มาตรฐานห้องเย็นและเครื่องทำความเย็น

Mechanical Refrigeration System Standards

โดย.....ฤชากร จิรกาลวสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กรุงเทพฯ 10330

บทความนี้ได้สรุปรวบรวมมาตรฐานด้านความปลอดภัยที่มีอยู่และเสนอแนะมาตรฐานด้านการประหยัดพลังงาน ในระบบห้องเย็นและระบบการทำความเย็น สารทำความเย็นบางชนิดจะมีความดันสูงเช่นสารความเย็นเบอร์22และแอมโมเนียเป็นต้น คอมเพรสเซอร์ คอนเด็นเซอร์ และอุปกรณ์ทุกชนิดต้องออกแบบให้ทนความดันได้ ต้องมีวาล์วหรืออุปกรณ์ระบายความดันทิ้งออกนอกอาคารโดยอัตโนมัติเมื่อเกิดปัญหา สารความเย็นบางชนิดก็ติดไฟเช่นโปรเพนและแอมโมเนีย จะต้องติดตั้งในห้องแยกที่ควบคุมเพลิงไหม้ เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดต้องเป็นชนิดพิเศษกันไฟ สำหรับแอมโมเนียมีข้อยกเว้นที่อาจจะไม่ต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษดังกล่าวได้ ถ้ามีการระบายอากาศโดยเครื่องกลอย่างน้อยตามสูตร $Q = 70 \times G^{0.5}$ ซึ่ง Q เป็นอัตราระบายอากาศมีหน่วยเป็นลิตร/วินาที ส่วน G เป็นมวลหน่วยกิโลกรัมของสารความเย็นในเครื่องหรือวงจรที่ใหญ่ที่สุด อย่างไรก็ตามแอมโมเนียนั้นไม่ดีกับสุขภาพจะต้องมีการระบายอากาศดังกล่าวอยู่แล้ว สำหรับสารความเย็นอื่นที่ใช้ในประเทศไทยมักจะเป็นชนิดไม่ติดไฟและไม่ทำลายสุขภาพ แต่มันจะแย่งที่อากาศในการหายใจ จึงต้องมีการระบายอากาศดังกล่าวเช่นกัน ถ้ามีอยู่ในระบบในปริมาณเกินที่กำหนด มาตรฐานด้านประหยัดพลังงานเท่าที่เห็นมีแต่ทางระบบปรับอากาศ ความจริงแล้วในระบบห้องเย็นและเครื่องทำความเย็น ก็ควรจะต้องมีเช่นกัน วิธีง่ายๆคือการกำหนด อุณหภูมิอิ่มตัวในคอนเด็นเซอร์ (Condensing temperature) และความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิห้องเย็นและอุณหภูมิอิ่มตัวในอีวาโปเรเตอร์ (Evaporating temperature) ที่เหมาะสม รวมทั้งกำหนดการใช้พลังงานของคอมเพรสเซอร์ที่เหมาะสม

The paper has summarized mechanical refrigerating system standards and safety codes and also recommended the energy conservation standard. Some refrigerants such as Refrigrant-22 and Ammonia are high pressure. The compressor, condenser and other accessories must be designed to withstand the pressure. There must also be a safety relief valve automatically relieve to outside in emergency case. Some refrigerants for instance Propane and Ammonia are inflammable. They must be in a seperate machine room. All electrical appliances must be NEC class 1. With the exception for Ammonia which is less inflammable. Normal class electrical appliances may be used providing that the ventilation rate will not be less than that calculated from the following equation. $Q = 70 \times G^{0.5}$ where Q=ventilation rate in litres/sec and G is the mass in kg of refrigerant in the largest equipment. However Ammonia is a toxic gas a machine room with that ventilation rate has already been required. All the other refrigerants used in Thailand are nonflamable and nontoxic. However the machine room with the above required ventilation rate is compulsory in order to prevent suffocation from refrigerant if the amount of refrigerant in a system is more than the standard value. The energy conservation stanards or codes available in Thailand are only for the air conditioning system. The standards for refrigerating system are strongly recommended. The simplest way is to specify the suitable condensing temperature and the temperature difference between evaporating temperature and tthe cold room temperature. A suitable compressor efficiency must also be specified.

1 บทนำ

ห้องเย็นโดยทั่วไปจะหมายถึงห้องที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 20°C (68°F) ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้จะหมายถึงห้องปรับอากาศ มาตรฐานของห้องเย็นและเครื่องทำความเย็นแบ่งได้เป็น 2 แบบคือมาตรฐานด้านความปลอดภัย และมาตรฐานด้านประหยัดพลังงาน

2 มาตรฐานด้านความปลอดภัย

มาตรฐานด้านความปลอดภัย จะหมายถึงความปลอดภัยแก่ชีวิต สุขภาพ และทรัพย์สิน แต่เดิมเท็คโนโลยี่ด้านต่างๆยังไม่เจริญเราก็จะดูจากความปลอดภัยในขณะนั้น ไม่สามารถจะทำนายในเวลาเป็นร้อยๆปี หรือบางทีแม้แต่สิบปี จึงมักจะเป็นต้นเหตุของสิ่งที่มนุษย์ผลิตหรือคิดค้นขึ้นมาในเวลาหนึ่งเป็นที่ชื่นชมสรรเสริญกับสิ่งนั้น เช่นสำหรับห้องเย็นสารทำความเย็น(น้ำยา) CFC12 ซึ่ งไม่เป็นพิษเลยแม้แต่น้อย ไม่ติดไฟแต่ช่วยดับไฟได้ด้วย แต่เวลาผ่านมากลับกลายเป็นสิ่งที่น่ารังเกียจมาก เพราะทำลายโอโซน หรือทำลายสุขภาพทางอ้อมอย่างร้ายแรงในเวลาข้างหน้า ในสิ่งตรงกันข้ามเช่นแอมโมเนีย เคยเป็นสิ่งที่น่ารังเกียจโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสหรัฐอเมริกา เพราะในวงการห้องเย็นถือว่าเป็นน้ำยาชนิดเดียวที่ทำลายสุขภาพและติดไฟในระดับหนึ่งซึ่งปัจจุบันกลับกลายเป็นสารที่น่ารักเพราะไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม แม้ว่าจะทำลายสุขภาพบ้างถ้าไม่ระวัง และจะติดไฟได้เมื่อเกิดประกายไฟหรือมีอุณหภูมิ 651°C (1204°F) ถ้าความเข้มข้นของมันในอากาศอยู่ระหว่าง 16% ถึง 20%โดยปริมาตร ที่ผู้เขียนว่าติดไฟในระดับหนึ่งก็คือแม้แต่กรมการขนส่งและหน่วยยามฝั่งทะเลของสหรัฐอเมริกา ก็ยังต้องจัดให้เป็นก๊าซไม่ติดไฟเพื่อลดความยุ่งยากของกฎหมายในการขนส่ง สำหรับประเทศไทย ในอดีตถึงปัจจุบันห้องเย็นใหญ่ๆจะใช้แอมโมเนียเป็นส่วนใหญ่ บริษัทที่ออกแบบพร้อมติดตั้งห้องเย็นที่ใช้แอมโมเนียจะออกแบบโดยถือว่าเป็นก๊าซไม่ติดไฟ เพื่อลดต้นทุนของการที่ต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดพิเศษหรือระบายอากาศตามมาตรฐาน ซึ่งก็ไม่ถูกต้องนัก อย่างไรก็ตามเนื่องจากแอมโมเนียมีกลิ่นแรงมากเปรียบเหมือนติดสัญญาณเตือนภัยด้วยกลิ่น ถ้ามันมีในอากาศประมาณ 1500 ppm(0.15%) คนก็จะรีบเดินหนีเองอยู่แล้ว

อันตรายจากคุณสมบัติของสารความเย็นอีกประการก็คือความดัน สารความเย็นบางชนิดก็มีความดันสูงเช่นแอมโมเนียและ ฟรีออน 22(HCFC-22) ในถังทั่วไป ณ.อุณหภูมิบรรยากาศเพียง 32°C(90°F)จะมีความดันถึงประมาณ 170 ปอนด์/ตร.นิ้ว(เกจ์) หรือ1170 kPa(เกจ์) ซึ่งใกล้เคียงกับปืนลม และจะมีความดันเพิ่มป็น 1.5 เท่า(300 psig หรือ 2068 kPa,g) เมื่อผ่านการอัดจากคอมเพรสเซอร์โดยปกติ แต่ถ้าเกิดเหตุผิดปกติ เช่นพัดลมเสีย หยุดระบายความร้อนจากคอนเด็นเซอร์ ความดันสามารถเพิ่มเป็น 2.5 เท่า(400 psig หรือ 2757 kPa,g)ได้ และถ้าอุปกรณ์ความปลอดภัยไม่ทำงาน ความดันอาจจะสูงกว่านี้และอาจระเบิดออกมาได้ซึ่งเป็นอันตราย

มาตรฐานด้านความปลอดภัยจะหาได้โดยทั่วไปเช่น NFPA(National Fire Protection Association)เน้นทางด้านการป้องกันไฟไหม้จากสารความเย็น ซึ่งตามที่กล่าวแล้วสำหรับห้องเย็นก็คงหนีไม่พ้นแอมโมเนียนั่นเอง และเน้นการรักษาความสะอาด การกำจัดเศษขยะและเศษน้ำมันหล่อลื่นซึ่งจะเป็นสิ่งที่เสริมการเกิดเพลิงไหม้ ตลอดจนเน้นการติดป้ายให้คนใช้ตะหนักถึงอันตรายซึ่งเป็นเรื่องสำคัญเพราะถ้าตะหนักถึงอันตรายแล้ว อันตรายก็จะเกิดขึ้นยาก

มาตรฐาน NEC (National Electrical Code) มาตรฐานด้านไฟฟ้า Article 500 จะกล่าวถึงสถานที่ที่มีสารติดไฟ จำเป็นต้องใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดพิเศษ สำหรับห้องเย็นก็คือแอมโมเนียซึ่งจะถูกจัดให้อยู่ใน Class I คือสารติดไฟ แต่อยู่ใน Group D,Division 2 ซึ่งติดไฟไม่ง่ายจนเกินไป และมักจะอ้างอิงถึง NFPA และ ASHRAE(American Sociaty ofHeating,Refrigerating, and Air conditioning Engineers Inc.) ซึ่งในมาตรฐานASHRAE นั้นมีข้อยกเว้นว่าถ้าอยู่ในห้องเครื่องที่ระบายอากาศถูกต้องก็ใช้เครื่องไฟฟ้าแบบธรรมดาทั่วไปได้ ASHRAE ได้ออกมาตรฐานสำหรับห้องเย็นและห้องปรับอากาศ โดยครอบคุมน้ำยาทุกชนิดมานานตั้งแต่ปี 1919ขณะนั้นยังใช้ชื่อ ASRE(American Sociaty of Refrigerating Engineers) และปรับปรุงมาตลอดจนได้รับรองเป็นมาตรฐานโดย ANSI(American National Standards Institute) และมีการปรับปรุงมาตรฐานอย่างต่อเนื่อง เช่น ANSI/ASHRAE 15-1978, 15-1992, 15-1994 โดยใช้ชื่อ Safety Code for Mechanical Refrigeration ดังนั้นห้องเย็นทั่วไปหรือห้องปรับอากาศควรใช้มาตรฐานนี้

สำหรับ International Institute of Ammonia Refrigeration(IIAR) ก็เช่นกันได้ออกมาตรฐานอย่างละเอียดสำหรับแอมโมเนียโดยเฉพาะ ใช้ชื่อว่า Equipment,Design,and Installation of Ammonia Mechanical Refrigerating Systems ตั้งแต่ปี 1974 และได้รับรองเป็นมาตรฐานโดย ANSI เช่นกันตั้งแต่ปี 1978 และก็ได้ปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่องปี 1984-85,1992,และ1997 สำหรับห้องเย็นที่ใช้แอมโมเนียก็ควรใช้มาตรฐานนี้

สารความเย็นที่นิยมใช้ มีแอมโมเนียเท่านั้นที่เบากว่าอากาศ สารความเย็นอื่นๆส่วนใหญ่จะหนักกว่าอากาศ ดังนั้นการระบายออกจะยากกว่า แม้ว่าสารความเย็นอื่นจะไม่เป็นอัตรายเท่าแอมโมเนียก็ตาม แต่ถ้าระบายอากาศไม่ถูกต้อง ก็อาจจะสะสมกันจนมีจำนวนมากก็จะแย่งที่ออกซิเจน ทำให้หายใจไม่ออกได้

มาตรฐานด้านความปลอดภัยจาก ASHRAE และ IIAR ส่วนใหญ่ก็คล้ายกัน มีสาระสำคัญพอสรุปได้ตามหัวข้อต่อไป

3. มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับห้องเย็นที่ใช้แอมโมเนีย

เนื่องจากห้องเย็นขนาดกลางและขนาดใหญ่ในประเทศไทย มักจะใช้แอมโมเนีย เพราะประหยัดทั้งราคาแอมโมเนีย และเครื่องและอุปกรณ์ที่ใช้ ผู้เขียนจึงขอเน้นในเรื่องแอมโมเนีย

3.1 คอมเพรสเซอร์ ต้องออกแบบให้ทนแรงดันใช้งานไม่น้อยกว่าค่าต่อไปนี้ ถ้าระบายความร้อนด้วยน้ำหรือ ระบายความร้อนด้วยน้ำระเหยพาความร้อน(Evaporative) ต้องทนความดัน 250 psig(17.57 kg/cm^2,g) (1724 kPa,g) ถ้าระบายความร้อนด้วยอากาศต้องใช้ 300 psig (21.09 kg/cm^2,g) (2068 kPa,g) สำหรับระบบทำความเย็นที่ใช้ 2 สเต็จ สเต็จต่ำหรือบูสเตอร์ต้องทนความดัน 150 psig(10.54 kg/cm^2,g) (1034 kPa,g)

3.2 คอนเด็นเซอร์ คล้ายคอมเพรสเซอร์ คือต้องออกแบบให้ทนความดันใช้งานไม่น้อยกว่าค่าต่อไปนี้ ถ้าระบายความร้อนด้วยน้ำหรือระบายความร้อนด้วยน้ำระเหยพาความร้อน(Evaporative) ต้องทนความดันไม่น้อยกว่า 250 psig(17.57 kg/cm^2,g) (1724 kPa,g) ถ้าระบายความร้อนด้วยอากาศต้องใช้ 300 psig (21.09 kg/cm^2,g) (2068 kPa,g)

3.3 อีวาโปเรเตอร์ ต้องออกแบบให้ทนความดันใช้งานไม่น้อยกว่า 150 psig(10.54 kg/cm^2,g) (1034 kPa,g) แต่ถ้ามีการละลายน้ำแข็งด้วยก๊าซร้อนจากคอมเพรสเซอร์ต้องทนความดันไม่น้อยกว่า 250 psig(17.57 kg/cm^2,g) (1724 kPa,g)

3.4 เครื่องหรืออุปกรณ์หรือภาชนะอื่นๆ ก็ต้องทนความดันเท่ากับสิ่งที่กล่าวข้างต้น เช่นวาล์วที่ติดด้านส่งออกจากคอมเพรสเซอร์ก็ต้องเท่ากับของคอมเพรสเซอร์เป็นต้น

3.5 จะต้องมีอุปกรณ์ระบายความดันเพื่อความปลอดภัย โดยต้องระบายออกนอกอาคาร หรืออาจจะออกแบบพิเศษระบายไปด้านต่ำของระบบ ห้ามระบายออกในห้องเครื่อง โดยต้องระบายทำให้ความดันในระบบไม่เกินความดันที่ทนได้ และทางระบายห้ามมีวาล์วปิด

ปลายท่อระบายออกต้องห่างจากช่องลมบริสุทธิ์หรือช่องหน้าต่างอย่างน้อย 6 เมตร และต้องสูงกว่าหลังคา 4.75 เมตร

3.6 ห้องเครื่องสำหรับห้องเย็น

3.6.1 ความสูงโดยไม่มีสิ่งกรีดขวางเช่นคานอย่างน้อย 2.2 เมตร

3.6.2 ต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดตาม NEC Class 1 , Group D, Division 2 ยกเว้นถ้าทำตามหัวข้อ 3.6.3 ต่อไปนี้

3.6.3 ต้องมีการระบายอากาศโดยใช้พัดลมแยกจากส่วนอื่นโดยใช้วิธีในหัวข้อ 3.6.3.1 หรือวิธีในหัวข้อ 3.6.3.2 แต่ถ้าห้องเครื่องอยู่ใต้ดินต้องใช้หัวข้อ 3.6.3.2 เท่านั้น

3.6.3.1 ต้องติดตั้ง เครื่องรับส่งสัญญาณความเข้มข้นของไอแอมโมเนีย โดยสัญญาณต้องต่ำกว่า 400 ppm สัญญาณนี้ต้องสั่งให้พัดลมฉุกเฉินทำงานโดยอัตโนมัติ

3.6.3.2 ต้องให้พัดลมฉุกเฉินทำงานตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งไม่ต้องมีเครื่องรับส่งสัญญาณ

3.6.4 ขนาดพัดลมฉุกเฉินในหัวข้อ 3.6.3 ให้คิดอัตราการระบายโดยใช้สูตรดังนี้

$Q = 100 \times G^{0.5}$ (Q อัตราพัดลมเป็น CFM , G เป็นมวลของแอมโมเนียเป็น ปอนด์)

หรือ $Q = 70 \times G^{0.5}$ (Q อัตราพัดลมเป็น l/s , G เป็นมวลของแอมโมเนียเป็น กก.)

มวลของแอมโมเนียให้คิดเฉพาะวงจรสารความเย็นที่มากที่สุดวงจรเดียว

ตัวอย่างเช่น สำหรับประเทศไทยเท่าที่ทราบห้องเย็นใหญ่ๆที่ใช้แอมโมเนียมักจะเป็นวงจรเดียว ซึ่งจะมีมวลแอมโมเนียประมาณ 9000 กก. อัตราระบายอากาศก็ประมาณ $100x (9000x2.2)^{0.5}$=14,100 CFM หรือ $70 x9000^{0.5}$= 6,600 ลิตร/วินาที

3.6.5 ปกติทั่วไปต้องมีการระบายอากาศในห้องเครื่องในอัตราที่มากที่สุดในข้อใดข้อหนึ่งของสองหัวข้อต่อไปนี้

3.6.5.1 ไม่น้อยกว่า 0.5 CFM/ft^2 (2.54 l/s ต่อ m^2) ของพื้นที่ห้องเครื่อง

3.6.5.2 คิดจากความร้อนที่เกิดจากเครื่องต่างๆในห้องเครื่อง โดยให้อากาศร้อนขึ้นจากอากาศภายนอกไม่เกิน 18°F(10°C)

3.6.6 ห้องเครื่องห้ามมีประกายไฟหรือสิ่งที่มีอุณหภูมิผิวสูงกว่า 800°F(427°C)

3.6.7 ห้องเครื่องต้องมีความสว่างไม่น้อยกว่า 323 ลักซ์ (Lumen/m^2) วัด ณ. ที่สูงจากพื้น 0.9 เมตร

4. มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับห้องเย็นที่ใช้สารความเย็นทั่วไป

ในประเทศไทยห้องเย็นที่ไม่ใช้แอมโมเนียก็จะใช้ สารความเย็นตามตาราง ANSI/ASHRAE Standard 34 Group A1 ทั้งสิ้น ซึ่ง เป็นสารที่ไม่ติดไฟ และไม่ทำลายสุขภาพ อย่างไรก็ตามซึ่งได้กล่าวมาแล้วว่าสารเหล่านี้จะหนักกว่าอากาศ ระบายทิ้งยากกว่าแอมโมเนีย แม้จะไม่ทำลายสุขภาพแต่จะทำให้หายใจไม่ออกได้ สารบางตัว เช่น R-22 ก็มีแรงดันสูงเท่ากับแอมโมเนีย ดังนั้นมาตรฐานความปลอดภัยก็คงเกือบทั้งหมด จะใช้เช่นเดียวกับ **มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับห้องเย็นที่ใช้แอมโมเนีย** ยกเว้นเครื่องใช้ไฟฟ้าก็ไม่มีความจำเป็นต้องเป็น Class 1, Group D, Division 2 ไม่ว่ากรณีใดๆ

4.1 ความดันที่ต้องออกแบบให้ทนได้ของเครื่อง เนื่องจากความดันขึ้นกับชนิดของสารความเย็นที่ใช้ ASHRAE ให้ใช้อุณหภูมิอิ่มตัวเป็นหลัก โดยให้เท่ากันหมดทุกสาร โดยใช้ความดันที่ตรงกับอุณหภูมิอิ่มตัวต่อไปนี้

4.1.1 ความดันด้านต่ำของระบบ ต้องไม่ต่ำกว่า 80°F(27°C)

4.1.2 ความดันด้านสูง ถ้าระบายความร้อนด้วยน้ำหรือ ระบายความร้อนด้วยน้ำระเหยพาความร้อน(Evaporative) ต้องทนความดันไม่น้อยกว่า ก) อุณหภูมิอิ่มตัวต้องใช้ อุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ใช้ในการออกแบบบวกเพิ่ม 30°F(16.7°C) โดยอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่ใช้ในการออกแบบให้ใช้ 1%สูงสุดของฤดูร้อนตามวิธีการของ ASHRAE หรือ ข) ใช้อุณหภูมิอิ่มตัวที่ตรงกับอุณหภูมิออกแบบของน้ำระบายความร้อนที่ออกจากคอนเด็นเซอร์โดยบวกเพิ่มอีก 15°F(8.3°C) หรือ ค) ใช้อุณหภูมิอิ่มตัว104°F(40°C)เลย โดย ข้อ ก. ข. และ ค. นี้ให้ใช้ค่าที่สูงที่สุดเป็นหลัก

4.1.3 ความดันด้านสูง ถ้าระบายความร้อนด้วยอากาศ อุณหภูมิอิ่มตัวให้ใช้ อุณหภูมิกระเปาะแห้งที่ใช้ในการออกแบบโดยบวกเพิ่มอีก 30°F(16.7°C) โดยอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่ใช้ในการออกแบบให้ใช้ 1%สูงสุดของฤดูร้อนตามวิธีการของ ASHRAE แต่อุณหภูมิอิ่มตัวต้องไม่ต่ำกว่า 122°F(50°C)

ตัวอย่างเช่นกรุงเทพฯ ถ้าใช้1%สูงสุดของฤดูร้อนตามวิธีการของ ASHRAE จะได้ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 97°F(36°C) และอุณหภูมิกระเปาะเปียก 83°F(28°C) ถ้าระบายความร้อนด้วยน้ำ อุณหภูมิอิ่มตัวที่ใช้ในการคิดความดันออกแบบให้ทนได้ก็คือ 83+30 = 113°F (45°C) ถ้าเราออกแบบกำหนดว่าน้ำระบายความร้อนที่ออกจากคอนเด็นเซอร์มีอุณหภูมิ 100°F (38°C) ต้องใช้อุณหภูมิอิ่มตัว 100+15 = 115°F (46°C) แทน ซึ่งถ้าใช้ฟรีออน 22 ความดันออกแบบอย่างน้อย 243 psig(1677 kPa) แต่ถ้าระบายด้วยอากาศ อุณหภูมิอิ่มตัวจะเป็น 97+30=127°F(53°C) ถ้าใช้ฟรีออน 22 ความดันออกแบบอย่างน้อย 289 psig(1994 kPa,g) ระบายห้ามมีวาล์วปิดตามที่กล่าวมาแล้ว ระบายห้ามมีวาล์วปิดตามที่กล่าวมาแล้ว

4.2 จะต้องมีอุปกรณ์ระบายความดันเพื่อความปลอดภัย โดยต้องระบายออกนอกอาคาร หรืออาจจะออกแบบพิเศษระบายไปด้านต่ำของระบบ ห้ามระบายออกในห้องเครื่องแม้จะไม่ใช่แอมโมเนียก็ตาม โดยต้องระบายทำให้ความดันในระบบไม่เกินความดันที่ทนได้ และทาง

ปลายท่อระบายออกต้องห่างจากช่องลมบริสุทธิ์หรือช่องหน้าต่างอย่างน้อย 6 เมตร และต้องสูงกว่าหลังคา 4.75 เมตร

5. มาตรฐานด้านการประหยัดพลังงานสำหรับห้องเย็น

มาตรฐานด้านการประหยัดพลังงานสำหรับห้องเย็นไม่เคยเห็นมีการกำหนดแน่นอนเหมือนด้านความปลอดภัย ผู้เขียนคิดว่าควรจะมีการ

กำหนด โดยอาจจะอาศัยทางปฏิบัติและใช้ทฤษฎีช่วย

การจะทำให้ห้องเย็นประหยัดพลังงานที่สุดก็คือ กันความร้อนเข้าห้องโดยใช้ฉนวนหนา และสร้างระบบหรือเครื่องทำความเย็นให้มีประสิทธิภาพสูง

5.1 ฉนวนของห้องเย็น สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศร้อนและชื้น ความหนาของฉนวนมักจะขึ้นกับความชื้นหรือจุดน้ำค้างของอากาศภายนอก เพื่อกันการเกิดหยดน้ำเกาะ จึงมักจะทำให้ต้องใช้ฉนวนหนา จึงเป็นประโยชน์ด้านการประหยัดพลังงานโดยปริยาย แต่อย่างไรก็ตามวิศวกรที่ออกแบบควรจะต้องตรวจสอบว่าถ้าใช้ฉนวนหนาขึ้นจะประหยัดพลังงานคุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่ ตัวอย่างมาตรฐานความหนาของฉนวนที่นิยมใช้ในการสร้างห้องเย็น

อุณหภูมิห้องเย็น , °C			ความหนาของฉนวน,mm	
			โปลีสะไตรีน	โปลียูรีเธน
-55	ถึง	-46	275	175
-45	ถึง	-36	250	150
-35	ถึง	-26	250	125
-25	ถึง	-18	200	100
-17	ถึง	-9	175	100
-8	ถึง	-4	150	75
-3	ถึง	4	125	75
5	ถึง	10	100	50
11	ถึง	16	75	50
17	ถึง	20	50	25

5.2 การสร้างหรือกำหนดเครื่องให้มีประสิทธิภาพสูง ทางทฤษฎีเป็นที่ทราบกันดีว่า ถ้าจะสร้างเครื่องเย็นให้มีประสิทธิภาพสูง หรือประหยัดพลังงาน ก็ต้องทำให้อุณหภูมิอิ่มตัวในอีวาโปเรเตอร์(Evaporating Temperature)ใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องเย็น และต้องทำให้อุณหภูมิอิ่มตัวในคอนเด็นเซอร์(Condensing Temperature)ใกล้เคียงกับอุณหภูมิน้ำหรืออากาศที่ใช้ในการระบายความร้อน ทางปฏิบัติทราบกันดีว่า การทำเช่นนี้จะทำให้การลงทุนของทั้งอีวาโปเรเตอร์และคอนเด็นเซอร์สูงอาจจะไม่คุ้มทุน และขณะเดียวกันอุปกรณ์ดังกล่าวก็มักจะใหญ่ทำให้เปลืองที่ในการติดตั้ง ในการกำหนดมาตรฐานก็คงจะต้องตรวจสอบว่าทางปฏิบัติขณะนี้ น่าจะทำได้ ดีที่สุดเท่าไร ตัวอย่างเช่นจากประสบการณ์ของผู้เขียนคิดว่า กรุงเทพ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 95°F(35°C) และอุณหภูมิกระเปาะเปียก 83°F(28°C) ถ้าเครื่องระบายความร้อนด้วยอากาศ อุณหภูมิอิ่มตัวในคอนเด็นเซอร์ที่ลงทุนได้ก็น่าจะประมาณ 115°F(46°C)
แต่ถ้าระบายความร้อนด้วยน้ำน่าจะประมาณ 100°F(38°C) ส่วนอุณหภูมิอิ่มตัวในอีวาโปเรเตอร์ สูงสุดที่น่าจะลงทุนได้ก็คือต่ำกว่าอุณหภูมิห้องเย็น 9°F(5°C)

คอมเพรสเซอร์ก็เป็นตัวสำคัญที่จะประหยัดพลังงานได้ เป็นธรรมชาติของเครื่องๆต่างที่ทำงานในด้านพลังงานที่ผลิตออกมา เครื่องที่ใหญ่มักจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องเล็ก สำหรับคอมเพรสเซอร์ทางทฤษฎีไม่สามารถบอกได้ว่าแบบโรตารีหรือแบบอื่นๆจะมีประสิทธิภาพสูง(กินไฟน้อย)กว่าแบบลูกสูบ ส่วนทางปฏิบัติผู้ผลิตสามารถพัฒนาทุกแบบให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ การกำหนดมาตรฐานก็ทำได้ง่ายๆ โดยนำข้อมูลคอมเพรสเซอร์ทุกรุ่นของบริษัทผู้ผลิตที่เชื่อถือได้ มาพิจารณาหาตัวเลขที่เหมาะสม สุดท้ายก็สามารถกำหนดมาตรฐานเป็นซีโอพี หรืออีอีอาร์หรือ kW/TR การกำหนดมาตรฐานอาจจะไม่ยาก การที่ติดตั้งเสร็จแล้วจะตรวจสอบว่าประสิทธิภาพได้มาตรฐานจะยุ่งยากกว่า เพราะการวัดอัตราการทำความเย็น ณ. สถานที่จริงให้แม่นยำ ± 5% เหมือนในห้องทดสอบคงทำไม่ได้ แต่อย่างไรก็ตามจะมีวิธีการทางทฤษฎีเข้าช่วยในการสนับสนุนได้

ตั้งแต่อดีตมาถึงปัจจุบัน เราไม่มีมาตรฐานด้านพลังงานของห้องเย็น และส่วนใหญ่การซื้อขายระบบห้องเย็นมักจะกระทำโดยผู้ซื้อ(เจ้าของ)และผู้ขายซึ่งจะทำหน้าที่ออกแบบ กำหนดมาตรฐาน และติดตั้งเสร็จ โดยไม่มีวิศวกรคนกลางเป็นที่ปรึกษา มีบ่อยครั้งเกิดข้อพิพาทและตกลงกันไม่ได้ สาเหตุมักจะเกิดจากผู้ขายมีหลายเจ้าแข่งราคากัน เพื่อจะให้ได้งานจึงประหยัดราคาทุกอย่างเช่นขนาดคอนเด็นเซอร์ เล็กกว่ามาตรฐานจนทำให้มีผลต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์ซึ่งเกิดการ Overload บ่อยครั้ง จึงเกิดข้อพิพาท ในความเป็นจริงแล้วคงจะมีข้อพิพาทมากกว่าที่เป็นถ้าผู้ขายรู้ว่าเครื่องที่ติดตั้งจริงนั้นกินไฟมากกว่าที่เสนอมาในแคตาล็อก แต่ไม่อาจจะรู้ได้เพราะเครื่องยังทำงานได้

6. สรุป

มาตรฐานความปลอดภัยมีหลักใหญ่ๆคือ ต้องป้องกันการระเบิดจากแรงดัน โดยการออกแบบอุปกรณ์ให้ทนได้ และต้องป้องกันอีกชั้นโดยการระบายความดันทิ้งออกนอกอาคารเมื่อเกิดการผิดปกติ ต้องป้องกันการเกิดเพลิงไหม้โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีสารติดไฟได้ ต้องมีการระบายอากาศที่พอเพียงเพื่อกันสารความเย็นแย่งที่อากาศทำให้หายใจไม่ออก ขณะเดียวกันถ้าเป็นก๊าซที่ติดไฟได้ก็จะทำให้เจือจางจนไม่มีทางติดไฟ ที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นเพียงย่อๆซึ่งมีสิ่งที่สำคัญที่ไม่ได้กล่าวถึง โดยผู้เขียนถือว่าเป็นพื้นฐานด้านความปลอดภัยหรือด้านประหยัดพลังงานที่ต้องทราบกันอยู่แล้ว

บรรณานุกรม

1. IIAR : Equipment,design,and Installation of Ammonia Mechanical Refrigeration System.
2. ANSI/ASHRAE Standard 15-1994:Safety Code for Mechanical Refrigeration.
3. NFPA: Mechanical Refrigeration Chapter37.
4. NEC: Article 500 Hazardous(classified) Locations.