)

แผนกผลิตคอล์ยหน่วยเชื่อมจะนำท่ออลูมิเนียมโค้งครอบ (U-Bend) มาเจาะรูตรงกลางตรงส่วนโค้งให้มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Drawing ทำการมนรูที่เจาะจากนั้นก็ทำความสะอาดด้วยสารเคมี เมื่อได้ท่ออลูมิเนียมโค้งครอบที่มีรูตรงกลางแล้วก็จะนำไปเชื่อม (Brazing) กับ Half Union ซึ่งก่อนเชื่อมจะต้องทาน้ำยาประสาน(Flux Application) ก่อน เพื่อให้สามารถทำการเชื่อมได้เมื่อเชื่อมเสร็จ ก็จะทำการล้างคราบน้ำยาประสานออกด้วยสารเคมีก็จะได้ ท่อทางเข้า (Inlet) เพื่อรอการประกอบต่อไป

3. ท่ออลูมิเนียมหรือทองแดงโค้งยาว (Hair Pin)

แผนกผลิตคอล์ยหน่วยท่อจะนำท่ออลูมิเนียมมาตัดให้ได้ความยาวตาม Drawing จากนั้นก็จะทำการดัดท่ออลูมิเนียมให้โค้ง เช่นเดียวกับการดัดท่ออลูมิเนียมโค้งครอบ (U-Bend) ทำการมนปลายท่ออลูมิเนียมทั้งสองข้าง และทำความสะอาดด้วยการล้างด้วยสารน้ำยาเคมีก็จะได้เป็นชิ้นส่วนท่ออลูมิเนียมโค้งยาว (Hair Pin)

4. ท่อทางออกน้ำยา (Outlet)

แผนกผลิตคอล์ยหน่วยเชื่อมจะนำท่ออลูมิเนียมมาตัดให้มีความยาวตามขนาดของ

Drawing และทำการมนปลายท่ออลูมิเนียมทั้ง 2 ด้าน และทำการดัดให้งอทำมุมประมาณ 90 องศา และทำความสะอาด ท่ออลูมิเนียมที่ดัดแล้วนี้ด้วยสารน้ำยาเคมี หลังจากนั้นก็จะนำไปเชื่อมกับ Half Union โดยจะต้องทาน้ำยาประสาน (Fluse Application) ก่อนเมื่อเชื่อมเสร็จแล้วก็จะล้างน้ำยาประสานออกด้วยสารเคมี ก็จะได้ท่อทางออก (Outlet) เป็นชิ้นส่วนที่รอประกอบต่อไป

5. แผ่นปิดหัวท้าย (End Plate)

แผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) จะทำจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี ซึ่งให้ความแข็งแรงได้ดีแต่บางครั้งก็ทำจากแผ่นอลูมิเนียมอย่างหนา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบและความจำเป็น เพื่อให้เหมาะกับกรรมวิธีการผลิตด้วย แผนกชิ้นส่วนประกอบจะนำแผ่นเหล็กชุบสังกะสีหรือแผ่นอลูมิเนียมอย่างหนามาตัดให้ได้ขนาดตามที่วิศวกรได้ออกแบบไว้ แล้วนำไปเข้าเครื่องปั๊มเพื่อเจาะรูตามขนาดของแผ่นพิมพ์แล้วแต่เพทเทอร์นที่ระบุมา เมื่อเจาะรูเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะนำไปพับตามขนาดที่ต้องการตามแบบเสร็จแล้ว รอการประกอบในขั้นตอนต่อไป

6. แผ่นปิดด้านข้าง (Side Plate)

ขบวนการผลิตก็เช่นเดียวกับแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) เพียงแต่ลักษณะการออกแบบแตกต่างออกไป

7. แบล็คเก็ตยึดคอล์ยร้อน (Bracket Condenser)

แผนกผลิตชิ้นส่วนประกอบจะนำแผ่นเหล็กมาตัดตามขนาดที่ระบุไว้ใน Drawing และใช้เครื่องเจาะรูซึ่งได้กำหนดระยะห่างของรูไว้แล้ว เมื่อนำแผ่นเหล็กไปเจาะรูแล้วก็จะนำไปทาบกับแม่พิมพ์แบล็คเก็ตยึด คอล์ยร้อน ก็จะได้แบล็คเก็ตยึดคอล์ยร้อนตามขนาดที่ต้องการ

8. แบล็คเก็ตยึดทางเข้า-ออกน้ำยา (Bracket In-Outlet)

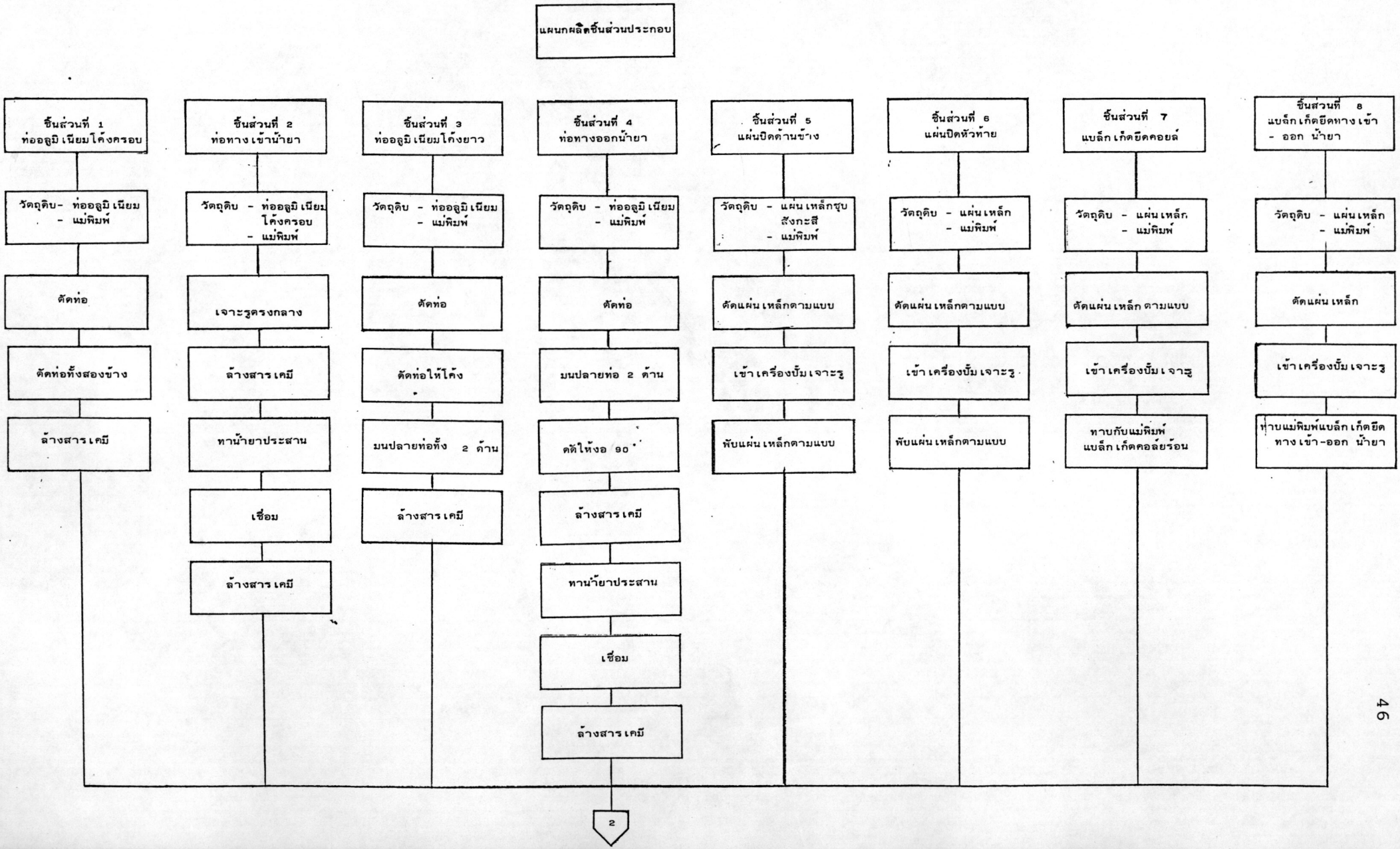
ขบวนการผลิตก็เช่นเดียวกับแบล็คเก็ตยึดคอล์ยร้อน จะต่างกันตรงขนาดของแผ่นเหล็กที่ใช้และแบบของแม่พิมพ์เท่านั้น

เมื่อผลิตชิ้นส่วนต่างๆแล้วก็จะนำชิ้นส่วนเหล่านี้มาร่วมประกอบเป็นตัวคอล์ยร้อน (Condenser) ซึ่งขั้นตอนการผลิตคอล์ยร้อน (Condenser) เป็นดังนี้ (ดูรูปที่ 22)

1. แผนกผลิตคอล์ยหน่วยพิมและประกอบจะนำแผ่นอลูมิเนียม ผ่านเครื่องปั๊มรูอลูมิเนียม (Fin Press) พนักงานจะติดตั้งเครื่องปั๊มนี้ว่าจะให้ปั๊มอลูมิเนียมกี่รู และให้รูเรียงกันในลักษณะใด และมีขนาดกว้างยาวเท่าไร ตามแบบที่ Design ไว้ หลังจากนั้นก็นำแผ่นอลูมิเนียมผ่านเครื่องปั๊มรูอลูมิเนียม

รูปที่ 21

ผังแสดงทางเดินของขบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบคอยล์



2. เมื่อได้แผ่นอลูมิเนียมตามข้อ 1 ซึ่งเรียงซ้อนกันจนมีความยาวเท่ากับที่ระบุไว้ใน Drawing ก็จะนำแผ่นปิดด้านท้าย (End Plate) วางปิดด้านท้ายของแผ่นอลูมิเนียม นำท่ออลูมิเนียมหรือทองแดงโค้งยาว (Hair Pin) มาสอดเข้าในรูแผ่นอลูมิเนียมและแผ่นปิดด้านท้าย ตามวงจรท่อใน Drawing และนำแผ่นปิดด้านหัว (End Plate) มาประกอบด้านบน ซึ่งจะทำให้แผ่นอลูมิเนียมถูกประกอบด้วยแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) โดยมีท่ออลูมิเนียมโค้งยาวสอดอยู่ตรงรูของแผ่นอลูมิเนียมและแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate)

3. แผนกผลิตคอล์ยหน่วยอัดแน่นจะนำชุดประกอบที่ได้ในข้อ 2 มาผ่านเครื่องขยายท่อ (Tube Expanding Machine) เพื่อเบ่งท่ออลูมิเนียมให้ขยายตัวไปกระชับกับรูของแผ่นอลูมิเนียม เมื่อผ่านการขยายท่อแล้ว ก็จะนำไปล้างคราบน้ำมันต่างๆออกโดยใช้สารเคมี

4. นำท่ออลูมิเนียมหรือทองแดงโค้งครอบ (U-Bend) แผ่นปิดด้านข้าง (Side Plate)ท่อทางเข้า (Inlet) และท่อทางออก (Outlet) มาประกอบกับชุดประกอบที่ได้ในข้อ 3 เพื่อรอการเชื่อม

5. แผนกผลิตคอล์ยหน่วยเชื่อม จะใช้น้ำยาประสาน (Flux Application) ทาบริเวณที่จะทำการเชื่อม หลังจากนั้นจึงทำการเชื่อม ท่ออลูมิเนียมโค้งครอบ (U-Bend) แผ่นปิดด้านข้าง (Side Plate), ท่อทางออก (Outlet) เมื่อผ่านขั้นตอนนี้ก็สามารถเรียกว่าเป็นคอล์ยร้อน (Condenser) ได้

6. ทดสอบการรั่ว โดยการอัดลมเข้าทางด้านท่อทางออก (Outlet) แล้วนำไปจุ่มน้ำอุ่น หากมีฟองอากาศก็แสดงว่ามีการรั่วจะต้องนำกลับไปซ่อมและทำการเชื่อมใหม่ คอล์ยร้อน (Condenser) ที่ผ่านการทดสอบการรั่วก็จะนำไปล้างคราบน้ำยาประสานและทำความสะอาดด้วยน้ำยาเคมี

7. นำคอล์ยร้อน (Condenser) เข้าเตาอบเพื่อไล่ความชื้นต่างๆหลังจากนั้นก็ทำการทดสอบการรั่วครั้งที่ 2 โดยวิธีเช่นเดียวกับข้อ 6 หากผ่านการทดสอบการรั่วครั้งที่ 2 ก็จะนำไปเข้าเตาอบเพื่อไล่ความชื้นอีกครั้งหนึ่ง

8. นำคอล์ยร้อนที่ได้มาทำการตบแต่งบริเวณที่ชำรุด เนื่องจากแผ่นอลูมิเนียมมีความอ่อนมาก เมื่อผ่านกระบวนการผลิตต่างๆอาจจะทำให้แผ่นอลูมิเนียมงอหรือพับได้ จึงต้องตบแต่งให้แผ่นอลูมิเนียมตั้งตรง

9 นำแบล็คเก็ตยึดคอล์ยร้อน (Bracket Condenser) และแบล็คเก็ตยึดท่อทางเข้าและออก (Bracket In-Outlet) มาประกอบกับคอล์ยร้อน (Condenser) เสร็จแล้วก็จะนำไปพ่นสีดำ

10. นำลูกยางไปอุดที่รูท่อทางเข้า (Inlet) และท่อทางออก (Outlet) และใช้เข็มอัดไนโตรเจนเจาะที่ลูกยางด้านท่อทางเข้า (Inlet) หรือท่อทางออก (Outlet) ก็ได้ หลังจากอัดก๊าซไนโตรเจนแล้วก็จะใช้น้ำมันคอมเพรสเซอร์ (Compresser Oil) จุ่มที่รอยเข็มเพื่อทดสอบว่ามีการรั่วหรือไม่ หากไม่ปรากฏการรั่ว ก็จะนำฝาครอบพลาสติก (Plastic Cap) มาครอบปิดที่ Half Union ของท่อทางเข้า (Inlet) และท่อทางออก (Outlet)

11. นำคอล์ยร้อน (Condenser) มาทำการบรรจุหีบห่อ (Packaging)

สำหรับขั้นตอนการผลิตคอล์ยร้อน (Condenser) ทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 22

<u>ขบวนผลิตตู้แอร์</u> (Production Process of Evaporator)

ตู้แอร์ (Evaporator) จะมีรูปร่างดังภาพประกอบที่ 23 ซึ่งส่วนสำคัญๆจะประกอบด้วย

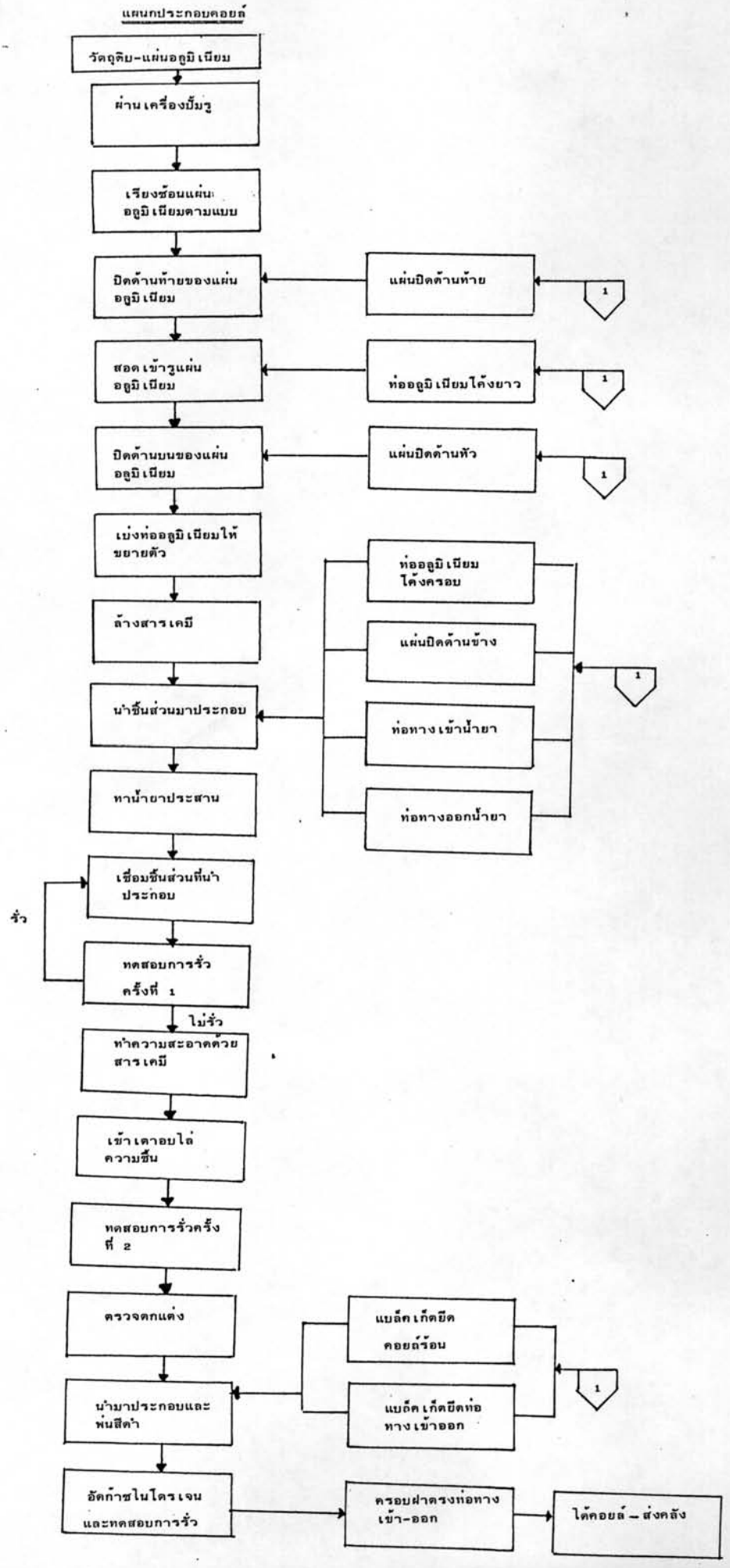
1. คอล์ยเย็น (Evaporator Coil)
2. มอเตอร์ (Motor)
3. หอยโข่งซ้าย-ขวา (Scroll)
4. เปลือกตู้ (Casing)
5. ชุดสายไฟ

ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนต่างๆขั้นต้น จะเป็นดังนี้

1. คอล์ยเย็น (Evaporator Coil) ชิ้นส่วนประกอบของคอล์ยเย็นและขั้นตอนในการผลิต จะเหมือนกับกรณีผลิตคอล์ยร้อนแตกต่างเพียงรูปร่าง ขนาดและการออกแบบ (Design) เท่านั้น การทำงานของหน่วยงานต่างๆที่ผลิตคอล์ยร้อนก็จะใช้เช่นเดียวกันกับกรณีของการผลิตคอล์ยเย็นด้วย

รูปที่ 22

ผังแสดงทางเดินของขบวนการประกอบคอยล์



2. มอเตอร์ (Motor) มอเตอร์จะเป็นชิ้นส่วนที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ แต่ก่อนที่จะนำมอเตอร์ไปใช้ประกอบตู้แอร์ จะต้องมีการทดสอบการทำงานของมอเตอร์ เพื่อให้แน่ใจว่าเมื่อมอเตอร์ทำงานแล้วใบพัดทั้งสองข้างจะหมุนในลักษณะที่สมดุลย์กันไม่มีเสียงดัง เมื่อมอเตอร์ผ่านการทดสอบเรียบร้อยแล้วก็จะสามารถนำไปประกอบเป็นชุดแอร์ได้เลย
3. หอยโข่งซ้าย-ขวา ตัวหอยโข่งจะทำด้วยพลาสติก และดังที่กล่าวมาแล้วว่าโรงงานส่วนใหญ่ๆจะไม่มีเครื่องอัดฉีดพลาสติกเอง จะต้องไปจ้างโรงงานอัดฉีดพลาสติก โดยทางแผนกแม่พิมพ์จะเป็นผู้ผลิตแม่พิมพ์หอยโข่งขึ้นด้วยการใช้ท่อนเหล็กหนามาผ่านเครื่องกลึงให้ได้เข้าพิมพ์ ตามรูปแบบที่ต้องการจากนั้นก็จะส่งแม่พิมพ์ไปให้แก่โรงงานอัดฉีดพลาสติก เพื่อใช้เป็นแม่แบบสำหรับเม็ดพลาสติกนั้น ทางผู้ผลิตแอร์รถยนต์ จะสั่งนำเข้ามาจากต่างประเทศและนำส่งไปให้แก่โรงงานอัดฉีดพลาสติก ซึ่งทางผู้ผลิตแอร์รถยนต์และโรงงานอัดฉีดจะมีการคำนวณสูตรการผลิตไว้ว่า ตัวหอยโข่ง 1 ชิ้นจะต้องใช้เม็ดพลาสติกกี่กิโลกรัม ฉะนั้นผู้ผลิตแอร์รถยนต์ก็สามารถวางแผนการสั่งซื้อเม็ดพลาสติกได้ โดยดูจากจำนวนหอยโข่งที่ต้องใช้ในการประกอบชุดแอร์ บางกรณีโรงงานอัดฉีดพลาสติกก็อาจจะจัดหาเม็ดพลาสติกเอง โดยทางผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศรถยนต์จัดส่งแม่พิมพ์ให้เท่านั้น
4. เปลือกตู้ (Casing) จะประกอบด้วย ฝาบนของตู้แอร์ ฝาล่างของตู้แอร์ หน้ากากตู้แอร์ และฝาหลังตู้แอร์ ในส่วนของฝาบนของตู้แอร์ ฝาล่างของตู้แอร์ และหน้ากากตู้แอร์ จะทำด้วยพลาสติก ดังนั้นขั้นตอนต่างๆก็จะเป็นเหมือนกับหอยโข่งซ้าย-ขวา โดยทางโรงงานเป็นผู้สร้างแบบแม่พิมพ์และส่งให้กับทางโรงงานอัดฉีดพลาสติกพร้อมกับเม็ดพลาสติก โดยมีการคำนวนสูตรการผลิตไว้ล่วงหน้า และเมื่อโรงงานอัดฉีดพลาสติกผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะนำส่งมายังโรงงานเพื่อใช้ในการประกอบตู้แอร์ต่อไป สำหรับฝาหลังของตู้แอร์จะทำด้วยเหล็กเพื่อความแข็งแรง เนื่องจากใช้เป็นที่สำหรับยึดตัวมอเตอร์ด้วย ขั้นตอนในการผลิตจะเริ่มด้วยแผนกแม่พิมพ์ จัดทำแม่พิมพ์เหล็กสำหรับฝาหลังของตู้แอร์ จากนั้นแผนกผลิตชิ้นส่วนประกอบจะนำแผ่นเหล็กมาตัดให้ได้ขนาดตาม

แบบที่ Design ไว้ และวางแม่พิมพ์ฝาหลังของตู้แอร์บนเครื่องปั๊มเหล็ก เมื่อนำแผ่นเหล็กไปวางไว้บนแม่พิมพ์ และให้เครื่องปั๊มเหล็กทำงาน ก็จะได้ชิ้นส่วนฝาหลังของตู้แอร์ออกมาตามแบบที่กำหนด

5. ชุดสายไฟ มีลักษณะดังภาพที่ 13 แผนกประกอบจะเป็นผู้จัดเตรียมชุดสายไฟนี้โดยนำสายไฟสีต่างๆกันจำนวนที่ได้ออกแบบไว้มาตัดให้ได้ความยาวตามที่ต้องการ และใช้หัวเสียบต่อเข้าทางปลายด้านหนึ่งของสายไฟ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะต่อติดกับตัวแมกกะไลท์ ส่วนตรงกลางสายไฟจะรวมเข้าด้วยกันโดยใช้ Insulation Tape พันไว้ ก็จะเสร็จเป็นชุดสายไปเพื่อใช้ในการประกอบตู้แอร์

เมื่อได้ชิ้นส่วนหลักต่างๆแล้ว ก็สามารถนำมาประกอบได้ ขั้นตอนในการประกอบตู้แอร์มีดังนี้ ขั้นตอนในการผลิตคอล์ยเย็น (Evaporator Coil) เหมือนกับการผลิตคอล์ยร้อน (Condensor) และเมื่อผลิตคอล์ยเย็นได้แล้วก็จะนำวาวาล์ (Expansion Valve) มาประกอบเข้ากับตัวคอล์ยเย็น (Evaporator Coil) และใส่จุกยางอุดคอล์ยต่อจากนั้นก็จะเป็นการประกอบตู้ Evaporator หรือชุดคอล์เย็นโดยแผนกประกอบจะเบิกชิ้นส่วนตู้จากแผนกพัสดุ ชิ้นส่วนแบ่งเป็นชิ้นส่วนสำเร็จได้มาจากการสั่งซื้อและชิ้นส่วนผลิตเองในโรงงานและชิ้นส่วนที่จ้างผู้รับเหมาผลิตให้ หลักจากมีชิ้นส่วนพร้อมแล้ว ลำดับขั้นตอนการประกอบมีดังนี้

1. เตรียมฝาตู้บน นำชุดสไลด์ข้างตู้พลาสติก 2 ด้าน ทากาวพร้อมทั้งปิดยางเข้ากับฝาตู้บนด้านใน รอประกอบเข้ากับชิ้นส่วนอื่น
2. เตรียมฝาตู้ล่าง นำแผ่นข้างยึดมอเตอร์ประกอบเข้ากับตู้พลาสติก (ตู้ล่าง) ทากาวติดแผ่นยางที่ฝาตู้ล่างด้านใน รอประกอบเท่ากับชิ้นส่วนอื่น
3. เตรียมชุดหน้ากาก นำหน้ากากมาใส่ปล่อง และทากาวติดยางรอประกอบเข้ากับตู้
4. เตรียมชุดมอเตอร์ ทำการถ่วงความสมดุลย์ของใบพัด เพื่อให้ได้ศูนย์ไม่แกว่งรอประกอบต่อไป
5. เตรียมชุดหอยโข่ง นำชิ้นส่วนหอยโข่งมาประกอบเข้าด้วยกันฉีดน้ำยาประสานพลาสติก แล้วนำไปเจาะรูใส่ความต้านทานเพื่อควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์

6. หลังจากได้เตรียมชิ้นส่วนเป็นส่วนๆตามข้างต้นแล้ว ก็นำวาล์วลดความดันมาประกอบเข้ากับท่ออินเล็ทของคอล์ย แล้วนำหางวาล์วแล้วแนบติดกับท่อ เอ้าเล็ทที่ตำแหน่งตามกำหนดแล้วรัดด้วย แคลัมรัดหางวาล์ว หลังจากนั้นก็ใส่จุกยางที่วาล์ว 1 ชิ้นแล้วครอบด้วยจุกพลาสติกกับจุกยางหลุด แล้วใส่จุกยางอีกลูกเข้าด้านท่อเอ้าเล็ท จึงอัดแก๊ซไนโตรเจนเข้าคอล์ยให้ได้ความดัน 20-40 ปอนด์/ตารางนิ้ว เพื่อให้ภายในมีความดันป้องกันความชื้นภายนอกเข้าไปในคอล์ย เพราะความชื้นจะเป็นอุปสรรคต่อระบบความเย็นเป็นอันมาก หลังจากนั้นแล้วปิดจุกพลาสติกครอบจุกยางทันที พันฉนวนที่ท่ออิน-เอ้าเล็ทและติดแผ่นยางที่คอล์ย นำฝาตู้ล่างและฝาตู้บนจากข้างต้นประกอบเข้ากับคอล์ยขันยึดสกรู ใส่ชุดหน้ากาก นำชุดมอเตอร์ประกอบเข้ายึดแล้วรัดมอเตอร์พร้อมทั้งชุดหอยโข่งสวมเข้ากับใบพัด เข้าสกรูยึดติดกับแผ่นข้างใส่ชุดสายไฟและต่อวงจรไฟ หลังจากนั้นทำการทดสอบวงจรไฟฟ้า การทำงานของพัดลม เช็คความเร็วรอบของแต่ละระดับ เมื่อทดสอบเรียบร้อยตรวจเช็คความเรียบร้อยทั้งหมด แล้วนำไปบรรจุลงกล่องกระดาษพร้อมใส่ชุดอุปกรณ์ติดตั้งลงในกล่องปิดกล่องส่งเข้าคลังสินค้ารอจำหน่าย

รูปที่ 23

ผังแสดงทางเดินของขบวนการผลิตคู้แอร์