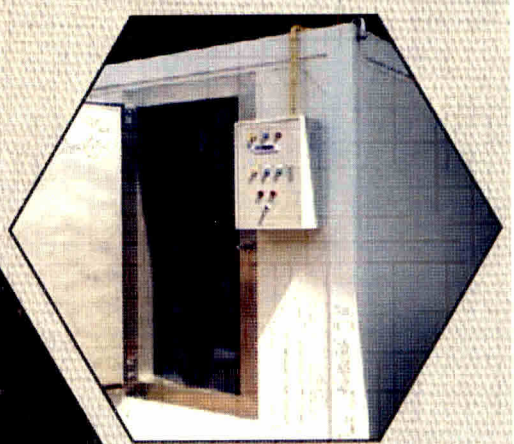
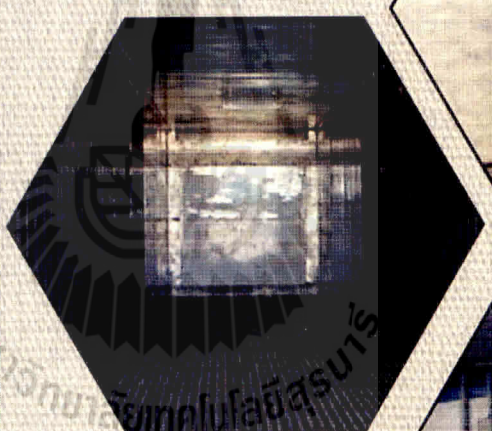
คู่มือการปฏิบัติงาน เพื่อความปลอดภัย เกี่ยวกับห้องเย็น





จัดทำโดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรพรรณ วัชรวิทูร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประวีณา มีประดิษฐ์

คุณจีรนันท์ ปูนกลาง

คำนำ

คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัยเกี่ยวกับห้องเย็นเล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ครอบคลุมการทำงานเกี่ยวกับห้องเย็น รวมถึงการใช้อุปกรณ์และแก๊สที่ใช้ในการทำงานกับระบบทำความเย็น โดยเนื้อหาในคู่มือการปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัยเกี่ยวกับห้องเย็นเล่มนี้ จะประกอบด้วย 5 หัวข้อ คือ ลักษณะอันตรายจากความเย็น กฎหมายความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง แนวทางการป้องกันอันตรายและอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Work Instruction) อย่างปลอดภัย

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือการปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัยเกี่ยวกับห้องเย็นเล่มนี้ จะมีส่วนช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจและมีความปลอดภัยในการทำงานห้องเย็นทั้งในส่วนของผู้ประกอบการและผู้ปฏิบัติงานตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยว ข้องส่งผลให้เกิดการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรพรรณ วัชรวิทูร)
อาจารย์ประจำสาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
สำนักวิชาแพทยศาสตร์
1 พฤษภาคม 2558

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
1 ลักษณะอันตราย	1
• ปัจจัยที่จะทำให้เกิดภาวะความเค้นเนื่องจากความเย็น	
• ปัจจัยเสี่ยงหลักๆ ที่ทำให้เกิดโรคอันเนื่องมาจากการทำงานในห้องเย็น	
• ผลกระทบอันตรายอันเนื่องมาจากอากาศเย็น	
2 กฎหมายความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง	9
3 แนวทางการป้องกันอันตรายและอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	10
4 รายการตรวจสอบสำหรับผู้ปฏิบัติงาน/หัวหน้างาน (Checklist)	18
5 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Work Instruction) อย่างปลอดภัย	30

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัย เกี่ยวกับห้องเย็น

คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัยนี้ครอบคลุมการทำงานเกี่ยวกับห้องเย็น รวมถึงการใช้อุปกรณ์และแก๊สที่ใช้ในการทำงานกับระบบทำความเย็น

1. ลักษณะอันตราย

เมื่ออุณหภูมิของร่างกายลดลงกว่าอุณหภูมิปกติหนึ่งองศา เส้นเลือดจะหดตัวอัตราการไหลของเลือดลดลงเพื่อรักษาความร้อนในร่างกาย ร่างกายจะสั่นเพื่อเพิ่มอัตราการเผาผลาญของร่างกายเมื่อร่างกายไม่สามารถสร้างความอบอุ่นเพิ่มได้เองจะเกิดภาวะความเค้นเนื่องจากความเย็น ภาวะความเค้นเนื่องจากความเย็น ได้แก่ เนื้อเยื่อถูกทำลายและตายด้าน [5]

ปัจจัยที่จะทำให้เกิดภาวะความเค้นเนื่องจากความเย็น [5]

1. อุณหภูมิที่เย็น
2. อากาศที่เคลื่อนไหวอย่างเร็ว
3. ความชื้นของอากาศ และ
4. การสัมผัสการน้ำที่เย็นหรือผิวสัมผัสที่เย็น

การทำงานในห้องที่มีอุณหภูมิต่ำระดับจุดเยือกแข็งที่เป็นห้องเย็นนั้น หากพนักงานรับสัมผัสอุณหภูมิระดับจุดเยือกแข็งเป็นระยะเวลานานๆ จะทำให้มีปัญหาสุขภาพที่รุนแรงตามมา อาการดังกล่าว ได้แก่ trench foot เท้าแช่น้ำเย็น, frostbite อาการบวมเป็นน้ำเหลือง เนื่องจากสัมผัสความเย็น และ hypothermia อุณหภูมิร่างกายลดต่ำเนื่องจากความเย็น พนักงานที่ทำงานในอุตสาหกรรมห้องเย็น เช่น ห้องเย็นของอาหารทะเล ห้องเย็นสำหรับพืชผักทางเกษตรกรรมมักต้องทำงานในห้องเย็นที่มีอากาศเย็นจัดซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพ การป้องกันและการจัดการที่เหมาะสมจะช่วยป้องกันโรคอันเนื่องมาจากการทำงานในห้องเย็นได้ [5]

ปัจจัยเสี่ยงหลักๆ ที่ทำให้เกิดโรคอันเนื่องมาจากการทำงานในห้องเย็น

1. การสวมใส่เสื้อผ้าที่ไม่อบอุ่นพอหรือการสวมใส่เสื้อผ้าที่เปียกจะเพิ่มความเย็นต่อร่างกาย
2. การทานยาบางอย่าง เช่น แอลกอฮอล์ สารนิโคติน สารคาเฟอีน จะเป็นการต้านการปรับตัวของร่างกายต่อสภาพอากาศที่เย็น
3. การมีอาการของโรคบางอย่าง เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคเกี่ยวกับเส้นเลือด ปัญหาเกี่ยวกับต่อมไธรอยด์ จะทำให้ดูดซับและรับสัมผัสอากาศเย็นได้เร็วมากขึ้น
4. พนักงานที่เป็นผู้ชายจะทนต่อสภาพอากาศที่เย็นได้ไม่ดีเท่าผู้หญิง มีรายงานว่าพนักงานผู้ชายมีอัตราการเสียชีวิตเนื่องมาจากการรับสัมผัสอากาศที่เย็นมากกว่าผู้หญิง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะพฤติกรรมของผู้ชายที่จะมีความเสี่ยงมากกว่า ระดับไขมันสะสมในร่างกายหรือความแตกต่างทางกายภาพระหว่างผู้ชายและผู้หญิง
5. คนที่มีอายุมากๆ จะอ่อนแอมากกว่าคนที่อยู่ในวัยหนุ่มสาว เมื่อได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิที่เย็นจัด

ผลกระทบอันตรายอันเนื่องมาจากอากาศเย็น โรคที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานในห้องเย็น ได้แก่

- Trench Foot
- Frostbite
- Hypothermia

อาการแสดง การปฐมพยาบาลและการบำบัดรักษา

Trench Foot หรือ Immersion Foot หรือที่เรียกว่าเท้าแช่น้ำเย็น เกิดจากการที่เท้าแช่อยู่ในน้ำเย็นที่มีอุณหภูมิประมาณจุดเยือกแข็งเป็นระยะเวลายาวนาน ซึ่งจะค่อนข้างคล้ายคลึงกันกับ Frostbite แต่อาการ Trench Foot นี้จะรุนแรงน้อยกว่า จะมีอาการของผิวรู้สึกซ่าๆ มีตุ่มหิด หรือรู้สึกเหมือนถูกไฟลวก ต่อมาอาจจะมีแผลพอง

Trench Foot เกิดจากการรับสัมผัสสภาพอากาศที่เย็นชื้นต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน หรือจากการแช่ตัวในน้ำเย็น

อาการแสดง ได้แก่ การรู้สึกปวดแสบและ/หรือมีอาการคัน แผลคล้ายถูกความร้อนลวก ปวด และเกิดอาการบวม ในรายที่รุนแรงจะเป็นแผลพุพอง

การบำบัดรักษา :

ย้ายพนักงานที่มีอาการ Trench Foot ไปยังพื้นที่ที่อบอุ่นและแห้ง ซึ่งเนื้อเยื่อต่างๆ ของผิวที่มีอาการนั้น สามารถบำบัดรักษาได้โดยการล้าง แช่เท้าในน้ำอุ่นและซับให้แห้ง จากนั้นพันเท้าด้วยผ้าพันแผลที่สะอาดและแห้ง ดื่มน้ำอุ่นที่มีส่วนผสมของน้ำตาล ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิรอบตัวให้สูงขึ้น ทำให้เกิดความอบอุ่น พบแพทย์ให้เร็วที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

Frostibite อาการบวมเป็นน้ำเหลือง เนื่องจากอยู่ในห้องเย็น

*อาการ*ของ Frostbite อาการบวมเป็นน้ำเหลืองเนื่องจากถูกความเย็น จะเป็นได้เมื่อผิวหนังถูกแช่แข็งและสูญเสียน้ำ ในรายที่รุนแรงต้องมีการตัดผิวบริเวณที่มีอาการบวมเป็นน้ำเหลืองทิ้ง อาการบวมเป็นน้ำเหลืองจะเกิดขึ้นได้เมื่อทำงานในที่ที่มีอุณหภูมิประมาณ -1 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ในที่ทำงานที่มีอุณหภูมิสูงกว่านี้ อาจจะพบว่ามีอาการบวมเป็นน้ำเหลืองนี้ได้ กรณีมีลมเย็นเสริมด้วย อาการบวมเป็นน้ำเหลืองนี้จะพบในอวัยวะส่วนปลายของร่างกาย ได้แก่ เท้าและมือ บริเวณที่เป็นจะเย็น รู้สึกซ่าๆ รู้สึกคล้ายสัมผัสกับด่าง หรือมีอาการเจ็บปวด ตามมาด้วยอาการหมดความรู้สึก สีของผิวหนังจะ

เปลี่ยนเป็นสีแดง จากนั้นเป็นสีม่วง จากนั้นกลายเป็นสีขาวและผิวจะเย็นมากจนเอามือแตะไม่ได้ ในกรณีที่รุนแรงจะมีตุ่มพองเกิดขึ้น

ห้ามเพิ่มความอบอุ่นที่ผิวบริเวณที่เป็นด้วยการขัดถู ให้พันผิวบริเวณที่เป็นด้วยผ้านุ่มๆ เคลื่อนย้ายพนักงานไปยังพื้นที่ที่มีความอบอุ่น เรียกแพทย์ อย่าทิ้งผู้ป่วยไว้ตามลำพัง ถ้าการช่วยเหลือล่าช้า ให้ผู้ป่วยแช่ตัวในน้ำอุ่นที่ไม่ร้อน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ห้ามเทน้ำลงบนผิวบริเวณที่เป็น ถ้ามีโอกาสที่จะต้องรับสัมผัสอากาศที่เย็นอีกครั้ง จะต้องไม่ให้ความอุ่นโดยการแช่ตัวดังกล่าว เพราะการทำให้อุ่นแล้วไปรับสัมผัสอากาศที่เย็นอีกครั้งจะเป็นสาเหตุให้ผิวหนังถูกทำลายอย่างรุนแรง

อาการ บวมเป็นน้ำเหลืองจะเกิดขึ้นเมื่อเนื้อเยื่อของผิวหนังอยู่ในห้องที่เย็นจัด จนถึงขนาดมีเกล็ดน้ำแข็งเกาะอยู่ การสัมผัสอากาที่เย็นจัดจะทำให้เซลล์เกิดการสูญเสียน้ำ แม้ว่าอาการนี้จะเกิดเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า -1 องศาเซลเซียส ในห้องที่มีอุณหภูมิสูงกว่านี้ก็สามารถเกิดอาการดังกล่าวได้ ถ้ามีลมเย็น ลมเย็นจะช่วยให้เกิดอาการนี้ได้ แม้ในห้องที่มีอุณหภูมิสูงกว่า -1 องศาเซลเซียส

อาการแสดง

ในขั้นแรกจะรู้สึกไม่ค่อยสบายตัวอันเนื่องมาจากอากาศที่เย็นจัด มีอาการปวดแสบ มีอาการปวดแสบคล้ายผิวหนังโดนกัดโดยด่าง ตามมาด้วยอาการหมดความรู้สึก หู นิ้วมือ นิ้วเท้า แก้มและจมูกจะเป็นบริเวณแรกที่มีอาการ ผิวหนังบริเวณที่เป็นจะซีดขาวและเย็นจัดเมื่อแตะดู อาการบวมเป็นน้ำเหลืองนี้จะขึ้นอยู่กับว่ามีการทำให้ร่างกายอบอุ่นขึ้นหรือไม่

อาการบวมเป็นน้ำเหลืองจะเริ่มขยายตัวไปยังชั้นของผิวหนังที่อยู่ลึกลงไป เช่น กล้ามเนื้อ เส้นเอ็น และอื่นๆ เป็นสาเหตุให้บริเวณดังกล่าวหมดความรู้สึก ไม่รู้สึกเจ็บปวด และแข็งเมื่อสัมผัส

การบำบัดรักษา :หากสงสัยว่ามีอาการบวมเป็นน้ำเหลือง อันเนื่องมาจากอากาศที่เย็นจัด ควรพบแพทย์โดยทันที จะต้องรักษาอาการ hypothermia ที่เกิดขึ้นโดยทันที

อาการบวมเป็นน้ำเหลืองที่เกิดขึ้นให้ปิดคลุมด้วยผ้าก๊อซหรือผ้าพันแผลนุ่มๆ ที่แห้ง สะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว ห้ามกดนวดบริเวณที่บวมเป็นน้ำเหลืองเพราะจะทำให้เป็นแผลได้ ในรายที่รุนแรงต้องได้รับการดูแลเอาใจ

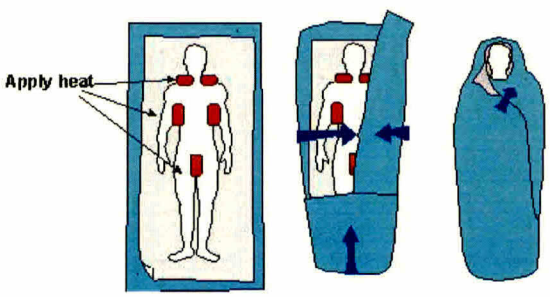
ใส่และอาจต้องมีการตัดเนื้อเยื่อบริเวณที่เป็นออก ทำตามข้อควรปฏิบัติเพื่อป้องกันอาการบาดเจ็บอันเนื่องมาจากความเย็น

อาการ Hypothermia หมายความว่า ความร้อนในร่างกายต่ำ เป็นสภาวะทางสุขภาพที่มีความรุนแรง อาการนี้จะเกิดขึ้นเมื่อร่างกายสูญเสียความร้อนมากกว่าที่ร่างกายสามารถสร้างมาทดแทนได้ทัน เมื่ออุณหภูมิของร่างกายลดต่ำลงกว่าอุณหภูมิโดยปกติ คือ 37 องศาเซลเซียส ถึงประมาณ 32 องศาเซลเซียส จะเริ่มมีอาการของ Hypothermia จะมีอาการตัวสั่นเทา ย่ำเท้าอย่างแรงเพื่อเพิ่มความร้อนในร่างกาย พนักงานอาจไม่สามารถทำงานได้ พูดจาไม่รู้เรื่อง เคลื่อนไหวเงอะงะ ซุ่มซ่าม ผิวหนังเริ่มซีดและเย็น หากอุณหภูมิของร่างกายยังคงลดต่ำลง อาการเหล่านี้จะเริ่มรุนแรงขึ้น อาการสั่นเทาจะหายไป พนักงานจะไม่สามารถยืนหรือเดินได้ และเมื่ออุณหภูมิของร่างกายลดต่ำลงถึงประมาณ 29 องศาเซลเซียส จะเข้าขั้นอาการ Hypothermia ในระดับรุนแรง ผู้ป่วยอาจจะหมดสติ และถ้าลดต่ำลงถึง 25 องศาเซลเซียส อาจเสียชีวิตได้

พนักงานที่ทำงานในห้องเย็นมีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะความเค้นเนื่องจากความเย็น อย่างไรก็ตาม คนวัยทำงานที่มีอายุมากจะมีความเสี่ยงมากกว่าคนที่มีอายุน้อยกว่า เนื่องจากร่างกายของคนที่สูงวัยกว่าจะไม่สามารถสร้างความร้อนได้เร็ว ขั้นตอนทางการแพทย์สามารถช่วยให้ร่างกายสร้างความร้อนได้เพียงพอ

การบำบัดรักษาขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของ hypothermia กรณีเกิด hypothermia อย่างอ่อน ให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังที่ที่มีความอบอุ่นและให้พักผ่อน ถอดเสื้อผ้าที่เปียก สวมเสื้อผ้าที่แห้งหรือห่มผ้าห่มหนาๆ คลุมศีรษะ เพิ่มอัตราการเผาผลาญของร่างกายด้วยการดื่มน้ำที่มีส่วนผสมของน้ำตาลขณะอุ่นๆ (ห้ามดื่มน้ำร้อน) กรณีมีอาการรุนแรงให้ทำทุกอย่างดังที่กล่าวไปแล้ว เรียกรถพยาบาลฉุกเฉินทันที วางสิ่งที่มีความอุ่น ได้แก่ กระเป๋าน้ำร้อน หรือขวดน้ำร้อนวางบนศีรษะ คอ อก และต้นขาของผู้ป่วย โดยให้แขน ขาเป็นลำดับสุดท้าย

Hypothermia Wrap



ให้ผู้ป่วยนอนโดยแขนขาแนบชิดติดลำตัวเพื่อรักษาอุณหภูมิของร่างกาย

อาการ Hypothermia โดยทั่วไปเกิดจากอุณหภูมิของร่างกายลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิปกติของร่างกาย และระบบควบคุมการทำงานส่วนกลางสูญเสีย อาการของ hypothermia โดยทั่วไปมักจะเกิดที่อุณหภูมิเยือกแข็ง อาจเกิดในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงกว่านั้นก็ได้แต่มักจะเกิดกับคนที่มีอุณหภูมิในร่างกายต่ำกว่าปกติ โดยทั่วไปอาการ hypothermia มักพบในผู้มีอายุมากกว่า

อาการแสดง :

อาการเบื้องต้นของอาการ hypothermia ได้แก่ อาการสั่น ไม่สามารถเคลื่อนไหวกรณีที่เป็นการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนได้ เกิดอาการง่วงซึม มึนงงเล็กน้อย อาการเหล่านี้จะเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิของร่างกายลดลงอยู่ที่ประมาณ 35 องศาเซลเซียส

หากอุณหภูมิของร่างกายลดต่ำลงอย่างต่อเนื่อง อาการ hypothermia จะรุนแรงขึ้น ทำให้เกิดมึนงงหมดสติ ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้เลย ผู้ป่วยจะพูดจาเลอะเลือน

อาการ hypothermia ที่รุนแรงโดยส่วนใหญ่แล้วเกิดเมื่ออุณหภูมิของร่างกายต่ำกว่า 32 องศาเซลเซียส ผู้ป่วยจะเคลื่อนไหวอย่างเชื่องช้า อัตราการเต้นของหัวใจ การไหลเวียนของเลือด และการหายใจลดต่ำลง ในรายที่รุนแรงจะมีอาการหมดสติและหัวใจล้มเหลวโดยสิ้นเชิง

การบำบัดรักษา :

บำบัดรักษาอาการ hypothermia ด้วยการรักษาอุณหภูมิของร่างกายไว้ เพิ่มความอบอุ่นให้แก่ร่างกาย จำเป็นต้องมีการดำเนินการพิเศษหรือไม่ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของอาการ การดูแลผู้ป่วยที่มีอาการ hypothermia นั้นจะต้องทำอย่างระมัดระวังเพราะอาจมีอาการหัวใจกำเริบตามมา ขอคำแนะนำจากแพทย์หากผู้ป่วยมีอาการ hypothermia ในระดับกลางหรือระดับที่รุนแรง

ถ้าผู้ป่วยแน่นิ่ง ไม่มีอาการหนาวสั่น ให้ตั้งสันนิษฐานว่าผู้ป่วยมีอาการ hypothermia ขั้นรุนแรงแล้ว การลดการสูญเสียความร้อนสามารถทำได้หลายอย่าง ได้แก่ การอยู่ในห้องที่มีผนังกั้นความเย็น การถอดเสื้อผ้าที่เปียกออก การสวมใส่เสื้อผ้าหรือห่มผ้าให้หนาขึ้น หรือการให้นอนในถุงนอนที่มีความอบอุ่น

ในรายที่มีอาการ hypothermia ในระดับเล็กน้อย แต่มีอาการรุนแรงมากขึ้นอันเนื่องมาจากได้รับการรักษาพยาบาลที่ล่าช้านั้น จำเป็นต้องมีการเพิ่มความอบอุ่นจากภายนอกร่างกาย ซึ่งอาจได้แก่ การให้การสัมผัสระหว่างร่างกายต่อร่างกาย ตัวอย่างเช่น การนอนในถุงนอนที่มีความอบอุ่นเดียวกันกับผู้ป่วย การใช้ถุงหรือห่อที่ให้ความร้อนจากวิธีการทางเคมี หรือการวางขวดน้ำที่ร้อนที่ห่อหุ้มแล้วบนตัวผู้ป่วย ตำแหน่งที่ดีที่สุดในการวางถุงเพิ่มความร้อนนี้ ได้แก่ บริเวณรักแร้ คอ อก และขาหนีบ ในการเพิ่มความอบอุ่นจากภายนอกร่างกายนี้ให้ผู้ป่วยนอนราบลงกับพื้นจะดีที่สุด ต้องดูแลริมฝีปากของผู้ป่วยให้อบอุ่นด้วยเช่นเดียวกันโดยการให้ผู้ป่วยดื่มน้ำอุ่น แต่ต้องไม่ให้ดื่มน้ำที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์หรือคาเฟอีน

ห้องเย็นแต่ละแห่งมีอุณหภูมิที่ต่างกัน บางแห่งอุณหภูมิอาจต่ำกว่า -40°C เลยที่เดียว อันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นเมื่อทำงานในห้องเย็น มีดังนี้ [3]

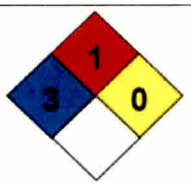
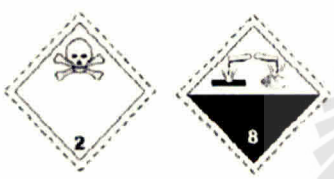
- อุบัติเหตุเนื่องจากคนถูกขังติดอยู่ในห้องเย็น
- อุบัติเหตุจากสารทำความเย็นรั่ว
- การบาดเจ็บจากความเย็น
- ความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นในการเกิดอุบัติเหตุ
- อันตรายจากน้ำแข็งที่เกิดขึ้นเพิ่มโอกาสมากขึ้นที่ทำให้อุปกรณ์เครื่องมือชำรุด

การทำงานในห้องเย็นจำเป็นต้องมีการประเมินความเสี่ยง

ตาราง แสดงระดับความเป็นพิษและอันตรายแบบเฉียบพลันของแอมโมเนียต่อมนุษย์ [1]

ความเข้มข้นแอมโมเนีย (ppm)	ผลต่อผู้สัมผัส	ระยะเวลาที่สัมผัส
5 – 9	จมูกเริ่มรับกลิ่นได้	เมื่อสัมผัส
100	ผู้สัมผัสบางรายมีอาการระคายเคืองอึดอัด	1/2 ชม.
400	ระคายเคืองลำคอ หายใจติดขัด	ไม่ควรได้รับนานเกิน 1 ชม.
500	ความดันโลหิตเพิ่ม หายใจติดขัด	1/2 ชม.
700	ระคายเคืองต่อตามาก การมองเห็นไม่ชัด	1/2 ชม.
1720	อาการไอรุนแรง ชัก	หลังได้รับ 1/2 ชม. ทำให้เสียชีวิต
5000 - 10000(0.5 - 1%)	อาการเกร็งของระบบทางเดินหายใจสภาวะการขาดออกซิเจนของเนื้อเยื่อ	เสียชีวิตทันที

สัญลักษณ์และการชี้บ่งความเป็นอันตรายของสารแอมโมเนีย

ตามข้อกำหนด GHS	รหัสแสดงความเสี่ยง(Risk Phrases)
 อันตราย	R10 สารไวไฟ R23 เป็นพิษเมื่อสูดดม R34 เกิดแผลไหม้ได้ R50 เป็นพิษมากต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ
ตามข้อกำหนด NFPA 704	**รหัสแสดงความปลอดภัย(Safety Phrases)**
	S1/2 เก็บในสถานที่ปิดสนิท และพ้นจากเด็ก S9 เก็บในสถานที่ที่ มีอากาศถ่ายเทดี S16 เก็บให้ห่างจากแหล่งที่มีสารติดไฟห้ามสูบบุหรี่ S26 กรณีที่สารเข้าตาให้ล้างออกทันทีด้วยน้ำปริมาณมากๆ และไปพบแพทย์ S36/37/39 สวมเสื้อผ้าและถุงมือที่เหมาะสมเพื่อป้องกันและปกป้องบริเวณตา/ใบหน้า S45 กรณีเกิดอุบัติเหตุหรือรู้สึกไม่สบาย ให้พบแพทย์ทันที(นำฉลากของสารไปด้วย)
ตามข้อกำหนด UNTDG	
	
เครื่องหมายเพื่อความปลอดภัยตาม มอก.635	**รหัสแสดงความเสี่ยง(Risk Phrases)**
	สวมหน้ากากป้องกันสารเคมี ระวังสารกัดกร่อน สารเคมีอันตราย

การจัดเก็บท่อบรรจุก๊าซแอมโมเนีย

1. ท่อบรรจุก๊าซไม่ว่าจะมีก๊าซบรรจุอยู่เต็มหรือเป็นท่อเปล่าให้จัดเก็บไว้ในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก
2. บริเวณที่ใช้วางเพื่อจัดเก็บท่อบรรจุ ต้องเป็นพื้นที่ที่สามารถระบายน้ำได้ดีเพื่อป้องกันการกัดกร่อนท่อบรรจุ ห้ามวางท่อในบริเวณพื้นที่เปียกหรือมีความชื้นมาก
3. ต้องจัดเก็บให้ห่างจากแหล่งกำหนดความร้อนและประกายไฟ

4. วิธีการวางท่อบรรจุให้วางตั้งตรงและทำการป้องกันไม่ให้ล้มหรือกระแทกกัน เช่น มีโซ่คล้องหรือมีคอกกั้น
5. ห้ามนำสารอื่นมาเก็บรวมกับท่อบรรจุแอมโมเนีย โดยเฉพาะวัสดุติดไฟง่าย วัตถุระเบิด สารกัดกร่อน สารออกซิไดซ์ สารเคมีที่ไม่สามารถเก็บร่วมกับแอมโมเนีย
6. ห้ามเก็บท่อบรรจุใกล้ช่องลิฟต์ หรือระบบระบายอากาศของตัวอาคาร
7. ห้ามนำสิ่งของหนักกดทับหรือวางบนท่อบรรจุ
8. การจัดวางท่อบรรจุ ให้มีพื้นที่ว่างสำหรับทางเดินเพื่อการเข้าดำเนินการเคลื่อนย้ายท่อได้สะดวก และสามารถจัดการในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินได้
9. ท่อบรรจุที่ใช้หมดแล้ว ให้เก็บแยกออกจากท่อบรรจุที่ยังบรรจุแอมโมเนียเพื่อป้องกันการสับสนกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
10. บริเวณที่จัดเก็บท่อบรรจุแอมโมเนีย ควรมีเครื่องตรวจวัดก๊าซแอมโมเนีย (Ammonia gas detector) ที่ผ่านการสอบเทียบความถูกต้องแล้ว

2. กฎหมายความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง

1) กฎกระทรวง กำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบทำความเย็นที่ใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นในโรงงาน พ.ศ. 2554
2) ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล พ.ศ. 2554
3) กฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตาม พรบ. โรงงาน พ.ศ. 2535 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2542) ออกตาม พรบ. โรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัย ในการดำเนินงาน ที่กำหนดให้ประเภทอุตสาหกรรม ลำดับที่ 92 ประเภทโรงงานห้องเย็น จะต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยงอันตราย เพื่อค้นหาอันตรายที่อาจจะแอบแฝงอยู่ในระบบ และ กำหนดมาตรการในการลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ซึ่งในขณะนี้ก็มีผลบังคับใช้แล้วตามกฎหมาย
4) ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่องคู่มือการเก็บรักษาสารเคมี และวัตถุอันตราย พ.ศ.2550

3. แนวทางการป้องกันอันตราย [3] และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล [5]

การชี้บ่งอันตราย

การชี้บ่งอันตรายเป็นการค้นหาปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ หรือทำให้เกิดความเสียหาย ทำให้ทราบวิธีการป้องกันควบคุมอันตรายหรืออุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นจากการทำงาน และเพื่อนำผลการชี้บ่งอันตรายมาใช้ในการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงาน หรือกระบวนการผลิตให้ถูกต้อง ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานและทรัพย์สิน

การแจกแจงอันตรายต่างๆ ที่แอบแฝงอยู่ในขั้นตอนการประกอบกิจการ ทุกกิจกรรมของ กระบวนการ , เครื่องจักร , และอุปกรณ์ โดยใช้วิธีการชี้บ่งอันตรายดังต่อไปนี้

1. Checklist
2. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)
3. Hazard and Operability Studies (HAZOP)
4. Event Tree Analysis (ETA)
5. Fault Tree Analysis (FTA)
6. What-If Analysis
7. Job Safety Analysis (JSA)
8. มอก.18001

ตารางวิธีการชี้บ่งอันตราย	
ลักษณะของระบบ อุปกรณ์ และการทำงาน	**วิธีการชี้บ่งอันตราย**
1.อุปกรณ์ที่ต่อกันเป็นกระบวนการอย่างต่อเนื่อง	HAZOP , Checklist , ETA , FTA ,What-If
2.ระบบท่อ ถัง ปั๊ม วาล์ว	HAZOP , FMEA , What-If
3.ระบบควบคุมกระแสไฟฟ้า	FMEA , What-If
4.ระบบความปลอดภัยของอุปกรณ์	FMEA , ETA , FTA ,What-If
5.ระบบสนับสนุนกระบวนการ	HAZOP , FMEA , What-If
6.โครงสร้าง	FMEA , ETA , FTA , Checklist , What-If
7.กิจกรรม กระทำโดยคน	JSA , Checklist , What-If , TIS 18001

ตัวอย่าง

เช่น การประเมิน Ammonia System โดยใช้ Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) เป็นเทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่ใช้การวิเคราะห์ในรูปแบบความล้มเหลวและผลที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการตรวจสอบชิ้นส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์ในแต่ละส่วนของระบบแล้วนำมาวิเคราะห์หาผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อเกิด ความล้มเหลวของเครื่องจักรอุปกรณ์

แบบประเมินการชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยง ด้วยเทคนิค FMEA									
พื้นที่/เครื่องจักร/กระบวนการผลิต/ขั้นตอนการปฏิบัติงาน Ammonia System-Screw Compressor โรงงาน ABC วันที่.....									
เครื่องจักร/อุปกรณ์/ระบบ	ความล้มเหลว	สาเหตุของความล้มเหลว	ผลที่จะเกิด	มาตรการปัจจุบัน	มาตรการเพิ่มเติม	การประเมินความเสี่ยง			
						โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1. Screw Compressor	1.ใบ Screw Compressor แตก	1.น้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่า Low Level (น้ำมันหล่อลื่นแห้ง) 2.มีเศษโลหะเข้าไปใน Screw 3.น้ำยาเหลวลง Screw Compressor	1.ไม่สามารถดูดอัดไอแอมโมเนียได้ 2.Compressor หยุดทำงาน (Shutdown) 3.ฝ่ายผลิตไม่สามารถผลิตได้	1.Check list ประจำวัน 2. มีแผนงาน PM ประจำเดือน 3. ตรวจรับรองความปลอดภัยระบบประจำปี	1.สำรองหัว Screw Compressor	1	4	4	M
	2.Slide Valve ไม่เปิดหรือเปิดค้าง	1.ชุดควบคุมทำงาน Slide Valve เสีย 2.แรงดันน้ำมันต่ำ	1.ไม่สามารถดูดอัดไอแอมโมเนียได้ 2.Compressor หยุดทำงาน (Shutdown) 3.ฝ่ายผลิตไม่สามารถผลิตได้	1.Check list ประจำวัน 2. มีแผนงาน PM ประจำเดือน 3. ตรวจรับรองความปลอดภัยระบบประจำปี	-	1	4	4	M

สารทำความเย็นสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้ดังนี้ :

1 ฮาโลคาร์บอน(Halocarbons)

อันตราย :

- มีสถานะคงที่ มีความเป็นพิษต่ำ ติดไฟง่าย
- เข้าแทนที่ออกซิเจน ทำให้สำลักได้

การป้องกัน :

- ติดตั้งเครื่องตรวจสอบและเตือนภัย จากการตรวจจับไอของสาร
- ติดตั้งระบบพัดลมระบายอากาศ ซึ่งทำงานเมื่อปริมาณความเข้มข้น เกินอัตรา LEL (lower explosive limit)ที่กำหนด

2 แอมโมเนีย (Ammonia)

อันตราย :

- เป็นพิษ ติดไฟ

การป้องกัน :

- ติดตั้งเครื่องตรวจสอบและเตือนภัย จากการตรวจจับไอของสาร
- ติดตั้งระบบพัดลมระบายอากาศ ซึ่งทำงานเมื่อปริมาณความเข้มข้น เกิน 1% (V/V) (P)

3 อีเทน โพรเพน บิวเทน ไอโซบิวเทน อีเทอลีน โพรไพลีน (Ethane, propane, butane, isobutane, ethylene, propylene)

อันตราย :

- อัตราการติดไฟสูง มีความเสี่ยงที่จะระเบิด

การป้องกัน :

- ติดตั้งเครื่องตรวจสอบและเตือนภัย จากการตรวจจับไอของสาร
- ติดตั้งระบบพัดลมระบายอากาศ ซึ่งทำงานเมื่อปริมาณความเข้มข้น เกิน 25% ของ LEL

❖ สำหรับสารทำความเย็น กลุ่ม 1 และ 2 เครื่องตรวจจับไอ ของแยกวงจรไฟฟ้าที่ไม่มีการป้องกันทั้งหมด

❖ ในพื้นที่อันตรายให้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ออกแบบสำหรับทำงานในพื้นที่

❖ จัดให้มีอุปกรณ์ช่วยหายใจ ในพื้นที่ที่เสี่ยงอันตรายจากสารทำความเย็น

การป้องกันอันตรายสำหรับการทำงานในห้องเย็น

1. ห้องเย็นต้องสร้างขึ้นถูกต้องตามมาตรฐาน
2. มาตรการป้องกันไม่ให้มีผู้ปฏิบัติงานหรือบุคคลอื่นๆถูกขังติดอยู่ในห้องเย็น :

- เฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้นที่เข้าไปภายในห้องเย็นได้
- มีป้าย ห้ามผู้ไม่ได้รับอนุญาตเข้าไปข้างใน ติดเตือนอยู่หน้าประตูทางเข้าห้องเย็น
- มีทางออกฉุกเฉินอย่างน้อย 1 ทาง , มีป้ายเตือนบอกทางในจำนวนที่เพียงพอ และไม่มีวัตถุใดๆกีดขวางทางออกฉุกเฉิน
- มีสัญญาณเตือนภัยสำหรับให้ผู้ที่ติดในห้องเย็นใช้แจ้งให้ผู้อยู่ข้างนอกทราบว่ามีคนติดอยู่ในห้องเย็น ระบบควรทำงานโดยมีแบตเตอรี่สำรอง มีป้ายบอกและติดตั้งสัญญาณเตือนในตำแหน่งที่เหมาะสม
- มีไฟฉุกเฉิน ที่ทำงานด้วยระบบแบตเตอรี่สำรอง
- มีการบำรุงรักษาและทดสอบอุปกรณ์ระบบความปลอดภัย
- ก่อนที่จะล็อกประตูต้องมีการตรวจสอบอย่างละเอียดทุกครั้ง

3. การรั่วไหลของสารทำความเย็น มีแนวทางในการป้องกันอันตราย ดังนี้
    - ซ่อมบำรุงและควบคุมการทำงานของห้องเย็นโดยผู้เชี่ยวชาญ ที่ผ่านการฝึกมาเป็นอย่างดี
    - โรงงานที่มีห้องเย็นขนาดใหญ่จะต้องมีแผนงานในแต่ละช่วงเวลา ในการตรวจสอบห้องเย็นโดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้งในส่วนของอุปกรณ์และระบบท่อ ที่อาจจะทำให้เกิดอันตรายหากชำรุด
    - มีแผนฉุกเฉินในกรณีเกิดอุบัติเหตุ และสื่อสารให้ทุกคนรับทราบ
4. การทำงานในสภาพพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ
    - จัดหาชุดป้องกันความเย็นที่เหมาะสม
    - จัดให้มีห้องพักที่มีสภาพอากาศปกติ กับน้ำอุ่น สำหรับพักเบรก ส่วนระยะเวลาในการพักขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิของห้องเย็นและลักษณะงาน
5. ผู้ที่ทำงานในห้องเย็นต้องมีร่างกายที่แข็งแรง จะต้องจัดให้มีการตรวจร่างกายผู้ที่จะต้องทำงานในห้องเย็นก่อนเสมอ
6. สะเก็ดน้ำแข็ง หรือน้ำแข็งที่เกิดขึ้น จะต้องจัดเก็บออกไปทุกวัน
7. อุปกรณ์ที่ใช้งานในห้องเย็นควรจัดให้มีการตรวจสอบให้อยู่ในสภาพที่ไม่อันตราย การเลือกซื้ออุปกรณ์ที่นำมาใช้ ควรเลือกให้ถูกประเภทที่จะนำมาใช้ในห้องเย็น เช่น พาเลท หรือ ชั้นวางต่างๆ สามารถหาข้อมูลได้จากผู้จำหน่าย

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หลักการป้องกันอันตรายเกี่ยวกับความเย็นมีด้วยกัน 3 หลักการใหญ่ ๆ คือ

1. การบริหารเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานในห้องเย็น[5]

1. การลดระยะเวลาการรับสัมผัสอากาศที่เย็นเป็นสิ่งที่ต้องทำมากที่สุด ต้องมี
    1) การกำหนดขั้นตอนการทำงานที่ปลอดภัยสำหรับการทำงานในห้องเย็น
    2) ให้มีการสวมใส่เสื้อผ้าป้องกันที่เพียงพอและเหมาะสม
    3) อบรมให้พนักงานตระหนักถึงปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายเมื่ออยู่ในห้องเย็นเพื่อให้พนักงานป้องกันความเค้นที่เกิดขึ้นจากการทำงานในห้องเย็น
    4) การหลีกเลี่ยงไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ยาบางประเภทและการไม่สูบบุหรี่จะช่วยลดความเสี่ยงในการที่จะเกิดโรคอันเนื่องมาจากการทำงานในห้องเย็น

2. **อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล** เป็นการป้องกันความเค้นอันเนื่องจากความเย็นที่จำเป็นและสำคัญที่สุด ประเภทของผ้าที่ใช้จะให้ระดับการป้องกันที่ต่างกัน ผ้าฝ้ายจะสูญเสียคุณสมบัติในการป้องกันความเย็นเมื่อมันเปียก ในขณะที่ผ้าขนสัตว์แม้เมื่อเปียก ก็ยังคงสามารถป้องกันความเย็นได้อยู่ สิ่งต่อไปนี้เป็นข้อแนะนำสำหรับพนักงานที่ทำงานในห้องเย็น
    1) สวมเสื้อผ้าที่มีชั้นอย่างน้อย 3 ชั้น เสื้อผ้าชั้นนอกไว้สำหรับป้องกันลมและให้มีการระบายอากาศบ้าง (ตัวอย่างเช่น Gortex หรือ nylon) เสื้อผ้าชั้นกลางหรือผ้าขนสัตว์ไว้สำหรับดูดซับเหงื่อและให้สามารถป้องกันความเย็นได้แม้เมื่อเปียก เสื้อผ้าชั้นในสุดที่เป็นผ้าฝ้ายหรือใยสังเคราะห์เน้นให้มีการระบายอากาศ

    2) สวมหมวกป้องกันความเย็นไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก ถ้าศีรษะได้รับความเย็น จะทำให้สูญเสียความร้อนของร่างกายได้ถึง 40%

    3) สวมรองเท้าบูทป้องกันความเย็น หรือรองเท้าอื่นๆ ที่ป้องกันความเย็นได้ หลีกเลี่ยงการสวมรองเท้าที่ทำจากยางสังเคราะห์ เช่น ยาง หรือไวนิล ให้สวมรองเท้าหนังหรือผ้าที่มีคุณสมบัติดูดความชื้นได้ดี

4) เปลี่ยนถุงเท้าบ่อยๆ เพื่อกำจัดความชื้นในเท้า และให้หมุนเวียนสวมรองเท้า ต้องทิ้งรองเท้าให้แห้งสนิทก่อนที่จะนำมาสวมใหม่อีกครั้ง ใช้แป้งเด็กทาที่เท้าอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เพื่อกำจัดความชื้นที่เท้า

5) สวมเฉพาะเสื้อผ้าที่แห้งเท่านั้น หากเสื้อผ้าที่สวมอยู่เกิดเปียก ให้เปลี่ยนเสื้อผ้าใหม่ ให้ใส่เสื้อผ้าที่แห้งแทนทันที

6) อย่าสวมเสื้อผ้าคับรัดตัวเกินไป การสวมเสื้อผ้าหลวมๆ ทำให้มีการระบายอากาศที่ดีกว่า

7) เสื้อผ้าป้องกันอันตรายส่วนบุคคลเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการที่จะทำให้มีชั้นป้องกันร่างกายของคนอย่างเพียงพอ ให้สวมเสื้อผ้าที่มีอย่างน้อย 3 ชั้น ดังต่อไปนี้

- ❖ เสื้อผ้าชั้นนอก เพื่อป้องกันลมและให้มีการระบายอากาศบ้าง วัสดุที่ใช้ได้ เช่น Gortex หรือ nylon
- ❖ เสื้อผ้าชั้นกลาง ควรเป็นขนสัตว์หรือเส้นใยสังเคราะห์ Qualofil หรือ Pile เพื่อดูดซับเหงื่อและป้องกัน การเปียกชื้น Down เป็นฉนวนที่ดี มีน้ำหนักเบา อย่างไรก็ตามจะไม่ดีเลย ถ้ามันเปียก
- ❖ เสื้อผ้าชั้นในควรทำด้วยผ้าฝ้ายหรือเส้นใยสังเคราะห์เพื่อให้มีการระบายอากาศ ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษในการป้องปกเท้า มือ ใบหน้าและศีรษะ หากศีรษะได้รับความเย็นสามารถสูญเสียความร้อนได้ถึง 40% ของความร้อนของร่างกาย รองเท้าที่ใส่ต้องมีการห่อหุ้มเพื่อป้องกันความเย็นและความเปียกชื้น ให้เปลี่ยนเสื้อผ้าชุดใหม่ทันทีที่ชุดที่ใส่อยู่เปียก

3. มาตรการการควบคุมทางวิศวกรรม มาตรการควบคุมทางวิศวกรรมดังต่อไปนี้ ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคอันเนื่องมาจากการทำงานในห้องเย็น

1) ติดตั้งแหล่งกำเนิดความร้อน ณ จุดทำงานแต่ละจุด ได้แก่ air jets, อุปกรณ์แผ่รังสีความร้อน หรือแผ่นให้ความร้อน
2) ปิดกั้นพื้นที่ทำงานจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำหรือที่ที่มีลมโกรก
3) จัดหาเสื้อป้องกันความเย็นให้กับพนักงานที่ทำงานนานๆ ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า -6 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า
4) ใช้วัสดุป้องกันอุณหภูมิในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า -1 องศาเซลเซียส

มาตรการการควบคุมทางวิศวกรรมมีประสิทธิภาพสูงในการลดความเสี่ยงการเกิดความเค้นอันเนื่องมาจากการทำงานในห้องเย็น พิจารณาใช้เครื่องแผ่รังสีความร้อนเพื่อเพิ่มความอบอุ่นให้แก่พนักงาน ติดแผงกั้นเพื่อป้องกันลมเย็นมาปะทะตัวของพนักงาน ใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความเย็นหุ้มบริเวณต่างๆ ที่พนักงานต้องใช้มือจับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่เป็นโลหะที่พนักงานต้องใช้มือจับหรือสัมผัส โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อการทำงานนั้นมีอุณหภูมิต่ำกว่า -1 องศาเซลเซียส

4. การวางแผนเพื่อความปลอดภัยในการทำงานในการทำงานในห้องเย็น การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการทำงาน ได้แก่ การจัดช่วงเวลาการทำงานและการกำหนดขั้นตอนปฏิบัติจำเป็นต้องทำเพื่อป้องกันผลกระทบจากอากาศเย็น

1) สำหรับพนักงานใหม่ ต้องจัดให้มีช่วงระยะในการปรับตัวกับอากาศเย็นก่อนที่จะมีการทำงานกับอากาศเย็นแบบเต็มตัว

2) ให้มีเวลาพักระหว่างการทำงานเพื่อลดระยะเวลาในการรับสัมผัสอากาศที่เย็น โดยในระหว่างพักให้มีโอกาสได้รับอากาศที่อุ่น
3) อนุญาตให้พนักงานเดินออกจากพื้นที่ปฏิบัติงานหรืออนุญาตให้พนักงานมีเวลาพักเพิ่มพิเศษในระหว่างการปฏิบัติงานได้มากตามความจำเป็น
4) ลดจำนวนกิจกรรม จำนวนชั่วโมงการทำงานที่ต้องทำในอากาศเย็นให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
5) ปรับกิจกรรมการทำงานให้มีการเคลื่อนไหวให้น้อยที่สุด (งานเบา) พยายามจัดสรรให้งานที่ต้องทำในห้องเย็นให้เป็นงานเบา และจัดให้งานหนักๆ ออกไปทำนอกห้องเย็น
6) จัดให้มีการทำงานแบบเป็นคู่ Buddy กัน ห้ามให้พนักงานทำงานเดี่ยวๆ ในห้องเย็น จัดให้มีการทำงานเป็นคู่ เพื่อให้มีการสังเกตอาการอันเนื่องมาจากการทำงานในห้องเย็นของเพื่อนร่วมงานในระหว่างการทำงาน
7) ให้พนักงานดื่มน้ำมากๆ ต้องทำ เพื่อให้มั่นใจว่าระดับน้ำในร่างกายของพนักงานไม่ลดลง หลีกเลี่ยงเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนหรือแอลกอฮอล์ เนื่องจากจะทำให้สูญเสียน้ำได้ง่ายเมื่อทำงานในห้องเย็น
8) ในการทำงาน ต้องป้องกันไม่ให้เกิดเป็นตะคริวในระหว่างการทำงาน หากมีอาการผิดปกติ ต้องให้ความอบอุ่นแก่กล้ามเนื้อ
9) การรับประทานอาหารที่มีแคลอรี่สูง จะช่วยให้ร่างกายรักษาระดับพลังงานไว้ได้นาน
10) ให้ความรู้แก่พนักงานเกี่ยวกับอาการแสดงของความเค้นอันเนื่องมาจากความเย็น ได้แก่ อาการสั่นเทา อาการปวดตัวอันเนื่องมาจากความเย็น อาการล้าอย่างหนัก อาการเซื่องซึม หรืออาการอิ่มตัว อาการแสดงที่ไม่โจ่งแจ้งของโรคอันเกี่ยวเนื่องมาจากการทำงานในห้องเย็นนี้บ่อยครั้งไม่สามารถรู้สึกได้ชัดเจนนักจนกระทั่งผู้ป่วยมีอาการหนักจนถึงขั้นอันตรายแล้วนั่นเอง จึงจะสังเกตได้ถึงอาการของโรค การมีความรู้เกี่ยวกับอาการแสดงของโรคอันเกี่ยวเนื่องมาจากการทำงานในห้องเย็นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน

5. การอบรม การอบรมเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องมีการดำเนินการ หัวหน้างาน พนักงานหรือผู้ที่ร่วมปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้ในการสังเกตอาการที่บ่งบอกให้รู้ว่าพนักงานเริ่มมีอาการอันเกี่ยวเนื่องจากการทำงานในห้องเย็น และต้องอนุญาตให้พนักงานสามารถหยุดทำงานได้เมื่ออาการดังกล่าวมีความ

รุนแรง จะต้องมีการจัดระยะเวลาในการทำงานให้มีเวลาพักที่เพียงพอและแน่ใจว่าการไหลเวียนของของเหลวต่างๆ ในร่างกายกลับสู่สภาวะปกติ พนักงานต้องมีความรู้ที่จะใช้อุปกรณ์ป้องกันความเย็นที่ได้มีการติดตั้งไว้ ต้องทราบถึงความจำเป็นของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่บริษัทฯ จัดไว้ให้ และต้องดำเนินการตามมาตรการต่างๆ ที่กำหนดไว้เพื่อป้องกันความเสี่ยงในการเกิดความเค้นอันเนื่องจากการทำงานในห้องเย็น

มาตรการป้องกันต่างๆ เหล่านี้จะต้องมีการกำหนดเป็นแผนงานและมีการตรวจสอบว่ายังคงเป็นไปตามแผนหรือสิ่งที่กำหนดไว้อยู่เสมอ

4. รายการตรวจสอบสำหรับผู้ปฏิบัติงาน/หัวหน้างาน (Checklist) [1]

การตรวจสอบความปลอดภัย เป็นมาตรการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการรั่วไหลของสารแอมโมเนียและเพื่อให้แน่ใจว่าระบบทำความเย็นอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานและมีความปลอดภัยตลอดเวลา จึงต้อง มุ่งเน้นในการตรวจสอบสภาพการใช้งานของอุปกรณ์ควบคุมในส่วนต่างๆให้ทำงานได้ดีและถูกต้องโดยผู้ปฏิบัติงานสามารถจัดทำแบบตรวจเช็ค แบบตรวจประจำวัน, ประจำสัปดาห์, หรือประจำเดือน ดังแบบรายงานผลการตรวจโรงงานห้องเย็น และการตรวจสอบความปลอดภัยระบบทำความเย็นสามารถกระทำได้ดังนี้

4.1 การตรวจสอบสภาพที่ปลอดภัย

การตรวจสอบสภาพที่ปลอดภัยของอุปกรณ์ต่างๆ จะช่วยให้ทราบถึงความเสื่อมของอุปกรณ์แต่ละชนิดและสามารถหาแนวทางป้องกันแก้ไขก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินขึ้น อุปกรณ์วิกฤตที่มีโอกาสก่อให้เกิดการรั่วไหลของสารแอมโมเนียได้แก่ Compressor, Evaporative condenser, Evaporator, Vessel Tank, Ventilation Machine Room, Receiver Tank, Automatic Air Purge, Plate Heat Exchanger, Ammonia Pump, Oil drain Tank, Piping System

รายการประเด็นที่ตรวจ	มาตรฐานการตรวจสอบ
1. เครื่องอัดน้ำยา (Compressor)	1. มีฝาครอบป้องกันอันตรายและมีลักษณะเป็นไปตามข้อกำหนดในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม 2. สภาพของน็อตสกรูบริเวณที่จับยึดฝาครอบแน่นมั่นคงไม่หลวมหรือชำรุด 3. ฝาครอบไม่อยู่ในสภาพที่ชำรุดหรือผุกร่อน 4. ไม่เกิดเสียงดังขณะปฏิบัติงาน 5. มีการสั่นสะเทือนของเครื่องอัดน้ำยาน้อยที่สุดในขณะปฏิบัติงานถ้าหากพบว่ามีการสั่นสะเทือนของตัวเครื่องแสดงว่าตัวจับยึดแท่นหลวมหรือหลุดหายไป 6. บริเวณที่ติดตั้งไม่มีคราบน้ำมันจาระบีตกหล่นอยู่บริเวณพื้น 7. ไม่มีเศษสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุใดๆวางอยู่ในบริเวณที่ติดตั้ง 8. ไม่มีการรั่วซึมของสารแอมโมเนียสังเกตจากร่องรอยคราบน้ำมันที่จุดต่อหรือกลิ่นฉุนของแอมโมเนียในบริเวณห้องเครื่อง 9. ต้องมีแผ่นป้ายแสดงข้อมูลเกี่ยวกับชื่อผู้ผลิตรหัสรุ่น หมายเลขเครื่องปีที่ผลิตความดันออกแบบสูงสุดฯ 10. ความดันด้านดูดไม่ต่ำกว่า 0.7 บาร์ 11. ความกดดันด้านส่งไม่สูงกว่า 18 บาร์
	12. ต้องติดตั้งลิ้นนิรภัยและลิ้นสกัดด้านส่งและต้องมีสภาพที่ไม่ชำรุดหรือสามารถระบายความดันได้
2. เครื่องควบแน่น(Condenser)	1. ต้องติดตั้งลิ้นกันกลับด้านดูดและต้องอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี

รายการประเด็นที่ตรวจ	มาตรฐานการตรวจสอบ
	2. มีสวิทซ์ตัดอัตโนมัติเมื่อเกิดความดันน้ำมันต่ำหรือสูงเกินไป 3. ระดับน้ำมันควรอยู่ระหว่างของ ½ - ¾ ระดับตาแมว 4. มาตรวัดความดันทั้งด้านเข้าและด้านจ่ายอยู่ในสภาพที่ดีและต้องมีสเกลวัดความดันได้ อย่างน้อย 1.5 เท่า ของความดันสูงสุดที่สามารถเกิดขึ้นได้ 5. มีแผ่นป้ายแสดงข้อมูล เกี่ยวกับชื่อผู้ผลิต รหัสรุ่น หมายเลขเครื่อง ปีที่ผลิตความดันออกแบบและความดันทดสอบติดอยู่ที่ตัวเครื่อง6. ความดันในการออกแบบไม่ต่ำกว่า 300 ปอนด์/ตารางนิ้ว สำหรับเครื่องที่มีการระบายความร้อนด้วยน้ำและไม่ต่ำกว่า 250 ปอนด์/ตารางนิ้ว สำหรับเครื่องที่ระบายความร้อน เป็นแบบตรวจสอบได้จาก Shell & Tube (แผ่นป้ายข้อมูลที่ติดอยู่กับเครื่อง) 7. มีการติดตั้งลิ้นนิรภัย (Safety Valve) ทั้งด้านเข้าและด้านออกอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี ไม่ชำรุดและต้องทำงานเมื่อมีความดันเกินของความดันสูงสุดที่ตั้งไว้ที่อุปกรณ์ 120% 8. พัดลมส่งกำลังต้องมีฝาครอบป้องกันอันตรายและอยู่ในสภาพที่ดี 9. บริเวณจุดต่อและท่อน้ำยาทำความเย็นไม่มีรอยคราบน้ำมันเปรอะเปื้อนเลอะเทอะหรือมีกลิ่นฉุนของแอมโมเนียถ้าหาก พบว่า

รายการประเด็นที่ตรวจ	มาตรฐานการตรวจสอบ
	มีคราบน้ำมันหรือกลิ่นฉุนแสดงว่าเกิดการรั่วต้องตรวจสอบรอยรั่วและแก้ไข 10. การจับยึดแท่นเครื่องมั่นคง น็อตยึดไม่หลวมหรือชำรุดเสียหาย
3. ชุดคอยลทำความเย็นท่อพัก(Evaporator) น้ำยาหรือภาชนะรับแรงดัน (Pressure Vessels), วาล์วควบคุม การไหลของน้ำยา(Expansion Valve) และระบบต่างๆ	1.ต้องมีป้ายแสดงข้อมูลเกี่ยวกับ ชื่อผู้ผลิต รหัสรุ่นหมายเลขเครื่อง ปีที่ผลิต ความดันออกแบบ และความดันทดสอบติดอยู่ที่ตัวท่อพักน้ำยาหรือภาชนะรับแรงดัน 2. ความดันออกแบบของภาชนะรับแรงดันที่มีการระบายความร้อนด้วยน้ำ ไม่ต่ำกว่า 250 ปอนด์/ตารางนิ้ว ไม่ต่ำกว่า 300 ปอนด์ / ตารางนิ้ว 3. ติดตั้งระบายไอ หรือลิ้นนิรภัย ที่มีขนาดเพียงพอและอยู่ในสภาพการใช้งานที่ดี 4. สภาพถังหรือภาชนะไม่ผุกร่อน หรือเป็นสนิม 5. สภาพท่อน้ำยาทั้งด้านส่งและด้านดูดไม่ผุกร่อนหรือเป็นสนิม 6. ไม่มีคราบน้ำมันหรือกลิ่นฉุนของแอมโมเนียบริเวณจุดต่อต่างๆ 7. สภาพของฉนวนหุ้มไม่มีรอยฉีกขาดหรือชำรุด 8. ภาชนะบรรจุที่ไม่มีฉนวนหุ้มต้องบรรจุน้ำยาแอมโมเนียได้ไม่เกิน 87.5% 9. แรงดันได้ไม่น้อยกว่า 250 ปอนด์ / ตารางนิ้วและติดตั้งลิ้นนิรภัยบริเวณด้านจ่ายของปั๊มและติดตั้งมาตรวัดความดันที่สามารถวัดได้ ตั้งแต่ความดัน 0.40 ปอนด์ /

รายการประเด็นที่ตรวจ	มาตรฐานการตรวจสอบ
	ตารางนิ้ว 10. ต้องติดตั้งลิ้นกันกลับที่ท่อส่งของปั๊มและลิ้นปิดเปิดที่ด้านดูด 11. ระดับน้ำยาแอมโมเนียในถังเก็บจะต้องไม่เกินของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของถัง ¾ ตรวจสอบจากระดับน้ำยาในหลอดแก้ว 12. ตรวจสอบการปิดสนิท บ่าวาล์ว ต้องเรียบ, มีเศษติดค้าง, แกนวาล์วไม่เป็นสนิมหรือขาด, สปริงไม่ล้า 13. ตรวจสอบการรั่ว ประเก็น ,โอริง,น็อต ไม่คลาย,หลวม ,ขาด , ตัว Body ไม่ผุกร่อน , แนวเชื่อมต้องได้มาตรฐาน, ,การกระแทกอย่างรุนแรง

4.2 การตรวจสอบเพื่อการบำรุงรักษาและความปลอดภัยของระบบทำความเย็น

1)มีพื้นที่เพียงพอในการติดตั้งเครื่องอัดน้ำยาที่สามารถทำการซ่อมบำรุงได้อย่างสะดวกและมีทางเดินเพียงพอ

2)มีการระบายอากาศในบริเวณเครื่องอัดน้ำยาไม่น้อยกว่า0.5ลบ.ม./นาที/ตารางเมตร

3)มีการติดตั้งระบบระบายอากาศฉุกเฉินเมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าดับ

4)ไม่มีวัสดุที่ติดไฟในบริเวณห้องเครื่องอัดน้ำยา และฝาผนังห้องต้องเป็นวัสดุทนไฟได้ไม่ต่ำกว่าหนึ่งชั่วโมง

5)ติดตั้งที่ล้างตา(Eye Bath)และที่อาบน้ำฉุกเฉิน(Safety Shower) ในบริเวณห้อง

6)มีแสงสว่างเพียงพอและมีไฟฉุกเฉินในกรณีเกิดกระแสไฟฟ้าดับ

7)ในกรณีที่เครื่องทำความเย็นติดตั้งในเขตชุมชนการระบายแอมโมเนียอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ดังนั้นควรระบายลงถังน้ำโดยต่อท่อลงกันถังให้มีปริมาณน้ำในอัตราส่วนน้ำแกลลอน1/การระบายแอมโมเนีย1ปอนด์/ชั่วโมงโดยคำนวณจากอัตราการระเหยของลิ้นนิรภัยที่ใหญ่ที่สุด

8)ตรวจสอบ วาล์วน้ำ วาล์วน้ำยาให้อยู่ในตำแหน่งเปิดเมื่อใช้งานและปิดเมื่อเลิกใช้

9)ตรวจสอบระดับน้ำมันในถังแยกน้ำมันระดับน้ำมันควรอยู่ประมาณของถัง ½

10)ระดับน้ำมันในเครื่องควรอยู่ระหว่าง½-¾ของระดับตาแมวและสีของน้ำมันต้องมีลักษณะใส

11)ตรวจสอบระดับน้ำในถังของEvaporative Condenser และตรวจการทำงานของวาล์วลูกลอยสำหรับเติมน้ำ

12)ตรวจสอบตำแหน่งปิด-เปิดของวาล์วน้ำยาและน้ำมัน

13)ระดับน้ำยาแอมโมเนียในถังเก็บไม่เกิน¾ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถัง

14)ติดตั้งถังดับเพลิงชนิดDry Chemicalหรือชนิดที่สามารถใช้ดับเพลิงที่เกิดจากการลุกไหม้ของแอมโมเนีย

15)ต้องมีหน้ากากป้องกันอันตรายจากแอมโมเนียในกรณีที่เกิดการรั่วไหล

16)ต้องมีป้ายแสดงคุณสมบัติ(Material Safety Data Sheet: MSDS)ในบริเวณที่มีการใช้แอมโมเนีย

17)สามารถแนะนำให้ผู้ประกอบกิจการโรงงานห้องเย็นตรวจสอบความปลอดภัยได้ด้วยตนเอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบตรวจความปลอดภัยระบบทำความเย็น[1]

ชื่อสถานประกอบการ.....

สถานที่ตั้ง.....

ตรวจสอบโดยเมื่อวันที่.....

คอมเพรสเซอร์1.

ชนิด.....จำนวนชุด.....ชื่อผู้ผลิต .....

- สารที่ใช้ทำความเย็น

  ☐ แอมโมเนีย ☐ ฟรีออน ☐ อื่นๆ(ระบุ).....

- ลิ้นนิรภัย

  ☐ มีชนิด O ระบายใน O ระบายนอก ความดันที่ปรับตั้ง.....กก./ซม^2

  ☐ ไม่มี

- ท่อทางออกของลิ้นนิรภัย

  ☐ มีสภาพ O ปลอดภัย O ไม่ปลอดภัย

  ☐ ไม่มี

- วาล์วสกัดทางดูด

  ☐ มีสภาพ O ปลอดภัย O ไม่ปลอดภัย

  ☐ ไม่มี

- วาล์วทางส่ง

  ☐ มีสภาพ O ปลอดภัย O ไม่ปลอดภัย

  ☐ ไม่มี

- วาล์วกันกลับ

  ☐ มีสภาพ O ปลอดภัย O ไม่ปลอดภัย

  ☐ ไม่มี

- สวิตซ์ควบคุมความดัน

  ☐ มี O ทางดูดสภาพ.....

  O ทางส่งสภาพ.....

  ☐ ไม่มี

- สวิตซ์ควบคุมน้ำมัน

  ☐ มี O ทางดูดสภาพ.....

  O ทางส่งสภาพ.....

- เกจวัดความดัน

  ☐ มี สภาพ O ดี O ชำรุด O อื่นระบุ.....

  ☐ ไม่มี

สรุปผลการตรวจ ☐ ปลอดภัยเพียงพอ ☐ ต้องปรับปรุงแก้ไข

สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

2. ภาชนะรับแรงดัน (Pressure Vessel)

จำนวน.....ชุด ชื่อผู้ผลิต..... H.P Receiver ขนาด ø.....

- ลิ้นนิรภัย ☐

  ☐ มี แบบ O เดี่ยว O มีวาล์วคั่น O ไม่มีวาล์วคั่น_คู่

  ความดันที่ปรับตั้งไวกก./ซม^2

  ☐ ไม่มี

- ท่อระบายของลิ้นนิรภัย

  ☐ มี O ปลายท่อต่อลงน้ำ O ไม่ต่อลงน้ำ

  สภาพของลิ้นนิรภัย O ดี สะอาด ผุกร่อนน้อย O ไม่ดี มีสนิท ผุกร่อนมาก

  ☐ ไม่มี

- เกจวัดความดัน ☐

  ☐ มี สภาพ O ดี O ชำรุด_ควรเปลี่ยน_ติดเพิ่ม

  ☐ ไม่มี

- Inter-cooler ขนาด ø……..
  - ลิ้นนิรภัย ☐มี___คู่ แบบ o เดี่ยว o มีวาล์วคั่น o ไม่มีวาล์วคั่น

  ความดันที่ปรับตั้งไว้.....กก./ซม^2

  ☐ ไม่มี
  - ท่อระบายของลิ้นนิรภัย ☐มี o ปลายท่อต่อลงน้ำ o ไม่ต่อลงน้ำ

    ☐ ไม่มีท่อระบาย
  - สภาพของลิ้นนิรภัย ☐ ดี สะอาด ผุกร่อนน้อย

    ☐ ไม่ดีมีสนิทผุกร่อนมาก
- เกจวัดความดัน

  ☐ มี สภาพ o ดี o ชำรุด

  ☐ ไม่มี ควรเปลี่ยนหรือติดเพิ่ม
- Accumulator ขนาดø……..
  - ลิ้นนิรภัย ☐ มี___คู่ แบบ o เดี่ยว o มีวาล์วคั่น o ไม่มีวาล์วคั่น

  ความดันที่ปรับตั้งไว้.....กก./ซม^2

  ☐ ไม่มี
  - ท่อระบายของลิ้นนิรภัย ☐ มี o ปลายท่อต่อลงน้ำ o ไม่ต่อลงน้ำ

    ☐ ไม่มีท่อระบาย
  - สภาพของลิ้นนิรภัย ☐ ดี สะอาด ผุกร่อนน้อย

    ☐ ไม่ดีมีสนิทผุกร่อนมาก
  - เกจวัดความดัน ☐ มี สภาพ o ดี o ชำรุด

    ☐ ไม่มี o ควรเปลี่ยนหรือติดเพิ่ม

สรุปผลการตรวจ ☐ ปลอดภัยเพียงพอ ☐ ต้องปรับปรุงแก้ไข

สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

3. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ

(Shell and Tube Heat Exchangers)

มีจำนวน..... ชุดชื่อผู้ผลิต.....

ความดันใช้งาน.....กก./ซม^2

- ลิ้นนิรภัย ☐ มี แบบ O เดี่ยว O มีวาล์วคั่น O แบบคู่

ความดันที่ปรับตั้งไว้.....กก./ซม^2

☐ ไม่มี

4.ท่อระบายของลิ้นนิรภัย

☐ มี O ปลายท่อต่อลงน้ำ O ไม่ต่อลงน้ำ

☐ ไม่มี

สภาพถัง ☐ ดี มีการผุกร่อนน้อย ☐ ไม่ดีมีการผุกร่อนมาก

5.กระจกระดับน้ำยา

- กระจกระดับน้ำยา

☐ มี แบบ O หลอดแก้ว O แท่งแก้ว

- กรอบกันอันตรายกันกระแทกโดยรอบ O มี O ไม่มี
- วาล์วสกัดหัวท้ายลิ้นกันกลับป้องกันการรั่วเมื่อกระจกแตก O มี O ไม่มี

☐ ไม่มี

- ท่อ (Tube Side) อาจถูกสกัดด้วยวาล์ว (Valve)

☐ มีอุปกรณ์ระบายความดันในส่วนที่ถูกสกัดด้วยวาล์ว (Valve)

☐ ไม่มี

6.ปั๊มน้ำยา (Refrigerant Pumps)

- วาล์วสกัดทางเข้า – ออก

☐ มี ☐ ไม่มี

- การติดตั้งวาล์วระบายความดันหรือท่อระบายแบบเปิดตลอดเวลาเพื่อป้องกันความดันเกิน

☐ มี ☐ ไม่มี

7.ระบบความปลอดภัยทั่วไป

1) ท่อทั้งหมดปราศจากการผุกร่อนและการรั่วไหลของน้ำยา

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

2) ท่อทั้งหมดปราศจากการจับตัวของน้ำแข็งจนมากผิดปกติ

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

3) ความมั่นคงแข็งแรงในการยึดหรือแขวนท่อทั้งหมด

☐ เพียงพอ ☐ ไม่เพียงพอ

4) การป้องกันท่อทั้งหมดให้ปลอดภัยจากการสัญจร

☐ เพียงพอ ☐ ไม่เพียงพอ

5) ท่อทั้งหมดมีเครื่องหมายแสดงความดันอุณหภูมิทิศทางการไหล

☐ มี ☐ ไม่มี

6) เสียงหรือความสั่นสะเทือนที่ผิดปกติในขณะทำงาน

☐ มี ☐ ไม่มี

7) การรั่วไหลของน้ำพุสำหรับล้างตาบริเวณใกล้ห้องเครื่อง

☐ มี ☐ ไม่มี

8) หน้ากากป้องกันพิษจากสารทาความเย็นอย่างน้อย 2 ชุด

อยู่ในสภาพดี ☐ มี ☐ ไม่มี

9) ฝักบัวและอ่างน้ำพุสำหรับล้างตาบริเวณใกล้ห้องเครื่อง

☐ มี ☐ ไม่มี

10) ภายในห้องเครื่องมีพัดลมระบายอากาศติดตั้งอยู่หรือไม่

☐ มี ☐ ไม่มี

11) ทีทางเข้าออกเครื่องไม่น้อยกว่าหนึ่งทาง

☐ มี ☐ ไม่มี

12) วาล์วประธานอยู่ในตำแหน่งที่สะดวกต่อการใช้งาน

☐ มี ☐ ไม่มี

13) วาล์วถ่ายสารทำความเย็นหรือน้ำมันติดตั้งปลั๊กอุดไว้ใช้หรือไม่

☐ มี ☐ ไม่มี

สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.3 การตรวจสอบความปลอดภัยของระบบทำความเย็น

อันตรายที่เกิดจากแอมโมเนียส่วนใหญ่เกิดจากการรั่วซึมของแอมโมเนียในระบบ

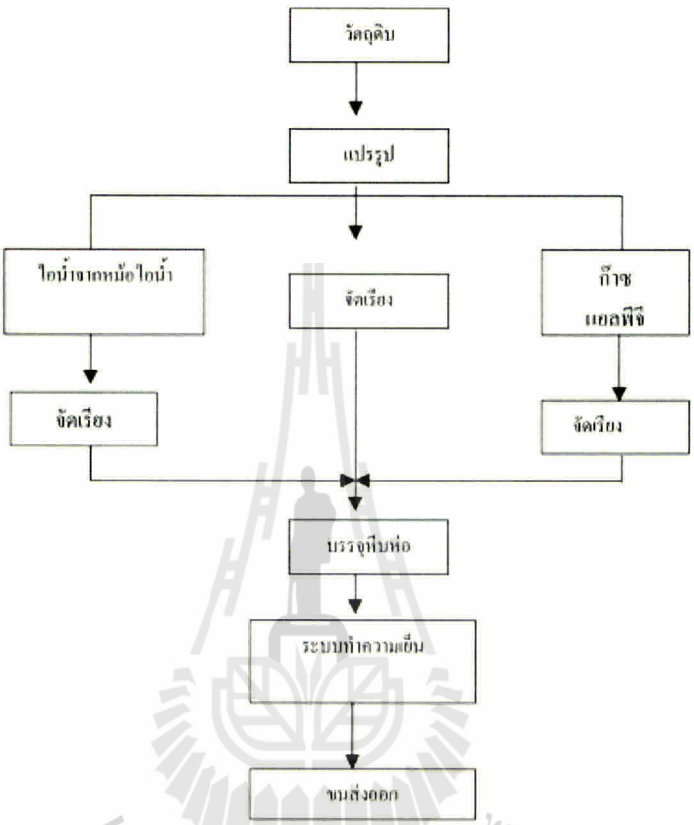
4.4 สาเหตุของการรั่วไหลของแอมโมเนีย โดยทั่วไปเกิดจาก

- การซ่อมบำรุงตามปรกติ เช่น ล้างกรอง ถ่ายน้ำมันเครื่อง
- การสึกหรอ หลวม ของอุปกรณ์ เช่น ประเก็นโอริง
- การรั่ว ผุกร่อน หรือแตกร้าว
- การระเบิดของอุปกรณ์
- ภัยชนิดอื่นๆ เช่น ไฟไหม้ แผ่นดินไหว

4.5 การป้องกันการรั่วซึมของแอมโมเนีย สามารถทำได้โดยการตรวจเช็คการรั่วซึมของแอมโมเนียอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งวิธีการตรวจ มีดังนี้

- ตรวจด้วยวิธีการดมกลิ่น
- ตรวจด้วยกระดาษลิสมัส (Phenophtalene)
- ตรวจด้วยอุปกรณ์ตรวจจัดก๊าซแอมโมเนีย (Ammonia Leak Detector)
- ตรวจโดยการเก็บตัวอย่างอากาศไปตรวจวัดในห้องปฏิบัติการ
- ตรวจโดยใช้กระดาษกำมะถันจุดไฟ
- ข้อดี รู้แหล่งที่มาของการรั่วอย่างชัดเจน
- ข้อเสีย ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ของกำมะถันมีกลิ่นฉุนรุนแรง

5. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Work Instruction) อย่างปลอดภัย [7]



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กระบวนการผลิตเริ่มต้นจากการรับวัตถุดิบซึ่งอาจเป็นอาหารสด ดิบ เช่นอาหารทะเลต่าง ๆ หมู ไก่ เป็นต้น ขนส่งโดยรถบรรทุกจากผู้ขาย นำมาแปรรูป ตัดแต่งให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการ หลังจากนั้น

1. จัดเรียงให้เรียบร้อย และบรรจุหีบห่อ
2. ส่งเข้าแผนกทอด ย่าง โดยกระบวนการใช้ความร้อน จากการจุดเชื้อเพลิงต่าง ๆ ซงปกติเป็นก๊าซหุงต้ม (ปกติใช้ก๊าซแอลพีจี, LPG) แล้วจึงบรรจุหีบห่อ
3. ต้ม/นึ่งด้วยนาร้อน หรืออบด้วยไอน้ำ ซงมาจากการจุดเชื้อเพลิงหรือหม้อไอน้ำ แล้วจึงบรรจุหีบห่อ

หลังจากบรรจุหีบห่อจะเข้าระบบแช่แข็ง ซึ่งอาจใช้ระบบทำความเย็น แบบระบบปิด โดยใช้แอมโมเนียหรือตัวกลางอื่นๆ เช่นไนโตรเจนหรือคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อน หรือในบางระบบใช้ก๊าซไนโตรเจน ขยายตัวสัมผัสโดยตรงกับผลิตภัณฑ์เพื่อลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์โดยตรง และหลังจากนั้นก็จะขนส่งผลิตภัณฑ์แช่แข็งสู่ลูกค้าต่อไป

อุปกรณ์หลักที่ใช้ในกระบวนการและวิธีการพิจารณาอุปกรณ์วิกฤต/ และขั้นตอนการทำงานที่วิกฤต

1. <u>กระบวนการทอด</u> ย่าง เนื่องจากใช้เชอเพลิงเผาให้เกิดความร้อน เพื่อทอดย่าง ต้ม เหมือนในครัวตามบ้าน ดังนั้นจึงมีโอกาสเกิดเพลิงไหม้ จาก
   - การรับและจัดเก็บเชื้อเพลิง (ปกติใช้ก๊าซหุงต้มแอลพีจี LPG)
   - ระบบท่อเชื้อเพลิง
   - จุดที่เผาเชื้อเพลิงอันได้แก่ เตาทอด ย่าง หรือ หม้อต้ม
2. <u>หม้อไอน้ำที่ใช้ผลิตไอน้ำ</u> ใช้ในกระบวนการต้มนึ่ง อาจเกิดระเบิด
3. <u>ห้องแช่แข็ง</u> อาจเกิดจากการรั่วไหลของตัวกลางทำความเย็น ซงปกติใช้ก๊าซแอมโมเนียออกไปสู่ชุมชนภายนอก ซงอาจเกิดจากการรั่ว จากการเติม จัดเก็บแอมโมเนียเหลว จากระบบท่อหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ เช่น คอมเพรสเซอร์, อินเตอร์คูลเลอร์ เป็นต้น ในกรณีทำความเย็นหรือโดยใช้การขยายตัวของก๊าซภายใต้ความดันและลดอุณหภูมิ โดยดึงความ

ร้อนโดยรอบ ปกติจะใช้ไนโตรเจนเหลว (Liquid Nitrogen) ซึ่งอาจเกิดกรณีไนโตรเจนหลังจากการขยายตัวรวออกมาสู่ภายนอกแทนที่อากาศ ทำให้ระดับก๊าซอ๊อกซิเจนที่ใช้หายใจลดต่ำลงจนเกิดเป็นอันตรายกับพนักงานหรือคนที่อยู่โดยรอบ

4. ระบบไฟฟ้า

1. กรณีขาดการบำรุงรักษาหม้อแปลงและลานไกไฟฟ้าอาจเกิดระเบิด/ไฟไหม้ที่หม้อแปลงหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า
2. กรณีรับไฟฟ้าจาก 2 แหล่ง คือ จากไฟฟ้าภายนอก (การไฟฟ้าภูมิภาคหรือการไฟฟ้านครหลวง) และเครื่องผลิตไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Generator) โดยมิได้ทำซิงโครไนซ์ (Synchronize) ปัญหาคือ เกิดระเบิดที่ Generator

หมายเหตุ ซิงโครไนซ์คือการปรับให้เท่ากันซึ่งกรณีนี้คือปรับความถี่ มุมเฟสและแรงดันให้เท่ากัน

3. กรณีการวางถังน้ำมันเชื้อเพลิงไว้ใกล้เครื่องยนต์ดีเซล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินที่ปกติจะเป็นเครื่องดีเซล อาจเกิดไฟไหม้จากความร้อนของเครื่องดังกล่าว

มาตรการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในกระบวนการผลิต

1. การเกิดอุบัติเหตุอัคคีภัยจากกระบวนการทอดย่าง

- ไฟไหม้จากการรับและจัดเก็บเชื้อเพลิง

1. กำหนดวิธีการรับและจัดเก็บเชื้อเพลิง ป้องกันการล้ม จัดหาพื้นที่จัดวางให้ห่างประกายไฟ เป็นต้น
2. กำหนดการป้องกันเปลวไฟในพื้นที่จัดเก็บ เช่น
   - ป้ายเตือนห้ามสูบบุหร
   - ควบคุมงานที่มีประกายไฟในบริเวณดังกล่าวเช่นมีระบบ Work Permit
3. การควบคุมการรั่วไหล เช่น การตรวจสอบการรั่วไหลที่ข้อต่อ หรือจุดเปิดต่าง ๆ โดยตรวจสอบ โดยการมอง หรือ ฟองสบู่ เป็นต้น

- ไฟไหม้จากการรั่วในระบบท่อก๊าซ ป้องกันโดย จัดการตรวจสอบเชิงบำรุงรักษา (Preventive

Maintenance) ระบบท่อเป็นประจำ

- บริเวณเตาหุงต้ม ป้องกันโดยกำหนดวิธีการปฏิบัติงานในแต่ละจุด เน้นการปิดหัวก๊าซ ในกรณีเลิกใช้ก๊าซ กำหนดการตรวจสอบหัวก๊าซเป็นประจำ

- ในส่วนการตอบโต้กรณีเกิดเพลิงไหม้

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ฉุกเฉินให้พร้อมเพียงพอ และเหมาะสมกับชนิดและขนาดปัญหา อุปกรณ์ที่กล่าวถึงนี้หมายถึง ถังดับเพลิงระบบน้ำดับเพลิง ตัวจับควัน (Smoke Detector) ตัวจับความร้อน (Heat Detector) สปริงเกอร์ (Sprinker) ระบบดับเพลิงที่ติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed System), ระบบเตือนภัยอัคคีภัย (Fire Alarm) เป็นต้น
2. จัดเตรียมแผนฉุกเฉิน กรณีเพลิงไหม้ พร้อมฝึกซ้อม
3. อบรมการใช้อุปกรณ์ฉุกเฉิน เช่น การใช้ถังดับเพลิง ระบบน้ำดับเพลิง

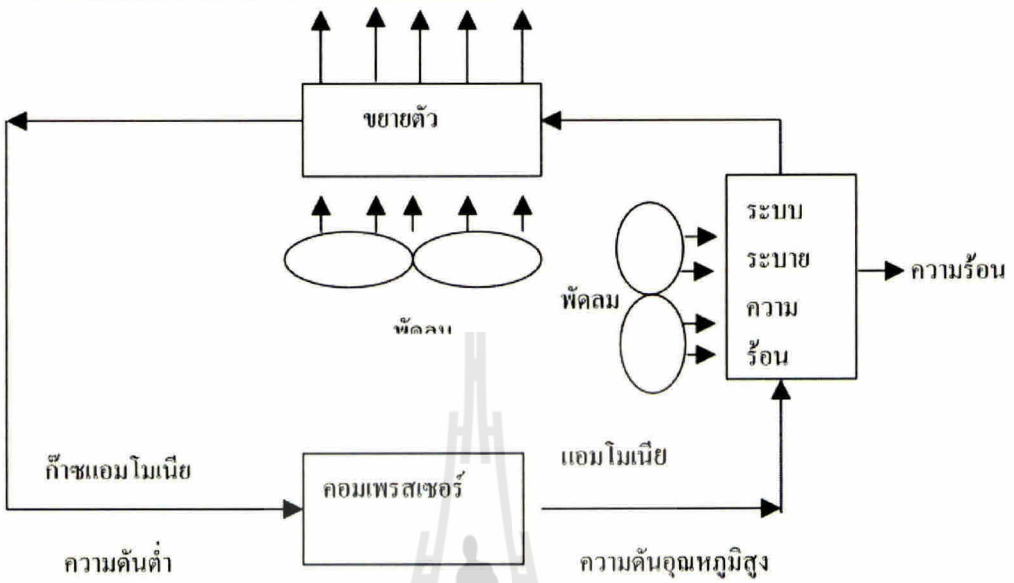
2. <u>การระเบิดของหม้อไอน้ำ</u> สาเหตุหลักเกิดจาก

1. แรงดันในบอยเลอร์ดรัม (Boiler Drum) เกินและวาล์วระบายแรงดัน (Safety Valve) ไม่ทำงานระบายแรงดันออกไม่ทันหรือชำรุด
2. ระบบดับหม้อไอน้ำอัตโนมัติ (Interlock) ไม่ทำงานคือกรณีเตาดับแต่ในระบบเชื้อเพลิงไม่ปิด ทำให้เชอเพลิงที่เข้าไปภายหลังเกิดการระเบิดจากความร้อนที่ยังมีอยู่
3. ระดับน้ำต่ำอาจเกิดจากการป้อนน้ำเข้าระบบไม่ทัน และระบบดับ Boiler อัตโนมัติไม่ทำงาน

แนวทางป้องกันคือ

1. ตรวจสอบระบบ Interlock เชอเพลิงแรงดันไอน้ำและระดับน้ำเป็นระยะ
2. ตรวจสอบการทำงานของ Safety Valve เป็นระยะ
3. ทำการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยหม้อไอน้ำโดยวิศวกร ทุกปีตามกฎหมายกำหนด
4. ฝึกอบรมให้พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ (Boiler) มีความรู้ตามกฎหมายกำหนด
5. ตรวจสอบตะกรันภายในหม้อไอน้ำ และการอุดตันของท่อทางเข้าอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ

3. <u>การรั่วไหลของแอมโมเนีย ในระบบทำความเย็น</u>



จากระบบการทำความเย็นทั่วไป เรมจากสารทำความเย็น เช่น ก๊าซแอมโมเนีย ความดันต่ำ ไหลเข้าสู่คอมเพรสเซอร์อัดเพิ่มแรงดัน เข้าสู่ระบบระบายความร้อนเพื่อดึงพลังงานความร้อนออกจากระบบ ซงหมายถึงการรับความร้อนจากแอมโมเนีย ได้แอมโมเนียเหลวความดันสูง ไหลเข้าสู่ระบบขยายตัว เป็นก๊าซ เพื่อดึงความร้อนโดยรอบออกทำให้พื้นที่ภายในห้องแช่แข็ง เย็นลง โดยมีพัดลมกระจายความเย็นให้ทั่วถึง ดังนั้นการรั่วไหลอาจเกิดจาก

1. การเติมแอมโมเนียเหลวเข้าถังเก็บแอมโมเนีย
2. การจัดเก็บแอมโมเนียเหลวในถังเก็บ
3. ท่อภายในระบบรั่ว และที่อุปกรณ์ในระบบแต่ละตัว

ดังนั้นมาตรการป้องกันอาจทำได้ดังนี้

- กรณีแอมโมเนียรวไหลในช่วงการเติมเข้าถังเก็บ (Storage Tank) ระบบทำความเย็นป้องกันได้โดย

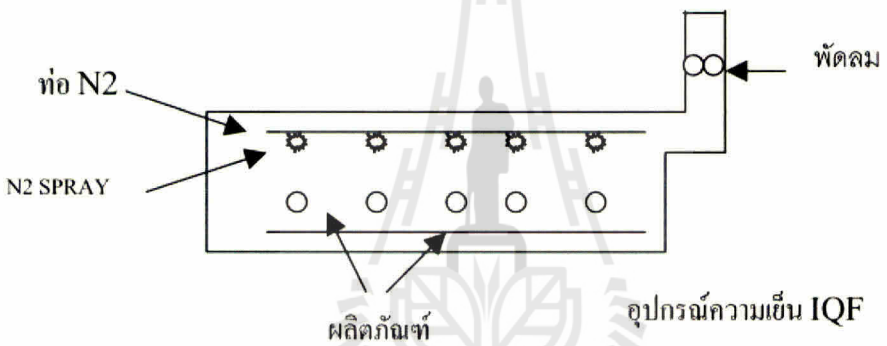
1. กำหนดวิธีการปฏิบัติงานการเติมแอมโมเนียเข้าถังเก็บหรือเข้าในระบบ
2. กำหนดการตรวจสอบอุปกรณ์วัดระดับถัง ระบบท่อ เป็นระยะ
3. ติดตั้งลนกันกลับที่ท่อเติมแอมโมเนีย

- กรณีจัดเก็บแอมโมเนียเหลวในถังเก็บ และเกิดหกรั่วไหล ป้องกันได้โดย
  1. กำหนดการตรวจสภาพถังเป็นระยะ
  2. กำหนดการตรวจสอบการรั่วไหลในระบบท่อ (Leak Survey)
  3. ติดตั้งเครื่องตรวจก๊าซแอมโมเนียรั่ว (Gas Detector)
- ในกรณีรั่วในห้องแช่แข็งหรือมีคนอยู่ในห้องแช่แข็ง
  1. ติดตั้งระบบเปิดประตูได้จากภายในห้องแช่แข็ง
  2. ติดตั้งสัญญาณแจ้งอันตราย (Alarm) ซึ่งกดเตือนจากภายในห้องแช่แข็ง
- กรณีรั่วจากระบบท่อ ป้องกันโดย
  1. กำหนดการตรวจสอบการรั่วไหลในระบบท่อ และอุปกรณ์แต่ละตัว (Leak Survey)
  2. ออกแบบระบบท่อให้อยู่ภายนอกอาคารให้มากที่สุด
  3. กำหนดแผนฉุกเฉิน (Emergency Plan) เพื่อควบคุมโอกาสเกิดเหตุฉุกเฉินกรณีรั่วไหลในจุดต่างๆ
- กรณีใช้คอนแท็คเพรทฟรีสเซอร์ (Contact Plate Freezer) เป็นระบบทำความเย็นระบบการทำงานเช่นเดียวกับระบบทำความเย็นเบื้องต้น จุดที่แตกต่างคือจุดที่แอมโมเนียขยายตัวเพื่อทำความเย็นในระบบ ผ่านไปยัง Plate เพื่อทำให้ Plate เย็น เพื่อสัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง โดยการดึงความร้อนจากผลิตภัณฑ์ และลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ฉะนั้นปัญหาหลักนอกจากปัญหาข้างต้นแล้วที่มีเพิ่มเติมคือ
  1. อันตรายจากการสัมผัส Plate ซึ่งเย็นจัด
  2. ท่ออ่อนที่จุดต่อกับเพลทแตก

ป้องกันโดย

- หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับ Plate โดยตรงและใช้ถุงมือป้องกันความเย็น
- กำหนดท่ออ่อนที่ทนแรงดันสูงสุดในระบบได้ และตรวจสอบจุดต่อให้แน่นหนา
- กำหนดระเบียบปฏิบัติงานกรณีระบบมีปัญหา เพื่อป้องกันกรณีส่วนของระบบที่มีแรงดันต่ำมีแรงดันสูงขึ้น

- กรณีใช้สารทำความเย็นคือไนโตรเจนเหลวขยายตัวสัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง หรือ IQF ถ้าในกรณีที่เครื่องทำความเย็นดังกล่าวอยู่ในอาคาร อันตรายจะเกิดจากก๊าซไนโตรเจนรั่วออกมาภายในทำให้พนักงานบริเวณดังกล่าวขาดอากาศหายใจ



ป้องกันโดย

- กำหนดการตรวจสอบอินเตอร์ล็อค (Interlock) พัดลมระบายอากาศต้องทำงาน และช่องเปิดของอุปกรณ์ทำความเย็นต้องปิด ไนโตรเจนจึงจะสามารถเปิดออกมาทำความเย็นได้
- ตรวจสอบปล่องระบายอากาศจากพัดลม ไม่ให้อุดตัน
- บำรุงรักษาเชิงป้องกันพัดลมและใบพัด

4 <u>ไฟไหม้/ระเบิดจากระบบไฟฟ้า</u>

- โอกาสเกิดระเบิดที่หม้อแปลงหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งอาจสืบเนื่องมาจากอุปกรณ์เสื่อมสภาพ มีสัตว์เข้าไปทำรัง หรือ เกิดปัญหาทางระบบไฟฟ้า โดยที่อุปกรณ์ป้องกัน เช่น รีเลย์ป้องกัน (Protective Relay) ไม่ทำงาน หรือระบบตัดตอนอัตโนมัติ เช่น อินเตอร์ล็อค (Interlock) ต่าง ๆ ไม่ทำงาน

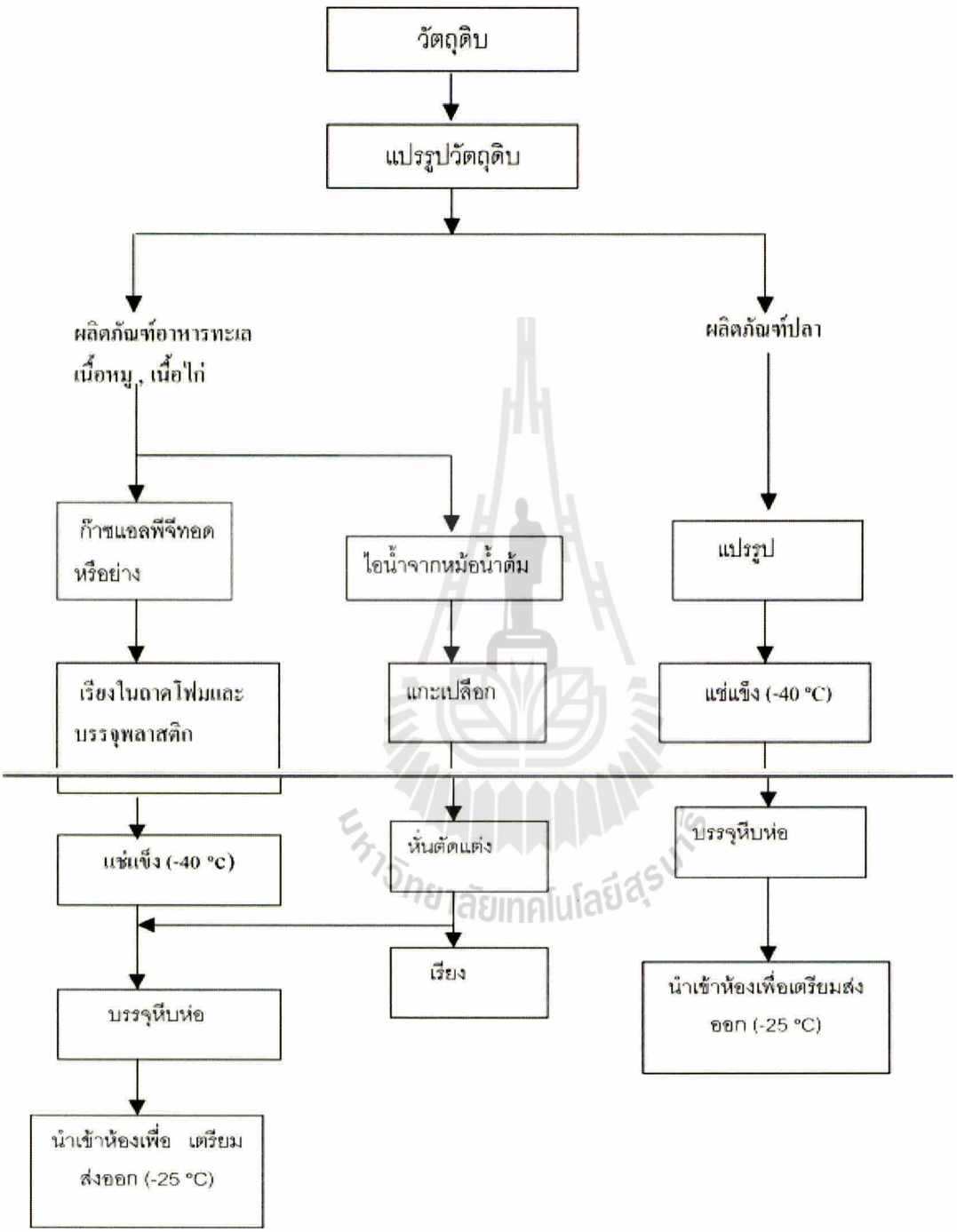
ป้องกันโดย

1. มีผู้ชำนาญการมาตรวจสอบอุปกรณ์ และระบบป้องกันเป็นระยะตามกำหนด เช่น กำหนดเป็นแผนประจำปี
2. กำหนดรายการตรวจสอบด้วยตา (Visual Check) เพื่อตรวจสอบกรณีมีสิ่งผิดปกติ เช่น มีสัตว์เข้าไปทำรัง หกรั่วไหล เสียงดัง สารดูดความชื้นในหม้อแปลงมีสิ่งผิดปกติ เป็นต้น

- โอกาสเกิดระเบิดไฟไหม้มีระบบผลิตไฟฟ้าฉุกเฉิน อาจสืบเนื่องมาจากกรณีปกติจะใช้เครื่องดีเซลขับเครื่องผลิตไฟฟ้า (Emergency Diesel Generator) ซึ่งเครื่องขณะทำงานจะมีความร้อน และ ถังน้ำมันดีเซลจะวางอยู่ใกล้เครื่อง จึงมีโอกาสเกิดเพลิงไหม้ หรือในกรณีไฟฟ้าดับจึงเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลจ่ายไฟฟ้าให้กับโรงงานบางส่วน กรณีที่ไฟฟ้าภายนอกจ่ายไฟได้ตามปกติ ถ้ารับไฟฟ้าภายนอกเข้ามาโดยมิได้ปลดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ออกก่อน โดยมิได้ทำซิงโครไนซ์ (Synchronize) จะทำให้เกิดระเบิดได้ที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ซึ่งโดยปกติการออกแบบจะมีอินเตอร์ล็อค (Interlock) เพื่อความปลอดภัยไม่ให้เกิดเหตุการณ์เช่นนี้อยู่แล้ว แต่เพื่อความปลอดภัยอีกระดับ จำเป็นต้องมีระเบียบปฏิบัติงานเฉพาะในเรื่องนี้และสื่อสารให้ผู้ปฏิบัติงานเฉพาะทราบ

<u>สรุป</u> รายการ Major Hazard

1. กระบวนการแช่แข็ง เรื่องอันตรายจากแอมโมเนียรั่วไหล
2. กระบวนการแช่แข็ง เรื่องอันตรายจากไนโตรเจนรั่วไหลสู่พื้นที่ปฏิบัติงาน
3. ระบบหม้อไอน้ำ เรื่องอันตรายจากความดันในถังพักสูงเกิดระเบิด
4. การใช้ LPG ปรุงอาหาร เรื่องโอกาสเกิดอัคคีภัย
5. ระบบไฟฟ้า/ไฟฟ้าสำรอง เรื่องโอกาสเกิดระเบิด/ไฟไหม้
6. การรับ/จัดเก็บแอมโมเนีย



รูปที่ 1 แผนผังกระบวนการผลิตอาหารสำเร็จรูปของโรงงาน

รายละเอียดของกระบวนการผลิตและเครื่องจักรที่ใช้

กระบวนการผลิต

1. รับวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์อาหารทะเล, เนื้อหมู
2. แปรรูปวัตถุดิบ
3. ทอดหรือย่าง
4. เรียงในถาดโฟมและบรรจุพลาสติก
5. แช่เข็ง
6. บรรจุหีบห่อ
7. นำเข้าห้องเก็บเพื่อเตรียมส่งออก

ระบบสนับสนุนในกระบวนการผลิต

1. ระบบทำความเย็นชนิดใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็น
2. ระบบไอน้ำ
3. ระบบทำความเย็นแบบไอคิวเอฟ (I.Q.F)
4. ไฟฟ้าฉุกเฉิน
   - Emergency Generator
   - หม้อแปลงและอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง

วัตถุดิบในกระบวนการ

1. ก๊าซแอลพีจี
2. ไนโตรเจน
3. อาหารทะเล
4. แอมโมเนีย
5. น้ำมันดีเซล
6. น้ำมันพืช

เครื่องจักรในกระบวนการ

เครื่องจักรทั่วไป

1. เครื่องแช่เยือกแข็ง (I.Q.F)
2. เครื่องหั่นหอม

3. เครื่องบดขนมปัง
4. เครื่องทำสุญญากาศ
5. เครื่องซีลถุง (เท้าเหยียบ)
6. เตาทอดกุ้ง
7. เครื่องคัดขนาดกุ้ง
8. เครื่องแพ็คกล่อง
9. เครื่องห่อฟิล์มหด
10. เครื่องโม่แป้ง
11. เครื่องบดกากแป้ง
12. เครื่องหั่นกระหล่ำปลี
13. เครื่องโม่น้ำแข็ง
14. เครื่องตรวจโลหะ
15. หม้อไอน้ำ
16. Conveyor (ใช้ในการส่งผลิตภัณฑ์เข้าห้องเก็บ)
17. Conveyor (ใช้ในการลำเลียงแป้ง)
18. แอมโมเนียคอมเพรสเซอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

19. Evaporative Condensor
20. Liquid Reciever
21. Economizer/Intercooler
22. Low Side Seperator
23. Air Blast Freezer/Cold Room
24. เครื่องต้ม (Boiling)
25. เครื่องเช็คเวดส์ (Weight Checker)
26. เครื่องชั่งแป้ง

<u>สรุปผลการศึกษาวิเคราะห์การดำเนินงานที่มีความเสี่ยง</u>

จากการดำเนินการชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงของบริษัท อุตสาหกรรมห้องเย็น จำกัด ตามคู่มือฉบับนี้ พบว่า อุปกรณ์ที่มีความวิกฤตที่จะก่อให้เกิดอุบัติภัยร้ายแรง ประกอบด้วย

1. การเกิดอุบัติเหตุอัคคีภัยจากกระบวนการทอดย่าง
2. การระเบิดของหม้อไอน้ำ
3. การรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียในระบบทำความเย็น
4. การรั่วไหลของก๊าซไนโตรเจนกรณี IQF
5. ไฟไหม้/ระเบิดจากระบบไฟฟ้า
6. การรั่วไหลจากการขนส่ง/จัดเก็บแอมโมเนีย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

1. คู่มือ การจัดการความปลอดภัยและมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานของสถานประกอบการห้องเย็นและการทำน้ำแข็งที่ใช้สารแอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร http://203.155.220.217/phpd/Media/HandBook/ESD/55/Ammonia%20Manage.pdf
2. คู่มือมาตรฐานวิธีการตรวจสอบโรงงาน ห้องเย็น (ประเภทหรือชนิดโรงงานลำดับที่ 92) กรมโรงงานอุตสาหกรรม http://www.diw.go.th/km/factory/pdf/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AB%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%A2%E0%B9%87%E0%B8%99.pdf
3. ความปลอดภัยห้องเย็น http://www.thaisafetywork.com/%E0%B8%AB%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%A2%E0%B9%87%E0%B8%99-%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%94%E0%B8%A0%E0%B8%B1%E0%B8%A2%E0%B9%83%E0%B8%99/
4. ข้อกำหนดมาตรฐานห้องเย็น http://mwsc.dit.go.th/Upload/Knowlege/20/1.4_%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B8%B3%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B8%94%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%90%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%AB%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%A2%E0%B9%87%E0%B8%99.pdf.
5. มาตรการทำงานและโรคอันเกี่ยวเนื่องจากการทำงานในห้องเย็น http://www.siamsafety.com/index.php.
6. สรุปสาระสำคัญกฎหมายด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน ฉบับล่าสุด http://www.safetyservices.co.th/law-and-regulations-update/124-summary-of-key-legislation.
7. คู่มือชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยง กรมโรงงานอุตสาหกรรม http://www.diw.go.th/Risk/index.htm.
8. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. Cold storage / ห้องเย็น. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.foodnetworksolution.com (วันที่ค้นข้อมูล: 19 เมษายน 2557).

9. Dahlström, Göran, Granberg, Per-Ola, Holmér, Ingvar. (2011). Cold Environment and Cold Work. International Labor Organization, Geneva.
10. Center for Disease Control and Prevention. Cold Stress. [Online]. http://www.cdc.gov. (April 19, 2014).
11. ACGIH. (2013). TLVs and BEIs. [Online]. http://www.fosh.org. (April 19, 2014).
12. อนามัย เทศกะทึก. (2551) อาชีวอนามัยและความปลอดภัย (ฉบับปรับปรุง). โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์ กรุงเทพมหานคร.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
Suranaree University of Technology
31051001837687