เรื่อง
"เกร็ดความรู้จากการทำมาตรฐานการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน"

โดย ไชยวัฒน์ ปิยัสสพันธุ์ บ.สุวิศว์ จำกัด

เริ่มต้นจากคุณสมนึก ชีพพันธุ์สุทธิ์ หัวหน้าทีมร่างมาตรฐาน ที่ได้รับปากกับนายกสมาคม ซึ่งขณะนั้นคือคุณจินตนา ศิริสันธนะ ว่าจะจัดทำมาตรฐานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน แรกทีเดียวก็ว่าจะใช้เวลาสัก 6 เดือน แต่เอาเข้าจริงผ่านมาถึง อ.ตุลย์ มณีวัฒนา เป็นนายกสมาคม2ปี จนมาเสร็จเอาสมัย อ.เชิดพันธ์ วิทูราภรณ์

มีกรรมการร่างหลายท่าน ซึ่งมีความรู้ด้านต่างๆ กันเกี่ยวกับระบบปรับอากาศได้ร่วมร่าง จากการเริ่มต้นที่คิดว่าง่าย แท้จริงแล้วเป็นสิ่งที่ยากยิ่ง จนต้องขอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆที่เป็นตัวแทนจำหน่ายอุปกรณ์ส่วนประกอบ และเครื่องปรับอากาศหลายๆ บริษัท มาให้ความรู้ ความชัดเจนต่างๆ ในแรกเริ่มดูเหมือนว่าผู้ที่จะอ่านรู้เรื่องต้องเป็นวิศวกรเท่านั้น แต่ได้มีการตกลงกันตั้งแต่ต้นว่าจะทำให้ช่างสามารถอ่านและนำมาตรฐานไปใช้ได้ง่ายขึ้นด้วยตาราง แต่จำต้องมีการจำกัดหลายสิ่งไว้ตายตัวเช่น ขนาดเครื่องไม่เกิน50ตันความเย็น เครื่องต้องมีตัวลดแรงดัน(เช่น Expansion Device ,Metering device, Capillary tube) อยู่ที่ FCU FCU อยู่สูงกว่า CDU ไม่เกินระยะในตาราง compressor ต้องมีความเร็วคงที่ เป็นต้น มิฉะนั้นมาตรฐานจะกลายเป็นตำราเล่มใหญ่ไปได้

ข้อสังเกต การเอ่ยถึงเกร็ดความรู้จะกล่าวเป็นตอนๆไป อาจจะไม่ต่อเนื่องกัน หรืออาจไม่ตรงกับมาตรฐานฯหรือไม่ตรงกันก็ได้ หรืออาจเป็นจริงได้กับบางยี่ห้อของอุปกรณ์ก็ได้ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ได้จากหลายยี่ห้อหรือหลายด้าน หลายความเห็น ควรต้องพิจารณาค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยความระมัดระวัง ดังต่อไปนี้

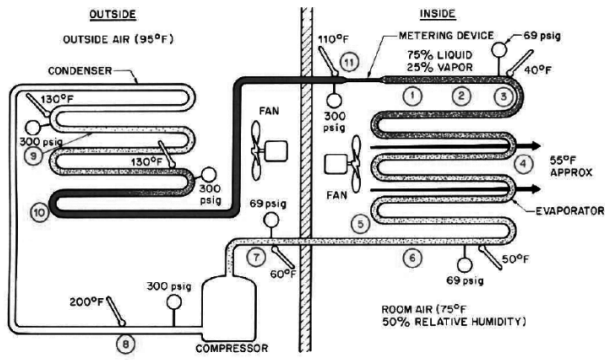


Figure 3-38. Typical air conditioning.

เรื่องเกี่ยวกับคอมเพรสเซอร์

- ถ้าเป็นแบบโรตารี่ซึ่งมักเป็นเครื่องขนาดไม่เกิน 2 ตันความเย็น จะมีข้อจำกัดเรื่องความยาวรวมของท่อน้ำยา เช่น 9000 บีทียูเดินได้ไม่เกินระยะ 50 ฟุต 18000 — 24000 บีทียู ระยะความยาวสมมูลท่อไม่เกิน 67 ฟุต
- เครื่องใหญ่กว่า24000บีทียู (คอมเพรสเซอร์อาจเป็นชนิด ลูกสูบหรือ Scroll) ความยาวรวมของท่อไม่จำกัด แต่สร้างตารางไว้ที่ไม่เกิน 200 ฟุต หากไกลว่านี้ต้องมีการคำนวนใหม่
- น้ำมันหล่อลื่นมีการเติมไว้ในคอมเพรสเซอร์เกินเพียงพอถึง 50 % ไม่ต้องเติมเพิ่มถึงแม้ท่อจะยาวมาก
- น้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์ที่ใช้กับน้ำยาแต่ละชนิดไม่ควรใช้ปะปนกันอาจทำให้หนืดเหนียวคล้ายกาวได้ จึงควรเปลี่ยนระบบท่อใหม่หมดเมื่อเปลี่ยนชนิดของน้ำยา
- ควรมี accumulator สำหรับเก็บน้ำยาได้มากถึง80%ของน้ำยาที่เติมเพิ่มเข้าไปเมื่อมีการเดินท่อไกลๆ เพื่อป้องกันการไหลกลับของน้ำยาเหลวไปที่คอมเพรสเซอร์ขณะปิดเปิดเครื่องแต่ละครั้ง
- การติดตั้งCDU สูงกว่า FCU ควรติดตั้ง oil trap ทุกระยะความสูง 10 เมตร แต่บางผู้ผลิตว่าไม่มีความจำเป็น
- เคยมีการทดลองติดตั้งเครื่องขนาด 3 ตัน โดยให้ CDU สูงกว่า FCU 3ชั้น โดยไม่มีoil trap เดินท่อน้ำยายาวรวม 100 เมตร(กว่า 300 ฟุต)ใช้งานมากว่า 3 ปี เครื่องปรกติดี
- ในคอมเพรสเซอร์ มีระบบป้องกันความดันสูงเกินในการใช้งานปรกติไม่ให้เกิดอันตราย เช่นในกรณีท่อ hot gas เกิดอุดตัน เป็นต้น แต่ไม่ปลอดภัยสำหรับการอัดไนโตรเจน ออกซิเจน ความดันเกิน หรือน้ำยาที่สามารถติดไฟได้ง่าย จนเกิดระเบิดขึ้น
- ในตำราแนะนำให้ติดตั้ง crankcase heater เมื่อต้องเดินท่อน้ำยาไกลๆ แต่ในประเทศไทยไม่มีความจำเป็น
- อายุการใช้งานของน้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์ ไม่ต้องเปลี่ยน มีอายุเท่ากับคอมเพรสเซอร์
- การปิดเปิดเครื่องถี่ๆ ในช่วงเวลาสั้นๆ เป็นอันตรายกับคอมเพรสเซอร์ทั้งทางด้านเกี่ยวกับไฟฟ้าและการดึงน้ำมันหล่อลื่นกลับมา ผู้ผลิตเครื่องได้ออกแบบอุปกรณ์ควบคุมป้องกันไว้แล้วเช่นจำพวกตัว Anti-recycle หรือ Timer
- คอมเพรสเซอร์ที่ได้นำไปใช้กับระบบที่มีการลดเพิ่มรอบได้ (เช่นมีการควบคุมด้วย Inverter หรือระบบ VRF) ผู้ผลิตเครื่องได้ออกแบบระบบให้การทำงานที่รอบสูงเป็นช่วงๆ เพื่อการดึงน้ำมันหล่อลื่นกลับมา ไม่มีความจำเป็นต้องทำสิ่งอื่นใดอีกนอกจากที่คู่มือแนะนำไว้
- แบ่งชนิดของคอมเพรสเซอร์ ตามที่เรียกกันทั่วไปว่า คอมฯเปลือกร้อน และคอมฯเปลือกเย็น คอมเปลือกเย็นจะมีการนำ suction gas มาหล่อเลี้ยงภายใน ทำให้เปลือกเย็นหรืออุ่น แต่คอมฯเปลือกร้อนจะส่งdischarge gas ออกมาอยู่ภายในคอมฯ ทำให้ร้อนและต้องออกแบบขดลวดให้ทนทานต่ออุณหภูมิสูงๆได้

เรื่องท่อน้ำยา

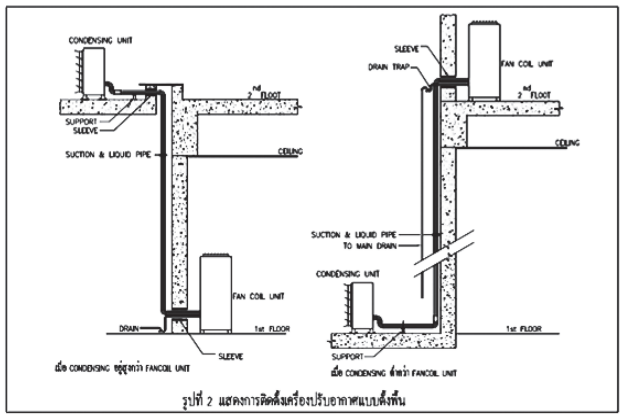
• ชนิดของวัสดุทำท่อน้ำยา ต้องเหมาะสมกับน้ำยาที่ใช้ ไม่ถูกกัดกร่อน ต้องมีการทดสอบหาแรงเสียดทานของวัสดุกับน้ำยาแต่ละชนิด เพื่อคำนวณความดันตก รวมถึงการไหลของน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิด

• ท่อน้ำยาที่ทำด้วยอลูมิเนียม หรือ จำพวกสารสังเคราะห์บางชนิดก็สามารถใช้ได้ ถ้าผู้ผลิตเครื่องรับรองว่าใช้ได้ แต่การทำมาตรฐานนั้นไม่สามารถหาข้อมูลมาพิจารณาได้ เช่นเรื่องเกี่ยวกับfriction loss การทนทานต่อความเค้นหรือการกัดกร่อน เป็นต้น ไม่เหมือนท่อทองแดงที่มีข้อมูลต่างๆครบถ้วนแล้ว

• ความเร็วของน้ำยาในท่อด้านดูดที่เป็นไอไม่ควรเกิน 4000 fpm จะทำให้เกิดเสียงดัง และความเร็วต้องไม่ต่ำกว่า 1500 fpm ในแนวดิ่งและ 800 fpm ในแนวระนาบ มิฉะนั้นจะไม่สามารถพาน้ำมันหล่อลื่นกลับเข้าคอมเพรสเซอร์ได้

• ขนาดของท่อด้านดูดไอน้ำยา (Suction gas pipe) มีผลต่อความสามารถของเครื่อง ถ้าท่อขนาดเล็กหรือเดินท่อน้ำยาไกลทำให้ความดันตกของท่อดูดไอน้ำยามาก ก็ทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลงไปเรื่อยๆ

• ขนาดของท่อน้ำยาเหลวความดันสูง ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำความเย็น เพราะอย่างไรเสีย



รูปที่ 2 แสดงการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบตั้งพื้น

ก็ต้องลดความดันของน้ำยาเหลวลงที่ metering device อยู่ดี เพียงแต่ต้องระวังและคำนวณว่า ถ้าใช้ท่อเล็กมากและยาวจะเกิดความดันตกมากเกินจนเกิดการเดือดก่อนก่อนถึง metering device

• มาตรฐานทั่วไปที่ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะใช้ระยะท่อน้ำยามีความยาวสมมูลเท่ากับ 7.5 เมตร หรือประมาณ 25 ฟุตแล้วคำนวณหาขนาดบีทียูออกมากำหนดเป็นขนาดของเครื่องนั้นๆ (Capacity เต็ม 100%) ถ้าระยะท่อน้ำยายาวกว่านั้นก็จะลดลง

• ความเร็วท่อน้ำยาเหลวความดันสูงต้องไม่เกิน 590 fpm เพราะอาจเกิด Liquid Hummer ได้

• การกำหนดให้น้ำยาเหลวเป็น sub cooled ก่อนเข้า expansion device 5 องศาF เพื่อ.หรือ 2.78 Cเพื่อป้องกันการเดือดเป็นไอที่ expansion device อันจะก่อความเสียหายกับมันได้

• เครื่องขนาด 5 ตันขึ้นไปมักกำหนดให้ใช้ท่อแข็ง (Hard drawn) เพราะถ้าใช้ท่ออ่อนที่มีการแอ่นตกท้องช้างในระนาบได้ จะเกิดการสะสมของน้ำมันหล่อลื่นได้

• ในตำราเก่าๆจะมีการกำหนดให้ทำ oil trap หรือกระเปาะเก็บน้ำมันหล่อลื่นทุกๆ 18 ฟุต หรือทุกๆ 30 ฟุตบ้าง เมื่อ CDU อยู่สูงกว่า FCU พร้อมกับกำหนดว่าความเร็วของไอน้ำยาต้องไม่ต่ำกว่า 1500 fpm ในแนวดิ่งด้วยจึงจะพาน้ำมันกลับขึ้นไปที่คอมเพรสเซอร์ได้

• แต่ผู้ผลิตบางรายได้เขียนแนะนำไว้เลยว่าไม่มีความจำเป็น ไม่ว่าความสูงจะเป็นเช่นใด

• จากการถกวิเคราะห์และปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเห็นว่า ยังควรต้องมี oil trap ในกรณี CDU อยู่สูงกว่า FCU มากๆ เนื่องจากขณะหยุดเครื่องน้ำมันหล่อลื่นที่ไหลอยู่ตามผิวท่อไอน้ำด้านดูด จะตกลงมาสู่ส่วนล่าง ทำให้น้ำมันหล่อลื่นที่จะไหลสู่

CDU ขณะเมื่อเครื่องทำงานใหม่ ขาดตอนลงไป ส่วนที่จะมีที่ระยะเท่าไรไม่ได้มีการสรุปกัน

เรื่อง FCU

• กรณีที่ FCU อยู่สูงกว่า CDU จะต้องระมัดระวังเรื่องเกี่ยวกับ Liquid lift

• Liquid lift คือความดันสถิตย์ที่ลดน้อยลงอันเนื่องมาจากความสูงขึ้นแนวดิ่ง ทำให้อาจเกิดการเดือดเกิดขึ้นก่อนผ่าน Expansion device เช่น สำหรับน้ำยา R-22 มีค่าความดันลด 0.5 psi และ R410A จะมีค่าความดันลดลงเท่ากับ 0.43 psi. ต่อความสูง 1 ฟุต

• มาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องจะจำกัดความสูงของ liquid lift ไว้ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ส่วนหนึ่งอาจขึ้นกับชนิดของ Expansion device ด้วย

• ความดันตกรวมของท่อดูดไอกลับหรือ suction gas รวมแล้วต้องไม่เกิน 2 องศา F

• ไอน้ำยาหลังจากออกจาก FCU แล้วต้องเป็น super heat ราว 20-40 องศาF เพื่อป้องกันของเหลวไหลกลับไปก่อความเสียหายที่คอมเพรสเซอร์

• น้ำยาและสารหล่อลื่นจะผสมเป็นเนื้อเดียวกันหลังออกจากCDU และจะแยกออกจากกันโดยน้ำยาจะเดือดระเหย เหลือแต่น้ำมันหล่อลื่นที่ FCU

เรื่อง CDU

• การเดินท่อน้ำยาไกลๆ ทำให้ต้องเติมน้ำยาเข้าในระบบมากๆ สำหรับเครื่องที่มีระบบตัดการทำงานของ CDU ด้วยการ pump down จะต้องมี accumulator ด้วยเพื่อเก็บน้ำยาเหลวส่วนเกิน หากมีเพียง condenser coil ไม่สามารถกับเก็บน้ำยาเหลวในขณะ pump down ได้พอก็ไม่อาจลดความดันและตัดหยุดเครื่องด้วย Low pressure cut out ได้ และความดันด้าน liquid line จะสูงขึ้นจนตัดการทำงานของเครื่องด้วย High pressure cut out แทนได้

• Low pressure cut out มีไว้เพื่อดึงน้ำยาเหลวมาเก็บไว้ที่เครื่อง เพื่อป้องกันน้ำยาเหลวกลับไปที่คอมเพรสเซอร์ และทำให้การออกตัวของมันทำได้ง่ายเมื่อเริ่มทำงาน

• การกำหนดให้น้ำยาเหลวความดันสูงที่ออกจาก condenser coil ต้องเป็น Subcool 10-20 องศาF เพื่อป้องกันการเดือดเป็นไอก่อนผ่าน expansion device อันเนื่องมาจากสูญเสียความดันสถิต จาก friction loss และ Liquid lift

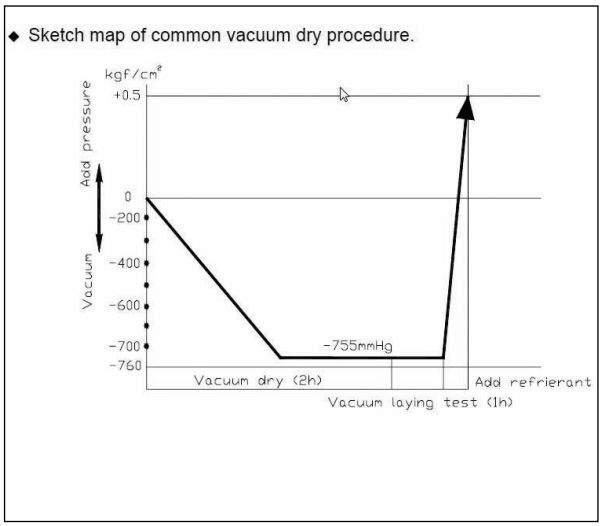
• การทำให้เป็น liquid sub cooled มากจะทำให้ต้องสิ้นเปลืองต้นทุนการผลิต condenser coil มากเพราะต้องมีขนาดที่ใหญ่ขึ้น ฉะนั้นเครื่องปรับอากาศแต่ละยี่ห้อหรือขนาด จึงมีข้อจำกัดในการเดินท่อระยะไกลและความสูงของท่อน้ำยาเหลว (เมื่อ FCU อยู่สูงกว่า CDU) ซึ่งก็แล้วแต่การสร้างเครื่องขึ้นมา

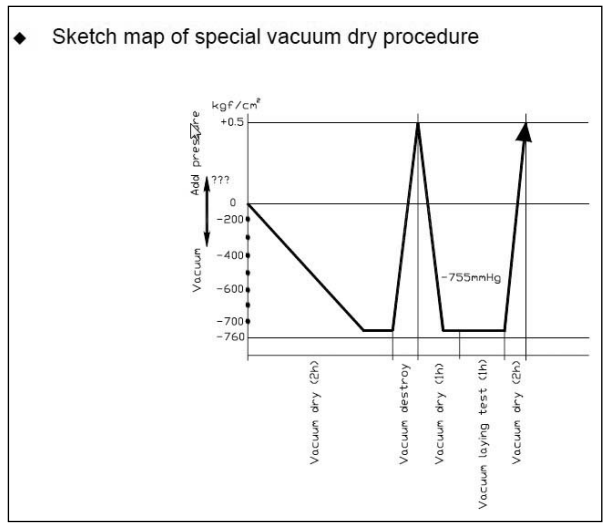
เรื่องการทำสุญญากาศ

• การทำสุญญากาศ (Vacuum) มีความจำเป็นต้องทำด้วยความระมัดระวัง เครื่องที่ใหม่และไม่มีน้ำในระบบอาจทำได้ง่ายกว่าการซ่อมเครื่องเก่า ซึ่งอาจมีน้ำหรือไอน้ำเข้าในระบบ

• การทำสุญญากาศในระบบเครื่องทำความเย็นจะต้องระมัดระวังและยากกว่าเครื่องปรับอากาศเพราะมีความดันน้ำยาและอุณหภูมิที่เดือดใน Evaporator ต่ำมาก การมีไอน้ำหรืออากาศค้างอยู่ในระบบแม้เพียงเล็กน้อยก็มีปัญหาได้

• แต่ในระบบปรับอากาศขนาดเล็ก และเป็นเครื่องใหม่นั้น ทำสุญญากาศลงไปเพียง —755mm. Hg หรือ -29.72 in. Hg หรือราว 5000 ไมครอนก็เพียงพอ แต่การเลือกใช้เครื่องvacuum ต้องให้มีขนาดเหมาะสมกับเครื่องปรับอากาศ ไม่เล็กเกินไป





(ภาพจาก Samsung)

• การใช้เครื่องทำสุญญากาศที่ทำด้วย Hermatic compressor หรือชนิดเป็นลูกสูบซึ่งมีช่องว่างระหว่างลูกสูบและฝาสูบ ไม่สามารถทำสุญญากาศต่ำๆได้

• เครื่องทำสุญญากาศแบบ 2stage จะใช้งานได้ดีกว่า

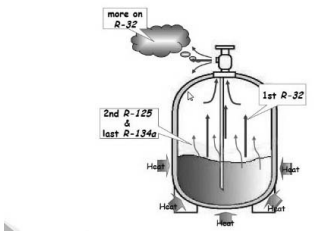
เรื่องน้ำยา

Characteristics of Alternative HFCs

Items	R-22	R-407C	R-410A
Composition (wt%)	R-22 (100)	R-32/R-125/R-134a (23/25/52)	R-32/R-125 (50/50)
Molecular weight	86.5	86.2	72.6
Boiling point (°C)	-40.8	-43.7 (bubble point)	-52.7
Vapor pressure (25°C, MPa)	1.04	1.19	1.65
Saturated liquid density (25°C, kg/m³)	1194	1153	1064
Saturated vapor density (25°C, kg/m³)	44.4	42.5	64.5
Critical temperature (°C)	96.1	87.3	72.5
Critical pressure (MPa)	4.98	4.82	4.95
Temperature glide (°C)	0	4~6	Negligible
Toxicity	Low	Low	Low
Flammability	None	None	None
Ozone Depletion Potential, (CFC-11 =1.0)	0.055	Zero	Zero
Global Warming Potential (CO2=1)*	1730	1530	1700

Note: * - Values taken from IPCC 1995, ITH=100 years

Composition Shift from Drawing Gas Phase



(ตารางและรูปจาก Tig refrigerant & Carrier Team)

• น้ำยาแต่ละตัวมีผลทำลายชั้นโอโซน และทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก มากน้อยไม่เท่ากัน

• มีการคิดค้นน้ำยาชนิดใหม่ๆ ที่ทำลายชั้นโอโซนของบรรยากาศและทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจกน้อยลง บางครั้งเป็นการผสมกันของน้ำยาหลายชนิด

• การรั่วระเหยของน้ำยาที่ผสมกัน จะรั่วออกไม่เท่ากัน อันเนื่องจากข้อแตกต่างของคุณสมบัติอุณหภูมิและความดันแต่ละตัว ทำให้ส่วนผสมที่เหลืออยู่ผิดไปจากเดิม

• การเติมน้ำยาด้วยไอน้ำยาจึงไม่สามารถรับรองได้ว่า จะทำให้ส่วนผสมของน้ำยาในระบบเหมือนเดิม

• การซ่อมรอยรั่วและเติมน้ำยาใหม่จึงเป็นปัญหา บางผู้ผลิตให้ปล่อยของเก่าออกให้หมด แล้วเติมน้ำยาผสมเข้าไปใหม่ บางครั้งก็มีน้ำยาสำหรับการรั่วแต่ละครั้งให้เติม เพื่อที่จะได้ทดแทนทำให้มีสัดส่วนผสมเหมือนเดิม

• น้ำบางตัวเกิดจากการผสมกันซึ่งบางตัวก็มีคุณสมบัติติดไฟหรือเป็นพิษแต่ละระดับไม่เท่ากัน การใช้งานจึงมีมาตรฐานหรือกฎหมายควบคุม และต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง

Leaks and Multiple Recharges for R-407C and R-410A

SIMULATED	R-407C Composition changed			Cooling
Recharge #	R-32	R-125	R-134a	Capacity
Original	Base	Base	Base	Base
1	-3%	-2%	5%	-4%
2	-4%	-4%	8%	-6%
3	-5%	-4%	9%	-7%
4	-5%	-4%	9%	-7%

SIMULATED	R-410A Composition changed		Cooling
Recharge #	R-32	R-125	Capacity
Original	Base	Base	Base
1	-0.6%	0.6%	-0.23%
2	-1.0%	1.0%	-0.30%
3	-1.1%	1.1%	-0.37%
4	-1.2%	1.2%	-0.42%

. Capacity loss for R-407C system is ~ 7% after 4 recharges and is 10 times more than R-410A system.
. The R-410A composition is within specs at all time.

	R-22	R-134a	R-123	R-407C	AZ-20 (R-410A)
Flammability and Explosivity (ASHRAE 34)	NONE	NONE	NONE	NONE	NONE
ANSI/ASHRAE 34 Classification	A1	A1	B1	A1/A1	A1/A1
Exposure Limits	1000 ppm	1000 ppm	50 ppm [a]	1000 ppm [b]	1000 ppm [b]

(ตารางและรูปจาก Tig refrigerant & Carrier Team)

ระบบควบคุม

- หากความยาวรวมของท่อไม่เกิน 50 ft. สามารถใช้อุปกรณ์ควบคุม RFC (Refrigerant flow control) แบบคงที่ (เช่น capillary tube) ตามที่เลือกติดตั้งมาจากโรงงานได้
- ความยาวท่อไม่เกิน 50 ft ให้ใช้ขนาดตามเครื่องหรือตามที่ระบุมาในคู่มือได้
- 50-80 ft. ให้ใช้ Thermostatic Expansion valve และแนะนำ ให้ติดตั้ง Crankcase Heater
- 80-200 ft. ให้ใช้ Thermostatic Expansion valve และแนะนำ ให้ติดตั้ง Crankcase Heater และ liquid line solenoid valve ที่ FCU ด้วย โดยให้ความเร็วของ liquid ไม่เกิน 300 fpm. และควรมีระบบปิดเครื่องด้วยการ Pump down control (ยกเว้น Scroll compressors)

เรื่องความปลอดภัย

- สิ่งที่อันตรายที่สุดคือระบบไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า สายที่ใช้จะต้องมีฉนวนไม่ชำรุด
- การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าหรือวสท.
- การเติมไนโตรเจนเพื่อทดสอบรั่วหรือขณะทำการเชื่อมท่อ จะต้องใช้เครื่องมือ Pressure regulator เพื่อปรับความดัน การใช้วิธีค่อยๆเปิดวาล์วหัวถังเป็นวิธีที่ผิด หากเปิดมากเกินไปความดันของไนโตรเจนจะทำให้ระบบระเบิดออก ทำอันตรายถึงชีวิต
- ก๊าซออกซีเจนเข้มข้นสามารถทำให้น้ำมันทุกชนิดติดไฟได้ง่ายหรือระเบิดได้ แม้ในสภาวะทั่วไปแล้วน้ำมันนั้นจะติดไฟได้ยาก
- ห้ามใช้ก๊าซออกซีเจนอัดเข้าระบบท่อโดยเด็ดขาด
- ห้ามใช้คอมเพรสเซอร์อัดอากาศเข้าในระบบโดยเด็ดขาด อาจเกิดระเบิดขึ้นได้
- ขณะที่ใช้ไนโตรเจนอัดเข้าระบบเพื่อทดสอบรั่วอยู่ ห้ามเดินเครื่องโดยเด็ดขาด จะเกิดระเบิดอย่างรุนแรงได้ด้วยความดันที่สูงอยู่แล้วถูกอัดให้สูงขึ้นไปอีก
- ช่างที่ติดตั้งหรือซ่อมเครื่องจะต้องรู้ว่ากำลังทำงานกับน้ำยาทำความเย็นชนิดใดอยู่ บางตัวอาจติดไฟและเป็นพิษอย่างรุนแรง