

คู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

นางสาวกฤษณา ภูริกิตติชัย



การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาวิทยาศาสตร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2554

Manual on Safety Management of Ammonia in Ice Production Industry

Miss Kritsana Poorikittichai



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Public Health in Industrial Environment Management

School of Health Science


Sukhothai Thammathirat Open University


2011

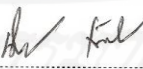
หัวข้อการศึกษาคั่นคว่ำอิสระ คู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิต
น้ำแข็ง
ชื่อและนามสกุล นางสาวกฤษณา ภูริกิตติชัย
แขนงวิชา สาธารณสุขศาสตร์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ศรีศักดิ์ สุนทรไชย

การศึกษาคั่นคว่ำอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2554

คณะกรรมการสอบการศึกษาคั่นคว่ำอิสระ


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศรีศักดิ์ สุนทรไชย)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธีไพบูลย์)


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. นิตยา เพ็ญศิริินภา)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

ชื่อการศึกษา คำนวณไอสระ **คู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง**
ผู้ศึกษา นางสาวกฤษณา ภูริกิตติชัย **รหัสนักศึกษา** 2485000547 **ปริญญา** สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต
(การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม) **อาจารย์ที่ปรึกษา** รองศาสตราจารย์ ดร. ศรีศักดิ์ สุนทรไชย
ปีการศึกษา 2554

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อจัดทำคู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย และใช้เป็นแนวทางในการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

วิธีการดำเนินการศึกษาได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแอมโมเนียที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง จากตำราภาษาไทยและภาษาอังกฤษจากห้องสมุดทั้งในมหาวิทยาลัยและในหน่วยงานราชการต่างๆ บทความทางวิชาการและข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาเรียบเรียงเป็นคู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง จากนั้นได้ทำการประเมินการใช้คู่มือโดยผู้ทรงคุณวุฒิและได้ดำเนินการปรับปรุงคู่มือตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการศึกษาได้รวบรวมจัดทำเป็นคู่มือ “การจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง” ที่มีเนื้อหา 6 บท ประกอบด้วย บทนำ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอมโมเนีย กระบวนการผลิตน้ำแข็ง การจัดการแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง การป้องกันอันตรายในการใช้แอมโมเนียและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นข้อมูลที่พนักงานในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานและการป้องกันตนเองได้

คำสำคัญ แอมโมเนีย คู่มือการจัดการความปลอดภัย อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

Independent Study title : Manual on Safety Management of Ammonia in Ice Production Industry

Author : Miss Kritsana Poorikittichai; ID 2485000547 ;

Degree : Master of Public Health (Industrial Environment Management);

Independent Study advisor : Dr. Sarisak Soontornchai, Associate Professor;

Academic year : 2011

Abstract

The objective of this study was to prepare manual for workers exposing to ammonia while working and use this manual on Safety management of ammonia in ice production industry.

The method of study was conducted by collecting information of ammonia used in the ice production industry in Thai and English textbooks from various libraries of both university and government agencies, academic articles, internet, as well as law and relevant standards. The information were then compiled into Manual on Safety Management of Ammonia in Ice Production Industry, evaluated by the experts, and revised according to their comments.

The results of this study were that the manual on “ Safety Management of Ammonia in Ice Production Industry” was prepared with six chapters including introduction, general information of ammonia, production of ice, safety management of ammonia in ice production industry, protection of hazard while using ammonia, and related laws. This information among the workers in Ice Production Industry can be used as guidelines for operations and self-protection.

Keywords: Ammonia, Manual on Safety Management, Production of ice

กิตติกรรมประกาศ

การทำคู่มือฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ศรีศักดิ์ สุนทรไชย อาจารย์ที่ปรึกษาคณาจารย์ วิชาเอกการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำการทำคู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง อย่างใกล้ชิดมาตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์ กรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระและคณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพทุกท่าน สำหรับคำแนะนำ รวมถึงข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานให้สำเร็จลุล่วงตามข้อกำหนดและบรรลุดัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้

นอกจากนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คุณพินรัฐ เตชะปัญญาวงศ์ เจ้าหน้าที่รับผิดชอบงานบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ขอขอบพระคุณ ดร. อรอนงค์ รัชตราชนชัย อาจารย์แสงโสม ศิริพานิช และ คุณอรรรถุณี นิชชากร ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการประเมินผลการใช้คู่มือ และให้คำแนะนำในการปรับแก้คู่มือ ขอขอบพระคุณ คุณธนิตชัย คำแดง คุณอรรรถกิจ ภูริกิตติชัย และทุก ๆ คนในครอบครัวรวมทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำคู่มือครั้งนี้ทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจในการดำเนินการโดยตลอด ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

กฤษณา ภูริกิตติชัย

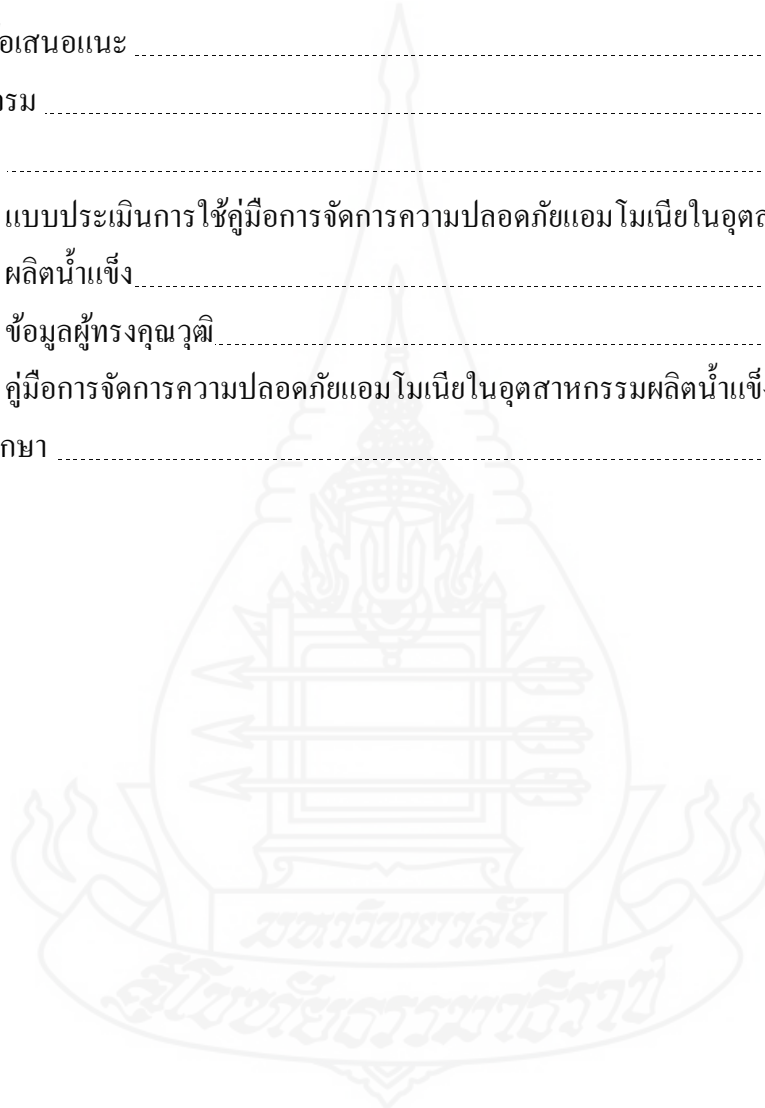
มิถุนายน 2554

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
ขอบเขตการศึกษา	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอม โมเนีย	4
คำนิยามและรหัสบ่งชี้ของสารเคมี	9
เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี (Safety Data Sheets ; SDS)	19
อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง	20
การบำบัดและการกำจัดแอม โมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง	25
ระบบการตรวจสอบการรั่วไหลของก๊าซหรือไอระเหย	30
อุบัติภัยของการเกิดอันตรายจากแอม โมเนียรั่วไหลในประเทศไทย	32
การประเมินความเสี่ยง	38
หน้าที่ของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน (จป.) ระดับต่าง ๆ	40
กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับแอม โมเนีย	42
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา	47
บทที่ 4 ผลการประเมินการใช้คู่มือ	50
การประเมินการใช้งานคู่มือ	50
การปรับแก้คู่มือตามผลการประเมิน	51
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ	52

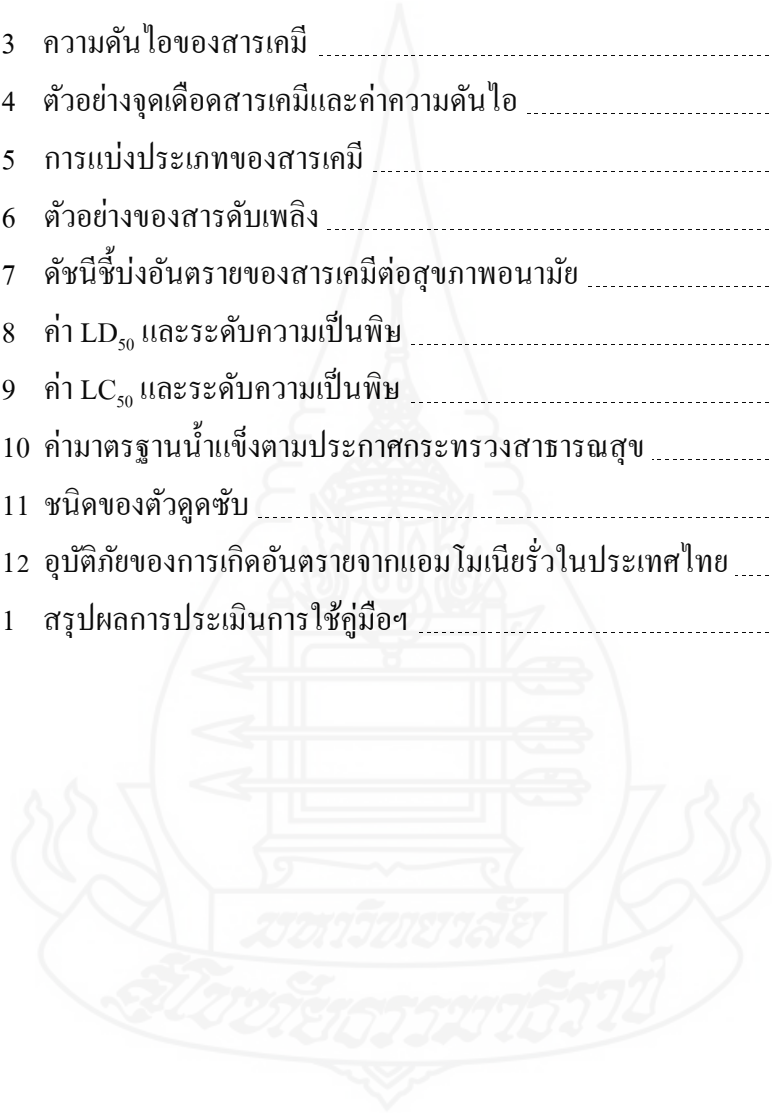
สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
สรุปผลการศึกษา	52
อภิปรายผลการศึกษา	53
ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก	58
ก แบบประเมินการใช้คู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรม ผลิตน้ำแข็ง	59
ข ข้อมูลผู้ทรงคุณวุฒิ	62
ค คู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง	66
ประวัติผู้ศึกษา	163



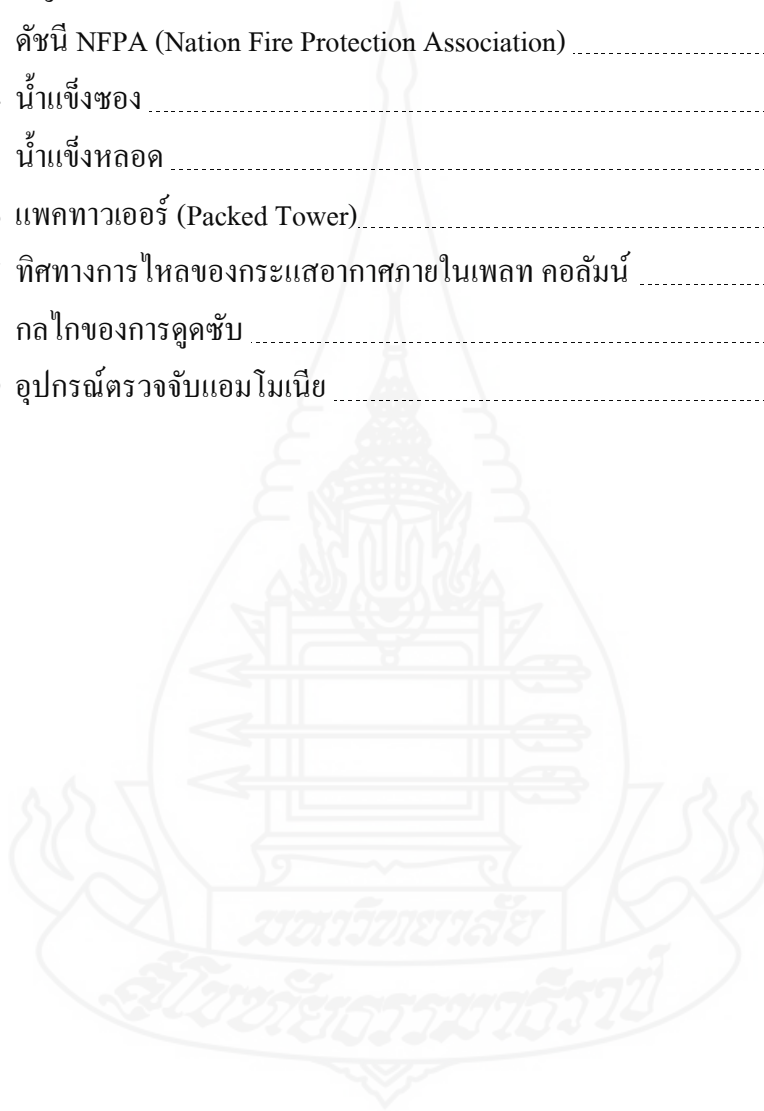
สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่าง UN/ID NO. ของสารเคมี	9
ตารางที่ 2.2 สถานะของสารเคมี	10
ตารางที่ 2.3 ความดันไอของสารเคมี	11
ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างจุดเดือดสารเคมีและค่าความดันไอ	11
ตารางที่ 2.5 การแบ่งประเภทของสารเคมี	13
ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างของสารดับเพลิง	14
ตารางที่ 2.7 ดัชนีชี้บ่งอันตรายของสารเคมีต่อสุขภาพอนามัย	15
ตารางที่ 2.8 ค่า LD ₅₀ และระดับความเป็นพิษ	17
ตารางที่ 2.9 ค่า LC ₅₀ และระดับความเป็นพิษ	18
ตารางที่ 2.10 ค่ามาตรฐานน้ำแข็งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข	22
ตารางที่ 2.11 ชนิดของตัวดูดซับ	31
ตารางที่ 2.12 อุบัติภัยของการเกิดอันตรายจากแอมโมเนียรั่วในประเทศไทย	36
ตารางที่ 4.1 สรุปผลการประเมินการใช้คู่มือฯ	52



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 สัญลักษณ์ความเป็นอันตรายของแอมโมเนีย	6
ภาพที่ 2.2 สัญลักษณ์ประเภทสินค้าอันตรายของแอมโมเนีย	7
ภาพที่ 2.3 ดัชนี NFPA (Nation Fire Protection Association)	15
ภาพที่ 2.4 น้ำแข็งซอง	21
ภาพที่ 2.5 น้ำแข็งหลอด	21
ภาพที่ 2.6 แพคทาวเออร์ (Packed Tower).....	27
ภาพที่ 2.7 ทิศทางการไหลของกระแสอากาศภายในเพลท คอลัมน์	28
ภาพที่ 2.8 กลไกของการดูดซับ	30
ภาพที่ 2.9 อุปกรณ์ตรวจจับแอมโมเนีย	36



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แอมโมเนียเป็นสารเคมีพื้นฐานที่มีประโยชน์อย่างมากในภาคอุตสาหกรรม จึงมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ส่วนใหญ่มักใช้เป็นการทำความเย็นเนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง ราคาถูกเมื่อเทียบกับสารทำความเย็นประเภทคลอโรฟลูออโรคาร์บอน และประการสำคัญคือไม่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ ถึงแม้ว่าแอมโมเนียจะมีประโยชน์แต่ก็มีความเป็นพิษในตัวเอง หากนำไปใช้ขาดความรู้และขาดความระมัดระวังจะทำให้เกิดโทษ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อมได้

อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งมักนิยมใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นในระบบทำความเย็น เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง ราคาถูก และคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับสารทำความเย็นประเภทอื่น การใช้แอมโมเนียในระบบทำความเย็นก็เพื่อเป็นสารทำความเย็น และจะใช้แอมโมเนียประเภทที่ปราศจากน้ำ (Ammonia Anhydrous) ซึ่งมีทั้งสถานะที่เป็นของเหลวและก๊าซ โดยมีคุณสมบัติที่ต่างกัน ถ้าหากอยู่ในสถานะก๊าซจะมีอันตรายสูง เพราะไม่มีสีแต่มีกลิ่นฉุนมาก ละลายน้ำได้ มีความเป็นพิษและมีฤทธิ์กัดกร่อนสูง เมื่อเกิดการรั่วไหลจะรวมตัวกับความชื้นในอากาศกลายเป็นหมอกสีขาว หากเกิดการรั่วไหลอาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีการใช้แอมโมเนีย และบริเวณใกล้เคียงได้รับอันตราย จนถึงขั้นเสียชีวิตได้

จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุจากแอมโมเนีย มีเกิดขึ้นในประเทศหลายครั้งตั้งแต่ พ.ศ. 2535-2552 มีจำนวน 35 เหตุการณ์ ซึ่งส่วนใหญ่มักเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมห้องเย็น โรงน้ำแข็ง โรงงานทำไอศกรีม โดยสาเหตุหลักเกิดจากความบกพร่องของอุปกรณ์เช่น วาล์วรั่ว ท่อขนส่งแตก หรือปะเก็นรั่ว เป็นต้น ตัวอย่างที่เกิดขึ้น เช่น ถังเก็บแอมโมเนียระเบิดที่โรงงานทำน้ำแข็ง จังหวัดระนอง พ.ศ. 2547 หรือการไหลจากท่อส่งก๊าซแอมโมเนียที่ห้องเย็น จังหวัดตรัง พ.ศ. 2543 และจังหวัดฉะเชิงเทรา พ.ศ. 2536

การเกิดอุบัติเหตุจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย ได้ส่งผลกระทบต่อและ ความเสียหายต่อทรัพย์สิน สุขภาพของประชาชน และสิ่งแวดล้อม โดยก๊าซแอมโมเนียเป็นสารเคมีที่ถูกจำแนกความเป็นอันตรายไว้เป็นประเภท (Class) 2.3 คือ ก๊าซพิษ กัดกร่อน เมื่อหายใจเข้าไป ทำให้มีอาการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ หายใจไม่สะดวก ไอ เจ็บคอ น้ำท่วมปอด วิงเวียน ถ้าเข้าตาทำ

ให้ตาบอดได้ ถ้าสัมผัสผิวหนังจะกัดกร่อนทำให้เป็นแผลจากความเย็น หากได้รับในปริมาณ 0.5-1 % ทำให้เสียชีวิตได้ และหากมีการปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำจะส่งผลให้ปลาและสัตว์น้ำตายได้ โดยการเกิดอุบัติเหตุส่วนใหญ่จะเกิดจากความประมาทและ ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของผู้เกี่ยวข้อง รวมถึงมีสาเหตุมาจากปัญหาด้านเทคนิค และการจัดการอุบัติเหตุ

ดังนั้นในการนำแอมโมเนียมาใช้จึงต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ ควรมีการจัดการที่ถูกต้องเหมาะสม เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานในโรงงาน ประชาชนและสิ่งแวดล้อมรอบๆ โรงงาน อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการรับมือและป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายจากการรั่วไหลของ แอมโมเนียออกสู่ชุมชนและสิ่งแวดล้อม

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อจัดทำคู่มือความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนียใช้เป็นแนวทางในการจัดการแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

3. ขอบเขตของการศึกษา

แบ่งการศึกษาออกเป็น 6 บท

บทที่ 1 บทนำ (ที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์)

บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอมโมเนีย (คุณสมบัติของแอมโมเนีย อันตรายและความเป็นพิษของแอมโมเนีย อาการของผู้ได้รับพิษจากแอมโมเนีย การรักษาผู้ได้รับพิษและการปฐมพยาบาลเบื้องต้น)

บทที่ 3 อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง (ชนิดของน้ำแข็ง กระบวนการผลิตน้ำแข็ง)

บทที่ 4 การจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง (การขนส่ง การจัดเก็บ การบำบัดและการกำจัดแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง การกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยในการใช้แอมโมเนีย สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับแอมโมเนียสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม และการจัดการแอมโมเนียเมื่อเกิดการรั่วไหล)

บทที่ 5 การป้องกันอันตรายในการใช้แอมโมเนีย (หน้าที่ของผู้ประกอบการ/เจ้าของกิจการ หน้าที่ของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย เครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น ลักษณะอาการและการติดตั้งอุปกรณ์ที่ดีในห้องเครื่อง อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ระบบการตรวจสอบการรั่วไหลของแอมโมเนีย ข้อควรปฏิบัติและการป้องกันอันตรายจากแอมโมเนีย และการเตรียมรับสถานการณ์ฉุกเฉิน)

บทที่ 6 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการความปลอดภัย คือ การดำเนินการจัดเตรียมการป้องกันอันตรายอันเกิดจากการทำงานในทุกรูปแบบให้เกิดความปลอดภัย ทั้งในสถานที่ทำงานกับผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม

แอมโมเนีย (Ammonia) เป็นสารประกอบอนินทรีย์ชนิดหนึ่ง มีสูตร NH_3 ลักษณะเป็นก๊าซไม่มีสี กลิ่นฉุน ละลายน้ำได้ดี ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมโดยใช้เป็นสารทำความเย็น

อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง คือ อุตสาหกรรมที่นำน้ำที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงแล้วอย่างประสิทธิภาพมาทำให้จับตัวกันเป็นก้อนน้ำแข็งโดยใช้สารทำความเย็นเข้ามาเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต ซึ่งน้ำแข็งแบ่ง ได้ 2 ชนิด คือ น้ำแข็งก้อนและน้ำแข็งหลอด

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 5.1 มีคู่มือสำหรับใช้เป็นแนวทางในการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย
- 5.2 ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนียมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการแอมโมเนีย และสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง
- 5.3 ผู้ปฏิบัติงานได้ทราบถึงองค์ความรู้ การป้องกัน วิธีปฐมพยาบาลเบื้องต้นและแผนการเตรียมรับสถานการณ์ฉุกเฉินได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว เมื่อเกิดการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งได้

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ผู้ศึกษาได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวข้องกับแอมโมเนียจากตำราภาษาไทยและภาษาอังกฤษตามห้องสมุดทั้งในมหาวิทยาลัยและในหน่วยงานราชการต่างๆ บทความทางวิชาการและข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต โดยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนียดังนี้

- 1) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอมโมเนีย
- 2) คำนิยามและรหัสบ่งชี้ของสารเคมี
- 3) เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี (Safety Data Sheets ; SDS)
- 4) อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง
- 5) การบำบัดและการกำจัดแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง
- 6) ระบบการตรวจสอบการรั่วไหลของก๊าซหรือไอระเหย
- 7) อุบัติภัยของการเกิดอันตรายจากแอมโมเนียรั่วไหลในประเทศไทย
- 8) การประเมินความเสี่ยง
- 9) หน้าที่ของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน (จป.) ระดับต่าง ๆ
- 10) กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอมโมเนีย

1.1 ลักษณะของแอมโมเนีย

แอมโมเนียที่ใช้ในระบบทำความเย็นเป็นแอมโมเนียที่ปราศจากน้ำ เรียกว่า แอมโมเนียแอนไฮดรัส (Ammonia Anhydrous) ทั้งที่อยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว และก๊าซ เป็นอนินทรีย์สารสูตรเคมี NH_3 น้ำหนักโมเลกุล 17.03 ชื่อเรียกอื่น (Synonym) คือ Ammonia, Ammoniac, Spirits of Hartshorn, CAS-number 7664-41-7 UN number 1005 การจัดจำแนกหมวดหมู่สินค้าอันตราย (Hazardous Goods Classification) จัดอยู่ใน Class 2.3 คือเป็นก๊าซพิษและกัดกร่อน จัดเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 รหัสทะเบียน วอ.3005 แอมโมเนียแอนไฮดรัส ในบรรยากาศปกติจะเป็นก๊าซไม่มีสี มีกลิ่นฉุนระคายเคือง สภาวะที่อยู่ภายใต้ความกดดันอุณหภูมิต่ำจะมีสภาพเป็นของเหลว (Liquid Fied) มีความเป็นพิษสูง สามารถละลายน้ำได้ดี มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง และด้วยความสามารถในการละลายน้ำได้ดีถึงแม้ว่าแอมโมเนียจะเบากว่าอากาศ

แต่เมื่อมีการรั่วไหลเกิดขึ้นก๊าซแอมโมเนียจะรวมตัวกับความชื้นในอากาศทำให้เกิดเป็นหมอกควันสีขาวของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งจะทำให้หนักกว่าอากาศ ดังนั้นเมื่อแอมโมเนียรั่วไหลในอากาศจึงมีทั้งแอมโมเนียที่เบา และหนักกว่าอากาศอยู่ปะปนกัน สามารถถูกไหม้ได้ที่ช่วงความเข้มข้นของไอระเหยระหว่าง 16 – 25 % โดยปริมาตร แอมโมเนียสามารถลุกติดไฟได้เอง (Autoignition Temperature) ที่อุณหภูมิประมาณ 650 องศาเซลเซียส แอมโมเนียที่อยู่ในภาชนะบรรจุจะอยู่ในสถานะเป็นของเหลวภายใต้ความดันประมาณ 150 ปอนด์/ตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ – 33 องศาเซลเซียส แต่ก๊าซแอมโมเนียในภาชนะบรรจุมีสถานะเป็นของเหลวซึ่งมีอัตราการขยายตัวกลายเป็นก๊าซแอมโมเนียในอัตราส่วน 1:850 นั่นคือแอมโมเนียเหลว 1 ส่วนหากมีการรั่วไหลออกสู่บรรยากาศจะขยายตัวเป็นก๊าซได้ 850 (อิสราภรณ์ วิจิตรจรรยากุล, 2550) ส่วนคุณสมบัติของแอมโมเนียมีดังนี้

1.2 คุณสมบัติของแอมโมเนีย

1.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

- 1) สถานะ ที่ 15°C (State at 15°C) 1 atm : ก๊าซ
- 2) จุดเดือด (Boiling Point) 1 atm : -33.4°C ; -28.1°F ; 239.8°K
- 3) จุดเยือกแข็ง (Freezing Point) : -77.7°C ; -108°F ; 265.5°K
- 4) ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) -33.4°C ของเหลว : 0.682
- 5) ความหนาแน่นไอ (Vapor Density) : 0.6
- 6) ความดันไอ (Vapor Pressure) 21.1°C : 888.0 kPa ; 8.88 bar ; 128.8 psig
- 7) ความร้อนแฝงจากการระเหย (Latent Heat of Evaporization) : 327.4 kcal/Kg ; 189 Btu/lb
- 8) ความสามารถในการละลายน้ำได้ (Solubility in Water) 20°C , 1 atm : 53 g $\text{NH}_3/100\text{gH}_2\text{O}$
- 9) สีและกลิ่น (Colour – Odor) : ไม่มีสีกลิ่นฉุน (Colourless – Pungent)
- 10) จุดระเบิด (Explosive Limits) โดยปริมาตร : 15% - 28%
- 11) จุดวาบไฟ (Flash Point) : $1,208^{\circ}\text{C}$; 2206.4°F
- 12) อุณหภูมิที่สามารถลุกติดไฟได้เอง (Autoignition Temperature) : 651°C ; 1202°F ; 924°K

1.2.2. คุณสมบัติทางเคมีและปฏิกิริยาเคมี

- 1) กัดกร่อนและเป็นด่างสูง สารละลายแอมโมเนีย 1.0 N pH 11.6 สารละลายแอมโมเนีย 0.1 N pH 11.1 สารละลายแอมโมเนีย 0.01 N pH 10.6

- 2) ทำปฏิกิริยากับน้ำให้แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์และให้ความร้อน (Exothermic)
- 3) การสลายตัวโดยความร้อนจะให้ละอองฟุ้งก่ดกร่อน (Corrosive fume of ammonia) และก๊าซพิษกลุ่มออกไซด์ของไนโตรเจน
- 4) ทำปฏิกิริยากัดกร่อนสารตะกั่ว อลูมิเนียม ดีบุก ทองแดง หรือโลหะผสมทองแดง เช่น ทองเหลือง สังกะสี หรือเหล็กที่ผ่านขบวนการกล้าไนท์
- 5) ทำปฏิกิริยากับสารออกซิไดซ์ สารประกอบของธาตุหมู่ฮาโลเจน เงิน พรอท โบรอน โปตัสเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม จะเกิดการลุกไหม้และระเบิดรุนแรง
- 6) ติดไฟได้เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก และสามารถระเบิดได้ในที่อับอากาศเมื่อมีการจุด ติดไฟ
- 7) ทำปฏิกิริยารุนแรงกับเอไมด์ กรด
- 8) แอมโมเนียทำให้ยาง (Rubber) พลาสติก และสารเคลือบผิว บูดบวมหมดสภาพสารที่ทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียในข้อ 4-8 ถูกจัดให้เป็นสารเข้ากันไม่ได้ (Incompatible Substances)

1.3 ข้อมูลความปลอดภัยสำหรับแอมโมเนีย

แอมโมเนียจัดเป็นสารเคมีประเภทก๊าซพิษที่มีความเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ กัดกร่อนผิวหนัง เป็นก๊าซไวไฟซึ่งอาจติดไฟได้ หากมีความเข้มข้นในอากาศในช่วงร้อยละ 16 ถึง ร้อยละ 25 และเนื่องจากจัดเก็บในสภาพก๊าซเหลวภายใต้ความดัน จึงมีความเสี่ยงจากการระเบิดอันเนื่องมาจากความดันสูงด้วย ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 สัญลักษณ์ความเป็นอันตรายของแอมโมเนียตามระบบการจำแนกความเป็นอันตรายสารเคมี ตามข้อกำหนด GHS สัญลักษณ์ดังกล่าวใช้สื่อสารความเป็นอันตราย

ที่มา : http://www.mc-alp.com/images/column_1267363760/web%20ammonia%20GHS.png

1.3.1 ข้อความแสดงความเป็นอันตรายของแอมโมเนีย ได้แก่

- 1) ก๊าซไม่ไวไฟ

- 2) ก๊าซบรรจุกายใต้ความดัน อาจระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อน
- 3) เป็นอันตรายเมื่อกลืนกินและหายใจเข้าไป
- 4) ทำให้ผิวหนังไหม้อย่างรุนแรง และทำลายดวงตาอย่างรุนแรง
- 5) อาจทำให้เกิดอาการแพ้หรือหอบหืด หรือหายใจลำบากเมื่อหายใจเข้าไป
- 6) มีข้อสงสัยว่า อาจเกิดความผิดปกติต่อพันธุกรรม
- 7) ทำอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ
- 8) เป็นพิษร้ายแรงต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

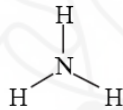


ภาพที่ 2.2 สัญลักษณ์ประเภทสินค้าอันตรายของแอมโมเนียตามระบบการจำแนกประเภทการขนส่งสินค้าอันตรายของสหประชาชาติ ซึ่งระบุว่าเป็นก๊าซพิษและมีฤทธิ์กัดกร่อน
ที่มา : http://www.mc-arp.com/images/column_1267363760/web%20ammonia%20ARD.png

1.3.2 การชี้บ่งสารเคมี (Substance Identification)

1) สูตรเคมี : NH_3

2) โครงสร้างเคมี :



3) ชื่ออื่นๆ : แอนไฮดรัสแอมโมเนีย, ก๊าซแอมโมเนีย, Amfol, Nitrosil, Aqua-

Ammonia, Spirit of Hartshorn

1.3.3 รหัสชี้บ่งสารเคมี (Identifiers)

1) CAS NO. : 7664-41-7

2) RTECS NO. : BO0875000

3) DOT UN : 1005 (แอนไฮดรัสแอมโมเนีย)

4) ฉลาก DOT : ก๊าซพิษไม่ไวไฟ

1.3.4 ลักษณะและกลิ่นของแอมโมเนีย

- 1) ไม่มีสี
- 2) ไม่มีไวไฟ
- 3) มีกลิ่นฉุนรุนแรง
- 4) คนปกติจะเริ่มได้กลิ่นที่ความเข้มข้นในอากาศมากกว่า 5 พีพีเอ็ม

1.3.5 คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Properties)

- 1) น้ำหนักโมเลกุล : 17.0
- 2) จุดเดือดที่ 760 มม.ปรอท : -33.1°C
- 3) ความถ่วงจำเพาะที่ 0°C : 0.77
- 4) ความหนาแน่นไอ (อากาศ=1) : 0.6
- 5) จุดหลอมเหลว : -77.7°C
- 6) ความดันไอที่ 30°C : 8,500 มม.ปรอท (หรือ 11.2 bar)
- 7) ละลายน้ำได้ดีมาก

1.3.6 ความสามารถในการเกิดปฏิกิริยา (Reactivity)

- 1) สามารถระเบิดได้ในที่อับอากาศเมื่อมีการจุดติดไฟ
- 2) เกิดการลุกติดไฟเมื่อสัมผัสกับสารบางตัว เช่น Platinum Mercury Chlorine และ Iodine
- 3) เมื่อสลายตัวจะเกิดก๊าซพิษ เช่น H_2N_2 และ ไนโตรสออกไซด์
- 4) ไม่ควรให้สัมผัสกับทองแดง ทองเหลือง บรอนซ์ หรือเหล็กกล้าไร้สนิม

1.3.7 ค่าความไวไฟ (Flammability)

- 1) ค่าความไวไฟเท่ากับ 1 คือความสามารถทำให้เกิดอัคคีภัยได้น้อยมาก
- 2) จุดวาบไฟ : ไม่มีข้อมูลเนื่องจากเป็นก๊าซที่อุณหภูมิห้อง
- 3) อุณหภูมิที่สามารถลุกติดไฟได้เองคือ 651°C
- 4) ความเข้มข้นที่ลุกติดไฟได้ : ต่ำสุด 16% (LFL) : สูงสุด 25% (UFL)
- 5) วิธีการดับไฟ : ใช้น้ำฉีดเป็นฝอย

2. คำนิยามและรหัสประจำตัวของสารเคมี

2.1 UN/ID Number เป็นรหัสตัวเลข 4 หลัก เพื่อชี้บ่งชนิดของสารเคมี (Identification Number) ที่ถูกกำหนดโดยองค์การสหประชาชาติ (United Nations) และกรมการขนส่งแห่งสหรัฐอเมริกา (Department of Transportation ; DOT) ตัวอย่างเช่น UN/ID NO. 1005 เป็นสารแอมโมเนียแอนไฮไดรต์

ประโยชน์ของ UN/ID NO. นอกจากใช้เป็นรหัสตัวเลขชี้บ่งชนิดของสารเคมีแล้วยังเป็นรหัสสืบค้นขั้นตอนการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินจากระบบให้บริการข้อมูลการระงับอุบัติเหตุจากสารเคมีอัตโนมัติทางโทรศัพท์ หรือสายด่วน AVERS กรมควบคุมมลพิษทางโทรศัพท์ หมายเลข 1650 หรือ 0 2298 2444 หรือสืบค้นจาก Emergency Response Guidebook ของกรมการขนส่งแห่งสหรัฐอเมริกา (DOT) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่าง UN/ID NO. ของสารเคมี

UN/ID NO.	ชื่อสาร	AVERS Guide	DOT Guide
UN/ID 1005	แอมโมเนีย แอนไฮไดรต์	07	125

2.2 CAS Number (Chemical Abstracts Service Registry Number) เป็นชุดตัวเลข ที่กำหนดขึ้นโดย Chemical Abstracts Service of the American Chemical Society สำหรับใช้ชี้บ่งชนิดของสารเคมีอันตรายที่กำหนดในกฎหมาย Toxic Substance Control Act (TSCA) ประกอบด้วยตัวเลข 3 กลุ่มกลุ่มแรกประกอบด้วยตัวเลข 2-6 หลัก กลุ่มที่ 2 เป็นตัวเลข 2 หลักและกลุ่มสุดท้ายเป็นตัวเลข 1 หลัก สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของตัวเลขทั้งหมด ตัวอย่างเช่น CAS-number 7664-41-7 เป็นสารแอมโมเนียแอนไฮไดรต์

2.3 IUPAC ย่อมาจาก International Union of Pure and Applied Chemistry

2.4 RTECS (The Registry of Toxic Effects of Chemical Substance) : เป็นรหัสชี้บ่งชนิดของสารเคมีในฐานข้อมูลพิษวิทยาอยู่ภายใต้การดูแลปรับปรุงเพิ่มเติมโดย National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) เพื่อเป็นข้อมูลให้สอดคล้องกับ Occupational Safety and Health Act, Section 20 (a) (b) ประกอบด้วย ข้อมูลพิษวิทยาของสารเคมีมากกว่า 130,000 ตัว ข้อมูลพิษวิทยาของสารเคมีแต่ละตัวประกอบด้วย อาการระคายเคืองเบื้องต้น การก่อกลายพันธุ์ (Mutagenic) ผลต่อระบบสืบพันธุ์ (Reproductive) การเกิดเนื้องอก (Tumorigenic) และพิษเฉียบพลัน (Acute Toxicity)

2.5 สถานะ (Status) : ปกติสารเคมีมีอยู่ทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง (Solid) ของเหลว (Liquid) และก๊าซ (Gas) สถานะของสารเคมีมีผลต่อลักษณะการเกิดอันตราย ดังตารางที่ 2.2 ตารางที่ 2.2 สถานะของสารเคมี

สถานะ	ลักษณะของสารเคมี	ลักษณะอันตราย
ของแข็ง (Solid)	ผลึก เม็ด เก็ด ผง ฟูน	สัมผัสถูกผิวหนัง ตา หายใจเข้าไป การกินเข้าไป
ของเหลว (Liquid)	ของเหลว ก๊าซเหลว	สัมผัสถูก/กระเด็นใส่ผิวหนัง ตา กินเข้าไป
ก๊าซ (Gas)	ก๊าซ ไอระเหย ละออง ควัน	หายใจเข้าไป สัมผัสถูกผิวหนัง ตา

2.6 จุดหลอมเหลวและจุดเดือด (Melting and Boiling Point) : อุณหภูมิที่ทำให้สารเคมีเปลี่ยนสถานะจากของแข็งหลอมเป็นของเหลว หรือของเหลวเดือดกลายเป็นก๊าซ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายสูงกว่าได้ เช่น กำมะถันปกติจะมีสถานะเป็นผลึก ของแข็ง หรือผง เมื่อให้ความร้อนสูงถึง 119 องศาเซลเซียส ก็จะหลอมละลายเป็นกำมะถันเหลว (Melted) S_8 หรือ H_2SO_4 และจะเดือดกลายเป็นไอของ SO_2 และ SO_3 ที่อุณหภูมิสูงกว่า 444.6 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเป็นอันตรายจากความ เป็นพิษและฤทธิ์กัดกร่อนมากกว่าของเหลวและของแข็งตามลำดับ

ความสำคัญ

- ใช้ในการพยายามควบคุมให้สารเคมีอยู่ในสภาวะของแข็งซึ่งมีอันตรายน้อยกว่าก๊าซ
- การเลือกใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (PPD/PPE) ให้เหมาะสม

2.7 ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) : น้ำหนักของของเหลวเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำที่ ปริมาตรเท่ากัน (น้ำ = 1) ถ้าสารเคมีนั้นไม่ละลายน้ำ และมีค่าความถ่วงจำเพาะ (ถพ.) มากกว่า 1 สารเคมีนั้นก็จะจมน้ำ แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่า 1 สารเคมีนั้นจะลอยน้ำ

ความสำคัญ สารที่มีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า 1 จะลอยน้ำ ถ้าเป็นสารไวไฟ และไม่ ละลายน้ำต้องระมัดระวังอันตรายจากการเกิดอัคคีภัย การระเบิดและเป็นพิษของไอระเหย แต่ถ้าสาร ที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1 จะจมน้ำ ต้องระมัดระวังการก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำได้

2.8 ความหนาแน่นไอ (Vapor Density) : น้ำหนักของไอระเหยหรือก๊าซเมื่อเทียบกับอากาศ ในปริมาตรที่เท่ากัน (อากาศ = 1) ถ้าความหนาแน่นมากกว่า 1 สารเคมีนั้นจะหนักกว่าอากาศและ เกิดการสะสมในที่ต่ำหรือแพร่กระจายบนพื้น แต่ถ้าความหนาแน่นน้อยกว่า 1 สารเคมีนั้นเบากว่า อากาศก็จะลอยขึ้นที่สูง

ความสำคัญ ความหนาแน่นไอน้ำมีประโยชน์ในการพิจารณาติดตั้งพัดลมระบายอากาศ การอพยพกรณีหกรั่วไหล เช่น หากมีการหกรั่วไหลของสารเคมีที่มีความหนาแน่นมากกว่า 1 ให้หลีกเลี่ยงการอยู่ในที่ต่ำ บนพื้นหรือที่อับอากาศ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ความดันไอของสารเคมี

สารเคมี	น้ำหนักโมเลกุล	ความหนาแน่นไอ	เปรียบเทียบกับอากาศ	ข้อควรระมัดระวัง
อากาศ (air)	29 (Avg)	1.00	ปกติ	ปกติ
คาร์บอน ไดออกไซด์	44	1.52	หนักกว่าอากาศ	จะสะสมในที่ที่ต่ำ
ไฮโดรเจน	2	0.07	เบากว่าอากาศมาก	จะลอยสู่บรรยากาศได้อย่างรวดเร็ว
มีเทน	16	0.55	เบากว่าอากาศ	จะลอยสู่บรรยากาศ
โพรเพน	44	1.52	หนักกว่าอากาศ	จะสะสมในที่ที่ต่ำ
แอมโมเนีย	17	0.6	เบากว่าอากาศ	จะลอยสู่บรรยากาศได้อย่างรวดเร็ว

2.9 ความดันไอ (Vapor Pressure) : แนวน้ำหนักของของแข็งหรือของเหลวที่จะระเหยกลายเป็นไอในอากาศ ปกติถ้าจุดเดือดต่ำความดันไอจะสูง สามารถระเหยออกสู่บรรยากาศได้เร็ว และก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ง่าย และถ้าเก็บสารเคมีที่มีความดันไอสูงในภาชนะบรรจุปิดสนิทอาจเสี่ยงต่อการเกิดระเบิดได้ง่ายกว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และสารเคมีที่มีจุดเดือดสูง ค่าความดันไอก็จะต่ำ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างจุดเดือดสารเคมีและค่าความดันไอ

สารเคมี	จุดเดือด (F)	ความดันไอ (มม.ปรอท)
คลอรีน (Chlorine)	-29	760
อะซีโตน (Acetone)	133	180
ไซลีน (Xylene)	269	9
แคดเมียม (Cadmium)	1409	~0
แอมโมเนีย (Ammonia)	-28.1	128.8

ความสำคัญ

- ความยากง่ายในการระเหยกลายเป็นไอ
- การควบคุมอันตรายจากการระเบิดของภาชนะบรรจุปิดสนิท

2.10 ความสามารถในการละลายน้ำได้ (Solubility) : น้ำหนักของสารเคมีที่สามารถละลายในน้ำได้ต่อหน่วยปริมาตร (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) หรือเปรียบเทียบเป็นต่อร้อยละ (%) เช่น แอมโมเนีย สามารถละลายน้ำได้ดีมากถึง 53 % ในขณะที่เมทิลีนคลอไรด์ ละลายน้ำได้เพียง 2 % เท่านั้น **ความสำคัญ** ถ้าคุณสมบัติของสารเคมีที่ไม่ละลายน้ำเมื่อเกิดการหกรั่วไหลก็ต้องระมัดระวังว่าสารเคมีจะจมหรือลอยน้ำต่อไป สารเคมีที่ละลายน้ำได้ดีเมื่อเกิดการรั่วไหลอาจประยุกต์ใช้น้ำฉีดให้เป็นฝอยเพื่อลดการแพร่กระจายของไอระเหยได้ดีกว่า

2.11 สารก่อมะเร็ง (Carcinogen) : ปกติสารเคมีแต่ละชนิดจะถูกระบุอยู่ในรายชื่อสารก่อมะเร็งแต่ละประเภททั้งของ NTP (The National Toxicology Program) IARC (International Agency for Research on Cancer) OSHA (Occupational Safety and Health Administration) และ EPA (Environmental Protection Agency) โดยแบ่งกลุ่มของสารก่อมะเร็งออกได้ดังนี้

1) ACGIH (The American Conference of Governmental Industrial Hygiene) ได้แบ่งประเภทของกลุ่มสารก่อมะเร็งเป็น

- A1 – ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Confirmed Human Carcinogen)
- A2 – สงสัยว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Suspected Human Carcinogen)
- A3 – สารก่อมะเร็งในสัตว์ (Animal Carcinogen)
- A4 – ไม่จัดว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Not Classifiable as a Human Carcinogen)
- A5 – ไม่สงสัยว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Not Suspected as a Human Carcinogen)

2) IARC (International Agency for Research on Cancer) แบ่งประเภทของกลุ่มสารก่อมะเร็งออกเป็น

- กลุ่ม 1 – ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Confirmed Human Carcinogen)
- กลุ่ม 2 – สงสัยว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Suspected Human Carcinogen)
- กลุ่ม 3 – สารก่อมะเร็งในสัตว์ (Animal Carcinogen)
- กลุ่ม 4 – ไม่จัดว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Not Classifiable as a Human Carcinogen)
- กลุ่ม 5 – ไม่สงสัยว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Not Suspected as a Human Carcinogen)

3) NTP (The National Toxicology Program) ได้แบ่งประเภทของกลุ่มของสารก่อมะเร็งเป็น

- กลุ่ม 1- ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Know to be Human Carcinogen)
- กลุ่ม 2- สงสัยว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ และ/หรือ เป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์

(Reasonably Anticipated to be Human Carcinogens)

4) OSHA (Occupational Safety and Health Administration) ได้แบ่งประเภทของกลุ่มของสารก่อมะเร็งเป็น

กลุ่ม 1 – จากการศึกษาในระยะยาว ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ และในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

กลุ่ม 2 – กลุ่มที่ยังไม่มีหลักฐานเพียงพอ หรือสงสัยว่าจะมีศักยภาพในการก่อมะเร็ง

2.12 จุดวาบไฟ (Flash Point) : อุณหภูมิต่ำสุดที่ทำให้ของเหลวกลายเป็นไอเพียงพอต่อการเริ่มต้นลุกไหม้ขึ้นเมื่อมีแหล่งจุดติดไฟแต่มีไม่เพียงพอที่จะจุดติดไฟได้อย่างต่อเนื่อง จุดวาบไฟเป็นประโยชน์ในการแบ่งประเภทของสารเคมีว่าเป็นสารไวไฟ (Flammable) สารติดไฟได้ (Combustible) และสารไม่ติดไฟ (Non-Combustible) ตามมาตรฐาน NFPA 30 ดังตารางที่ 2.5 ตารางที่ 2.5 การแบ่งประเภทของสารเคมี

ประเภท	อุณหภูมิ(°F)		ตัวอย่างสารเคมี
	จุดวาบไฟ	จุดเดือด	
สารไวไฟ (Class I)	< 100	-	
- Class 1A	< 73	< 100	Butane, 2-Butyne, Dichlorosilene , Divinylether, Dimethyl Sulfide
- Class 1B	< 73	≥ 100	Acetone, Benzene, Butyl Alcohol, Acrolein
- Class 1C	≥ 73	< 100	t-Buthylaminoethyl Methacrylate
สารติดไฟได้ (Class II, III)	≥ 100	-	
- Class II	≥ 100	< 140	b -(p-t-Bulylphenoxy) Ethanol
- Class III A	≥ 140	< 200	Chloroacetic Acid, Chloropentane
- Class III B	≥ 200	-	Cyanamide, Diethyl Meliate

การทดสอบจุดวาบไฟสามารถทดสอบได้ 2 วิธี คือ Open Cup (OC) และ Closed Cup (CC) จุดวาบไฟที่ระบุใน NFPA 49 ทั้งหมดจะเป็นอุณหภูมิที่หาจากวิธี Closed Cup ซึ่งเป็นตัวเลขสำหรับใช้อ้างอิงการเกิดจุดวาบไฟในถังปิด บริเวณที่อับอากาศ แต่ถ้าเป็นการทดสอบแบบ Open Cup จะใช้ตัวเลขในการอ้างอิงกับสถานการณ์สารเคมีหกรั่วไหล หรือภาชนะบรรจุที่เปิดฝาไว้
ความสำคัญ ใช้ซึ่งชนิดของสารไวไฟ สารติดไฟได้ สารไม่ติดไฟ เพื่อกำหนดมาตรการในการควบคุม เช่น อาการเก็บ การต่อสายดินและต่อเชื่อมระหว่างถังในการถ่ายเท

2.13 อุณหภูมิลุกติดไฟได้เอง (Autoignition Temperature) : อุณหภูมิต่ำสุดที่ทำให้สารเคมีลุกติดไฟขึ้นเอง จากแหล่งความร้อนในตัวหรือสัมผัสกับวัสดุผิวร้อน โดยปราศจากการจุดติดไฟจากแหล่งภายนอก ทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 286 และ ASTM D 2155 ใช้ประโยชน์ในการกำหนดบริเวณและอุณหภูมิในการเก็บรักษา การระบายอากาศ

2.14 ขีดจำกัดความไวไฟ (Flammable Limits) : ช่วงของส่วนผสมของไอระเหย/ก๊าซกับอากาศที่สามารถลุกติดไฟได้ระหว่างค่าขีดจำกัดบน (Upper Flammable Limit ; UFL) และค่าขีดจำกัดล่าง (Lower Flammable Limit ; LFL) ความเข้มข้นที่สูงเกินไปก็จะไม่ติดไฟและความเข้มข้นต่ำเกินไปหรือเจือจางเกินไป (Lean) ก็จะไม่ติดไฟเช่นกัน ช่วงขีดจำกัด LFL และ UFL ของสารเคมีแต่ละตัวจะไม่เท่ากันจึงเรียกช่วงนี้ว่า **ช่วงขีดจำกัดความไวไฟ (Flammable Range)**

2.15 ขีดจำกัดการระเบิดได้ (Explosion Limits) : ช่วงของส่วนผสมของไอระเหย/ก๊าซกับอากาศที่สามารถระเบิดได้ระหว่างค่าขีดจำกัดบน (Upper Explosion Limit ; UEL) และค่าขีดจำกัดล่าง (Lower Explosion Limit ; LEL) ความเข้มข้นที่สูงเกินไปหรือต่ำเกินไปก็จะไม่ระเบิดเช่นกัน ปกติช่วงของ LEL และ UEL จะอยู่ในช่วงของ LFL และ UFL

2.16 สารดับเพลิง (Extinguisher Agent) : ประสิทธิภาพในการดับเพลิง ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ชนิดของสารดับเพลิงที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการดับเพลิงกับสารเคมีที่ลุกไหม้หรือประเภทเพลิงโดยรอบดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 แสดงตัวอย่างของสารดับเพลิง

ประเภทของเพลิง	กรด-โซดา	น้ำ	โฟม	เคมีแห้ง	CO ₂	ฮาโลน	ทรายแห้ง
A (ไม้ กระดาษ ยาง ผ้า)	√	√	√	√	X	√	X
B (น้ำมัน แก๊ส ตัวทำละลาย)	X	X	√	√	√	√	X
C (เพลิงจากกระแสไฟฟ้า)	√	X	X	√	√	√	X
D (โลหะบางชนิดที่ติดไฟได้)	X	X	X	√	X	X	√

การฉีดดับเพลิงด้วยน้ำต้องระมัดระวังการเกิดปฏิกิริยาความร้อน ก๊าซพิษ และก๊าซไวไฟสารเคมีที่เกิดปฏิกิริยาไม่รุนแรงสามารถใช้ฉีดดับเพลิงได้ เพื่อควบคุมการลุกลามและควบคุมความสูญเสียในขณะเกิดเพลิงไหม้รุนแรง ทั้งนี้ให้อยู่ในการควบคุมของผู้เชี่ยวชาญโดยเฉพาะ

2.17 ดัชนี NFPA (National Fire Protection Association Code 704) : กำหนดดัชนีชี้บ่งอันตรายจากสารเคมีต่อสุขภาพอนามัย ความไวไฟ การเกิดปฏิกิริยาโดยการกำหนดเป็นระดับตัวเลข 0-4 อยู่บนสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน 4 ชั้น เรียงกันหรือรูปเพชร (Diamond Shape) เช่นของแอมโมเนียดังภาพที่ 2.3 สำหรับข้อมูลพื้นฐานในการดับ-เพลิง การอพยพ ออกจากพื้นที่อันตราย ดังตารางที่ 2.7



ภาพที่ 2.3 ดัชนี NFPA (Nation Fire Protection)

ที่มา : <http://www.anusornproducts.com>

ตารางที่ 2.7 ดัชนีชี้บ่งอันตรายจากสารเคมีต่อสุขภาพอนามัย

ระดับ	อันตรายต่อสุขภาพ (สีน้ำเงิน)	ความไวไฟ (สีแดง)	การเกิดปฏิกิริยา (สีเหลือง)
4	<p>สารที่มีความเป็นพิษสูงมากอาจทำให้สูญเสียชีวิต และเจ็บป่วยรุนแรงจากการสัมผัสในระยะสั้น ๆ</p> <ul style="list-style-type: none"> • LD₅₀ ทางปาก 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม • LD₅₀ ทางผิวหนัง 40 มิลลิกรัม/กิโลกรัม • LC₅₀ ทางหายใจ 1000 ppm 	<ul style="list-style-type: none"> • สารที่ระเหยกลายเป็นไอได้อย่างสมบูรณ์และรวดเร็วที่อุณหภูมิและความดันปกติ • สารไวไฟ Class 1A ที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 22.8 °C จุดเดือดต่ำกว่า 37.8 °C • สารที่สามารถลุกติดไฟได้เอง 	<p>สารที่สามารถระเบิดได้ง่ายด้วยตัวเอง จากการสลายตัวหรือการเกิดปฏิกิริยา ที่อุณหภูมิและความดันปกติ</p>
3	<p>สารที่มีความเป็นพิษสูงมากจากการเผาไหม้ สารกัดกร่อนอย่างรุนแรงอาจเกิดการบาดเจ็บอย่างรุนแรงเมื่อมีการสัมผัสระยะสั้น</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ของแข็งหรือของเหลวที่สามารถลุกติดไฟได้ในอุณหภูมิและความดันปกติ 	<p>สารที่สามารถระเบิดได้ง่ายจากการสลายตัวหรือการเกิดปฏิกิริยา</p>

ตารางที่ 2.7 ดัชนีชี้บ่งอันตรายจากสารเคมีต่อสุขภาพอนามัย (ต่อ)

ระดับ	อันตรายต่อสุขภาพ (สีน้ำเงิน)	ความไวไฟ (สีแดง)	การเกิดปฏิกิริยา (สีเหลือง)
	<ul style="list-style-type: none"> • $5 < LD_{50}$ ทางปาก 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม • $40 < LD_{50}$ ทางผิวหนัง 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม • $5 < LD_{50}$ ทางปาก 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม • $40 < LD_{50}$ ทางผิวหนัง 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม • $1000 < LC_{50}$ ทางหายใจ 3000 ppm 	<ul style="list-style-type: none"> • สารไวไฟ Class IB และ IC • จุดวาบไฟต่ำกว่า $22.8^{\circ}C$ จุดเดือดสูงกว่า $37.8^{\circ}C$ และของเหลวที่มีจุดวาบไฟสูงกว่า $22.8^{\circ}C$ จุดเดือดต่ำกว่า $37.8^{\circ}C$ 	แต่จะต้องมีแหล่งจุดติดไฟหรือความร้อนจากภายนอก
2	<p>สารที่อาจก่อการบาดเจ็บ เมื่อมีการสัมผัสในระยะสั้น</p> <ul style="list-style-type: none"> • $50 < LD_{50}$ ทางปาก 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม • $200 < LD_{50}$ ทางผิวหนัง 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม • $2 < LC_{50}$ ทางหายใจ 10 มิลลิกรัม/ลิตร 	สารที่ต้องให้ความร้อนปานกลางหรืออุณหภูมิสูงก่อนจุดติดไฟ จะไม่ลุกไหม้ในบรรยากาศปกติเป็นของเหลวติดไฟได้ Class II และ IIIA ที่มีจุดวาบไฟสูงกว่า $37.8^{\circ}C$ แต่ไม่เกิน $93.4^{\circ}C$	สารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ง่ายเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เกิดปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำหรือทำให้เกิดส่วนผสมที่สามารถระเบิดได้กับน้ำ
1	<p>สารที่ทำให้เกิดการระคายเคือง และเจ็บป่วยเล็กน้อยเมื่อสัมผัสในระยะสั้น</p> <ul style="list-style-type: none"> • $500 < LD_{50}$ ทางปาก 2000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม • $1000 < LD_{50}$ ทางผิวหนัง 2000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม • $500 < LC_{50}$ ทางหายใจ 10,000 ppm 	<ul style="list-style-type: none"> • สารที่ต้องอุ่นทำให้ร้อนก่อนจึงจะจุดติดไฟ หรือสัมผัสกับอุณหภูมิ $815.5^{\circ}C$ เป็นเวลา 5 นาที หรือน้อยกว่าเป็นสารติดไฟได้ทั่วไป • เป็นสารติดไฟได้ทั่วไป Class III B • เป็นของแข็ง/ของเหลว ที่มีจุดวาบไฟสูงกว่า $93.4^{\circ}C$ 	สารซึ่งปกติจะมีความเสถียรแต่จะไม่เสถียรเมื่ออุณหภูมิและความดันสูงขึ้น สารที่เปลี่ยนแปลงหรือสลายตัวเมื่อสัมผัสกับอากาศ แสง หรือความชื้น

ตารางที่ 2.7 ดัชนีชี้บ่งอันตรายจากสารเคมีต่อสุขภาพอนามัย (ต่อ)

ระดับ	อันตรายต่อสุขภาพ (สีน้ำเงิน)	ความไวไฟ (สีแดง)	การเกิดปฏิกิริยา (สีเหลือง)
0	สารที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายขณะเกิดเพลิงไหม้ • LD ₅₀ ทางปาก >2000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม • LC ₅₀ ทางหายใจ > 1000 ppm	สารไม่ติดไฟเมื่อสัมผัส กับความร้อนอุณหภูมิสูง 815.5 °C เป็นเวลา 5 นาที	สารที่มีความเสถียร ทั้งในสภาวะปกติ และเกิดเพลิงไหม้ ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ

นอกจากดัชนีชี้บ่งอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ค่าความไวไฟ และการเกิดปฏิกิริยาแล้ว สีเหลี่ยมขนมเปียกปูนชั้นที่เหลืองสีขาวยังปรากฏสัญลักษณ์แสดงข้อมูลพิเศษ เช่น สารที่ถูกน้ำไม่ได้ (W) สารออกซิไดซ์ (OX) สารที่เป็นกรด (Acid) สารที่เป็นด่าง (Alk) ตัวอย่างเช่น แอมโมเนีย เป็นอันตรายในระดั 3 ไวไฟในระดั 1 การทำปฏิกิริยาอยู่ในระดั 0 และไม่มีข้อมูลพิเศษ

2.18 LD₅₀ (Lethal Dose Fifty) : หมายถึง ปริมาณ (Dose) ของสารเคมีซึ่งคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองที่ได้รับสารนั้นเพียงครั้งเดียว ตายไปเป็นจำนวนครึ่งหนึ่ง (50 %) ของจำนวนเริ่มต้น LD₅₀ เป็นค่าที่คำนวณได้จากผลการศึกษา ซึ่งให้สัตว์ทดลองหลายกลุ่มได้รับสารเคมีที่ปริมาณต่างๆ กันระยะเวลาที่เฝ้าสังเกตการตายของสัตว์ ประมาณ 2-3 วัน แต่จะไม่เกิน 2 สัปดาห์ เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบความเป็นพิษของสารเคมีในสัตว์ต่างชนิด ซึ่งมีน้ำหนักตัวแตกต่างกันได้ จึงรายงานค่า LD₅₀ เป็นน้ำหนักของสารเคมีต่อน้ำหนักของสัตว์ทดลอง เช่น LD₅₀ (Oral) ของ เบนซีน (Benzene) ในหนู Rat เท่ากับ 4,900 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ค่า LD₅₀ และ ระดับความเป็นพิษ

ค่า LD ₅₀	ระดับความเป็นพิษ
LD ₅₀ < 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	มีความเป็นพิษร้ายแรงมาก (Extremely Toxic)
1 < LD ₅₀ ≤ 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	มีความเป็นพิษร้ายแรง (Highly Toxic)
50 < LD ₅₀ ≤ 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	มีความเป็นพิษปานกลาง (Moderate Toxic)
0.5 < LD ₅₀ ≤ 5 กรัม/กิโลกรัม	มีความเป็นพิษเล็กน้อย (Slightly Toxic)
5 < LD ₅₀ ≤ 15 กรัม/กิโลกรัม	ในทางปฏิบัติถือว่าสารนี้ไม่เป็นพิษ (Practical non-Toxic)

2.19 LC₅₀ (Lethal Concentration Fifty) : ความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศซึ่งคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองที่สุดคมในระยะเวลาที่ระบุไว้ตายไปเป็นจำนวนครึ่งหนึ่ง (50%) ของจำนวนเริ่มต้น LC₅₀ เป็นค่าที่คำนวณได้จากผลการศึกษา การทดลอง ทำโดยแบ่งสัตว์ทดลองออกเป็นกลุ่มจำนวนสัตว์ในแต่ละกลุ่มเท่า ๆ กัน กลุ่มละ 10 ตัวหรือมากกว่า ให้สัตว์ทดลองสุดคม ดังนั้น การรายงานค่า LC₅₀ จึงต้องระบุระยะเวลาของการทดลองด้วย เช่น LC₅₀ (4 ชั่วโมง) ของ Benzene ใน หนู Rat เท่ากับ 44,660 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ค่า LC₅₀ และระดับความเป็นพิษ

ค่า LC ₅₀		ระดับความเป็นพิษ
ก๊าซ	ฝุ่นละออง	
LC ₅₀ ≤ 1000 ppm	LC ₅₀ ≤ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร	มีความเป็นพิษร้ายแรงมาก(Extremely Toxic)
1000 < LC ₅₀ ≤ 3000 ppm	0.5 < LC ₅₀ ≤ 2 มิลลิกรัม/ลิตร	มีความเป็นพิษร้ายแรง (Highly Toxic)
3000 < LC ₅₀ ≤ 5000 ppm	2 < LC ₅₀ ≤ 10 มิลลิกรัม/ลิตร	มีความเป็นพิษปานกลาง (Moderate Toxic)
5000 < LC ₅₀ ≤ 10,000 ppm	10 < LC ₅₀ ≤ 200 มิลลิกรัม/ลิตร	มีความเป็นพิษเล็กน้อย (Slightly toxic)
LC ₅₀ > 10,000 ppm	LC ₅₀ < 200 มิลลิกรัม/ลิตร	ในทางปฏิบัติถือว่าสารนี้ไม่เป็นพิษ (Practical Non-Toxic)

2.20 IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health Concentrations) : ค่าความเข้มข้นของสารเคมีสูงสุดเมื่อเกิดความบกพร่องจากอุปกรณ์ป้องกันการหายใจ แล้วสามารถอพยพออกจากบริเวณนั้นภายใน 30 นาที โดยปราศจากอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจและไม่ก่อให้เกิดอาการระคายเคืองอย่างรุนแรงหรือมีผลต่อสุขภาพอนามัย

2.21 TLV (Threshold Limit Value) : ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศการทำงานที่พนักงานเกือบทั้งหมดสัมผัสสารเคมีดังกล่าวซ้ำ ๆ หลาย ๆ วันโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย กำหนดขึ้นโดย The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) เพื่อเป็นแนวทางหรือข้อแนะนำในการควบคุมสภาพแวดล้อมในการทำงาน แบ่งออกเป็น ค่าขีดจำกัดเฉลี่ยตลอดเวลาทำงาน (TLV-TWA) คิดที่ 8 ชั่วโมงต่อวันหรือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ค่าขีดจำกัดสำหรับการสัมผัสในระยะเวลาสั้น ๆ (TLV-STEL) สำหรับการสัมผัสกับ

สารเคมีในระยะเวลาสั้น ๆ ปกติประมาณ 15 นาที ค่าขีดจำกัดสูงสุด (TLV-Ceiling) จะต้องไม่เกิดค่านี้ไม่ว่าในเวลาใด ๆ ของการทำงาน

2.22 PEL (Permissible Exposure Limit) : ค่าความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศการทำงานที่อนุญาตให้มีได้ตามกฎหมายความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งสหรัฐอเมริกา (Occupational Safety and Health Act ; OSHA)

3. เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี (Safety Data Sheets ; SDS)

เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี (Safety Data Sheets ; SDS) หมายถึง เอกสารที่แสดงข้อมูลของสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับอันตรายของสารเคมี องค์ประกอบของสารเคมี มาตรการการปฐมพยาบาลเมื่อสัมผัสกับสารเคมี ฯลฯ ซึ่งข้อมูลที่อยู่ใน SDS ของสารเคมีอ้างอิงตามระบบ GHS ประกอบด้วย 16 หัวข้อได้แก่

1. ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีและบริษัทผู้ผลิตและจัดจำหน่าย ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ หมายเลขผลิตภัณฑ์ ชื่อผลิตภัณฑ์ และ ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ผลิต/ผู้ส่ง
2. องค์ประกอบ/ข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของสารเคมี ได้แก่ ชื่อพ้องของสารเคมี CAS Number สูตรโมเลกุลของสารเคมี
3. ข้อมูลเกี่ยวกับอันตรายของสารเคมี ได้แก่ ความเป็นอันตรายเมื่อสัมผัส หรือสูดดมสารเคมี
4. มาตรการปฐมพยาบาล ได้แก่ การรักษาพยาบาลเบื้องต้นเมื่อสัมผัส หรือสูดดมสารเคมี
5. มาตรการการผจญเพลิง ได้แก่ สารที่ใช้ดับเพลิงในกรณีที่สารนั้นเกิดเพลิงไหม้
6. มาตรการเมื่อมีอุบัติเหตุสารเคมีหกรั่วไหล ได้แก่ วิธีการป้องกันในกรณีที่สารเคมีเกิดหกรั่วไหล
7. ข้อปฏิบัติการใช้สารและการเก็บรักษา ได้แก่ วิธีการเก็บรักษาสารเคมีอย่างปลอดภัย
8. การควบคุมการสัมผัสสาร/การป้องกันส่วนบุคคล ได้แก่ อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่จำเป็นในการใช้ป้องกันจากการใช้สารเคมีชนิดนั้นๆ อาทิเช่น แวนตา หน้ากาก ฯลฯ
9. สมบัติทางเคมีและกายภาพ ได้แก่ สมบัติทางกายภาพและทางเคมีต่างๆ ของสารเคมี อาทิ เช่น ลักษณะ สี กลิ่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว จุดติดไฟ เป็นต้น

10. ความเสถียรและความว่องไวต่อปฏิกิริยา ได้แก่ สภาวะหรือสารที่ต้องหลีกเลี่ยงในการใช้สารเคมีชนิดนั้นๆ
11. ข้อมูลทางพิษวิทยา ได้แก่ พิษเฉียบพลันและความเป็นพิษกึ่งเฉียบพลันเรื้อรังจากการใช้สารเคมี อาทิเช่น ค่า LD₅₀ อันตรายจากการดูดดม หรือรับพิษเข้าสู่ร่างกาย
12. ข้อมูลเชิงนิเวศ ได้แก่ ผลกระทบต่อระบบนิเวศ เช่น ค่า LC₅₀ การย่อยสลาย
13. มาตรการการกำจัด ได้แก่ วิธีการกำจัดสารเคมีที่เหมาะสม
14. ข้อมูลการขนส่ง ได้แก่ การขนส่งสารเคมีในวิธีต่างๆ
15. ข้อมูลเกี่ยวกับข้อกำหนดและพระราชบัญญัติ ได้แก่ ระเบียบการติดฉลากตามระบบต่างๆ
16. ข้อมูลอื่นๆ เช่น ปัจจัยควบคุมเฉพาะในการใช้สารเคมี

โดยส่วนใหญ่เอกสาร SDS นี้จะต้องคิด ไปกับสารเคมีเพื่อใช้เป็นข้อมูลประจำตัวของสารเคมีในการทำงานและประกอบการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเช่นในการขอขึ้นทะเบียนโดยข้อมูลที่ใช้ในการค้นหา SDS คือ ชื่อสารเคมี รหัสสารเคมี หมายเลข CAS หมายเลข UN/ID หรือสูตรเคมีของสารจากการสังเกตเนื้อหาข้างต้น ซึ่งจะพบว่ามิคำศัพท์เฉพาะทางที่ใช้กับ SDS มากมาย เช่น CAS Number UN/ID No จุดวาบไฟ ฯลฯ

4. อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

ประเทศไทยมีอากาศร้อนทำให้ความต้องการบริโภคน้ำแข็งเพิ่มจำนวนมากขึ้น อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งจึงเติบโตมากเพราะสภาพอากาศในประเทศเอื้ออำนวย แต่ปัจจุบันสถานประกอบการมีอยู่ประมาณ 1 หรือ 2 แห่งเท่านั้นในแต่ละพื้นที่หรือแต่ละเขต ในขณะที่ประชากรเพิ่มจำนวนมากขึ้น เนื่องจากการย้ายถิ่นที่อยู่อาศัย ความต้องการบริโภคน้ำแข็งก็เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีความเจริญอย่างไรก็ตาม การจัดตั้งอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งไม่ใช่เรื่องง่าย เหตุผลเพราะธุรกิจนี้ต้องอาศัยเงินลงทุนสูงทั้งเครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์การผลิตน้ำแข็ง ขณะเดียวกันธุรกิจนี้ก็แข่งขันกันสูงและมีการกำหนดพื้นที่การจำหน่ายน้ำแข็ง ปัจจุบันนี้ น้ำแข็งแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

ประเภทที่ 1 น้ำแข็งซอง ลักษณะของน้ำแข็งซองเป็นก้อนสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาด 11x 22x 60 นิ้ว น้ำหนักประมาณ 150 กิโลกรัมต่อก้อน เมื่อนำไปขายผู้ผลิตต้องตัดให้เป็นก้อนขนาดเล็กหรือนำไปเข้าเครื่องโม่น้ำแข็ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปใช้ กลุ่มลูกค้า คือ

ร้านอาหาร ร้านขายเครื่องดื่ม-น้ำผลไม้ปั่น และพ่อค้าแม่ค้าในตลาดสด ลักษณะน้ำแข็งซองที่ลูกค้าต้องการคือ ต้องใสสะอาด ก้อนน้ำแข็งเต็มไม่เป็นรูตรงกลาง ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 น้ำแข็งซอง

ที่มา : <http://www.satitice.com/product & service.html>

- น้ำแข็งหลอด ลักษณะของน้ำแข็งหลอดเป็นก้อนกลม บางครั้งเป็นก้อนสี่เหลี่ยม ขึ้นอยู่กับแม่พิมพ์ของเครื่องจักร การผลิตของโรงงาน แต่ตามตลาดทั่วไป น้ำแข็งหลอดจะเป็นก้อนกลม และมีรูตรงกลาง กลุ่มลูกค้ามักเป็นร้านขายของชำ ร้านมินิมาร์ท ส่วนลักษณะน้ำแข็งหลอดที่ลูกค้าต้องการ คือ ใส สะอาดและบรรจุในภาชนะที่ป้องกันการปนเปื้อนได้ ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 น้ำแข็งหลอด

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จาก <http://www.annisaa.com/index.php>

น้ำแข็งจัดเป็นอาหารควบคุมเฉพาะประเภทหนึ่งที่ต้องมีคุณภาพมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 78 (พ.ศ.2527) และฉบับที่ 137 (พ.ศ.2534) ที่ได้กำหนดในเรื่องของความสะอาดปราศจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และมีสารเคมีอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม ปัจจุบันการผลิตน้ำแข็งยังดำเนินการโดยอิสระและส่วนใหญ่เป็นการผลิตในแบบอุตสาหกรรมครัวเรือน

จากการที่น้ำแข็งมีคุณภาพไม่คงที่และประชาชนส่วนมากนิยมบริโภคน้ำแข็งเป็นประจำ รวมทั้งสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา หรือ ออย. ได้กำหนดให้น้ำแข็งเป็นอาหารควบคุม เฉพาะที่จะต้องได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้จึงจะสามารถผลิตและจำหน่ายได้ แต่จากความเป็นจริง น้ำแข็งที่ผลิตและจำหน่ายในท้องตลาดต่างมีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้แทบทั้งสิ้น จากการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและทางจุลชีววิทยาที่ดำเนินการโดยหน่วยงาน ของรัฐบาลซึ่งทางกระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดมาตรฐานของน้ำแข็งบริโภคตามประกาศ กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 78 ปี พ.ศ. 2527 ซึ่งค่ามาตรฐานต่างๆ แสดงไว้ดังตารางที่ 2.10

4.1 คุณสมบัติของน้ำที่ผลิตน้ำแข็ง

การผลิตน้ำแข็งเพื่อจำหน่ายที่มีวัตถุประสงค์ให้ใช้รับประทานนั้น จะต้องใช้น้ำสะอาด และได้มาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ค่ามาตรฐานน้ำแข็ง ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ลำดับ	รายการ	มาตรฐาน
1	สี แพลตินัมโคบอลต์สเกล	ไม่เกิน 20
2	กลิ่น	ไม่มีกลิ่น ไม่รวมกลิ่นคลอรีน
3	ความขุ่น ซิลิกา หรือ Hazen unit	5 ซิลิกาสเกล
4	ความเป็นกรดต่าง	6.5-8.5
5	ปริมาณมวลสารทั้งหมด มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 500
6	ความกระด้างทั้งหมด มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 100
7	สารหนู มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.05
8	แบเรียม มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 1.0
9	แคลเซียม มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.005
10	คลอไรด์ ในรูป Cl ₂ มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 250 (Cl ₂)
11	โครเมียม มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.05
12	ทองแดง มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 1.0
13	เหล็ก มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 3.0
14	ตะกั่ว มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.05
15	แมงกานีส มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.05
16	ปรอท มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.002
17	ไนเตรต ในรูป N มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 4.0

ตารางที่ 2.10 ค่ามาตรฐานน้ำแข็ง ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	มาตรฐาน
18	ฟีนอล มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.001
19	ซีลีเนียม มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.01
20	เงิน มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.05
21	ซัลเฟต มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 250
22	สังกะสี มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 5.0
23	ฟลูออไรด์ ในรูป F ₂ มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 1.5
24	อะลูมิเนียม มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.2
25	อัลคิลเบนซีนซัลโฟเนต มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.2
26	ไซยาไนด์ มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.1
27	คลอรีนตกค้าง มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.5
28	แบคทีเรียคลอริฟอร์ม/100 มิลลิลิตร	น้อยกว่า 2.2
29	<i>E. coli</i>	ไม่พบ
30	จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ไม่พบ

การสังเกตลักษณะน้ำแข็งก่อนที่จะซื้อมารับบริโภค โดยดูจากภายนอกจะต้องสะอาด ไม่มีเศษผงหรือสิ่งสกปรกปนอยู่ หรือถ้าเป็นน้ำแข็งที่บรรจุอยู่ในถุงพลาสติกจะต้องมีฉลากแสดงชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิต หมายเลขที่ได้รับการอนุญาตให้ผลิตน้ำแข็งจากคณะกรรมการอาหารและยา และที่สำคัญคือถุงบรรจุจะต้องไม่รั่วซึม

4.2 ขั้นตอนหลักของการผลิตน้ำแข็ง ประกอบด้วย

4.2.1 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เป็นกระบวนการปรับปรุงน้ำดิบ ให้มีคุณภาพ

เทียบเท่ากับน้ำบริโภค ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524)

และฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ในการผลิต

น้ำแข็งส่วนใหญ่จะใช้น้ำจากแม่น้ำลำคลองหรือน้ำบาดาลเพื่อลดต้นทุนในการผลิต

โดยโรงงานจะสูบน้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวมาเก็บไว้ที่ถังพักน้ำ แล้วเติมสารส้มหรือ

เติมปูนขาวแล้วแต่ภาวะของน้ำ กรองให้น้ำใส และทำลายเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้

สารเคมีซึ่งได้แก่ คลอรีนตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นจึงผ่านกระบวนการเพื่อกำจัด

ความกระด้างของน้ำหรือที่เรียกว่า เครื่องกรองเรซิน และผ่านเครื่องกรองถ่าน

กำจัด สี กลิ่น รส แล้วจึงเก็บไว้ที่พักน้ำ

4.2.2 กระบวนการแช่น้ำ มี 2 ลักษณะ คือ

- 1) น้ำแข็งซอง เป็นกระบวนการแช่น้ำให้แข็งในบ่อน้ำเกลือ ซึ่งมีสารทำความเย็นหล่อหน้าเกลือให้เย็นและกระจายความเย็นไปยังซองน้ำแข็ง ทำให้น้ำในซองแข็งตัวจนเต็มทั้งซอง จึงยกขึ้นถอดซองน้ำแข็งออก
- 2) น้ำแข็งหลอด เป็นกระบวนการทำให้น้ำเป็นน้ำแข็งภายในเครื่องผลิตน้ำแข็งระบบปิด

4.2.3 กระบวนการบรรจุและขนส่ง

- 1) น้ำแข็งซองไม่มีการบรรจุ เพียงฉีดน้ำล้างทำความสะอาดภายนอก ตัดเป็นก้อนแล้วนำขึ้นรถขนส่ง บางครั้งจะมีการบด บรรจุกระสอบแล้วนำขึ้นรถขนส่ง
- 2) น้ำแข็งหลอดมีการบรรจุในถุงพลาสติกขนาดบรรจุ 1 กิโลกรัม และบรรจุในกระสอบขนาดบรรจุ 20 กิโลกรัม หลังจากนั้นจัดเก็บแล้วนำขึ้นรถขนส่ง

4.3 กระบวนการผลิตน้ำแข็ง

อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งมักนิยมใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นในระบบทำความเย็นและจะใช้แอมโมเนียประเภทที่ปราศจากน้ำ แอมโมเนียแอนไฮไดรอส (Ammonia Anhydrous)

4.3.1 น้ำแข็งซอง

- 1) นำน้ำพักไว้ในถังพักที่ 1 เติมสารส้มและเติมปูนขาวหรือโซดาแอส แล้วแต่ปริมาณสารเจือปนของน้ำ เพื่อปรับค่า pH ให้อยู่ในมาตรฐานของน้ำดื่มบริโภคกรองน้ำให้ใสด้วยเครื่องกรอง เติมสารเคมีเพื่อทำลายจุลินทรีย์ ได้แก่คลอรีนตามเกณฑ์ที่กำหนด
- 2) ผ่านกระบวนการเพื่อกำจัดความกระด้างของน้ำด้วยเครื่องกรองเรซิน
- 3) ผ่านเครื่องกรองถ่านเพื่อกำจัด สี กลิ่น รส จากนั้น เก็บน้ำไว้ถังพักที่ 2
- 4) เมื่อได้น้ำตามมาตรฐานแล้ว นำน้ำใส่ช่องโลหะสำหรับทำน้ำแข็ง
- 5) นำซองไปแช่ในบ่อน้ำเกลือ แล้วปล่อยแอมโมเนียไปตามท่อที่อยู่คอดอยู่ในบ่อน้ำเกลือ แอมโมเนียถูกเปลี่ยนเป็นของเหลวโดยเครื่องคอมเพรสเซอร์ แอมโมเนียจะทำหน้าที่ดูดความร้อนจากซองน้ำแข็งและบ่อน้ำเกลือ ทำให้น้ำในซองเย็นลงเรื่อยๆ
- 6) ในขณะที่น้ำในซองเย็นลง จะมีการเป่าอากาศลงในน้ำเพื่อไล่สารละลายหรือฝุ่น

ละอองที่ปนอยู่ในน้ำ และเพื่อให้น้ำแข็งใส

- 7) ใช้เครื่องดูดออก พร้อมกับเติมน้ำเข้าไปใหม่จนอุณหภูมิเย็นลงที่ -10 ถึง 15 องศาเซลเซียส
- 8) น้ำในช่องที่เย็นจัดจนจับตัวเป็นน้ำแข็ง ใช้เวลาประมาณ 36 ถึง 48 ชั่วโมง

4.3.2 น้ำแข็งหลอด

- 1) สูบน้ำดิบจากบ่อบาดาลเข้าถังพักน้ำ เพื่อผ่านกระบวนการแยกสารละลายบางชนิดที่ปนอยู่กับน้ำดิบออก โดยการฉีดน้ำผ่านอากาศ และผสมสารคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค
- 2) นำน้ำที่ผ่านกระบวนการจากข้อ 1 มาลงถังพักที่ 2 เพื่อผ่านกระบวนการกรองสารคาร์บอน เครื่องกรองสารเรซินประจุบวกและสารเรซินประจุลบ
- 4) นำน้ำจากข้อ 3 ผ่านเครื่องกรองหยาบ ความละเอียดขนาด 5 ไมครอน จากนั้นผ่านเครื่องกรองความละเอียดขนาด 0.03 ไมครอน แล้วผ่านเครื่อง UV นำน้ำเข้าถังพักเพื่อรอส่งเข้าเครื่องผลิตน้ำแข็ง
- 5) นำน้ำจากข้อ 4 เข้าเครื่องผลิตน้ำแข็ง ในขั้นนี้จะปล่อยแอมโมเนียออกมาหล่อเย็น ทำให้ได้น้ำแข็ง และนำไปบรรจุกระสอบหรือถุงพลาสติกใสเพื่อจัดจำหน่าย

5. การบำบัดและการกำจัดแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

การพิจารณาเลือกใช้กระบวนการบำบัดแอมโมเนียในอากาศนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศ ประเภทของแหล่งที่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่น และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการบำบัดแอมโมเนียในอากาศ เป็นต้น ซึ่งกระบวนการพื้นฐานสำหรับการบำบัดแอมโมเนียในอากาศที่นิยมใช้ ได้แก่ กระบวนการดูดซึมก๊าซ (Gas Absorption) กระบวนการดูดซับก๊าซ (Gas Adsorption) และ กระบวนการกรองทางชีวภาพ (Biofiltration)

ในส่วนนี้จะขอกล่าวถึงกระบวนการดูดซึมก๊าซซึ่งเป็นระบบบำบัดแอมโมเนียที่นิยมใช้มากที่สุด

5.1. การบำบัดด้วยกระบวนการดูดซึมก๊าซ (Gas absorption)

เป็นกระบวนการที่ใช้ของเหลวในการดูดซึมสารพิษในอากาศทำให้ปริมาณสารพิษในอากาศที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอกลดลง นิยมใช้ในการบำบัดอนุภาค หมอก คิว และก๊าซที่ละลายได้ กระบวนการดูดซึมก๊าซนับเป็นอีกทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจากสามารถใช้สารดูดซึม (Absorbent) ร่วมกับการทำปฏิกิริยาเคมีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดได้ ชนิดของสารดูดซึม

ที่ใช้ในการระบวนการขึ้นอยู่กับราคาและชนิดของสารพิษที่ต้องการบำบัด ซึ่งสารดูดซึมทั่วไปที่นิยมใช้ ได้แก่ น้ำ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ สารละลาย สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายกรดซัลฟูริก สารละลายกรดไฮโดรคลอริก สารละลายกรดฟอสฟอริก และสารละลายโซเดียมไปซัลเฟต เป็นต้น

5.1.1 หลักการของระบบการดูดซึม

การดูดซึม (Absorption) เป็นกระบวนการทางวิศวกรรมเคมีซึ่งใช้หลักการการถ่ายโอนมวลสาร (Mass Transfer) ที่เป็นก๊าซ (หรือไอ) ซึ่งมีความสามารถในการละลาย (Soluble Gas) ออกจากกระแสอากาศไปยังตัวทำละลายที่เป็นของเหลว (Solvent Liquid) โดยทำให้กระบวนการนี้เกิดขึ้นในเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่จัดให้มีการสัมผัสกันระหว่างกระแสอากาศและตัวทำละลาย โดยใช้แรงผลักดัน (Driving Force) เป็นตัวผลักดันให้เกิดการถ่ายโอนมวลสารแรงผลักดันที่ใช้ในการผลักดันก๊าซที่ต้องการกำจัดออกจากกระแสอากาศไปสู่ตัวทำละลาย ได้แก่ ความแตกต่างของความดันย่อย (Partial Pressure) ของก๊าซชนิดนั้นๆ ในกระแสอากาศที่ถูกปล่อยออกมากับความดันไอ (Vapor Pressure) ของก๊าซชนิดดังกล่าวที่ผิวหน้าของสารละลายที่สัมผัสกับก๊าซนั้น การดูดซึมจะเกิดขึ้นเมื่อแรงผลักดันเป็นบวก กล่าวคือ ก๊าซจะออกจากกระแสอากาศไปสู่ตัวทำละลายแต่ถ้าแรงผลักดันเป็นลบจะไม่มี การดูดซึมเกิดขึ้น สิ่งที่เกิดขึ้นคือ กระบวนการที่ตรงกันข้ามกับการดูดซึม นั่น คือ ดีซอร์ปชัน (Desorption) หรือสตรIPPING (Stripping) ได้แก่ กระบวนการที่ก๊าซออกจากตัวทำละลายไปสู่กระแสอากาศซึ่งใช้ในการกำจัดสารมลพิษที่ปะปนอยู่ในน้ำเสีย (Waste Water)

การดูดซึมเป็นวิธีที่ใช้อย่างแพร่หลายสำหรับการบำบัดก๊าซชนิดสารอินทรีย์ อัตราการดูดซึมขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซ เช่น การแพร่กระจาย อัตราการไหล ความเข้มข้น ความหนาแน่น และสภาวะของตัวทำละลาย เช่น อุณหภูมิ อัตราการไหลและของเหลว เป็นต้น

การดูดซึมเกิดขึ้นได้ทั้งทางกายภาพและทางเคมี การดูดซึมทางกายภาพเกิดขึ้นเมื่อก๊าซที่ถูกดูดซึมละลายอยู่ในตัวทำละลายโดยไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น หากเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างก๊าซที่ถูกดูดซึมกับตัวทำละลายก็จะเป็นการดูดซึมทางเคมี ถ้าก๊าซที่ปนเปื้อนในกระแสอากาศนั้นละลายในตัวทำละลายได้ดี การบำบัดด้วยวิธีการดูดซึมจะมีประสิทธิภาพสูง ดังนั้น สำหรับก๊าซปนเปื้อนที่ละลายไม่ดีในตัวทำละลายบางครั้งอาจต้องมีการเติมสารเคมีเข้าไป ในสารเคมีอาจช่วยให้การละลายของก๊าซดีขึ้น เพื่อเพิ่มความสามารถในการละลายของก๊าซที่ปนเปื้อนนั่น เช่น การเติมสารโซเดียมซัลไฟต์ในการดูดซึมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ การเลือกตัวทำละลายที่ใช้ในการดูดซึม ควรพิจารณาถึงประสิทธิภาพที่ต้องการและราคาของสารเคมีโดยทั่วไปมักใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย เนื่องจากก๊าซปนเปื้อน ส่วนใหญ่สามารถละลายในน้ำได้ อีกทั้งน้ำยังสามารถหาได้ง่ายและราคาถูก

5.1.2 ระบบการดูดซึม แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลายและแบบที่ไม่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย แต่ใช้สารละลายอินทรีย์ที่มีค่าการระเหยต่ำเป็นตัวทำละลายแทน ดังนี้

1) ระบบที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย (aqueous systems) ในระบบนี้ก๊าซที่ต้องการกำจัดออกไปจะต้องมีความสามารถในการละลาย (Solubility) ในน้ำที่เพียงพอ ณ อุณหภูมิของกระแสอากาศเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการผลิต สำหรับก๊าซที่มีความสามารถในการละลายในน้ำต่ำ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะต้องใช้น้ำในการบำบัดเป็นปริมาณมากจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้น้ำในการบำบัดก๊าซที่เหมาะสมสำหรับใช้น้ำในการบำบัดได้แก่ ก๊าซไฮโดรคลอริก (Hydrochloric) และ ก๊าซไฮโดรฟลูออริก (Hydrofluoric) เป็นต้น และ ถ้ายังใช้น้ำที่มีค่า pH สูง หรือมีความเป็นด่างก็จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ในการกำจัดก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นกรดดังกล่าวให้สูงขึ้นในบางครั้งจึงมีการใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่มีค่า pH สูงหรือเติมสารเคมีที่มีความเป็นด่างลงในน้ำเพื่อเพิ่มค่า pH ของน้ำสูงขึ้นเช่น การเติมโซดาไฟ หรือ ปูนขาว เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วจะใช้น้ำเป็นตัวทำละลายเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดีเท่านั้น

2) ระบบที่ไม่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย (Nonaquous Systems) ในระบบนี้จะใช้ของเหลวที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น ไดเมทิลอานาลีน (Dimethylaniline) และเอมีน (Amines) เป็นตัวทำละลายแทนน้ำ ข้อจำกัดของของเหลวหรือสารละลายเหล่านี้ คือ สามารถที่จะใช้ได้เฉพาะกับกระแสอากาศเสียที่มีสารมลพิษปนเปื้อนเป็นก๊าซล้วนๆ ไม่มีอนุภาคเจือปน เพราะ ถ้าหากว่ามีอนุภาคเจือปนอยู่ในกระแสอากาศแล้วจะทำให้เกิดการรวมตัวระหว่างตัวทำละลายดังกล่าวกับอนุภาคกลายเป็นกาก ตะกอน (Sludges) ซึ่งยากที่จะกำจัดออกไปในภายหลัง

ในระบบการดูดซึมไม่ว่าจะเป็นระบบที่ใช้น้ำหรือไม่ใช้น้ำก็ตาม อาจใช้วิธีง่าย ๆ โดยการผ่านก๊าซที่ต้องการดูดซึมผ่านสารละลาย เมื่อดูดซึมแล้วก็กำจัดสารละลายที่ปนเปื้อนนั่นทิ้ง โดยไม่นำสารละลายนั้นมาใช้ซ้ำอีกหรือหลังจากการดูดซึมแล้วอาจนำสารละลายมาแยกก๊าซที่ดูดซึมเอาไว้เพื่อนำสารละลายนั้นมาใช้ใหม่ การแยกก๊าซนั้นสามารถทำได้หลายวิธี นอกจากวิธี ดีซอร์พชัน (Desorption) และ สตรีปปิง (Stripping) อาจใช้วิธีการทำให้ตกตะกอน (Precipitation) การทำให้เป็นกลาง (Neutralization) ออกซิเดชัน (Oxidation) รีดักชัน (Reduction) ไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) และการสกัด (Extraction) เป็นต้น

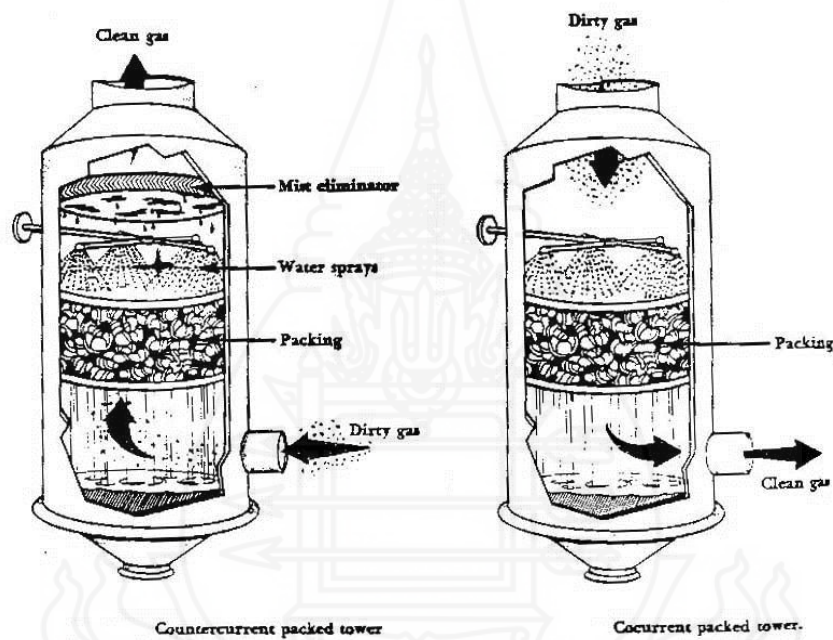
5.1.3 ชนิดของอุปกรณ์ระบบการดูดซึม

อุปกรณ์ระบบการดูดซึมมีหน้าที่ทำให้เกิดการสัมผัส

1) แพคทาวเออร์ (Packed Tower) แพคทาวเออร์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการถ่ายโอนมวลสารได้ดีมาก ทำให้มีขนาดเล็กกว่าอุปกรณ์ชนิดอื่น หากใช้บำบัดมลพิษทางอากาศจาก

แหล่งเดียวกัน โดยที่นิยมใช้แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบไหลสวนทาง (Countercurrent) และแบบไหลผ่าน (Cross-Flow)

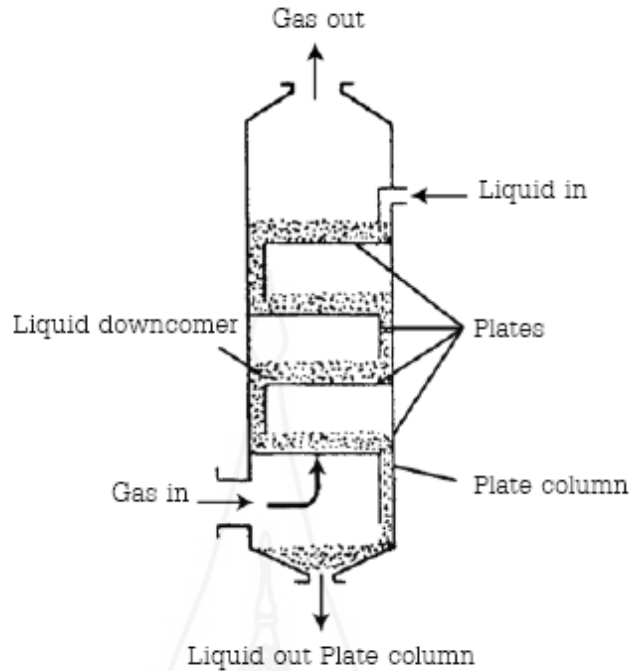
แพคทาวเออร์ชนิดไหลสวนทางจะทำให้เกิดแรงผลึกและการถ่ายโอนมวลได้ดีมากและเหมาะสมสำหรับกำจัดก๊าซมลพิษที่ไม่มีอนุภาคปะปนอยู่ในกระแสก๊าซ เพราะถ้ามีอนุภาคปะปนอยู่จะทำให้เกิดการอุดตันได้ง่าย ถ้าต้องการลดการอุดตันลง ควรใช้ชนิดไหลผ่านเพื่อให้เกิดการถ่ายโอนมวลสารได้มาและนิยมใช้วัสดุชนิดไหลผ่านหากต้องการให้เกิดการถ่ายโอนมวลสารได้มาก และใช้วัสดุชนิด เทอเลอเรต (Tellerette) บรรจุใน แพคเบด (Packed Bed) ของ แพคทาวเออร์ (Packed Tower) ชนิดไหลผ่านนี้ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 แพคทาวเออร์ (Packed Tower)

ที่มา : การจัดการและควบคุมมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม 2553

2) เพลท คอลัมน์ (Plate Column) อุปกรณ์ชนิดนี้ใช้หลักการบังคับให้ก๊าซไหลย้อนขึ้นด้านบนผ่านรูเล็กๆ ของแผ่นรองรับ (Plate) ไปสัมผัสกับชั้นของน้ำหรือของเหลวชนิดอื่นๆ ที่ไหลอยู่บนแผ่นรองรับนั้น โดยสามารถปรับอัตราการไหลของก๊าซได้ โดยทั่วไปจะใช้แผ่นรองรับต่อเป็นอนุกรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการบำบัดให้ได้ตามที่ต้องการ ชนิดของการไหลเป็นวิธีไหลสวนทางโดยให้ก๊าซไหลขึ้น และให้ของเหลวไหลลง ข้อดีของอุปกรณ์ชนิดนี้คือ มีราคาไม่สูงนัก แต่สามารถปรับอัตราการไหลของก๊าซได้ในช่วงแคบๆ เท่านั้น ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ทิศทางการไหลของกระแสอากาศภายในเพลท คอลัมน์

ที่มา : การจัดการและควบคุมมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม 2553

3) หอสเปรย์ (Spray towers) หลักการของอุปกรณ์ คือ การพ่นฝอยของเหลวลงสู่กระแสก๊าซ เพื่อชะล้างมลพิษที่ต้องการกำจัดออกจากกระแสก๊าซออกไปสู่ของเหลว ข้อดีคือจะไม่มีการอุดตันเนื่องจากอนุภาคที่ปะปนในกระแสก๊าซ แต่ถ้าน้ำของเหลวกลับมาใช้ใหม่โดยไม่กำจัดอนุภาคออกก่อน จะทำให้เกิดการอุดตันที่หัวพ่นของเหลว (Nozzle) ได้ง่าย

6. ระบบการตรวจสอบการรั่วไหลของก๊าซหรือไอระเหย

6.1 หลักการตรวจสอบการรั่วไหลของก๊าซหรือไอระเหย เป็นขั้นตอนที่สำคัญของระบบความปลอดภัยที่จะช่วยเตือนให้ผู้ปฏิบัติงานได้ทราบว่ามีการรั่วไหลของสารอันตรายหรือส่งสัญญาณไปยังหน่วยควบคุมที่เกี่ยวข้องได้ทันทั่วทั้งการตรวจสอบการรั่วไหลของก๊าซทำได้โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซ (Gas Detector) ซึ่งมีด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบติดตั้งอยู่กับที่ และแบบเคลื่อนย้ายได้ นอกจากนี้อาจใช้วิธีเก็บตัวอย่างแล้วนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยใช้ Gas Chromatography

6.1.1 อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซ (Gas Detector) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ อุปกรณ์ตรวจจับก๊าซ (Gas Sensor หรือ Gas Transducer), อุปกรณ์แปลงระดับความเข้มข้นของก๊าซไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า (Electrical Signal) และอุปกรณ์แสดงผล (Meter)

6.1.2 ชนิดของอุปกรณ์ตรวจจับก๊าซ (Gas Sensor) เป็นส่วนสำคัญที่สุดของอุปกรณ์ตรวจจับก๊าซ ที่สำคัญมี 5 ชนิด ได้แก่

1) เครื่องตรวจจับแบบใช้กระแสไฟฟ้า (Electrochemical Sensors) มีหลักการทำงานโดย Sensor จะทำปฏิกิริยากับก๊าซแล้วสร้างสัญญาณไฟฟ้าตามสัดส่วนความเข้มข้นของก๊าซทำให้อ่านค่าการรั่วไหลของก๊าซได้

2) เครื่องตรวจจับก๊าซแบบเร่งปฏิกิริยาการลุกไหม้ (Catalytic Combustible gas Sensors) มีหลักการทำงานคือ ก๊าซที่เผาไหม้ซึ่งส่วนใหญ่เป็น Hydrocarbon จะไม่ลุกไหม้จนกว่าอุณหภูมิจะสูงถึงจุดติดไฟ แต่เมื่อให้ก๊าซนั้นผ่านตัวกลางเคมีทำให้เกิดการเผาไหม้ที่อุณหภูมิต่ำ เรียกว่า “การเผาโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Combustion)” ซึ่งความเข้มข้นของก๊าซที่เผาไหม้ได้จะเป็นสัดส่วนกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation)

3) เครื่องตรวจจับก๊าซชนิดอาศัยการเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้า (Solid-State Gas Sensors) การตรวจจับก๊าซอาศัยการเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้าซึ่งเป็นผลจากการทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของก๊าซ โดยอุปกรณ์ตรวจจับก๊าซชนิดนี้ประกอบด้วยโลหะออกไซด์จำนวนหนึ่งชนิดหรือมากกว่า

4) เครื่องตรวจจับก๊าซชนิดใช้รังสีอินฟราเรด (Infrared Gas Sensors) หลักการทำงานจะใช้รังสีอินฟราเรดเป็นแหล่งพลังงานซึ่งก๊าซจะดูดซึมรังสีนี้ไว้ที่ความยาวคลื่นเฉพาะ ทำให้พลังงานของรังสีดังกล่าวลดลงเป็นสัดส่วนกับปริมาณก๊าซ

5) เครื่องตรวจจับก๊าซชนิดอาศัยการฉายอิเล็กตรอน (Photoionization Detector ; PID) ใช้หลักการของ Photoionization ที่จะเกิดขึ้นเมื่อโมเลกุลของก๊าซดูดซึมพลังงานแสงจนมีพลังงานเพียงพอที่จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากวงโคจรและจะถูกขยายสัญญาณไปยังส่วนแสดงผลต่อไป โดยมีอุปกรณ์ประกอบที่สำคัญได้แก่ หลอดแสงอุลตราไวโอเลต(Ultraviolet Lamp) และ ไอออนแชมเบอร์ (Ion Chamber)

6.2 ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการเลือกอุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซ คือ จะต้องเลือกชนิดของอุปกรณ์ตรวจจับก๊าซให้เหมาะสมกับชนิดของก๊าซที่ต้องการตรวจสอบการรั่วไหล ปัจจัยที่ควรพิจารณาเพื่อความปลอดภัยดังนี้

6.2.1 อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซควรมีขนาดเล็กและแข็งแรงเหมาะที่จะใช้งานในพื้นที่อันตรายและสภาพแวดล้อมไม่ดีและต้องมีความเหมาะสมด้านราคากับประสิทธิภาพ สามารถติดตั้งในพื้นที่กระบวนการผลิตได้ ค่าติดตั้งไม่แพงเกินไป

6.2.2 อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซชนิดเคลื่อนย้ายได้ ต้องมีการใช้พลังงานเหมาะสม เครื่องมือควรมีขนาดเล็ก มีประสิทธิภาพใช้งานในพื้นที่อันตรายได้

6.2.3 อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซควรมีวิธีใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และบำรุงรักษาง่าย

6.2.4 อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซชนิดติดตั้งอยู่กับที่ ควรทำงานได้ตลอดเวลาและสามารถใช้งานได้อย่างน้อย 2 ปี ในสภาพแวดล้อมพื้นที่ทำงาน และควรต่อเชื่อมกับระบบควบคุมอัตโนมัติได้ด้วย

6.3 ระบบตรวจจับแอมโมเนีย

มีระบบตรวจจับแอมโมเนียถือเป็นการป้องกันอุบัติเหตุอีกทางหนึ่งได้ การป้องกันตั้งแต่ต้นจะช่วยป้องกันการหยุดชะงักของการผลิตช่วยในการอพยพคนได้ทันทั่วทั้งและมีผลถึงภาพพจน์ของบริษัทด้วยอุปกรณ์ตรวจจับแอมโมเนียถือเป็นการป้องกันที่ดีอีกทางหนึ่ง โดยอุปกรณ์ตรวจจับแอมโมเนียที่ดีต้องสามารถตรวจแอมโมเนียที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 25 ppm ได้ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 อุปกรณ์ตรวจจับแอมโมเนีย

ที่มา : วารสารสมาคมเครื่องทำความเย็นไทย Keep Kool ฉบับที่ 10 เดือน พฤศจิกายน 2546

7. อุบัติภัยของการเกิดอันตรายจากแอมโมเนียรั่วไหลในประเทศไทย

อุบัติเหตุของการเกิดอันตรายจากแอมโมเนียรั่วไหลในประเทศไทยในระยะตั้งแต่ 2535-2552 พบว่าเกิดขึ้นจำนวน 33 เหตุการณ์ สาเหตุเกิดจากก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล จากถังบรรจุรั่ว แผงท่อทำความเย็นปริแตก ประเก็น วาล์วเปิด-ปิด เสื่อมสภาพ ระบบสูบลำก๊าซแอมโมเนียเข้าสู่เครื่องทำความเย็นรั่ว เป็นต้น โดยเหตุการณ์ สถานที่และความเสียหายรวมถึงการจัดการ แสดงไว้ดังตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 อุบัติภัยของการเกิดอันตรายจากแอมโมเนียรั่วไหลในประเทศไทย ตั้งแต่ 2535- 2552

วันที่	เหตุการณ์	สถานที่	ความเสียหาย/การจัดการ	ที่มา
2535	เกิดก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล	บริษัทยูนิแก๊ส จำกัด จ.สุราษฎร์ธานี	- ไม่มี	1
2536	ถังบรรจุก๊าซแอมโมเนียรั่ว เมื่อสูบลำก๊าซแอมโมเนียจากเรือบรรทุกเข้าถังเก็บ	บริษัทเจนนิโคซิด้า จำกัด	- ไม่มี	1
2536	ก๊าซแอมโมเนียรั่วภายในอาคารโรงงาน เนื่องจากระบบสูบลำก๊าซแอมโมเนียรั่ว	ห้องเย็น จ.ฉะเชิงเทรา	- คนงานได้รับอันตรายในระบบทางเดินหายใจจำนวนมาก	1
29 ก.ย. 2542	แผงท่อทำความเย็นในห้องผลิตน้ำแข็งปริแตก ทำให้แอมโมเนียฟุ้งกระจายไปสู่ชุมชนข้างเคียง	โรงงานห้องเย็นอาเซียนซีฟู๊ดส์ จำกัด คลองเตย กทม.	- เด็กนักเรียน 30 คน เกิดอาการแน่นหน้าอก เวียนศีรษะ และเกิดอาการระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ	2
13 มี.ค. 2543	ก๊าซแอมโมเนียที่ตกค้างในท่อเครื่องทำความเย็นรั่วไหลออกมาจากการซ่อมแซม	บริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด อ.เมือง จ.เชียงใหม่	- คนงาน 20 คน เกิดอาการแน่นหน้าอก หายใจไม่ออก ต้องนำส่งโรงพยาบาล ในจำนวนนี้มีอาการสาหัส 8 ราย	2

ตารางที่ 2.11 อุบัติภัยของการเกิดอันตรายจากแอมโมเนียรั่วในประเทศไทย ตั้งแต่ 2535- 2552(ต่อ)

วันที่	เหตุการณ์	สถานที่	ความเสียหาย/การจัดการ	ที่มา
22 มี.ค. 2543	เกิดรั่วบริเวณท่อส่ง แอมโมเนีย ทำให้ก๊าซ แอมโมเนียรั่วไหล	โรงงานน้ำแข็งมิตรภาพ ขอนแก่น อ.เมือง จ. ขอนแก่น	- คนงานบาดเจ็บ 2 ราย - เสียชีวิต 1 ราย	2
27 มี.ค. 2543	สายยางถ่ายแอมโมเนีย หลุด เนื่องจากเสื่อมสภาพ ทำให้ก๊าซแอมโมเนีย รั่วไหล	บริษัทอุตสาหกรรมห้อง เย็นกันตัง อ.กันตัง จ. ตรัง	คนงาน 20 คน หมดสติ จากการสูดดมก๊าซพิษ และนำส่งโรงพยาบาล	2
13 เม.ย. 2543	ประเก็นวาล์วเปิด-ปิดท่อ ส่งแอมโมเนียเสื่อมสภาพ ทำให้ก๊าซแอมโมเนีย รั่วไหล	โรงงานทำน้ำแข็งสยาม เขตพระนคร กทม.	- คนงานได้รับบาดเจ็บ เล็กน้อยจากการสูดดม ก๊าซพิษ 7 ราย	1
7 พ.ค. 2543	ประเก็นวาล์วเปิด-ปิดท่อ ส่งแอมโมเนียเสื่อมสภาพ ทำให้ก๊าซแอมโมเนีย รั่วไหล	บริษัทเอเชียนซีฟู๊ดส์ จำกัด คลองเตย กทม.	- ไม่มี	2
9 ม.ค. 2545	เกิดการรั่วไหลของก๊าซ แอมโมเนียจากท่อในห้อง เย็นของโรงงาน	โรงงานผลิตเนื้อไก่สด บริษัทกรุงเทพโปรคิวส์ จำกัด อ.หินกอง จ. สระบุรี	- ไม่มีผู้บาดเจ็บ	2
31 พ.ค. 2545	เกิดการรั่วไหลของก๊าซ แอมโมเนียจากท่อส่ง ภายในโรงงาน เนื่องจาก วาล์วปิดชำรุด	โรงงานผลิตน้ำแข็ง หลอดยี่ห้อ เจ.อาร์ ต. ดอนตะโก อ.เมือง จ. ราชบุรี	- ประชาชนและนักเรียน อพยพออกจากบริเวณที่ เกิดเหตุ คนงานบาดเจ็บ 11ราย เสียชีวิต 1 ราย	2
19 มี.ค. 2546 24.00 น.	แอมโมเนียรั่วในโรงงาน ทำน้ำแข็ง เนื่องจากวาล์ว ท่อส่งแอมโมเนียชำรุด	ต.บางเขน อ.เมือง จ. นนทบุรี	ประชาชนประมาณ 30 คน ได้รับกลิ่นเหม็นจาก แอมโมเนีย	2

ตารางที่ 2.11 อุบัติภัยของการเกิดอันตรายจากแอมโมเนียรั่วในประเทศไทย ตั้งแต่ 2535- 2552(ต่อ)

วันที่	เหตุการณ์	สถานที่	ความเสียหาย/การ จัดการ	ที่มา
8 ธ.ค. 2546 09.30 น.	เกิดแอมโมเนียรั่วไหล ออกจากระบบทำความ เย็นของโรงงาน	โรงงานทำน้ำแข็งม่นวา รินทร์ ต.บางฝ้าง อ.พระ ประแดง จ.สมุทรปราการ	สาธารณสุขจังหวัด สมุทรปราการและ เจ้าหน้าที่ตำรวจได้เข้า ควบคุมสถานการณ์ใน เบื้องต้น	2
7 ม.ค. 2547 17:00 น.	เกิดเหตุก๊าซแอมโมเนีย รั่วไหลจากโรงงาน น้ำแข็ง	บริษัท เอ็ม ซี น้ำแข็ง หลอดและซอง จำกัด ซอยเจริญกุล ถ.สายลวด ต.ปากน้ำ อ.เมือง จ. สมุทรปราการ	ผู้ที่ได้รับกลิ่นเหม็น รุนแรง แสบจมูก แสบ คอ หายใจไม่ออกแน่น หน้าอก โดยมีผู้ป่วย อาการรุนแรง 3 รายและ ชาวบ้านที่อยู่ในรัศมี 100 เมตร ต้องอพยพ ออกจากพื้นที่	2
14 ก.พ. 2547 22:00 น.	ก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล ออกจากถังก๊าซที่ใช้ทำ ความเย็นใน กระบวนการผลิต น้ำแข็ง	บริษัท น้ำแข็งมิตรบำรุง จำกัด ซ.ลาดพร้าว 79 เขต วังทองหลาง กรุงเทพฯ	สำนักงานเขตวัง ทองหลาง มีคำสั่งเจ้า พนักงานท้องถิ่นให้ บริษัทฯ ห้ามมาตรการ ควบคุมป้องกันมิให้เกิด การรั่วไหลของสารเคมี	2
24 มี.ค. 2547 08.30 น.	ก๊าซแอมโมเนียรั่วจาก ระบบท่อลำเลียงเข้าสู่ ห้องเย็นภายในโรงงาน แช่แข็ง ทำให้เกิดกลิ่น เหม็นแสบจมูก และ ระคายเคืองตา	บริษัทอันดามันซีฟู้ด ต. บางรีน อ.เมือง จ.ระนอง	กลิ่นสารเคมีทำให้แสบ จมูกระคายเคืองตา แน่น หน้าอก หายใจไม่ออก อาเจียน รวม ผู้ได้รับบาดเจ็บ 67 ราย	2

ตารางที่ 2.11 อุบัติภัยของการเกิดอันตรายจากแอมโมเนียรั่วในประเทศไทย ตั้งแต่ 2535- 2552(ต่อ)

วันที่	เหตุการณ์	สถานที่	ความเสียหาย/การจัดการ	ที่มา
7 พ.ย. 2547 10:00 น.	เกิดเหตุแอมโมเนียรั่วภายในโกดังขององค์กรสะพานปลา ซึ่งจุดที่เกิดเหตุเป็นห้องเย็นที่ไม่ได้ใช้งานเป็นระยะเวลานานกว่า 10 ปี และกำลังดำเนินการปรับปรุงสถานที่ โดยคนงานทำการตัดท่อส่งก๊าซที่เป็นท่อเก่าเลิกใช้งานจนเกิดสนิม แต่ยังมีก๊าซแอมโมเนียตกค้างอยู่	องค์การสะพานปลา เขตสาทร กทม.	เกิดการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียทำให้ประชาชนที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงมีอาการแสบตา และหายใจติดขัด และมีผู้ได้รับบาดเจ็บรุนแรงจากการสูดดมก๊าซ 1 ราย	2
11 ก.พ. 2548 00:40 น.	ก๊าซแอมโมเนียรั่วจากเครื่องทำความเย็น	โรงงานน้ำแข็งมหานคร ซ.เจริญนคร 43 ถ.เจริญนคร แขวงบางลำภูล่าง เขตคลองสาน กรุงเทพฯ	มีผู้ป่วยหมดสติจากการสูดดมก๊าซแอมโมเนีย 7 ราย	2
16 ส.ค. 2548 12:00 น.	แอมโมเนียรั่วขณะซ่อมแซมวาล์วถังแอมโมเนีย	โรงงานน้ำแข็งของบริษัท ที 1999 จำกัด ตั้งอยู่ในชุมชนโรงหมู เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร	คนงานเจ็บป่วย 5 คน โรงเรียนสามัคคี สงเคราะห์ต้องอพยพเด็กนักเรียนกว่า 500 คน ไปที่ปลอดภัย	4
12 ก.ย. 2548 09:00 น.	แอมโมเนียรั่วจากท่อส่งที่ชำรุด	โรงงานเชื้อดและฆ่าแหละไก่ของบริษัท แหลมทอง โพรทริ จำกัด เลขที่ 1/10 ม. 8 ต.สูงเนิน อ. สูงเนิน จ. นครราชสีมา	มีผู้ได้รับบาดเจ็บจากการสูดดมก๊าซพิษ 100 คน และต้องเข้ารับการรักษาและรอดูอาการที่โรงพยาบาลจำนวน 20 คน	4

ตารางที่ 2.11 อุบัติภัยของการเกิดอันตรายจากแอมโมเนียรั่วในประเทศไทย ตั้งแต่ 2535- 2552(ต่อ)

วันที่	เหตุการณ์	สถานที่	ความเสียหาย/การ จัดการ	ที่มา
20 ก.ย. 2548	แอมโมเนียรั่วออกมา จากท่อส่งที่สุกร่อน	โรงงานแปรรูปอาหาร ทะเลและห้องเย็นของ บริษัท เจริญโภคภัณฑ์ อาหาร จำกัด จ.ระยอง		4
30 ต.ค. 2548	ก๊าซแอมโมเนียรั่วใน โรงงานน้ำแข็ง	ต. โพนทอง อ. เมือง กาฬสินธุ์	ชาวบ้านประมาณ 10 คนมีอาการแน่นหน้าอก	4
13 มิ.ย. 2549	แอมโมเนียรั่วไหลขณะ เปลี่ยนวาล์ว	โรงงานน้ำแข็งข้าง โรงเรียนเทศบาลวัด กลาง เทศบาลนคร ขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น	ต้องอพยพนักเรียนและ ครูไปในที่อากาศถ่ายเท สะดวก	4
3 ก.ย. 2549 21.30 น.	เกิดเหตุระเบิด เนื่องจาก คนงานได้ใส่แอมโมเนีย ลงไปในถังปั่นน้ำยาง สดมากเกินไประหว่างที่ ทำการปั่นน้ำยางสดจึง เกิดแรงดันภายในถัง	โรงงานถาวร อุตสาหกรรมยางจำกัด เขตเทศบาลเมืองเสเดา จ.สงขลา	เสียชีวิตทันที 1 ศพ บาดเจ็บสาหัส 2 ราย และบาดเจ็บเล็กน้อย 4 ราย	4
3 ก.พ. 2550 06:00 น.	ก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล จากถังเก็บขนาดใหญ่	โรงงานน้ำแข็งประหยัด ธุรกิจ 99/4 บ้านทุ่งคู้อย หมู่ 7 ต.ปงแสนทอง อ. เมือง จ.ลำปาง	มีผู้ได้รับบาดเจ็บ 2 ราย ทั้งคู่ออาการไอ ตาแดง แน่นหน้าอก และ อาเจียนอย่างหนัก	4
27 ก.พ. 2550 23:30 น.	ซื้อต่อท่อส่งก๊าซ แอมโมเนียซึ่งบรรจุอยู่ เต็มถัง ประมาณ 5,000 ลิตร รั่วไหลทำให้ก๊าซ ฟุ้งกระจายไปทั่วบริเวณ	บริษัท ธารรัตน์ บิ่ง ทอน้ำแข็งหลอด ภายในนิคม อุตสาหกรรมปิ่นทอง	คนงานและประชาชนที่ พักอาศัยในบริเวณ ใกล้เคียงจำนวนมาก หมดสติจากการสูดดม ก๊าซแอมโมเนีย	4

ตารางที่ 2.11 อุบัติภัยของการเกิดอันตรายจากแอมโมเนียรั่วในประเทศไทย ตั้งแต่ 2535- 2552(ต่อ)

วันที่	เหตุการณ์	สถานที่	ความเสียหาย/การจัดการ	ที่มา
22 มี.ค. 2550 02:30 น.	ก๊าซแอมโมเนีย รั่วไหลออกจาก โรงงานผลิตน้ำแข็ง	บริเวณแฟลตตำรวจ สภ.อ.เมืองหนองบัวลำภู หมู่ 1 ต.หนองบัว อ.เมือง จ.หนองบัวลำภู	ชาวบ้านที่อาศัยบริเวณ นั้นมีอาการแสบตา แสบ จมูก หายใจไม่ออก แน่น หน้าอก และบางคนถึงกับ อาเจียน	4
6 พ.ค. 2550 01:00 น.	ท่อส่งก๊าซ แอมโมเนียรั่วไหล เนื่องจากท่อมีสภาพ เก่าและเป็นสนิม	โรงงานอู๋ยงพัฒนา เลขที่ 523/1 ซอยเจริญกรุง 107 แขวงบางโคล่ เขตบางคอ แหลมกทม.	กลิ่นฟุ้งกระจายไปทั่ว ประชาชนที่พักอาศัย บริเวณใกล้เคียง รวมกว่า 1,000 คน ต้องอพยพหนี	4
12 พ.ค. 2550 10:00 น.	ก๊าซแอมโมเนีย รั่วไหลบริเวณหัว วาล์ว ภายในห้องแช่ เย็นของโรงงาน	โรงงานลิסהวด ซ.ท่าดิน แดง 16 ถ.ท่าดินแดง แขวงคลองสาน เขตคลอง สาน กทม.	กลิ่นฟุ้งกระจายไปทั่วใน รัศมี 100 เมตร ประชาชน ประมาณ 300 - 400 คน ต้องอพยพหนี	4
22 ก.ค. 2550 04:00 น.	สารแอมโมเนียกว่า 200 ลิตร รั่วไหลจาก ห้องเย็น หจก. ร้อยเอ็ดค้าปลา ลงสู่ ลำน้ำสาธารณะ	หจก.ร้อยเอ็ดค้าปลา จำกัด เลขที่ 129 ถนนคชพลา ยุคต์ บ้านหนองนาตากร้า ม. 11 ต.เหนือเมือง อ. เมือง จ.ร้อยเอ็ด	ลำน้ำเน่าเสียทำให้ปลา ตายหมื่นคลุ้งไปทั้งลำน้ำ สัตว์เลี้ยงและชาวบ้านไม่ สามารถใช้น้ำได้ตามปกติ	4
7 ต.ค. 2550 11:30 น.	ก๊าซแอมโมเนีย รั่วไหลจากห้องทำ ความเย็น ภายในโรง งานชำแหละเนื้อไก่	โรงงานเกมเบียนฟู้ด ริม ถนนบางน้ำเปรี้ยว - องครักษ์ อ.องครักษ์ จ. นครนายก	พนักงานโรงงานเป็นลม หมดสติจากการสูดดม ก๊าซ 5 ราย	4
12 ก.พ. 2551 07:40 น.	ก๊าซแอมโมเนียรั่ว ภายในโรงงานน้ำแข็ง	หจก.สหเสริม ซอยสมเด็จ เจ้าพระยา 11 ถนนสมเด็จ เจ้าพระยา เขตคลองสาน กรุงเทพฯ	ไม่มีผู้ได้รับบาดเจ็บและ เสียชีวิต	4

ตารางที่ 2.11 อุบัติภัยของการเกิดอันตรายจากแอมโมเนียรั่วในประเทศไทย ตั้งแต่ 2535- 2552(ต่อ)

วันที่	เหตุการณ์	สถานที่	ความเสียหาย/การจัดการ	ที่มา
17 ม.ค. 2552 22:30 น.	ก๊าซแอมโมเนีย รั่วไหลภายใน โรงงานชำแหละไก่ สด	บริษัท แกมเปียนฟู้ดส์ สยาม จำกัด เลขที่ 34/1 หมู่ 7 ต.บึงคำพร้อย อ.ลำ ลูกกา จ.ปทุมธานี	คนงานกว่า 500 คน หนี ตาย และมีผู้สูดดมก๊าซจน หมดสติหลายสิบคน สาหัส 3 ราย	4

ที่มา 1. หนังสือมหันตภัยจากวัตถุเคมี โดย ภิญญ โพนิชพันธ์ และพิณทิพ รุ่งวงษา จัดพิมพ์ โดย
บวท. สวทช. สกว. (ธันวาคม 2544)

- ข้อมูลรวบรวมโดย สุเมธา วิเชียรเพชร ฝ่ายติดตามและฟื้นฟูกองจัดการสารอันตราย และภาค
ของเสีย กรมควบคุมมลพิษ
- ข้อมูลรวบรวมโดย รศ. สุชาดา ชินะจิตร ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการ
วิจัย
- ข้อมูลรวบรวมจากสื่อ

8. การประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงจากแอมโมเนียรั่วไหล เขียนเป็นแผนการดำเนินการต่างๆ ได้ดังนี้
เช่น

3.1.1 แผนควบคุมความเสี่ยง มองจากมาตรการทั้งป้องกันและแก้ไขที่มีอยู่เดิม มากำหนดเป็น
แผนงานควบคุมความเสี่ยง โดยกำหนดผู้รับผิดชอบ เพื่อกำหนดให้ดำเนินการเช่นนั้นอย่างต่อเนื่อง

- กำหนดหัวข้อเรื่องที่ได้รับผิดชอบต้องดำเนินการ
- หลักเกณฑ์ มาตรฐานที่ควบคุม
- ผู้ตรวจ ติดตาม เพื่อตรวจติดตามผู้รับผิดชอบดำเนินการตามความถี่ที่กำหนด

วัตถุประสงค์ : หมายถึงสิ่งที่คิดว่าจะดำเนินการ หลังจากความเสี่ยง ควรกำหนด
วัตถุประสงค์ว่าจะทำอะไร ซึ่งจะเป็นทิศทางกว้างๆ ในการดำเนินการในเรื่องของแผนควบคุม
ความเสี่ยง เป็นการกำหนดสิ่งที่เป็นมาตรการที่มีอยู่แล้วให้ชัดเจนยิ่งขึ้นทันที ดังนั้น วัตถุประสงค์
จะเป็นทิศทางกว้างๆ ที่สอดคล้องกับความเสี่ยง เป้าหมาย คือ สิ่งที่ต้องการให้เป็นและวัดได้ โดย
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เช่น

ความเสี่ยง : อันตรายจากแอมโมเนียรั่วไหล

วัตถุประสงค์ : ลดโอกาสเกิดแอมโมเนียรั่วไหลสู่พนักงาน และชุมชนโดยรอบ

เป้าหมาย : จำนวนครั้งแอมโมเนียรั่วไหลเป็นศูนย์

มาตรการ : 1. แผนการตรวจสอบการรั่วไหลตามจุดต่อและอุปกรณ์ (Leak Survey)

2. ตรวจสอบการทำงานของวาล์วระบายแรงดัน

3.1.2 แผนลดความเสี่ยง เป็นการกำหนดมาตรการป้องกัน/แก้ไขเพิ่มเติมให้ครบถ้วน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการกับความเสี่ยงนั้นๆ โดยกำหนดจากข้อเสนอแนะที่ได้กำหนดขึ้น ข้อเสนอแนะดังกล่าวเป็นได้ทั้งการป้องกัน/แก้ไข เช่นเดียวกับแผนควบคุมความเสี่ยง แต่แตกต่างกันตรง มาตรการในแผนลดความเสี่ยงเป็นสิ่งที่ไม่มีอยู่เดิม การกำหนดวัตถุประสงค์/เป้าหมาย ดังนี้

วัตถุประสงค์ : เป็นทิศทางการดำเนินการกว้างๆ ที่สอดคล้องกับความเสี่ยงและข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ยิ่งข้อเสนอแนะชัดเจนมากเท่าใด ก็ให้เขียนวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนเท่านั้น แต่ถ้าข้อเสนอแนะมีหลายๆ ข้อ ก็ให้เราเขียนวัตถุประสงค์ได้กว้างๆ

เป้าหมาย : อธิบายวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนขึ้นพร้อมกำหนดแล้วเสร็จแน่นอน ซึ่งกำหนดเวลาหลังมาตรการที่ช้าที่สุดที่จะจัดทำขึ้น เช่น

ความเสี่ยง : อันตรายจากการใช้แอมโมเนีย

วัตถุประสงค์ 1 : กำหนดแผนการตรวจสอบอุปกรณ์ในระบบท่อ

เป้าหมาย : แผนการตรวจสอบอุปกรณ์ระบบท่อ ธันวาคม 2554

วัตถุประสงค์ 2 : กำหนดมาตรการป้องกันการเกิดแอมโมเนียรั่วไหล

เป้าหมาย : มาตรการป้องกัน/แก้ไขการเกิดแอมโมเนียรั่วไหลแล้วเสร็จภายใน ธันวาคม 2554

มาตรการ 1. จัดทำแผนการตรวจสอบอุปกรณ์

2. จัดทำแผนตรวจสอบพื้นที่

3. กำหนดการตรวจสอบการรั่วไหล

9. หน้าที่ของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน (จป.) ระดับต่าง ๆ

ตามกฎหมายกระทรวง เรื่อง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2549 มีดังนี้

9.1 เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับเทคนิค มีหน้าที่

9.1.1 แนะนำลูกจ้างให้ปฏิบัติตามกฎระเบียบ คำสั่ง คำแนะนำ หรือ มาตรการเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน

9.1.2 สํารวจและรายงานสภาพความไม่ปลอดภัย พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางแก้ไข

9.1.3 รายงานอุบัติเหตุหรือการเจ็บป่วยจากการทำงานต่อนายจ้าง

9.1.4 ปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยตามที่นายจ้างมอบหมาย จป. ระดับหัวหน้างานหรือระดับบริหารมอบหมาย

9.2 เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับหัวหน้างาน มีหน้าที่

9.2.1 กำกับ ดูแล ให้ลูกจ้างในหน่วยงานที่รับผิดชอบปฏิบัติตามข้อบังคับและคู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

9.2.2 วิเคราะห์งานในหน่วยงานที่รับผิดชอบเพื่อค้นหาความเสี่ยงหรืออันตรายเบื้องต้น โดยอาจร่วมดำเนินการกับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับเทคนิค ระดับเทคนิคขั้นสูง หรือระดับวิชาชีพ

9.2.3 สอนวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องแก่ลูกจ้างในหน่วยงานที่รับผิดชอบเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

9.2.4 ตรวจสอบสภาพการทำงาน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ก่อนลงมือปฏิบัติงานประจำวัน

9.2.5 กำกับ ดูแล การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลของลูกจ้างในหน่วยงานที่รับผิดชอบ

9.2.6 รายงานการประสบอันตราย การเจ็บป่วย หรือการเกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ อันเนื่องมาจากการทำงานของลูกจ้างต่อนายจ้าง และแจ้งต่อเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับเทคนิค ระดับเทคนิคขั้นสูง หรือระดับวิชาชีพ สำหรับสถานประกอบการที่มีหน่วยงานความปลอดภัย ให้แจ้งต่อหน่วยงานความปลอดภัยทันทีที่เกิดเหตุ

9.2.7 ตรวจสอบหาสาเหตุการประสบอันตราย การเจ็บป่วย หรือการเกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ อันเนื่องมาจากการทำงานของลูกจ้างร่วมกับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับเทคนิค ระดับเทคนิคขั้นสูง หรือระดับวิชาชีพ และรายงานผล รวมทั้งเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาค่อนายจ้าง โดยไม่ชักช้า

9.2.8 ส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมความปลอดภัยในการทำงาน

9.2.9 ปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยในการทำงานอื่น ตามที่เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับบริหารมอบหมาย

9.3 เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ มีหน้าที่

9.3.1 ตรวจสอบและเสนอแนะให้นายจ้างปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัย อาชีว-อนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน

9.3.2 วิเคราะห์งานเพื่อชี้บ่งอันตราย รวมทั้งกำหนดมาตรการป้องกันหรือขั้นตอนการทำงานอย่างปลอดภัยเสนอต่อนายจ้าง

9.3.3 ประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในการทำงาน

9.3.4 วิเคราะห์แผนงานโครงการ รวมทั้งข้อเสนอแนะของหน่วยงานต่าง ๆ และเสนอแนะมาตรการความปลอดภัยในการทำงานต่อนายจ้าง

9.3.5 ตรวจสอบการปฏิบัติงานของสถานประกอบกิจการให้เป็นไปตามแผนงานโครงการหรือมาตรการความปลอดภัยในการทำงาน

9.3.6 แนะนำให้ลูกจ้างปฏิบัติตามข้อบังคับและคู่มือความปลอดภัย

9.3.7 แนะนำ ฝึกสอน อบรมลูกจ้างเพื่อให้การปฏิบัติงานปลอดภัยจากเหตุอันจะทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยในการทำงาน

9.3.8 ตรวจสอบวัดและประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงานหรือดำเนินการร่วมกับบุคคลหรือหน่วยงานที่ขึ้นทะเบียนกับกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเป็นผู้รับรองหรือตรวจสอบเอกสาร หลักฐานรายงานในการตรวจสอบสภาพแวดล้อมในการทำงานภายในสถานประกอบกิจการ

9.3.9 เสนอแนะต่อนายจ้างเพื่อให้มีการจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงานที่เหมาะสม กับสถานประกอบกิจการ และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง

9.3.10 ตรวจสอบหาสาเหตุการประสบอันตราย การเจ็บป่วยหรือการเกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญอันเนื่องมาจากการทำงาน และรายงานผลรวมทั้งเสนอแนะต่อนายจ้างเพื่อป้องกันซ้ำ

9.3.11 รวบรวมสถิติ วิเคราะห์ข้อมูล จัดทำรายงานและขอเสนอแนะเกี่ยวกับการประสบอันตราย การเจ็บป่วยหรือการเกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญอันเนื่องมาจากการทำงานของลูกจ้าง

9.3.12 ปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยในการทำงานอื่นๆ ตามที่นายจ้างมอบหมาย

9.4 เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับบริหาร มีหน้าที่

9.4.1 กำกับ ดูแล เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานทุกระดับซึ่งอยู่ในบังคับบัญชาของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับบริหาร ปฏิบัติงานตามกฎหมาย ระเบียบ คำสั่งหรือมาตรการความปลอดภัยในการทำงาน

9.4.2 เสนอแผนงานโครงการด้านความปลอดภัยในการทำงานในหน่วยงานที่รับผิดชอบต่อนายจ้าง

9.4.3 ส่งเสริม สนับสนุน และติดตามการดำเนินงานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน ให้เป็นไปตามแผนงาน โครงการ เพื่อให้มีการจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงานที่เหมาะสมกับ สถานประกอบการ

9.4.4 กำกับ ดูแล และติดตามให้มีการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อความปลอดภัยของลูกจ้าง ตามที่ ได้รับรายงานหรือตามข้อเสนอแนะของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน คณะกรรมการ หรือ หน่วยงานความปลอดภัย

10. กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย

กฎหมายเพื่อความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับระบบทำความเย็นที่ใช้แอมโมเนียมีดังนี้

10.1 กฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ.2535) ออกตาม พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง อนุมัติเครื่องอัดก๊าซ (Compressor) ถังรับแรงดันระบบท่อ จะต้องได้รับการออกแบบ กำหนดสร้าง ตามมาตรฐานที่ยอมรับหรือผ่านการทดสอบของผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม เพื่อความ มั่นใจในความปลอดภัย โรงน้ำแข็งและห้องเย็นทุกแห่งต้องมีวิศวกรเซ็นต์รับรอง เพื่อความ ปลอดภัยของระบบทำความเย็น

10.2 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2542) ออกตาม พระราชบัญญัติ โรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงาน ที่กำหนดให้ประเภท อุตสาหกรรม ลำดับ ที่ 92 ประเภทโรงงานห้องเย็น มีรายละเอียดดังนี้ โรงงานที่ได้รับอนุญาต ประกอบกิจการ โรงงานก่อนวันที่ 12 มกราคม 2544 ให้ยื่นเสนอรายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยงจาก อันตรายที่อาจเกิดจากการประกอบกิจการ เพื่อค้นหาอันตรายที่อาจแอบแฝงอยู่ในระบบ และ กำหนดมาตรการลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ ต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม หรืออุตสาหกรรม จังหวัด โรงงานต้องทบทวน จัดทำและยื่นเสนอรายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจ เกิดจากการประกอบกิจการต่อ กรมโรงงานอุตสาหกรรมหรืออุตสาหกรรมจังหวัด ครั้งต่อไปพร้อม คำขอต่ออายุใบอนุญาตประกอบกิจการ สำหรับ โรงงานที่ตั้งและประกอบอยู่ในเขตประกอบการ อุตสาหกรรมต้องทบทวน จัดทำและยื่นเสนอรายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยง จากอันตรายที่อาจเกิด จากการประกอบกิจการ ต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรมหรืออุตสาหกรรมจังหวัด ครั้งต่อไปทุกๆ ห้าปี ภายใน 30 ธันวาคม ของปีที่ห้านับแต่ปีถัดจากปีที่ขึ้นครั้งก่อน

10.3 ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) พ.ศ. 2515 ที่กำหนดให้บริเวณที่ทำงานจะต้องมีความเข้มข้นของแอมโมเนียไม่เกิน 50 ส่วนในล้านส่วน หรือ 35 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ นอกจากนั้น ในกฎหมายฉบับนี้ยัง

กำหนดให้นายจ้างจัดให้มีหน้ากากสวมใส่ เพื่อความปลอดภัยส่วนบุคคลแก่ลูกจ้าง การปรับปรุงแก้ไขต้องมีความเข้มข้นของแอมโมเนียไม่เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด

10.4 ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีที่อันตราย พ.ศ. 2515 กำหนดให้แอมโมเนียเป็นสารหนึ่งในบัญชีรายชื่อสารเคมีอันตราย 1580 ตัว เมื่อเข้าข่ายกฎหมายฉบับนี้แล้วจะต้องจัดทำรายงานความปลอดภัยและการประเมินการก่ออันตราย การติดป้ายเตือนอันตราย การตรวจสุขภาพประจำปีของพนักงานและการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมทุก 6 เดือน การจัดให้มีอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลสวมใส่ เช่น หน้ากาก ถุงมือ เป็นต้น การขนส่ง เก็บรักษา เคลื่อนย้าย และกำจัดหีบห่อ ภาชนะบรรจุ หรือวัสดุห่อหุ้มสารเคมีอันตราย ให้นายจ้างปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่อธิบดีกำหนด ห้ามมิให้นายจ้างขนส่ง เก็บรักษา เคลื่อนย้าย หรือนำสารเคมีอันตรายเข้าไปในสถานประกอบการจนกว่านายจ้างจะได้จัดให้มีฉลากขนาดใหญ่พอสมควรปิดไว้ที่หีบห่อภาชนะบรรจุหรือวัสดุห่อหุ้มสารเคมีอันตรายทุกชิ้น

10.5 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3997 (พ.ศ. 2552) เรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดันแบบไม่มีตะเข็บ ความจุไม่เกิน 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องมีมาตรการตรวจสอบ มีผู้รับรองผลการตรวจสอบ มีผู้ควบคุมการตรวจสอบ มีผู้ตรวจสอบ โดยผู้ตรวจสอบต้องสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล หากมีการบรรจุก๊าซเหลว หน่วยตรวจสอบต้องทราบถึงความดันที่จะทดสอบของก๊าซที่ใช้บรรจุ ความจุของก๊าซอัตราส่วนบรรจุ น้ำหนักบรรจุ และข้อมูลเฉพาะอื่น ๆ ที่จำเป็น เพื่อให้สามารถทำเครื่องหมายและฉลากได้อย่างถูกต้อง

10.6 ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เล่ม 127 ตอนพิเศษ 87 ง (พ.ศ. 2553) เรื่อง หลักสูตรคณงานควบคุม ส่ง และบรรจุก๊าซประจำโรงงาน พ.ศ. 2553 โดยที่เป็นการสมควรกำหนด หลักสูตรคณงานควบคุม ส่ง และบรรจุก๊าซประจำโรงงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ การฝึกอบรม การออกหนังสือรับรองและการขึ้นทะเบียนเป็นคณงานควบคุม ส่งและบรรจุก๊าซประจำโรงงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2552 กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงออกประกาศหลักสูตรคณงานควบคุม ส่ง และบรรจุก๊าซประจำโรงงานไว้ดังต่อไปนี้ ให้มีคณงานซึ่งมีความรู้เฉพาะเพื่อปฏิบัติหน้าที่เกี่ยวกับการใช้ เก็บ ส่ง และบรรจุก๊าซประจำโรงงาน

10.7 กฎกระทรวง ฉบับที่ 128 พ.ศ. 2554 เรื่อง กำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบทำความเย็นที่ใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นในโรงงาน พ.ศ.2554 กำหนดให้การออกแบบ การผลิต การติดตั้ง การซ่อมแซมและดัดแปลงระบบทำความเย็นต้องเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือมาตรฐานอื่น อันเป็นที่ยอมรับกันตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดให้ผู้ประกอบกิจการโรงงานที่ติดตั้ง ซ่อมแซมหรือดัดแปลง

ระบบทำความเย็น ตรวจสอบหรือทดสอบความปลอดภัยของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น ต้องจัดทำและส่งรายงานผลการดำเนินการให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมหรือสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดที่โรงงานนั้นตั้งอยู่ทราบตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดให้ผู้ประกอบกิจการ โรงงานต้องดำเนินการตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษากำหนดให้ผู้ประกอบกิจการโรงงาน ต้องจัดให้มีวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม โรงงาน ตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกรที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อตรวจสอบและทดสอบการใช้งานระบบทำความเย็นให้มีความปลอดภัยอยู่เสมออย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง กำหนดหลักเกณฑ์การควบคุมการปล่อยสารพิษ โดยกำหนดให้การระบายไอแอมโมเนีย ต้องระบายผ่านน้ำที่ใช้สำหรับดูดซับแอมโมเนียเท่านั้น กำหนดมาตรการเตรียมความพร้อมรับภาวะฉุกเฉิน ได้แก่ การจัดทำแผนฉุกเฉินกรณีแอมโมเนียรั่วไหล จัดหาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล หรืออุปกรณ์อื่นที่เหมาะสม กำหนดบทเฉพาะกาลสำหรับผู้ประกอบกิจการ โรงงานที่ประกอบกิจการ โรงงาน อยู่ก่อนวันที่กฎกระทรวงนี้ใช้บังคับและกำหนดให้ไม่ต้องใช้บังคับบทบัญญัติบางประการที่เป็น การเพิ่มภาระกับผู้ประกอบกิจการ โรงงาน เว้นแต่กรณียื่นขออนุญาตขยายโรงงาน

นอกจากนี้ยังมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยอีกหลายๆ ฉบับ เช่น ประกาศกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานของลูกจ้าง ลงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2540 กำหนดให้สถานประกอบการที่มีคนงานตั้งแต่ 50 คนขึ้นไปจะต้องมีคณะกรรมการความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานของสถานประกอบการเพื่อดูแลความปลอดภัยในโรงงาน ต้องมีการจัดทำคู่มือความปลอดภัยในการทำงาน ต้องกำหนดให้มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับเทคนิคขั้นสูงหรือระดับวิชาชีพ ต้องติดตั้งระบบดับเพลิงและมีการฝึกซ้อมดับเพลิงและอพยพประจำปีกรณีเกิดเพลิงไหม้หรือแอมโมเนียหกรั่วไหล รวมทั้งกฎหมายที่เกี่ยวกับเครื่องกลไฟฟ้า พระราชบัญญัติยุทธภัณฑ์ พ.ศ. 2530 ที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาหน้ากากกันก๊าซพิษของแอมโมเนียมาใช้ เป็นต้น

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องข้างต้น จะเห็นว่าแอมโมเนีย เมื่อเกิดการรั่วไหลแล้วทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้น จึงได้มีผู้จัดทำคู่มือต่าง ๆ เกี่ยวกับแอมโมเนียในหลาย ๆ ด้าน อย่างเช่น

สิริธร คมณีพิพรัตน์ (2550) สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 10 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้จัดทำคู่มือการจัดการอุบัติเหตุสารเคมี กรณีก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล เพื่อสนับสนุนการระงับอุบัติเหตุสำหรับใช้เป็นแนวทางปฏิบัติเบื้องต้นในการจัดการและตอบโต้เหตุฉุกเฉินของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานหรือหน่วยเผชิญเหตุสามารถป้องกันตนเองและปก

ป้องสาธารณชน รวมถึงการควบคุมสถานการณ์ในช่วงแรกของการเกิดเหตุฉุกเฉินได้อย่างรวดเร็ว โดยมีเนื้อหา ดังนี้คือ ส่วนที่ 1 สิ่งที่ต้องรู้เกี่ยวกับก๊าซแอมโมเนียและอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ส่วนที่ 2 ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน และความปลอดภัยต่อสาธารณชน โดยให้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการขณะเผชิญเหตุ ส่วนที่ 3 การฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมหากกรณีมีการปนเปื้อนหรือตกค้างในสิ่งแวดล้อม

อิสราเอล วิจารณ์รยากุล (2550) นักวิทยาศาสตร์ 8 ว. สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย ได้จัดทำคู่มือเพื่อใช้ในการอบรม เรื่อง อันตรายจากการใช้แอมโมเนียในโรงงานทำน้ำแข็งและห้องเย็น โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับลักษณะของแอมโมเนีย อันตรายของแอมโมเนีย การจัดการเมื่อเกิดการรั่วไหลและการปฐมพยาบาลเบื้องต้น ซึ่งก็ช่วยให้บุคลากรที่ได้รับการอบรมมีความรู้และเข้าใจอันตรายที่เกิดจากแอมโมเนียและวิธีปฏิบัติตนเมื่อเกิดเหตุ เป็นต้น

วินัย ทองชูบ (2553) จากสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดพิษณุโลก ได้จัดทำคู่มือการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากก๊าซแอมโมเนียรั่วไหลในโรงงานน้ำแข็งชุมชนเขตเมือง เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปจัดทำแผนรองรับเหตุฉุกเฉินเมื่อเกิดการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียในสถานประกอบการ โรงน้ำแข็งหรือห้องเย็นได้ และผู้บริหารที่มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถบริหารสั่งการแก้ไขปัญหาบนพื้นฐานวิชาการได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ในการโต้ตอบเหตุฉุกเฉินได้รวดเร็วมากขึ้น รวมทั้งประชาชนผู้อาจได้รับผลกระทบจากก๊าซแอมโมเนียรั่วไหลทราบถึงองค์ความรู้การป้องกัน วิธีปฐมพยาบาลเบื้องต้นและแผนการอพยพได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

กองสุขภาพสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย (2554) จัดทำคู่มือความปลอดภัยในการทำงานของสถานประกอบการห้องเย็น และการทำน้ำแข็งที่ใช้สารแอมโมเนียเป็นสารทำความเย็น คู่มือเล่มนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับ คำนิยามศัพท์อาชีพอนามัยและความปลอดภัย ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอมโมเนีย หลักการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยจากการใช้แอมโมเนียในโรงงานอุตสาหกรรม สาเหตุและการตรวจสอบการรั่วไหลแอมโมเนีย การจัดการอุบัติเหตุกรณีแอมโมเนียรั่วไหล การป้องกันและระงับอัคคีภัย อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เครื่องหมายและป้ายเตือนความปลอดภัย กฎหมายที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนเบอร์ติดต่อ บุคคล สถานที่ กรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

การจัดทำของคู่มือทั้ง 4 เล่มเป็นการทำขึ้นในแนวทางเพื่อเตรียมรับกับสถานการณ์ฉุกเฉินในกรณีของแอมโมเนียรั่วไหล การตรวจสอบ การจัดการอุบัติเหตุ การระงับเหตุเมื่อเกิดการรั่วไหลของแอมโมเนีย หากนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งนั้นอาจจะต้องมีการหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้มีความชัดเจนมากขึ้น และสามารถนำมาปฏิบัติในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งได้ ซึ่งยังขาดในส่วนของการจัดเก็บ การขนส่ง การบำบัดและการกำจัดแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

ดังนั้นในส่วนของเนื้อหาคู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งที่จัดทำขึ้นจึง มีความแตกต่างจากทั้ง 4 เล่มคือ มีการเพิ่มในเรื่องของการจัดเก็บ การขนส่ง การบำบัดและการกำจัดแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งให้ชัดเจนมากขึ้น และเน้นในด้าน การจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียและการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง



บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแอมโมเนียที่ใช้ในอุตสาหกรรมทำน้ำแข็งจากตำราภาษาไทยภาษาอังกฤษตามห้องสมุดทั้งในมหาวิทยาลัย และในหน่วยงานราชการต่างๆ บทความทางวิชาการและข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และเรียบเรียงเป็นตำราคู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง โดยแบ่งเนื้อหาการศึกษาออกเป็น 6 บท ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับที่มาและความสำคัญของปัญหา

บทที่ 2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอมโมเนีย มีเนื้อหาเกี่ยวกับ

- คุณสมบัติของแอมโมเนีย
- ความเป็นพิษและกลไกการเกิดพิษ
- อันตรายและความเป็นพิษจากแอมโมเนีย
- อาการของผู้ได้รับพิษจากแอมโมเนีย
- การรักษาผู้ได้รับพิษและการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

ประมวลผลและรวบรวมข้อมูล โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของข้อความ ตาราง และ รูปภาพ

บทที่ 3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง มีเนื้อหาเกี่ยวกับ

- กระบวนการผลิตน้ำแข็ง

ประมวลผลและรวบรวมข้อมูล โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของข้อความและรูปภาพ

บทที่ 4 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง มีเนื้อหาเกี่ยวกับ

- การขนส่งแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง
- การจัดเก็บแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง
- การบำบัดและการกำจัดแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง
- การกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยในการใช้แอมโมเนีย
- สิ่งที่ต้องรู้เกี่ยวกับแอมโมเนียสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม
- การจัดการแอมโมเนียเมื่อเกิดการรั่วไหล

ประมวลผลและรวบรวมข้อมูล โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของข้อความและรูปภาพ

บทที่ 5 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการป้องกันอันตรายในการใช้แอมโมเนีย มีเนื้อหาเกี่ยวกับอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ระบบการตรวจสอบการรั่วไหลของแอมโมเนีย ข้อควรปฏิบัติและการป้องกันอันตรายจากแอมโมเนีย และการเตรียมรับสถานการณ์ฉุกเฉิน

- หน้าที่ของผู้ประกอบการ/เจ้าของกิจการ
- หน้าที่ของผู้ปฏิบัติงาน
- เครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น
- ลักษณะอาการและการติดตั้งอุปกรณ์ที่ดีในห้องเครื่อง
- อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล
- ระบบการตรวจสอบการรั่วไหลของแอมโมเนีย
- ข้อควรปฏิบัติและการป้องกันอันตรายจากแอมโมเนีย
- การเตรียมรับสถานการณ์ฉุกเฉิน

ประมวลผลและรวบรวมข้อมูล โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของข้อความและรูปภาพ

บทที่ 6 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ประมวลผลและรวบรวมข้อมูล โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของข้อความ

1. การศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการศึกษา รวบรวมข้อมูลมาจากตำราภาษาไทยและภาษาอังกฤษจากห้องสมุดทั้งในมหาวิทยาลัย และในหน่วยงานราชการต่างๆ บทความทางวิชาการ ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

2. การจัดทำคู่มือ

นำข้อมูลที่ทำการรวบรวม มาวิเคราะห์และเรียบเรียงเป็นตำราคู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

3. การประเมิน

การประเมินการใช้งานคู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดการแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนียจำนวน 3 คน (รายละเอียดในภาคผนวก ข)

ประเด็นที่ใช้ในการประเมินประกอบไปด้วย

- ความเหมาะสมของรูปแบบของคู่มือ ในการใช้งาน
- ความสมบูรณ์ของเนื้อหา
- ความง่ายในการเข้าใจเนื้อหา
- ประโยชน์ในการใช้งาน
- ข้อเสนอแนะ

4. การนำข้อเสนอแนะมาปรับแก้คู่มือ

โดยเพิ่มเติมข้อมูลและปรับแก้ตามข้อเสนอแนะที่ได้จากการประเมินการใช้งานคู่มือ (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)

ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลมาจากตำราภาษาไทยภาษาอังกฤษจากห้องสมุดทั้งในมหาวิทยาลัย และในหน่วยงานราชการต่างๆ บทความทางวิชาการ ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และเรียบเรียง

ประมวลผลและรวบรวมข้อมูล โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของข้อความและรูปภาพ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินการใช้คู่มือ

การประเมินการใช้คู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้ที่ปฏิบัติงานโดยตรงกับแอมโมเนีย 1 คน และผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย 2 คน ในหัวข้อการประเมิน 5 หัวข้อ ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการประเมินการใช้คู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

หัวข้อประเมิน	จำนวนคน (3 คน)									
	ส่วนที่ 1 (ผู้ปฏิบัติงานโดยตรง) (1 คน)					ส่วนที่ 2 (ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้อง) (2 คน)				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1. รูปแบบของคู่มือ ๆ มีความเหมาะสมกับการใช้งาน					1		1		1	
2. ความสมบูรณ์ของเนื้อหา					1				1	1
3. การเรียงลำดับเนื้อหา					1		1			1
4. ความง่ายในการเข้าใจเนื้อหา				1				1	1	
5. ประโยชน์ในการนำไปใช้งาน					1				1	1
สรุปคะแนนรวม				1	4		2	1	4	3

จากตารางจะเห็นว่าคะแนนรวมทั้ง 5 หัวข้อประเมินการใช้คู่มือฯ ในส่วนของ ผู้ปฏิบัติงานโดยตรงผลการประเมินคะแนนจะอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับ แอมโมเนียผลประเมินคะแนนจะอยู่ในระดับมาก รองลงมาเป็นมากที่สุด

นอกจากการประเมินในแต่ละหัวข้อแล้ว ผู้ประเมิน ได้มีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงคู่มือฯ ดังนี้

- 1) กระบวนการผลิตน้ำแข็งบางขั้นตอนไม่ถูกต้อง
- 2) แผนผังการผลิตน้ำแข็งบางขั้นตอนไม่ถูกต้อง
- 3) เรียงลำดับเนื้อหาใหม่เพื่อที่จะได้ไม่ซ้ำซ้อน หรือขัดแย้งกันและเพื่อให้เห็นจุดเด่นว่าเป็นคู่มือการจัดการแอมโมเนียในอุตสาหกรรม
- 4) บทนำ ควรเพิ่มวัตถุประสงค์ของคู่มือให้ชัดเจน
- 5) ควรปรับเนื้อหาบทที่ 2 เป็นเรื่องเกี่ยวกับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอมโมเนีย การปฐมพยาบาลเบื้องต้น และเพิ่ม สถิติการเกิดอุบัติเหตุของแอมโมเนีย ไม่ต้องเอากระบวนการผลิตน้ำแข็งมารวม
- 6) ควรปรับเนื้อหาในบทที่ 3 เป็นกระบวนการผลิตน้ำแข็งควรแสดงให้เห็นตั้งแต่การหาแหล่งน้ำ การปรับปรุงคุณภาพน้ำ และการทำน้ำแข็ง และแอมโมเนียมาเกี่ยวข้องที่จุดไหนของกระบวนการผลิต การขนถ่าย การจัดเก็บแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งและการบำบัดทำอย่างไร
- 7) ควรปรับเนื้อหาในบทที่ 4 เป็นการจัดการแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง โดย นำการ ขนส่ง การจัดเก็บ การบำบัดและกำจัดแอมโมเนีย มาอยู่ในบทเดียวกันและ ควรเพิ่มการ ประเมินความเสี่ยงด้วย
- 8) ควรปรับเนื้อหาบทที่ 5 เป็นการป้องกันอันตรายในการใช้แอมโมเนีย ควรแบ่งเป็น 2 กลุ่มผู้ใช้ตามการประเมินคือ ผู้ที่ปฏิบัติงานกับแอมโมเนียโดยตรง และ ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย
- 9) บทที่ 6 ให้ปรับเป็นเรื่องกฎหมายที่เกี่ยวข้องหรืออาจจะเขียนไว้เป็นภาคผนวกก็ได้
- 10) เนื้อหาส่วนไหนไม่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนียและอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งควรตัดออกไป เช่น เนื้อหาการบำบัดแอมโมเนียยาวไป ควรเลือกหรือทบทวนว่าวิธีไหนดีที่สุดสำหรับอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง เป็นต้น

2. การปรับแก้คู่มือฯ ตามการประเมิน

หลังจากได้รับข้อเสนอแนะจากการประเมินการใช้คู่มือฯ โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดการแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง ผู้ศึกษาได้นำข้อเสนอแนะดังกล่าวไปปรับแก้คู่มือฯ ตามที่ได้มีการเสนอแนะทุกข้อ

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ เป็นการจัดทำคู่มือการจัดการความปลอดภัย แอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำคู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงาน เกี่ยวข้องกับแอมโมเนียใช้เป็นแนวทางในการจัดการแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง ซึ่งวิธีการดำเนินการศึกษาได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแอมโมเนียที่ใช้ในอุตสาหกรรมทำน้ำแข็งจาก ตำราภาษาไทยและตำราภาษาอังกฤษตามห้องสมุดทั้งในมหาวิทยาลัย และในหน่วยงานราชการ ต่างๆ บทความทางวิชาการและข้อมูลที่สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต แล้วนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์และ เรียบเรียงเป็นคู่มือฯ หลังจากนั้นได้ทำการประเมินการใช้คู่มือฯ โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ปฏิบัติงาน เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย และทำการปรับแก้คู่มือฯ ตามคำแนะนำ

1. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษา ได้คู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิต น้ำแข็ง ที่ประกอบด้วยเนื้อหา 6 บท ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ (ที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์)

บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอมโมเนีย (คุณสมบัติของแอมโมเนีย อันตรายและความเป็นพิษ ของแอมโมเนีย อาการของผู้ได้รับพิษจากแอมโมเนีย การรักษาผู้ได้รับพิษและการปฐม พยาบาลเบื้องต้น)

บทที่ 3 อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง (ชนิดของน้ำแข็ง และกระบวนการผลิตน้ำแข็ง)

บทที่ 4 การจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง (การขนส่ง การจัดเก็บ การบำบัดและการกำจัดแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง การกำหนดมาตรฐาน ความปลอดภัยในการใช้แอมโมเนีย สิ่งที่ต้องรู้เกี่ยวกับแอมโมเนียสำหรับโรงงาน อุตสาหกรรม และการจัดการแอมโมเนียเมื่อเกิดการรั่วไหล)

บทที่ 5 การป้องกันอันตรายในการใช้แอมโมเนีย (หน้าที่ของผู้ประกอบการ/เจ้าของกิจการ หน้าที่ ของผู้ปฏิบัติงาน เครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น ลักษณะอาการและการติดตั้ง อุปกรณ์ที่ดีในห้องเครื่อง อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ระบบการตรวจสอบ การรั่วไหลของแอมโมเนีย ข้อควรปฏิบัติและการป้องกันอันตรายจากแอมโมเนีย และ การเตรียมรับสถานการณ์ฉุกเฉิน)

บทที่ 6 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย

2. อภิปรายผลการศึกษา

การจัดทำคู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง ผู้ศึกษา ได้ศึกษาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอมโมเนีย คำนิยามต่างๆ คุณสมบัติ ความเป็นพิษ กลไกการเกิดพิษ อุบัติภัยของการเกิดอันตราย อาการของผู้ได้รับพิษ การรักษาและการปฐมพยาบาลเบื้องต้น อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง การจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง ซึ่งประกอบด้วย การขนส่ง การจัดเก็บ การบำบัดและการกำจัด การกำหนดมาตรการความปลอดภัยในการใช้แอมโมเนีย นอกจากนี้ได้ศึกษาการป้องกันอันตรายในการใช้แอมโมเนีย อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ระบบการตรวจสอบการรั่วไหลของแอมโมเนีย ข้อควรปฏิบัติการป้องกันและการเตรียมรับสถานการณ์ฉุกเฉิน กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย จากตำราภาษาไทย และตำราภาษาอังกฤษตามห้องสมุดทั้งในมหาวิทยาลัย และในหน่วยงานราชการต่างๆ บทความทางวิชาการและข้อมูลที่สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และเรียบเรียงเป็นตำราคู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

หลังจากจัดทำคู่มือฯ แล้วได้ทำการประเมินการใช้งานคู่มือโดยผู้ทรงคุณวุฒิจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมควบคุมโรคและผู้ทรงคุณวุฒิที่ปฏิบัติงานโดยตรงกับแอมโมเนียจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง โดยทำการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบของคู่มือในด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน ความสมบูรณ์ของเนื้อหา ความง่ายในการเข้าใจเนื้อหา และประโยชน์ในการใช้งาน ผลการประเมินในภาพรวมอยู่ในระดับที่มีความเหมาะสมมาก พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงคู่มือฯ ซึ่งผู้ทำการศึกษาได้ทำการปรับแก้คู่มือตามข้อ เสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน โดยทำการปรับเนื้อหา ดังนี้

- 1) แก้ไขกระบวนการผลิตน้ำแข็งบางขั้นตอนที่ไม่ถูกต้อง
- 2) แก้ไขแผนผังการผลิตน้ำแข็งบางขั้นตอนที่ไม่ถูกต้อง
- 3) เรียงลำดับเนื้อหาใหม่เพื่อที่จะได้ไม่ซ้ำซ้อน หรือขัดแย้งกันละเพื่อให้เห็นจุดเด่นว่าเป็นคู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรม
- 4) เพิ่มวัตถุประสงค์ของคู่มือเพื่อให้ชัดเจน
- 5) ปรับเนื้อหาบทที่ 2 เป็นเรื่องเกี่ยวกับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอมโมเนีย การปฐมพยาบาลเบื้องต้น และเพิ่ม สถิติการเกิดอุบัติเหตุของแอมโมเนีย ไม่ต้องนำกระบวนการผลิตน้ำแข็งมารวม
- 6) ปรับเนื้อหาในบทที่ 3 เป็นอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง ควรกล่าวถึงตั้งแต่การหาแหล่งน้ำ การปรับปรุงคุณภาพน้ำ และการทำน้ำแข็ง มีแอมโมเนียมาเกี่ยวข้องที่จุดไหนของกระบวนการผลิต

- 7) ปรับเนื้อหาในบทที่ 4 เป็นการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง โดยนำการขนส่ง การจัดเก็บ การบำบัดและกำจัดแอมโมเนีย มาอยู่ในบทเดียวกันและเพิ่มการประเมินความเสี่ยง
- 8) ปรับเนื้อหาบทที่ 5 เป็นการป้องกันอันตรายในการใช้แอมโมเนีย โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มผู้ใช้ตามการประเมินคือ ผู้ที่ปฏิบัติงานกับแอมโมเนียโดยตรง และ ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย
- 9) ปรับเนื้อหาบทที่ 6 เป็นเรื่องกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
- 10) ตัดเนื้อหาส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนียและอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งออก

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการใช้คู่มือฯ

การจัดทำคู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งในการศึกษาครั้งนี้ นอกจากเป็นคู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนียโดยตรงแล้ว คู่มือฯ เล่มนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้ปฏิบัติงานทุกระดับในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งที่ต้องใช้แอมโมเนียเป็นส่วนประกอบหลักในการผลิต รวมทั้งผู้ดูแลรักษาและผู้ทำการขนส่งแอมโมเนียด้วย โดยต้องมีการอบรมวิธีการใช้คู่มือฯ ก่อนที่จะนำไปใช้ เพื่อประโยชน์ในการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคู่มือฯ

1) ควรมีการประเมินการใช้งานคู่มือฯ โดยให้มีจำนวนของผู้ที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนียในการประเมินจำนวนมากพอที่จะเป็นตัวแทนของผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย เพื่อที่จะปรับปรุงคู่มือฯ ให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้คู่มือฯ

2) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งเมื่อมีการนำมาใช้อย่างสมบูรณ์ ควรมีการประเมินการใช้คู่มือฯ อีกครั้ง เพื่อให้มีการปรับปรุงคู่มือฯ ให้มีความเหมาะสมในการใช้งาน เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานผู้เกี่ยวข้องกับแอมโมเนียมีหลายระดับ



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัย

สกลนครราชภัฏ

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (2546) “คู่มือการระงับเหตุอุบัติเหตุจากวัตถุอันตราย” ศูนย์สนับสนุนปฏิบัติการ
ฉุกเฉินสารเคมี กรุงเทพมหานคร
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548) การจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกัน
ทั่วโลก. กรุงเทพมหานคร
- กรมควบคุมมลพิษ “เอกสารข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์(MSDS)” ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและ
เคมีภัณฑ์. สืบค้นจาก <http://msds.pcd.go.th/ammoniaanhydrous>
- กองสุขภาพสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร (2554) “คู่มือ การจัดการความปลอดภัย
และมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานของสถานประกอบการห้องเย็นและการทำ
น้ำแข็งที่ใช้สารแอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นพิมพ์ครั้งที่ 1 เมษายน 2554
- เกรียงไกร ทองหนู (2546) “การใช้งานและการซ่อมบำรุงความปลอดภัย” วารสารสมาคมเครื่องทำ
ความเย็นไทย Keep cool ฉบับที่ 8 เดือนพฤษภาคม 2546:23-24
- จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ (2544) "การควบคุมมลพิษทางอากาศชนิดก๊าซและไอ" ใน เอกสารการ
สอนชุดวิชา การจัดการและควบคุมมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม บทที่ 12 หน้า
45-132 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช วิทยาศาสตร์สุขภาพ
- จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ (2553) "การควบคุมมลพิษทางอากาศชนิดก๊าซและไอ" ใน เอกสารการ
สอนชุดวิชา การจัดการและควบคุมมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม บทที่ 10
นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช วิทยาศาสตร์สุขภาพ
- พิเชษฐ์ ปิติเกื้อ “ขั้นตอนการช่วยเหลือขณะเกิดเหตุแอมโมเนียรั่วไหล” เอกสารเผยแพร่
พงษ์ศักดิ์ ชัยศิริประเสริฐ, ปริศนา สิริอาษา (2545) “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้สารเคมี”
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ยุทธศรี หล้ามณี “คุณสมบัติของแอมโมเนียและการรั่วซึม” บริษัท มายคอม(ประเทศไทย) จำกัด
วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์ (2545) “การตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี” คณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล
- วินัย ทองหุบ (2553) “คู่มือการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากก๊าซแอมโมเนียรั่วไหลในโรงงานน้ำแข็ง
ชุมชนเมือง” สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดพิษณุโลก
- วิทยา คงแหลม การจัดการกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เรื่อง “การให้คำแนะนำเบื้องต้นในการ
จัดการปัญหาแก๊ซแอมโมเนียรั่วไหล”

สมาคมเครื่องทำความเย็นไทย (2546) “การใช้งานระบบแอมโมเนียอย่างปลอดภัย” วารสารสมาคม

เครื่องทำความเย็นไทย Keep kool ฉบับที่ 8 เดือนพฤษภาคม 2546 :20-22

สิริธร คมนันทิพยรัตน์ (2550) “คู่มือการจัดการอุบัติเหตุสารเคมี กรณีก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล”

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 10 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สมชาย พรชัยวิวัฒน์ (2543) “กฎหมายเพื่อความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับระบบทำความเย็นที่ใช้

แอมโมเนีย” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จ.ชลบุรี (2550) “คู่มือสำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในการดูแลผู้ที่

สัมผัสสารเคมีอันตราย” กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

สำนักควบคุมอันตราย “หลักเกณฑ์การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย” สืบค้นจาก

www2.diw.go.th/haz/hazard/Library/make_safety.htm

อิสราภรณ์ วิจิตรจรรยากุล (2550) “อันตรายจากการใช้แอมโมเนียในโรงงานอุตสาหกรรมทำ

น้ำแข็งและห้องเย็น” สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย

เอกสารประกอบการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมเรื่อง “แอมโมเนีย” บริษัท ไทย

อินดัสเทรียลแก๊ซ จำกัด (มหาชน) 14 มิถุนายน 2550

Bryson PD. Inhalation injuries. In: Bryson PD (ed). Comprehensive review in Toxicology for emergency clinicians. Washington DC: Taylor & Francis, 1996: 325-34

Emergency Response Planning Guideline (ERPG). (2005) American Industrial Hygiene

Association (AIHA) Emergency Response Planning Committee. สืบค้นจาก

<http://www.aiha.org>.

McMullew MJ, Hetrick TJ and Cannow LA. Ammonia, nitrogen, nitrous acids, and related compounds. In: Haddad LM, and Winchester JF (eds). Clinical management of poisoning and drug overdose. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1990:1270-2.

Poisindex: Computerized Clinical Information System. Ammonia. 1996, Vol.90

SIGMA-ALDRICH “เอกสารข้อมูลความปลอดภัย” สืบค้นจาก

<http://www.chemtrack.org/MSDSSSG/Trf/msdst/msdst7664-41-7.html>



ภาคผนวก



ภาคผนวก ข

ข้อมูลผู้ทรงคุณวุฒิ

ประวัติโดยย่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาคุณภาพคู่มือ

1. ชื่อ – สกุลผู้ทรงคุณวุฒิ นางสาวอรอนงค์ รัชตราชนชัย

ตำแหน่งทางวิชาการ : นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ

ตำแหน่งทางบริหาร : 1. หัวหน้าศูนย์ประสานงานการตรวจวิเคราะห์และเฝ้าระวังโรคทาง
ห้องปฏิบัติการ

2. หัวหน้าฝ่ายแบคทีเรียลำไส้

3. Safety Officer สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

สถานที่ติดต่อ

ที่ทำงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวง
สาธารณสุข 88/7 ถนนติวานนท์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี โทร. 02-
9510000 ต่อ 99248ที่บ้าน 44/26 ซอยวิภาวดีรังสิต 16/9 ถนนวิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร
โทร. 089-986-5631

วุฒิการศึกษา

ระดับการศึกษา	วุฒิ	วิชาเอก	สถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาตรี	วท.บ.	จุลชีววิทยา	ม. เกษตรศาสตร์	2521
ปริญญาโท	วท.ม.	จุลชีววิทยา	ม. มหิดล	2536
ปริญญาเอก	Ph.D.	Medical Sciences	Tsukuba University	2547

2. ชื่อ-สกุล : อาจารย์แสงโสม ศิริพานิช

ตำแหน่งทางวิชาการ : นักวิชาการสาธารณสุข หัวหน้ากลุ่มงานระบาดวิทยาโรคไม่ติดต่อ
สถานที่ติดต่อ

ที่ทำงาน : สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ถ. ศิวานนท์

อ. เมือง จ. นนทบุรี โทร. ที่ทำงาน 02-590-3316 , 081-735-5054 โทรสาร 02-590-3337

E-mail : Sangchom@health.moph.go.th

วุฒิการศึกษา

ระดับการศึกษา	วุฒิ	วิชาเอก	สถาบัน	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	พยาบาลศาสตร์ และผดุงครรภ์ ชั้นสูง	-	วิทยาลัยพยาบาล นครราชสีมา	2525
ปริญญาโท	วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต	สาขาวิทยาการ ระบาด	มหาวิทยาลัยมหิดล	2534
ปริญญาเอก	-	-	-	-
อื่นๆ	-	-	-	-

3. ชื่อ – สกุลผู้ทรงคุณวุฒิ นายอรรถวุฒิ นิชชากร

ตำแหน่งทางบริหาร ผู้ดูแลกิจการโรงน้ำแข็ง

สถานที่ติดต่อ

ที่ทำงาน : 1 ม. 11 ต. เขิงก๊อต อ. บางระจัน จ. สิงห์บุรี 16130 โทร. 036-544300

ที่บ้าน : 1/2 ม. 11 ต. เขิงก๊อต อ. บางระจัน จ. สิงห์บุรี 16130 โทร. 036-544300

วุฒิการศึกษา

ระดับการศึกษา	วุฒิ	วิชาเอก	สถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาตรี	สังคมศาสตรบัณฑิต	รัฐประศาสนศาสตร์	ม. เกษตรศาสตร์	2523
ปริญญาโท	-	-	-	-
ปริญญาเอก	-	-	-	-
อื่นๆ	-	-	-	-

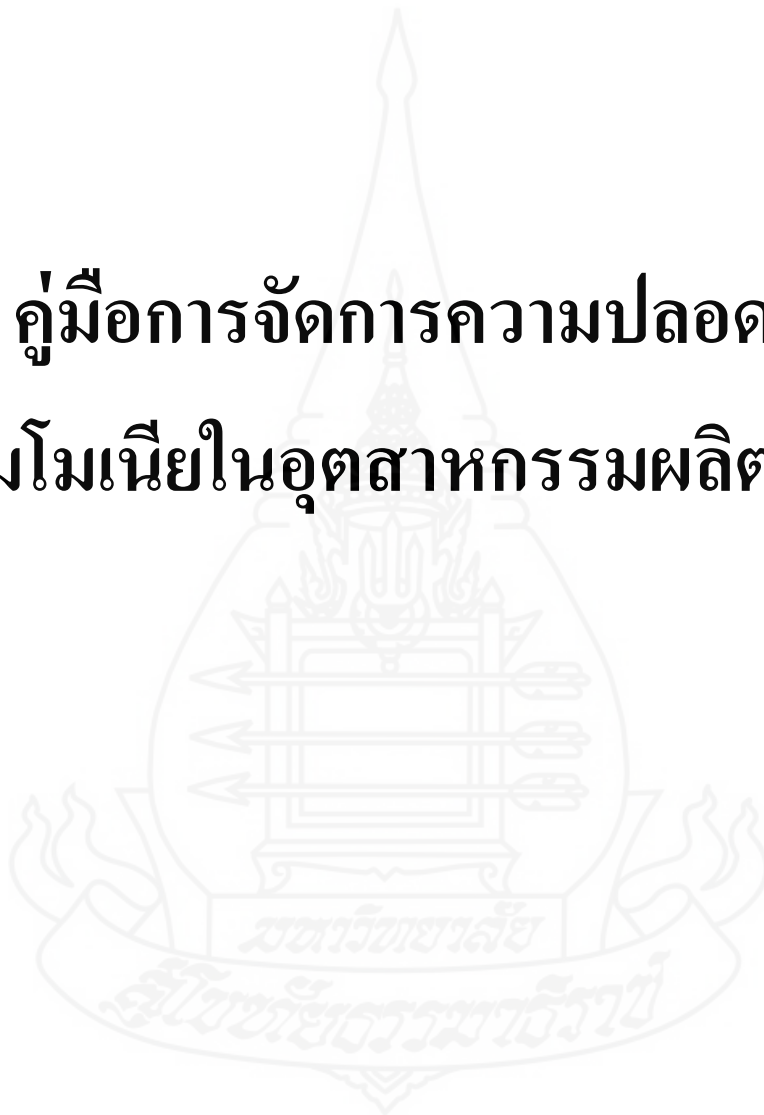




ภาคผนวก ค

คู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

**คู่มือการจัดการความปลอดภัย
แอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง**



คำนำ

แอมโมเนียเป็นสารเคมีพื้นฐานที่มีประโยชน์อย่างมากในภาคอุตสาหกรรม จึงมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ส่วนใหญ่มักใช้เป็นสารทำความสะอาดเนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง ราคาถูกเมื่อเทียบกับสารทำความสะอาดประเภทคลอโรฟลูออโรคาร์บอน และประการสำคัญคือไม่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ ถึงแม้ว่าแอมโมเนียจะมีประโยชน์แต่ก็มีความเป็นพิษในตัวเองหากผู้นำไปใช้ขาดความรู้และขาดความระมัดระวังจะทำให้เกิดโทษ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อมได้

ปัญหาอุบัติเหตุจากการรั่วไหลของแอมโมเนียในปัจจุบันพบบ่อยครั้ง เป็นผลทำให้เกิดการบาดเจ็บ สูญเสียชีวิตและทรัพย์สินของผู้ปฏิบัติงานและประชาชน รวมทั้งเกิดมลพิษจากการปนเปื้อนของแอมโมเนียในอากาศ และน้ำ ปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการขาดการจัดการที่ถูกต้อง ขาดการประเมินสถานการณ์อันตรายไว้ล่วงหน้า ขาดการวางแผนและการเตรียมพร้อมรองรับในการป้องกันและแก้ไขเหตุการณ์ฉุกเฉินอย่างเป็นระบบซึ่งต้องมีการจัดการที่ดีเกี่ยวกับแอมโมเนีย รู้จักคุณสมบัติ สถานะของแอมโมเนีย สถานที่จัดเก็บที่ถูกต้อง การขนส่งแอมโมเนียการป้องกันภัยส่วนบุคคล และการวางแผนปฏิบัติการฉุกเฉิน เพื่อเตรียมรับมือเหตุฉุกเฉิน

คู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งจัดทำขึ้นเพื่อเป็นคู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานและผู้เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย 1) เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเก็บการบำบัดและกำจัดแอมโมเนีย 2) เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ 3) เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันการรั่วไหลและแพร่กระจาย ของแอมโมเนียสู่สิ่งแวดล้อม 4) เป็นแนวทางในการป้องกันอันตราย และแก้ปัญหาอันเกิดจากแอมโมเนีย ซึ่งผู้ศึกษาได้รวบรวมข้อมูลจากตำราภาษาไทย อังกฤษ จากห้องสมุดทั้งในมหาวิทยาลัย และในหน่วยงานราชการต่างๆ บทความทางวิชาการ และข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และเรียบเรียงเป็นตำรา คู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

ผู้ศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือฉบับนี้จะมีประโยชน์แก่ผู้ที่ได้อ่านและได้ศึกษาไม่มากนักน้อยและหากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้ศึกษาก็ต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

กฤษณา ภูริกิตติชัย

พฤษภาคม 54

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	71
บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอมโมเนีย	73
คุณสมบัติของแอมโมเนีย	73
อันตรายและความเป็นพิษของแอมโมเนีย	79
อาการของผู้ที่ได้รับพิษจากแอมโมเนีย	84
การรักษาผู้ได้รับพิษและการปฐมพยาบาลเบื้องต้น	85
บทที่ 3 อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง	88
กระบวนการผลิตน้ำแข็ง	88
บทที่ 4 การจัดการความปลอดภัยแอมโมเนีย	93
การขนส่งแอมโมเนีย	93
การจัดเก็บแอมโมเนีย	101
การบำบัดและการกำจัดแอมโมเนียในอุตสาหกรรมน้ำแข็ง	108
การกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยในการใช้แอมโมเนีย	117
สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับแอมโมเนียในโรงงานอุตสาหกรรม	118
การจัดการแอมโมเนียเมื่อเกิดการรั่วไหล	132
บทที่ 5 การป้องกันอันตรายในการใช้แอมโมเนีย	134
หน้าที่ของผู้ประกอบการ/เจ้าของกิจการ	134
หน้าที่ของผู้ปฏิบัติงาน	136
ลักษณะอาการและการติดตั้งอุปกรณ์ที่ดีในห้องเครื่องสำหรับระบบทำความเย็น	139
เครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น	140
อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล	141
ระบบการตรวจสอบการรั่วไหลของแอมโมเนีย	146
ข้อควรปฏิบัติและการป้องกันอันตรายจากแอมโมเนีย	147
การเตรียมรับสถานการณ์ฉุกเฉิน	148
บทที่ 6 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย	156
แนวทางการปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง	156
บรรณานุกรม	160

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 สารที่เข้ากันไม่ได้กับแอมโมเนียแอนไฮดรัส	75
ตารางที่ 2.2 การสัมผัสแอมโมเนียที่มีผลต่อมนุษย์ที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียระดับต่างๆ	81
ตารางที่ 4.1 ความหมายของตัวอักษรภาษาอังกฤษ ส่วนที่ 1	94
ตารางที่ 5.1 ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน	150



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 สัญลักษณ์ความเป็นอันตรายของแอมโมเนีย	77
ภาพที่ 2.2 สัญลักษณ์ประเภทสินค้าอันตรายของแอมโมเนีย	78
ภาพที่ 2.3 อันตรายจากการสัมผัสแอมโมเนีย	82
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำแข็งซอง	89
ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตน้ำแข็งหลอด	91
ภาพที่ 4.1 ป้ายบอกรหัสและสัญลักษณ์ของสารเคมีที่ติดไว้ด้านข้างและหลังภาชนะบรรจุ	93
ภาพที่ 4.2 ป้ายสีส้มที่ติดด้านหน้าและด้านหลังรถขนส่งแอมโมเนีย	95
ภาพที่ 4.3 กรณีเป็นภาชนะบรรจุที่ติดตั้งถึงบรรจุบนรถ	96
ภาพที่ 4.4 เครื่องหมายสะท้อนแสงรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า	99
ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างถึงความดันเก็บแอมโมเนียที่ได้มาตรฐาน	101
ภาพที่ 4.6 ถึงเก็บขนาดใหญ่อุณหภูมิต่ำ ณ ความดันบรรยากาศ	103
ภาพที่ 4.7 ถึงเก็บทนความดันทรงกลม (Spheres)	103
ภาพที่ 4.8 ท่อบรรจุก๊าซ (Cylinders)	104
ภาพที่ 4.9 การใช้การผสมอากาศกับน้ำโดยใช้คอคอดและแรงดันสูงแบบเวนจูรี	110
ภาพที่ 4.10 ระบบสครับบิงแบบ Three Bed Cross Flow Packed Tower	110
ภาพที่ 4.11 ระบบสครับบิงแบบ Countercurrent Packed Tower	111
ภาพที่ 4.12 บริเวณถึงพักน้ำมันหล่อลื่นที่ต้องถ่ายน้ำมัน	113
ภาพที่ 4.13 การชำระล้างชุดและอุปกรณ์กู้ภัยบนเรือแอมโมเนีย	115
ภาพที่ 4.14 การชำระล้างชุดและอุปกรณ์กู้ภัยบนเรือแอมโมเนีย	115
ภาพที่ 4.15 หน้ากากกันไอแอมโมเนีย	119
ภาพที่ 4.16 ชุดอุปกรณ์ป้องกัน SCBA	120
ภาพที่ 4.17 หน้ากากกันไอแอมโมเนียและถังอากาศ	120
ภาพที่ 4.18 รูปแบบการรั่วไหลของแอมโมเนีย	121
ภาพที่ 4.19 การรั่วไหลของแอมโมเนีย	133
ภาพที่ 4.20 การระงับเหตุฉุกเฉินแอมโมเนียรั่วไหล	133
ภาพที่ 5.1 อุปกรณ์ตรวจจับแอมโมเนีย	146

บทที่ 1

บทนำ

แอมโมเนียเป็นสารเคมีพื้นฐานที่มีประโยชน์อย่างมากในภาคอุตสาหกรรม จึงมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ส่วนใหญ่มักใช้เป็นสารทำความเย็นเนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง ราคาถูกเมื่อเทียบกับสารทำความเย็นประเภทคลอโรฟลูออโรคาร์บอน และประการสำคัญคือไม่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ ถึงแม้ว่าแอมโมเนียจะมีประโยชน์แต่ก็มีความเป็นพิษในตัวเอง หากผู้นำไปใช้ขาดความรู้และขาดความระมัดระวังจะทำให้เกิดโทษ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อมได้

อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งมักนิยมใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นในระบบทำความเย็น เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง ราคาถูก และคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับสารทำความเย็นประเภทอื่น การใช้แอมโมเนียในระบบความเย็นก็เพื่อเป็นสารทำความเย็น และจะใช้แอมโมเนียประเภทที่ปราศจากน้ำ (Ammonia Anhydrous) ซึ่งมีทั้งสถานะที่เป็นของเหลวและก๊าซ โดยมีคุณสมบัติที่ต่างกัน ถ้าหากอยู่ในสถานะก๊าซจะมีอันตรายสูง เพราะไม่มีสีแต่มีกลิ่นฉุนมาก ละลายน้ำได้ มีความเป็นพิษและมีฤทธิ์กัดกร่อนสูง เมื่อเกิดการรั่วไหลจะรวมตัวกับความชื้นในอากาศกลายเป็นหมอกสีขาว หากเกิดการรั่วไหล อาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีการใช้แอมโมเนีย และบริเวณใกล้เคียงได้รับอันตราย จนถึงขั้นเสียชีวิตได้

จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุจากแอมโมเนีย มีเกิดขึ้นในประเทศหลายครั้งตั้งแต่ พ.ศ. 2535-2552 มีจำนวน 35 เหตุการณ์ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมห้องเย็น โรงน้ำแข็ง โรงงานทำไอศกรีม โดยสาเหตุหลักเกิดจากความบกพร่องของอุปกรณ์เช่น วาล์วรั่ว ท่อชนส่งแตก หรือปะเก็นรั่ว เป็นต้น ตัวอย่างที่เกิดขึ้น เช่น ถังเก็บแอมโมเนียระเบิดที่โรงงานทำน้ำแข็ง จังหวัดระนอง พ.ศ. 2547 หรือการไหลจากท่อส่งก๊าซแอมโมเนียที่ห้องเย็น จังหวัดตรัง พ.ศ. 2543 และจังหวัดฉะเชิงเทรา พ.ศ. 2536

การเกิดอุบัติเหตุจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย ได้ส่งผลกระทบต่อความเสียหายต่อทรัพย์สิน สุขภาพของประชาชน และสิ่งแวดล้อม โดยก๊าซแอมโมเนียเป็นสารเคมีที่ถูกจำแนกความเป็นอันตรายไว้เป็นประเภท (Class) 2.3 คือ ก๊าซพิษ กัดกร่อน เมื่อหายใจเข้าไป ทำให้มีอาการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ หายใจไม่สะดวก ไอ เจ็บคอ น้ำท่วมปอด วิงเวียน ถ้าเข้าตาทำให้ตาบอดได้ ถ้าสัมผัสผิวหนังจะกัดกร่อนทำให้เป็นแผลจากความเย็น หากได้รับในปริมาณ 0.5-1 % ทำให้เสียชีวิตได้ และหากมีการปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำจะส่งผลให้ปลาและสัตว์น้ำตายได้ โดย

การเกิดอุบัติเหตุส่วนใหญ่จะเกิดจากความประมาทและความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของผู้เกี่ยวข้องรวมถึงมีสาเหตุมาจากปัญหาด้านเทคนิค และการจัดการอุบัติเหตุ

ดังนั้น ในการนำแอมโมเนียมาใช้จึงต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ ควรมีการจัดการที่ถูกต้องเหมาะสม เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานภายในโรงงาน ประชาชน และสิ่งแวดล้อมรอบๆ โรงงาน อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการรับมือและป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายจากการรั่วไหลของแอมโมเนียออกสู่ชุมชนและสิ่งแวดล้อม จึงได้จัดทำคู่มือการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานกับแอมโมเนีย

วัตถุประสงค์ของคู่มือฯ

- 1.1 เพื่อเป็นคู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนียใช้เป็นแนวทางในการจัดการแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง
- 1.2 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเก็บ การบำบัด และกำจัดแอมโมเนีย
- 1.3 เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย
- 1.4 เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันการรั่วไหลและแพร่กระจายของแอมโมเนียสู่สิ่งแวดล้อม
- 1.5 เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันอันตราย และแก้ปัญหาอันเกิดจากแอมโมเนีย

คู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง ที่ต้องใช้แอมโมเนียเป็นส่วนประกอบหลักในการผลิต รวมทั้งผู้ดูแลรักษาและผู้ทำการขนส่งแอมโมเนียด้วย

เหตุผลในการจัดทำคู่มือเล่มนี้ขึ้นเนื่องจากในปัจจุบันมีอุบัติเหตุและการรั่วไหลของแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งมากขึ้น อีกทั้งยังไม่มีระเบียบในการจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียไว้อย่างชัดเจน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นบทความหรือคู่มือเฉพาะทางเท่านั้น เช่น คู่มือการขนส่งแอมโมเนีย คู่มือการจัดการการรั่วไหลของแอมโมเนีย เป็นต้น หากผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งมีคู่มือที่มีความครอบคลุมในด้าน ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอมโมเนีย อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง การจัดการความปลอดภัยแอมโมเนีย การป้องกันอันตรายในการใช้แอมโมเนีย รวมถึงกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ก็จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความสะดวกมากขึ้นและสามารถปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และปลอดภัยต่อตัวผู้ปฏิบัติงาน ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอมโมเนีย

ปัจจุบันมีอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบความเย็นเพิ่มขึ้น และแอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานาน ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะมีการใช้งานมากขึ้น ในระบบทำความเย็นของอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง แอมโมเนียจะถูกเก็บในรูปของของเหลวภายใต้ถังที่มีแรงดัน เมื่อต้องการนำมาใช้แอมโมเนียจะถูกลดแรงดันเพื่อให้สามารถระเหยได้อย่างรวดเร็วในรูปของไอระเหย ซึ่งสามารถนำไปใช้ทำความเย็นได้เป็นอย่างดี แต่แอมโมเนียมีสมบัติความเป็นพิษในตัวเอง ดังนั้นการนำมาใช้ประโยชน์จะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพราะหากเกิดการรั่วไหลอาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีการใช้แอมโมเนีย และบริเวณใกล้เคียงได้รับอันตราย จนถึงขั้นเสียชีวิตได้ ดังนั้นจึงควรศึกษาและทำความเข้าใจในคุณสมบัติต่าง ๆ อันตรายและความเป็นพิษที่เกิดจากแอมโมเนียพร้อมทั้งวิธีการป้องกัน เพื่อลดความเสี่ยงจากอันตรายและเพื่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึง คุณสมบัติทั่วไปของแอมโมเนียทางกายภาพ การเกิดพิษ กลไกการเกิดพิษ อาการของผู้ได้รับพิษแอมโมเนีย และการรักษาผู้สัมผัสและการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

1. คุณสมบัติของแอมโมเนีย

แอมโมเนียที่ใช้ในระบบทำความเย็นเป็นแอมโมเนียที่ปราศจากน้ำเรียกว่า แอมโมเนียแอนไฮดรัส (Ammonia Anhydrous) ทั้งที่อยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว และก๊าซ เป็นอนินทรีย์สารสูตรเคมี NH_3 น้ำหนักโมเลกุล 17.03 CAS-Number 7664-41-7 UN Number 1005 การจัดจำแนกหมวดหมู่สินค้าอันตราย (Hazardous Goods Classification) จัดอยู่ใน Class 2.3 คือเป็นก๊าซพิษและกัดกร่อน จัดเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 รหัสทะเบียน วอ.3005 ในบรรยากาศปกติแอมโมเนียจะเป็นก๊าซที่ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนรุนแรง สภาวะที่อยู่ภายใต้ความกดดันอุณหภูมิต่ำจะมีสภาพเป็นของเหลว (Liquid Fied) มีความเป็นพิษสูง สามารถละลายน้ำได้ดี มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง และด้วยความสามารถในการละลายน้ำได้ดีถึงแม้ว่าแอมโมเนียจะเบากว่าอากาศ แต่เมื่อมีการรั่วไหลเกิดขึ้นก๊าซแอมโมเนียจะรวมตัวกับความชื้นในอากาศทำให้เกิดเป็นหมอกควันสีขาวของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งจะทำให้หนักกว่าอากาศ ดังนั้นเมื่อแอมโมเนียรั่วไหลในอากาศจึงมีทั้งแอมโมเนียที่เบาและหนักกว่าอากาศจะอยู่ปะปนกัน สามารถถูกไฟไหม้ได้ที่ช่วงความเข้มข้นของไอระเหยระหว่าง 16 – 25 % โดยปริมาตร แอมโมเนียสามารถถูกติดไฟได้เอง (Autoignition Temperature) ที่อุณหภูมิประมาณ 650 องศาเซลเซียส แอมโมเนียที่อยู่ใน

ภาชนะบรรจุจะอยู่ในสถานะเป็นของเหลวภายใต้ความดันประมาณ 150 ปอนด์/ตารางนิ้ว ที่ อุณหภูมิ - 33 องศาเซลเซียส แต่ก๊าซแอมโมเนียในภาชนะบรรจุมีสถานะเป็นของเหลวซึ่งมีอัตราการขยายตัวกลายเป็นก๊าซแอมโมเนียในอัตราส่วน 1 : 850 นั่นคือแอมโมเนียเหลว 1 ส่วนหากมีการรั่วไหลออกสู่บรรยากาศจะขยายตัวเป็นก๊าซได้ 850 ส่วน

1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

- สถานะ ที่ 15 °C (State at 15 °C) 1 atm : ก๊าซ
- จุดเดือด (Boiling Point) 1 atm : -33.4 °C ; -28.1 °F ; 239.8 °K
- จุดเยือกแข็ง (Freezing Point) : -77.7 °C ; -108 °F ; 265.5 °K
- ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) -33.4 °C ของเหลว : 0.682
- ความหนาแน่นไอ (Vapor Density) : 0.6
- ความดันไอ (Vapor Pressure) 21.1 °C : 888.0 kPa ; 8.88 bar ; 128.8 psig
- ความร้อนแฝงจากการระเหย (Latent Heat of Evaporization) : 327.4 kcal/Kg ; 189 Btu/lb
- ความสามารถในการละลายน้ำได้ (Solubility in Water) 20 °C, 1 atm : 53 g NH₃/100gH₂O
- สีและกลิ่น (Colour – Odor) : ไม่มีสีกลิ่นฉุน (Colourless – Pungent)
- จุดระเบิด (Explosive Limits) โดยปริมาตร : 15% - 28%
- จุดวาบไฟ (Flash Point) : 1,208 °C
- อุณหภูมิที่สามารถจุดติดไฟได้เอง (Autoignition Temperature) : 651 °C; 1202 °F; 924 °K

1.2 คุณสมบัติทางเคมีและปฏิกิริยาเคมี

- 1) กัดกร่อนและเป็นด่างสูง สารละลายแอมโมเนีย 1.0 N pH 11.6 สารละลายแอมโมเนีย 0.1 N pH 11.1 สารละลายแอมโมเนีย 0.01 N pH 10.6
- 2) ทำปฏิกิริยากับน้ำให้แอมโมเนียม ไฮดรอกไซด์ และให้ความร้อน (Exothermic)
- 3) การสลายตัวโดยความร้อนจะให้ละอองฟุ้งกัดกร่อน (Corrosive Fume of Ammonia) และ ก๊าซพิษกลุ่มออกไซด์ของไนโตรเจน
- 4) ทำปฏิกิริยากัดกร่อนสาร ตะกั่ว อลูมิเนียม ดีบุก ทองแดง หรือโลหะผสมทองแดง เช่น ทองเหลือง สังกะสี หรือเหล็กที่ผ่านขบวนการกล้าไนท์
- 5) ทำปฏิกิริยากับสารออกซิไดซ์ สารประกอบของธาตุหมู่ฮาโลเจน เงิน โปรท โบรอน โบตัสเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม จะเกิดการลุกไหม้และระเบิดรุนแรง

- 6) ติดไฟได้เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกและสามารถระเบิดได้ในที่อับอากาศเมื่อมีการจุดติดไฟ
- 7) ทำปฏิกิริยารุนแรงกับเอไมด์ กรด
- 8) แอมโมเนียทำให้ยาง (Rubber) พลาสติก และสารเคลือบผิว บูดบวมหมดสภาพ สารที่ทำปฏิกิริยากับแอมโมเนีย ในข้อ 4-8 ถูกจัดให้เป็นสารเข้ากันไม่ได้ (Incompatible Substances) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.1

สารที่เข้ากันไม่ได้ หมายถึง สารที่เมื่อผสมกันจะเกิดอันตราย เช่น อาจเป็นอันตรายอันเนื่องมาจากการทำปฏิกิริยากันเกิดความร้อนสูงจนลุกไหม้หรือระเบิด อาจให้สารไวไฟหรือก๊าซพิษออกมา

ตารางที่ 2.1 สารที่เข้ากันไม่ได้กับแอมโมเนียแอนไฮไดรต์

สารเคมี (Substances)	ปฏิกิริยา (Reactivity)
กรด (Acids)	เกิดปฏิกิริยารุนแรง
อัลดีไฮด์ (Aldehydes)	อาจจะเกิดการควบแน่นและคายความร้อนอย่างรุนแรง
โลหะอัลคาไล (Alkali metals)	เกิดเป็นวัตถุระเบิดที่มีสารผสมโลหะไฮไดรไรด์
อัลคิลีนออกไซด์ (Alkylene Oxides)	อาจจะเกิดการควบแน่นและคายความร้อนอย่างรุนแรง
อลูมิเนียม (Aluminum)	อาจเกิดการกัดกร่อน
เอไมด์ (Amides)	เป็นไปได้ที่จะเกิดปฏิกิริยารุนแรง
อาร์ซีน (Arsine)	เกิดปฏิกิริยาอย่างรุนแรงแรงกับของเหลว
โบรอน (Boron)	เกิดปฏิกิริยาลุกไหม้ด้วยการปล่อยก๊าซไฮโดรเจนเมื่อได้รับความร้อน
โบรอนฮาไลด์ (Boron Halides)	ปฏิกิริยารุนแรง
แคลเซียม (Calcium)	เกิดปฏิกิริยาคายความร้อนซึ่งอาจจะกลายเป็นการลุกไหม้
คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide)	เกิดผลิตภัณฑ์วัตถุระเบิดกับของเหลว
กรดคลอริก (Chloric Acid)	เกิดเป็นส่วนประกอบวัตถุระเบิด
คลอรีนเอไซด์ (Chlorine Azide)	เกิดเป็นส่วนประกอบวัตถุระเบิด
คลอรีนมอนอกไซด์ (Chlorine Monoxide)	ส่วนผสมของวัตถุระเบิด
คลอรีน (Chlorines)	เกิดส่วนประกอบที่ทำให้เกิดอาการหมดสติ

ตารางที่ 2.1 สารที่เข้ากันไม่ได้กับแอมโมเนียแอนไฮไดรด์ (ต่อ)

สารเคมี (Substances)	ปฏิกิริยา (Reactivity)
คลอโรฟอร์มานิดีนียมไนเตรต (Chloroformanidinium Nitrate)	เกิดปฏิกิริยารุนแรง
1- คลอโร-2,4-ไดไนโตรเบนซีน (1-Chloro-2,4-Dinitrobenzene)	เกิดปฏิกิริยารุนแรงและอาจเกิดการระเบิดได้
2-คลอโรไนโตรเบนซีน (2-Chloronotrobenzene)	เกิดปฏิกิริยารุนแรง
คลอโรไซแลน (Chlorosilane)	เกิดสารประกอบที่เกิดการลุกไฟได้ด้วยตัวเอง
โครมิล คลอไรด์ (Chromyl Chloride)	เกิดการลุกไหม้ได้
โคทติ้ง (Coatings)	ทำลาย
ทองแดง (Copper)	อาจเกิดการกัดกร่อน
ไดแอมมินโบโรเนียม เฮปตะไฮโดรเตตระโบเรต (Diammineboronium Heptahydrotetraborate)	การสลายตัวรุนแรง
ไดโบเรน (Diborane)	การจุดตัวเองให้ลุกไหม้ได้
1,2-ไดคลอโรอีเทน (1,2-Dichloroethane)	อาจจะระเบิดได้เมื่อสัมผัสกับก๊าซเหลว
ไดเมทิลซัลเฟต (Dimethylsulfate)	เกิดปฏิกิริยารุนแรง
เจอร์เมเนียมเดริเวทีฟ (Germanium Derivatives)	อาจเกิดการระเบิดได้
ฮาโลเจน (Halogens)	ปฏิกิริยารุนแรงและอาจเกิดเป็นส่วนประกอบวัตถุระเบิด
โลหะหนักและสารประกอบ (Heavy Metals And Compounds)	อาจเกิดเป็นส่วนประกอบของวัตถุระเบิดเมื่อทำให้แห้ง
เฮกซาคลอโรเมลามีน (Hexachloromelamine)	อันตรายจากไฟไหม้และการระเบิด
ไฮดราซีน (Hydrazine)	เกิดเป็นวัตถุระเบิดที่มีสารผสมโลหะไฮดราไซด์
ไฮโดรเจนโบรมाइด์ (Hydrogen Bromide)	เกิดปฏิกิริยารุนแรง
กรดไฮโปคลอรัส (Hypochlorous Acid)	เกิดการระเบิดได้เมื่อสัมผัส
โซเดียม (Sodium)	ทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียเหลวให้สารที่ระเบิดได้

ตารางที่ 2.1 สารที่เข้ากันไม่ได้กับแอมโมเนียแอนไฮไดรด์ (ต่อ)

สารเคมี (Substances)	ปฏิกิริยา (Reactivity)
โซเดียมไนไตรท์ (Sodium Nitrite)	ให้แอมโมเนียไนเตรตที่ไวต่อปฏิกิริยาและระเบิดได้
สตีบีน (Stibine)	เกิดการระเบิดเมื่อได้รับความร้อน
กำมะถันและสารประกอบ(Sulfur and Compounds)	อาจจะเกิดผลิตภัณฑ์วัตถุระเบิด
เทลลูริอุมฮาไลด์ (Tellurium Halides)	เกิดสารประกอบของระเบิด
เตตระเมทิลแอมโมเนียมเอไมด์ (Tetramethylammonium Amide)	เกิดการสลายตัวอย่างรุนแรง

1.3 ข้อมูลความปลอดภัยสำหรับแอมโมเนีย

แอมโมเนียจัดเป็นสารเคมีประเภทก๊าซพิษที่มีความเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ กัดกร่อนผิวหนัง เป็นก๊าซไวไฟซึ่งอาจติดไฟได้ หากมีความเข้มข้นในอากาศในช่วงร้อยละ 16 ถึง ร้อยละ 25 และเนื่องจากจัดเก็บในสภาพก๊าซเหลวภายใต้ความดัน จึงมีความเสี่ยงจากการระเบิดอันเนื่องมาจากความดันสูงด้วย ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 สัญลักษณ์ความเป็นอันตรายของแอมโมเนียตามระบบการจำแนกความเป็นอันตรายสารเคมี ตามข้อกำหนด GHS สัญลักษณ์ดังกล่าวใช้สื่อสารความเป็นอันตราย
ที่มา : http://www.mc-alp.com/images/column_1267363760/web%20ammonia%20GHS.png

1.3.1 ข้อความแสดงความเป็นอันตรายของแอมโมเนีย ได้แก่

- 1) ก๊าซไม่ไวไฟ
- 2) ก๊าซบรรจุภายใต้ความดัน อาจระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อน
- 3) เป็นอันตรายเมื่อกลิ้งกินและหายใจเข้าไป
- 4) ทำให้ผิวหนังไหม้อย่างรุนแรง และทำลายดวงตาอย่างรุนแรง
- 5) อาจทำให้เกิดอาการแพ้หรือหอบหืด หรือหายใจลำบากเมื่อหายใจเข้าไป

- 6) มีข้อสงสัยว่า อาจเกิดความผิดปกติต่อพันธุกรรม
- 7) ทำอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ
- 8) เป็นพิษร้ายแรงต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

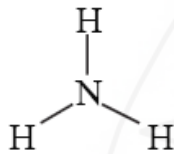


ภาพที่ 2.2 สัญลักษณ์ประเภทสินค้าอันตรายของแอมโมเนียตามระบบการจำแนกประเภทการขนส่งสินค้าอันตรายของสหประชาชาติ ซึ่งระบุว่าเป็นก๊าซพิษและมีฤทธิ์กัดกร่อน

ที่มา : http://www.mc-alp.com/images/column_1267363760/web%20ammonia%20ARD.png

1.3.2 การชี้บ่งสารเคมี (Substance Identification)

- 1) สูตรเคมี : NH_3
- 2) โครงสร้างเคมี :



- 3) ชื่ออื่นๆ : แอนไฮดริสแอมโมเนีย, ก๊าซแอมโมเนีย, Amfol, Nitrosil, Aqua-Ammonia, Spirit of Hartshorn

1.3.3 รหัสชี้บ่งสารเคมี (Identifiers)

- 1) CAS NO. : 7664-41-7
- 2) RTECS NO. : BO0875000
- 3) DOT UN : 1005 (แอนไฮดริสแอมโมเนีย)
 - : 20730 (สารละลายแอมโมเนีย > 44%)
 - : 2672 (สารละลายแอมโมเนีย 12 -44%)
- 4) ฉลาก DOT : ก๊าซพิษไม่ไวไฟ

1.3.4 ลักษณะและกลิ่นของแอมโมเนีย

- 1) ไม่มีสี ไม่ไวไฟ
- 2) มีกลิ่นฉุนรุนแรง
- 3) คนปกติจะเริ่มได้กลิ่นที่ความเข้มข้นในอากาศมากกว่า 5 พีพีเอ็ม

1.3.5 คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Properties)

- 1) น้ำหนักโมเลกุล : 17.0
- 2) จุดเดือดที่ 760 มม.ปรอท : -33.1°C
- 3) ความถ่วงจำเพาะที่ 0°C : 0.77
- 4) ความหนาแน่นไอ (อากาศ=1) : 0.6
- 5) จุดหลอมเหลว : -77.7°C
- 6) ความดันไอที่ 30°C : 8,500 มม.ปรอท (หรือ 11.2 bar)
- 7) ละลายน้ำได้ดีมาก

1.3.6 ความสามารถในการเกิดปฏิกิริยา (Reactivity)

- 1) สามารถระเบิดได้ในที่อับอากาศเมื่อมีการจุดติดไฟ
- 2) เกิดการลุกติดไฟเมื่อสัมผัสกับสารบางตัว เช่น Platinum, Mercury, Chlorine และ Iodine
- 3) เมื่อสลายตัวจะเกิดก๊าซพิษ เช่น H_2 , N_2 และ ไนตรัสออกไซด์
- 4) ไม่ควรให้สัมผัสกับทองแดง, ทองเหลือง, บรอนซ์ หรือเหล็กกล้าไนซ์

1.3.7 ค่าความไวไฟ (Flammability)

- 1) ค่าความไวไฟเท่ากับ 1 คือความสามารถทำให้เกิดอัคคีภัยได้น้อยมาก
- 2) จุดวาบไฟ : ไม่มีข้อมูลเนื่องจากเป็นก๊าซที่อุณหภูมิห้อง
- 3) อุณหภูมิที่สามารถลุกติดไฟได้เองคือ 651°C
- 4) ความเข้มข้นที่ลุกติดไฟได้ : ต่ำสุด 16% (LFL) : สูงสุด 25% (UFL)
- 5) วิธีการดับไฟ : ใช้น้ำฉีดเป็นฝอย

2. อันตรายต่อสุขภาพและความเป็นพิษจากแอมโมเนีย

อันตรายจากการใช้แอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง มักนิยมใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นในระบบทำความเย็น เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง ราคาถูก และประการสำคัญคือไม่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ แต่แอมโมเนียมีสมบัติความเป็นพิษสูง เป็นอันตรายต่ออวัยวะต่างๆ ของร่างกาย เช่น ดวงตา ผิวหนัง ระบบทางเดินหายใจ ดังนั้นการนำมาใช้ประโยชน์จะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพราะหากเกิดการรั่วไหล อาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีการใช้แอมโมเนีย และบริเวณใกล้เคียงได้รับอันตรายจนถึงขั้นเสียชีวิตได้ แอมโมเนียมีความเป็นอันตรายต่อสุขภาพและมีความเป็นพิษ

2.1 อันตรายต่อสุขภาพ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

2.1.1 อันตรายต่อสุขภาพอย่างเฉียบพลัน (Acute Health Effect) ได้แก่

- 1) ก๊าซแอมโมเนียทำให้ระคายเคืองและเกิดรอยไหม้กับผิวหนัง และตาจนถึงขั้นเป็นรอยไหม้ถาวรได้
- 2) ทำให้แสบในจมูก ปาก และในลำคอถึงขั้นไอ และหายใจเสียงวี๊ด (Wheezing)
- 3) ทำให้แสบในปอด และเกิดอาการไอหรือหายใจถี่ๆ เกิดภาวะปอดบวมน้ำ (Pulmonary Edema)

2.1.2 อันตรายต่อสุขภาพแบบเรื้อรัง (Chronic Health)

สำหรับการเป็นอันตรายต่อสุขภาพแบบเรื้อรัง (Chronic Health) นั้นการได้รับหรือสัมผัสก๊าซแอมโมเนียนานๆ อาจทำให้เกิดเคืองตา จมูก และลำคออย่างเรื้อรังได้ เกิดอันตรายกับปอด เกิดโรคหลอดลมอักเสบ พร้อมกับการไอและมีเสมหะ หรือทำให้หายใจถี่เร็ว ระคายคอและทางเดินหายใจ หายใจไม่สะดวก กรณีสัมผัสที่ผิวหนังมีลักษณะระคายเคือง คัน คล้ายเป็นโรคผิวหนัง

2.2 ความเป็นพิษและอันตรายต่อมนุษย์ ความเป็นพิษแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

2.2.1 ความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute Toxic) แอมโมเนียเป็นก๊าซพิษ และกัดกร่อน มีอันตรายต่อร่างกายเมื่อสัมผัสทางจมูก ตา ผิวหนัง ถ้าได้รับปริมาณสูง ทำให้เสียชีวิตได้ในทันที การได้รับแอมโมเนียทางปาก (รับประทาน) เนื้อเยื่อทางเดินอาหารจะถูกกัดกร่อน มีอาการคลื่นไส้ ปวดท้อง อาเจียน หมดสติ อันตรายอื่น ๆ ยังไม่ปรากฏรายงานว่าเป็นสารก่อมะเร็ง และเปลี่ยนแปลงลักษณะพันธุกรรมในมนุษย์

2.2.2 ความเป็นพิษเรื้อรัง (Chronic Toxic) การได้รับแอมโมเนียปริมาณน้อย ๆ อยู่เป็นประจำจะมีอาการพิษเรื้อรัง คือ ระคายคอและทางเดินหายใจ หายใจไม่สะดวก กรณีสัมผัสที่ ผิวจะมีลักษณะระคายเคือง คัน คล้ายเป็นโรคผิวหนัง อาการเล็กน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณ ระยะเวลา และความต้านทานของแต่ละบุคคล

กลไกการเกิดพิษ แอมโมเนียละลายน้ำได้ดีมากและเร็วมาก เมื่อสัมผัสกับน้ำที่หล่อเลี้ยงเยื่อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น เยื่อบุตา เยื่อบุจมูก เยื่อบุทางเดินหายใจ แอมโมเนีย (HN_3) จะทำปฏิกิริยากับน้ำ (H_2O) และได้สารที่มีฤทธิ์เป็นด่างคือ แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ซึ่งจะกัดกร่อนทำลายเนื้อเยื่ออ่อนของร่างกายได้ ซึ่งอาจจะเป็นเพียงการอักเสบจนถึงการหลุดลอกของเซลล์เยื่อ (Desquamation) ในรายที่รุนแรงได้ กรณีที่รับประทานสารละลายแอมโมเนียเข้าไปจะทำให้มีพยาธิสภาพเหมือนกับผู้ที่รับประทานด่าง คือ มีการอักเสบหรือหลุดลอกของเซลล์เยื่อหลอดอาหาร กระเพาะอาหารหรือลำไส้ อาจจะทำให้มีการทะลุของผนังของระบบทางเดินอาหาร มีเลือด

ออกจากแผลหรือมีการติดเชื้อในระยะต่อมาได้ โดยทั่วไปอันตรายจากการที่เนื้อเยื่อสัมผัสกับค่าจะรุนแรงกว่ากรด

พิษจากแอมโมเนียเกิดจากการสัมผัสทางการหายใจ ซึ่งการสูดดมไอระเหยของก๊าซที่ความเข้มข้น 1,000 พีพีเอ็ม จะระคายเคืองตาและทางเดินหายใจส่วนบน ทำให้ไอ อาเจียน เนื้อเยื่อในปาก คอ และจมูกแดง ถ้ามากกว่า 1,000 พีพีเอ็ม ทำให้ริมฝีปากบวม ตาบอดชั่วคราว กระจกตา กระจกใส แขนงหน้าอก ซีดเขียว หัวใจเต้นอ่อนและเร็ว หลอดลมตีบ เชื้ออยู่ในลำคอ บวม ทางเดินหายใจส่วนบนอุดตัน ปอดบวม น้ำ เจ็บหน้าอก น้ำมูกไหล น้ำตาไหล สายตาพร่ามัว ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ หากสัมผัสแอมโมเนียเหลวทางผิวหนัง ทำให้เกิดอาการระคายเคือง ผิวหนังไหม้ ระดับมากขึ้นขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแอมโมเนีย ปวดแสบปวดร้อน ผิวหนังแดง เป็นตุ่มน้ำใส ค่าระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย ที่มีผลกระทบต่อผู้สัมผัส ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การสัมผัสแอมโมเนียที่มีผลต่อมนุษย์ที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียระดับต่าง ๆ

ความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนีย (พีพีเอ็ม โดย ปริมาตร)	ผลที่เกิดขึ้นกับคนที่ไม่มีกำบัง (ผู้ที่สัมผัส)	ระยะเวลาทำงานที่ปลอดภัย
5	บางคนอาจได้กลิ่น	ไม่จำกัด
25	เริ่มได้รับกลิ่นของแอมโมเนียและที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0°C จะเริ่มได้กลิ่นที่ 5 ppm.	สามารถทำงานได้ตลอดระยะเวลา 8 ชม. และไม่จำกัดเวลา
35	ความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับได้	สามารถทำงานได้ตลอดระยะเวลา 8 ชม.
50	กลิ่นของแอมโมเนียจะรุนแรงมาก ผู้คนที่คุ้นเคยกับแอมโมเนียจะเริ่มรู้สึกอึดอัดและต้องการจะหนีไปจากบริเวณนั้นแต่คนส่วนใหญ่ระคายเคือง	พอนานถึง 2 ชม. สำหรับคนไม่คุ้นเคย แต่หากไม่จำเป็นให้หนีออกจากบริเวณนั้น
100	ยังไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์แต่จะรู้สึกวาทนไม่ได้	ให้หนีออกจากบริเวณนั้นโดยเร็ว
400-700	ระคายเคืองเป็นอย่างมากต่อตา จมูก และลำคอ	การสัมผัส 0.5-1 ชม. ให้หนีออกจากบริเวณนั้นภายใน 1 ชม. โดยปกติแล้วความเข้มข้นนี้ยังไม่ทำให้มนุษย์ได้รับอันตรายรุนแรง

ตารางที่ 2.2 การสัมผัสแอมโมเนียที่มีผลต่อมนุษย์ที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียระดับต่าง ๆ (ต่อ)

ความเข้มข้นของก๊าซ แอมโมเนีย (พีพีเอ็ม โดย ปริมาตร)	ผลที่เกิดขึ้นกับคนที่ไม่มีกำบัง (ผู้ที่สัมผัส)	ระยะเวลาทำงานที่ปลอดภัย
1,000-2,000	ไออย่างรุนแรง ระคายเคืองอย่าง รุนแรงต่อตา จมูก และการหายใจ	เป็นอันตรายต่อมนุษย์อย่าง รุนแรงหากอยู่นานเกิน 30 นาที
3,000-4,000	ไออย่างรุนแรง ระคายเคืองอย่าง รุนแรงต่อตา จมูก และการหายใจ	อาจถึงแก่ความตายได้ภายใน 30 นาที
5,000-12,000	เกิดอาการหดรัดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ สภาวะขาดออกซิเจนอย่างรวดเร็ว	มนุษย์อาจถึงแก่ความตายภายใน 2-3 นาที

2.3 อันตรายจากการใช้แอมโมเนีย

2.3.1 ไอระเหยของแอมโมเนีย ทำให้เกิดการระคายเคืองและเกิดแผลไหม้ อันตรายต่อระบบทางเดินหายใจทำให้มีเสมหะ เกิดอาการหายใจสั้นๆ เจ็บหน้าอก ชัก หมดสติ และอาจทำให้เสียชีวิต หากหายใจเอาสารนี้เข้าไป หากสัมผัสแอมโมเนียจะทำให้ผิวหนังและตาไหม้ และสูญเสียการมองเห็น และถ้าสัมผัสกับแอมโมเนียในสภาพของเหลวจะทำให้เกิดแผลไหม้ เนื่องจากความเย็นจัด (Cold Burn) ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 อันตรายจากการสัมผัสแอมโมเนีย

ที่มา : บทความอันตรายจากการใช้แอมโมเนียในโรงงานน้ำแข็งและห้องเย็น (2550)

2.3.2 แอมโมเนียเป็นก๊าซพิษเมื่อเกิดการรั่วไหลจึงอาจทำให้ผู้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงเสียชีวิตได้ อีกประการหนึ่ง เนื่องจากสถิติการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุแอมโมเนียรั่วไหล พบว่ามีผู้เสียชีวิตจากสาเหตุการระเหยไอของอุปกรณ์อำนวยความสะดวก มีโอกาสเกิดสูงกว่าการระเบิดของภาชนะบรรจุแอมโมเนียเป็นอันมาก ดังนั้นภาชนะหรือท่อบรรจุ (Ammonia Cylinders) จึงไม่นิยมติดตั้งกลอุปกรณ์นิรภัย (Safety Devices) ทั้งนี้เพื่อมิให้มีการระบายก๊าซออกจากภาชนะบรรจุได้โดยง่ายเมื่อมีอุณหภูมิสูง ดังนั้นภาชนะบรรจุแอมโมเนียจึงอาจจะระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อนจากเพลิงไหม้เป็นเวลานาน สิ่งที่สำคัญที่สุด คือหากเกิดเพลิงไหม้ใกล้กับภาชนะบรรจุแอมโมเนีย การหล่อเย็น (Cooling) ที่ภาชนะบรรจุหรือการเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุออกจากบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ จึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ในลำดับแรกโดยทันที

2.4 อันตรายที่เกิดจากแอมโมเนียส่วนใหญ่เกิดจากการรั่วซึมของแอมโมเนียในระบบ สาเหตุของการรั่วโดยทั่วไปเกิดจาก

- 1) การซ่อมบำรุงตามปกติ เช่น ล้างกรอง ถ่ายน้ำมันหล่อเย็นในระบบทำความเย็น
- 2) การสึกหรอ หลวม ของอุปกรณ์ เช่น ประเก็น โอริง
- 3) การรั่ว ผุกร่อน หรือแตกร้าว
- 4) การระเบิดของอุปกรณ์
- 5) ภัยชนิดอื่นๆ เช่น ไฟไหม้ แผ่นดินไหว

2.5 การป้องกันการรั่วซึมของแอมโมเนียสามารถทำได้โดยการตรวจเช็คการรั่วซึมของแอมโมเนียอย่างสม่ำเสมอซึ่งวิธีการตรวจมีดังนี้

- 1) ตรวจด้วยวิธีการดมกลิ่น
- 2) ตรวจด้วยกระดาษลิตมัส (Phenophtalene)
- 3) ตรวจด้วยอุปกรณ์ตรวจจับก๊าซแอมโมเนีย (Ammonia Leak Detector)
- 4) ตรวจโดยการเก็บตัวอย่างอากาศไปตรวจวัดในห้องปฏิบัติการ
- 5) ตรวจโดยใช้กระดาษกัมมะถันจุดไฟ ข้อดี รู้แหล่งที่มาของการรั่วอย่างชัดเจน ข้อเสีย ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ของกัมมะถันมีกลิ่นฉุนรุนแรง

2.6 เมื่อเกิดการรั่วของแอมโมเนียสิ่งที่ต้องทำมีดังนี้

- 1) พยายามหยุดรอยรั่ว ถ้าทำได้โดยไม่เกิดอันตราย
- 2) แจ้งหัวหน้างานและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย

- 3) ระบายอากาศบริเวณนั้น
- 4) นี้น้ำเป็นฝอยเพื่อลดการแพร่กระจาย
- 5) ถ้ารู้ปริมาณมากให้อพยพคนออกนอกพื้นที่
- 6) ห้ามบุคคลที่ไม่ได้สวมอุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ เข้าในบริเวณจนกว่าจะทำความสะอาดเรียบร้อย

3. อาการของผู้ได้รับพิษจากแอมโมเนีย

เมื่อผู้ป่วยสัมผัสกับก๊าซแอมโมเนียจะทำให้มีอาการแสบร้อนของผิวหนัง แสบตา น้ำตาไหล ที่สำคัญคือ ระบบหายใจ ทำให้มีอาการไอ เจ็บคอ อาจจะมีไอเป็นเลือด ในรายที่รุนแรงอาจทำให้รู้สึกแน่นหน้าอกหายใจไม่สะดวก ตรวจร่างกายอาจพบเสียงปอดผิดปกติเช่น เกิดเสียงแหบในระหว่างการหายใจ (Stridor) ซึ่งเกิดจากการบวมของทางเดินหายใจส่วนต้น ที่ต้องระวังคือ อาจมีบวมของลิ้นกระบอกเสียง (Epiglottitis) เกิดการอุดตันของทางเดินหายใจได้ กรณีที่เป็นระบบทางเดินหายใจส่วนล่างจะตรวจได้ยินเสียงหายใจดังวี๊ด (Wheez) ได้ รายที่รุนแรงทำให้เกิดภาวะปอดบวมน้ำ (Pulmonary Edema) ได้ อันตรายที่ระบบทางเดินหายใจจะเป็นพยาธิสภาพหลักที่บ่งถึงความรุนแรงที่เกิดขึ้นจากการสูดดมก๊าซแอมโมเนีย โดยทั่วไปการเกิดโรคแบ่งเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงแรกเกิดจากการบวมอักเสบของเนื้อเยื่อ โดยตรงดังที่ได้กล่าวแล้ว ช่วงที่สองหลังจากนั้น 48-72 ชั่วโมงถัดมาจะมีความรุนแรงของการอุดตันทางเดินหายใจเกิดขึ้นใหม่อีกครั้ง มีการก่อตัวของอาการรุนแรงขึ้นเป็นลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการหลุดลอกของเซลล์เยื่อที่ตายออกมาและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรของโครงสร้างที่เหลือ นอกจากนี้อาจจะมีการ ติดเชื้อซ้ำซ้อนได้อีกด้วย

ผู้ป่วยที่รับประทานสารละลายของแอมโมเนียจะมีอาการแสบในช่องปากและคอ ปวดท้อง คลื่นไส้อาเจียน 24-72 ชั่วโมงต่อมาหลอดอาหารหรือกระเพาะอาหารอาจทะลุได้ ซึ่งทำให้มีการอักเสบของผนังกึ่งกลางช่องอก (Mediastinum) จนอาจเกิดภาวะช็อกหรือมีการหายใจล้มเหลว (Respiratory Failure) ตามมาได้ ผิวหนังที่สัมผัสถูกก๊าซแอมโมเนียและสารละลายแอมโมเนีย ช่วงแรกมีอาการแสบร้อน ต่อมาจะมีตุ่มน้ำใส (Vesicle) เหมือนผู้ป่วยผิวหนังที่ถูกไฟไหม้ทั่วไป หากแต่แผลอาจจะลามลึกลงไป ถึงชั้นอื่นได้มาก เนื่องจากค้างทำให้เกิดการสลายตัวของเนื้อเยื่อแบบ Liquefaction

3.1 อาการและอาการแสดง (Sign Symptom)

ที่เกิดขึ้นเมื่อสัมผัสกับแอมโมเนียแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะอาการใหญ่ดังนี้คือ

3.1.1 อาการเฉียบพลัน (Acute) การสูดดมก๊าซแอมโมเนียเข้าไปจะทำให้เนื้อเยื่อร่างกายถูกต่างกัดกร่อน อาการมักเกิดขึ้นทันทีที่สัมผัส อาการที่พบได้แก่ แสบตา แสบจมูก แสบคอ ไอ แน่นหน้าอก หากสัมผัสในปริมาณสูงจะทำให้ทางเดินหายใจบวม เริ่มแรกจะมีอาการเสียงแหบ ไอเสียงหุ้ม (Croup-Like Cough) และฟุ้งปอดได้เสียงหุ้ม (Stidor) จากนั้นจะทำให้เกิดการบวมและอุดกั้นของทางเดินหายใจส่วนบนได้ (Upper Airway Obstruction) ทางเดินหายใจส่วนล่างจะทำให้หลอดลมตีบ (Bronchospasm) ตรวจร่างกายจะพบเสียงวี๊ด (Wheezing) หากสัมผัสในปริมาณสูงมากๆ จะทำให้เกิดภาวะปอดบวมน้ำ (Pulmonary Edema) และถึงแก่ชีวิตได้ การสัมผัสที่ตาถ้าแก่สมีความเข้มข้นสูงมากก็อาจกัดกร่อนกระจกตาอย่างรุนแรง แต่โอกาสเกิดน้อยกว่าการสัมผัสในรูปสารละลาย การสัมผัสที่ผิวหนังทำให้แสบไหม้ได้เช่นกัน

3.1.2 อาการเรื้อรัง (Chronic) หากการสัมผัสในระยะเฉียบพลันนั้นรุนแรง สัมผัสในปริมาณสูงมาก จนเนื้อเยื่อปอดถูกทำลายถาวรแล้ว ก็อาจทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการหอบเหนื่อยจากปอดเป็นพังผืดในระยะยาวได้ การสัมผัสในปริมาณสูงในครั้งเดียวอาจทำให้เกิดเป็นโรคหอบหืดขึ้น การสัมผัสที่ตาอาจกัดกร่อนกระจกตาจนมีปัญหาการมองเห็นในระยะยาว

4. การรักษาผู้ได้รับพิษและการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

4.1 แนวทางปฏิบัติในการช่วยเหลือผู้ประสบเหตุ

4.1.1 เคลื่อนย้ายผู้ประสบเหตุจากแอมโมเนียออกจากที่เกิดเหตุ ไปยังที่ที่อากาศบริสุทธิ์ โดยให้คนไข้นอนราบกับพื้น หายใจช้า ๆ เปิดตาเท่าที่จำเป็น ใช้ผ้าบางชุบน้ำเปียกปิดปากและจมูกระหว่างขนย้ายออกจากพื้นที่

4.1.2 ถอดเสื้อผ้าที่เปื้อนแอมโมเนียออกทันที แต่ในกรณีเสื้อผ้าที่เย็นแข็งติดผิวหนัง ต้องทำให้อ่อนตัวก่อนถอดออก ล้างร่างกายด้วยน้ำอุ่นสะอาดอย่างน้อย 15 นาที

1) กรณีที่แอมโมเนียสัมผัสตา ให้รีบล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก ๆ โดยเปิดน้ำให้ไหลผ่านตา อย่างน้อย 15 นาทีหรือล้างด้วยน้ำยาล้างตาบอริก 2.5 % แล้วรีบไปพบแพทย์โดยเร็ว

2) กรณีที่แอมโมเนียสัมผัสผิวหนัง ล้างออกด้วยสบู่และน้ำ ล้างด้วยน้ำสะอาดไม่น้อยกว่า 15 นาที ใช้ผ้าชุบน้ำยาล้างตาบอริก 2.5% ปะคบบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บ ถ้าเกิดแผลใหญ่เนื่องจากความเย็น ห้ามถูหรือราดน้ำบริเวณนั้นให้รีบนำส่งแพทย์ทันที

3) กรณีหายใจเอาก๊าซแอมโมเนียเข้าไป ควรรีบเคลื่อนย้ายออกจากที่เกิดเหตุไปไว้ในที่อากาศถ่ายเท ถอดเสื้อผ้าให้หลวมและห่มผ้าให้ความอบอุ่นแก่ผู้ป่วย เรียกรถพยาบาลพร้อมเครื่องให้ออกซิเจน ถ้าผู้ประสบเหตุหายใจอ่อนให้ใช้ออกซิเจนช่วยหายใจ นาน 2 นาที แต่ไม่เกิน 15 นาที แต่หากหัวใจหยุดเต้นให้ปั๊มหัวใจทันที (ห้ามป้อนน้ำแก่ผู้ป่วยที่หมดสติโดยเด็ดขาด)

4) **กรณีกลืนกินแอมโมเนีย** ถ้าปากและคอได้รับบาดเจ็บจากแอมโมเนียให้ผู้ป่วยดื่มน้ำช้า ๆ ให้บ้วนปากด้วยน้ำมาก ๆ และดื่มน้ำ 1 แก้ว อย่าทำให้อาเจียน ถ้าปากและคอไม่ได้รับบาดเจ็บให้ผู้ป่วยดื่มน้ำหวานหรือกาแฟร้อนในรายที่หมดสติ ให้รับนำส่งแพทย์ทันที

ผู้ประสบเหตุควรอยู่ในห้องที่อบอุ่นหรือทำร่างกายให้อบอุ่น โดยอาจใช้ผ้าห่มคลุมช่วย จะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการปฐมพยาบาลเบื้องต้น รวมทั้งอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลไว้ในบริเวณที่แอมโมเนียรั่วไหลไปไม่ถึง และจะต้องดูแลให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ

4.2 การดูแลผู้ป่วยในสถานที่เกิดเหตุ

มีหลักการเบื้องต้นคล้ายกับผู้ป่วยที่ได้รับอันตรายจากไฟไหม้ คือ เคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากบริเวณที่เกิดเหตุมาสู่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี และประเมินการหายใจของผู้ป่วย ให้ออกซิเจนถ้าผู้ป่วยมีอาการที่บ่งชี้ถึงความผิดปกติ ควรถอดเครื่อง นุ่งห่มที่ปนเปื้อนแอมโมเนียออก ชำระล้างร่างกายด้วยน้ำจำนวนมากๆ ผิวหนังส่วนที่สัมผัสกับสารแอมโมเนียควรล้างด้วยสบู่และน้ำอย่างน้อย 2 ครั้งแล้ว ปิดแผลด้วยผ้าสะอาดเช่นเดียวกับผู้ป่วยไฟไหม้ และควรล้างตาด้วยน้ำสะอาดเช่นเดียวกัน ถ้าตาสัมผัสแอมโมเนีย

4.3 การรักษาที่โรงพยาบาลหรือสถานพยาบาล

การประเมินดูแลเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจของผู้ป่วยมีความสำคัญมากที่สุด ในระยะต้นหากผู้ป่วยมีอาการหรืออาการแสดงที่สงสัยว่าจะเกิดภาวะอุดตันของระบบทางเดินหายใจส่วนต้น (Upper Airway Obstruction) ควรพิจารณาเจาะคอ (Tracheostomy) หรือใส่ท่อช่วยหายใจ (Endotracheal Intubation) แต่เนิ่นๆ การใส่ท่อช่วยหายใจจะต้องทำด้วยความระมัดระวังและแน่ใจว่าไม่มีอันตรายต่อกล่องเสียง (Epiglottis) เครื่องช่วยหายใจมีความจำเป็นถ้าผู้ป่วยอยู่ในภาวะของการหายใจล้มเหลวหรือน้ำท่วมปอด (Pulmonary Edema) หากมีอาการแสดงของการอุดตันของหลอดลมส่วนปลาย ขาขยายหลอดลมอาจจะมีประโยชน์ แต่สำหรับสารสเตียรอยด์ (Steroid) ไม่มีหลักฐานยืนยันแน่ชัดว่ามีส่วนช่วยให้หายเร็วขึ้น

ในส่วนองตาที่สัมผัสกับแอมโมเนีย หลังจากล้างด้วยน้ำแล้วควรได้รับการตรวจด้วยไฟผ่าตัด (Slit Lamp) โดยจักษุแพทย์ เพื่อประเมินความรุนแรงของอันตรายที่เกิดขึ้นกับแก้วตา (Cornea) และส่วนอื่นๆ ถ้าเป็นไปได้หลังจากนั้นหยอดยาขยายม่านตา (Atropine) และป้ายด้วยยาป้ายตาที่ผสมกับยาปฏิชีวนะ สำหรับผู้ป่วยที่รับประทานสารแอมโมเนียไม่ควรกระตุ้นให้อาเจียน ไม่ควรใส่สายล้างท้อง และไม่ต้องให้ผงถ่านกัมมันต์ (Activated Charcoal) หากเป็นไปได้ควร

ได้รับการตรวจหลอดอาหาร และกระเพาะอาหารด้วยกล้อง (Fiberoptic Endoscope) เพื่อประเมินความรุนแรงของอันตรายที่เกิดซึ่งจะทำให้วางแผนการรักษาได้ถูกต้องมากขึ้น การเฝ้าติดตามอาการของผู้ป่วยโดยให้การรักษาแบบประคับประคอง ระวังและป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นจากปอด ระบบทางเดินอาหาร ผิวหนังและตาจะต้องดำเนินต่อไป จนกว่าผู้ป่วยจะฟื้น ผู้ป่วยที่อาการรุนแรงอาจจะมีผลผิดปกติอย่างถาวรตามมาได้เช่น หลอดลมหดตัว (Bronchoconstriction) หลอดลมโป่งพอง (Bronchiectasis) หรือหลอดลมฝอยอักเสบและเสื่อมสภาพ (Bronchiolitis Obliterans) ส่วนในหลอดอาหารอาจมีการตีบ (Esophageal Stricture) ตามมาได้ ซึ่งควรจะได้รับ การตรวจประเมินอีกครั้งในช่วง 2-3 สัปดาห์ หลังจากสัมผัสกับสาร

4.4 การเฝ้าระวังทางการแพทย์ (Medical Monitoring) สำหรับพนักงานที่ต้องปฏิบัติงานสัมผัสกับแอมโมเนียควรมีข้อปฏิบัติดังนี้

- 1) ตรวจสอบสุขภาพก่อนเริ่มทำงาน
- 2) ตรวจสอบสุขภาพหลังจากทำงานไปแล้ว ระยะเวลาหนึ่ง เช่น 3-5 ปี
- 3) การเฝ้าระวังสถานที่ทำงาน (Workplace Monitoring)
- 4) ติดตามกรณีตรวจจับวัดแอมโมเนีย หรือ ส่งตัวอย่างอากาศตรวจในห้องปฏิบัติการ

บทที่ 3

อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งมักนิยมใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นในระบบทำความเย็น เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง ราคาถูกและคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับสารทำความเย็นประเภทอื่นๆ แอมโมเนียที่ใช้จะเป็นแอมโมเนียประเภทที่ปราศจากน้ำ (Ammonia Anhydrous) ซึ่งมีทั้งสถานะที่เป็นของเหลวและก๊าซ โดยมีคุณสมบัติที่ต่างกัน ถ้าหากอยู่ในสถานะก๊าซจะมีอันตรายสูง เพราะไม่มีสีแต่มีกลิ่นฉุนมาก ละลายน้ำได้ มีความเป็นพิษและมีฤทธิ์กัดกร่อนสูง เมื่อเกิดการรั่วไหลจะรวมตัวกับความชื้นในอากาศกลายเป็นหมอกสีขาว หากเกิดการรั่วไหล อาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีการใช้แอมโมเนีย และบริเวณใกล้เคียงได้รับอันตราย จนถึงขั้นเสียชีวิตได้

ในประเทศไทยน้ำแข็งได้รับความนิยมนำมาบริโภคเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนที่มีอากาศร้อนอบอ้าว ด้วยเหตุที่น้ำแข็งช่วยบรรเทาความร้อนได้ดีและยังทำให้ผู้บริโภครู้สึกสดชื่นหลังจากดื่มน้ำเย็นๆ น้ำแข็งจึงได้มีบทบาทสำคัญและกลายเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้สำหรับคนไทยจึงมีการผลิตและมีการใช้แอมโมเนียในการกระบวนการผลิตมากขึ้น

1. กระบวนการการผลิตน้ำแข็ง

1.1. น้ำแข็งของ มีกระบวนการผลิตดังนี้ (ดังภาพที่ 3.1)

1.1.1 นำน้ำพักไว้ในถังพักที่ 1 เติมสารส้มและเติมปูนขาวหรือโซดาแอส แล้วแต่ปริมาณสารเจือปนของน้ำ เพื่อปรับค่า pH ให้อยู่ในค่ามาตรฐานของน้ำดื่มบริโภคกรองน้ำให้ใสด้วยเครื่องกรอง เติมสารเคมีเพื่อทำลายจุลินทรีย์ ได้แก่คลอรีนตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.1.2 ผ่านกระบวนการเพื่อกำจัดความกระด้างของน้ำด้วยเครื่องกรองเรซิน

1.1.3 ผ่านเครื่องกรองถ่านเพื่อกำจัด สี กลิ่น รส จากนั้น เก็บน้ำไว้ถังพักที่ 2

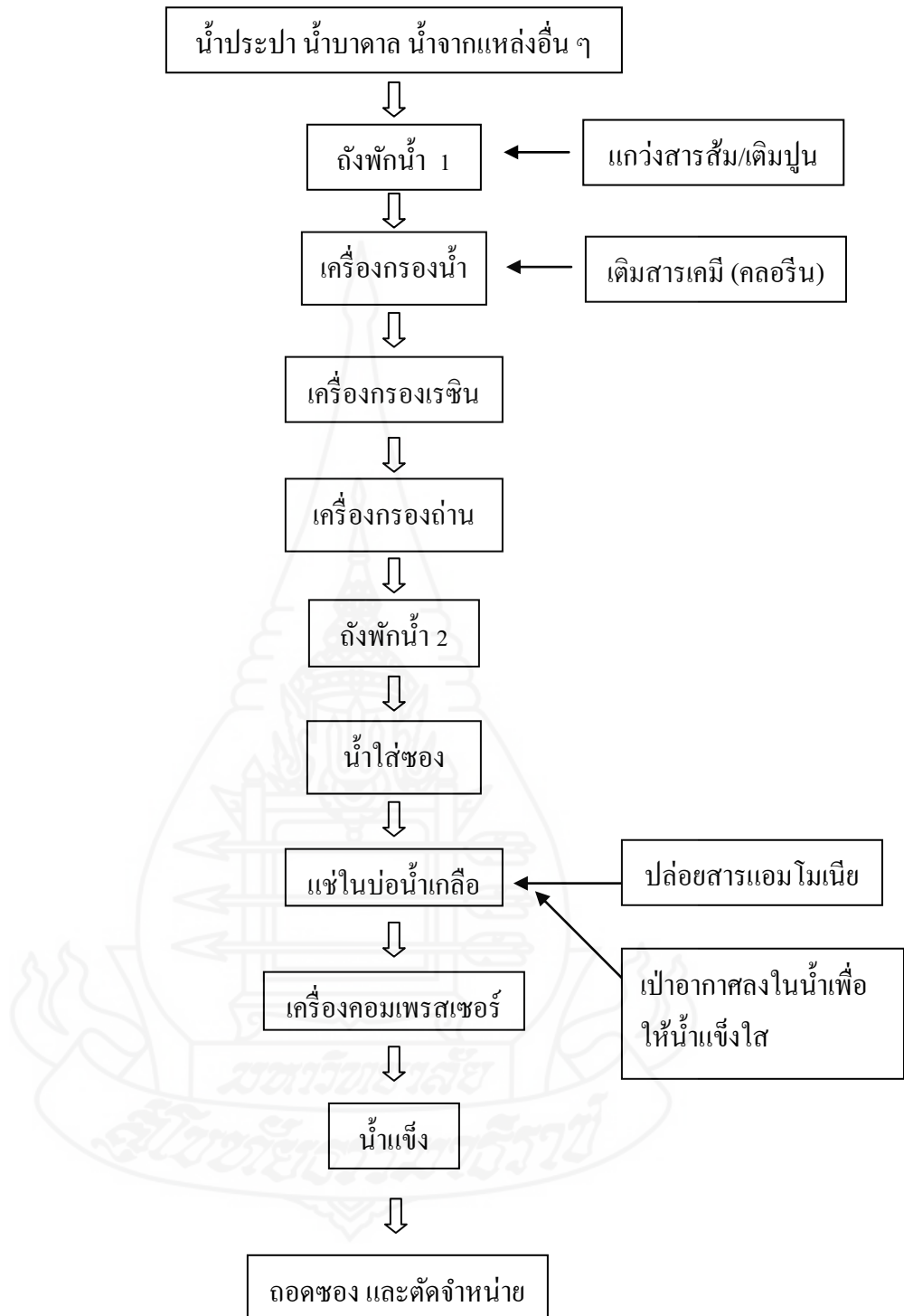
1.1.4 เมื่อได้น้ำตามมาตรฐานแล้ว นำน้ำใส่ช่องโลหะสำหรับทำน้ำแข็ง

1.1.5 นำช่องไปแช่ในบ่อน้ำเกลือ แล้วปล่อยแอมโมเนียไปตามท่อที่ขุดอยู่ในบ่อน้ำเกลือ แอมโมเนียถูกเปลี่ยนเป็นของเหลวโดยเครื่องคอมเพรสเซอร์ แอมโมเนียจะทำหน้าที่ ดูดความร้อนจากช่องน้ำแข็งและบ่อน้ำเกลือ ทำให้น้ำในช่องเย็นลงเรื่อย ๆ

1.1.6 ในขณะที่น้ำในช่องเย็นลง จะมีการเป่าอากาศลงในน้ำเพื่อไล่สารละลายหรือฝุ่นละอองที่ปนอยู่ในน้ำ และเพื่อให้น้ำแข็งใส

1.1.7 ใช้เครื่องดูดออก พร้อมกับเติมน้ำเข้าไปใหม่จนอุณหภูมิเย็นลงที่ -10 ถึง -15°C

1.1.8 น้ำในช่องที่เย็นจัดจนจับตัวเป็นน้ำแข็งก้อน ใช้เวลาประมาณ 36 - 48 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำแข็งซอง

ที่มา : <http://mis.rmutt.ac.th/sme/Details/InvestmentExamples/I061.doc>

2.2 น้ำแข็งหลอด มีกระบวนการผลิตดังนี้ (ดังภาพที่ 3.2)

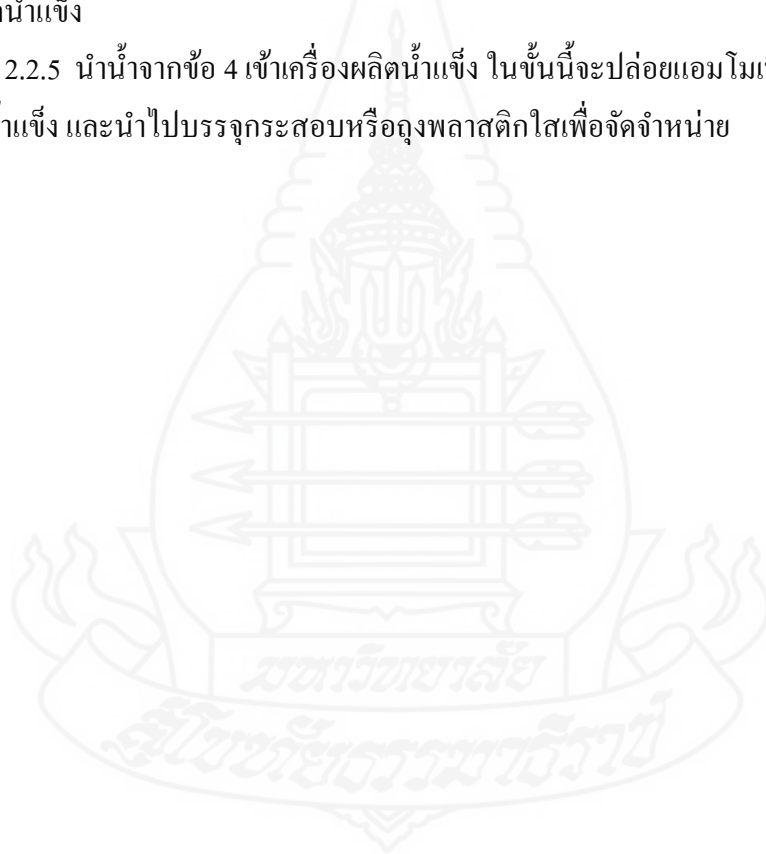
2.2.1 สูบน้ำดิบจากบ่อบาดาลเข้าถังพักน้ำ เพื่อผ่านกระบวนการแยกสารละลายบางชนิดที่ปนอยู่กับน้ำดิบออก โดยการฉีดน้ำผ่านอากาศ และผสมสารคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค

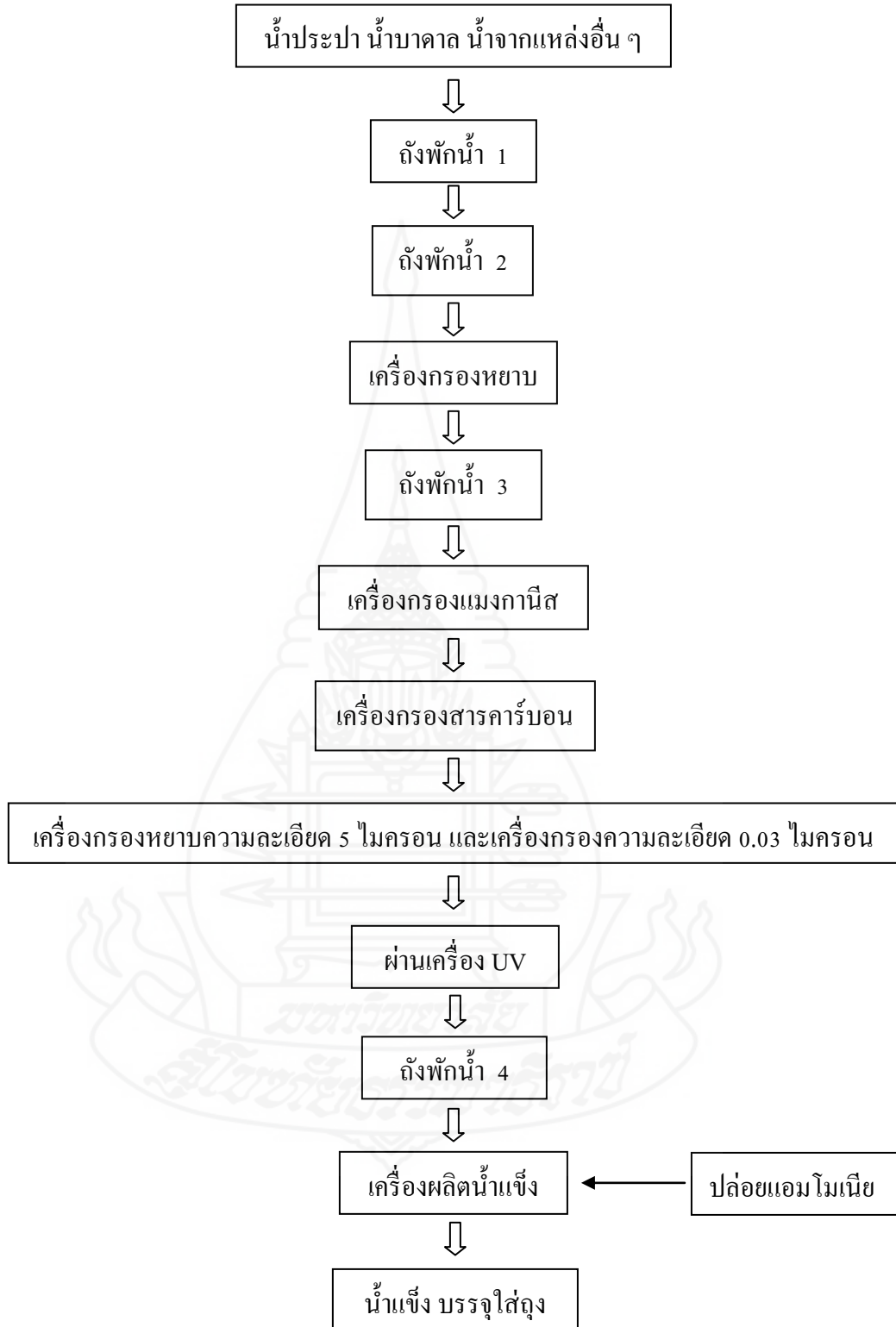
2.2.2 นำน้ำที่ผ่านกระบวนการจากข้อ 1 มาลงถังพักที่ 2 เพื่อผ่านกระบวนการกรองหยาบ โดยผ่านเครื่องกรองน้ำที่ขนาดความละเอียด 5 ไมครอน จากนั้นนำน้ำเข้าถังพักน้ำที่ 3

2.2.3 นำน้ำจากบ่อกักที่ 3 ผ่านปั๊ม เข้าเครื่องกรองผ่านสารแมงกานีส เครื่องกรองสารคาร์บอน เครื่องกรองสารเรซิน (ประจุบวก) และสารเรซิน (ประจุลบ)

2.2.4 นำน้ำจากข้อ 3 ผ่านเครื่องกรองหยาบ ความละเอียดขนาด 5 ไมครอน จากนั้นผ่านเครื่องกรองความละเอียดขนาด 0.03 ไมครอน แล้วผ่านเครื่อง UV นำน้ำเข้าถังพัก เพื่อรอส่งเข้าเครื่องผลิตน้ำแข็ง

2.2.5 นำน้ำจากข้อ 4 เข้าเครื่องผลิตน้ำแข็ง ในขั้นนี้จะปล่อยแอมโมเนียออกมาหล่อเย็น ทำให้ได้น้ำแข็ง และนำไปบรรจุกระสอบหรือถุงพลาสติกใสเพื่อจัดจำหน่าย





ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตน้ำแข็งหลอด

แอมโมเนียเป็นสารที่สำคัญในกระบวนการผลิตน้ำแข็ง จากภาพที่ 3.1 และภาพที่ 3.2 จะเห็นว่าการใช้แอมโมเนียในกระบวนการผลิตน้ำแข็งนั้น จะใช้ในช่วงของการทำให้น้ำจับตัวเป็นก้อนน้ำแข็ง ซึ่งในจุดนี้ แอมโมเนียจะถูกส่งจากถังเก็บไปสู่กระบวนการผลิตโดยระบบท่อลำเลียง ซึ่งจะพบว่า สาเหตุหลักที่เกิดการรั่วไหลของแอมโมเนียได้คือ ระบบท่อลำเลียงรั่ว วาล์วเปิด-ปิด ต่างๆ รวมทั้งประเก็นเสื่อมสภาพ และในช่วงการเปลี่ยนถังแอมโมเนียมีการรั่วไหล

เพราะฉะนั้นในการปฏิบัติงานกับแอมโมเนียจะต้องมีข้อควรปฏิบัติสำหรับเจ้าหน้าที่หรือพนักงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องก่อนปฏิบัติงานดังนี้

1. ต้องทราบถึงคุณสมบัติของแอมโมเนีย
2. รู้หลักการและวิธีการบำรุงรักษาซ่อมแซมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้กับแอมโมเนีย
3. ทราบถึงวิธีการตรวจสอบการรั่วไหลของแอมโมเนีย
4. ทราบวิธีการใช้แอมโมเนียอย่างปลอดภัยและจัดการเมื่อเกิดการรั่วไหล
5. รู้จักวิธีการใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล
6. รู้วิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้น ที่ถูกต้อง



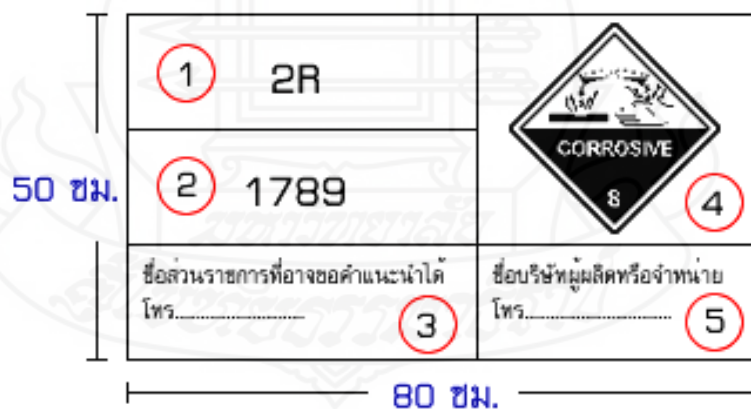
บทที่ 4

การจัดการความปลอดภัยแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

การจัดการแอมโมเนียอย่างถูกต้องและปลอดภัย ในการนำแอมโมเนียมาใช้ควรมีการจัดการที่ดี มีการขนส่ง การจัดเก็บ การบำบัดและกำจัด การป้องกันและรับมือเมื่อเกิดการรั่วไหลของแอมโมเนีย เพื่อความปลอดภัยต่อตัวผู้ปฏิบัติงานและชีวิต ทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อม

1. การขนส่งแอมโมเนีย

ยานพาหนะที่ใช้ขนส่งแอมโมเนียจะต้องมีเครื่องหมายที่เป็นสากลบ่งบอกถึงอันตรายและพิษภัยของสารเคมี ถ้าใช้รถบรรทุกแอมโมเนียชนิดกึ่งรถพ่วงและรถพ่วง ต้องมีการยึดต่อรถพ่วงกับตัวรถที่ใช้ลากอย่างมั่นคงและปลอดภัย ส่วนภาชนะบรรจุแอมโมเนียที่บรรทุกบนรถพ่วงต้องมีมาตรวัดความดัน, อุปกรณ์วัดระดับของเหลว เป็นต้น นอกจากนี้ผู้ขนส่งควรมีคู่มือติดไว้กับรถขนส่งในกรณีเกิดอุบัติเหตุ รั่วไหล หรือกรณีเกิดเพลิงไหม้ รวมทั้งจะต้องมีข้อมูลพื้นฐานของแอมโมเนีย เช่น สมบัติทางกายภาพและทางเคมี วิธีการดับเพลิงที่ถูกต้อง หรือวิธีปฐมพยาบาล รวมถึงมีหมายเลขโทรศัพท์ที่สามารถติดต่อกับหน่วยปฏิบัติการฉุกเฉินได้ทันทีเมื่อเกิดอุบัติเหตุ ความหมายของป้ายบนรถส่งวัตถุอันตราย พบเหตุสารเคมีรั่วไหล โปรดแจ้ง 1650



ภาพที่ 4.1 ป้ายบอกรหัสและสัญลักษณ์ของสารเคมีที่ติดไว้ด้านข้างและหลังภาชนะบรรจุ
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2547)

ป้ายบอกรหัสและสัญลักษณ์ แบ่งเป็น 5 ส่วน ดังภาพที่ 4.1

ส่วนที่ 1 แสดงรหัสอันตราย และวิธีปฏิบัติต่อสารเคมี เป็นตัวเลข 1 ตัว ตามด้วยอักษรอีก 1 ตัว หรือ 2 ตัว

ส่วนที่ 2 แสดงหมายเลขสหประชาชาติ (UN Number) เป็นตัวเลข 4 หลัก บ่งบอกชนิดสารเคมีที่

บรรจุ

ส่วนที่ 3 ส่วนราชการที่อาจขอคำแนะนำ พร้อมเบอร์โทรศัพท์

ส่วนที่ 4 แสดงสัญลักษณ์ของสารเคมีอันตราย

ส่วนที่ 5 แสดงชื่อบริษัทผู้ผลิตหรือจำหน่าย พร้อมเบอร์โทรศัพท์

ความหมายของตัวเลขส่วนที่ 1 (ดังตารางที่ 4.1)

เลข 1 ถัดน้ำเป็นคำตรง เลข 2 ถัดน้ำเป็นละอองกลุ่ม เลข 3 ถัดโหมสำหรับดับไฟ

เลข 4 ถัดสารเคมีสำหรับดับไฟ ห้ามใช้น้ำหรือ สารเคมีดับไฟที่มีความชื้น

ตารางที่ 4.1 ความหมายของตัวอักษรภาษาอังกฤษ ส่วนที่ 1

อักษร	อันตรายจากปฏิกิริยา/อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล		การกำจัด
P	อันตรายจากปฏิกิริยาเคมีรุนแรงอาจระเบิดได้	สวมชุดป้องกันทั้งร่างกาย และสวมเครื่องช่วยหายใจ	ละลายหรือ ชะล้างด้วย น้ำให้เจือ จางก่อน
R	-		
S	อันตรายจากปฏิกิริยาเคมีรุนแรงอาจระเบิดได้	สวมเครื่องช่วยหายใจและ ถุงมือกันสารเคมี	ปล่อยทิ้งลง สู่รางระบาย น้ำหรือ แหล่งน้ำ สาธารณะ
T	อันตรายจากปฏิกิริยาเคมีรุนแรงอาจระเบิดได้	สวมเครื่องช่วยหายใจและ ถุงมือเมื่อเกิดไฟไหม้ เท่านั้น	
T	สวมเครื่องช่วยหายใจและถุงมือกันสารเคมี		ปล่อยทิ้งลง สู่รางระบาย น้ำหรือ แหล่งน้ำ สาธารณะ
T	สวมเครื่องช่วยหายใจและถุงมือเมื่อเกิดไฟไหม้เท่านั้น		
W	อันตรายจากปฏิกิริยาเคมีรุนแรงอาจระเบิดได้	สวมชุดป้องกันทั้งร่างกาย	กักกันหรือ ดูดซับและ เก็บรวบรวม ไปทำลาย
X	-	และสวมเครื่องช่วยหายใจ	
Y	อันตรายจากปฏิกิริยาเคมีรุนแรงอาจระเบิดได้	สวมเครื่องช่วยหายใจและ ถุงมือกันสารเคมี	ห้ามปล่อย ทิ้งลงสู่ แหล่งน้ำ สาธารณะ
Y	-	สวมเครื่องช่วยหายใจและ ถุงมือเมื่อเกิดไฟไหม้ เท่านั้น	
Z	สวมเครื่องช่วยหายใจและถุงมือกันสารเคมี		ปล่อยทิ้งลง สู่รางระบาย น้ำหรือ แหล่งน้ำ สาธารณะ
Z	สวมเครื่องช่วยหายใจและถุงมือเมื่อเกิดไฟไหม้เท่านั้น		
E	พิจารณาการอพยพให้ห่างจากจุดเกิดเหตุ		

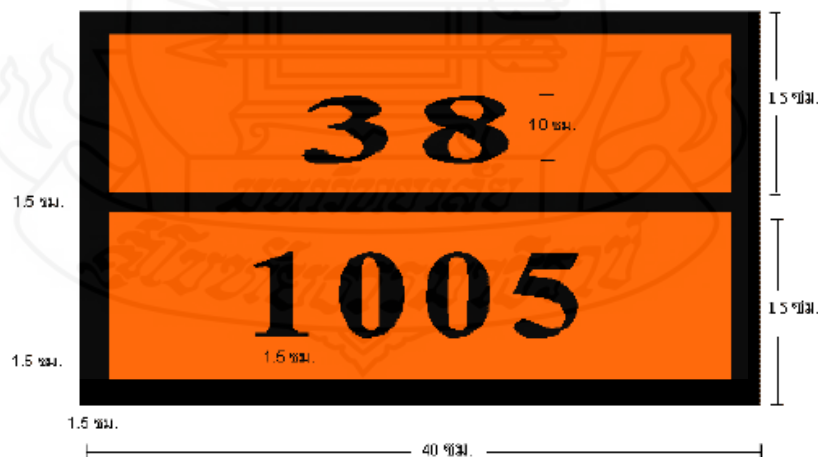
1.1 แนวทางปฏิบัติในการขนส่งแอมโมเนีย

หลักเกณฑ์การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยระหว่างการขนส่ง

1.1.1 รถที่ใช้ขนส่งจะต้องได้รับการตรวจสอบ และอนุญาตให้ใช้ขนส่งวัตถุอันตราย จากกรมขนส่งทางบก

1.1.2 ป้ายและเครื่องหมายรถบรรทุก

- 1) ปิดป้ายสัญลักษณ์ความเสี่ยงหลัก คือ (ก๊าซพิษ) และความเสี่ยงรอง คือ (กัดกร่อน) โดยที่ถ้าเป็นรถติดตั้งถังบรรทุก (Vehicle Tank) ให้ติดข้างภาชนะบรรจุทั้ง 2 ด้าน ขนาดแผ่นป้ายไม่น้อยกว่า 25 x 25 ซม. กรณีภาชนะบรรจุที่มีขนาดเล็กกว่า 400 กก. ติดที่ภาชนะบรรจุ ขนาดของป้าย 10 x 10 ซม.
- 2) แผ่นป้ายสีส้ม ขนาด 30 x 40 ซม. ติดด้านหน้าและหลังของรถในตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัดเจนกรณีเป็นรถติดตั้งถังบรรทุกให้ติดป้ายสีส้มเพิ่มที่ข้างถังทั้ง 2 ข้าง โดยป้ายสีส้ม ติดด้านข้างนี้มีรายละเอียดดังนี้ ขนาด 30x40 ซม. พื้นป้ายสีส้ม ขอบป้ายสีดำขนาดกว้าง 1.5 ซม. แบ่งออก 2 ส่วนตามความกว้างของป้าย ส่วนบนกำหนดเป็นตัวเลขแสดงความเสี่ยงอันตรายที่จะเกิดขึ้นระหว่างการขนส่งสินค้า ส่วนล่างเป็น UN-Number ตัวเลขสูง 10 ซม. กว้าง 1.5 ซม. ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ป้ายสีส้มที่ติดด้านหน้าและด้านหลังรถขนส่งแอมโมเนีย

ที่มา : สำนักงานควบคุมวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม

วารสารเทคโนโลยี อุตสาหกรรม ปีที่ 30 ฉบับที่ 172 สืบค้นจาก <http://www.thairefig.or.th>

นอกจากนี้แล้วข้างถังทั้ง 2 ด้าน ต้องมีอักษรภาษาไทยระบุว่า “วัตถุอันตราย”
“แอมโมเนียแอนไฮดรัส” ตัวอักษรสีแดง สูง 25 ซม.

1.1.3 ภาชนะบรรจุ กรณีเป็นท่อบรรจุก๊าซ (Cylinder) ต้องได้ตามมาตรฐานและผ่านการทดสอบตามระยะเวลาที่กำหนด ดังภาพที่ 4.3 นอกจากนี้แล้วยังให้ติดสติ๊กเกอร์ขนาด 10 x 10 ซม. รูปสัญลักษณ์ความเสี่ยงหลักและความเสี่ยงรองเช่นเดียวกับข้อ 1.1.2 โดยติดที่ทุกท่อภาชนะบรรจุ การจัดวางท่อบนรถให้วางท่อตั้งขึ้น แยกกลุ่มมีท่อเปล่า และท่อมีก๊าซพร้อมมีป้ายบ่งบอกว่า “ท่อเปล่าไม่สะอาด” หรือ “มีสินค้าหลงเหลืออยู่” ที่ท่อที่ใช้ก๊าซไปแล้ว

1.1.4 กรณีเป็นภาชนะบรรจุที่ติดตั้งถังบรรจุนครด ถังบรรจุจะต้องได้มาตรฐาน-อุปกรณ์ระบายความดัน ต้องได้รับการตรวจสอบและรับรองจากกรมโยธาธิการ และต้องทำบันทึกทะเบียนรถยนต์พร้อมลงรายละเอียดหมายเลขการรับรถภาชนะบรรจุเป็นหลักฐาน การติดป้ายสัญลักษณ์ ตามข้อ 1.1.2



ภาพที่ 4.3 ภาชนะบรรจุที่ติดตั้งบนรถ

ที่มา : สำนักงานควบคุมวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม

วารสารเทคโนโลยี อุตสาหกรรม ปีที่ 30 ฉบับที่ 172 สืบค้นจาก <http://www.thairefig.or.th>

1.1.5 ผู้ขับรถขนส่งวัตถุอันตรายจะต้องผ่านการอบรมจนมีความรู้ความชำนาญในเรื่องต่อไปนี้

- 1) กฎระเบียบ ข้อกฎหมายการขนส่งวัตถุอันตราย
- 2) คุณสมบัติและอันตรายของสินค้า
- 3) การจัดวางสินค้าบนรถ
- 4) การใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย
- 5) การปฐมพยาบาล
- 6) การแก้ไขปัญหาสินค้ารั่วไหล และเหตุฉุกเฉิน

1.1.6 ผู้ได้รับใบอนุญาตขนส่งวัตถุอันตราย จะต้องจัดทำเอกสารแนะนำสำหรับผู้ขับรถขนส่ง แอมโมเนีย แอนไฮไดรด์ซึ่งจะต้องเก็บไว้ในรถขนส่ง

เอกสารแนะนำสำหรับผู้ขับรถขนส่งแอมโมเนีย แอนไฮไดรด์

คำแนะนำสำหรับผู้ขับรถ

หมวด 1 วัตถุที่บรรทุก

1.1 ชื่อที่ถูกต้องในการขนส่ง แอมโมเนีย แอนไฮไดรด์

- ปริมาณบรรทุก กก.

- การจำแนกประเภท 2.3; หมายเลขสหประชาชาติ 1005

1.2 ข้อมูลทางกายภาพและเคมี

- ก๊าซอัดเหลว ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน

- จุดเดือด $-33.4\text{ }^{\circ}\text{C}$

- การละลายน้ำได้ดี 53 กรัม/น้ำ 100 กรัม

- น้ำหนักโมเลกุล 17.03

- วัสดุที่เหมาะสม เหล็ก, เหล็กกล้า

- วัสดุที่ไม่เหมาะสม ทองแดง ทองเหลือง สังกะสี P.V.C. น้ำยาฟอกขาว

1.3 ข้อมูลด้านอัคคีภัย และการระเบิด

- จีดีจำกัดการติดไฟ 15 – 28%

- อุณหภูมิที่ติดไฟได้เอง $651\text{ }^{\circ}\text{C}$

- อาจเกิดการระเบิดได้เมื่อสัมผัสกับ กรด, สารออกซิไดซ์, คลอรีน และ สารประกอบกลุ่มฮาโลเจน หรือเมื่อกระทบอย่างแรง

- ภาชนะบรรทุกอาจระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อน

หมวด 2 ลักษณะความเป็นอันตราย

- 1) เป็นก๊าซพิษ กัดกร่อน ระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ หายใจไม่สะดวก ไอ น้ำท่วมปอด เวียนศีรษะ ถ้าเข้าตาทำให้ตาบอดได้ ถ้าสัมผัสผิวหนังจะกัดกร่อนทำให้เป็นแผลจากความเย็นได้ หากได้รับ 0.5 –1% ทำให้เสียชีวิตได้
- 2) ผลต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้พืชแห้งตาย หากระบายลงแหล่งน้ำทำให้สัตว์น้ำตาย และแหล่งน้ำขาดออกซิเจน

หมวด 3 การป้องกันอันตรายบุคคลอื่น

- 1) กรณีเกิดเหตุ และฉุกเฉิน แจ้งให้บุคคลอื่นอยู่เหนือลมห่างจุดเกิดเหตุอย่างน้อย 50 เมตร
- 2) อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่จำเป็น หน้ากากกรองก๊าซแอมโมเนีย เครื่องช่วยหายใจ แวนตา นิรภัย ถุงมือ รองเท้า
- 3) การปฐมพยาบาล
 - นำผู้ป่วยไปที่อากาศถ่ายเทสะดวก หากหายใจอ่อนให้ออกซิเจน 2 นาที หากหัวใจหยุดเต้นให้ปั๊มหัวใจแล้วนำส่งแพทย์
 - หากเข้าตาล้างด้วยน้ำผ่านนานอย่างน้อย 15 นาที แล้วนำส่งแพทย์
 - หากถูกผิวหนังหรือร่างกายให้ล้างร่างกายโดยน้ำสะอาด

หมวด 4 การปฏิบัติของผู้ขับรถรถบรรทุกฉุกเฉิน

- 1) การแจ้งเหตุหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น โทรศัพท์แจ้งตำรวจ แจ้งหน่วยดับเพลิง แจ้งผู้ส่งวัตถุอันตราย แจ้งผู้รับวัตถุอันตราย
- 2) การปฏิบัติเบื้องต้นของผู้ขับรถ ดับเครื่องยนต์ ห้ามสูบบุหรี่หรือทำให้เกิดประกายไฟ กั้นขอบเขตเตือนผู้ผ่านไปมา กั้นคนให้ห่างเขตอันตรายปฏิบัติงานอยู่เหนือลม สวมหน้ากากกรองแอมโมเนีย

หมวด 5 กรณีการหกรั่วไหล

- 1) ใช้ขี้เลื่อย ทราย หรือวัสดุดูดซับอื่น กลบซับบริเวณหกรั่วไหล หลังจากนั้นจึง เก็บกวาดส่งบำบัด
- 2) การปฏิบัติต่อภาชนะที่รั่ว ใช้อุปกรณ์แก้ไขฉุกเฉินยับยั้งบริเวณรั่วชั่วคราว

ที่มา : สำนักงานควบคุมวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม

วารสารเทคโนโลยี อุตสาหกรรม ปีที่ 30 ฉบับที่ 172 สืบค้นจาก <http://www.thairefig.or.th>

1.1.7 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายสำหรับคนขับรถยนต์ผู้ประกอบการขนส่งต้องจัดให้มีอุปกรณ์
การป้องกันอันตรายที่เหมาะสมให้แก่ผู้ขับรถยนต์ขนส่งก๊าซแอมโมเนีย ดังนี้

- 1) น้ำยาล้างตาและอุปกรณ์พร้อมใช้งานอย่างน้อย 250 ซม³
- 2) เว้นตานิรภัย หมวก ถุงมือ – รองเท้านิรภัย
- 3) อุปกรณ์ช่วยหายใจ SCBA สามารถใช้งานได้อย่างน้อย (20 นาที) กรณีภาชนะบรรจุปริมาณมาก
- 4) อุปกรณ์กรองอากาศหายใจที่มีแผ่นกรองแอมโมเนีย กรณีภาชนะบรรจุปริมาณไม่มาก
- 5) ถุงมือป้องกันสารเคมี กรณีภาชนะบรรจุปริมาณไม่มาก
- 6) ถุงมือป้องกันสารเคมีแบบยาว กรณีภาชนะบรรจุปริมาณมาก
- 7) ไฟฉาย

1.1.8 อุปกรณ์ความปลอดภัยประจำรถ เพื่อลดอันตรายและเตือนประชาชนใกล้เคียงในบริเวณ
นั้น

- 1) เครื่องมือสำหรับซ่อมรถกรณีฉุกเฉิน
- 2) หมอนหนุนล้อรถ
- 3) ไฟวาบยกตั้ง ที่ไม่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าของรถ เครื่องหมายสะท้อนแสงรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ยาวด้านละ 50 ซม. ติดแถบสะท้อนแสงสีขาวขอบแดงกว้าง 5 ซม. มีรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าสีดำ ขนาด 8 x 25 ซม. หัวท้ายมน อยู่บนพื้นสีขาวในแนวตั้งพร้อมขาตั้ง ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 เครื่องหมายสะท้อนแสงรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

ที่มา : <http://www.3mautofilmclub.com>

1.1.9 ชุดอุปกรณ์แก้ไขฉุกเฉิน เป็นชุดอุปกรณ์ใช้ขยับยั้งการรั่วไหลของก๊าซในภาชนะบรรจุชั่วคราว (Yoke)

1.1.10 อุปกรณ์ป้องกันสภาวะแวดล้อม

- 1) วัสดุดูดซับ เช่น ขี้เลื่อย ทราช
- 2) ไม้กวาด พลาสติก
- 3) ภาชนะรวบรวมวัตถุอันตรายที่รั่วหก

1.1.11 การกำหนดเส้นทางให้เป็นเส้นทางขนส่งประจำห่างจากเขตชุมชนใหญ่ และขนส่งในช่วงการจราจรไม่คับคั่ง

1.2 หลักเกณฑ์การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยจากการขนส่งแอมโมเนีย แอนไฮไดรต์

หมายถึง การแบ่งบรรจุ ซึ่งมีการถ่ายบรรจุจากถังเก็บ (Storage Tank) สู่อุปกรณ์บรรจุ เป็นถังที่ติดตั้งกับรถบรรทุก (Tank Vehicle) หรือท่อบรรจุก๊าซ (Cylinder) การปฏิบัติเพื่อให้เกิดความปลอดภัยมีดังนี้

1.2.1 ภาชนะบรรจุต้องได้มาตรฐาน และทดสอบตามระยะเวลาที่กำหนด

1.2.2 ชุดปฏิบัติงานควรประกอบด้วย แวนดานิรภัย หมวกนิรภัย เสื้อแขนยาว-กางเกงขายาว ถุงมือ-รองเท้านิรภัย อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจที่มีไส้กรองแอมโมเนีย นอกจากนี้ต้องจัดเตรียม ชุดป้องกันสารเคมี อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจ SCBA พร้อมนี้ต้องตรวจสอบว่าไม่ชำรุด สะอาด หยิบใช้งานสะดวก แล้วฝึกใช้งานมีความถนัดคล่องตัวปฏิบัติงานสะดวก

1.2.3 จัดให้มีฝักบัวชำระล้างกาย และน้ำพุแรงดันต่ำ ณ บริเวณพื้นที่ทำงาน พร้อมทั้งตรวจสอบว่าสามารถใช้งานได้ตลอด

1.2.4 พื้นที่ทำการแบ่งบรรจุจะต้องติดตั้งหัวฉีดน้ำอัตโนมัติ (Sprinkler) เพื่อทำให้เกิดม่านน้ำ ซึ่งควบคุมการทำงานโดยอุปกรณ์การตรวจวัดก๊าซรั่ว (Gas Detector)

1.2.5 ระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ต้องเป็นแบบป้องกันการระเบิด และเกิดประกายไฟ (Exlosion Proof)

1.2.6 วาล์ว ท่อจ่ายก๊าซ อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ จะต้องได้รับการรับรองจากผู้ผลิตว่าใช้กับงานแอมโมเนียได้ และต้องได้รับการตรวจสอบซ่อมแซม รับรองการใช้งานเป็นประจำ 1 ครั้งต่อปี

1.2.7 ท่อจ่ายก๊าซ จะต้องเป็นชนิดท่ออ่อน (Flexible Host) มีลิ้นปิด-เปิดที่ขั้วต่อสำหรับระบายก๊าซ และต้องมีลิ้นควบคุมการไหลที่สามารถควบคุมได้จากระยะไกล

1.2.8 ตรวจสอบและทำความสะอาดสายท่อจ่ายก๊าซ วาล์วต่าง ๆ อุปกรณ์การสูบล่าย ก่อนและหลังการใช้งานทุกครั้ง

1.2.9 การถ่ายบรรจุก๊าซจะต้องมีสติและมั่นใจว่าปฏิบัติตามขั้นตอนในคู่มือการปฏิบัติงานทุกประการ

1.2.10 การถ่ายบรรจุก๊าซแอมโมเนียเข้าภาชนะบรรจุต้องไม่เกิน 53% ของภาชนะบรรจุ กรณีถึงขีดตึงกับรถบรรทุกควรปิดฝิวหน้า (Purge) ด้วยไนโตรเจน

1.2.11 ห้ามลากท่อ ห้ามนอนท่อบรรจุก๊าซแล้วกลิ้ง และห้ามการกระทำที่ก่อให้เกิดการกระแทกอย่างแรงต่อท่อบรรจุก๊าซ

1.2.12 ต้องติดตั้งสัญญาณเตือนภัย และจัดให้มีท่อ หัวฉีดดับเพลิง ถึงดับเพลิงเคมี CO₂ วัสดุดูดซับ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้โดยตลอด

1.2.13 มีแผนปฏิบัติการเพื่อระงับภัย ทั้งภัยจากอัคคีภัย และการรั่วไหล โดยต้องมีการซักซ้อมอย่างน้อย 1 ครั้ง/เดือน

2. การจัดเก็บแอมโมเนีย

การจัดการแอมโมเนียอย่างถูกต้องและปลอดภัยในการจัดเก็บภาชนะบรรจุแอมโมเนีย ควรได้รับการรับรองอย่างถูกต้องจากหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบ เช่น กรมโยธาธิการ กรมโรงงานอุตสาหกรรม มีทั้งแบบภาชนะบรรจุที่ไม่มีระบบทำความเย็นและแบบที่มีระบบทำความเย็น โดยทั้ง 2 ประเภทจะต้องมีเครื่องหมายพร้อมแผ่นป้ายอยู่บนด้านนอกที่มองเห็นได้ชัดเจน และต้องมีการระบุความจุของภาชนะความดันและอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการจัดเก็บ รวมถึงควรมีขีดบอกระดับสูงสุดของแอมโมเนียที่สามารถจุได้ ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างถึงความดันเก็บแอมโมเนียด้วยที่ได้มาตรฐาน
ที่มา : กองสุขภาพสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย (2554)

นอกจากภาชนะแล้ว ห้องที่เก็บแอมโมเนียก็ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมาก สถานที่เก็บจะต้องติดป้ายแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน โดยควรตั้งอยู่ห่างจากสถานที่ทำงานที่มีคนทำงานหนาแน่น และควรมีการควบคุมการเข้าออกอย่างรัดกุม ห้องที่เก็บควรมีอุณหภูมิเย็น อากาศถ่ายเทเพียงพอ ผนังห้องควรสร้างจากวัสดุทนไฟ มีทางเข้าออกเพื่อกรณีดับเพลิงได้อย่างสะดวก ควรพิจารณาถึงผลกระทบทางด้านกายภาพและอันตรายจากไฟ เช่น ในบริเวณที่เก็บต้องปราศจากวัสดุที่ลุกติดไฟได้ง่าย เช่น ลังกระดาษ เศษไม้ เป็นต้น หากที่เก็บแอมโมเนียเป็นแบบชนิดที่ติดตั้งถาวร ต้องติดตั้งอยู่ห่างจากบ่อน้ำหรือแหล่งน้ำ น้ำดื่ม น้ำใช้อย่างน้อย 15 เมตร

2.1 มาตรฐานภาชนะสำหรับการเก็บรักษาแอมโมเนีย แอนไฮไดรต์

ในการเก็บแอมโมเนียภาชนะที่บรรจุ มีทั้งแบบภาชนะที่มีระบบทำความเย็นและแบบที่ไม่มีระบบทำความเย็น โดยทั้งสองประเภทจะต้องมีเครื่องหมายพร้อมแผ่นป้ายแสดงอยู่ทางด้านนอกที่มองเห็นได้ชัดเจน และต้องมีการระบุความจุของภาชนะ ความดันและอุณหภูมิที่เหมาะสม สำหรับการจัดเก็บรวมถึงควรมีขีดบอกระดับสูงสุดของแอมโมเนียที่สามารถบรรจุได้

แอมโมเนีย แอนไฮไดรต์ สามารถเก็บได้ในภาชนะบรรจุต่อไปนี้

2.1.1 ถังเก็บขนาดใหญ่อุณหภูมิต่ำ ณ ความดันบรรยากาศ (Refrigerated Atmospheric Pressure Storage Tanks) เป็นภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ปริมาตรบรรจุ 10,000 – 50,000 เมตริกตัน นิยมใช้เก็บแอมโมเนียของโรงงานผลิตแอมโมเนีย หรืออุตสาหกรรมที่ใช้แอมโมเนียเป็นวัตถุดิบปริมาณมาก ถึงทำจาก Carbon Steel อาจเป็นถึง 1 ชั้น หรือ 2 ชั้น มีฉนวนระหว่างชั้นก็ได้ ผนังด้านในเคลือบด้วยฉนวนที่กันความร้อนและทนการกัดกร่อน อุณหภูมิที่ควบคุม -33°C (-28°F) ความกดดัน 3.5 kPa การรักษาสมดุลของอุณหภูมิและความกดดันในถังโดยการระเหยไอ (Vapor) เข้าระบบทำความเย็นไอจะกลับเป็นแอมโมเนียเหลว ไหล กลับเข้าถังเก็บ กรณีที่ระบบนำไอไปทำความเย็นล้มเหลว จะมีระบบสำรองคือเผาไอทิ้ง (Flare) หรือให้ไอฟ่านน้ำ (Water scrubbing) มีระบบควบคุมวาล์วจากระยะไกล หลังบรรจุแอมโมเนียแล้วจะปิดผิว (Purge) ด้วยไนโตรเจน

ในโรงงานผลิตน้ำแข็งจะนิยมใช้ถังชนิดนี้ในการเก็บแอมโมเนียเพื่อนำไปใช้ในระบบทำความเย็น ให้น้ำแข็งตัว ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ถังเก็บขนาดใหญ่อุณหภูมิต่ำ ณ ความดันบรรยากาศ

ที่มา : บทความวิชาการป้องกันปัญหาแอมโมเนียรั่วไหลจากระบบทำความเย็น (2553) สมาคม
เครื่องทำความเย็นไทย สืบค้นจาก <http://www.safetylifethailand.com>

2.1.2 ถังเก็บทนความดัน (Pressurized Storage Spheres and Vessels)

1) ถังเก็บทนความดันทรงกลม (Spheres) ขนาดบรรจุ 3,000 เมตริกตัน ใช้เก็บ
แอมโมเนียที่ห่างไกลโรงงานผลิตและเก็บ เพื่อถ่ายบรรจุเข้าภาชนะบรรจุบรรจุนรถยนต์ รถไฟ และท่อ
บรรจุก๊าซ (Cylinder) สภาวะที่เก็บความกดดัน 350 kPa (60 psig) และ 1 °C (34 °F) กึ่งให้ความเย็น
(Semirefrigerated) โดยระบายไอก๊าซไปเข้าระบบทำความเย็นให้ถังเก็บ มีอุปกรณ์ควบคุมวาล์ว
ระบบความดันจากระยะไกล ถังทำจากโลหะ Carbon Steel ที่ปรากฏใช้ในประเทศไทยการ
ออกแบบดังต่อไปนี้ตาม มาตรฐาน ASME SEC VIII, DIVISION I (American Standard
Mechanical Engineering) หรือ BS-5500 ออกแบบใช้งานที่ 250 psig ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ถังเก็บทนความดันทรงกลม (Spheres)

ที่มา : บทความวิชาการป้องกันปัญหาแอมโมเนียรั่วไหลจากระบบทำความเย็น (2553)

สืบค้นจาก <http://www.safetylifethailand.com>

2) **ท่อบรรจุก๊าซ (Cylinders)** ใช้เป็นภาชนะบรรจุเพื่อขนส่งก๊าซปริมาณไม่มาก ขนาดบรรจุประมาณ 68 – 115 ลูกบาศก์เมตร ความดันต่ำสุดที่ใช้ในการออกแบบ 1,720 kPa (250 psig) ที่ผลิตจาก Carbon Steels Stainless Steels, Quenched and Tempered Steels, Aluminium Alloys โลหะที่ใช้ทำวาล์ว Carbon Steels, Stainless Steels. การบรรจุแอมโมเนียให้บรรจุ 53% ของท่อขอมให้มีออกซิเจนปนเปื้อนได้ 0.5 ppm น้ำ 2,000 ppm เพื่อป้องกันการกัดกร่อนแตกร้าว ของท่อบรรจุมาตรฐานการออกแบบและตรวจสอบท่อชนิดนี้ ส่วนใหญ่ใช้มาตรฐาน ASME SEC. VIII, DIVISION I ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ท่อบรรจุก๊าซ (Cylinders)

ที่มา : คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อม กรณีเกิดอุบัติเหตุแอมโมเนียรั่วไหลจาก โรงงานผลิตน้ำแข็ง สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 10

2.1.3 มาตรฐานเกี่ยวกับท่อบรรจุก๊าซแอมโมเนีย

สำหรับประเทศไทย สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมีกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับท่อบรรจุก๊าซแอมโมเนียดังนี้

1) มอก. 88 – 2512 สีและสัญลักษณ์สำหรับภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้ในทางอุตสาหกรรม สีภาชนะมีสีดำ แถบสีรอบไหล่ภาชนะสีแดง และเหลือง ความกว้างของแต่ละแถบต้องไม่เล็กกว่า 1 ใน 8 ของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของภาชนะบรรจุนั้น มีข้อความชื่อก๊าซแอมโมเนีย NH₃ เป็นอักษรสีขาวสูง 1 ใน 8 ของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก ตำแหน่งอยู่ส่วนบนของภาชนะบรรจุ

2) มอก. 358 – 2531 การใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดัน กำหนดอัตราส่วนการบรรจุสูงสุด 0.53 ของปริมาตรถึงความดันใช้งาน 2.80 เมกะพาสคัล ความดันทดสอบ 3.6 เมกะพาสคัล ระยะเวลาการทดสอบดังนี้

กรณีความจุไม่เกิน 500 ลูกบาศก์เดซิเมตร

- ก. ตรวจสอบทุก 3 ปี
 - ข. ท่อที่ใช้งานมาแล้ว 10 ปี ตรวจสอบทุก 2 ปี
 - ค. ท่อที่ใช้งานมาแล้ว 20 ปี ตรวจสอบทุก 1 ปี
- กรณีความจุน้ำเกิน 500 ลูกบาศก์เดซิเมตร

- ก. ตรวจสอบทุก 5 ปี
- ข. ท่อใช้งานมาแล้ว 10 ปี ตรวจสอบทุก 2 ปี
- ค. ท่อใช้งานมาแล้ว 20 ปี ตรวจสอบทุก 1 ปี

รายการและวิธีการตรวจสอบเป็นไปตามรายละเอียดใน มอก. 358 – 2531

3) มอก. 255 – 2521 กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย (Safety Relief Device) ของถังบรรจุก๊าซแอมโมเนีย เป็นชนิดจุดหลอมละลาย (Fusible Plug) หรือจุดหลอมละลายเสริมกำลัง (Reinforced fusible plug) มีข้อกำหนดการติดตั้งดังนี้

- ก. ถังบรรจุก๊าซที่มีความยาวเกิน 760 มิลลิเมตร ไม่รวมคอถังต้องติดตั้งกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายที่ปลายทั้ง 2 ข้าง ของถัง
- ข. ถังบรรจุก๊าซที่มีความยาวน้อยกว่า 760 มิลลิเมตรให้ติดกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายที่ปลายข้างเดียวเท่านั้น
- ค. ถังที่มีความจุของก๊าซน้อยกว่า 75 กิโลกรัม ไม่ต้องติดกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย

การบำรุงรักษาและการทดสอบระบุรายละเอียดใน มอก. 255 - 2521

คำจำกัดความ กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย (Safety Relief Device) หมายถึง อุปกรณ์ที่สามารถป้องกันไม่ให้ถังบรรจุก๊าซแตกหรือระเบิด อันเนื่องมาจากความดันภายในมากเกินไป

จุดหลอมละลาย (Fusible Plug) หมายถึง ชิ้นส่วนทำงานที่มีรูปร่างเป็นจุก ทำด้วยวัสดุที่มีจุดหลอมตัวต่ำ โดยปกติจะเป็น โลหะผสมทำหน้าที่ปิดช่องระบายของกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายในภาวะปกติ จุกนี้จะหลอมละลายเพื่อให้ก๊าซระบายออกเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 74 °C

จุดหลอมละลายเสริมกำลัง (Reinforced Fusible Plug) หมายถึง จุดหลอมละลายที่มีแกนทำด้วยโลหะมีอุณหภูมิงานสูงล้อมรอบด้วยโลหะที่มีจุดหลอมตัวต่ำ และมีอุณหภูมิ 74 °C

2.2 หลักความปลอดภัยในการเก็บรักษาแอมโมเนีย แอนไฮไดรต์

2.2.1 การเก็บรักษาแอมโมเนีย แอนไฮไดรต์ ในถังเก็บขนาดใหญ่อุณหภูมิต่ำ ณ ความดันบรรยากาศ (Refrigerated Atmospheric Pressure Storage Tank) และถังเก็บทนความดัน (Pressurized Storage Spheres) มีหลักเกณฑ์ดังนี้

- 1) ทำเลที่ตั้งของถังเก็บรักษาจะต้องห่างจากที่ชุมชนสถานที่สาธารณะโดยคิดที่ขนาดบรรจุ ถ้าน้อยกว่า 100 เมตร ถังเก็บรักษา 250 เมตร ถังขนาดบรรจุมากกว่า 100 เมตร ถังเก็บรักษา 500 เมตร
- 2) ถังเก็บต้องได้รับการออกแบบคำนวณ และสร้างตามมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ เช่น ASME, API สำหรับการก่อสร้างต้องอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ วิศวกรรมควบคุม รวมทั้งต้องผ่านการตรวจสอบความปลอดภัยก่อนใช้งาน โดยมีเอกสารรับรองของวิศวกร หลังใช้งาน 6 ปี นับจากวันตรวจสอบครั้งแรกให้มีการตรวจสอบความปลอดภัย โดยมีเอกสารรับรองของวิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมเป็นประจำทุก 5 ปี และได้รับการตรวจพินิจโดยสายตา (Visual Test) อย่างน้อยปีละครั้ง
- 3) ระบบท่อก๊าซ การติดตั้ง วาล์ว มาตรวัด และอุปกรณ์ความปลอดภัยต่าง ๆ ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับก๊าซแอมโมเนีย เช่น ต้องไม่ทำจาก ทองแดง สังกะสี ดีบุก ทองเหลือง
- 4) ระบบท่อจ่ายก๊าซและวาล์วทุกตัวต้องได้รับการตรวจสอบก่อนการใช้งานโดย วิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมและทดสอบเป็นประจำอย่างน้อยปีละครั้ง
- 5) ต้องมีระบบควบคุมการไหล และวาล์วนิรภัยที่สามารถควบคุมได้จากระยะไกล
- 6) ต้องติดตั้งอุปกรณ์การตรวจจับ ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) และ ตรวจจับก๊าซ (Gas Detector) บริเวณลิ้นนิรภัย (Safety Relieve Value)
- 7) ต้องจัดให้มีระบบการป้องกันและระงับอัคคีภัยดังนี้
 - ระบบสเปรย์ น้ำ (Water Spray System)
 - ปุ่มแจ้งสัญญาณ
 - ท่อน้ำดับเพลิง
 - ถังดับเพลิง
- 8) ติดดวงไฟให้แสงสว่าง (Lighting) และสายดิน (Grounding) บริเวณส่วนบนของ ถังเก็บ
- 9) ระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ต้องเป็นแบบป้องกันการระเบิด และเกิดประกายไฟ (Explosio Proof)
- 10) ต้องจัดให้มีอุปกรณ์กรองอากาศชนิดมิไส้กรอง, อุปกรณ์ช่วยหายใจ SCBA และ บริเวณถังตา ฝักบัวชำระล้าง ตามจุดต่าง ๆ รอบ ๆ ถังเก็บ รวมทั้งหมั่นตรวจสอบว่า

อยู่ในสภาพใช้งานได้

- 11) ต้องติดตั้งอุปกรณ์วัดทิศทางและความเร็วลมบริเวณถังเก็บ
- 12) ต้องจัดทำแผนระงับภัย จากการรั่วไหล อักคิภัย รวมทั้งมีการซักซ้อมเป็นระยะ โดยสม่ำเสมอ อย่างน้อย เดือนละครั้ง
- 13) ควรมีเขื่อนคอนกรีตที่มีขนาด และความแข็งแรงเพียงพอที่จะสกัดกั้นการหกรั่วไหลของสาร และน้ำจากการฉีดควบคุมละอองไอมิให้ขยายวงกว้าง
- 14) ด้านนอกถังเก็บแอมโมเนีย ทาด้วยสีขาว ติดชื่อเป็นภาษาไทยสีแดงว่า” แอมโมเนีย แอนไฮไดรต” การติดป้ายและสัญลักษณ์ให้ ติดดังนี้ ป้ายรูปกระโหลกไขว้ ป้ายรูปสารหกจากหลอดทดลองถูกมือ และโลหะ ป้าย NFPA ของแอมโมเนีย แอนไฮไดรต ท่อขนถ่ายทาด้วยสีเขียว
- 15) ติดป้ายสัญลักษณ์ความปลอดภัยในการทำงาน เช่น ที่ชำระล้างกาย – ตา จุกเงินให้สวม แวนตา

2.2.2 การเก็บรักษาแอมโมเนีย แอนไฮไดรต ที่บรรจุในท่อบรรจุก๊าซ (Cylinder) มีหลักเกณฑ์ดังนี้

- 1) อาคารที่เก็บต้องมีหลังคาสูงโปร่ง มีการระบายอากาศดี มีทางเข้า-ออกอย่างน้อย 2 แห่ง ห่างจากบริเวณที่มีความชื้น ห้ามเก็บในที่อุณหภูมิสูงเกิน 52 °C ควรมีเครื่องมือวัดทิศทางลมติดตั้งไว้ด้วย
- 2) บริเวณที่เก็บต้องมีฝักบัวชำระล้างกาย และน้ำพุแรงดันต่ำสำหรับล้างตา
- 3) พื้นที่เก็บต้องห่างจากที่มีการขนส่งหนาแน่น หรือบริเวณทางออกจุกเงิน
- 4) ต้องมีอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ซึ่งอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา ควรแยกเก็บไว้ 2 แห่ง ไม่ควรเก็บรวมไว้ที่เดียวกัน
- 5) อุปกรณ์ไฟฟ้าในสถานที่เก็บต้องเป็นชนิดป้องกันการระเบิด และเกิดประกายไฟ (Explosion Proof)
- 6) ต้องมีระบบป้องกันและระงับอักคิภัยให้เหมาะสมและเพียงพอกับขนาดกิจการ
- 7) การจัดเก็บต้องไม่เก็บรวมกับสารไวไฟ สารออกซิไดซ์ วัตถุระเบิด
- 8) การจัดวางท่อบรรจุก๊าซให้วางตั้งฉากกับพื้น จัดให้มีที่วางเพียงพอ และสะดวกต่อการเข้า-ออก ขนย้าย
- 9) ต้องใช้ระบบเข้าก่อน-ออกก่อน (First In – First Out) เพื่อป้องกันการเก็บท่อบรรจุก๊าซที่เต็มนานเกินไป

10) ต้องเก็บแยกกันอย่างชัดเจนระหว่างท่อมีก๊าซ และท่อไม่มีก๊าซ โดยมีป้าย “ท่อบรรจุก๊าซแอมโมเนียเต็ม” และ “ท่อเปล่า” ติดไว้

11) การเคลื่อนย้ายท่อบรรจุก๊าซจะต้องระมัดระวังมิให้มีการชำรุดทางกายภาพของท่อ เช่น การกระแทก การมีรอยขีด บาด

12) ต้องมีข้อมูลวัตถุอันตราย ติดไว้ในที่มองเห็น หยิบอ่านได้ง่ายในสถานที่เก็บ

13) หมั่นตรวจสอบสถานที่เก็บ และตรวจสภาพการจัดเก็บอย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์

14) ท่อบรรจุก๊าซต้องเป็นไปตามมาตรฐาน

15) ติดป้ายสัญลักษณ์ความปลอดภัยในการทำงาน ในพื้นที่สถานที่เก็บ

3. การบำบัดและการกำจัดแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

การบำบัดและกำจัดแอมโมเนีย มีความจำเป็นและสำคัญมาก สำหรับผู้ปฏิบัติงานและผู้เกี่ยวข้องหรือประชาชนรอบโรงงานรวมทั้งสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ โรงงาน เพื่อความปลอดภัย และลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและทรัพย์สิน กฎกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องกำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบทำความเย็นที่ใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นในโรงงาน พ.ศ. 2554 ได้ควบคุมการปล่อยมลพิษ โดยกำหนดให้การระบายแอมโมเนียต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

1) การระบายไอแอมโมเนียสู่บรรยากาศ ต้องเป็นไปตามหลักวิชาการด้านวิศวกรรมและไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อคน ทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อม

2) การระบายไอแอมโมเนียผ่านน้ำต้องระบายผ่านน้ำที่ใช้สำหรับดูดซับแอมโมเนียเท่านั้น และต้องใช้น้ำในถังหรือสิ่งบรรจุอื่นอย่างน้อย 8.344 ลิตร ต่อการระบายไอแอมโมเนียจากระบบ 1 กิโลกรัม โดยถังต้องมั่นคงแข็งแรงและมีฝาปิดหรือสิ่งบรรจุอื่นต้องมีความปลอดภัยเพียงพอ ทั้งนี้ต้องจัดการน้ำที่ดูดซึมแอมโมเนียแล้วตามหลักวิชาการเพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อคนและทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อม

โดยระบบบำบัดที่นิยมใช้ในการบำบัดก๊าซแอมโมเนียในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งได้แก่ กระบวนการดูดซึมก๊าซ (Gas absorption)

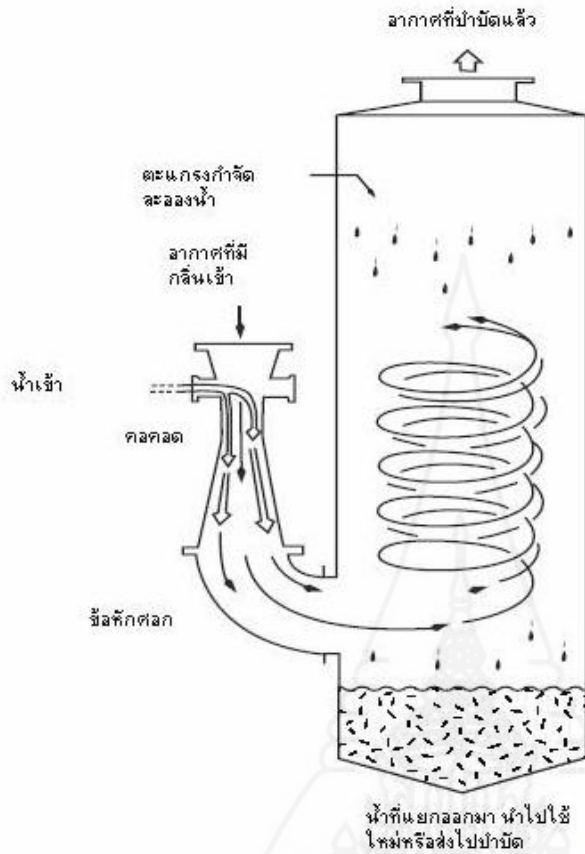
3.1 การบำบัดด้วยกระบวนการดูดซึมก๊าซ

เป็นกระบวนการที่ใช้ของเหลวในการดูดซึมสารพิษในอากาศทำให้ปริมาณสารพิษในอากาศที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอกลดลง นิยมใช้ในการบำบัดอนุภาค หมอก กว้น และก๊าซที่ละลายได้ กระบวนการดูดซึมก๊าซนับเป็นอีกทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจากสามารถใช้สารดูดซึม (Absorbent) ร่วมกับการทำปฏิกิริยาเคมีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดได้ ชนิดของสารดูดซึมที่ใช้ในกระบวนการขึ้นอยู่กับราคาและชนิดของสารพิษที่ต้องการบำบัด ซึ่งสารดูดซึมทั่วไปที่

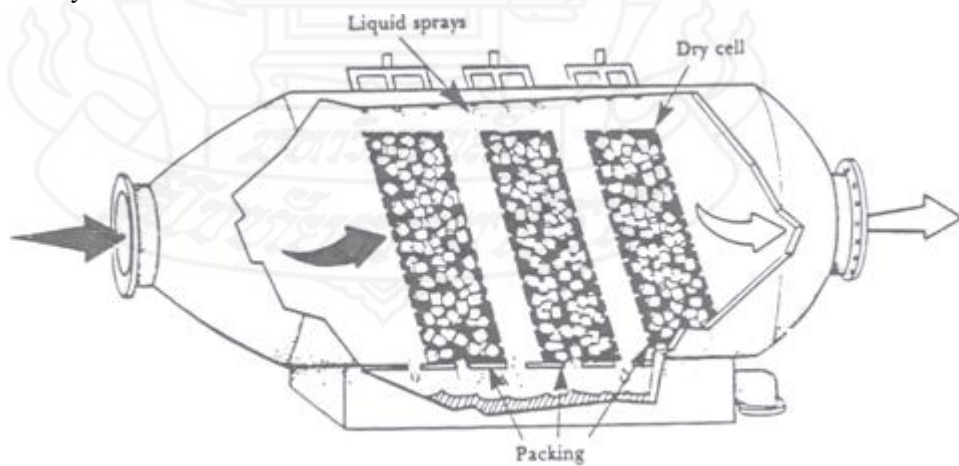
นิยมใช้ในการบำบัดแอมโมเนีย ได้แก่ น้ำ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ สารละลาย สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายกรดซัลฟริก สารละลายกรดไฮโดรคลอริก สารละลายกรดฟอสฟอริก และสารละลายโซเดียมไปซัลเฟต เป็นต้น

ระบบดูดซึมที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งที่นิยมใช้คือระบบสครับบิง (Chemical Scrubbing Process) เป็นกระบวนการบำบัดกลิ่นโดยใช้สารละลายช่วยในการดูดซึม แอมโมเนีย (Ammonia) มีคุณสมบัติเป็นด่าง จะนำมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรด (Acid Solution) เพื่อให้ได้สารประกอบที่ไม่มีกลิ่น

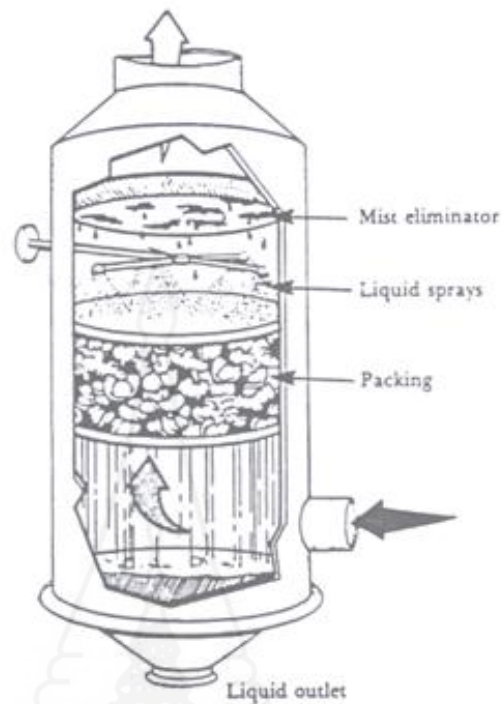
ระบบสครับบิงที่ใช้โดยทั่วไปมีสองแบบ คือ ระบบในแนวตั้งใช้อากาศไหลเข้าด้านล่าง และออกด้านบน ส่วนอีกแบบหนึ่งคือ อากาศไหลเข้าและออกในแนวนอน (Cross-Flow) โดยในปัจจุบันระบบแนวนอนได้รับความนิยมมากขึ้น เพราะมีปัญหาการอุดตันน้อยและความสูงไม่มากนัก สามารถวางไว้ในห้องที่มีเพดานต่ำๆ ได้ ระบบมีทั้งชนิดที่ใช้ตัวกลาง (Packings) ไว้ภายในเพื่อเพิ่มผิวของการสัมผัสระหว่างก๊าซและของเหลว บางระบบที่ไม่มีตัวกลางก็ใช้การสเปรย์น้ำเป็นฝอยเล็กๆ เป็นม่านน้ำ หรือใช้การอัดฉีดน้ำกับอากาศที่ความดันสูง (Venturi) ดังภาพที่ 4.9 สรุปก็คือทำให้อากาศกับน้ำมีการสัมผัสและสารที่มีกลิ่นในอากาศเข้าไปละลายในน้ำ ข้อควรระวังในการใช้งานระบบคือ ต้องระวังไม่ให้อุณหภูมิของอากาศที่จะบำบัดก่อนเข้าระบบสูงเกินไปเพราะจะทำให้เกิดไอน้ำและลดประสิทธิภาพของการดูดซึมลง ในกรณีที่เป็นอาจต้องมีอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนของอากาศก่อนเข้าระบบ และควรระวังเรื่องฝุ่นละอองเพราะอาจทำให้อุดตันได้



ภาพที่ 4.9 การใช้การผสมอากาศกับน้ำโดยใช้คอขวดและแรงดันสูงแบบเวนจูรี
 ที่มา : US EPA, EPA Air Pollution Cost Control Manual, 6th Ed US EPA, Research Triangle Park, NC, USA, January 2002



ภาพที่ 4.10 ระบบสครับบิงแบบ Three Bed Cross Flow Packed Tower
 ที่มา : US EPA, EPA Air Pollution Cost Control Manual, 6th Ed US EPA, Research Triangle Park, NC, USA, January 2002



ภาพที่ 4.11 ระบบสครับบิงแบบ Countercurrent Packed Tower

ที่มา : US EPA, EPA Air Pollution Cost Control Manual, 6th Ed US EPA, Research Triangle Park, NC, USA, January 2002

3.2 การใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์การดูดซึมก๊าซ

ในการใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์การดูดซึมให้มีการทำงานตามปกติและมีประสิทธิภาพตามที่ออกแบบไว้นั้น ควรจะดำเนินการดังต่อไปนี้

3.2.1 การตรวจสอบสภาพทางกายภาพ เป็นการตรวจสอบสภาพการสึกกร่อนของอุปกรณ์จากภายนอก สภาพผิวภายนอกของอุปกรณ์ที่ถูกทำลาย จะทำให้เกิดการไหลซึมของอากาศเข้าสู่อุปกรณ์ได้ สำหรับระบบที่ทำงานภายใต้ความดันลบ และ จะทำให้ความสามารถในการบำบัดมลพิษทางอากาศลดลง

3.2.2 การสังเกตมลพิษทางอากาศจากปล่องควัน ถ้ามีการปล่อยมลพิษทางอากาศออกจากปล่องควันอย่างมองเห็นได้ชัด (Visible Emission) แสดงว่าระบบการดูดซึมมีปัญหาซึ่งต้องหาสาเหตุและแก้ไขปัญหานั้นที่

3.2.3 การวัดค่าความดันสถิตลด (Static Pressure Drop) ของเบสดักกลางหรือของแต่ละเพลทเป็นการวัดเพื่อเปรียบเทียบค่าความดันสถิตลดที่อ่านได้กับค่าปกติที่ทำให้การทำงานของระบบการดูดซึมเป็นไปตามข้อกำหนด

3.2.4 การวัดค่าอัตราการไหลของของเหลว เป็นการวัดเพื่อเปรียบเทียบค่าอัตราการไหลของของเหลวที่ใช้เป็นสารละลาย ที่ผ่านออกมาจากอุปกรณ์ที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดอัตราการไหล ซึ่งติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์กับคนปกติที่ทำให้การทำงานของระบบการดูดซึมเป็นไปตามข้อกำหนด ในกรณีที่ไม่มีเครื่องมือวัดอัตราการไหลก็สามารถประมาณอัตราการไหลจากการสังเกตของเหลวที่ไหลออกมาจากระบบการดูดซึมไปยังบ่อกักเก็บของเหลวได้ ถ้าค่าอัตราการไหลมีค่าลดลงแสดงว่าหัวฉีดอุดตันหรือเกิดการอุดตันที่บริเวณช่องเปิดหรือรูเจาะของเพลทขึ้น

3.2.5 การวัดค่าความขุ่นของของเหลวที่ใช้เป็นสารละลายที่ผ่านออกมาจากอุปกรณ์ เป็นการวัดเพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบถ้าค่าความขุ่นของของเหลวมีค่าปานกลางถึงสูงแสดงว่ามีแนวโน้มที่จะมีสิ่งต่างๆ สะสมอยู่ในตัวกลางหรือหัวฉีดสีกกร่อนและ/หรือเส้นท่ออุดตันหรือมีแนวโน้มจะเกิดการอุดตันที่บริเวณช่องเปิดหรือรูเจาะของเพลทขึ้น

3.2.6 การวัดค่า pH ของของเหลวที่ใช้เป็นสารละลายที่ผ่านออกมาจากอุปกรณ์ เพื่อเปรียบเทียบค่า pH ของของเหลวที่วัดได้ว่ามีค่าเป็นกลางอยู่ระหว่าง 6 ถึง 10 หรือไม่ หากพบว่ามีค่าเป็นกลางก็แสดงว่าเป็นช่วงที่ระบบการดูดซึมทำงานตามปกติ

3.2.7 การวัดอัตราการเติมสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นด่างสำหรับระบบการดูดซึมแบบมีตัวกลาง ในกรณีที่พบว่าค่า pH ของของเหลวมีค่าน้อยกว่า 6 จะต้องตรวจหาสาเหตุที่ทำให้อัตราการเติมด่างไม่เพียงพอ

3.2.8 การวัดค่าอุณหภูมิกระแสน้ำอากาศเสียขาเข้าและขาออกของระบบการดูดซึมแบบมีตัวกลาง ในกรณีที่ไม่มีเครื่องมือวัดอุณหภูมิติดตั้งอยู่ก็ทำให้อ่านค่าอุณหภูมิกระแสน้ำอากาศเสียขาเข้าและขาออกด้วย

3.2.9 การวัดค่าความดันของหัวฉีดสำหรับระบบการดูดซึมแบบมีตัวกลาง เป็นการวัดเพื่อเปรียบเทียบค่าความดันของหัวฉีดกับค่าปกติที่ทำให้การทำงานของระบบการดูดซึมแบบมีตัวกลางเป็นไปตามข้อกำหนด

3.2.10 การวัดค่าความดันของเครื่องกำจัดละอองน้ำ (Demister) เป็นการวัดสำหรับระบบการดูดซึมแบบมีตัวกลางเพื่อเปรียบเทียบค่าความดันลดของเครื่องกำจัดละอองน้ำกับค่าปกติที่ทำให้การทำงานของระบบการดูดซึมแบบมีตัวกลางเป็นไปตามข้อกำหนด

3.3 ของเสียที่เกิดจากการปนเปื้อนแอมโมเนีย ส่วนใหญ่จะมีได้ 4 ลักษณะได้แก่

- 1) น้ำมันหล่อลื่นที่ปนเปื้อนแอมโมเนียจากระบบทำความเย็น
- 2) น้ำที่ปนเปื้อนแอมโมเนีย
- 3) ชุดและอุปกรณ์กู้ภัยฉุกเฉินปนเปื้อนแอมโมเนีย
- 4) วัสดุปนเปื้อนจากโรงงานที่ใช้แอมโมเนีย

การจัดการของเสียที่ปนเปื้อนแอมโมเนียต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

3.3.1 การกำจัดน้ำมันหล่อลื่นที่ปนเปื้อนแอมโมเนียจากระบบทำความเย็น

น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องอัดไอ (คอมเพรสเซอร์) ในระบบทำความเย็นจะถูกตัดอยู่ที่ถังพักน้ำมันหล่อลื่น (Oil Drum) แสดงดังภาพที่ 4.12 ตามตำแหน่งต่างๆ ของระบบทำความเย็น เมื่อถึงเวลาเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น (ประมาณ 5,000 ชั่วโมง การทำงานของคอมเพรสเซอร์หรือมากกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันหล่อลื่น) ซึ่งน้ำมันหล่อลื่นที่ถูกถ่ายออกมาจะปนเปื้อนแอมโมเนีย ดังนั้นการถ่ายน้ำมันหล่อลื่นจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างถูกต้องเพื่อความปลอดภัย ป้องกันไม่ให้แอมโมเนียรั่วไหลออกจากระบบ นอกจากนี้ยังมีน้ำมันหล่อลื่นสะสมอยู่ตามอ่างน้ำมันในระบบทำความเย็นซึ่งต้องถ่ายออกเมื่อสังเกตว่าน้ำแข็งที่จับอยู่ด้านล่างอ่างน้ำมันละลาย น้ำมันหล่อลื่นที่ปนเปื้อนแอมโมเนียให้ใส่ภาชนะปิดมิดชิดและนำส่งให้ผู้รับกำจัดของเสียปนเปื้อนที่ได้รับอนุญาตตามกฎหมายต่อไป ห้ามทิ้งน้ำมันหล่อลื่นที่ปนเปื้อนแอมโมเนียลงในถังขยะทั่วไป หรือปล่อยลงบ่อน้ำสาธารณะ



ภาพที่ 4.12 บริเวณถังพักน้ำมันหล่อลื่นที่ต้องถ่ายน้ำมัน

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2553

3.3.2 การกำจัดน้ำที่ปนเปื้อนแอมโมเนีย

ส่วนใหญ่ น้ำที่ปนเปื้อนแอมโมเนียมาจากการดักไอแอมโมเนียด้วยน้ำ และน้ำที่ใช้ในการกู้ภัยฉุกเฉิน โดยการดักไอแอมโมเนียด้วยน้ำจากการปฏิบัติงานทั่วไป เช่น การถอดท่อขนถ่าย เพื่อเติมแอมโมเนียจากท่อบรรจุเข้าระบบทำความเย็น โรงงานห้องเย็นหรือโรงงานน้ำแข็ง และการดักไอแอมโมเนียจากการฉีดน้ำเป็นฝอยในการระงับเหตุฉุกเฉินกรณีแอมโมเนียรั่วไหล ในกรณีที่ใช้ น้ำควบคุมการกระจายของสาร น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการดักไอในการปฏิบัติงานและการระงับเหตุฉุกเฉินจะมีส่วนผสมของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ซึ่งเกิดจากแอมโมเนียทำปฏิกิริยากับน้ำ ดังสมการ:



แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์มีฤทธิ์เป็นด่างจะมีค่าเป็นด่างมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณแอมโมเนียที่รั่วไหลและน้ำที่ใช้ระงับเหตุ ทั้งนี้กระบวนการทำให้เป็นกลาง(Neutralization) ของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ทำได้โดยการเติมกรดเกลือ 5% (5% HCl) จะได้เกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) และน้ำ ซึ่งมีสมบัติเป็นกลาง ดังสมการ:



เมื่อเกิดปฏิกิริยาจนได้สารประกอบที่เป็นกลางแล้ว จะต้องทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ให้อยู่ระหว่าง 6.5 – 7.5 และนำน้ำเสียที่ได้จากปฏิกิริยานี้ ส่งผู้รับกำจัดเพื่อบำบัดต่อไปตามรายละเอียดในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลและวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 ทั้งนี้ห้ามปล่อยน้ำเสียปนเปื้อนแอมโมเนียลงในบ่อสาธารณะโดยเด็ดขาด

3.3.3 การชำระล้างชุดและอุปกรณ์กู้ภัยฉุกเฉินปนเปื้อนแอมโมเนีย

ใช้สารละลายแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ 10% (10% Calcium Hypochlorite) โดยผสมสาร 100 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ชำระล้างชุดและอุปกรณ์กู้ภัยฉุกเฉินที่อาจปนเปื้อนแอมโมเนียหลังจากเสร็จสิ้นปฏิบัติการกู้ภัย ที่บริเวณด้านเหนือลมของจุดเกิดเหตุ และมีภาชนะรองรับน้ำและสารละลายที่ปนเปื้อนหลังเสร็จสิ้นการชำระล้างชุดและอุปกรณ์กู้ภัยฉุกเฉินให้รวบรวมน้ำปนเปื้อนเพื่อส่งกำจัดต่อไป ดังภาพที่ 4.13 และ 4.14



ภาพที่ 4.13 การชำระล้างชุดและอุปกรณ์ผู้กักปนเปื้อนแอมโมเนีย
ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2553



ภาพที่ 4.14 การชำระล้างชุดและอุปกรณ์ผู้กักปนเปื้อนแอมโมเนีย
ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2553

3.3.4 การกำจัดวัสดุปนเปื้อนจากโรงงานที่ใช้แอมโมเนีย

ในกรณีมีกากของเสียที่ปนเปื้อนจากการผลิตหรือจากการรั่วไหลของแอมโมเนียในโรงงานที่ใช้แอมโมเนียเป็นวัตถุดิบ ซึ่งอาจกระทบต่อสภาพแวดล้อมและคนงานที่สัมผัสถูกแอมโมเนีย วิธีกำจัดแอมโมเนียที่ปนเปื้อนในวัสดุดูดซับหรือปนเปื้อนกับเสื้อผ้า ทำได้ดังนี้

- 1) นำวัสดุปนเปื้อนรวบรวมใส่ภาชนะที่ทนการกัดกร่อน
- 2) นำกรดไฮโดรคลอริก หรือ กรดเกลือ 5% คลุกวัสดุปนเปื้อนแล้วให้ทำการทดสอบน้ำล้างด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ให้มีค่าเป็นกลาง (pH ระหว่าง 6.5 – 7.5)
- 3) ล้างวัสดุปนเปื้อนด้วยน้ำ และทำให้แห้ง จากนั้นนำกลับไปใช้อีกได้ในคราวต่อไป

3.3.5 หลักเกณฑ์การปฏิบัติเมื่อหกรั่วไหล และการทำลายฤทธิ์

- 1) พื้นที่ที่จะใช้เป็นบริเวณทำลายฤทธิ์จะต้องมีการระบายอากาศที่ดี ห่างจากสารที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible Substance)
- 2) ผู้ปฏิบัติงานจะต้องสวมอุปกรณ์ช่วยหายใจ SCBA ชุดป้องกันสารเคมี
- 3) กรณีสงสัยว่าท่อบรรจุก๊าซรั่วทดสอบได้ดังนี้
 - ก. ใช้เครื่องชั่ง ชั่งทั้งท่อบรรจุก๊าซตรวจดูว่าน้ำหนักรวมลดลงหรือไม่
 - ข. ตรวจสอบโดยใช้กรดเกลือ 10% HCl ฟันไอกรดรอบผิวนอกท่อบรรจุก๊าซหรือบริเวณที่สงสัยว่าจะรั่ว เช่น รอยตะเข็บเชื่อม ทั้งนี้ต้องระวังไม่ให้ไอกรดเกลือที่ฟันสัมผัสกับส่วนคอและวาล์ว ทางเข้า-ทางออกของก๊าซ บริเวณที่รั่วเมื่อถูกกรดจะเกิดฟองสีขาว ให้ทำเครื่องหมายแล้วย้ายท่อเข้าห้องฆ่าเชื้อน้ำระบายแอมโมเนียออกจนหมดแล้วส่งซ่อมแซม
- 4) วิธีทำลายกรณีเป็นของเหลวหกหล่น จางด้วยน้ำแล้วทำให้เป็นกลางโดยกรดเกลือ 10% (ห้ามใช้กรดทำให้เป็นกลาง โดยตรง)

ทั้งนี้ในส่วนของวัสดุปนเปื้อนแอมโมเนียอื่นๆ ที่ไม่สามารถกำจัดได้ตามวิธีการดังกล่าวข้างต้นหรือการปนเปื้อนจากกรณีเกิดอุบัติเหตุ หากมีกากของเสียปนเปื้อนตกค้างและน้ำล้างปนเปื้อนต้องรวบรวมเพื่อนำไปบำบัดหรือส่งกำจัดโดยผู้ให้บริการกำจัดจากบริษัทที่ได้รับใบอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม

3.3.6 การดำเนินการตามกฎหมาย กากของเสียหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วตามที่ได้กล่าวมาทั้งหมดถือว่าเป็นของเสียอันตราย ดังนั้นผู้ถือกำเนิดของเสียเหล่านี้ภายในโรงงานจะต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง ระบบเอกสารกำกับกากของเสียอันตราย พ.ศ. 2547 และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากโรงงาน โดยทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Internet) พ.ศ. 2547 นอกจากนั้นผู้ถือกำเนิดของเสียจะต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 กล่าวคือผู้ที่ถือกำเนิดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วสามารถครอบครองไว้ภายในโรงงานได้ไม่เกิน 90 วัน หากเกินระยะเวลา 90 วัน ต้องปฏิบัติตามหมวด 2 ผู้ถือกำเนิดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ข้อ 6 ต้องขออนุญาตต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม ตามแบบ สก.1 ข้อ 9 การนำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกนอกบริเวณโรงงาน จะต้องขออนุญาตต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรมตามแบบ สก.2 และข้อ 13 ต้องส่งรายงานประจำปีให้แก่กรมโรงงานอุตสาหกรรม ตามแบบ สก.3 ภายในวันที่ 1 มีนาคมของปีถัดไป

4. การกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยในการใช้แอมโมเนีย

4.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยจากสถานที่ปฏิบัติงาน

4.1.1 อาคารที่มีการใช้แอมโมเนียต้องออกแบบให้โปร่ง โล่ง ระบายอากาศได้ดี (ไม่ควรเป็นผนังทึบทั้ง 4 ด้าน)

4.1.2 พื้นที่ห้องเครื่องควรติดตั้งหัวฉีดน้ำอัตโนมัติแบบฉีดฝอยโดยตรง ทำให้เกิดม่านน้ำ และให้ควบคุมการทำงานโดยอุปกรณ์การตรวจวัดก๊าซรั่ว

4.1.3 บริเวณที่มีการใช้แอมโมเนีย และบริเวณที่วางท่อบรรจุก๊าซจะต้องไม่วางใกล้กับสารที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible Substance) สารไวไฟหรือบริเวณที่มีความร้อน

4.1.4 จัดให้มีฝักบัวชำระล้างกาย และน้ำพุแรงดันต่ำที่ใช้งานได้ตลอดเวลาที่ต้องการ ณ พื้นที่ทำงาน

4.1.5 ใช้หน้ากากป้องกันก๊าซแอมโมเนีย หมวกนิรภัย แว่นตานิรภัย เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว ถุงมือและรองเท้านิรภัยขณะปฏิบัติงานทุกครั้ง รวมทั้งหมั่นตรวจสอบซ่อมแซมให้สามารถใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

- 1) ต้องไม่ลาก และระวังไม่ให้ท่อบรรจุก๊าซกระทบพื้นหรือของแข็งอย่างรุนแรง
- 2) ควรติดตั้งลิ้นกันกลับ (Cheek Valve) ป้องกันการไหลย้อนกลับของน้ำหรือเคมีอื่นในขบวนการผลิตย้อนกลับเข้าป็นเปื้อนภายในท่อบรรจุก๊าซ

4.1.6 อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้กับแอมโมเนียจะต้องได้รับการรับรองจากผู้ผลิตว่าสามารถใช้งานกับแอมโมเนียได้

4.2 หลักเกณฑ์การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยจากเปิดใช้แอมโมเนียจากท่อบรรจุก๊าซ

4.2.1 เปิดฝาครอบวาล์ว และฝาปิดทางจ่าย (Outlet Cap)

4.2.2 ต่อข้อต่อเฉพาะที่เข้ากับสายต่อที่ยืดหยุ่นได้ (Flexible Connector) ค่อย ๆ ปิดวาล์วประมาณครึ่งรอบ ใช้สารละลายกรดเกลือ 10% ฉีดสเปรย์บริเวณข้อต่อ (ต้องระวังมิให้ถูกบริเวณวาล์ว) หากมีฟลูมสีขาวบริเวณข้อต่อให้ปิดวาล์วทันที

4.2.3 หากไม่มีฟลูมสีขาวเกิดขึ้นก็ค่อย ๆ ปิดวาล์วเพิ่มขึ้นจนปริมาณก๊าซที่จ่ายเพียงพอตามความต้องการ โดยดูจากเครื่องวัดอัตราการไหลของก๊าซ

4.2.4 ท่อบรรจุก๊าซแอมโมเนียควรอยู่บนเครื่องซึ่งตลอดเวลาใช้งานเพื่อทราบ ปริมาณก๊าซที่เหลืออยู่ในท่อบรรจุ รวมทั้งมีอุปกรณ์ยึดกันไม่ให้ท่อล้ม

4.2.5 การเลิกใช้งานต้องปิดวาล์ว และฝาครอบวาล์วทุกครั้ง

4.2.6 กรณีมีเหตุฉุกเฉินให้ปิดวาล์ว และฉีดน้ำเป็นละอองเลี้ยงรอบนอกภาชนะบรรจุ

4.2.7 ต้องมีการอบรมพนักงานเก่าเพื่อทบทวน และพนักงานใหม่เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับอันตราย การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย การใช้เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล การปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

5. สิ่งที่ต้องรู้เกี่ยวกับแอมโมเนียสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

5.1 ข้อกำหนดทั่วไปเพื่อความปลอดภัย

5.1.1 อุปกรณ์วัดทุกตัวที่ติดตั้งต้องอยู่ในสภาพใช้งานได้ อุปกรณ์วัดที่เสียหาย ชำรุด ต้องถูกเปลี่ยนทดแทน

5.1.2 แอ็กคิวมิวเลเตอร์หรือถังอินเทอร์คูเลเตอร์ควรติดตั้งสวิทช์ลากลอยคุมระดับสูง (High Level Float Switches) และทำการเตือนเมื่อระดับน้ำยาสูง ในทางปฏิบัติอาจจะสั่งงานให้คอมเพรสเซอร์ หยุดทำงาน

5.1.3 วาล์วสัปดาห์หลักต่างๆ ในระบบเช่นวาล์วเมนน้ำยาเหลว (King Valve), วาล์วสัปดาห์เมนท่อแก๊สรีดดิฟรอสต์, วาล์วเมนปิดน้ำยาเหลวปั๊มแอมโมเนีย, วาล์วตัดต่อปั๊มแอมโมเนีย ต้องอยู่ในที่ ๆ เข้าถึงได้สะดวกและมีป้ายชื่อบอกเห็นได้ชัดเจน

5.2 ข้อกำหนดที่สำคัญ

5.2.1 ต้องมีป้ายแสดงบอกอย่างชัดเจนในทุกๆ ระบบเครื่องทำความเย็น แสดงข้อมูลดังนี้

- 1) ชื่อและที่อยู่ของผู้ติดตั้งระบบ
- 2) น้ำยา (แอมโมเนีย), หมายเลข (R717), ปริมาณน้ำยาที่เติมในระบบ
- 3) ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นและปริมาณ
- 4) ความดันทดสอบในงานติดตั้ง

5.2.2 ป้ายแสดงในที่เห็นได้ชัดเจนบอกถึงวิธีปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ฉุกเฉิน และชื่อผู้มีหน้าที่ปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

5.2.3 ทุกโรงงานจะต้องมีแผนอพยพที่เหมาะสมแสดงให้เห็น และมีรายชื่อผู้ที่มีหน้าที่ปฏิบัติตามแผน แสดงชัดเจนในแผนอพยพ

5.2.4 น้ำแข็งที่เกิดสะสมที่อาจเป็นอันตรายต่อระบบ หรืออุปกรณ์ต้องเอาออก และต้องแก้ไขต้นเหตุที่เกิดการสะสมน้ำแข็งด้วย

5.3 สิ่งที่ต้องปฏิบัติ

5.3.1 ถ้ามีแอมโมเนียรั่วต้องหาจุดและสาเหตุที่รั่ว และแก้ไขซ่อมแซม

5.3.2 เสียงที่ผิดปกติ, การสั่นของท่อ, พัดลม, ปัมป์ของระบบน้ำยาด้วยแรงดัน, การเกิดการกระแทกไฮดรอลิก ภายในท่อ (Water Hammer Effect) ต้องได้รับการตรวจสอบและแก้ไข

5.3.3 ที่ลีดน้ำล้างตา, น้ำฝักบัวรดตัวขนาดใหญ่ ต้องถูกจัดเตรียมบริเวณด้านนอกของห้องเครื่องจักรใกล้ประตูทางออก และควรมีที่ลีดน้ำล้างตา และน้ำฝักบัวรดตัวขนาดใหญ่เพิ่มเติมอยู่ภายในห้องเครื่องจักร ซึ่งอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานด้วย

5.3.4 ถ้ามีช่องทางออกเพียงทางเดียวจากห้องเครื่องไปบริเวณใช้งานอื่น ต้องไม่เดินท่อแอมโมเนียหรือติดตั้งอุปกรณ์ในช่องทางเดินนั้น และต้องไม่มีสิ่งกีดขวางในช่องทางนั้น

5.3.5 ต้องไม่มีขวดน้ำยาแอมโมเนียต่ออยู่กับระบบ (ไม่ว่าจะเป็นแบบชั่วคราวหรือถาวร) เว้นแต่ในขณะที่ทำการถ่ายน้ำยา โดยผู้มีหน้าที่เฉพาะ

5.3.6 ต้องมีเอกสารบันทึกประจำวันของการทำงานของ เครื่องจักร, การบำรุงรักษาและงานซ่อมแซมระบบทำความเย็น

5.3.7 ต้องมีเอกสารบันทึกประจำแสดงการเติมน้ำมันหล่อลื่น และการถ่ายน้ำมันหล่อลื่นออกจากระบบ

5.4 ข้อมูลความปลอดภัยสำหรับแอมโมเนีย

5.4.1 อุปกรณ์ความปลอดภัย

1) ห้องเครื่องจักรทุกห้องต้องมีหน้ากากกันไอแอมโมเนียแบบมีถังอากาศ (Self Contained Breathing Apparatus, SCBA) จัดเตรียมไว้ด้านนอกห้องเครื่องจักรใกล้ประตูทางออก และต้องมีชุดสำรองจัดเตรียมไว้ด้วย ดังภาพที่ 4.15 ภาพที่ 4.16 และภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.15 หน้ากากกันไอแอมโมเนีย

ที่มา : <http://www.thaifire.com>



ภาพที่ 4.16 ชุดอุปกรณ์ป้องกัน SCBA

ที่มา : <http://www.thaifire.com>



ภาพที่ 4.17 หน้ากากกันไอแอมโมเนียและถึงอากาศ

ที่มา : <http://www.thaifire.com>

5.4.2 ระยะเวลาในการตรวจสอบความปลอดภัย

- 1) ทุกโรงงานต้องมีผู้ที่ได้รับมอบหมายจากเจ้าของโรงงาน โดยเฉพาะ เพื่อทำหน้าที่รักษาและเฝ้าระวังความปลอดภัยของระบบเครื่องทำความเย็น
- 2) ทุกปีเจ้าของโรงงานต้องจัดให้มีการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบแอมโมเนีย
- 3) ทุกๆ 5 ปีต้องมีการตรวจสอบระบบเครื่องทำความเย็นแอมโมเนียอย่างละเอียดทั้งระบบโดยวิศวกรที่เชี่ยวชาญระบบทำความเย็นหรือโดยเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานเฉพาะทาง

5.5 การป้องกันและควบคุมการรั่วไหลของแอมโมเนียจากอุบัติเหตุในโรงงานอุตสาหกรรม

5.5.1 สถานะของแอมโมเนีย

- 1) ของเหลว มีลักษณะเป็นก๊าซเหลว ละลายน้ำได้ดีและมีความเป็นพิษสูง
- 2) ก๊าซ มีลักษณะเป็นก๊าซไม่มีสี มีกลิ่นฉุนระคายเคือง
- 3) เป็นฝอยฟุ้งกระจาย เป็นลักษณะคล้ายควันสีขาวซึ่งจะมีความเข้มข้นของแอมโมเนียมากกว่า 45,000 ppm ผู้ที่อยู่ในกลุ่มควันสีขาวนี้จะมองเห็นได้ระยะเพียง 30-40 เซนติเมตรและอุณหภูมิจะต่ำถึง -74°C

5.5.2 การรั่วไหลของแอมโมเนีย ดังภาพที่ 4.18 แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ

- 1) เป็นของเหลวความดันสูง จะระเหยออกสู่บรรยากาศได้อย่างรวดเร็ว
- 2) ก๊าซความดันสูง จะลอยสู่บรรยากาศได้อย่างรวดเร็ว
- 3) ของเหลวความดันต่ำ จะระเหยออกสู่บรรยากาศได้ช้า
- 4) ก๊าซความดันต่ำ จะลอยสู่บรรยากาศได้ช้า



ภาพที่ 4.18 รูปแบบการรั่วไหลของแอมโมเนีย

ที่มา : วารสารสมาคมเครื่องทำความเย็นไทย Keep Kool ฉบับที่ 8 เดือนพฤษภาคม 2546:20-22

5.5.3 การรั่วไหลอาจเกิดจากสาเหตุสำคัญ ได้แก่

1) ความล้มเหลวของอุปกรณ์ (Equipment Failure) คือความผิดพลาดของเครื่องมือ เป็นความผิดพลาดที่มีในเครื่องมือวัดที่เกิดจากโครงสร้างของระบบกลไกเนื่องจากขาดการบำรุงรักษา อายุการใช้งาน และการใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้อง สิ่งแวดล้อมก็เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพล ซึ่งความผิดพลาดที่ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพภายนอกของเครื่องมือ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความสั่นสะเทือน ความกดอากาศ

2) ความผิดพลาดที่เกิดจากคน (Human Failure) หรือ (Human Error) เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการกระทำของคนที่ทำมากกว่าหรือน้อยกว่าระดับที่สามารถยอมรับได้ของระบบ ลักษณะของความผิดพลาดที่เกิดจากคน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย ประเภท

ที่ 1 ความผิดพลาดที่ไม่ตั้งใจ เกิดจากการทำหรือไม่ทำโดยไม่ได้มีการคิดไว้ล่วงหน้า ประเภทที่ 2 ความผิดพลาดที่ตั้งใจให้เกิด เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการทำ หรือ ไม่ทำ โดยที่พนักงานเชื่อว่า เป็นการตัดสินใจที่ถูกต้อง

3) เกิดจากทั้ง 2 สาเหตุร่วมกัน

5.5.4 ระบบตรวจจับแอมโมเนีย

การมีระบบตรวจจับแอมโมเนียถือเป็นการป้องกันอุบัติเหตุอีกทางหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากการป้องกันตั้งแต่ก่อนเกิดเหตุ จะช่วยลดความสูญเสียได้อย่างมาก ดังนี้

- 1) ป้องกันการหยุดชะงักของการผลิต
- 2) อพยพคนได้ทันทั่วถึง
- 3) มีผลถึงภาพพจน์ของบริษัทด้วย
- 4) อุปกรณ์ตรวจจับแอมโมเนียที่ดีต้องสามารถตรวจแอมโมเนียที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 25 พีพีเอ็ม ได้

5.5.5 ข้อปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุการณ์รั่วไหลของแอมโมเนีย

- 1) ข้อควรปฏิบัติสำหรับบุคคล อพยพคนออกจากบริเวณที่เกิดเหตุ และให้อยู่เหนือลม ปิดรอยรั่วไหลถ้าทำได้โดยไม่เสี่ยง ปิดแหล่งกำเนิดประกายไฟทุกแหล่ง
- 2) วิธีป้องกันภัยของบุคคล สวมอุปกรณ์ช่วยหายใจแบบครบชุด รองเท้าบูทและถุงมือแบบหนา โดยสวมทันทีเมื่อพบว่าเกิดการรั่วไหลของแอมโมเนีย
- 3) วิธีการทำความสะอาดหลังการปนเปื้อน หรือรั่วไหล ให้เปิดหน้าต่างหรือประตูเพื่อระบายอากาศในบริเวณนั้น และล้างตำแหน่งที่สารหกรั่วไหลหลังจากเก็บสารออกหมดแล้ว

5.5.6 ข้อปฏิบัติสำหรับการป้องกันเพลิงไหม้เมื่อต้องเผชิญเหตุการณ์รั่วไหล

- 1) ความเสี่ยงเฉพาะ
 - ก. อันตรายเฉพาะ : ก๊าซไวไฟอาจเคลื่อนที่ไปในระยะทางที่ห่างไกลออกไปจากแหล่งกำเนิดประกายไฟและย้อนกลับมาติดไฟ ปลดควันทันทีออกมา
 - ข. อันตรายจากการระเบิด : อาจเกิดของผสมที่ระเบิดได้กับอากาศ บรรจุภัณฑ์อาจระเบิดได้เมื่อมีไฟ

- 2) อุปกรณ์ป้องกันพิเศษสำหรับผู้ผจญเพลิง สวมเครื่องช่วยการหายใจแบบครบชุดและเสื้อผ้าที่ใช้ป้องกัน เพื่อป้องกันการสัมผัสกับผิวหนังและดวงตา
- 3) วิธีเฉพาะสำหรับผู้ผจญเพลิง ห้ามดับไฟที่เกิดจากแก๊สที่กำลังลุกไหม้ ถ้าไม่สามารถปิดแก๊สได้ทันที ให้ใช้ละอองน้ำหรือหัวฉีดละอองเพื่อทำให้ถังแก๊สเย็น แล้วจึงทำการเคลื่อนย้ายถังก๊าซให้ห่างจากไฟถ้าไม่มีความเสี่ยง
- 4) กรณีที่ไม่มีเครื่องมือคุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ให้ใช้น้ำฉีดเพื่อให้อ่างก๊าซเย็น เพื่อป้องกันการระเบิด และอพยพคนงานและชาวบ้านที่อาศัยบริเวณโดยรอบ พร้อมทั้งโทรแจ้งหน่วยรถดับเพลิงที่ใกล้ที่สุดโดยด่วน

5.6 การตรวจสอบความปลอดภัยในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง

โดยการตรวจสอบส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบและวิเคราะห์ความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดอันตรายต่อบุคคลและความเสียหายต่อของอุปกรณ์ รวมถึงการวิเคราะห์อันตรายที่เกิดจากการปฏิบัติงานที่ผิดวิธี ซึ่งส่วนต่างๆ ที่แนะนำให้ตรวจสอบนั้น มีดังนี้

5.6.1 อายุของโรงงาน โครงสร้างอาคาร ตรวจสอบว่าสภาพของโรงงานและโครงสร้างยังสามารถใช้งานได้ดี หรือต้องมีการซ่อมแซมปรับปรุงใหม่เพื่อให้ความปลอดภัยมากขึ้น

5.6.2 การแบ่งโรงงานออกเป็นส่วนๆ เพื่อให้ง่ายต่อการดูแลและตรวจสอบ โดยตรวจสอบว่าได้มีการแบ่งพื้นที่ไว้ชัดเจนหรือไม่

5.6.3 ศึกษาเกี่ยวกับแผนผังของโรงงาน ว่ามีการแสดงรายละเอียดการติดตั้งเครื่องจักร สถานที่เก็บวัตถุดิบ เชื้อเพลิง สารเคมีอันตราย ผลิตภัณฑ์และวัตถุพลอยได้ ที่พักของคณงาน โรงอาหาร อุปกรณ์และเครื่องมือเกี่ยวกับความปลอดภัยและสิ่งอื่นๆ ที่มีความสำคัญต่อการป้องกันหรือการควบคุมการรั่วไหลของแอม โมเนีย

5.6.4 ความเสื่อมของอุปกรณ์ ตรวจสอบว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีหรือต้องมีการซ่อมบำรุง

5.6.5 การจับรั่วภายในโรงงาน ตรวจสอบรอยกที่เชื่อว่ามีความปลอดภัยและเหมาะสมกับการยกถังแอม โมเนียหรือไม่

5.6.6 อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ตรวจสอบว่ามีพร้อมใช้งาน และมีจำนวนที่เพียงพอต่อพนักงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอม โมเนียหรือไม่

5.6.7 ตรวจสอบประตูหนีภัยฉุกเฉิน ตรวจสอบว่ามีสภาพที่ดีและพร้อมใช้งานหรือไม่

5.6.8 หน่วยกู้ภัยฉุกเฉิน ตรวจสอบว่ามีการจัดตั้ง และจัดให้มีอุปกรณ์พร้อมหรือไม่เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินแอม โมเนียรั่วไหล

5.6.9 เครื่องตรวจจับแอมโมเนีย ตรวจสอบว่ายังมีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดีและ
และยังใช้งานได้ และมีใช้เพียงพอในการตรวจจับแอมโมเนีย

5.6.10 การซ่อมบำรุง เช่น การถ่ายน้ำมัน ตรวจสอบว่าได้มีการซ่อมบำรุงอุปกรณ์
เครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับระบบความเย็นอย่างสม่ำเสมอหรือไม่

5.6.11 ประเมินความเสียหายของสินค้าและการหยุดชะงักของการผลิต หากเกิดการ
รั่วไหล

5.6.12 ผลกระทบต่อชาวบ้าน เมื่อมีการรั่วไหลของแอมโมเนีย

5.6.13 การเสียชื่อเสียงและภาพพจน์ของโรงงาน เมื่อเกิดการรั่วไหลของแอมโมเนีย
จากข้อมูลการตรวจสอบข้างต้นนี้ จะสามารถนำไปประเมินและวิเคราะห์ความเสี่ยง ที่
จะเกิดการรั่วไหล รวมถึงการป้องกันและรับมือเมื่อเกิดการรั่วไหลของแอมโมเนียได้

5.7 หลักเกณฑ์ความปลอดภัยขั้นต่ำสำหรับระบบทำความเย็นแอมโมเนียของ IAR

เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานของระบบเครื่องทำความเย็นที่ใช้สารแอมโมเนียเป็น
สารทำความเย็น (refrigerant) โดยกล่าวถึงอุปกรณ์เครื่องจักร เช่น คอมเพรสเซอร์, คอนเดนเซอร์,
ระบบท่อ ฯลฯ ว่าต้องประกอบด้วยอะไรบ้าง จึงจะทำงานได้อย่างปลอดภัย ดังต่อไปนี้

5.7.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressors)

1) คอมเพรสเซอร์ ของระบบทำความเย็นแอมโมเนียต้องมีป้ายแสดง (Nameplate)
ของผู้ผลิต แสดงอย่างชัดเจนถึงข้อมูลดังนี้ ชื่อผู้ผลิต หมายเลขการผลิต ชนิดหรือรุ่น ปีที่ผลิต
ความดันออกแบบสูงสุดใช้งาน สารทำความเย็น (แอมโมเนีย) ความเร็วรอบสูงสุด (rpm.) ทิศ
ทางการหมุนทิศทางการไหลของน้ำยา

2) คอมเพรสเซอร์ที่ไม่มีป้ายแสดง ไม่ควรรนำมาใช้งาน เว้นแต่จะมีการตรวจสอบ
และระบุขอบเขตการใช้งานจากผู้ผลิต และตรวจสอบหมายเลขการหล่อที่ตัวคอมเพรสเซอร์

3) คอมเพรสเซอร์ต้องทำงานภายในของเขตสภาวะการทำงานตามที่ผู้ผลิตระบุไว้
และต้องมีการตรวจสอบเรื่อง รอบการหมุน อัตราส่วนการอัด ความดันออกแบบทางส่ง ความดัน
ออกแบบสูงสุดของตัวเสื้อ ห้องเครื่อง ออกแบบมาให้ใช้งานกับแอมโมเนีย

4) มอเตอร์ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ ต้องถูกต้องตามกฎของการไฟฟ้าได้มาตรฐานสากล
และอยู่ในสภาพใช้งานได้

5) คอมเพรสเซอร์แอมโมเนีย ชนิด Positive Displacement ต้องติดตั้งอุปกรณ์ระบาย
ความดันภายในหรือภายนอกตัวคอมเพรสเซอร์ และต้องมีขนาดโตพอเพียงพอป้องกัน
คอมเพรสเซอร์แตกเนื่องจากความดันเกิน

6) ถ้าทางส่งของอุปกรณ์ระบายความดันต่อออกสู่บรรยากาศ ต้องต่อออกภายนอกอาคารและมีขนาดโตพอ และไม่ถูกอุดตันได้ (แนะนำให้ต่อปลายลงถึงน้ำ เพื่อดูดซับแอมโมเนีย ในปริมาณน้ำ 1 แกลลอนต่อแอมโมเนีย 1 ปอนด์ หรือเท่ากับ น้ำ 1 ลบ.ม. ต่อแอมโมเนีย 120 กก.)

7) คอมเพรสเซอร์ทุกตัวต้องติดตั้งวาล์วสกัดทางดูด (Suction Stop Valve) วาล์วสกัดทางส่ง (Discharge Stop Valve) และวาล์วกันกลับทางส่ง (Discharge Check Valve)

8) คอมเพรสเซอร์ทุกตัวต้องติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเพื่อความปลอดภัย ซึ่งใช้งานได้ดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

ก. สวิตช์ตัดความดันต่ำ (Low Pressure Cutout Switch)

ข. สวิตช์ตัดความดันสูง (High Pressure Cutout Switch)

ค. สวิตช์ตัดความดันน้ำมันต่ำ (Low Oil Pressure Cutout Switch) (ถ้าคอมเพรสเซอร์ใช้ปั้มน้ำมัน)

9) จะต้องมีการตรวจสอบว่าคอมเพรสเซอร์ได้มีการซ่อมแซม ดัดแปลง แก้ไขหรือไม่ ซึ่งอาจมีผลต่อความแข็งแรงของตัวเครื่องคอมเพรสเซอร์

10) ถ้าตัวเครื่องคอมเพรสเซอร์มีการซ่อมแซม, ดัดแปลง, แก้ไขจะต้องมีการทำการทดสอบความดันใหม่โดยผู้ผลิต หรือผู้รับประกัน และมีเอกสารยืนยันการทดสอบอยู่ ณ หน่วยงาน

11) คอมเพรสเซอร์ควรติดอุปกรณ์วัด (เช่น เพรสเซอร์เกจ) เพื่อให้อ่านค่าต่างๆ ของความดันทางดูด, ความดันทางส่ง, ความดันน้ำมัน (ถ้ามีปั้มน้ำมัน) และอุณหภูมิทางส่ง

13) คอมเพรสเซอร์ทุกตัวขณะใช้งานควรตรวจสอบ การสันสะเก็ดหิน (มากเกินไปหรือไม่) การยึดแน่นกับฐาน, ความสะอาดทั่วไป สภาพอื่นๆ ที่จะมีผลต่อการใช้งาน

5.7.2 อีวาโปเรทีฟคอนเดนเซอร์ (Evaporative Condensers)

1) อีวาโปเรทีฟ คอนเดนเซอร์ทุกตัวต้องยึดแน่นกับฐานอย่างมั่นคง

2) การปฏิบัติงานกับอีวาโปเรทีฟ คอนเดนเซอร์ในการบำรุงรักษาทั่วไปต้องไม่เกิดอันตราย ต่อช่างซ่อมบำรุง

3) พัดลมหรือชุดขับถ้าสันมากเกินไปควรทำการ แก้ไข

4) ควรตรวจสอบสภาพการผุกร่อนของแต่ละคอนเดนเซอร์

5) ชุดคอยล์ระบายความร้อน, ตะแกรงคัดละอองน้ำ (mist eliminator) และอ่างน้ำของคอนเดนเซอร์ ควรตรวจสอบสภาพไม่ให้สกปรกหรือเกิดตะกอน

6) ประสิทธิภาพของการกระจายน้ำของหัวสเปรย์ของตะแกรงคัดละอองน้ำควรถูกตรวจสอบสภาพ

5.7.3 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน แบบเปลือกและท่อและถังความดัน (Shell and Tube Heat Exchangers and Pressure Vessels)

1) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทุกตัวต้องมีป้ายแสดง (Nameplate) และมีข้อมูลขั้นต่าดังนี้

ก. ชื่อผู้ผลิต (หากมีการรับรองมาตรฐานให้ระบุด้วย)

ข. หมายเลขที่ผลิต

ค. หมายเลขรุ่น, ชนิด (Model)

ง. ปีที่ผลิต

จ. ความดันออกแบบ ทั้งด้านเปลือกและด้านท่อ ณ อุณหภูมิที่กำหนด

Shell side pressure _____ at _____ temperature

Tube side pressure _____ at _____ temperature

ฉ. ความดันทดสอบที่ใช้ (Test pressure)

ช. ตราที่ผู้ผลิตได้รับการรับรองจาก ASME-U-STAMP (ถ้ามี) นอกจากนี้ตัวทำความเย็นแบบ Shell and Tube Evaporator ต้องระบุข้อมูลตามที่กำหนดใน Section VIII, Division 1, ASME Boiler and Pressure Vessel Code ได้แก่

ฉ. ลักษณะการสร้างตามข้อกำหนด ASME Code

ญ. ถ้าใช้งานที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20°F (-28.9°C) ต้องระบุความดัน ณ อุณหภูมิใช้งานเพิ่มเติม (ตามข้อกำหนด ANSI/IIAR2-1992)

2) ถังความดัน (Pressure Vessel) ถังความดันทุกใบต้องติดป้ายแสดง (Nameplate) และมีข้อมูลขั้นต่าเหมือนกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในข้อ 3.1.1 เว้นแต่เป็น

3) ให้ใช้งานเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและถังความดันภายในขอบเขตของความดันและอุณหภูมิที่ระบุไว้บนป้ายแสดง (Nameplate)

4) ต้องจัดเตรียมช่องต่อสำหรับอุปกรณ์ระบายความดัน (Pressure Relief Device) (เช่น วาล์วนิรภัย) บนเปลือกของเครื่อง แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อและของถังความดัน ตามข้อกำหนดในข้อที่ 3.11.4 ของ ANSI/IIAR 2-1992* ถ้าด้านท่อ (Tube Side) ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนบรรจุด้วยสารทำความเย็น (แอมโมเนีย) และอาจถูกปิดสัดด้วยวาล์ว จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ปลดความดันในส่วนที่ถูกปิดสัด เพื่อป้องกันการเกิดแรงดันเกินทำให้ท่อแตก และให้เป็นไปตามข้อที่ 5.4.1.4 ของ ANSI/IIAR 2-1992*

5) ถ้าป้ายแสดงถูกปิดบังด้วยฉนวนความเย็น ต้องรื้อฉนวนออกให้ตรวจสอบป้ายแสดงได้ หลังจากตรวจสอบให้ทำการซ่อมแซม และทำให้เป็นแท่งฉนวน (insulation plug) เพื่อปิดบริเวณนั้นไว้ และสามารถถอดออกได้เมื่อต้องการ

6) ถ้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนหรือถังความดันเกิดผุกร่อนอย่างรุนแรงมากกว่าการเกิดสนิมผิวภายนอก, จะต้องทำ การตรวจสอบเป็นพิเศษเพื่อการใช้งานต่อโดยวิศวกรผู้ชำนาญการเฉพาะทาง เช่น ผู้ตรวจสอบของ ASME

7) การตัดแปลงแก้ไขเครื่องแลกเปลี่ยนความดัน และถังความดัน ต้องทำภายใต้การกำกับดูแลของผู้ที่มีอำนาจหน้าที่ เช่น จาก ASME, หน่วยงานรัฐ และต้องทำอย่างถูกต้องตามข้อกำหนด ถ้ามีการประทับตรารับรองใหม่ต้องทำโดยผู้ที่มีอำนาจหน้าที่เฉพาะ เมื่องานเสร็จเรียบร้อยแล้ว

8) เครื่องแลกเปลี่ยนความดันและถังความดันทุกตัวต้องมีเครื่องหมาย หรือป้ายแสดงเฉพาะของอุปกรณ์นั้นๆ เครื่องหมายหรือป้ายจะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิหรือความดันใช้งานของอุปกรณ์ (ดูรายละเอียดได้จาก IIAR Bulletin “Guidelines for : Identification of Ammonia Refrigeration Piping and System Components”)

5.7.4 อีวาโปเรเตอร์แบบลมเป่า Forced Air Evaporators

- 1) อีวาโปเรเตอร์ทุกตัวต้องติดตั้ง และยึดอย่างถูกต้องมั่นคง
- 2) ไม่ควรติดตั้งอีวาโปเรเตอร์ในตำแหน่งที่มีโอกาสถูกกระแทก หรือเฉี่ยวชนจากการจราจร เช่น รถฟอร์คลิฟท์
- 3) ไม่ควรให้เกิดน้ำแข็งเกาะมากเกินควรที่อีวาโปเรเตอร์ และท่อที่ต่อจากอีวาโปเรเตอร์
- 4) พัดลมหรือชุดขับที่สั่นมากเกินไปต้องได้รับการแก้ไข
- 5) จะต้องมีการตรวจเช็คการผุกร่อนของอีวาโปเรเตอร์ แต่ละตัว

5.7.5 ปั๊มน้ำยา Refrigerant Pumps

- 1) ปั๊มน้ำยาแอมโมเนียจะต้องเป็นแบบที่เหมาะสมกับ การใช้งานนั้นๆ
- 2) ปั๊มแอมโมเนียต้องมีการติดตั้งวาล์วสกัด
- 3) ต้องติดตั้งวาล์วระบายความดัน อุปกรณ์ระบายชนิดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Relief Device) หรือท่อระบายแบบเปิดตลอด เพื่อป้องกันความดันเกินที่ระบบปั๊มแอมโมเนียและท่อทาง (ดูข้อ 3.8.2 ของ ANSI/IIAR 2-1992)

5.7.6 อุปกรณ์ดูระดับของเหลว Visual Liquid level Indicators ได้แก่ ดาวัว, หลอดแก้วดูระดับ, แผ่นประกบแท่งแก้ว, ไซท์กลาส

- 1) อุปกรณ์ระดับของเหลวที่ใช้ในการสังเกตระดับน้ำยา เช่น ในถังความดัน, เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะ ต้องถูกติดตั้งไม่ให้ได้รับการกระแทกหรือเฉี่ยวชนจากการจราจร เช่น รถฟอร์คลิฟท์
- 2) แนะนำให้ใช้แผ่นประกบแท่งแก้ว (flat armored glass) แทนหลอดแก้วกลม สำหรับเป็นอุปกรณ์ระดับน้ำยาเหลว
- 3) อุปกรณ์ระดับน้ำยาเหลวชนิดหลอดแก้วกลม จะต้องติดตั้งพร้อมกับวาล์วสกัดหัวท้าย ชนิดมีวาล์วกันกลับในตัวเพื่อลดอันตรายเมื่อหลอดแก้วแตกและต้องมีแผ่นกั้นที่แข็งแรงกันกระแทก 360 องศาล้อมรอบ และยาวตลอดตัว หลอดแก้ว

5.7.7 ระบบท่อ Piping System

- 1) ระบบท่อแอมโมเนียและอุปกรณ์ประกอบจะต้อง ติดตั้งตามข้อกำหนดในข้อ 5 ของ ANSI/IIAR 2-1992
- 2) อุปกรณ์รับความดันที่ใช้เกลียวขันแน่น เช่น ฝาครอบแกนวาล์ว, หน้าแปลนจะต้องมีการตรวจสอบการขันแน่นตามระยะเวลาส่วนที่มีการซ่อมจะต้องมีการบันทึกการซ่อมในสมุดรายงาน
- 3) ท่อทางแอมโมเนียต้องถูกตรวจสอบตลอดแนวให้แน่ใจว่าไม่มีโอกาสถูกกระแทกเฉี่ยวชนจากการจราจร เช่น รถฟอร์คลิฟท์
- 4) ท่อที่ไม่ได้หุ้มฉนวนต้องมีการตรวจสอบการสุกก่อน, ถ้าเกิดการสุกก่อนจะต้องขันสนิมออกถึงผิวโลหะ แล้วทาสีกันสนิมท่อที่เกิดการสุกก่อนมากต้องถูกตัดเปลี่ยน
- 5) ท่อหุ้มฉนวนที่แสดงลักษณะว่าแผ่นกั้นความชื้น (Vapor barrier) เสียหายต้องรื้อฉนวนออกแล้วจึงทำการตรวจสอบท่อ และควรตรวจสอบตลอดทั้งแนวท่อ
- 6) ท่อแอมโมเนียทั้งหมดควรติดป้ายแสดงว่าเป็นท่อ ประเภทใด (เช่น ทางส่ง, ทางดูดน้ำยาเหลว) และบอกทิศทางการไหลของน้ำยา

5.7.8 การระบายอากาศห้องเครื่องจักรแอมโมเนีย (Ammonia Machinery Room Ventilation System)

- 1) ห้องเครื่องจักรต้องมีลักษณะโปร่ง อากาศถ่ายเทได้สะดวก
- 2) ถ้าห้องเครื่องจักร อากาศถ่ายเทไม่สะดวกควรติดตั้งระบบเครื่องระบายอากาศ
- 3) ถ้าห้องเครื่องจักรปิดทึบ เช่น ห้องใต้ดินและไม่ได้ติดตั้งระบบเครื่องระบายอากาศ อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดในห้องจะต้องเป็นแบบกันระเบิด (Explosion Proof)
- 4) แนะนำให้ติดตั้งเครื่องตรวจการรั่วของแอมโมเนีย

5.7.9 อุปกรณ์ระบายความดัน (Pressure-Relief Devices)

- 1) ต้องติดตั้งวาล์วระบายความดัน (วาล์วนิรภัย) แบบเดี่ยวหรือแบบคู่ หรืออุปกรณ์ระบายความดันชนิดอื่น ที่เหมาะสมบนถังความดัน, เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน, หม้อน้ำมัน, หม้อถ่ายน้ำมันทุกใบและต้องติดตั้ง ณ จุดต่างๆ ในระบบทำความเย็นแอมโมเนียที่จำเป็นต้องมี เพื่อป้องกันการแตกรั่ว จากความดัน เกิน เช่น ระบบท่อน้ำยาเหลวที่อาจถูกปิดสกัดหัวท้าย
- 2) ต้องไม่ติดตั้งวาล์วสักระหว่างวาล์วระบายความดันกับส่วนของระบบ เว้นแต่จะใช้วาล์วสามทางคู่กับวาล์วระบายความดันแบบคู่ และต้องเปิดวาล์วเต็มที่ ขณะที่ระบบทำงาน
- 3) วาล์วระบายความดันทุกตัวต้องติดตั้งโดยตรงบนถังความดัน หรือบนระบบ และอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึง เพื่อตรวจสอบหรือเปลี่ยนแทนได้ว่าความดันออกแบบของอุปกรณ์หรือระบบ
- 4) วาล์วระบายความดันทุกตัวต้องตั้งแรงดันเริ่มเปิด ไม่เกินกว่าความดันออกแบบของอุปกรณ์หรือระบบ
- 5) วาล์วระบายความดันต้องถูกปรับตั้ง แล้วผนึก (sealed) โดยผู้ผลิต และมีป้ายแสดงระบุความดันระบายตามมาตรฐาน
- 6) ท่อที่ต่อกับถังวาล์วระบายความดัน ต้องมีขนาดพอเพียงและยึดมั่นคง การระบายสู่บรรยากาศต้องอยู่ในจุดที่เหมาะสม ไม่ควรติดตั้งวาล์วระบายความดันในห้องเย็น เพราะอาจทำให้ความชื้นไหลย้อนสะสมในตัววาล์วระบาย หรือในท่อระบาย
- 7) วาล์วระบายความดันที่ระบายสู่บรรยากาศควรมีการเปลี่ยนใหม่ หรือทดสอบใหม่ทุกๆ ระยะเวลา 5 ปี การทดสอบต้องทำโดยผู้ที่มีหน้าที่ชำนาญเฉพาะ
- 8) ถ้าทางส่งของอุปกรณ์ระบายความดันต่อออกสู่บรรยากาศ ต้องต่อออกภายนอกอาคาร และมีขนาดโคพอ และไม่ถูกอุดตันได้ (แนะนำให้ต่อปลายลงถึงน้ำเพื่อดูดซับแอมโมเนียในปริมาณน้ำ 1 แกลลอนต่อแอมโมเนีย 1 ปอนด์ หรือเท่ากับน้ำ 1 ลบ.ม. ต่อแอมโมเนีย 120 กก.)

5.7.10 ข้อกำหนดทั่วไปเพื่อความปลอดภัย

- 1) อุปกรณ์วัดทุกตัวที่ติดตั้งต้องอยู่ในสภาพใช้งานได้ดี. อุปกรณ์วัดที่เสียหาย ชำรุด ต้องถูกเปลี่ยนทดแทน
- 2) แอ็กควิมิวเลเตอร์หรือถังอินเทอร์คูลเลอร์ควรติดตั้งสวิทช์ลอยคุมระดับสูง (High Level Float Switches) และทำการเตือนเมื่อระดับน้ำยาสูง ในทางปฏิบัติอาจจะสั่งงานให้คอมเพรสเซอร์ หยุดทำงาน
- 3) วาล์วสักรัดตัวหลักต่างๆ ในระบบ, วาล์วเมนน้ำยาเหลว (king valve), วาล์วสักรัดเมนท่อแก๊สร้อนดีฟรอสท์, วาล์วเมนปิดน้ำยาเหลวจากปั๊มแอมโมเนีย, วาล์วตัดต่อปั๊มแอมโมเนีย ต้องอยู่ในที่ๆ เข้าถึงได้สะดวกและมีป้ายชี้บอกเห็นได้ชัดเจน

- 4) ต้องมีป้ายแสดงบอกอย่างชัดเจนในทุกๆ ระบบเครื่องทำความเย็น แสดงข้อมูลดังนี้
 - ก. ชื่อและที่อยู่ของผู้ติดตั้งระบบ
 - ข. น้ำยา (แอมโมเนีย) หมายเลข (R717) ปริมาณน้ำยาที่เติมในระบบ
 - ค. ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นและปริมาณ
 - ง. ความดันทดสอบในงานติดตั้ง
- 5) ป้ายแสดงในที่เห็นได้ชัดเจนบอกถึงวิธีปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ฉุกเฉิน และชื่อผู้มีหน้าที่ปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน
 - 6) ทุกโรงงานจะต้องมีแผนอพยพที่เหมาะสมแสดงให้เห็น และมีรายชื่อผู้ที่มีหน้าที่ปฏิบัติตามแผน แสดงชัดเจนในแผนอพยพ
 - 7) น้ำแข็งที่เกิดสะสมที่อาจเป็นอันตรายต่อระบบ หรืออุปกรณ์ต้องเอาออก และต้องแก้ไขต้นเหตุที่เกิดการสะสมน้ำแข็งด้วย
 - 8) ถ้ามีแอมโมเนียรั่วต้องหาจุดและสาเหตุที่รั่ว และแก้ไขซ่อมแซม
 - 9) เสี่ยงที่ผิดปกติ, การสั่นของท่อ, พัดลม, ป้อนของระบบน้ำยาด้วยแรงดัน การเกิดการกระแทกไฮดรอลิกภายในท่อ ต้องได้รับการตรวจสอบและแก้ไข
 - 10) ที่ฉีดน้ำล้างตา, น้ำฝักบัวรดตัวขนาดใหญ่ ต้องถูกจัดเตรียมบริเวณด้านนอกของห้องเครื่องจักรใกล้ประตูทางออก และควรมีที่ฉีดน้ำล้างตา และน้ำฝักบัวรดตัวขนาดใหญ่เพิ่มเติมอยู่ในห้องเครื่องจักร ซึ่งอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานด้วย
 - 11) ห้องเครื่องจักรทุกห้องต้องมีหน้ากากกันไอแอมโมเนียแบบมีถังอากาศ (Self contained breathing apparatus) จัดเตรียมไว้ด้านนอกห้องเครื่องจักรใกล้ประตูทางออก และต้องมีชุดสำรองจัดเตรียมไว้ด้วย
 - 12) ถ้ามีช่องทางออกเพียงทางเดียวจากห้องเครื่องไปบริเวณใช้งานอื่น ต้องไม่เดินท่อแอมโมเนียหรือติดตั้งอุปกรณ์ในช่องทางเดินนั้น และต้องไม่มีสิ่งกีดขวางในช่องทางนั้น
 - 13) ต้องไม่มีขวดน้ำยาแอมโมเนียต่ออยู่กับระบบ (ไม่ว่าจะเป็นแบบชั่วคราวหรือถาวร) เว้นแต่ในขณะที่ทำการถ่ายน้ำยา โดยผู้มีหน้าที่เฉพาะ
 - 14) จะต้องมีเอกสารบันทึกประจำวันของการทำงานของ เครื่องจักร, การบำรุงรักษาและงานซ่อมแซมระบบทำความเย็น
 - 15) จะต้องมีเอกสารบันทึกประจำแสดงการเติมน้ำมันหล่อลื่น และการถ่ายน้ำมันหล่อลื่นออกจากระบบ

5.7.11 ระยะเวลาในการตรวจสอบความปลอดภัย

- 1) ทุกโรงงานต้องมีผู้ที่ได้รับมอบหมายจากเจ้าของโรงงาน โดยเฉพาะ เพื่อทำหน้าที่รักษาภาวะเบี่ยงความปลอดภัยของระบบเครื่องทำความเย็น
- 2) ทุกปีเจ้าของโรงงานต้องจัดให้มีการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบแอมโมเนีย
- 3) ทุกๆ 5 ปีต้องมีการตรวจสอบระบบเครื่องทำความเย็นแอมโมเนียอย่างละเอียดทั้งระบบโดยวิศวกรที่เชี่ยวชาญระบบทำความเย็นและ/หรือโดยเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานเฉพาะทาง

5.7.12 รายงานการตรวจสอบ Inspection Checklist

แบบฟอร์มรายงานการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบทำความเย็น มีทั้งของ IIAR และของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (คล้ายกัน) ใช้ทำการตรวจสอบเครื่องจักรและระบบ ได้แก่ คอมเพรสเซอร์, คอนเดนเซอร์, ถังความดัน, ระบบท่อทาง ฯลฯ หาได้จากเอกสาร IIAR Bulletin No.109 หรือที่กรมโรงงานกระทรวงอุตสาหกรรม

5.8 การจัดเตรียมระบบความปลอดภัย แบ่งเป็น 3 ระดับ (วารสารสมาคมเครื่องทำความเย็นไทย ฉบับที่ 8 เดือนพฤษภาคม, 2546 : 20-22) ดังนี้

5.8.1 ระดับที่ 1

- 1) ต้องมีระบบเตือนภัยเพื่อแจ้งให้ผู้คนอพยพในทันที
- 2) หยุดอุปกรณ์เครื่องทำความเย็นทั้งหมด
- 3) เดินเครื่องระบายอากาศ
- 4) แจ้งหน่วยกู้ภัยฉุกเฉิน

บุคลากรที่ไม่เกี่ยวข้องกับภารกิจไม่ควรอยู่ในบริเวณที่มีแอมโมเนียรั่วไหล จนกว่าเหตุการณ์จะสงบและแอมโมเนียได้ถูกกำจัด หน้ากากป้องกันถือเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในระดับนี้

5.8.2 ระดับที่ 2 ระดับนี้ต้องมีระบบความปลอดภัยเหมือนระดับที่ 1 และมีเพิ่มเติมดังนี้

- 1) ต้องมีความสามารถที่จะแก้ไขหรือลดความรุนแรงของการรั่วไหลของแอมโมเนียได้ เช่น สามารถเข้าไปปิดวาล์วสกัดได้
- 2) สามารถเข้าไปช่วยเหลือคนซึ่งติดอยู่ในบริเวณที่มีแอมโมเนียได้ในระดับหนึ่งในระดับนี้อุปกรณ์ที่ควรจะมี คือ หน้ากากป้องกันแอมโมเนีย ถุงมือ หน้ากากป้องกันแอมโมเนียพร้อมถังอากาศ ชุดป้องกันแอมโมเนีย

5.8.3 ระดับที่ 3

- 1) จัดตั้งหน่วยกู้ภัยฉุกเฉินภายใน โดยใช้บุคลากรในโรงงาน
- 2) สามารถเข้าไปในบริเวณที่มีแอมโมเนียความเข้มข้นสูงได้
- 3) สามารถเข้าไปช่วยเหลือคนซึ่งติดอยู่ในบริเวณที่มีแอมโมเนียความเข้มข้นสูงได้
- 4) หยุดและจำกัดการรั่วไหลของแอมโมเนียได้
- 5) สามารถเก็บแอมโมเนียเหลวที่กำลังรั่วไหลได้
- 6) สามารถที่จะควมแน่นแอมโมเนียที่เป็นฝอยและลดปริมาณก๊าซแอมโมเนียได้ภายใน 30 นาทีแรกที่แอมโมเนียรั่ว สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้าอย่างถูกต้องและรวดเร็ว โดยคนคนเดียว และเกิดความเสียหายน้อยที่สุด

5.9 วิธีการควบคุมการรั่วไหล

สำหรับการควบคุมการรั่วไหลของแอมโมเนียนั้น มีอยู่หลายวิธี และเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ซึ่งมีดังนี้ คือ

5.9.1 วาล์วตัดตอนฉุกเฉิน (Emergency Isolation Valve) วาล์วนี้จะติดอยู่ตามท่อขนส่งลำเลียงแอมโมเนีย หากเกิดกรณีที่แอมโมเนียรั่วไหลจากท่อ สามารถปิดที่วาล์วนี้

5.9.2 การใช้น้ำฉีด (Water Spray) เพื่อไม่ให้แอมโมเนียแพร่ไปในอากาศ โดยอาจติดเป็นหัวฉีดน้ำ (Sprinkle) ไว้ที่ประตูทางเข้าออก และที่บริเวณต่างๆ ของโรงงาน

5.9.3 กำแพงกันไอระเหย (Vapor Barriers) เพื่อยับยั้งการแพร่กระจายของสารอันตรายสู่ภายนอก และยังช่วยให้สามารถจัดการสารอันตรายได้ง่ายขึ้น

6. การจัดการแอมโมเนียเมื่อเกิดการรั่วไหล

เนื่องจากคุณสมบัติของแอมโมเนียละลายน้ำได้ดี หากเกิดการรั่วไหลที่วาล์ว ข้อต่อ หรืออุปกรณ์ต่างๆ สิ่งสำคัญในการจัดการการรั่วไหลก็คือ พยายามฉีดน้ำให้เป็นฝอยอย่างหนาแน่น ครอบคลุมเพื่อจับไอของแอมโมเนียที่ฟุ้งกระจาย เป็นการสลายพิษแอมโมเนีย และระวังไม่ให้ฉีดน้ำโดยตรงจุดที่แอมโมเนียเหลวรั่วไหลอยู่ พยายามเข้าไปปิดวาล์ว หรือหยุดการรั่วไหลที่ต้นทางให้ได้ แต่ผู้ที่เข้าไปปฏิบัติการจะต้องสวมใส่ชุดป้องกันสารเคมี และอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสม เช่น หน้ากากป้องกันแอมโมเนีย และเครื่องช่วยหายใจ (Self-Control Breathing Apparatus) ตลอดเวลาที่ปฏิบัติการ ดังภาพที่ 4.19 และ 4.20



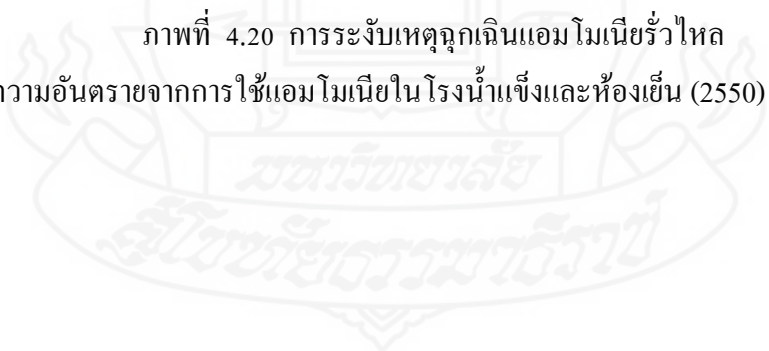
ภาพที่ 4.19 การรั่วไหลของแอมโมเนีย

ที่มา : บทความอันตรายจากการใช้แอมโมเนียในโรงงานน้ำแข็งและห้องเย็น (2550)



ภาพที่ 4.20 การระงับเหตุฉุกเฉินแอมโมเนียรั่วไหล

ที่มา : บทความอันตรายจากการใช้แอมโมเนียในโรงงานน้ำแข็งและห้องเย็น (2550)



บทที่ 5

การป้องกันอันตรายในการใช้แอมโมเนีย

สำหรับการปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำแข็งสามารถแบ่งผู้ที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้คือ กลุ่มผู้ประกอบการหรือเจ้าของกิจการ ซึ่งคนในกลุ่มนี้จะเป็นผู้กำหนดแนวทางการปฏิบัติงานเกือบทั้งหมด ส่วนอีกกลุ่มคือ กลุ่มผู้ปฏิบัติงาน ซึ่ง ได้แก่ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย วิศวกร และเจ้าหน้าที่ระดับผู้ปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง ซึ่งเป็นผู้ที่ใกล้ชิดกับแอมโมเนียโดยตรง

แม้ว่าคนในกลุ่มผู้ประกอบการหรือเจ้าของกิจการจะไม่ได้เป็นผู้ที่ใกล้ชิดกับแอมโมเนียโดยตรง แต่คนในกลุ่มนี้จะมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการปฏิบัติงาน รวมทั้งการจัดหาเครื่องมือป้องกันอันตรายสำหรับผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งหากคนในกลุ่มนี้ไม่มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายของแอมโมเนียแล้ว ก็จะมีผลกระทบโดยตรงต่อการปฏิบัติงานของคนในกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน

ฉะนั้น ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง ผู้ที่เกี่ยวข้องทุก ๆ คน ควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายของแอมโมเนีย รวมถึงการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เหมาะสมกับงานที่ทำด้วย ซึ่งสิ่งที่ควรปฏิบัติสำหรับคนแต่ละกลุ่ม มีดังนี้

1. หน้าที่ของผู้ประกอบการ/เจ้าของกิจการ

เนื่องจากในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง ส่วนใหญ่จะเป็นโรงงานที่มีขนาดเล็กและเป็นกิจการภายในครอบครัว ซึ่งจะมีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานไม่มากนัก และส่วนใหญ่จะไม่มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยประจำอยู่ใน ขณะนั้นการวางแผนทางด้านความปลอดภัยต่างๆ จึงเป็นหน้าที่ของผู้ประกอบการ/เจ้าของกิจการ อ้างอิงตามกฎกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2554 เรื่องกำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบทำความเย็นที่ใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นในโรงงาน หน้าที่ของผู้ประกอบการ/เจ้าของกิจการควรปฏิบัติดังนี้

1.1 จัดให้มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานไว้ประจำสถานประกอบการตามประกาศกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม พ.ศ. 2540 เรื่องความปลอดภัยในการทำงานของลูกจ้าง ลงวันที่ 31 มีนาคม 2540 โดยกำหนดให้สถานประกอบการที่มีคนงานตั้งแต่ 50 คนขึ้นไปเจ้าของกิจการต้องจัดให้มี เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับเทคนิคขั้นสูง หรือ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพ

1.2 จัดการอบรมให้แก่เจ้าหน้าที่ หรือ ส่งเจ้าหน้าที่ไปอบรมกับหน่วยงานภายนอกเพื่อปฏิบัติงานกับแอมโมเนียได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย จัดให้มีการฝึกอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องให้มีความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากแอมโมเนีย การขนส่ง การจัดเก็บ การปฏิบัติงานกับแอมโมเนียอย่างปลอดภัย รวมทั้งการระงับเหตุฉุกเฉินเมื่อเกิดการรั่วไหลของแอมโมเนีย และการฝึกซ้อมแผนฉุกเฉิน ทั้งนี้ให้มีการฝึกอบรมเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นการย้ำเตือนให้พนักงานตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงานกับแอมโมเนีย

1.3 มีแผนดำเนินการบำรุงรักษาระบบทำความเย็น รวมถึงอุปกรณ์ในระบบทำความเย็นตามหลักวิชาการด้านวิศวกรรมเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

1.4 จัดให้มีเจ้าหน้าที่หรือวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมเพื่อตรวจสอบและทดสอบการใช้งานระบบทำความเย็นให้มีความปลอดภัยอยู่เสมออย่างน้อยปีละหนึ่งครั้งและต้องรายงานให้อุตสาหกรรมจังหวัดทราบภายใน 30 วันนับตั้งแต่วันที่ทำการตรวจสอบหรือทดสอบ

1.5 จัดให้มีผู้ควบคุมดูแลการทำงานประจำระบบทำความเย็น โดยผู้ควบคุมดังกล่าวต้องมีคุณวุฒิได้รับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงด้านช่างอุตสาหกรรมที่มีหน่วยการศึกษาด้านระบบทำความเย็นและระบบปรับอากาศ หรือช่างผู้ชำนาญงานที่ผ่านการฝึกอบรมตามหลักสูตรผู้ควบคุมระบบทำความเย็นจากกระทรวงอุตสาหกรรมหรือสถาบันอื่นที่กระทรวงอุตสาหกรรมเห็นชอบและเป็นคนงานประจำโรงงาน

1.6 จัดให้มีการประเมินความเสี่ยง โดยกำหนดหัวข้อการประเมินดังนี้ มาตรการป้องกันควบคุมอันตราย และข้อเสนอแนะ ซึ่งมาตรการป้องกันหรือควบคุมอันตราย เป็นมาตรการที่มีอยู่เดิมในองค์กร เพื่อป้องกันมิให้เกิดความเสี่ยงที่ได้ประเมินมา ซึ่งอาจจะแตกประเด็นให้พิจารณาว่าควรจะมาจากระบบใดบ้าง โดยมอบหมายให้เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพในการดำเนินการประเมินความเสี่ยงต่อไป

1.7 การกำหนดการออกแบบเครื่องจักร และมาตรการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อคงสภาพและสมรรถนะให้ดีที่สุด ทั้งนี้ให้รวมไปถึงอุปกรณ์ป้องกัน อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยต่างๆ

1.8 กำหนดระเบียบและวิธีการปฏิบัติงานที่ใช้ในการควบคุมการทำงานหรือเครื่องจักรในจุดนั้น ๆ ทั้งที่เป็นเอกสารหรือไม่เป็นเอกสาร ซึ่งการเป็นเอกสารก็จะดีกว่าเพราะค่อนข้างทำให้เชื่อถือได้ว่ามีระเบียบวิธีการปฏิบัติงานนั้นจริง สื่อสารได้ง่าย และรวมถึงไปถึงสามารถเก็บไว้ตรวจสอบหรือสื่อสารให้คนรุ่นต่อไป

1.9 จัดหาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ได้แก่ ถุงมือ หน้ากาก รองเท้า และชุด ที่ใช้สำหรับป้องกันแอมโมเนีย หรืออุปกรณ์ที่จำเป็น เช่น เครื่องช่วยหายใจรวมถึงอุปกรณ์ ในการระงับอุบัติเหตุที่เหมาะสม เก็บไว้ในที่ที่สามารถหยิบใช้ได้สะดวกและต้องอยู่ในสภาพพร้อม ใช้งานเสมอ

1.10 จัดให้มีที่ชำระล้างแอมโมเนีย ได้แก่ ที่ล้างตาฉุกเฉินและฝักบัวล้างตาฉุกเฉิน หรือ อุปกรณ์อื่นที่เหมาะสม เพื่อให้บุคลากรประจำโรงงานสามารถใช้ได้ทันทีเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

1.11 จัดทำแผนระงับเหตุฉุกเฉินในกรณีแอมโมเนียรั่วไหล / เพลิงไหม้ และต้องจัดให้มีการฝึกซ้อมตามแผนฉุกเฉินเป็นประจำอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

1.12 จัดเตรียมอุปกรณ์ระงับภัยในกรณีแอมโมเนียหกรั่วไหล หรือเกิดเพลิงไหม้ เช่น ระบบน้ำดับเพลิง และถังดับเพลิง รวมทั้งการจัดการน้ำเสียจากการระงับเหตุ เป็นต้น

2. หน้าที่ของผู้ปฏิบัติงาน

ได้แก่ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย วิศวกร และเจ้าหน้าที่ระดับผู้ปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 หน้าที่ของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย (จป.) ในการทำงานระดับต่าง ๆ เกี่ยวกับแอมโมเนีย

2.1.1 เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับเทคนิค มีหน้าที่

- 1) แนะนำลูกจ้างให้ปฏิบัติตามกฎระเบียบ คำสั่ง คำแนะนำ หรือ มาตรการเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานกับแอมโมเนีย
- 2) สืบหาและรายงานสภาพความไม่ปลอดภัยจากการทำงานกับแอมโมเนีย พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางแก้ไข
- 3) รายงานอุบัติเหตุหรือการเจ็บป่วยจากการทำงานของลูกจ้างต่อนายจ้าง
- 4) ปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยตามที่นายจ้างมอบหมาย จป. ระดับหัวหน้างานหรือระดับบริหารมอบหมาย

2.1.2 เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับหัวหน้างาน มีหน้าที่

- 1) กำกับ ดูแล ให้ลูกจ้างในหน่วยงานที่รับผิดชอบปฏิบัติตามข้อบังคับและคู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงานกับแอมโมเนีย
- 2) วิเคราะห์งานในหน่วยงานที่รับผิดชอบเพื่อค้นหาความเสี่ยงหรืออันตรายเบื้องต้น

เกี่ยวกับแอมโมเนียโดยอาจร่วมดำเนินการกับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับเทคนิค ระดับเทคนิคขั้นสูง หรือระดับวิชาชีพ

3) สอนวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องแก่ลูกจ้างในหน่วยงานที่รับผิดชอบเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย เช่น สอนการสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่ถูกต้องในการเข้าปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย

4) ตรวจสอบสภาพการทำงาน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ก่อนลงมือปฏิบัติงานประจำวัน

5) กำกับ ดูแล การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลของลูกจ้างในหน่วยงาน ที่รับผิดชอบให้ถูกต้อง

6) รายงานการประสบเหตุอันตราย การเจ็บป่วย หรือการเกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ อันเนื่องมาจากการทำงานของลูกจ้างต่อนายจ้าง และแจ้งต่อเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับเทคนิค ระดับเทคนิคขั้นสูง หรือระดับวิชาชีพ สำหรับสถานประกอบการที่มีหน่วยงานความปลอดภัย ให้แจ้งต่อหน่วยงานความปลอดภัยทันทีที่เกิดเหตุ

7) ตรวจสอบหาสาเหตุการประสบอันตราย การเจ็บป่วย หรือการเกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ อันเนื่องมาจากการทำงานของลูกจ้างร่วมกับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับเทคนิค ระดับเทคนิคขั้นสูง หรือระดับวิชาชีพ และรายงานผล รวมทั้งเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาคณะนายจ้าง โดยไม่ชักช้า

8) ส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมความปลอดภัยในการทำงาน

9) ปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยในการทำงาน ตามที่เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับบริหารมอบหมาย

2.1.3 เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ มีหน้าที่

1) ตรวจสอบและเสนอแนะให้นายจ้างปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับ ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย

2) วิเคราะห์งานเพื่อชี้บ่งอันตรายของแอมโมเนีย รวมทั้งกำหนดมาตรการป้องกันหรือขั้นตอนการทำงานอย่างปลอดภัยเสนอต่อนายจ้าง

3) ประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในการทำงานกับก๊าซแอมโมเนีย

4) วิเคราะห์แผนงานโครงการ รวมทั้งข้อเสนอแนะของหน่วยงานต่าง ๆ และเสนอแนะมาตรการความปลอดภัยในการทำงานกับแอมโมเนียต่อนายจ้าง

- 5) ตรวจสอบการปฏิบัติงานของสถานประกอบกิจการให้เป็นไปตามแผนงานโครงการหรือมาตรการความปลอดภัยในการทำงาน
- 6) แนะนำให้ลูกจ้างปฏิบัติตามข้อบังคับและคู่มือความปลอดภัยแอมโมเนีย
- 7) แนะนำ ฝึกสอน อบรมลูกจ้างเพื่อให้การปฏิบัติงานปลอดภัยจากเหตุอันจะทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยในการทำงาน
- 8) ตรวจสอบวัดก๊าซแอมโมเนียและประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงาน ดำเนินการร่วมกับบุคคลหรือหน่วยงานที่ขึ้นทะเบียนกับกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเป็นผู้รับรองหรือตรวจสอบเอกสาร หลักฐานรายงานในการตรวจสอบสภาพแวดล้อมในการทำงานภายในสถานประกอบกิจการ
- 9) เสนอแนะต่อนายจ้างเพื่อให้มีการจัดการด้านความปลอดภัยแอมโมเนียในการทำงานที่เหมาะสม กับสถานประกอบกิจการ และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง
- 10) ตรวจสอบหาสาเหตุการประสบอันตราย การเจ็บป่วย หรือการเกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญอันเนื่องมาจากการทำงานกับแอมโมเนีย รายงานผลรวมทั้งเสนอแนะต่อนายจ้างเพื่อป้องกันการเกิดซ้ำ
- 11) รวบรวมสถิติ วิเคราะห์ข้อมูล จัดทำรายงาน และขอเสนอแนะเกี่ยวกับการประสบอันตราย การเจ็บป่วย หรือการเกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญอันเนื่องมาจากการทำงานของลูกจ้าง
- 12) ปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยในการทำงานอื่นๆ ตามที่นายจ้างมอบหมาย

2.1.4 เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับบริหาร มีหน้าที่

- 1) กำกับ ดูแล เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานทุกระดับซึ่งอยู่ในบังคับบัญชาของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับบริหาร ปฏิบัติงานตามกฎหมาย ระเบียบ คำสั่งหรือมาตรการความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับแอมโมเนีย
- 2) เสนอแผนงาน โครงการด้านความปลอดภัยในการทำงานในหน่วยงานที่รับผิดชอบต่อนายจ้าง
- 3) ส่งเสริม สนับสนุน และติดตามการดำเนินงานเกี่ยวกับการจัดการความปลอดภัยในการทำงานกับแอมโมเนีย ให้เป็นไปตามแผนงานโครงการเพื่อให้มีการจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงานที่เหมาะสมกับ สถานประกอบกิจการ

4) กำกับ ดูแล และติดตามให้มีการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อความปลอดภัยของลูกจ้าง ในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนียตามที่ ได้รับรายงานหรือตามข้อเสนอแนะของเจ้าหน้าที่ ความปลอดภัยในการทำงาน คณะกรรมการ หรือ หน่วยงานความปลอดภัย

2.2. หน้าที่ของวิศวกรมีดังนี้คือ

2.2.1 ตรวจสอบและทดสอบการใช้งานระบบทำความเย็นหรือเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบทำความเย็นให้มีความปลอดภัยอยู่เสมออย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

2.2.2 ควบคุม การออกแบบ การผลิต การซ่อมแซมหรือดัดแปลงเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น

2.3 หน้าที่ของเจ้าหน้าที่ระดับผู้ปฏิบัติงาน

2.3.1 ปฏิบัติตามกฎหมายข้อบังคับของโรงงานรวมทั้งปฏิบัติตามคู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

2.3.2 ในการปฏิบัติงานที่มีการใช้แอมโมเนีย จะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย (Safety Operation Procedures) โดยเคร่งครัดในทุกขั้นตอน

2.3.3 ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนียต้องสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสม เช่น ชุดป้องกันอันตรายจากสารเคมี พร้อมทั้งอุปกรณ์ได้แก่ ถุงมือ หน้ากาก อุปกรณ์ช่วยหายใจ แล้วแต่ความจำเป็น ทั้งในการระงับเหตุฉุกเฉิน และในกรณีปฏิบัติงานตามปกติ

2.3.4 เข้ารับการฝึกอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องให้มีความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากแอมโมเนีย การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย รวมทั้งการระงับเหตุฉุกเฉินที่เกิดจากแอมโมเนีย เข้ารับการฝึกอบรมเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นการย้ำเตือนให้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงานกับแอมโมเนีย

2.3.5 ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายจากนายจ้างและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย

3. ลักษณะอาคารและการติดตั้งอุปกรณ์ที่ดีในห้องเครื่องสำหรับระบบทำความเย็น

เพื่อความปลอดภัยในอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งควรมีลักษณะดังนี้

3.1 ลักษณะอาคารโรงงาน อาคารโรงงานต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

3.1.1 ห้ามติดตั้งเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในระบบทำความเย็นบริเวณทางเข้าออก

3.1.2 ต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจไอระเหยของสารแอมโมเนีย ณ บริเวณห้องเครื่อง และห้องปฏิบัติการคนงานที่มีการติดตั้งระบบทำความเย็น โดยติดตั้งอย่างน้อยห้องละหนึ่งจุด

3.1.3 ต้องมีการป้องกันความเสียหายเชิงกล โดยห้ามติดตั้งระบบทำความเย็นและอุปกรณ์ต่าง ๆ บริเวณปล่องลิฟต์ ปล่องชักรอก หรือปล่องที่มีการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ ภายในอาคาร ตลอดจนบริเวณที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายเชิงกลอื่น ๆ

3.1.4 ห้องเครื่องต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1) ต้องติดตั้งระบบระบายอากาศอย่างน้อยหนึ่งระบบ ดังต่อไปนี้

มีช่องระบายอากาศขนาดเหมาะสมเพื่อให้อากาศหมุนเวียนภายในอย่างเพียงพอและเกิดความปลอดภัยแก่คนงาน หรือ ติดตั้งพัดลมระบายอากาศที่สามารถเปลี่ยนอากาศในห้องได้อย่างสมบูรณ์ภายในสี่สิบนาที และระบายอากาศเก่าทั้งหมดออกสู่ภายนอกอาคาร

2) ต้องมีขนาดที่สามารถติดตั้งเครื่องจักรได้พอเหมาะ

3) ต้องสามารถเข้าไปทำการตรวจตรา บำรุงรักษา และปฏิบัติงานได้อย่างสะดวก

4) ทางเดินต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง และมีความกว้างอย่างน้อย 90 เซนติเมตร และความสูงอย่างน้อย 200 เซนติเมตร

5) มีทางเข้าออกอย่างน้อยสองทาง

6) มีป้ายห้ามบุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้าไปในห้องเครื่อง

3.1.5 ท่อแอมโมเนียที่อยู่ใต้ดินต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนที่เหมาะสม

4. เครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น

เครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบทำความเย็นอย่างน้อยต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ระบายความดันและอุปกรณ์ความปลอดภัย และเป็นไปตามข้อกำหนดที่จำเป็นต้องมี ดังต่อไปนี้

4.1 เครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบทำความเย็นต้องอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยเพียงพอที่จะใช้งาน

4.2 อุปกรณ์ในระบบทำความเย็น

4.2.1 คอมเพรสเซอร์ทุกตัวต้องติดตั้ง

1) วาล์วสกัดทางดูด

2) วาล์วสกัดทางส่ง

3) สวิตช์ตัดความดันต่ำ

4) สวิตช์ตัดความดันสูง

5) สวิตช์ตัดความดันน้ำ มันท่ำ และ อุปกรณ์วัดความดันน้ำ มันท่ำในกรณีที่ใช้คอมเพรสเซอร์ใช้บีมน้ำมัน

6) อุปกรณ์วัดความดันทางดูดและความดันทางส่ง

4.2.2 คอนเดนเซอร์แบบเปลือกและท่อ (Shell and tubes condenser) และภาชนะรับความดันต้องติดตั้งอุปกรณ์ระบายความดัน

4.2.3 ปัมป์แอมโมเนียต้องติดตั้งวาล์วสกักท่อทางเข้าและทางออกของปัมป์

4.2.4 อุปกรณ์คู่ระดับของแอมโมเนียต้องติดตั้งวาล์วสกักหัวท้าย และหลอดแก้วต้องมีแผ่นกั้นที่แข็งแรงกันกระแทก ๓๖๐ องศา ล้อมรอบหลอดความยาวของหลอดแก้ว

4.3 อุปกรณ์ระบายความดัน

4.3.1 ต้องติดตั้งวาล์วนิรภัยแบบเดี่ยวหรือแบบคู่ หรืออุปกรณ์ระบายความดันชนิดอื่นที่เหมาะสมบนภาชนะรับความดัน คอนเดนเซอร์ ถังแยกน้ำมัน ถังถายน้ำมันทุกใบและ ณ จุดต่าง ๆ ในระบบทำความเย็นที่จำเป็นต้องมี เพื่อป้องกันการแตกรั่วจากความดันเกิน

4.3.2 ต้องไม่ติดตั้งวาล์วสกักระหว่างวาล์วนิรภัยกับส่วนของระบบทำความเย็น เว้นแต่จะใช้วาล์วสามทางร่วมกันกับวาล์วระบายความดันแบบคู่ และต้องเปิดวาล์วในตำแหน่งเปิดเต็มที่ ขณะที่ระบบทำความเย็นทำงาน

4.3.4 วาล์วนิรภัยทุกตัวต้องตั้งค่าความดันเริ่มเปิดไม่เกินกว่าค่าความดันออกแบบของระบบทำความเย็นหรืออุปกรณ์ในระบบทำความเย็น แต่ต้องไม่ต่ำกว่าค่าความดันแอมโมเนียที่อุณหภูมิบรรยากาศ ณ จุดที่ใช้งาน

4.4 ข้อกำหนดทั่วไป

4.4.1 ท่อส่งแอมโมเนียจากคอมเพรสเซอร์ไปคอนเดนเซอร์ต้องมีวาล์วกักกลับทางส่ง

4.4.2 วาล์วสกักหลักต่าง ๆ ในระบบทำความเย็นต้องอยู่ในที่เข้าถึงได้สะดวก และมีป้ายชื่อบอกชัดเจน

5. อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment ; PPE) หมายถึง สิ่งหนึ่งสิ่งใดที่นำมาสวมใส่ลงบนอวัยวะส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายหรือหลายส่วนรวมกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อป้องกันอวัยวะส่วนนั้นของร่างกาย ไม่ให้ประสบอันตรายจากสิ่งหนึ่งสิ่งใดหรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันอันตรายอันเกิดจากสภาพสิ่งแวดล้อมในการทำงานให้แก่คนงาน

5.1 ความสำคัญของอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลแบ่งได้เป็น 3 ประการ ดังนี้

5.1.1 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากอุบัติเหตุขณะทำงาน

5.1.2 ช่วยป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นโดยตรงในสภาพการทำงานนั้น เช่น การทำงานในบริเวณที่มีสารเคมีเป็นพิษ ที่อับอากาศบริเวณที่ขาดออกซิเจนหายใจ การทำงานที่มีเสียงดัง ความร้อนสูง การทำงานบนที่สูง เป็นต้น

5.1.3 อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยลดความรุนแรงหรือหยุดยั้งอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงาน

5.2 หลักการเลือกและใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

การเลือกและใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ให้เกิดประสิทธิภาพนั้น ผู้รับผิดชอบควรยึดหลักเกณฑ์ ดังนี้

- 1) เลือกซื้อให้เหมาะสมกับลักษณะอันตราย ที่พบจากการทำงาน
- 2) อุปกรณ์ที่เลือก ควรได้รับการตรวจสอบ และรับรองตามมาตรฐาน
- 3) มีประสิทธิภาพสูง ในการป้องกันอันตราย และทนทาน
- 4) มีน้ำหนักเบา สวมใส่สบาย ขนาดเหมาะสมกับผู้ใช้ และง่ายต่อการใช้
- 5) มีให้เลือกหลายแบบ และหลายขนาด
- 6) การบำรุงรักษาง่าย อะไหล่หาซื้อง่าย และไม่แพงเกินไป
- 7) ให้ความรู้กับผู้ใช้ในเรื่องประโยชน์ของอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัย วิธีการเลือกใช้ การสวมใส่ที่ถูกต้อง และการบำรุงรักษา
- 8) มีแผนการชักจูงการใช้ การปรับตัวในการใช้ระยะแรก และส่งเสริมการใช้
- 9) ให้รางวัลสำหรับผู้ปฏิบัติตามกฎระเบียบ การใช้เครื่องคุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล
- 10) มีปริมาณพอเพียงกับจำนวนผู้ใช้
- 11) กรณีที่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลชำรุด ต้องเปลี่ยน หรือซ่อมแซมได้

5.3 อุปกรณ์การคุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลสำหรับก๊าซแอมโมเนีย มีดังนี้

- 1) หมวกนิรภัย
- 2) แวนตานิรภัย ชนิดปิดด้านข้าง
- 3) หน้ากาก อุปกรณ์กรองอากาศหายใจ ที่มีแผ่นกรองแอมโมเนีย
- 4) ถุงมือ ทำจาก Neoprene, Butylneoprene, Apom, Buna-N ต้องไม่ใช่ถุงมือที่ทำจาก PVA และ Polyethylene
- 5) รองเท้านิรภัยทำจากยางสังเคราะห์
- 6) กรณีต้องปฏิบัติงานเพื่อการระงับภัย จะต้องใช้ชุดป้องกันสารเคมีชนิดคลุมทั้งตัว

(Totally – Encapsulating Chemical Protective) และอุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดมีถัง
อากาศในตัว (Positive Pressure Self – Contained Breathing Apparatus : SCBA)

5.4 การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล กรณีบรรยากาศมีก๊าซแอมโมเนีย ความ เข้มข้นสูงกว่า 50 ppm ขึ้นไป

- 1) ความเข้มข้น 100 ppm หรือน้อยกว่า ใช้เครื่องป้องกันการหายใจชนิดที่มีถังกรอง
แอมโมเนียและปกปิดมิดใบหน้า(Full Facepiece and Ammonia Cartridge)
- 2) ความเข้มข้น 300 ppm หรือน้อยกว่า เครื่องป้องกันการหายใจชนิดที่มีถังสำหรับ
กรองแอมโมเนียและปกปิดมิดใบหน้า (Full Facepiece and Ammonia Cartridge)
- 3) ความเข้มข้น 500 ppm หรือน้อยกว่า ใช้หน้ากากป้องกันแก๊สแอมโมเนียชนิดที่มีสาย
รัดคางและ เครื่องป้องกันการหายใจชนิดที่มีท่อส่งอากาศบริสุทธิ์ เป็นหมวกหรือชนิดที่สวมคลุม
ศีรษะ (Supplied air With a Full Facepiece, Helmet of Hood) หรือจะใช้เครื่องป้องกันการหายใจ
ชนิดมีถังส่งอากาศบริสุทธิ์ และปกปิดมิดใบหน้า
- 4) ความเข้มข้นมากกว่า 500 ppm หรือบริเวณที่ไม่ทราบ
 - ใช้เครื่องป้องกันการหายใจชนิดที่มีท่อส่งอากาศความเข้มข้นของก๊าซบริสุทธิ์และ
ปกปิดส่วนหน้า มีหน่วยวัดความดันของอากาศ ที่แสดงบริเวณของอากาศอย่างเพียงพอในการผจญ
เพลิง
 - ใช้เครื่องป้องกันการหายใจชนิดที่มีท่อส่งอากาศบริสุทธิ์และปกปิดใบหน้ามีหน่วยวัด
ความดันของอากาศที่แสดงบริเวณของอากาศอย่างเพียงพอต่อการหนีออกจากบริเวณที่มีก๊าซ
แอมโมเนียรั่วไหล
 - ใช้หน้ากากป้องกันและเครื่องช่วยการหายใจ ที่มีท่อส่งอากาศบริสุทธิ์ช่วย

5.5 การจัดเก็บและการดูแลรักษาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

- 1) ชุดป้องกันสารเคมีและหน้ากาก ต้องเก็บไว้อย่างเหมาะสมเพื่อป้องกันการเสียหาย
หรือใช้งานไม่ได้ เนื่องจากการสัมผัสกับฝุ่น ความชื้น แสงแดด สารเคมี อุณหภูมิที่สูง
หรือต่ำ มาก ๆ และแรงกระแทก
- 2) การสวมใส่ชุดป้องกันสารเคมีที่สามารถใช้ซ้ำได้ ต้องทำความสะอาดหลังการใช้ และ
จัดเก็บไว้ในสถานที่ที่มีกระบายอากาศดีห้ามเก็บชุดเหล่านี้ไว้ใกล้กับเสื้อผ้าอื่นๆ
- 3) ชุดสวมใส่ป้องกันสารเคมีและถุงมือที่ทำด้วยวัสดุต่างชนิดกัน ควรจัดเก็บแยกกัน เพื่อ
ป้องกันการหยิบผิด โดยพับหรือแขวนตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ
- 4) ควรถอดแยกส่วนของอุปกรณ์ช่วยหายใจ (Self Contained Breathing Apparatus) ออก
ล้างและฆ่าเชื้อโรคหลังการใช้ทุกครั้งและควรจัดเก็บในตู้เก็บที่จัดทำให้โดยผู้ผลิต

สำหรับหน้ากากชนิดกรองอากาศควรเก็บไว้ในกล่องเฉพาะ แยกไว้แต่ละอันหรือบรรจุในถุงพลาสติกที่ปิดผนึกได้

5.6 การตรวจอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลก่อนใช้

- 1) ชุดสวมใส่ป้องกันสารเคมี
 - เลือกใช้ชุดสวมใส่ป้องกันสารเคมีให้ถูกต้องและเหมาะสมกับระดับความเป็นอันตราย
 - ตรวจสอบสภาพความเรียบร้อยของชุดก่อนการใช้งาน เช่น บริเวณตะเข็บซิป รวมถึงตรวจหาลักษณะการเสื่อมสภาพจากการจัดเก็บ เช่น สีซีดจาง บวม หรือเหนียวติดกัน
- 2) ถุงมือ
 - ตรวจสอบหารูรั่ว โดยการม้วนถุงมือจากด้านแขนไปยังปลายนิ้ว หรือเป่าลมเข้าไปแล้วจุ่มลงในน้ำ เพื่อตรวจสอบฟองอากาศ
- 3) ชุดสวมใส่ป้องกันสารเคมีพร้อมอุปกรณ์ช่วยหายใจ
 - ตรวจเช็คการทำงานของวาล์วปล่อยความดัน
 - ตรวจสอบรอยต่อที่ข้อมือ ข้อเท้า และคอ
 - ตรวจเช็คกระบังหน้าหารอยแตกร้าว หรือการเป็นฝ้า
- 4) หน้ากากกรองอากาศ
 - ตรวจสอบสภาพชิ้นส่วนก่อนการใช้งาน
 - ตรวจสอบไส้กรองอากาศ ให้มั่นใจว่ายังไม่หมดอายุการใช้งาน
 - เลือกตัวกรองให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการใช้และชนิดของสารเคมี
- 5) กระบังหน้า แวนนิรภัย แวนตาที่ครอบปิดตา
 - ตรวจสอบรอยร้าว รอยแตก และการเป็นฝ้าของกระบังหน้า และเลนส์

5.7 ขั้นตอนวิธีการสวมใส่และถอดชุดคุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลสำหรับวิธีการสวมใส่

- 1) ตรวจสอบชุดอย่างละเอียดก่อนใส่ก่อนทุกครั้งว่าชำรุดหรือไม่ เพื่อความปลอดภัย
- 2) สวมทับชุดทำงานปกติ
- 3) รูดซิปและเก็บสาย โดยดึงกระดาษที่ปิดทับกาวออกและปิดทับซิปให้เรียบร้อย
- 4) สวมถุงมือป้องกันสารเคมีชนิด Nitril 100% หรือชนิดเคลือบสาร Neoprene 2 ชั้น โดยให้ปลายถุงมืออยู่ด้านในของแขนเสื้อแล้วพันเทปให้เรียบร้อยทั้ง 2 ข้าง
- 5) สวมรองเท้าบู๊ทป้องกันสารเคมี โดยใส่จากกางเกงชุดปกติลงในรองเท้าบู๊ท แล้วดึงขา กางเกงของชุดป้องกันสารเคมีคลุมรองเท้าบู๊ท พันเทปให้เรียบร้อย ทั้ง 2 ข้าง
- 6) สวมแว่นตาให้กระชับกับใบหน้า

- 7) ใส่หน้ากากชนิดครึ่งหน้าพร้อมดักกรองสารพิษ ตามชนิดของสารพิษนั้น และดึง ล้อคด้านหลังให้กระชับ ดึงสายของหน้ากากให้กระชับกับใบหน้า
- 8) เก็บหมวดและผมให้เรียบร้อยดึงหมวกคลุม

วิธีการถอดชุด

ผู้สวมใส่ชุดกันสารเคมีต้องได้รับการชำระล้างทำความสะอาดการปนเปื้อนสารเคมีก่อนมี ขั้นตอนการถอดชุดดังนี้

- 1) ถอดที่หุ้มรองเท้า และดึงเทปที่ติดที่ถุงมือและถอดรองเท้าออก ถอดถุงมือชั้นนอก
- 2) ถอดชุดป้องกันสารเคมีออกโดยปลิ้นจากด้านในออก ถอดหน้ากากและถอดแว่นตา
- 3) รูดซิป ม้วนหรือปลิ้นเสื่อด้านในออกมาเพื่อไม่ให้ปนเปื้อน พยายามอย่าสัมผัสกับ เสื่อด้านนอกเพราะอาจสัมผัสกับสิ่งปนเปื้อนได้ โดยถอดด้านบนก่อน แล้วค่อยๆ ม้วนด้านในออกข้างนอก ควรมีผู้ช่วยเหลือในการถอดชุดปฏิบัติ และผู้ช่วยเหลือต้อง สวมถุงมือในขณะที่ช่วยถอดชุด
- 4) เมื่อถอดเสร็จเรียบร้อย นำไปทิ้งที่จัดเตรียมไว้เป็นการเฉพาะ และถอดถุงมือที่ยัง เหลืออยู่โดยไม่ให้สัมผัสกับเนื้อถุงมือด้านนอก ออกทิ้งใส่ลงในถังขยะอันตราย
- 5) เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนนี้ ชุดทำงานปกติที่สวมอยู่จะต้องเปลี่ยนโดยการอาบน้ำชำระ ร่างกายให้สะอาด และเปลี่ยนชุดใหม่

5.8 การเฝ้าระวังภาวะสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานจัดการสารเคมีอันตราย และการใส่ชุด/หน้ากากป้องกันสารเคมี ผู้ปฏิบัติงานควรมีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัว และไม่มีข้อห้ามในการใส่ชุด/ หน้ากากป้องกันสารเคมี จึงควรมีการตรวจสุขภาพประจำปีและตรวจสมรรถภาพทางกาย เพื่อ ประเมินภาวะสุขภาพทั่วไป และความแข็งแรงของร่างกายเป็นประจำ และหลังการปฏิบัติงาน จัดการสารเคมีอันตราย ก็ควรมีการเฝ้าระวังภาวะสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานเช่นเดียวกัน ชนิดของการ เฝ้าระวัง มีดังนี้

5.8.1 การตรวจสุขภาพหาผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเคมี (Health Effect Monitoring) ส่วนใหญ่ผลกระทบต่อสุขภาพจากสารเคมีมักจะเกิดอาการเฉียบพลัน เช่น อาการ ระบายเคืองดวงตา ผิวหนังและทางเดินหายใจ อึดอัด แน่นหน้าอก หายใจลำบาก หายใจมีเสียงดัง หวัด ปวดศีรษะ มีน้ศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน เค้นเซ เป็นต้น ถ้าผู้ปฏิบัติงานมีอาการดังกล่าวควรพบ แพทย์เพื่อตรวจร่างกายโดยละเอียด โดยการซักประวัติ การตรวจร่างกาย การตรวจทาง ห้องปฏิบัติการ เช่น การตรวจเลือดดูการทำงานของตับ/ไต และการตรวจด้วยเครื่องมือทางด้าน

อาชีพเวชศาสตร์ เช่น การตรวจสอบรรถภาพปอด โดยการกำหนดรายการตรวจขึ้นกับความถี่ของสารเคมีนั้นๆ

5.8.2 การตรวจหาสารชีวภาพในร่างกาย (Biological Monitoring) เป็นการตรวจหา ระดับสารเคมีที่ได้รับสัมผัสเข้าสู่ร่างกาย โดยอาจเป็นสารเคมีชนิดนั้นในรูปแบบที่ไม่เปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงเป็นสารเมตาโบไลต์ (Metabolite) สารเคมีบางชนิดเท่านั้นที่สามารถตรวจหาสารชีวภาพในร่างกายได้ เช่น การตรวจหาระดับกรดฮิปปูริกในปัสสาวะ (Hippuric Acid) ในกรณีที่ได้รับสัมผัสสารโทลูอีน (Toluene) เข้าสู่ร่างกาย

6. ระบบการตรวจสอบการรั่วไหลของแอมโมเนีย

6.1 ระบบการตรวจสอบการรั่วไหลของแอมโมเนีย เป็นขั้นตอนที่สำคัญของระบบความปลอดภัยที่จะช่วยเตือนให้ผู้ปฏิบัติงานได้ทราบว่ามี การรั่วไหลหรือส่งสัญญาณไปยังหน่วยควบคุมที่เกี่ยวข้องได้ทันทั่วทั้งการตรวจสอบการรั่วไหลของก๊าซทำได้โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซ (Gas Detector) ซึ่งมีด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบติดตั้งอยู่กับที่ และแบบเคลื่อนย้ายได้ นอกจากนี้อาจใช้วิธีเก็บตัวอย่างแล้วนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยใช้ Gas Chromatography

6.2 ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการเลือกอุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซ คือ จะต้องเลือกชนิดของอุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซให้เหมาะสมกับชนิดของก๊าซที่ต้องการตรวจสอบการรั่วไหล ปัจจัยที่ควรพิจารณาเพื่อความปลอดภัย ดังนี้

6.2.1 อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซควรมีขนาดเล็กและแข็งแรงเหมาะที่จะใช้งานในพื้นที่อันตราย แลสภาพแวดล้อมไม่ดี และต้องมีความเหมาะสมด้านราคากับประสิทธิภาพ สามารถติดตั้งในพื้นที่กระบวนการผลิตได้ ค่าติดตั้งไม่แพงเกินไป

6.2.2 อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซชนิดเคลื่อนย้ายได้ ต้องมีการใช้พลังงานเหมาะสม เครื่องมือควรมีขนาดเล็ก มีประสิทธิภาพใช้งานในพื้นที่อันตรายได้

6.2.3 อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซควรมีวิธีใช้งานง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน และบำรุงรักษาง่าย

6.2.4 อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซชนิดติดตั้งอยู่กับที่ควรทำงานได้ตลอดเวลาและสามารถใช้งานได้อย่างน้อย 2 ปี ในสภาพแวดล้อมพื้นที่ทำงานและควรต่อเชื่อมกับระบบควบคุมอัตโนมัติได้ด้วย

6.3 ระบบตรวจจับแอมโมเนีย

มีระบบตรวจจับแอมโมเนียถือเป็นการป้องกันอุบัติเหตุอีกทางหนึ่งได้ การป้องกันตั้งแต่ต้นจะช่วยป้องกันการหยุดชะงักของการผลิตช่วยในการอพยพคนได้ทันทั่วทั้งและมีผลถึงภาพจน์ของบริษัทด้วยอุปกรณ์ตรวจจับแอมโมเนียถือเป็นการป้องกันที่ดีอีกทางหนึ่ง โดยอุปกรณ์ตรวจจับแอมโมเนียที่ดีต้องสามารถตรวจแอมโมเนียที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 25 ppm. ได้ดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 อุปกรณ์ตรวจจับแอมโมเนีย

ที่มา : วารสารสมาคมเครื่องทำความเย็นไทย Keep Kool ฉบับที่ 10 เดือน พฤศจิกายน 2546

7. ข้อควรปฏิบัติและการป้องกันอันตรายจากแอมโมเนีย

1) ภาชนะบรรจุ หรือระบบท่อส่งก๊าซแอมโมเนีย ต้องมีการออกแบบ วิธีการสร้าง วัสดุที่ใช้ และ อุปกรณ์ที่ติดตั้งมาให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลที่ เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป เช่น CGA (Compressed Gas Association) หรือ DIN ซึ่งเพียงพอที่จะใช้งานได้อย่างสะดวกและปลอดภัย

2) การเลือกสถานที่จัดเก็บแอมโมเนียที่เหมาะสม จะช่วยลดความรุนแรงและความเสียหาย เนื่องจากการรั่วไหล หรือระเบิดได้ ต้องพิจารณาติดตั้งไว้ นอกอาคารบริเวณที่ไม่ถูกแสงแดดและความชื้น อากาศถ่ายเทได้ดี ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนหรือประกายไฟ และเก็บให้ห่างจากสารที่อาจทำ ปฏิกิริยา กับแอมโมเนีย มีป้ายเตือนอันตราย และที่สำคัญจะต้องมีอุปกรณ์ดับเพลิงชนิดที่เหมาะสมติดตั้งไว้บริเวณใกล้เคียง

3) อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้กับแอมโมเนีย เช่น วาล์ว ข้อต่อ และวาล์วสก๊ตต่างๆ ต้องทำด้วยโลหะที่เหมาะสมกับแอมโมเนียเท่านั้น เช่น เหล็ก เหล็ก เหนียว หรือ สแตนเลส ห้ามใช้ทองแดง หรือทองเหลืองกับแอมโมเนียโดยเด็ดขาด

4) ตรวจสอบภาชนะบรรจุ ระบบท่อ และวาล์วของระบบแอมโมเนีย เป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ และซ่อมบำรุงให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตามปกติ

5) ในการปฏิบัติงานที่มีการใช้แอมโมเนีย จะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย(Safety Operation Procedures) โดยเคร่งครัดใน ทุกขั้นตอน

6) ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนียต้องสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสม เช่น ชุดป้องกันอันตรายจากสารเคมี พร้อมทั้ง อุปกรณ์ได้แก่ ถุงมือ หน้ากาก อุปกรณ์ช่วยหายใจ แล้วแต่ความจำเป็น ทั้งในการระงับเหตุฉุกเฉิน และในกรณีปฏิบัติงานตามปกติ

7) จัดให้มีการฝึกอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องให้มีความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากแอมโมเนีย การ ปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย รวมทั้งการระงับเหตุฉุกเฉินที่ เกิดจากแอมโมเนีย ทั้งนี้ให้มีการฝึกอบรมเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นการย้ำเตือนให้พนักงานตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน กับแอมโมเนีย

8) จัดเตรียมอุปกรณ์ระงับภัยในกรณีหกรั่วไหล หรือเกิดเพลิงไหม้ เช่น ระบบน้ำดับเพลิง และถังดับเพลิง รวมทั้งการจัดการน้ำเสียจากการระงับเหตุ

9) จัดทำแผนระงับเหตุฉุกเฉินแอมโมเนียรั่วไหล/เพลิงไหม้และฝึกซ้อมแผนเป็นประจำอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

8. การเตรียมรับสถานการณ์ฉุกเฉิน

ภาวะฉุกเฉิน คือ ภาวะที่เป็นอันตราย หรือภาวะที่จะเกิดอันตรายที่จะเกิดแฝงอยู่ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อบุคคล ทรัพย์สินหรือ เป็นภาวะที่ไม่สามารถควบคุมได้ทันทีทันใดซึ่งอาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บ ตาย หรือทำให้ทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อมเสียหายได้

8.1 กรณีเกิดอุบัติเหตุก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล

- 1) เมื่อมีการรั่วไหลของแอมโมเนียในบางจุดไม่สามารถที่จะอุดหรือปิดรูที่รั่วได้จะต้องดำเนินการปิดวาล์วในท่อที่เชื่อมต่อกันและปล่อยให้มีการรั่วไหลออกจนหมดถัง และต้องมีการควบคุมการรั่วไหลโดยใช้น้ำฉีดสเปรย์เป็นตัวดักจับแอมโมเนียไม่ให้แพร่กระจายหรือปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม
- 2) การเข้าปฏิบัติงานในพื้นที่เกิดเหตุ ต้องมีการประเมินสถานการณ์ความรุนแรงของการปนเปื้อนในอากาศเบื้องต้นก่อนเพื่อดูความเหมาะสมในการสวมใส่ชุดอุปกรณ์ความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสม
- 3) หากมีการปนเปื้อนในอากาศในปริมาณสูงมากกว่า 35 ppm ควรมีการกั้นเขตอันตรายในรัศมี 300 เมตร ดำเนินการประสานแจ้งเตือนประชาชนที่อยู่ด้านทิศใต้ลมของโรงงานให้อพยพออกจากพื้นที่
- 4) ดำเนินการประสานการตรวจสอบ ปิดกั้นระบบระบายน้ำทิ้งทั้งหมดของโรงงานไม่ให้รั่วไหลออกสู่ภายนอกโรงงาน
- 5) ห้ามไม่ให้โรงงานระบายน้ำที่มีการปนเปื้อนของแอมโมเนียออกสู่แหล่งน้ำภายนอกโรงงาน
- 6) การประสานงาน/สั่งการให้ดำเนินการตามระบบการสั่งการ/การบังคับบัญชา ตามแผนป้องกันภัยฝ่ายพลเรือนระดับจังหวัด

8.2 แนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดการรั่วไหลและเกิดอัคคีภัย

- 1) เมื่อพบเห็นการรั่วไหลของแอมโมเนียหรือเกิดเพลิงไหม้ร่วมด้วยภายในโรงงานอุตสาหกรรม ให้กักสัญญาณแจ้งเหตุอันตรายแล้วโทรศัพท์แจ้งเหตุฉุกเฉินกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น หน่วยปฏิบัติการฉุกเฉิน (Emergency Response Team:ERT)
- 2) อพยพทุกคนออกจากพื้นที่ที่มีการรั่วไหลและที่ที่แอมโมเนียกระจายไปถึง โดยให้ทุกคนไปรวมกันในที่ปลอดภัยหรือจุดรวมพลที่ได้รับการฝึกซ้อมไว้ หากพบเห็นผู้ประสบภัยหมดสติในที่เกิดเหตุ ให้รีบช่วยเคลื่อนย้ายไปยังที่ปลอดภัยและมีอากาศบริสุทธิ์ ทำการปฐมพยาบาลแล้วจึงรีบนำส่งโรงพยาบาล
- 3) กรณีเกิดเพลิงไหม้ให้ใช้น้ำฉีดเป็นฝอย เพื่อหล่อเย็นและดับเพลิง แล้วรีบหยุดการรั่วไหลของแอมโมเนียทันที เนื่องจากแอมโมเนียละลายน้ำได้ดีจึงรวมตัวกับน้ำช่วยทำให้ก๊าซแอมโมเนียไม่ฟุ้งกระจายไปไกล นอกจากนี้ถ้ามีประกายไฟหรือเปลวไฟจะต้องใช้ผงเคมีแห้ง หรือคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อป้องกันการระเบิดหรือลุกไหม้ขึ้นอีก
- 4) ในขณะการระงับเหตุรั่วไหล เจ้าหน้าที่จะต้องสวมอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล เพื่อป้องกันการสัมผัสกับแอมโมเนียโดยตรง
- 5) ทำความสะอาดแอมโมเนียที่รั่วไหล ด้วยการใช้น้ำจำนวนมาก ๆ ฉีดเป็นฝอยเพื่อดูดซับก๊าซและช่วยลดการเปลี่ยนจากสถานะของเหลวไปเป็นสถานะก๊าซได้ทั้งนี้จะต้องระมัดระวังไม่ให้ น้ำที่ละลายแอมโมเนียไหลลงสู่แม่น้ำลำคลองหรือแหล่งชุมชน เพราะจะทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยจะต้องมีระบบสกัดกั้นน้ำที่ปนเปื้อนแอมโมเนียไหลไปรวมกันในระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ
- 6) หลังจากจัดการกับเหตุการณ์รั่วไหลเรียบร้อยแล้วควรมีการดำเนินการสอบสวน เพื่อหาแนวทางแก้ไขไม่ให้เกิดเหตุในครั้งต่อไป รวมทั้งควรมีการตรวจสอบปริมาณแอมโมเนียในอากาศ น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน เพื่อประเมินปริมาณที่ตกค้างและดำเนินการกำจัดหรือชะล้างให้หมดสิ้นไป

8.3 ข้อควรระมัดระวังเมื่อก๊าซแอมโมเนียเหลวรั่วหรือซึม

- 1) เคลื่อนย้ายผู้คนที่ไม่ได้สวมชุดป้องกันให้ออกจากพื้นที่ที่มีการหกหรือรั่วของแอมโมเนียทันทีที่จะกลับเข้าไปในพื้นที่ดังกล่าวได้ต่อเมื่อทำความสะอาดหรือล้างแอมโมเนียจนสะอาดเสียก่อน
- 2) เคลื่อนย้ายของที่ติดไฟออกจากบริเวณทั้งหมด
- 3) ระบายอากาศในบริเวณที่รั่วหรือหกนั้นให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก

- 4) ถ้าเป็นการรั่วจากถังให้ปิดวาล์วถังให้สนิทเพื่อหยุดก๊าซแอมโมเนียที่รั่วนั้น
- 5) ถ้าไม่สามารถหยุดการรั่วก๊าซแอมโมเนียออกจากถัง ควรเคลื่อนย้ายถังก๊าซแอมโมเนียไปไว้ที่โล่งที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก
- 6) ถ้าก๊าซแอมโมเนียหกเพียงเล็กน้อยอาจทำให้สะเทินได้โดยรดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด เช็ดให้แห้งสนิท
- 7) อาบล้างร่างกายด้วยน้ำสะอาด ถ้าก๊าซแอมโมเนียเข้าตาต้องให้รูดน้ำจากกึ่งน้ำอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที หรือจนหายแสบตา
- 8) นำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลทันที

8.4 การฝึกซ้อมการแก้ไขปัญหากรณีเหตุการณ์ฉุกเฉิน

กฎกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องกำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบทำความเย็นที่ใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นในโรงงาน พ.ศ. 2554 กำหนดให้มีการซ้อมแผนฉุกเฉินในกรณีแอมโมเนียรั่วไหลและต้องจัดให้มีการฝึกซ้อมตามแผนฉุกเฉินอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง นอกจากนี้ควรมีการประเมินประสิทธิผลของการฝึกซ้อมแผนฉุกเฉินและปรับปรุงให้ดีขึ้นหากจำเป็น หรือทำการซ้อมเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้ได้ผลตามที่กำหนดไว้ แผนการแก้ไขปัญหากรณีเหตุการณ์ฉุกเฉินฉบับสำเนาต้องแจกจ่ายให้ทั่วทั้งองค์กร และทุกคนต้องรับรู้ถึงขั้นตอนการเตือนภัยครั้งแรก และการอพยพสมาชิกของทีมแก้ไขปัญหากรณีเหตุการณ์ฉุกเฉินต้องเป็นผู้นำในการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ และทุกคนในพื้นที่ ควรได้รับการฝึกซ้อมการแก้ไขปัญหากรณีเหตุการณ์ฉุกเฉินและการอพยพควรจัดเก็บบันทึกผลการฝึกซ้อมและบันทึกการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการแก้ไขปัญหากรณีเหตุการณ์ สิ่งทีนอกเหนือไปจากเอกสาร อื่นๆ คือแผนการแก้ไขปัญหากรณีเหตุการณ์นั้นนั้นต้องทำให้ทันสมัยอยู่เสมอ ประกอบด้วย รายชื่อบุคคลและหมายเลขโทรศัพท์ที่ติดต่อได้ในปัจจุบัน และการอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงานเฉพาะที่เป็นปัจจุบันเท่านั้น

8.5 การเตรียมความพร้อมและตอบสนองต่อภาวะฉุกเฉินกรณีก๊าซแอมโมเนียรั่วดังตารางที่ 5.1 ตารางที่ 5.1 ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

ขั้นตอน	ผู้ปฏิบัติ	การปฏิบัติ
1. การแจ้งเหตุ	-เจ้าของกิจการ และ/หรือผู้พบ เหตุและ/หรือผู้ ประสานงาน โรงงาน	1. โทรแจ้งสายด่วน ปก. กด 1784 2. กรณีที่เกิดเหตุเกิดในเขตเทศบาลโทรแจ้งไปยังงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยของเทศบาล 3. กรณีที่เกิดเหตุเกิดนอกเขตเทศบาลโทรแจ้งไปยังอำเภอ/กิ่งอำเภอหรือกองอำนวยการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือนอำเภอ/กิ่งอำเภอ 4. แจ้งรายละเอียดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ

		<ul style="list-style-type: none"> - เวลา และสถานที่เกิดเหตุที่แน่ชัด - ลักษณะการเกิดการรั่วไหลของแอมโมเนีย - จำนวนผู้บาดเจ็บและลักษณะความเสียหาย - สภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียงได้แก่ แหล่งน้ำ ชุมชน โรงเรียน <p>5. กรณีผู้แจ้งเป็นเจ้าของกิจการ ควรแจ้งการดำเนินการระงับเหตุเบื้องต้น</p>
--	--	---

ตารางที่ 5.1 ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน (ต่อ)

ขั้นตอน	ผู้ปฏิบัติ	การปฏิบัติ
2. การรับแจ้งเหตุ	หน่วยรับแจ้งเหตุ : ปก. สายด่วนเทศบาล อบต.อำเภอ/กิ่งอำเภอจังหวัด	<ol style="list-style-type: none"> 1. ติดต่อประสานงานกับหน่วยปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับท้องที่เกิดเหตุ ส่งชุดเจ้าหน้าที่ออกปฏิบัติการตามแผนฉุกเฉินทันที 1. รายงานให้ผู้อำนวยการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือนเจ้าของท้องถิ่น และผู้อำนวยการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือนชั้นเหนือขึ้นไปทราบทันที
3. การปฏิบัติเมื่อถึงที่เกิดเหตุ	เจ้าหน้าที่เผชิญเหตุ/หน่วยงานที่เกี่ยวข้องอาทิ หน่วยตรวจ สอบสิ่งแวดล้อม	<ol style="list-style-type: none"> 1) รายงานตัวเข้าปฏิบัติงาน ณ ศูนย์บัญชาการเหตุการณ์ 2) ปฏิบัติตามคำสั่งของหัวหน้าชุดปฏิบัติการและให้รายงานสถานการณ์ตามสายการบังคับบัญชา
4. การกั้นเขตอันตราย	เจ้าหน้าที่เผชิญเหตุ/หน่วยงานที่เกี่ยวข้องอาทิ หน่วยบรรเทาสาธารณภัยของเทศบาล/อบต.	<p>กรณีเหตุเกิดในโรงงาน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. กั้นบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากบริเวณที่หกรั่วไหลทันที และให้อยู่เหนือลมทางจุดเกิดเหตุอย่างน้อย 500 เมตร หรือบริเวณที่ตรวจวัดพบว่ามีระดับความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียสูงกว่า 150 ppm. 2. ค้นหาและให้การช่วยเหลือผู้บาดเจ็บและส่งต่อให้กับหน่วยงานรักษาพยาบาลโดยเร็วที่สุด <p>กรณีเหตุเกิดบนถนน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. กั้นแยกบริเวณที่หกรั่วไหลทันทีอย่างน้อย 100-200 เมตร ในทุก

		<p>ทิศทาง</p> <p>2. วิธีปฏิบัติเบื้องต้นของผู้ขับรถ ดับเครื่องยนต์ ห้ามสูบบุหรี่หรือทำให้เกิดประกายไฟ กั้นขอบเขต เตือนผู้ผ่านไปมา กั้นคนให้ห่างเขตอันตราย ปฏิบัติงานอยู่เหนือลม สวมหน้ากากกรองแอมโมเนีย</p>
--	--	---

ตารางที่ 5.1 ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน (ต่อ)

ขั้นตอน	ผู้ปฏิบัติ	การปฏิบัติ
		<p>ข้อควรระวังในการเข้าพื้นที่เกิดเหตุ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ต้องสวมชุดป้องกันอันตรายที่เหมาะสมก่อนเข้าพื้นที่ - เข้าพื้นที่ด้วยความระมัดระวังจากด้านเหนือลม - ห้ามเข้าดำเนินการใด ๆ ก่อนสถานการณ์จะได้รับการประเมินโดยให้พิจารณาข้อมูลดังนี้ - เกิดอัคคีภัย หรือไม่ <ul style="list-style-type: none"> - สภาพภูมิอากาศเป็นอย่างไร <p>อันตรายที่เกิดขึ้นมีผลกระทบอย่างไรต่อมนุษย์ และทรัพย์สิน สิ่งแวดล้อมอะไรที่ควรจะต้องดำเนินการ เช่นมีความจำเป็นในการอพยพ</p>
5. การระงับเหตุการณ์หกหรือรั่วไหลของแอมโมเนีย	เจ้าหน้าที่เผชิญเหตุของโรงงาน/หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ หน่วยบรรเทาสาธารณภัยของเทศบาล อบต. หรือ	<p>กรณีเหตุเกิดในโรงงาน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หากรั่วไหลที่วาล์ว ให้ปิดวาล์วทันทีด้วยความระมัดระวัง และหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับแอมโมเนียเหลวที่รั่วไหลโดยตรง 2. ในขณะที่ปิดวาล์ว หรืออุดปะรูรั่วจากถังเก็บหรือท่อจ่าย ให้ฉีดสเปรย์น้ำ คลุมตัวเจ้าหน้าที่เพื่อลดอันตรายจากความเย็นจัด 3. กักน้ำที่ใช้ในการสเปรย์ และน้ำที่ใช้ดับจับไอหรือก๊าซแอมโมเนียไม่ให้ไหลลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะแล้วจึงรวบรวมส่งบำบัด 4. กั้นบริเวณจนกว่า ก๊าซจะสลายตัว 5. กำจัดแหล่งที่ก่อให้เกิดประกายไฟ 6. ระหว่างการระงับเหตุจะต้องสวมใส่ชุดป้องกันสารเคมีระดับ A (ชุดป้องกันแบบคลุมทั้งตัว) หรืออย่างน้อยระดับ B

ทีมกู้ภัย สารเคมี เอกชน	กรณีเหตุเกิดบนถนน 1. การป้องกันอันตรายส่วนบุคคลระหว่างการระงับเหตุ จะต้องใส่ชุดป้องกันสารเคมีแบบคลุมทั้งตัว (ระดับ A) และ SCBA 2. หยุดหรือควบคุมการรั่วไหล หากสามารถทำได้โดยไม่เสี่ยงอันตราย 3. ใช้น้ำฉีดเป็นลำฝอยเพื่อลดไอระเหย 4. การเข้าพื้นที่เพื่อระงับเหตุ ให้เข้าทางทิศเหนือลม 5. ป้องกันน้ำที่ใส่สเปรย์ เพื่อลดไอระเหยไหลลงสู่แหล่งน้ำ โดยให้กักน้ำไว้แล้วจึงรวบรวมส่งบำบัด
-------------------------------	---

ตารางที่ 5.1 ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน (ต่อ)

ขั้นตอน	ผู้ปฏิบัติ	การปฏิบัติ
		6. กรณีเกิดอัคคีภัย สารดับไฟใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) พงเคมีแห้ง สเปรย์น้ำเพลิงไหม้รุนแรง ให้หยุดการรั่วไหลของก๊าซก่อนทำการดับเพลิงและให้ใช้น้ำฉีดเป็นฝอยเพื่อหล่อเย็นภาชนะบรรจุ
6. การอพยพ	ตำรวจ เทศบาล ท้องถิ่น และ หน่วยงานที่ เกี่ยวข้อง	1. หากจำเป็นจะต้องอพยพประชาชนควร จัดเตรียมพาหนะอาหาร-น้ำดื่ม ให้เพียงพอ ณ ศูนย์รวมพล 2. ควรพิจารณาการอพยพประชาชนที่อยู่ในรัศมี 500 เมตร ถึง 1.100 เมตร ห่างจุดเกิดเหตุในทิศใต้ลมหรือบริเวณที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียสูงกว่า 150 ppm ขึ้นไป
7. การ รักษาพยาบาล	โรงพยาบาล/ สถานพยาบาล	1. ชั้นแรกนำผู้บาดเจ็บ/ผู้ป่วยออกจากบริเวณที่มีก๊าซแอมโมเนียไปอยู่บริเวณที่ระบายอากาศที่ดีและอยู่ทิศทางเหนือลม 2. การปฐมพยาบาลเบื้องต้น (1) กรณีหายใจเข้าไป ถ้าหายใจเข้าไปให้เคลื่อนย้ายออกจากบริเวณที่ได้รับสาร ถ้าไม่หายใจ ให้ปั๊มหัวใจ หรือใช้เครื่องช่วยหายใจให้ออกซิเจนรักษาร่างกายให้อบอุ่น/ รักษาอุณหภูมิร่างกายผู้ป่วยให้อยู่ในภาวะปกติ นำส่งแพทย์โดยเร็วถ้าผู้ป่วยหายใจอ่อนหรือไอรุนแรง หายใจไม่สะดวกควรให้ออกซิเจน 2 นาที (2) กรณีสัมผัสทางผิวหนัง ให้ล้างด้วยน้ำสะอาดมากๆ นานๆ โดยน้ำไหลผ่าน หรือฉีดล้างผิวหนังทันทีด้วยน้ำปริมาณมากอย่างน้อย 15 นาที เสื้อผ้า และรองเท้าที่เป็นสารเคมีให้ถอดออกขณะ

		<p>ล้างน้ำไหลผ่าน ไม่ควรถอดออกก่อนถูกน้ำ รักษาร่างกายผู้ป่วยให้อบอุ่นขณะนำส่งแพทย์</p> <p>(3) กรณีกินหรือกลืนเข้าไป ถ้าผู้ป่วยมีสติให้บ้วนปากด้วยน้ำแล้วดื่มน้ำมาก ๆ หรือถ้ามีน้ำสำคั้นน้ำมะนาว ให้ดื่มพร้อมน้ำ อย่ากระตุ้นให้อาเจียนแล้วนำส่งแพทย์โดยเร็ว</p> <p>(4) กรณีเข้าตา ล้างตาด้วยน้ำสะอาดทันที โดยให้น้ำไหลผ่านให้ทั่วทั้งด้านในเปลือกตาบน เปลือกตาล่างอย่างน้อย 15 นาที แล้วล้างซ้ำทุก 10 นาที ในรอบระยะเวลา 1 ชั่วโมง โดยแต่ละครั้งที่ล้าง</p>
--	--	--

ตารางที่ 5.1 ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน (ต่อ)

ขั้นตอน	ผู้ปฏิบัติ	การปฏิบัติ
		<p>ช้านาน 5 นาที หากมีกรดบอริก 2.5 % สามารถใช้ล้างแทนน้ำได้ โดยวิธีการล้างแบบเดียวกัน นำผู้ป่วยส่งจักษุแพทย์</p> <p>3. อย่าใช้วิธีฝายปอดด้วยวิธีเป่าปาก หากผู้ป่วยกินหรือหายใจเอาสารเคมีเข้าไป ให้ใช้เครื่องช่วยหายใจแบบหน้ากากชนิดท่อเป่าปากแบบทางเดียว (One – Way Valve) หรืออุปกรณ์ช่วยหายใจที่เหมาะสมอื่น ๆ</p> <p>4. เฝ้าระวังอาการของผู้ป่วย เพราะอาการของผู้ป่วยต่อสารเคมีอาจแสดงออกภายหลัง</p>

8.6 แนวทางปฏิบัติในการดำเนินงานรับมือกรณีเกิดก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล

เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมเมื่อเกิดการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย จะได้จัดการได้ทันที จึงต้องมีการกำหนดแนวทางในการดำเนินงานรับมือไว้ ดังนี้

1) จัดตั้งคณะทำงาน ซึ่งประกอบด้วย ทีมระงับเหตุ ทีมอพยพ ทีมประสานงาน ทีมรักษาความปลอดภัย ทีมสนับสนุนอุปกรณ์/เครื่องมือ ทีมซ่อมบำรุงฉุกเฉิน ทีมรักษาพยาบาล ทีมประชาสัมพันธ์/สิ่งแวดล้อม โดยกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานที่ชัดเจน

2) บุคลากรได้รับการพัฒนาฝึกอบรมทั้งทฤษฎีและการปฏิบัติจริงในพื้นที่ที่เกิดเหตุมีความพร้อมทางด้านบุคลากรและเครื่องมือสามารถเข้าพื้นที่ที่เกิดเหตุได้ภายในเวลา 15 นาที หลังรับแจ้งเหตุ

3) มีอุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์สำหรับการตรวจสอบสถานการณ์มลพิษและอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่ถูกต้องและมีความปลอดภัย

- 4) สามารถตรวจวัดปริมาณการปนเปื้อนของแอมโมเนีย และแอมโมเนียมเพื่อป้องกันลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสุขภาพคนและสิ่งแวดล้อมได้ทันที่
- 5) การจัดทำเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของเคมีภัณฑ์ (SDS) ให้พร้อมใช้งาน
- 6) จัดทำคู่มือการจัดการอุบัติเหตุสารเคมี กรณีก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล
- 7) จัดทำและพัฒนาระบบการจัดการอุบัติเหตุจากสารเคมีและวัตถุอันตรายในพื้นที่เสี่ยง
- 8) ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตรวจสอบและกำหนดมาตรการการบำรุงรักษาระบบทำความเย็นโดย
 - ตรวจสอบและบำรุงรักษาประจำวัน ได้แก่ คอมเพรสเซอร์ คอนเด็นเซอร์ คูลลิ่งทาวเวอร์ และฟรีซเซอร์
 - การตรวจสอบและบำรุงรักษาทุก 15 วัน ได้แก่ วาล์ว ระบบลีนินทรีย์หากผิดปกติให้ดำเนินการแก้ไขโดยช่างผู้ชำนาญทันที
 - การตรวจสอบและบำรุงรักษาทุก 3 เดือน ได้แก่ การล้างทำความสะอาดท่อน้ำ คอนเด็นเซอร์ และท่อน้ำแข็งของฟรีซเซอร์

8.7 การฟื้นฟูสภาพสิ่งแวดล้อม

กรณีมีการตรวจสอบพบการปนเปื้อนของแอมโมเนียในสิ่งแวดล้อม เช่น แหล่งน้ำ สาธารณะ ปนเปื้อนในอากาศ ในดิน ต้องดำเนินการติดตามตรวจสอบ ฝ้าระวัง โดยการเก็บตัวอย่างส่งตรวจยังห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องจนแน่ใจว่ามีค่าความปลอดภัยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ในระหว่างการตรวจสอบฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม ต้องดำเนินการแจ้งเตือน/ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในส่วนต่าง ๆ เช่น สำนักงานอุตสาหกรรม สำนักงานประปาส่วนภูมิภาค หน่วยงานด้านสาธารณสุข องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น นายอำเภอ/ผู้ว่าราชการจังหวัดทราบ เพื่อดำเนินการแจ้งเตือนแก่ประชาชนและดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป เช่น การระงับการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ การอพยพคนกลับสู่พื้นที่ปลอดภัย

บทที่ 6

กฎหมายที่เกี่ยวข้องแอมโมเนีย

แอมโมเนียจัดว่าเป็นสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย มีการนำมาใช้เป็นสารทำความเย็นในอุตสาหกรรมห้องเย็น และโรงงานน้ำแข็งส่วนใหญ่ เนื่องจากเป็นสารทำความเย็นที่มีราคาถูก ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ในช่วงเวลา 2-3 ปีที่ผ่านมา จะเห็นว่าการรั่วไหลของแอมโมเนียจากอุตสาหกรรมห้องเย็นและโรงงานน้ำแข็งจำนวนมากครั้ง จนก่อให้เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุมีตั้งแต่การออกแบบ การติดตั้ง การใช้งาน การตรวจสอบและการบำรุงรักษา หากนำเอากฎหมายที่เกี่ยวข้องมาเปิดดูจะพบว่า มีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในระบบทำความเย็นอยู่หลายฉบับ

1. แนวทางการปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

เพื่อความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบทำความเย็นที่ใช้แอมโมเนีย ดังนี้

1.1 กฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ.2535) ออกตามความใน พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กรณีเครื่องอัดก๊าซ (Compressor) ถังรับแรงดันระบบที่จะต้องได้รับการออกแบบ คำนวณ สร้างตามมาตรฐานที่ยอมรับ หรือผ่านการทดสอบของผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม เพื่อความมั่นใจในความปลอดภัย โรงงานจำเป็นต้องจ้างวิศวกรที่มีความรู้ความชำนาญในการออกแบบ ติดตั้ง การเดินระบบ มาออกแบบตามความเหมาะสมของแต่ละโรงงานและเป็นไปตามมาตรฐาน โรงน้ำแข็งและห้องเย็นทุกแห่งต้องมีวิศวกรเซ็นต์รับรอง เพื่อความปลอดภัยของระบบทำความเย็น

1.2 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2542) ออกตาม พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงานที่กำหนดให้ประเภทอุตสาหกรรม ลำดับ ที่ 92 ประเภทโรงงานห้องเย็น มีรายละเอียดดังนี้

1) โรงงานที่ได้รับอนุญาตประกอบกิจการโรงงานก่อนวันที่ 12 มกราคม 2544 ให้ยื่น เสนอรายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดจากการประกอบกิจการ เพื่อค้นหา อันตรายที่อาจแอบแฝงอยู่ในระบบ และกำหนดมาตรการลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ ต่อกรม โรงงานอุตสาหกรรมหรืออุตสาหกรรมจังหวัด

2) เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยของโรงงานต้องทบทวน ดำเนินการจัดทำและยื่นเสนอรายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดจากการประกอบกิจการต่อ กรมโรงงานอุตสาหกรรมหรืออุตสาหกรรมจังหวัด ครั้งต่อไปพร้อมคำขอต่ออายุใบอนุญาตประกอบกิจการ

3) โรงงานที่ตั้งและประกอบอยู่ในเขตประกอบการอุตสาหกรรมต้องทบทวน จัดทำและยื่นเสนอรายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยง จากอันตรายที่อาจเกิดจากการประกอบกิจการ ต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม หรืออุตสาหกรรมจังหวัด ครั้งต่อไปทุกๆ ห้าปี ภายใน 30 ธันวาคม ของปีที่ห้า นับแต่ปีถัดจากปีที่ขึ้นครั้งก่อน

1.3 ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) พ.ศ. 2520 ที่กำหนดให้บริเวณที่ทำงานจะต้องมีความเข้มข้นของแอมโมเนียไม่เกิน 50 ส่วน ในล้านส่วน หรือ 35 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ นอกจากนั้นในกฎหมายฉบับนี้ยังกำหนดให้นายจ้างจัดให้มีหน้ากากสวมใส่เพื่อความปลอดภัยส่วนบุคคลแก่ลูกจ้าง ดังนั้น หากมีการตรวจพบว่าบริเวณใดที่มีปริมาณของแอมโมเนียมากกว่าปกติ ทางโรงงานต้องดำเนินการการปรับปรุงแก้ไขให้มีความเข้มข้นของแอมโมเนียไม่เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด

1.4 ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีที่อันตราย พ.ศ. 2534 กำหนดให้แอมโมเนียเป็นสารหนึ่งในบัญชีรายชื่อสารเคมีอันตราย 1580 ตัว เมื่อเข้าข่ายกฎหมายฉบับนี้แล้ว จึงจำเป็นที่เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยจะต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

- 1) จะต้องจัดทำรายงานความปลอดภัยและการประเมินการก่ออันตรายในกรณีที่เกิดการรั่วไหลของแอมโมเนีย การติดป้ายเตือนอันตราย
- 2) การตรวจสุขภาพประจำปีของพนักงานและการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมทุก 6 เดือน
- 3) การจัดให้มีอุปกรณ์ส่วนบุคคลสวมใส่ เช่น หน้ากาก ถุงมือ เป็นต้น
- 4) การขนส่ง เก็บรักษา เคลื่อนย้าย และกำจัดภาชนะบรรจุหรือวัสดุห่อหุ้มแอมโมเนีย ให้ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด
- 5) ห้ามมิให้ขนส่ง เก็บรักษา เคลื่อนย้าย หรือนำแอมโมเนียเข้าไปในสถานประกอบการ จนกว่าทางโรงงานจะได้จัดให้มีฉลากขนาดใหญ่พอสมควรปิดไว้ที่หีบห่อภาชนะบรรจุหรือวัสดุห่อหุ้มสารเคมีอันตรายทุกชิ้น

1.5 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3997 (พ.ศ. 2552) เรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดันแบบไม่มีตะเข็บ ความจุไม่เกิน 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร

- 1) ต้องกำหนดมาตรการตรวจสอบและมีผู้รับรองผลการตรวจสอบ มีผู้ควบคุมการตรวจสอบ มีผู้ตรวจสอบ โดยผู้ตรวจสอบต้องสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

2) หากมีการบรรจุก๊าซเหลว หน่วยตรวจสอบต้องทราบถึงความดันที่จะทดสอบของก๊าซที่ใช้บรรจุ ความจุของก๊าซอัตราส่วนบรรจุ น้ำหนักบรรจุ และข้อมูลเฉพาะอื่น ๆ ที่จำเป็น เพื่อให้สามารถทำเครื่องหมายและฉลากได้อย่างถูกต้อง โดยอาจเขียนเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงานติดไว้ ณ บริเวณที่ปฏิบัติงานเพื่อให้ปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง

1.6 ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เล่ม 127 ตอนพิเศษ 87 ง (พ.ศ. 2553) เรื่อง หลักสูตรคนงานควบคุม ส่ง และบรรจุก๊าซประจำโรงงานพ.ศ. 2553 จัดการส่งเจ้าหน้าที่ไปอบรมในหลักสูตรคนงานควบคุม ส่ง และบรรจุก๊าซประจำโรงงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ การฝึกอบรม การออกหนังสือรับรองและการขึ้นทะเบียนเป็นคนงานควบคุม ส่งและบรรจุก๊าซประจำโรงงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2552 กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ออกประกาศหลักสูตรคนงานควบคุม ส่ง และบรรจุก๊าซประจำโรงงานไว้ดังต่อไปนี้ ให้มีคนงานซึ่งมีความรู้เฉพาะเพื่อปฏิบัติหน้าที่เกี่ยวกับการใช้ เก็บ ส่ง และบรรจุก๊าซประจำโรงงาน

1.7 กฎกระทรวง ฉบับที่ 128 พ.ศ. 2554 เรื่อง กำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบทำความเย็นที่ใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นในโรงงาน พ.ศ.2554

1) มีการออกแบบ การผลิต และการติดตั้ง และการซ่อมแซม และดัดแปลงระบบทำความเย็นโดยวิศวกรที่ชำนาญการและต้องเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือมาตรฐานอื่น อันเป็นที่ยอมรับกันตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

2) หากผู้ประกอบการโรงงานที่ติดตั้งซ่อมแซมหรือดัดแปลงระบบทำความเย็น ตรวจสอบหรือทดสอบความปลอดภัยของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น ต้องจัดทำและส่งรายงานผลการดำเนินการให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมหรือสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดที่โรงงานนั้นตั้งอยู่ทราบตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

3) จัดให้มีวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกรที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม มาตรวจสอบและทดสอบการใช้งานระบบทำความเย็นให้มีความปลอดภัยอยู่เสมออย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

4) ออกแบบให้การระบายไอแอมโมเนียต้องระบายผ่านน้ำที่ใช้สำหรับดูดซับแอมโมเนียเท่านั้น

5) จัดทำแผนฉุกเฉินกรณีแอมโมเนียรั่วไหล จัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลหรืออุปกรณ์อื่นที่เหมาะสม และมีการซ้อมการเกิดอุบัติเหตุแอมโมเนียรั่วไหลอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

นอกจากนี้ยังมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยอีกหลายๆ ฉบับ เช่น ประกาศกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานของลูกจ้างลงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2540 กำหนดให้สถานประกอบการที่มีคนงานตั้งแต่ 50 คนขึ้นไปจะต้องมีคณะกรรมการความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานของสถานประกอบการ เพื่อดูแลความปลอดภัยในโรงงาน ต้องมีการจัดทำคู่มือความปลอดภัยในการทำงาน ต้องกำหนดให้มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับเทคนิคขั้นสูงหรือระดับวิชาชีพ ต้องมีการติดตั้งระบบดับเพลิง และมีการฝึกซ้อมดับเพลิงและอพยพประจำปีกรณีเกิดเพลิงไหม้หรือแอมโมเนียหกรั่วไหล รวมทั้งกฎหมายเกี่ยวกับเครื่องกลไฟฟ้า พระราชบัญญัติยุทธภัณฑ์ พ.ศ. 2530 ที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาหน้ากากกันก๊าซพิษของแอมโมเนียมาใช้ เป็นต้น

การปฏิบัติให้ถูกต้องตามกฎหมายนั้น จะทำให้เกิดความปลอดภัยและลดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดความสูญเสีย สร้างความมั่นใจต่อชุมชนโดยรอบโรงงานและพนักงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนียทำให้รู้สึกปลอดภัยในการทำงาน



บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (2546) “คู่มือการระงับเหตุอุบัติภัยจากวัตถุอันตราย” ศูนย์สนับสนุนปฏิบัติการ
ฉุกเฉินสารเคมี กรุงเทพมหานคร
- กรมควบคุมมลพิษ “เอกสารข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์(MSDS)” ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและ
เคมีภัณฑ์. สืบค้นจาก <http://msds.pcd.go.th/ammoniaanhydrous>
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548) “การจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกัน
ทั่วโลก” กรุงเทพมหานคร
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2553) “คู่มือการจัดการสารเคมีอันตรายสูง แอมโมเนีย (Ammonia)”
กรุงเทพมหานคร
- กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (2546) “แนวปฏิบัติเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน
เกี่ยวกับสารแอมโมเนีย” บริษัทร่ำไทยเพรส จำกัด, กรุงเทพมหานคร
- กองสุขภาพสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย (2554) “คู่มือการจัดการความปลอดภัยและมาตรฐาน
ความปลอดภัย ในการทำงานของสถาบันประกอบการห้องเย็นและการทำน้ำแข็งที่ใช้
แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็น” กรุงเทพมหานคร
- เกรียงไกร ทองหนู (2546) “การใช้งานและการซ่อมบำรุงความปลอดภัย” วารสารสมาคมเครื่องทำ
ความเย็นไทย Keep kool ฉบับที่ 8 เดือนพฤษภาคม 2546:23-24
- จักรกฤษณ์ สีวะเดชาเทพ (2544) "การควบคุมมลพิษทางอากาศชนิดก๊าซและไอ" ใน เอกสารการ
สอนชุดวิชา การจัดการและควบคุมมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม บทที่ 12 หน้า
45-132 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช วิทยาศาสตร์สุขภาพ
- จักรกฤษณ์ สีวะเดชาเทพ (2553) "การควบคุมมลพิษทางอากาศชนิดก๊าซและไอ" ใน เอกสารการ
สอนชุดวิชา การจัดการและควบคุมมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม บทที่ 10
นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช วิทยาศาสตร์สุขภาพ
- ชาญวุฒิ ฤทธิฤกษ์ (2547) บทความวิชาการ เรื่อง " การทำงานและการใช้งานของระบบทำความ
เย็น ชนิดอัดไอแบบใช้สารทำความเย็นแอมโมเนีย"
- ชัยวุฒิ ฤทธิฤกษ์ (2553) บทความวิชาการ “การป้องกันปัญหาแอมโมเนียรั่วไหลจากระบบทำความ
เย็น” สมาคมเครื่องทำความเย็นไทย สืบค้นจาก <http://www.safetylifethailand.com>
- ปีติ พูนไชยศรี (2544) "การเลือกระบบควบคุมมลพิษทางอากาศในอุตสาหกรรม" ใน เอกสาร
การสอนชุดวิชา การจัดการและควบคุมมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม 13 133-
168 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช วิทยาศาสตร์สุขภาพ

ปิยาณี ตั้งกองทวี (2547) “การใช้แอมโมเนียอย่างปลอดภัย เทคโนโลยีอุตสาหกรรม 30 (172) :

102-5

พิเชษฐ์ ปิติเกื้อ เอกสารเผยแพร่ “ขั้นตอนการช่วยเหลือขณะเกิดเหตุแอมโมเนียรั่วไหล”

พงษ์ศักดิ์ ชัยศิริประเสริฐ, ปริศนา สิริอาษา (2545) “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้สารเคมี”

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยุทธศรี หล้ามณี “คุณสมบัติของแอมโมเนียและการรั่วซึม” บริษัท มายคอม(ประเทศไทย) จำกัด

วันที พันธุ์ประสิทธิ์ (2545) “คู่มือการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี” คณะสาธารณสุขศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

วินัย ทองชุบ (2553) “คู่มือการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากก๊าซแอมโมเนียรั่วไหลในโรงงานน้ำแข็ง

ชุมชนเมือง” สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดพิษณุโลก

วิทยา คงแหลม. การจัดการกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เรื่อง “การให้คำแนะนำเบื้องต้นในการ

จัดการปัญหาก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล”

วีรวัชร แก้วเพ็ญศรี (2544) “มาตรฐานความปลอดภัยของระบบทำความเย็นที่ใช้สารแอมโมเนียตามที่

กฎหมายกำหนด”

สมาคมเครื่องทำความเย็นไทย (2546) “การใช้งานระบบแอมโมเนียอย่างปลอดภัย” วารสารสมาคม

เครื่องทำความเย็นไทย Keep kool ฉบับที่ 8 เดือนพฤษภาคม 2546 :20-22

สิริธร คมนันทิพรัตน์ (2550) “คู่มือการจัดการอุบัติเหตุสารเคมี กรณีก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล”

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 10 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สุเมธ เจียมบุตร (2544) บทความ “หลักเกณฑ์ความปลอดภัยขั้นต่ำสำหรับระบบทำความเย็น

แอมโมเนียของ IIR” วารสารสมาคมเครื่องทำความเย็นไทย Keep kool ฉบับที่ 2

เดือนกรกฎาคม 2544 :12-15

สมชาย พรชัยวิวัฒน์ (2543) “การรั่วไหลของแอมโมเนีย” ในวารสารความปลอดภัยและ

สิ่งแวดล้อม ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 (2543) หน้า 22-28 กรมควบคุมมลพิษ

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จ.ชลบุรี (2550) “คู่มือสำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในการดูแลผู้ที่

สัมผัสสารเคมีอันตราย” กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

สำนักควบคุมอันตราย “หลักเกณฑ์การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย” สืบค้นจาก

www2.diw.go.th/haz/hazard/Library/make_safety.htm

สำนักงานควบคุมวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม วารสารเทคโนโลยี อุตสาหกรรม ปีที่ 30

ฉบับที่ 172 สืบค้นจาก <http://www.thairefig.or.th>

อิสรากรณ์ วิจิตรจรรยากุล (2550) “อันตรายจากการใช้แอมโมเนียในโรงงานอุตสาหกรรมทำ
น้ำแข็งและห้องเย็น” สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย สืบค้นจาก

<http://www.2.diw.go.th/safety/pdf/ammonia.pdf>

เอกสารประกอบการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมเรื่อง “แอมโมเนีย” บริษัท ไทย
อินดัสเตรียลแก๊ซ จำกัด (มหาชน) 14 มิถุนายน 2550

Bryson PD. Inhalation injuries. In: Bryson PD (ed). Comprehensive review in Toxicology for
emergency clinicians. Washington DC: Taylor & Francis, 1996: 325-34

Emergency Response Planning Guideline (ERPG). (2005) American Industrial Hygiene
Association (AIHA) Emergency Response Planning Committee. สืบค้นจาก
<http://www.aiha.org>.

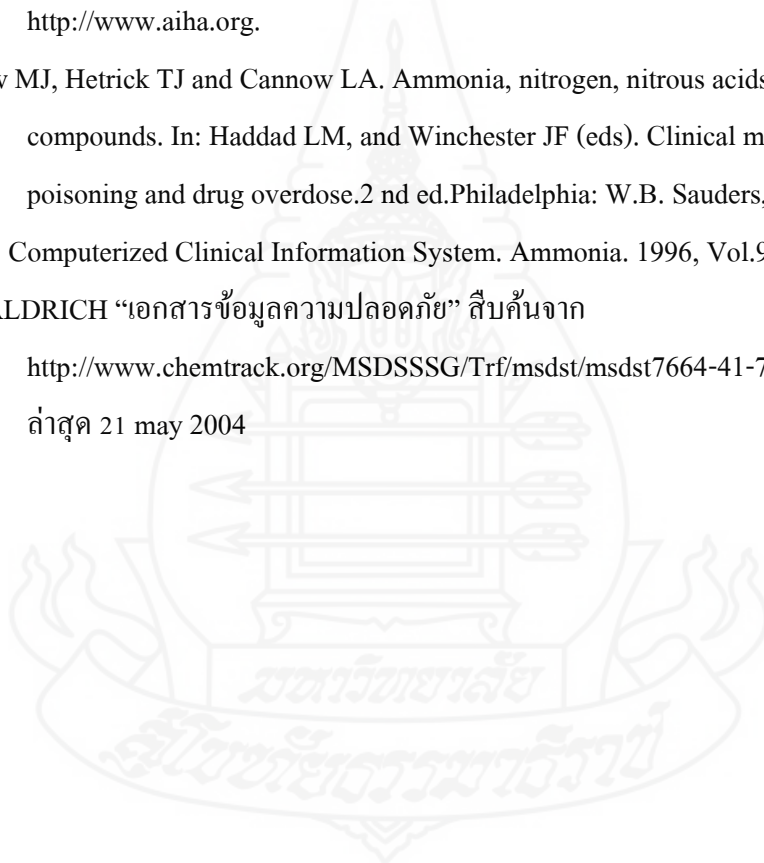
McMullew MJ, Hetrick TJ and Cannow LA. Ammonia, nitrogen, nitrous acids, and related
compounds. In: Haddad LM, and Winchester JF (eds). Clinical management of
poisoning and drug overdose. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1990:1270-2.

Poisindex: Computerized Clinical Information System. Ammonia. 1996, Vol.90

SIGMA-ALDRICH “เอกสารข้อมูลความปลอดภัย” สืบค้นจาก

<http://www.chemtrack.org/MSDSSSG/Trf/msdst/msdst7664-41-7.html> แก้ไขข้อมูล

ล่าสุด 21 may 2004



ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	น.ส. กฤษณา ภูริกิตติชัย
วัน เดือน ปี	14 มีนาคม 2524
สถานที่เกิด	อ. บางระจัน จ.สิงห์บุรี
ประวัติการศึกษา	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ปีการศึกษา 2546
สถานที่ทำงาน	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข จ. นนทบุรี
ตำแหน่ง	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์

