

# ป้องกันปัญหาแอมโมเนียรั่วไหลจากระบบทำความเย็น

สัมมนาทางวิชาการ “การป้องกันปัญหาการรั่วไหลของแอมโมเนียจากระบบทำความเย็นและการบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้น”

วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2553 ศูนย์ประชุมและนิทรรศการไบเทคบางนา งานประชุมวิศวกรรมแห่งชาติ 2553

บรรยายโดย นายชัยวุฒิ กุทธิพิทกษ์ อุปนายกสมาคมเครื่องทำความเย็นไทย

## เงื่อนไขการใช้งานหรือการออกแบบระบบทำความเย็นด้วยแอมโมเนีย

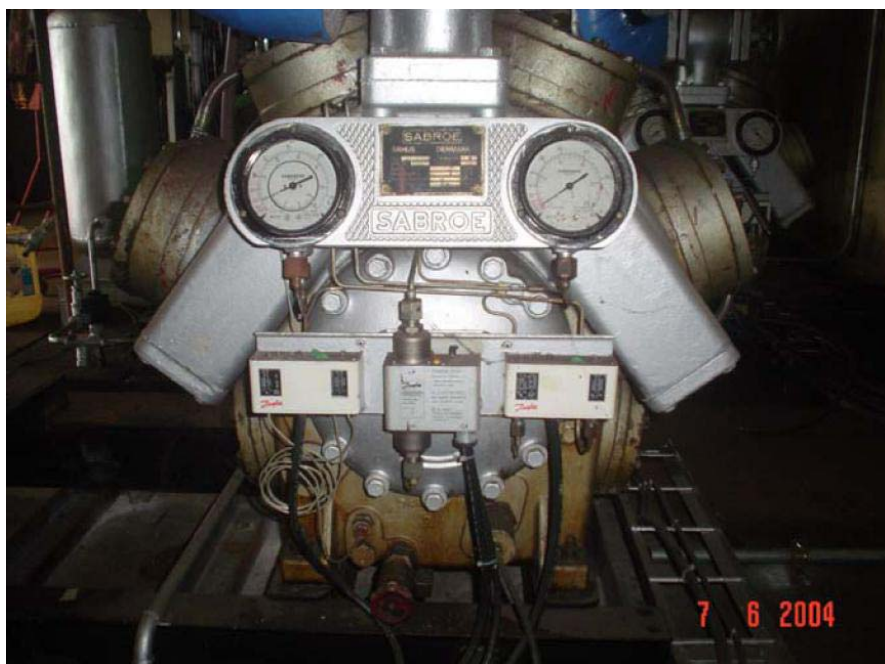
การออกแบบห้องเย็นให้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน ต้องทราบถึงข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ชนิดของสินค้าที่จัดเก็บ
  - ผัก/ผลไม้ จะต้องระบุด้วยว่าสด แห้ง หรือ แปรรูป
  - น้ำผลไม้ แบบน้ำผลไม้สดหรือเข้มข้น
  - อาหารทะเลสด แห้ง หรือแปรรูป
- ปริมาณสินค้าที่จัดเก็บต่อวัน
- อุณหภูมิสินค้าที่นำเข้าห้องเย็นและอุณหภูมิสินค้าภายหลังแช่แข็ง
- อุณหภูมิห้องที่ต้องการใช้งานซึ่งต้องเหมาะสมกับอุณหภูมิสินค้าที่จัดเก็บและระยะเวลาในการจัดเก็บ

- ระยะเวลาในการปรับลดอุณหภูมิสินค้า
- ลักษณะภาชนะที่ใช้บรรจุสินค้า
  - เปลือย
  - บรรจุภาชนะพลาสติก
  - บรรจุกล่องกระดาษ เป็นต้น
- ลักษณะการใช้งานห้องเย็น
  - ใช้เป็นห้องเก็บสินค้าอย่างเดียว
  - ใช้เป็นห้องปรับลดอุณหภูมิต่อมา
  - ใช้เป็นห้องปรับลดอุณหภูมิและจัดเก็บสินค้าร่วมกัน
- ความถี่ในการเปิด-ปิดประตูห้องเย็น
- ลักษณะการจัดเก็บสินค้าในห้องเย็น
- ขนาดของห้องเย็นและฉนวนที่ใช้
- อุณหภูมิบรรยากาศ กระเปาะแห้ง และกระเปาะเปียก

## การออกแบบหรือใช้งานห้องเย็นแบบคอยล์เป่าลมเย็น (Design of Forced-Air Coolers)

- ชนิดสินค้า : ชนิดสินค้าที่เก็บในห้อง



เย็นเดียวกัน ควรเลือกที่มีคุณสมบัติในการจัดเก็บที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน ไม่ควรนำสินค้าต่างชนิดมาจัดเก็บรวมกัน

- ชนิดของบรรจุภัณฑ์และการจัดวางสินค้า : ชนิด ขนาดบรรจุภัณฑ์และวิธีการจัดวางสินค้ามีผลต่อขนาดห้อง การเลือกปริมาณลมและระยะลมเป่า

ระยะเวลาการปรับลดอุณหภูมิ : ระยะเวลาสำหรับการปรับลดอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิสินค้ามีผลต่อขนาดกำลังทำความเย็นและปริมาณลมที่ต้องการ

## การควบคุมระบบทำความเย็น

- การควบคุมและการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย (Safety Control and Procedure)
- การรับรู้สารทำความเย็นรั่ว (Identify of the Refrigerant Leak)
- การวางแผนบำรุงรักษาและซ่อมบำรุง (Maintenance Planning)

## การควบคุมและการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย

ความปลอดภัยของระบบทำความเย็นในเบื้องต้นอยู่ที่การออกแบบและการติดตั้งที่ดีซึ่งมีผลให้การใช้งานเป็นไปอย่างถูกต้องและปลอดภัย

ความปลอดภัยในระบบทำความเย็นมีผลโดยตรงต่อคอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR) สามารถป้องกันไม่ให้คอมเพรสเซอร์เสียหาย โดยทั่วไปคอมเพรสเซอร์เสียหายมีสาเหตุมาจาก

- น้ำยาลงเครื่อง (LIQUID FLOODED)
- COMPRESSOR OVER HEAT
- COMPRESSOR MOTOR OVER CURRENT
- LOW OIL PRESSURE
- ระบบทำความเย็นไม่ได้
- น้ำมันในคอมเพรสเซอร์หาย

## น้ำยาลงเครื่อง

เกิดจากการที่สารทำความเย็นด้านทางดูด (SUCTION) ถูกดูดเข้าคอมเพรสเซอร์โดยมี



- อุณหภูมิน้ำมันสูงเกินไป (เกิน 80 องศาเซลเซียส)
- แหวนลูกสูบ และ/หรือ แหวนกวาด น้ำมันชำรุด
- OIL SEPARATOR สกปรก (เกิดการอุดตันที่น้ำมันกลับ)
- OIL SEPARATOR มีขนาดเล็ก
- ไม่มีระบบ OIL RECTIFIER โดยเฉพาะในระบบทำความเย็นอุณหภูมิต่ำที่ใช้สารทำความเย็น R-22

### ระบบทำความเย็นไม่ได้

เป็นอาการผิดปกติของระบบทำความเย็นที่อยู่ ก็ไม่สามารถทำความเย็นได้ตามต้องการ ทั้งที่ระบบก็ทำงานตามปกติ สาเหตุส่วนใหญ่จะเกิดจากการที่มีน้ำมันตกค้างในคอยล์เย็นมากเกินไปทำให้สารทำความเย็นจ่ายเข้าคอยล์เย็น



สภาพที่กลายเป็นไอไม่หมดทำให้เกิดการอัดของเหลวภายในกระบอกสูบ ผลที่จะติดตามมาก็คือชิ้นส่วนของคอมเพรสเซอร์เสียหาย สาเหตุได้แก่

- กระจายสารทำความเย็นเข้าคอยล์เย็นมากเกินไป
- คอยล์เย็นมีขนาดใหญ่เกินไป (SUPER HEAT ไม่ควรน้อยกว่า 3 DEG. C.)

### COMPRESSOR OVER HEAT

ปกติ อุณหภูมิปล่อยสาร (DISCHARGE GAS TEMP.) ไม่ควรเกิน 120 องศาเซลเซียส โดยการประมาณค่า DISCHARGE GAS TEMP. ขณะใช้งาน คำนวณได้จากสูตร

$$\text{DISCHARGE GAS TEMP.} = 3 \times (\text{CONDENSING TEMP.} - \text{SUCTIONTEMP.})$$

เช่น ที่ -10 DEG. C ET. AND +40 DEG.C CT.

$$\text{DISCHARGE GAS TEMP.} = 3 \times ((+40) - (-10)) = 3 \times 50 = 150 \text{ DEG. C.}$$

การป้องกัน OVER HEAT ของคอมเพรสเซอร์สามารถทำได้โดยติดตั้งระบบ LIQUID INJECTION

### COMPRESSOR OVER CURRENT

เกิดจากการเลือกใช้ขนาดมอเตอร์ที่พอดีกับสภาวะการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เมื่ออุณหภูมิทำงานสูงขึ้น ทำให้ขนาดมอเตอร์ไม่เพียงพอ โดยปกติจะเผื่อขนาดมอเตอร์ประมาณ 30% จากขนาดมอเตอร์ใช้งาน หากเป็น SEMI-HERMATIC COMPRESSOR หรือ HERMATIC COMPRESSOR ให้ใช้คอมเพรสเซอร์รุ่นที่มีขนาดมอเตอร์ใหญ่กว่า (ในรุ่นเดียวกัน)

### LOW OIL PRESSURE

- อุณหภูมิน้ำมันสูงเกินไป (ปกติไม่ควรเกิน 80 องศาเซลเซียส)
- น้ำมันสกปรก ไส้กรองอุดตัน
- BEARING CONNECTING ROD AND MAIN BUSHING หลวม

### น้ำมันหล่อลื่นหาย

ในกรณีนี้หมายถึงน้ำมันหล่อลื่นภายในคอมเพรสเซอร์ไม่พอต่อการใช้งานและต้องเติมเพิ่มบ่อยๆ ซึ่งมีสาเหตุเกิดจาก

ได้น้อย ไม่เพียงพอต่อการทำความเย็น อาการนี้มักเกิดขึ้นเมื่อหยุดใช้ห้องเย็นนานๆ แล้วมาใช้งานใหม่

### หลักการควบคุมและการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยต่อระบบทำความเย็น

- ต้องเริ่มต้นที่มีการออกแบบระบบที่ดี
- ต้องมีการติดตั้งระบบที่ดี
- ต้องมีการใช้งานที่เหมาะสมกับการทำงานของระบบ
- ผู้ควบคุมระบบต้องมีความรู้เกี่ยวกับระบบทำความเย็นนั้นๆ ว่าออกแบบไว้อย่างไร
- หากระบบมีปัญหาการใช้งาน ควรแก้ไขการใช้งานให้เหมาะสมและถูกต้องกับการทำงานของระบบ
- หากระบบมีปัญหาการทำงาน ควรแก้ไขการทำงานของระบบให้ถูกต้อง อย่าฝืนใช้ หรือหรือระบบทำงานไม่ถูกต้อง ควรทำการแก้ไขให้ถูกต้องเสียก่อน

## การรับรู้อารมณ์ความรู้สึก

### ทำอย่างไรจึงจะรู้ว่าอารมณ์ความรู้สึก

● การทดสอบรอยรั่วของระบบทำความเย็นซึ่งจะต้องใช้แก๊สไนโตรเจนเท่านั้น

● ด้าน LOW-PRESSURE ทดสอบหารอยรั่วที่ความดันไม่เกิน 15 บาร์ (200 PSIG)

● ด้าน HI-PRESURE ทดสอบหารอยรั่วที่ความดันไม่เกิน 20 บาร์ (300 PSIG)

● ใช้น้ำสบู่หรือน้ำแชมพูหารอยรั่ว

● อัตราความดันค้างไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง

### สังเกตอาการรั่วในระบบทำความเย็น

● สังเกตคราบน้ำมันบริเวณข้อต่อและหน้าแปลนต่าง ๆ

● สังเกต SUCTION PRESSURE / DISCHARGE PRESSURE ลดต่ำลง

● สังเกตจากอุณหภูมิห้องไม่เย็นตามที่เคยใช้งานปกติ

● สังเกตจากเสียงแก๊สรั่วผ่าน EXPANSION VALVE ถ้าเป็นของเหลวจะไม่ได้ยินเสียงแก๊สรั่ว

● สังเกตอุณหภูมิที่ LIQUID ทางเข้าและออกของ EXPANSION VALVE ถ้าอุณหภูมิที่ทางออกใกล้เคียงกับที่ทางเข้า แสดงว่าน้ำยาน้อย

● ถ้าปกติ อุณหภูมิที่ทางออกต้องเย็นกว่าที่ทางเข้า

● สังเกต SUCTION PRESSURE สูง แต่ DISCHARGE PRESSURE ต่ำ

### วางแผนบำรุงรักษาและซ่อมบำรุง

#### การบำรุงรักษาประจำวัน

● ระดับน้ำมันหล่อลื่นของคอมเพรสเซอร์

● ความดันน้ำมันหล่อลื่นของคอมเพรสเซอร์

● ความดันด้านทางดูดและทางส่งของคอมเพรสเซอร์

● อุณหภูมิแก๊สทางดูดและทางส่ง (SUCTION AND DISCHARGE GAS TEMP.)

#### การบำรุงรักษาตามระยะเวลาใช้งาน

● น้ำมันหล่อลื่น : เปลี่ยนทุกปี หรือเมื่อน้ำมันเปลี่ยนสี

● STRAINER FILTER : ทำความสะอาดทุกครั้งที่อยู่ดูด

● FILTER DRYER : เปลี่ยนทุกครั้งในระบบขึ้นและสกริป

● สารทำความเย็น : เติมน้ำมันเมื่อจำเป็น

● หารอยรั่วในระบบ : ตรวจสอบหารอยรั่วตามข้อต่อหน้าแปลนต่าง ๆ ระหว่างการใช้งานและหยุดใช้งาน

● อุปกรณ์ความปลอดภัยในระบบ : ตรวจสอบค่าที่ตั้งไว้และการทำงานของอุปกรณ์

ว่าถูกต้องหรือไม่

● SUCTION AND DISCHARGE VALVE : เปลี่ยนทุกการทำงาน 10,000 ชั่วโมง

● OIL PUMP : ตรวจสอบสภาพ BEARING OIL PUMP ทุก 10,000 ชั่วโมง

● มอเตอร์ : ทำความสะอาดและอัดจารบีตามที่คู่มือกำหนด

● COUPLING ALIGNMENT : ตรวจสอบศูนย์เครื่อง และความตึงสายพาน

● คอนเดนเซอร์ : ทำความสะอาด

● สภาพอุปกรณ์ : ตรวจสอบทุก 3 เดือน

● EVAPORATOR : ต้องปราศจากน้ำแข็งอุดตัน และต้องสะอาด

ในทางปฏิบัติจริง การบำรุงรักษาระบบจะต้องทำการศึกษารายละเอียดจากคู่มือการออกแบบและการติดตั้งของผู้ผลิต

### TROUBLE SHOOTING

#### 1. COMPRESSOR OVER HEAT

● คอมเพรสเซอร์มีขนาดใหญ่เกินไป

● ออกแบบใช้งานในภาระการทำงานความเย็นสูงสุดและต่ำสุดแตกต่างกันมากเกินไป

● EXPANSION VALVE เล็กเกินไปหรือเปิดน้อยเกินไป

● COOLING SURFACE EVAPORATOR น้อยเกินไป

#### วิธีการแก้ไข

● ติดตั้งอุปกรณ์ CAPACITY REGULATOR แบ่งเปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์

● แบ่งคอมเพรสเซอร์เป็นเครื่องเล็กหลายๆ เครื่อง

● ปรับแต่ง EXPANSION VALVE

● เพิ่มระบบ LIQUID INJECTION

#### 2. มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ไหม้บ่อย

● ขนาดมอเตอร์เล็กเกินไป

● มอเตอร์สตาร์ทบ่อยเกินไป

#### วิธีการแก้ไข

● เปลี่ยนมอเตอร์ให้ใหญ่ขึ้น

● ติดตั้ง TIMER หน่วงเวลาการสตาร์ทของมอเตอร์ (ไม่ควรเกิน 6 ครั้งต่อชั่วโมง)

#### 3. น้ำยาหลงเครื่อง (LIQUID FLOODED)

● EXPANSION VALVE ใหญ่เกินไปหรือเปิดมากเกินไป

● ขนาด EVAPORATOR ใหญ่เกินไป

● มีน้ำมันตกค้างในระบบมากเกินไป

#### วิธีการแก้ไข

● ปรับแต่ง EXPANSION VALVE ใหม่



● ถ่านน้ำมันที่ตกค้างออก

#### 4. LOW OIL PRESSURE

● น้ำมันสกปรก OIL FILTER อุดตัน

● น้ำมันน้อย

● BEARING CONNECTING ROD/MAIN BEARING ชำรุด

● อุณหภูมิน้ำมันสูงหรือต่ำเกินไป

#### วิธีการแก้ไข

● ทำการเปลี่ยนน้ำมันเครื่องพร้อมกับ

ทำความสะอาด OIL FILTER

● เติมน้ำมันเพิ่ม

● เปลี่ยน BEARING CONNECTING ROD/MAIN BEARING

● ลดอุณหภูมิน้ำมัน

#### 5. น้ำมันหายจาก COMPRESSOR

● อุณหภูมิน้ำมันสูงเกินไป

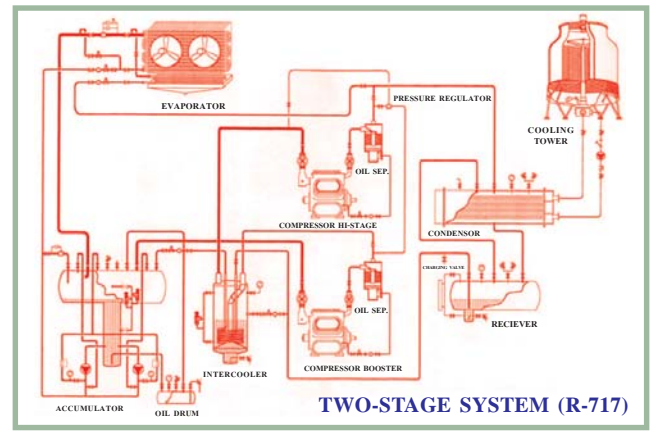
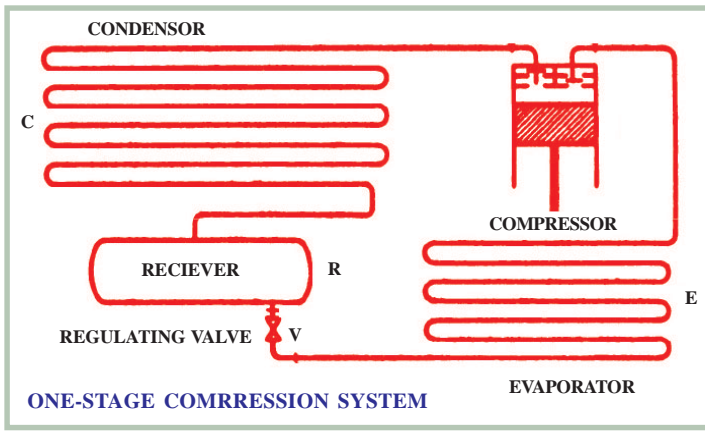
● แหวนลูกสูบ/แหวนกวาดน้ำมันชำรุด

● OIL SEPARATOR ดักน้ำมันไม่อยู่หรือ

ท่อน้ำมันกลับอุดตัน

#### วิธีการแก้ไข

● หล่อเย็นน้ำมัน



- เปลี่ยนแหวนลูกสูบ
- แกะไข OIL SEPARATOR และทำความสะอาดท่อน้ำมันกลับ

- ติดตั้งอุปกรณ์ OIL RECTIFIER

**6. ระบบทำความเย็นไม่ได้**

- น้ำมันตกค้างในระบบมากเกินไป

**วิธีการแก้ไข**

- PUMP DOWN ระบบ
- ถ่ายน้ำมันออกจากระบบ

**หลักการทำงานและการใช้งานระบบ**

**ทำความเย็นใช้สารแอมโมเนีย**

**หลักการทำงานของระบบทำความเย็น**

ทฤษฎีระบบทำความเย็นแบบจั่นตนาการเป็นแบบไม่มีการสูญเสียพลังงานกำหนดการทำงานภายใต้เงื่อนไข

- ไม่มีการสูญเสียความดันในระบบ
- ไม่มีความเสียดทานในระบบ
- ไม่มีการถ่ายเทความร้อนระหว่างการทำงาน

การทำงานของเครื่องอัดไอ

- EVAPORATING PROCESS มีความดันคงที่
- กำลังการทำความเย็นคิดจากอัตราทำความเย็นจากสารทำความเย็นที่ไหลวนในระบบ

● คอนเดนเซอร์ทำงานที่ความดันคงที่

- ไม่มีความร้อนเกิดจากการทำงานของวาล์วแบ่ง

**ระบบทำความเย็นแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ**

1. ระบบทำความเย็นแบบขั้นตอนเดียว

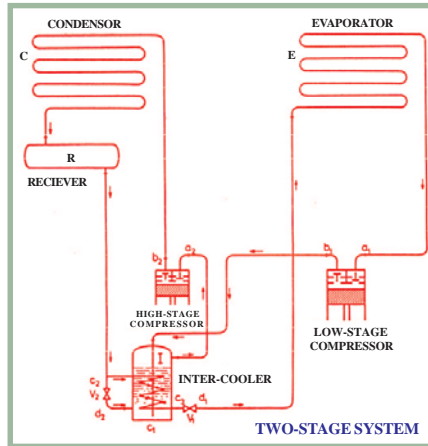
(One-Stage Compression System)

2. ระบบทำความเย็นแบบสองขั้นตอน

(Two-Stage Compression System) พิจารณาเลือกใช้งาน

- อัตรากำลังอัดระหว่างทางดูดและทางส่ง
- SUPERHEAT TEMPERATURE

โดยทั่วไปพิจารณาจากอุณหภูมิทำงานด้านทางดูด



**SYMBOL FOR REFRIGERATION DIAGRAM**

SYMBOL	NAME
	STOP VALVE
	SOLENOID VALVE
	CHECK VALVE
	STRAINER
	OIL DRAIN VALVE
	SAFETY VALVE
	DUAL SAFETY VALVE
	HAND REGULATING VALVE
	ORIFICE
	MAIN VALVE, PILOT VALVE
	FLOAT LEVEL CONTROL
	PUMP
	PRESSURE GAUGE
	THERMOMETER

REFRIGERANT	EVAPORATING TEMP.
R-717	-30° C
R-12	-37° C
R-22	-37° C
R-502	-40° C

**คำนวณกำลังทำความเย็นตามการใช้งาน**

- ใช้ห้องเย็นเพื่อการเก็บสินค้า

- ใช้ห้องเย็นเพื่อการลดอุณหภูมิหรือแช่แข็งสินค้า ไม่ควรใช้งานห้องเย็นเพื่อการลดอุณหภูมิและเก็บสินค้าในห้องเดียวกัน

**การออกแบบระบบทำความเย็นเป็นการออกแบบทั้งระบบ ประกอบด้วย**

- การกำหนดเงื่อนไขและอุณหภูมิใช้งาน
- การกำหนดประเภทสินค้า
- การคำนวณกำลังทำความเย็นที่ต้องการใช้
- การกำหนดรูปแบบระบบทำความเย็นที่ออกแบบ

- การเลือกขนาดของระบบและอุปกรณ์
- การออกแบบวงจรการทำงานจากระบบทำความเย็น

- การออกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของระบบทำความเย็น

- การกำหนดประเภทสารทำความเย็นที่ใช้

**การใช้งานห้องเย็นเพื่อเก็บสินค้า**

- ห้องเย็นสำหรับเก็บสินค้าระยะสั้น อุณหภูมิห้องประมาณ 0° C
- ห้องเย็นสำหรับเก็บสินค้าแช่แข็ง อุณหภูมิห้องอยู่ประมาณ -25° C เป็นห้องเย็นสำหรับเก็บสินค้าระยะยาว

**ขั้นตอนการคำนวณกำลังทำความเย็น**

1. ปริมาณความร้อนที่สูญเสียผ่านผนังห้องเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิกายในและภายนอกห้อง

2. ปริมาณอากาศที่ถ่ายเทเนื่องจากการไหลเข้าของอากาศร้อนจากภายนอกห้อง แบ่งออกเป็น

- การถ่ายเทอากาศแบบไม่มีการควบคุม
    - เกิดจากการเปิด-ปิด ประตู
    - การถ่ายเทของอากาศแบบควบคุมได้
    - การถ่ายเทอากาศเพื่อการดับกลิ่น
- ภายในห้อง : เพิ่มค่าความร้อนอีก 4% จากการถ่ายเทอากาศแบบไม่มีการควบคุม

■ การถ่ายเทอากาศสำหรับห้องเย็นเก็บผักและผลไม้ : เติมอากาศเพื่อการลดปริมาณแก๊สภายในห้อง

■ การถ่ายเทอากาศสำหรับคนทำงาน : 10 ถึง 25 ลบ.เมตร/ ชั่วโมง/ คน

3. ค่าความร้อนจากสินค้า

● ก่อนจุดเยือกแข็ง

● ความร้อนแฝง

● ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง

4. ความร้อนจากการสูดของผัก-ผลไม้  
ถือว่าผัก-ผลไม้เป็นสินค้าที่ยังมีชีวิต

5. ความร้อนจากอุปกรณ์ไฟฟ้า

เทียบขนาดอุปกรณ์ไฟฟ้าจากปริมาณห้อง

COLD STORAGE : V/300 HP

CHILL ROOM : V/150 HP

STORAGE ROOM FOR FROZEN

PRODUCTS : V/600 HP

COOLING AND FREEZING TUNNEL : V/15 HP

หรือเทียบกำลังไฟฟ้า 1 แรมมาต์อดัน

น้ำหนักสินค้าในห้องเย็น ต่อ 24 ชั่วโมง

6. ความร้อนจากระบบแสงสว่าง

● STROAGE ROOM

WITH FLUORESCENT LAMPS : 3 W/SQ.M.

WITH INCANDESCENT LAMPS : 10 W/SQ.M.

● COLD WORKING ROOM

WITH FLUORESCENT LAMPS : 8 W/SQ.M.

WITH INCANDESCENT LAMPS : 25 W/SQ.M.

7. ความร้อนจากคนทำงาน

● ทำงานปกติ 100 KCAL/HR/PERSON

● ทำงานค่อนข้างหนัก 200 KCAL/HR/PERSON

● ทำงานหนัก 350 KCAL/HR/PERSON

วงจกรการทำงานของระบบทำความเย็น

1. DIRECTION EXPANSION SYSTEM

2. FLOODED SYSTEM

3. TWO-STAGE PUMP CIRCULATION

SYSTEM

● LOW AND HI STAGE SWEPT VOL-

UME RATIO

FOR EVAP. TEMP.  $-25^{\circ}\text{C}$  : 2

FOR EVAP. TEMP.  $-35$  TO  $-40^{\circ}\text{C}$  : 3.5

FOR EVAP. TEMP.  $-50^{\circ}\text{C}$  : 4

4. TUBES ICE

**มาตรวัดและมาตรควบคุมเครื่องอัดไอ**

มาตรวัดและมาตรควบคุมที่ติดตั้งไว้กับเครื่องอัดไอจะบ่งบอกถึงสถานภาพการทำงานของเครื่องอัดไอและระบบทำความเย็น รวมทั้ง



ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องอัดไอในขณะใช้งาน

**มาตรวัด (MEASUREMENT DEVICE)**

● มาตรวัดความดันไอทางดูด (SUCTION PRESSURE GAUGE)

■ ปกติ TEMPERATURE DIFFERENTIAL อยู่ประมาณ  $3-10^{\circ}$  เซลเซียส

● มาตรวัดความดันไอทางส่ง (DISCHARGE PRESSURE GAUGE)

■ CONDENSING PRESSURE จะสูงกว่าอุณหภูมิน้ำหรืออากาศที่ใช้หล่อเย็น ประมาณ  $5-10^{\circ}$  เซลเซียส

● มาตรวัดความดันไอตอนกลาง (INTERMEDIATE PRESSURE GAUGE)

■ แสดงสัดส่วนการทำงานของ LOW-STAGE และ HI-STAGE ว่าเหมาะสมหรือไม่

● มาตรวัดความดันน้ำมันหล่อลื่น (OIL PRESSURE GAUGE)

■ ปกติค่าความดันน้ำมันหล่อลื่นทำงานที่ประมาณ 2-5 BAR

● มาตรวัดอุณหภูมิไอสารทำความเย็นทางดูด (SUCTION GAS TEMPERATURE)

■ ปกติมีค่าสูงกว่าค่า SATURATED SUCTION GASTEMPERATURE ประมาณ  $3^{\circ}$  เซลเซียส แต่ไม่ควรเกิน  $15^{\circ}$  เซลเซียส

● มาตรวัดอุณหภูมิไอสารทำความเย็นทางส่ง (DISCHARGE GASTEMPERATURE)

■ อุณหภูมิระหว่าง  $80-140^{\circ}$  เซลเซียส

● มาตรวัดอุณหภูมิไอสารทำความเย็น



ตอนกลาง (INTERMEDIA GAS TEMPERATURE)

■ อุณหภูมิสูงกว่า SATURATE SUCTION GAS HI-STAGE ประมาณ  $5-10^{\circ}$  เซลเซียส

**มาตรควบคุมการทำงานของเครื่องอัดไอ (COMPRESSOR CONTROL DEVICE)**

● มาตรควบคุมความดันไอทางดูด (SUCTION PRESSURE CONTROL)

■ ตั้งค่าต่ำกว่าค่าใช้งานต่ำสุดประมาณ 5 องศาเซลเซียส

● มาตรควบคุมความดันไอทางส่ง (DISCHARGE PRESSURE CONTROL)

■ ตั้งค่าใช้งานไม่ควรเกิน 16 BAR

● มาตรควบคุมความดันไอตอนกลาง (INTERMEDIATE PRESSURE CONTROL)

■ ตั้งค่าใช้งานประมาณ 7-12 BAR

● มาตรควบคุมความดันน้ำมันหล่อลื่น (OIL PRESSURE CONTROL)

■ ตั้งค่าใช้งานไม่ควรต่ำกว่า 2 BAR และ

ช่วงเวลาหยุดทำงาน 1 นาที

● มาตรควบคุมอุณหภูมิไอทางดูด



(SUCTION GAS TEMPERATURE CONTROL)

- ตั้งค่าแตกต่างระหว่าง ACTURE SUCTION GAS TEMPERATURE และ SATURATED SUCTION GAS TEMPERATURE ประมาณ 2°-0° เซลเซียส

- มาตรฐานควบคุมอุณหภูมิไอทางส่ง

(DISCHARGE GAS TEMPERATURE CONTROL)

- ตั้งค่าใช้งานไม่เกิน 140° เซลเซียส
- มาตรฐานควบคุมอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น

(OIL PRESSURE CONTROL)

- อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นไม่ควรเกิน 80° เซลเซียส

**การควบคุมระบบทำความเย็น**

- การเตรียมการเพื่อการใช้งานระบบทำความเย็น
  - อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดไออุณหภูมิไม่ควรต่ำกว่า 35° เซลเซียส
  - ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดไอ
  - ตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องอัดไอว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
  - เฟอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องอัดไออยู่ในตำแหน่งต่ำสุด
  - สตาร์ทเครื่อง-เปิดวาล์ว
  - ต้องอยู่ดูแลการทำงานของเครื่องไม่น้อยกว่า 15 นาที
- การหยุดใช้งานระบบระยะสั้น

- ปิดวาล์วสำหรับจ่ายสารทำความเย็นให้กับชุดคอยล์เย็นประมาณ 10-15 นาที ก่อนดับเครื่อง

- หยุดเครื่องอัดไอ-ปิดวาล์วทางดูดและทางส่ง

- หยุดปั้มน้ำและพัดลมระบบหล่อเย็น
- ปิดระบบไฟฟ้า
- การหยุดใช้งานระบบระยะยาว
- ดูดสารทำความเย็นเก็บที่ถังเก็บสารทำความเย็น

- หยุดเครื่องอัดไอ-ปิดวาล์วทางดูดและทางส่ง

- หยุดปั้มน้ำและพัดลมระบบหล่อเย็น
- ปิดระบบไฟฟ้า
- ตรวจสอบหารอยรั่วในระบบ
- ระบบที่ควบคุมอัตโนมัติ
- สตาร์ทเครื่องตามโปรแกรมที่กำหนดไว้
- ปฏิบัติการเดินเครื่องตามโปรแกรมที่กำหนดไว้

- ตรวจสอบเช็คประจำวันขณะใช้งาน
- ระดับน้ำมันหล่อลื่น
- ความดันน้ำมันหล่อลื่น
- ความดันทางดูดและทางส่ง
- อุณหภูมิแก๊สทางส่ง
- อุปกรณ์ควบคุมอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

**การเติมและถ่ายสารแอมโมเนีย**

การเติมสารแอมโมเนียแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ การเติมสารสำหรับระบบติดตั้งใหม่ และการเติมสารขณะใช้งาน

**การเติมสารแอมโมเนียสำหรับระบบติดตั้งใหม่**

- ทำสุญญากาศของระบบให้ความดันต่ำกว่าบรรยากาศ 5-7 MM>Hg (น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 1°-6° เซลเซียส)
  - ห้ามใช้เครื่องอัดไอแทน VACUUM PUMP
  - เติมสารแอมโมเนียในสภาพแก๊สจนกระทั่งระบบมีความดัน 1-2 BAR เพื่อป้องกันการเสียหายของวัสดุ/อุปกรณ์ที่อุณหภูมิต่ำ
  - เปลี่ยนเป็นเติมสารแอมโมเนียในสภาพของเหลวจนความดันภายในระบบมีประมาณ 5-6 BAR
  - ปรับแต่งวาล์วต่างๆ ในระบบ
  - เดินเครื่องอัดไอ ระวังอย่าให้เครื่องร้อนเกิน
  - เติมสารแอมโมเนียจนกว่าจะพอใช้งาน
- การเติมสารแอมโมเนียในขณะที่ใช้งาน**
- ปฏิบัติเช่นเดียวกับการเติมสารแอมโมเนียสำหรับระบบติดตั้งใหม่ เนื่องจากการรั่วของสารแอมโมเนียในระบบ
  - ต้องมีที่วางในถังเก็บสารแอมโมเนียไม่น้อยกว่า 5% ของปริมาตรถัง



### การถ่ายสารแอมโมเนีย

การถ่ายสารแอมโมเนีย หมายถึง การถ่ายสารแอมโมเนียทั้งจากระบบ

#### สาเหตุที่ต้องถ่ายสารแอมโมเนียทั้ง

● มีอากาศผสมในระบบ ทำให้ CONDENSING PRESSURE สูง

● ต้องแก้ไข-ซ่อมแซมระบบ

● มีน้ำผสมในระบบ

#### กรรมวิธีการถ่ายแอมโมเนียทั้ง

● จัดหาภาชนะถังปิด เช่น ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร

● เติมน้ำใส่ถังประมาณ 3/4 ถัง เพื่อกันน้ำกระฉอกออกนอกถัง

● ปลอ่ยสารแอมโมเนียในสภาพแก๊สลงสู่ถังน้ำในถัง

● เมื่อน้ำในถังมีแอมโมเนียผสมเข้มข้นมาก ให้เปลี่ยนถังใบใหม่

● ปลอ่ยจนกว่าสารแอมโมเนียในระบบจะหมด

#### ข้อควรระวัง

● แอมโมเนียเข้มข้น 0.5% โดยปริมาตร เริ่มระคายเคืองต่อระบบหายใจ

● ต้องทำลายน้ำผสมแอมโมเนียในถังให้เจือจางอย่างน้อย 0.05% จึงสามารถถ่ายเทสู่ถังวางสาธารณะ

### การตรวจสอบและการบำรุงรักษาระบบทำความเย็น

#### การตรวจสอบเพื่อป้องกันการเสียหาย

##### ของระบบ

● ระบบต้องมีกำลังทำความเย็นที่เพียงพอต่อการใช้งาน

● ระบบอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

● ระบบทำงานในสภาพที่ถูกต้อง

#### การบำรุงรักษาระบบทำความเย็น

● การบำรุงรักษาประจำวัน

■ ระดับน้ำมันหล่อลื่น



■ ความดันน้ำมันหล่อลื่น

■ ความดันคอนเดนเซอร์

■ อุณหภูมิแก๊สด้านทางดูดและทางส่ง

● การบำรุงรักษาตามระยะเวลาการใช้งาน :

ในทางปฏิบัติจริงจะต้องทำการศึกษารายละเอียดจากคู่มือการออกแบบและการติดตั้งของผู้ผลิตเป็นสำคัญ

■ น้ำมันหล่อลื่น

■ อุปกรณ์

■ สารทำความเย็น

■ รอยรั่วและการผูกข้องของระบบ

#### การวิเคราะห์และการแก้ปัญหาของระบบ

##### ทำความเย็น

ปัญหาของระบบทำความเย็นคือ ไม่สามารถทำความเย็นได้ตามต้องการ โดยมีสาเหตุ ดังต่อไปนี้

● การจ่ายสารทำความเย็นไม่สม่ำเสมอ

● มีความชื้นในระบบมากเกินไป

● มีอากาศผสมในระบบ

● มีสารแข็งตัวอุดตันในระบบ

● ปริมาณสารทำความเย็นในระบบไม่เพียงพอ

#### การรั่วซึมของระบบ สาเหตุเกิดจาก

● การติดตั้งไม่ดี

■ ใช้วัสดุคุณภาพต่ำ

■ การเชื่อม-ประกอบ

■ อุปกรณ์ชำรุด

■ การหารอยรั่วของระบบ

■ การจัดวางแนวท่อและอุปกรณ์

● การบำรุงรักษาไม่ดี

■ เครื่องอัดไอ

■ อุปกรณ์ชำรุด



■ ระบบท่อ

■ คอนเดนเซอร์

■ การซ่อมบำรุง

#### อุบัติเหตุและการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าในระบบทำความเย็นใช้สารทำความเย็นแอมโมเนีย

##### สารแอมโมเนีย

● เริ่มได้กลิ่นที่ความเข้มข้น 0.005% โดยปริมาตร

● เริ่มระคายเคืองต่อระบบหายใจที่ความเข้มข้น 0.05% โดยปริมาตร

● เริ่มเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตที่ความเข้มข้น 0.5% โดยปริมาตร แต่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมเมื่อรั่วสู่บรรยากาศ

#### อุบัติเหตุและการแก้ไขเฉพาะหน้า

● อุบัติเหตุด้านทางดูด

หากมีการรั่วของสารแอมโมเนียในส่วนนี้ ให้เดินเครื่องไว้และหยุดจ่ายแอมโมเนียเข้าระบบเพื่อดูดแอมโมเนียจากระบบกลับมาเก็บที่ถังเก็บ ภายในระบบทำความเย็นจะมีความดันต่ำทำให้แอมโมเนียรั่วออกน้อย

● อุบัติเหตุด้านทางส่ง

หากมีการรั่วของสารแอมโมเนียในส่วนนี้



ให้หยุดการทำงานของเครื่องอัดไอ แล้วหาทางปิดวาล์วสีกัด เพื่อป้องกันการรั่วของแอมโมเนีย

**สาเหตุสารแอมโมเนียรั่ว**

- การชำรุดของอุปกรณ์
- การเกิดความดันสูงผิดปกติในระบบ
- การขยายตัวของแอมโมเนียเหลวในระบบ
- เกิดจากความผิดพลาดของผู้ควบคุม

**การเกิดอุบัติเหตุ**

- บริเวณเครื่องอัดไอ
- บริเวณ ACCUMULATOR
- บริเวณท่อ
- อุปกรณ์วาล์วทั้งหมด
- การเติมแอมโมเนียเข้าระบบ
- บริเวณถังเก็บสารแอมโมเนีย
- บริเวณคอนเดนเซอร์

**การแก้ไข้ปัญหา**

เมื่อเกิดอุบัติเหตุสารแอมโมเนียรั่ว ต้องหาทางป้องกันมิให้เกิดการฟุ้งกระจายของสารแอมโมเนีย ห้ามทำการเชื่อมรอยรั่วโดยที่มีสารแอมโมเนียอยู่ภายใน

**ภาคผนวก : ความรู้เกี่ยวกับการประเมินความเสี่ยง**

จากประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2542) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงานซึ่งกำหนดมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงานของโรงงานอุตสาหกรรม ต้องจัดทำรายการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดจากการประกอบกิจการโรงงาน

โรงงานห้องเย็นเป็นหนึ่งใน 12 ประเภท



โรงงานตามบัญชีท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2542) ที่จะต้องจัดทำรายการวิเคราะห์ห้ความเสี่ยงฯ

**“การบ่งชี้อันตราย” (Hazard Identification)** หมายถึง การแจกแจงอันตรายต่างๆ ที่มีและที่แอบแฝงอยู่ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการประกอบกิจการทุกขั้นตอนตั้งแต่การรับจ่าย การเก็บ การขนถ่ายหรือขนย้าย การใช้ การขนส่งวัสดุดิบ เชื้อเพลิง สารเคมี หรือวัตถุอันตราย ผลิตภัณฑ์ และวัตถุพลอยได้ กระบวนการผลิต วิธีการปฏิบัติ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต และกิจกรรมหรือสภาพการต่างๆ ภายในโรงงาน

**“การประเมินความเสี่ยง” (Risk Assessment)** หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์ถึงปัจจัยหรือสภาพการต่างๆ ที่เป็นเหตุทำให้อันตรายที่มีและที่แอบแฝงอยู่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ และอาจก่อให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ เช่น การเกิดเพลิงไหม้ การระเบิด การรั่วไหลของสารเคมี หรือวัตถุอันตราย เป็นต้น โดยพิจารณาถึงโอกาสและความรุนแรงของเหตุการณ์เหล่านั้น ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอันตรายหรือความเสียหาย

ต่อชีวิตทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น จากเอกสารระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543 ระบุไว้ว่า **“ความเสี่ยง”** หมายความว่า ผลลัพธ์ของความน่าจะเป็นอันตรายและผลจากอันตรายนั้น **“ระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้”** หมายความว่า ระดับความเสี่ยงที่ยอมรับโดยไม่ว่าเป็นต้องเพิ่มมาตรการควบคุมอีก หรือเป็นผลจากการมีมาตรการที่เหมาะสมในการลดหรือควบคุมความเสี่ยง **“อันตราย”** หมายความว่า สิ่งหรือเหตุการณ์ที่อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือความเจ็บป่วยจากการทำงาน ความเสียหายต่อทรัพย์สิน ความเสียหายต่อสภาพแวดล้อม ความเสียหายต่อสาธารณชน หรือสิ่งต่างๆ เหล่านี้รวมกัน **“อุบัติเหตุการณ์”** หมายความว่า เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นแล้วมีผลให้เกิดอุบัติเหตุหรือเหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุ **“เหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุ”** หมายความว่า เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ แต่เมื่อเกิด



ขึ้นแล้วมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ

**“อุบัติเหตุ”** หมายความว่า เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดจากการที่ไม่ได้คาดคิดไว้ล่วงหน้า หรือไม่ทราบล่วงหน้า หรือขาดการควบคุม แต่เมื่อเกิดขึ้นแล้วมีผลให้เกิดการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยจากการทำงาน หรือการเสียชีวิต หรือการสูญเสียต่อทรัพย์สิน หรือความเสียหายต่อสภาพแวดล้อมหรือต่อสาธารณชน

**“อุบัติเหตุร้ายแรง”** หมายความว่า การเกิดเพลิงไหม้ การระเบิด หรือการรั่วไหลของสารเคมีหรือวัตถุอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ชีวิต ทรัพย์สิน ชุมชน หรือสิ่งแวดล้อม

**“ขั้นตอนการปฏิบัติ”** หมายความว่า เอกสารที่อธิบายถึงขั้นตอนการทำงานหรือการดำเนินงานในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน หรือเพื่อเป็นการลดหรือควบคุมความเสี่ยง

**“การดำเนินงาน”** หมายความว่า การออกแบบขบวนการผลิต การรับจ่าย การเก็บ การขนถ่ายหรือขนย้าย การใช้ การขนส่งวัตถุดิบ เชื้อเพลิง สารเคมี หรือวัตถุอันตราย ผลิตภัณฑ์ และวัตถุพลอยได้ วิธีการปฏิบัติงาน เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตและกิจกรรม หรือสภาพการณ์ต่างๆ ภายในโรงงาน เป็นต้น

**การประเมินความเสี่ยงโรงงานห้องเย็น**

ในระบบทำความเย็น อันตรายที่อาจเกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นได้นั้น สาเหตุเกิดจาก

1. เครื่องจักร-อุปกรณ์ของระบบทำความเย็น
2. ผู้ควบคุมการทำงานของระบบ
3. ผู้ใช้งานระบบ
4. ผู้ขายสินค้า
5. ผู้ประกอบการหรือเจ้าของกิจการ
6. สถานที่ติดตั้งใช้งาน
7. ข้อกำหนดที่ไม่ชัดเจนและชัดเจน โดยปกติ อันตรายที่อาจเกิดหรือเกิดจาก

ระบบทำความเย็นจะมีผลทำให้เกิดความเสียหาย ดัดขึ้นส่วนเครื่องจักร/อุปกรณ์ในระบบและเกิดการรั่วของสารทำความเย็นเท่านั้น ส่วนที่จะเกิดอันตรายจากการระเบิดหรือไฟไหม้ เป็นไปได้น้อยมากหรือเกือบจะไม่เกิดขึ้นเลย หากเกิดขึ้นก็จะมีสาเหตุมาจากส่วนอื่นๆ ไม่ใช่เกิดจากอุบัติเหตุของระบบทำความเย็น

- แอมโมเนียที่ความเข้มข้น 0.5% โดยปริมาตรจะเริ่มเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตแต่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

- แอมโมเนียที่ความเข้มข้น 0.05% โดยปริมาตรจะเริ่มระคายเคืองต่อระบบหายใจ

- แอมโมเนียที่ความเข้มข้น 0.005% โดยปริมาตร จะเริ่มได้กลิ่นแอมโมเนีย การชั่งอันตรายสามารถทำได้หลายวิธี โดยอาจใช้วิธีเดียวหรือหลายๆ วิธีรวมกัน ทั้งนี้สามารถแบ่งพื้นที่การชั่งอันตรายของระบบทำความเย็นได้เป็น

- บริเวณห้องเครื่อง
- บริเวณภายในโรงงานผลิต
- บริเวณรอบนอกตัวอาคาร รวมพื้นที่บนเพดาน
- บริเวณพื้นที่รอบๆ โรงงาน
- บริเวณพื้นที่ข้างเคียงภายนอกโรงงาน