คู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรม

นายสุรชัย สียุยาง

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2554

Safety Management Manual for the Utilization of Industrial Gas

Mr. Surachai Seeyuyang

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

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	คู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรม
ชื่อและนามสกุล	นายสุรชัย สียุยาง
แขนงวิชา	สาธารณสุขศาสตร์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 18 มกราคม 2555

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ปีติ พูนไชยศรี)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ คู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรม
ผู้ศึกษา นายสุรชัย สียุยาง **รหัสนักศึกษา** 2525001497
ปริญญา สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม)
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ **ปีการศึกษา** 2554

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำคู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรม สำหรับผู้ใช้งาน ผู้ควบคุม และผู้ที่สนใจเรื่องการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรมหลัก 3 ชนิด คือ ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน

ในการจัดทำคู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรมฉบับนี้ ได้รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับก๊าซอุตสาหกรรม ซึ่งประกอบด้วยกฎหมาย เอกสารวิชาการทั้งในประเทศ และต่างประเทศ โดยเรียบเรียงเนื้อหาให้สะดวกต่อการศึกษาค้นคว้าข้อมูล และง่ายต่อการใช้งานจริง พร้อมทั้งนำองค์ความรู้ที่ได้จากการรวบรวมมาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ขั้นตอนการทำงานกับก๊าซอุตสาหกรรมหลักอย่างปลอดภัยมานำเสนอไว้ในคู่มือ

คู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรมที่จัดทำขึ้น ได้แบ่งลักษณะการทำงานกับก๊าซอุตสาหกรรมเป็น 2 ส่วน คือ 1) ถังเก็บก๊าซเหลว และ 2) ท่อบรรจุก๊าซ ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติงานและอันตรายที่แตกต่างกัน โดยคู่มือฉบับนี้ได้จัดทำวิธีการจัดการอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากลักษณะการทำงานกับก๊าซอุตสาหกรรมทั้ง 2 ส่วน ครอบคลุมก๊าซอุตสาหกรรมหลัก 3 ชนิด คือ ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน พร้อมทั้งจัดทำข้อแนะนำในการปฏิบัติตนเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินกรณีต่างๆ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ชีวิตและทรัพย์สินของผู้ปฏิบัติงานกับก๊าซอุตสาหกรรมดังกล่าว

คำสำคัญ การจัดการความปลอดภัย ก๊าซอุตสาหกรรม ก๊าซออกซิเจน ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซอาร์กอน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก อาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าอิสระ คือ รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ และศาสตราจารย์ปีติ พูนไชยศรี ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่ายิ่งในการให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ และติดตามการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ทุกท่านของทางมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ซึ่งเป็นสถาบันอันทรงเกียรติที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และประสบการณ์อันทรงคุณค่าให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ คุณวิไลรัตน์ เจริญใหม่รุ่งเรือง ผู้จัดการส่วนความปลอดภัยฯ และคุณยศนิธิ ถ้วยงาม หัวหน้าส่วนความปลอดภัยฯ บริษัทบางกอกอินดัสเทรียลแก๊ส จำกัด ที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินการค้นคว้าอิสระ รวมทั้งเปิดโอกาสให้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการในครั้งนี้ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ร่วมงานทุกท่าน ในการให้ความร่วมมือและสนับสนุนในการแนะนำการปรับปรุงคู่มือฉบับนี้

นอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิชาเอก การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม ที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านเสมอมาจนการศึกษานี้ประสบความสำเร็จด้วยดีตลอดมา

สุรชัย สียุยาง

ธันวาคม 2554

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การศึกษา 2

ขอบเขตของการศึกษา 2

นิยามศัพท์เฉพาะ 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซอุตสาหกรรม 4

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับก๊าซอุตสาหกรรมของประเทศไทย 4

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซอุตสาหกรรมของประเทศไทย 8

กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซอุตสาหกรรมของต่างประเทศ 11

บทที่ 3 ที่มาและกระบวนการผลิตก๊าซอุตสาหกรรม 13

ที่มาของก๊าซอุตสาหกรรม 13

หลักการผลิตก๊าซอุตสาหกรรม 21

กระบวนการผลิตก๊าซอุตสาหกรรม 23

บทที่ 4 คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของก๊าซอุตสาหกรรม 28

คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของออกซิเจน 28

คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน 30

คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของอาร์กอน 32

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 อันตรายและข้อควรระวังของก๊าซอุตสาหกรรม 34
อันตรายและข้อควรระวังของออกซิเจน 34
อันตรายและข้อควรระวังของไนโตรเจน 37
อันตรายและข้อควรระวังของอาร์กอน 41
บทที่ 6 การจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรม 43
ภาชนะบรรจุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับก๊าซอุตสาหกรรม 44
การจัดการความปลอดภัยในการใช้ถังเก็บก๊าซเหลว (Bulk Station) 51
การจัดการความปลอดภัยในการใช้ท่อบรรจุก๊าซอุตสาหกรรม (Cylinder) 61
บรรณานุกรม 86
ภาคผนวก 89
ก ข้อมูลความปลอดภัยของก๊าซอุตสาหกรรม 90
ประวัติผู้ศึกษา 118

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดหน่วยงานที่ขึ้นทะเบียนเป็นผู้ดำเนินการจัดฝึกอบรมเกี่ยวกับก๊าซอุตสาหกรรม 6
ตารางที่ 2.2 สีและสัญลักษณะของท่อบรรจุก๊าซใช้ในทางการแพทย์ 10
ตารางที่ 2.3 สีและสัญลักษณะของท่อบรรจุก๊าซใช้ในทางอุตสาหกรรม 11
ตารางที่ 3.1 สัดส่วนปริมาณร้อยละของก๊าซที่อยู่ในอากาศ 21
ตารางที่ 5.1 แสดงความเข้มข้นของออกซิเจนและผลกระทบต่อร่างกาย 38

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 3.1 เครื่องเป่า Pipe organs 13
ภาพที่ 3.2 Robert Boyle และปรอทวัดแรงดัน 14
ภาพที่ 3.3 โมเลกุลก๊าซออกซิเจน 15
ภาพที่ 3.4 Carl Wilhelm Scheele 15
ภาพที่ 3.5 Joseph Priestley 16
ภาพที่ 3.6 Antoine Lavoisier 17
ภาพที่ 3.7 โมเลกุลไนโตรเจน 17
ภาพที่ 3.8 Daniel Rutherford 18
ภาพที่ 3.9 โมเลกุลอาร์กอน 19
ภาพที่ 3.10 Henry Cavendish 20
ภาพที่ 3.11 Lord Rayleigh 20
ภาพที่ 3.12 William Ramsay 21
ภาพที่ 3.13 Prof. Dr. Carl Paul Gottfried von Linde 22
ภาพที่ 3.14 เครื่องดูดอากาศ (Main Air Compressor) 23
ภาพที่ 3.15 Pressure Swing Absorption (PSA.) 24
ภาพที่ 3.16 อุปกรณ์ทำความเย็น (Compander) 25
ภาพที่ 3.17 หอกลั่นอากาศ (Columns) 26
ภาพที่ 3.18 ระบบท่อส่งก๊าซ (Pipe Line) 26
ภาพที่ 3.19 ถังเก็บก๊าซเหลวขนาดใหญ่ (Storage Tank) 27
ภาพที่ 3.20 การเติมผลิตภัณฑ์ (Loading Area) 27
ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากก๊าซออกซิเจน 29
ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากก๊าซไนโตรเจน 31
ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากก๊าซอาร์กอน 33
ภาพที่ 5.1 ตัวอย่างอันตรายจากการระเบิดของก๊าซออกซิเจน 37
ภาพที่ 5.2 ตัวอย่างอันตรายจากการไหม้โดยความเย็น (Cold Burn) 39
ภาพที่ 6.1 การจัดส่งก๊าซอุตสาหกรรม 43
ภาพที่ 6.2 ถังเก็บก๊าซเหลว (Bulk station) 44

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 6.3 อุปกรณ์นิรภัยแบบระบายของถังเก็บก๊าซเหลว 46
ภาพที่ 6.4 มาตรวัดระดับของถังบรรจุก๊าซเหลว 47
ภาพที่ 6.5 อุปกรณ์ระเหยก๊าซ 48
ภาพที่ 6.6 ท่อบรรจุก๊าซความดันสูง (Cylinder) 48
ภาพที่ 6.7 วาล์วซีลความดัน 49
ภาพที่ 6.8 ฝาครอบปะทุ (Frangible disc/ Rupture disc) 50
ภาพที่ 6.9 จุกหลอมละลาย (Fusible plug) 50
ภาพที่ 6.10 อุปกรณ์ป้องกันวาล์ว (Valve protection) 51
ภาพที่ 6.11 อุปกรณ์ระบายก๊าซแบบอัตโนมัติ (Autovent) 54
ภาพที่ 6.12 ตัวอย่างความเสียหายบนท่อบรรจุก๊าซ 62
ภาพที่ 6.13 ตัวอย่างรถเข็นท่อเดี่ยวและรถเข็นท่อคู่ 66
ภาพที่ 6.14 ตัวอย่างการกลิ้งท่อด้วยมือที่ถูกต้องและผิดวิธี 67
ภาพที่ 6.15 ตัวอย่างการเคลื่อนย้ายโดยการใช้รถยก 67
ภาพที่ 6.16 อุบัติเหตุจากการขนส่งท่อก๊าซโดยใส่ไว้ท้ายรถ 68
ภาพที่ 6.17 ตัวอย่างการจัดเก็บท่อบรรจุก๊าซ 69
ภาพที่ 6.18 ระยะปลอดภัยในการจัดเก็บท่อบรรจุก๊าซตามลักษณะอันตราย 71
ภาพที่ 6.19 หมวกนิรภัย 77
ภาพที่ 6.20 แว่นนิรภัย 78
ภาพที่ 6.21 หน้ากากป้องกันใบหน้า 79
ภาพที่ 6.22 อุปกรณ์ป้องกันเสียง 81
ภาพที่ 6.23 ถุงมือป้องกันความเย็นยิ่งยวด (Cryogenic gloves) 82
ภาพที่ 6.24 รองเท้านิรภัย 83
ภาพที่ 6.25 ถุงมือหนัง 85

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอุตสาหกรรมไทยถือเป็นหัวใจหลักของการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ เพื่อให้เจริญทัดเทียมกับต่างชาติ ตัวอย่างอุตสาหกรรมหลักของไทย เช่น กลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก กลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิก กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ และกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งในแต่ละปีกลุ่มอุตสาหกรรมเหล่านี้ทำรายได้ให้กับประเทศชาติอย่างมาก ในขณะเดียวกันความต้องการวัตถุดิบ อุปกรณ์ในการผลิตมีเพิ่มมากขึ้น ก๊าซอุตสาหกรรม (Industrial Gas) ถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเหล่านี้ โดยเฉพ าะอย่างยิ่ง ก๊าซอุตสาหกรรมหลัก 3 ชนิด คือ ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน ที่มีการนำไปใช้ประโยชน์หลากหลายรูปแบบและใช้ในปริมาณมากที่สุดในบรรดาก๊าซอุตสาหกรรมอื่นๆ ตัวอย่างการนำก๊าซอุตสาหกรรมหลักไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ การใช้ออกซิเจนในงานตัด งานหลอมเหล็ก การใช้ไนโ ตรเจนในการป้องกันการสันดาปของสารเคมีกับอากาศหรือออกซิเจน งานแช่แข็งอาหาร และการใช้อาร์กอนในงานผลิตหลอดไส้ งานเชื่อมอาร์กอน เป็นต้น ทั้งนี้การนำออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน ไปใช้งานโดยทั่วไปมักจะอยู่ในสถานะของเหลวซึ่งจัดเก็บในถังเก็บก๊าซเหลว (Bulk Station) และในสถานะก๊าซซึ่งจัดเก็บในท่อก๊าซ (Cylinder)

ถึงแม้ว่าก๊าซอุตสาหกรรมหลักนั้นมีประโยชน์มากมาย แต่สิ่งที่ตามมาคืออันตรายร้ายแรงที่อาจเกิดขึ้น หากผู้ใช้งานใช้อย่างผิดวิธี หรือไม่มีการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรมอย่างเพียงพอและเหมาะสม ตัวอย่างขอ งอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากก๊าซอุตสาหกรรมหลัก คือ การระเบิดของท่อออกซิเจน การไหม้ด้วยความเย็นของไนโตรเจนเหลวจากถังเก็บก๊าซเหลว และการขาดอากาศหายใจของอาร์กอน เป็นต้น อุบัติเหตุต่างๆ ที่เกิดขึ้นนอกจากจะสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินแล้ว ยังก่อให้เกิดค วามเสียหายที่เป็นผลกระทบทางอ้อมต่างๆ ตามมาอีกมากมาย เช่น คนตกงานเนื่องจากโรงงานปิดกิจการ เด็กกำพร้าเนื่องจากต้องสูญเสียพ่อแม่ผู้ปกครองจากอุบัติเหตุ คนพิการซึ่งตกเป็นภาระของสังคม รวมถึงภาพลักษณ์ของบริษัทที่เกิดอุบัติเหตุ และหนี้สินในการกู้ยืมเพื่อฟื้นฟูโรงงานให้กลับมาดำเนินการได้เช่นเดิม

หากเรามีการจัดการด้านความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรมอย่างเพียงพอและเหมาะสม รวมถึงการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน และเป็นไปตามกฎหมายกำหนด อุบัติเหตุที่กล่าวมาข้างต้นอาจไม่เกิดขึ้น หรือหากเกิดขึ้นความเสียหายจะลดน้อยลง ดังนั้นสำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานโดยตรงกับออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน จึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรมหลัก ในการจัดทำคู่มือฉบับนี้ขึ้นเพื่อให้ความรู้ข้อมูลเฉพาะด้านของออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน โดยเป็นการรวบรวมมาตรฐาน และแนวทางการปฏิบัติงานให้เข้าใจง่าย และสะดวกในการใช้งานจริง ซึ่งเหมาะสำหรับผู้ใช้งาน ผู้ควบคุม และผู้ที่สนใจเรื่องการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรมต่อไป

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

เพื่อจัดทำคู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรม สำหรับผู้ใช้งาน ผู้ควบคุม และผู้ที่สนใจเรื่องการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรม

3. ขอบเขตของการศึกษา

การจัดทำคู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรมฉบับนี้ ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะก๊าซอุตสาหกรรมหลัก คือ ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน เท่านั้น

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 ก๊าซอุตสาหกรรม (Industrial Gas) หมายถึง ก๊าซอุตสาหกรรมหลัก 3 ชนิด ตามคู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรม ได้แก่ ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน เท่านั้น

4.2 ออกซิเจน (Oxygen) หมายถึง ออกซิเจนที่อยู่ในสภาวะก๊าซหรือของเหลว มีสูตรเคมี O_2

4.3 ไนโตรเจน (Nitrogen) หมายถึง ธาตุที่มีสัญลักษณ์ทางเคมีเป็น N_2 มีคุณสมบัติไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความหนาแน่น 1.1854 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความดัน 760 มิลลิเมตรของปรอท อาจอยู่ในสภาวะที่เป็นของเหลวหรือก๊าซก็ได้ (มอก. 175-2529:1)

4.4 อาร์กอน (Argon) หมายถึง ธาตุที่มีสัญลักษณ์ทางเคมีเป็น Ar มีคุณสมบัติไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความหนาแน่น 1.7837 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความดัน 760 มิลลิเมตรของปรอท อาจอยู่ในสภาวะที่เป็นของเหลวหรือก๊าซก็ได้ (มอก. 1024-2534: 1)

4.5 ก๊าซความดัน (Compressed Gas) หมายถึง ก๊าซในภาชนะบรรจุ ภายใต้ความดันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีสภาพเป็นก๊าซทั้งหมด หรือเรียกว่า "ก๊าซถาวร" (Permanent Gas) (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม 2548: 4)

4.6 ก๊าซเหลว (Liquefied Gas) หมายถึง ก๊าซในภาชนะบรรจุ ภายใต้ความดันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีสภาพเป็นของเหลวบางส่วน (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม 2548:4)

4.7 ท่อบรรจุก๊าซ (Cylinder) หมายถึง ภาชนะรูปทรงกระบอกแบบมี หรือไม่มีตะเข็บแนวเชื่อม สำหรับใช้บรรจุก๊าซความดัน (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม 2548: 5)

4.8 ถังเก็บก๊าซเหลว (Bulk Station) หมายถึง ภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้เก็บก๊าซในสถานะเป็นของเหลว ภายใต้ความดัน (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม 2548:5)

4.9 มอก. (TIS) หมายถึง มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Thai Industrial Standard) ที่เกี่ยวข้องกับคู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรม

4.10 กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย (Safety Relief Device) หมายถึง กลอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันไม่ให้ถังบรรจุก๊าซแตก หรือระเบิด อันเนื่องมาจากความดันภายในมากเกินไป (มอก. 255 – 2549: 1)

4.11 อุณหภูมิจำนน (Yield temperature) หมายถึง อุณหภูมิที่ทำให้โลหะ หรือโลหะผสมซึ่งใช้ทำจุกหลอมละลายเกิดการหลอมตัว (มอก. 255 – 2549: 1)

4.12 คนงานควบคุมก๊าซ หมายถึง ผู้ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมดูแลการใช้และการเก็บก๊าซในภาชนะบรรจุก๊าซ (กฎกระทรวง 2549: 1)

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ผู้ใช้งาน ผู้ควบคุม และ ผู้ที่สนใจเกี่ยวกับก๊าซอุตสาหกรรม ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรม

5.2 ผู้ใช้งาน ผู้ควบคุม และผู้ที่สนใจเกี่ยวกับก๊าซอุตสาหกรรม สามารถนำคู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรมไปใช้งานได้จริง

บทที่ 2
กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซอุตสาหกรรม

1. กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับก๊าซอุตสาหกรรมของประเทศไทย

1.1 กฎกระทรวง เรื่อง กำหนดให้มีคนงานซึ่งมีความรู้เฉพาะเพื่อปฏิบัติหน้าที่เกี่ยวกับการใช้ เก็บ ส่ง และบรรจุก๊าซประจำโรงงาน พ .ศ. 2543 กฎกระทรวงฉบับนี้ว่าด้วย ข้อกำหนดให้ผู้ประกอบกิจการที่ผลิต บรรจุ ส่ง จัดจำหน่าย หรือมีการใช้ หรือจัดเก็บก๊าซอุตสาหกรรมที่มีการติดตั้งถังเก็บและจ่ายก๊าซ (Storage tank) หรือภาชนะบรรจุชนิดติดตั้งบนรถ (Tube trailer) หรือท่อบรรจุก๊าซ (Cylinder) จำนวนตั้งแต่ 20 ท่อขึ้นไป ต้องจัดให้มีคนงานควบคุม ส่ง หรือบรรจุก๊าซอุตสาหกรรมที่ผ่านการฝึกอบรมและขึ้นทะเบียนตามเงื่อนไขที่รัฐมนตรีกำหนด

1.2 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานที่เกี่ยวกับการผลิต การเก็บ การบรรจุ การใช้ และการขนส่งก๊าซ พ .ศ. 2548 ประกาศฉบับนี้ว่าด้วย การกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับก๊าซอุตสาหกรรมทั้งหมด 9 หมวดดังนี้

หมวด 1 บททั่วไป กล่าวถึงบทนิยามที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของก๊าซอุตสาหกรรมในประกาศฉบับนี้

หมวด 2 ลักษณะอาคารที่ใช้ในการบรรจุก๊าซ ต้องเป็นอาคารชั้นเดียวที่ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ พื้นแข็งแรงทนทาน เป็นอาคารเปิดโล่ง ระบายอากาศได้ดี

หมวด 3 ลักษณะของภาชนะบรรจุก๊าซที่นำมาใช้ในการบรรจุก๊าซ ไม่ว่าจะเป็นภาชนะบรรจุก๊าซใหม่หรือที่ใช้แล้ว ทั้งหมดจะต้องผ่านการตรวจสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรมหรือมาตรฐานอื่นที่สากลยอมรับ โดยต้องมีเอกสารรับรองการตรวจทดสอบพร้อมให้เจ้าพนักงานตรวจสอบได้

หมวด 4 ลักษณะของระบบบรรจุก๊าซ ราวบรรจุก๊าซและระบบบรรจุก๊าซทั้งหมดจะต้องได้รับการออกแบบครอบคลุมอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย และต้องมีการตรวจสอบสภาพโดยมีเอกสารรับรองจากวิศวกรที่ได้รับอนุญาตพร้อมให้พนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจสอบได้

หมวด 5 ลิ้นภาชนะบรรจุก๊าซและข้อต่อ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่สากลยอมรับ เช่น CGA, BS, DIN, JIS เป็นต้น

หมวด 6 สีและสัญลักษณ์ และเครื่องหมายของภาชนะบรรจุก๊าซ ระบุให้ท่อบรรจุก๊าซและถังเก็บก๊าซต้องมีการระบุชื่อก๊าซที่เป็นภาษาไทย สูตรเคมี พร้อมทั้งกำหนดสีตัวอักษรและขนาดตัวอักษรด้วย

หมวด 7 การขนส่งท่อบรรจุก๊าซ ในการขนส่งต้องวางท่อบรรจุก๊าซในแนวตั้ง และต้องมีสายรัดท่อหรือวิธีอื่นเพื่อยึดให้ท่อบรรจุก๊าซวางได้อย่างมั่นคงแข็งแรงในระหว่างขนส่ง

หมวด 8 หน่วยการตรวจสอบ การตรวจสอบภาชนะบรรจุก๊าซหน่วยงานที่สามารถตรวจสอบและรับรองการตรวจสอบได้ต้องผ่านการเห็นชอบจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมก่อน

หมวด 9 คณะกรรมการก๊าซอุตสาหกรรม กำหนดบุคคลที่เป็นคณะกรรมการก๊าซอุตสาหกรรมและอำนาจหน้าที่ของคณะกรรมการ

1.3 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ การฝึกอบรม การออกหนังสือรับรองและการขึ้นทะเบียนเป็นคนงานควบคุม ส่งและบรรจุก๊าซประจำโรงงาน พ .ศ. 2549 ประกาศฉบับนี้ว่าด้วย การระบุถึงรายละเอียดสำหรับการขึ้นทะเบียนผู้ดำเนินการจัดฝึกอบรมและรายละเอียดของหลักสูตรการฝึกอบรมผู้ควบคุม ส่งและบรรจุก๊าซประจำโรงงานทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ นอกจากนี้ยังระบุคุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องมีอายุไม่ต่ำกว่า 18 ปีบริบูรณ์ และสามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้

1.4 ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์การพิจารณาให้ความเห็นชอบให้เป็นหน่วยตรวจสอบภาชนะบรรจุก๊าซ พ .ศ. 2550 ประกาศฉบับนี้ว่าด้วย คุณสมบัติของหน่วยตรวจสอบภาชนะบรรจุก๊าซซึ่งจะต้องดำเนินการขอความเห็นชอบและขึ้นทะเบียนเป็นหน่ วยตรวจสอบภาชนะบรรจุก๊าซ โดยมีกำหนดอายุการได้รับความเห็นชอบคราวละ 5 ปี และจะต้องยื่นขอรับความเห็นชอบใหม่ภายใน 15 วันก่อนวันสิ้นอายุการได้รับความเห็นชอบ

1.5 ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการขึ้นทะเบียนเป็นคนงานควบคุมก๊าซ คนงานส่งก๊าซ และคนงานบรรจุก๊าซประจำโรงงาน พ .ศ. 2551 ระเบียบฉบับนี้ว่าด้วย วิธีการขึ้นทะเบียนเป็นคนงานควบคุม ส่งและบรรจุก๊าซประจำโรงงานหลังจากการฝึกอบรมและได้รับหนังสือรับรองแล้ว ซึ่งการทะเบียนคนงานมีอายุครั้งละ 5 ปี นับตั้งแต่วันอนุญาตให้ขึ้นทะเบียน ทั้งนี้ระเบียบฉบับนี้ได้แนบแบบคำขอขึ้นทะเบียน/ต่ออายุทะเบียนคนงานด้วย

1.6 ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง หลักสูตรคนงานควบคุม ส่ง และบรรจุก๊าซประจำโรงงาน พ.ศ. 2553 ประกาศฉบับนี้ว่าด้วย การอธิบายรายละเอียดของหลักสูตรทั้งทฤษฎีภาคปฏิบัติ และระยะเวลาในการฝึกอบรม รวมถึงการเพิ่มหลักสูตรการฝึกอบรมจากเดิม 3 หลักสูตรเป็น 4 หลักสูตรคือ

1.1.1 หลักสูตรผู้ควบคุมก๊าซในโรงงานผลิต ส่ง จำหน่าย หรือบรรจุก๊าซ

1.1.2 หลักสูตรผู้ควบคุมก๊าซในโรงงานใช้หรือเก็บก๊าซ

1.1.3 หลักสูตรคนงานส่งก๊าซ

1.1.4 หลักสูตรคนงานบรรจุก๊าซ

1.7 ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง หน่วยงานที่ ขึ้นทะเบียนเป็นผู้ดำเนินการจัดฝึกอบรมเกี่ยวกับก๊าซสำหรับบุคลากรประจำโรงงาน พ .ศ. 2551, 2552 ประกาศฉบับนี้ว่าด้วยการออกประกาศรับรองหน่วยงานที่ขึ้นทะเบียนเป็นผู้ดำเนินการจัดฝึกอบรมเกี่ยวกับก๊าซอุตสาหกรรม โดยผู้ที่จะทำการขึ้นทะเบียนเป็นผู้ดำเนินการฝึกอบรมจะต้ องเป็น ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ สถานศึกษา สมาคม หรือโรงงานผลิต โรงบรรจุก๊าซที่มีความสามารถในการฝึกอบรม ขึ้นทะเบียนคราวละ 5 ปี โดยปัจจุบันมีหน่วยงานที่ขึ้นทะเบียนเป็นผู้ดำเนินการจัดฝึกอบรมเกี่ยวกับก๊าซ สำหรับบุคลากรประจำโรงงาน ดังได้แสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดหน่วยงานที่ขึ้นทะเบียนเป็นผู้ดำเนินการจัดฝึกอบรมเกี่ยวกับก๊าซอุตสาหกรรม

ลำดับที่	ชื่อบริษัท	ประเภทการฝึกอบรม	โทรศัพท์
1	บริษัทไทยอาซาฮีเคมีภัณฑ์ จำกัด	คลอรีน	0 2463 6345-8 ต่อ 202
2	บริษัทแอร์โปรดัคส์ อินดัสตรีย์ จำกัด	ออกซิเจน/ ไนโตรเจน/ อาร์กอน	0 2445 5010
3	บริษัทไทยอินดัสเตรียลก๊าซ จำกัด (มหาชน)	ออกซิเจน/ ไนโตรเจน/ อาร์กอน/ คาร์บอนไดออกไซด์	0 2338 6100
4	บริษัท ล.แจ้งตงอ๊อกซิเย่น และอะซิทีลีน จำกัด	ออกซิเจน/ ไนโตรเจน/ อาร์กอน/ คาร์บอนไดออกไซด์	0 2420 9892-3

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อบริษัท	ประเภทการฝึกอบรม	โทรศัพท์
5	บริษัทบางกอกอินดัสเทรียลแก๊ส จำกัด	ออกซิเจน/ ไนโตรเจน/ อาร์กอน/ คาร์บอนไดออกไซด์	0 2676 6288-9
6	บริษัทแพรกซ์แอร์ (ประเทศไทย) จำกัด	ออกซิเจน/ ไนโตรเจน/ อาร์กอน/ คาร์บอนไดออกไซด์	0 2313 1290
7	บริษัทสยาม พีวีเอส เคมิคอลส์ จำกัด	คลอรีน	0 2860 8920-6
8	บริษัทยูนิคก๊าซ แอนด์ ปิโตรเคมิคัลส์ จำกัด(มหาชน)	แอมโมเนีย	0 2280 9555
9	บริษัทแอร์ลิควิด (ประเทศไทย) จำกัด	ออกซิเจน/ ไนโตรเจน/ อาร์กอน/ คาร์บอนไดออกไซด์	0 3637 3326
10	บริษัทไทยสเปเชี่ยลก๊าซ จำกัด	ออกซิเจน/ ไนโตรเจน/ อาร์กอน/ คาร์บอนไดออกไซด์	0 2593 1525
11	บริษัทเอ็นพีซี เซฟตี้ แอนด์ เอ็นไวรอนเมนทอลเซอร์วิส จำกัด	ออกซิเจน/ ไนโตรเจน/ อาร์กอน/ คาร์บอนไดออกไซด์	0 2273 8500

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย (2554)

2. มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซอุตสาหกรรมของประเทศไทย

2.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของออกซิเจน (มอก. 541-2545) สำหรับมาตรฐานอุตสาหกรรมออกซิเจนฉบับนี้ อ้างตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3102 (พ.ศ. 2545) มีเนื้อหาครอบคลุมคำนิยามของออกซิเจนรวมถึงคุณลักษณะที่ต้องการ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสินในการวิเคราะห์ออกซิเจน นอกจากนี้ในภาคผนวกของมาตรฐานฉบับนี้ยังได้แนะนำในการเก็บ การเคลื่อนย้ายที่ก๊าซออกซิเจน และตัวอย่างสถานที่ตั้งถังเก็บออกซิเจนเหลว

2.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของ ไนโตรเจน (มอก. 175-2529) สำหรับมาตรฐานอุตสาหกรรมไนโตรเจนฉบับนี้ อ้างตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 997 (พ.ศ. 2529) มีเนื้อหาครอบคลุมคำนิยามและประเภทของไนโตรเจนรวมถึงคุณลักษณะที่ต้องการ ภาชนะบรรจุ การทำเครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสินในการวิเคราะห์ไนโตรเจน นอกจากนี้ในภาคผนวกของมาตรฐานฉบับนี้ยังได้อธิบายวิธีการวิเคราะห์ไนโตรเจนแต่ละประเภทอย่างละเอียด รวมถึงการตรวจสภาพท่อด้วยวิธีใช้แรงดันน้ำ

2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของ อาร์กอน (มอก. 1024-2534) สำหรับมาตรฐานอุตสาหกรรมอาร์กอนฉบับนี้ อ้างตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1703 (พ.ศ. 2534) มีเนื้อหาครอบคลุมคำนิยามและชั้นคุณภาพของอาร์กอน รวมถึงคุณลักษณะที่ต้องการ ภาชนะบรรจุ การทำเครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสินในการวิเคร าะห์อาร์กอนแต่ละชั้นคุณภาพ

2.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายของถังก๊าซ (มอก. 255-2521) สำหรับมาตรฐานอุตสาหกรรมฉบับนี้อ้างตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 329 (2521) มีเนื้อหาครอบคลุมคำนิยามและชนิดของของอุปกรณ์นิรภัยที่ใช้กับถังบรรจุก๊าซแล ะของเหลวดังนี้

2.4.1 จุกหลอมละลาย (Fusible plug) หมายถึง ชิ้นส่วนทำงานที่มีรูปร่างเป็นจุก ทำด้วยวัสดุที่มีจุดหลอมตัวต่ำ โดยปกติเป็นโลหะผสม ทำหน้าที่ปิดช่องระบายของกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายในภาวะปกติ จุกนี้จะหลอมละลายเพื่อให้ก๊าซระบายออก เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงจุดจำนนที่กำหนดไว้

2.4.2 จุกหลอมละลายเสริมกำลัง (Reinforced fusible plug) หมายถึง จุกหลอมละลายที่มีแกนทำด้วยโลหะมีอุณหภูมิจำนนสูง ล้อมรอบด้วยโลหะที่มีจุดหลอมตัวต่ำและมีอุณหภูมิจำนนตามที่กำหนดไว้

2.4.3 ฝาครอบปะทุ (Frangible disc/ Rupture disc) หมายถึง ชิ้นส่วนทำงานที่มีรูปร่างเป็นฝาครอบ ทำด้วยโลหะ ทำหน้าที่ปิดช่องระบายของกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายในภาวะปกติ จะระเบิดออกเมื่อถึงความดันที่กำหนดไว้เพื่อปล่อยให้ก๊าซระบายออกจากภายในถังสู่บรรยากาศ

2.4.4 ฝาครอบปะทุควบคู่กับจุกหลอมละลาย (Combination frangible disc – fusible plug) หมายถึง ฝาครอบปะทุใช้คู่กับจุกหลอมละลาย เพื่อป้องกันฝาครอบปะทุระเบิดออกก่อนถึงอุณหภูมิจำนนของจุกหลอมละลาย

2.4.5 ลิ้นนิรภัยแบบระบาย (Safety relief valve) หมายถึง กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายที่มีชิ้นส่วนทำงานปิดช่องระบายของกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายโดยแรงดันขอ งสปริง ลิ้นจะเปิดและปิดเมื่อถึงความดันที่กำหนดไว้

2.4.6 ลิ้นนิรภัยแบบระบายควบคู่กับจุกหลอมละลาย (Combination safety relief valve and fusible plug) หมายถึง กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายชนิดลิ้นนิรภัยแบบระบายใช้คู่กับจุกหลอมละลายอาจอยู่ในตัวเดียวกัน หรือแยกกันก็ได้ ทำหน้ าที่เปิดและปิดเมื่อถึงความดันที่กำหนด หรือเปิดออกเมื่อถึงอุณหภูมิที่กำหนด

จากชนิดของกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายต่างๆ แล้วใน มอก . ฉบับได้ยังได้กล่าวถึงหัวข้อการประกอบอุปกรณ์ คุณลักษณ์ของอุปกรณ์ที่ต้องการ การบำรุงรักษาอุปกรณ์ การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบอุปกรณ์

2.5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดันแบบไม่มีตะเข็บ ความจุไม่เกิน 150 ลูกบาศก์เดซิเมตร (มอก. 358-2551) สำหรับมาตรฐานอุตสาหกรรมฉบับนี้อ้างตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3997 (2552) มีเนื้อหาครอบคลุมคำนิยามและหน่วยตรวจสอบภาชนะบรรจุก๊าซซึ่งระบุคุณสมบัติของการบริหารและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง รวมถึงสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอบเทียบภาชนะบรรจุก๊าซให้เป็นไปตามข้อกำหนด นอกจากนี้ในหัวข้อการบรรจุก๊าซและการใช้ถังก๊าซได้กำหนดให้มีการตรวจสภาพท่อก๊าซก่อนทำการบรรจุ และต้องมีการทดสอบท่อก๊าซทุก 5 ปีโดยหน่วยงานที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมโดยมีเอกสารรับรองการตรวจสภาพท่อก๊าซพร้อมให้พนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจสอบได้

สำหรับการตรวจสอบและการทำลายในมาตรฐานอุตสาหกรรมฉบับนี้ได้ระบุให้ทำการตรวจสอบด้วยวิธีก ารทดสอบด้วยความดันไฮดรอลิก หรือการทดสอบด้วยเครื่องอัลตราโซนิก หากท่อก๊าซใดไม่ผ่านการทดสอบจะต้องทำลายโดยตัดท่อก๊าซออกเป็นอย่างน้อย 2 ส่วนและทำลายเกลียวคอถังก๊าซเพื่อป้องกันการนำกลับมาใช้ใหม่ ส่วนการทำเครื่องหมายและฉลากใหม่

จะต้องระบุข้อมูลให้ครบถ้วน ชัดเจน แ ละถาวรไว้บริเวณคอท่อก๊าซที่ผ่านการทดสอบและทำการบันทึกและการรายงานผลรับรองผลการตรวจสอบนั้น

2.6 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสีและสัญลักษณ์สำหรับภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้ในทางการแพทย์ (มอก. 87-2521) สำหรับมาตรฐานอุตสาหกรรมสีและสัญลักษณ์สำหรับภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้ในทางการ แพทย์ฉบับนี้ อ้างตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 333 (พ.ศ. 2521) มีเนื้อหาครอบคลุมคำนิยาม สัญลักษณ์และสี โดยกำหนดสัญลักษณ์ของภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้ในทางการแพทย์อย่างน้อยต้องมีเครื่องหมายกากบาทและข้อความแสดงถึงชื่อของก๊าซที่บรรจุเป็นภาษาไทย และสูตรเคมีของก๊าซนั้นๆ โดยเครื่องหมายและข้อความสีขาวเห็นได้อย่างชัดเจนอยู่ส่วนบนสุดของตัวภาชนะขนาดของเครื่องหมายและข้อความที่ต้องมีส่วนสูงไม่ต่ำกว่า 1 ใน 8 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของภาชนะบรรจุ ส่วนสีของภาชนะบรรจุก๊าซทางการแพทย์ต้องทาสี เพื่อแสดงถึงชนิดของก๊าซที่บรรจุ ดังได้แสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สีและสัญลักษณะของท่อบรรจุก๊าซใช้ในทางการแพทย์

ชื่อก๊าซที่บรรจุ	สูตรทางเคมี	สีของภาชนะบรรจุ	
		ตัวภาชนะ	ส่วนคอและไหล่
ออกซิเจน	O_2	เขียวมรกต	ขาว
ไนโตรเจน	N_2	เทา	ดำ

2.7 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีและสัญลักษณ์สำหรับภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้ในทางอุตสาหกรรม (มอก. 88-2517) สำหรับมาตรฐานอุตสาหกรรมสีและสัญลักษณ์สำหรับภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้ในทางอุตสาหกรรมฉบับนี้ อ้างตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 96 (พ.ศ. 2517) มีเนื้อหาครอบคลุมคำนิยาม สัญลักษณ์และสี โดยกำหนดสัญลักษณ์ของภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้ในทางอุตสาหกรรมอย่างน้อยต้องมีข้อความแสดงถึงชื่อของก๊าซที่บรรจุเป็นภาษาไทย และสูตรเคมีของก๊าซนั้นๆ โดยเครื่องหมายและข้อความสีขาวเห็นได้อย่างชัดเจนอยู่ส่วนบนสุดของตัวภาชนะขนาดของเครื่องหมายและข้อความที่ ต้องมีส่วนสูงไม่ต่ำกว่า 1 ใน 8 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของภาชนะบรรจุ ส่วนสีของภาชนะบรรจุก๊าซทางอุตสาหกรรมต้องทาสี เพื่อแสดงถึงชนิดของก๊าซที่บรรจุ ดังได้แสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 สีและสัญลักษณะของท่อบรรจุก๊าซใช้ในทางอุตสาหกรรม

ชื่อก๊าซที่บรรจุ	สูตรทางเคมี	สีของภาชนะบรรจุ	สีแถบ
ออกซิเจน	O_2	ดำ	-
ไนโตรเจน	N_2	เทา	ดำ
อาร์กอน	Ar	ฟ้าหม่น	-

3. กฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซอุตสาหกรรมของต่างประเทศ

3.1 Department Of Transportation (DOT) คือ กรมขนส่ง หรือ “ดีโอที” เป็นหน่วยงานรัฐบาลกลางของประเทศสหรัฐอเมริกา มีหน้าที่ในการอำนวยความสะดวก ควบคุมและป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการขนส่ง โดยแบ่งออกเป็น 13 หน่วยงานที่รับผิดชอบแต่ละประเภทการขนส่ง เช่น หน่วยงานขนส่งทางบก หน่วยงานขนส่งทางอากาศ หน่วยงานขนส่งทางเรือ เป็นต้น ซึ่ง DOT ได้กำหนดมาตรฐานในการขนส่งผลิตภัณฑ์ก๊าซอุตสาหกรรมไว้ในหน่วยงานการขนส่งทางท่อ (Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration-PHMSA) และหน่วยงานการขนส่งทางบก (Federal Transit Administration-FTA) ได้กำหนดรายละเอี ยดมาตรฐานในการขนส่งผลิตภัณฑ์ก๊าซอุตสาหกรรมทางท่อและทางรถขนส่งในเอกสารชุด Registration informed for Industrial Gas

3.2 Environmental Protection Agency (EPA) คือ สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อม หรือ "อีพีเอ" เป็นหน่วยงานรัฐบาลกลางของประเทศสหรัฐอเมริกา มีหน้าที่ดูแลปกป้องสุขภาพของประชาชนสหรัฐอเมริการและปกป้องสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ได้แก่ อากาศ ดิน และ น้ำ โดย EPA เป็นหน่วยงานที่กำหนดกฎหมายในการป้องกันการปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อมที่อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพ หรือสวัสดิภาพของประชาชนสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดให้โรงงานผู้ผลิต หรือมีกา รใช้และจัดเก็บก๊าซอุตสาหกรรมต้องจัดทำแผนฉุกเฉินในการป้องกันและแก้ไขกรณีเกิดการรั่วไหลของก๊าซอุตสาหกรรมให้เหมาะสมและเพียงพอต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

3.3 Compressed Gas Association (CGA) คือ หน่วยงานมาตรฐานอุปกรณ์ก๊าซแรงดัน ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยจัดทำมาตรฐานอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซแรงดัน เช่น ท่อก๊าซแรงดัน วาล์ว หรือเกจวัดแรงดันเป็นต้น (หน่วยนับเป็นเมตริก) สำหรับประเทศไทยได้นำ

มาตรฐาน CGA มาใช้โดยตรง โดยทั้งมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) หรือประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมที่ใช้ในประเทศไทยให้อ้างอิงมาตรฐานสากลซึ่งรวมถึงมาตรฐานของ CGA ด้วย

3.4 Deutsches Institut für Normung (DIN) คือ หน่วยงานมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศเยอรมันนี ซึ่งรวมถึงมาตรฐานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซอุตสาหกรรมด้วย (หน่วยนับเป็นเมตริก) สำหรับประเทศไทยได้นำมาตรฐาน DIN มาใช้โดยตรง โดยทั้ งมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก .) หรือประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมที่ใช้ในประเทศไทยให้อ้างอิงมาตรฐานสากลซึ่งรวมถึงมาตรฐานของ DIN ด้วย

3.5 Japanese Industrial Standard (JIS) คือ หน่วยงานมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งรวมถึงมาตรฐานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซอุตสา หกรรมด้วย (หน่วยนับเป็นเมตริก) สำหรับประเทศไทยได้นำมาตรฐาน JIS มาใช้โดยตรง โดยทั้งมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) หรือประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมที่ใช้ในประเทศไทยให้อ้างอิงมาตรฐานสากลซึ่งรวมถึงมาตรฐานของ JIS ด้วย

3.6 British Standard (BS) คือ หน่วยงานมาตรฐานอุตสาหกรรมของ ประเทศอังกฤษ ซึ่งรวมถึงมาตรฐานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซอุตสาหกรรมด้วย (หน่วยนับเป็นนิ้ว) สำหรับประเทศไทยได้นำมาตรฐาน BS มาใช้โดยตรง โดยทั้งมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) หรือประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมที่ใช้ในประเทศไทยให้อ้างอิงมาตรฐานสากลซึ่งรวมถึงมาตรฐานของ BS ด้วย

บทที่ 3
ที่มาและกระบวนการผลิตก๊าซอุตสาหกรรม

1. ที่มาของก๊าซอุตสาหกรรม

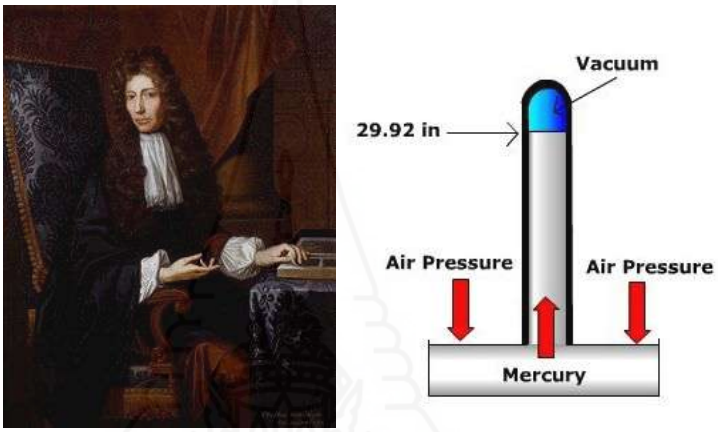
ก๊าซ (Gas) เป็นสสารที่มีโครงสร้างซับซ้อนน้อยที่สุดในบรรดาสสารอื่นๆ ที่มีอยู่ในโลก โดยหลักทฤษฎีของสสารก๊าซจัดว่าเป็นสสารที่มีขาดเล็กที่สุด และเคลื่อนที่แบบไม่มีทิศทางอยู่ตลอดเวลา ซึ่งในสมัยก่อนหน้ายุคกรีกยังไม่มีใครสามารถเข้าใจรูปร่างลักษณะ หรือมีความรู้เกี่ยวกับก๊าซมาก่อน (N.A.Downie,1997)

จนกระทั่งในช่วงต้นของยุคกรีกซึ่งเป็นจุดกำเนิดของการค้นพบและการให้ความสนใจเกี่ยวกับสถานะของหมอกที่เกิดในอากาศ และไอน้ำที่เกิดขึ้นจากบ่อน้ำ (Wightman, 1950) ซึ่งเป็นสสารที่ผสมกันระหว่างก๊าซและของเหลว รวมถึงเมื่อประมาณก่อนศตวรรษที่ 2 ชาวกรีกได้มีการพัฒนาเครื่องดนตรีที่ใช้ลมในการเป่าเรียกว่า Pipe organs (Elvin, 1971) ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 เครื่องเป่า Pipe organs

ที่มา: ค้นคืนวันที่ 1 สิงหาคม 2554 จาก http://karenswhimsy.com/greek-warriors.shtm

ในยุคต่อมาเริ่มมีอุตสาหกรรมเหล็ก เซรามิก และเครื่องแก้ว ที่ประยุกต์นำแรงดันของอากาศเข้ามาช่วยในการหลอม โดยการดึงอากาศแบบแรงดันต่ำ ในช่วงปี 1600 ได้เริ่มมีนักวิทยาศาสตร์ รวมถึงนักเคมีหลายคนสนใจเข้ามาศึกษา และค้นหาคำตอบเกี่ยวกับคุณสมบัติของก๊าซที่อยู่ในอากาศที่เราหายใจเพิ่มมากขึ้น (Agricola, 1556) เช่น ในปี 1662 Robert Boyle ผู้คิดค้นและประดิษฐ์ปรอทวัดแรงดันคนแรกของโลกซึ่งใช้หลักแรงดันอากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรอากาศ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 Robert Boyle และปรอทวัดแรงดัน

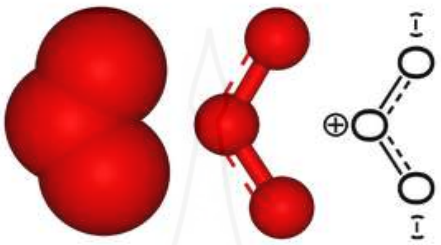
ที่มา: ค้นคืนวันที่ 1 สิงหาคม 2554 จาก http://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Boyle

ในปี 1802 Gay-Lussac ได้ประดิษฐ์ปรอทวัดอุณหภูมิโดยใช้หลักแรงดันอากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (N.A.Downie,1997) ซึ่งในยุคนี้ถือเป็นจุดเริ่มต้นของการนำอากาศเข้ามาใช้ประโยชน์ในการผลิตเครื่องมือต่างๆ ที่ยังมีการใช้จนถึงปัจจุบัน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาทดลองและค้นพบก๊าซอุตสาหกรรมหลัก ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ที่มาของก๊าซออกซิเจน

ออกซิเจน เป็นสารลำดับที่ 8 ของตารางธาตุ คำว่า ออกซิเจน มาจากภาษากรีก ὀξύς (oxys)+ γενής (-genēs) หมายถึง สารที่ทำให้เกิดกรด เนื่องจากในยุคกรีกเข้าใจผิดว่าสารใดที่มีฤทธิ์เป็นกรดต้องมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบทั้งหมด ก๊าซออกซิเจนมีตัวย่อคือ O_2 ซึ่งเป็น

ก๊าซตัวแรกในอากาศที่ถูกค้นพบโดย Carl Wilhelm Scheele, Joseph Priestley และ Antoine Lavoisier ในปี 1775 ด้วยการใช้ปฏิกิริยาเคมีผันกลับระหว่างปรอทกับออกซิเจน (Gibbs, 1967; Anon, 1980) โดยมีลักษณะโมเลกุลดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 โมเลกุลก๊าซออกซิเจน

ที่มา: ค้นคืนวันที่ 1 สิงหาคม 2554 จาก http://en.wikipedia.org/wiki/Oxygen

1.1.1 Carl Wilhelm Scheele เภสัชกร ชาวสวีเดน ได้ค้นพบออกซิเจนเป็นคนแรกในปี 1772 โดยการให้ความร้อนกับออกไซด์ของปรอทและไนเตรทชนิดต่างๆ ซึ่งก๊าซที่ได้ออกมาเขาเรียกว่า “Fire Air” หลังจากนั้นในปี 1775 เขารวบรวมข้อมูลและเขียนหนังสือเพื่อส่งไปยังสำนักพิมพ์แต่เอกสารนั้นกลับไม่ได้ตีพิมพ์ (N.A.Downie,1997) โดย Carl Wilhelm Scheele ได้รับการยกย่องให้เป็นผู้ค้นพบก๊าซออกซิเจน ดังภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4 Carl Wilhelm Scheele

ที่มา: ค้นคืนวันที่ 1 สิงหาคม 2554 จาก http://en.wikipedia.org/wiki/ Carl_Wilhelm_Scheele

1.1.2 Joseph Priestley เป็นนักบวชชาวอังกฤษ ในปี 1774 เขาได้ทำการทดลองและให้ความสนใจเกี่ยวกับปฏิกิริยาของแสงแดดกับออกไซด์ของปรอทโดยเขาได้ทำการทดลองผลกระทบที่มีต่อการอยู่รอดของหนูทดลองในหลอดแก้วที่มีก๊าซที่เกิดจากการใช้เทียนเผาให้ความร้อนกับปรอท ปรากฏว่าหนูสามารถหายใจได้ปกติและไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลง ดังนั้นเขาจึงทดลองด้วยตนเองในการสูดหายใจเอาก๊าซดังกล่าว เขารู้สึกว่าอัตราการหายใจเป็นปกติเหมือนกับอากาศที่เราหายใจ แต่จะรู้สึกโล่งบริเวณหน้าอกมากกว่าการหายใจเอาอากาศธรรมดาเข้าไป ดังนั้นเขาจึงได้ส่งข้อมูลในการทดลองดังกล่าวเพื่อตีพิมพ์ในปี 1775 ซึ่งผลการทดลองของเขาได้ตีพิมพ์ก่อน Carl Wilhelm Scheele เนื่องจากเขามีชื่อเสียงมากกว่า (N.A.Downie,1997) โดย Joseph Priestley ได้รับการยกย่องให้เป็นผู้ค้นพบก๊าซออกซิเจน ดังภาพที่ 3.5

ภาพที่ 3.5 Joseph Priestley

ที่มา: ค้นคืนวันที่ 1 สิงหาคม 2554 จาก http://en.wikipedia.org/wiki/ Joseph_Priestley

1.1.3 Antoine Lavoisier นักเคมีชาวฝรั่งเศส ในปี 1774 เขาทำการทดลองและพิสูจน์ข้อเท็จจริงหลังจากได้รับข้อมูลในการค้นพบสารตัวใหม่ของ Scheele ว่าทั้งการค้นพบของ Scheele และ Priestley ล้วนเป็นการค้นพบองค์ประกอบใหม่ของสารเคมี ทั้งนี้เขายังได้พิสูจน์การทดลองที่คล้ายๆ กับการทดลองของ Scheele และ Priestley ซึ่งในปี 1777 เขาได้ตีพิมพ์เกี่ยวกับผล

การทดลองและระบุชื่อองค์ประกอบเคมีดังกล่าวว่า ออกซิเจน (N.A.Downie,1997) โดย Antoine Lavoisier ได้รับการยกย่องให้เป็นผู้ค้นพบก๊าซออกซิเจน ดังภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6 Antoine Lavoisier

ที่มา: ค้นคืนวันที่ 1 สิงหาคม 2554 จาก http://en.wikipedia.org/wiki/ Antoine_Lavoisier

1.2 ที่มาของก๊าซไนโตรเจน

ไนโตรเจน เป็นสารลำดับที่ 7 ของตารางธาตุ คำว่า ไนโตรเจน มาจากภาษาฝรั่งเศส "nitre" + Fr. gène หมายถึง สารที่เกิดจากกรดไนตริก เนื่องจากในครั้งแรกพบไนโตรเจนจากกรดไนตริก ซึ่งสามารถเปลี่ยนสถานะมาเป็นของแข็งคล้ายเกลือ (potassium nitrate) หรือที่เรียกว่า Nitre ก๊าซไนโตรเจนมีตัวย่อคือ N_2 ถูกค้นพบโดย Daniel Rutherford และ Antoine Lavoisier ในปี 1789 (Gibbs, 1967; Anon, 1980) โดยมีลักษณะโมเลกุลดังภาพที่ 3.7

ภาพที่ 3.7 โมเลกุลไนโตรเจน

ที่มา: ค้นคืนวันที่ 1 สิงหาคม 2554 จาก http://en.wikipedia.org/wiki/Nitrogen

1.2.1 Daniel Rutherford นักเคมีชาวสกอตแลนด์ ในปี 1772 เขาค้นพบก๊าซไนโตรเจนจากกรดไนตริก และเรียกว่า Noxious Air หรือ Fixed Air เนื่องจากเป็นก๊าซที่ไม่ติดไฟ ในในช่วงเวลาใกล้เคียงกันก็มีหลายคนที่สนใจในการศึกษาไนโตรเจนเหมือนกัน เช่น Carl Wilhelm Scheele, Joseph Priestley และ Henry Cavendish (N.A.Downie,1997) โดย Daniel Rutherford ได้รับการยกย่องให้เป็นผู้ค้นพบก๊าซไนโตรเจน ดังภาพที่ 3.8

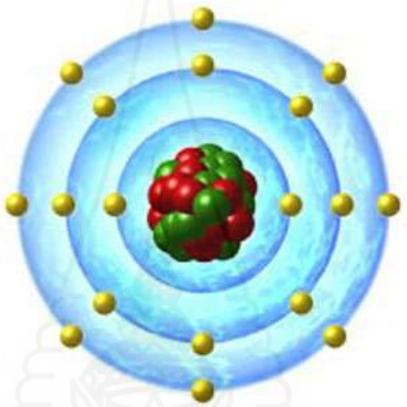
ภาพที่ 3.8 Daniel Rutherford

ที่มา: ค้นคืนวันที่ 1 สิงหาคม 2554 จาก http://en.wikipedia.org/wiki/Daniel_Rutherford

1.2.2 Antoine Lavoisier นักเคมีชาวฝรั่งเศส ในปี 1774 เขาทำการทดลองและพิสูจน์ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับอากาศว่าประกอบก๊าซหลัก 2 ชนิด คือก๊าซที่ใช้ในการหายใจ ซึ่งช่วยให้ติดไฟได้ หรือที่เรียกว่าก๊าซออกซิเจน และก๊าซเมฟิติก หรือ azote, มาจากภาษากรีก ἄζωτος (azotos) แปลว่า ทำให้ตาย ซึ่งเป็นก๊าซที่ทำให้สัตว์ทดลองตายได้หากสูดดมเข้าโดยตรง และได้มีการตีพิมพ์ในปี 1789 ซึ่งข้อมูลผลการทดลองดังกล่าวได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย และเขาได้เปลี่ยนชื่อจาก Azote เป็น ไนโตรเจน ตามภาษาฝรั่งเศสในเวลาต่อมา (N.A.Downie,1997) โดย Antoine Lavoisier ได้รับการยกย่องให้เป็นผู้ค้นพบก๊าซไนโตรเจน ดังภาพที่ 3.6

1.3 ที่มาของก๊าซอาร์กอน

อาร์กอน เป็นสารลำดับที่ 18 ของตารางธาตุ คำว่า อาร์กอน มาจากภาษากรีก ***αργον*** หมายถึง ขี้เกียจ หรือไม่กระตือรือร้น เนื่องจากเป็นก๊าซเฉื่อยไม่ทำปฏิกิริยากับสารใดๆ รวมถึงไม่ติดไฟด้วย ก๊าซไนโตรเจนมีตัวย่อคือ Ar ถูกค้นพบโดย Henry Cavendish, Lord Rayleigh และ William Ramsay ในปี 1894 ด้วยวิธีการทำปฏิกิริยาเผา ไหม้ระหว่างอากาศกับแมกนีเซียม (Anon, 1980) โดยมีลักษณะโมเลกุลดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 โมเลกุลอาร์กอน

ที่มา: ค้นคืนวันที่ 1 สิงหาคม 2554 จาก

http://www.clipart.dk.co.uk/1259/subject/Chemistry/Argon_atom

1.3.1 Henry Cavendish นักเคมีชาวอังกฤษ ในปี 1785 เขาได้ทดลองการทำแยก H2 ออกจากอากาศ และพบว่าอากาศไม่ได้มีเพียงก๊าซออกซิเจน และไนโตรเจนเท่านั้น แต่น่าจะมีก๊าซอื่นๆ ผสมอยู่ด้วยซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของนักเคมีท่านอื่นๆ ที่สนใจในการทดลองต่อไป โดย Henry Cavendish ได้รับการยกย่องให้เป็นผู้ค้นพบก๊าซอาร์กอน ดังภาพ 3.10

ภาพที่ 3.10 Henry Cavendish

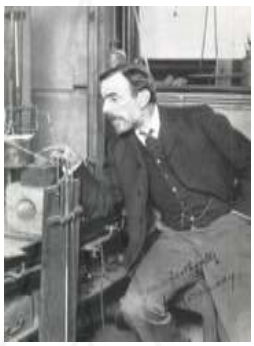
ที่มา: ค้นคืนวันที่ 1 สิงหาคม 2554 จาก http://en.wikipedia.org/wiki/ Henry_Cavendish

1.3.2 Lord Rayleigh นักเคมีชาวอังกฤษ ในปี 1882 เขาได้ทำการแยก ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และไนโตรเจนออกจากกัน และพบว่าในส่วนผสมของไนโตรเจนมีสารบางอย่างที่ความหนาแน่นแตกต่างกันเล็กน้อยผสมอยู่ไม่ถึง 1% โดย Lord Rayleigh ได้รับการยกย่องให้เป็นผู้ค้นพบก๊าซอาร์กอน ดังภาพ 3.11

ภาพที่ 3.11 Lord Rayleigh

ที่มา: ค้นคืนวันที่ 1 สิงหาคม 2554 จาก http://en.wikipedia.org/wiki/ Lord_Rayleigh

1.3.3 William Ramsay นักเคมีชาวสกอตแลนด์ ในปี 1984 สืบเนื่องจากการทำงานร่วมกันกับ Lord Rayleigh เขาได้ค้นพบอาร์กอน ด้วยวิธีการทำปฏิกิริยาเผาไหม้ระหว่างอากาศกับแมกนีเซียม และนอกจากนี้เขายังค้นพบก๊าซเฉื่อยอีกหลายชนิด เช่น ฮีเลียม นีออน ฯลฯ โดย William Ramsay ได้รับการยกย่องให้เป็นผู้ค้นพบก๊าซอาร์กอน ดังภาพ 3.12



ภาพที่ 3.12 William Ramsay

ที่มา: ค้นคืนวันที่ 1 สิงหาคม 2554 จาก http://en.wikipedia.org/wiki/ William_Ramsay

2. หลักการผลิตก๊าซอุตสาหกรรม

หลักการผลิตก๊าซอุตสาหกรรมหลัก ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน เป็นการกลั่นลำดับส่วนของอากาศ หรือที่เรียกอีกอย่างว่า การแยกอากาศ ซึ่งก๊าซอุตสาหกรรมหลักทั้ง 3 ชนิดใช้หลักการเช่นเดียวกัน แต่สัดส่วนของก๊าซอุตสาหกรรมที่ได้จะขึ้นกับปริมาณร้อยละที่ผสมอยู่ในอากาศ รายละเอียดดังตารางที่ 3.1

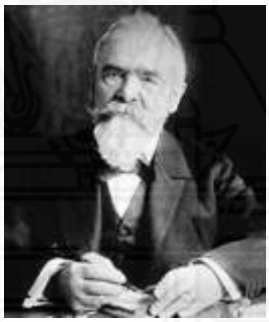
ตารางที่ 3.1 สัดส่วนปริมาณร้อยละของก๊าซที่อยู่ในอากาศ

ลำดับที่	ก๊าซที่อยู่ในบรรยากาศ	ปริมาณร้อยละ
1	ก๊าซไนโตรเจน	78
2	ก๊าซออกซิเจน	21

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับที่	ก๊าซที่อยู่ในบรรยากาศ	ปริมาณร้อยละ
3	ก๊าซอาร์กอน และก๊าซผสมอื่นๆ	1

จากตารางที่ 3.1 ก๊าซอุตสาหกรรมหลักที่นำมาจัดทำคู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรมฉบับนี้ถือเป็นก๊าซที่มีปริมาณร้อยละมากที่สุด 3 ลำดับแรก และเป็นก๊าซที่มีการใช้ประโยชน์มากที่สุดเช่นเดียวกัน โดยหลักการในการผลิตก๊าซอุตสาหกรรมได้พัฒนาและค้นพบโดย Prof. Dr. Carl Paul Gottfried von Linde วิศวกรชาวเยอรมันนี ซึ่งเขาได้เริ่มต้นทดลองและสามารถเครื่องแยกอากาศได้สำเร็จเป็นคนแรกของโลกในปี 1870 ดังนั้น Prof. Dr. Carl Paul Gottfried von Linde จึงได้รับยกย่องให้เป็นบิดาแห่งก๊าซอุตสาหกรรม (N.A.Downie,1997) ดังภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 Prof. Dr. Carl Paul Gottfried von Linde

ที่มา: ค้นคืนวันที่ 1 สิงหาคม 2554 จาก http://en.wikipedia.org/wiki/ Carl_Linde

3. กระบวนการผลิตก๊าซอุตสาหกรรม

กระบวนการผลิตก๊าซอุตสาหกรรมหลัก ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน มีทั้งหมด 8 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการดูดอากาศ คือ การใช้ Air Compressor ในการดูดอากาศทั่วไปที่มีอยู่ในบรรยากาศเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยใช้อุปกรณ์ 2 อย่างหลักๆ ดังนี้

3.1.1 ตัวกรอง (Filter) ทำหน้า กำจัด ฝุ่น ละออง ของแข็งมากับอากาศ

3.1.2 เครื่องดูดอากาศ (Main Air Compressor) หรือเรียกย่อว่า MAC. ทำหน้าที่ดูดอากาศผ่านตัวกรอง(Filter) เพิ่มความดันขึ้นประมาณ 6 Kg/cm^2 ดังภาพที่ 3.14

ภาพที่ 3.14 เครื่องดูดอากาศ (Main Air Compressor)

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3.2 ขั้นตอนการทำความสะอาด คือ การกำจัดสารที่ไม่พึงประสงค์ออกจากตัวอากาศ โดยใช้ Pressure Swing Absorption (PSA.) ใช้หลักการดูดซึมของเม็ดดูดความชื้น โดยสารที่ต้องกำจัดออกจากตัวอากาศมีทั้งหมด 2 อย่าง คือ

3.2.1 คาร์บอนไดร์ออกไซด์ หรือ CO_2

3.2.2 น้ำหรือความชื้นในอากาศ

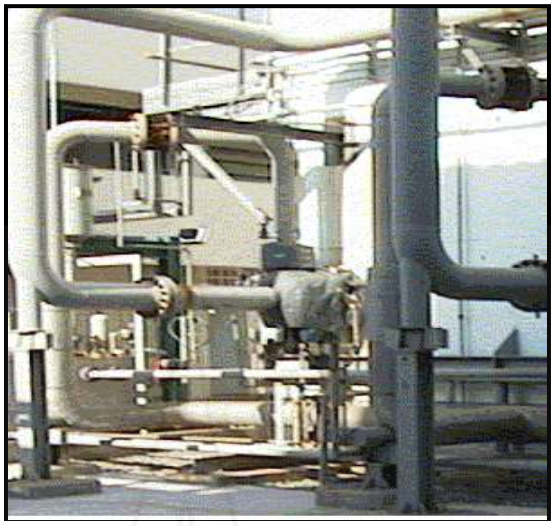
เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาต่อการผลิตเนื่องจาก สารทั้ง 2 อย่างนี้สามารถรวมตัวกันและกลายเป็นของแข็งได้ที่อุณหภูมิต่ำๆ แล้วทำให้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนอุณหอุณหภูมิ (Heat Exchanger) เกิดการอุดตันได้ ดังภาพที่ 3.15

ภาพที่ 3.15 Pressure Swing Absorption (PSA.)

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3.3 ขั้นตอนเพิ่มความดัน จากหลักการการทำอากาศให้เป็นของเหลวจำเป็นจะต้องอยู่ภายใต้ความดันสูงเพื่อทำให้คุณสมบัติของอากาศนั้นพร้อมที่จะควบแน่นกลายเป็นของเหลวได้ โดยใช้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เพิ่มความดันให้สูงขึ้น คือ Air Booster compressor และ Liquefier Compressor ซึ่งเพิ่มความดันได้ถึง 35-40 Kg/cm^2

3.4 ขั้นตอนทำความเย็น อากาศจะกลายเป็นของเหลวได้ต้องมีอุณหภูมิต่ำมาก ดังนั้นหลังจากอากาศผ่านการเพิ่มความดันแล้ว เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่พร้อมที่จะกลายเป็นของเหลวได้ จึงต้องมีการทำความเย็นหรือลดอุณหภูมิให้ต่ำลง อุณหภูมิที่ลดต่ำลงจะอยู่ประมาณ -170 องศาเซลเซียส โดยใช้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ทำความเย็นให้กับอากาศ คือ Compander ดังภาพ 3.16



ภาพที่ 3.16 อุปกรณ์ทำความเย็น (Compander)

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3.5 ขั้นตอนการกลั่นอากาศ หอกลั่นอากาศ (Columns) เป็นอุปกรณ์หลักของขั้นตอนแยกอากาศ หลังจากได้อากาศที่เป็นของเหลวที่มีอุณหภูมิต่ำมากๆแล้ว การแยกอากาศให้ได้ที่เป็นก๊าซอุตสาหกรรมหลักจะต้องอาศัยคุณสมบัติจุดเดือด ที่แตกต่างกันของก๊าซแต่ละตัว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.5.1 ไนโตรเจน มีจุดเดือดที่ -196^{o}C ซึ่งจะเป็นก๊าซตัวแรกจากกระบวนการกลั่นอากาศที่ออกมาก่อนและอยู่บนสุดของหอกลั่น ซึ่งจะได้ไนโตรเจนร้อยละ 78 ในการผลิต

3.5.2 อาร์กอน มีจุดเดือดที่ –186^{o}C ซึ่งจะเป็นก๊าซตัวสองจากกระบวนการกลั่นอากาศที่ออกมาก่อนและอยู่ช่วงกลางของหอกลั่น ซึ่งจะได้อาร์กอนร้อยละ 1 ในการผลิต

3.5.3 ออกซิเจน มีจุดเดือดที่ –183^{o}C ซึ่งจะเป็นก๊าซตัวสุดท้ายจากกระบวนการกลั่นอากาศที่ออกมาก่อนและอยู่ช่วงล่างของหอกลั่น ซึ่งจะได้ออกซิเจนร้อยละ 21 ในการผลิต

โดยลักษณะของหอกลั่นจะมีฉนวนกันความร้อนทั้งหมด 2 ชั้น เพื่อป้องกันการสูญเสียความเย็นของอุณหภูมิภายในดังนั้นจึงมีขนาดใหญ่และสูงตามขนาดการผลิต ดังภาพที่ 3.17

ภาพที่ 3.17 หอกลั่นอากาศ (Columns)

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3.6 ขั้นตอนการจัดส่งทางท่อ ซึ่งเป็นระบบส่งจ่ายก๊าซให้กับผู้ใช้งานผ่านท่อส่งก๊าซ (Pipe Line) โดยจัดส่งได้ในปริมาณมากและต่อเนื่อง ผลิตภัณฑ์ที่จัดส่งทางระบบท่อคือ ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซออกซิเจน ซึ่งก๊าซที่จ่ายทางระบบท่อจะถูกจ่ายด้วย Compressors และการส่งจ่ายทางระบบท่อจะมีระบบ Backup เป็นตัวช่วยจ่ายเมื่อการจ่ายมีปัญหา ดังภาพที่ 3.18

ภาพที่ 3.18 ระบบท่อส่งก๊าซ (Pipe Line)

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3.7 ขั้นตอนการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ ก๊าซอุตสาหกรรมหลักที่ได้จากการแยกอากาศถูกบรรจุในถังเก็บก๊าซเหลวขนาดใหญ่ (Storage Tank) เพื่อใช้สำรองระบบการผลิตที่มีปัญหา โดยผลิตภัณฑ์ที่จัดเก็บ คือ ออกซิเจนเหลว ไนโตรเจนเหลว และ อาร์กอนเหลว ดังภาพที่ 3.19

ภาพที่ 3.19 ถังเก็บก๊าซเหลวขนาดใหญ่ (Storage Tank)

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3.8 ขั้นตอนการเติมผลิตภัณฑ์ เป็นการขนถ่ายผลิตภัณฑ์ทางรถขนส่งไปยังผู้ใช้งาน ผลิตภัณฑ์ที่ขน คือ ออกซิเจนเหลว ไนโตรเจนเหลว และอาร์กอนเหลว โดยการเติมผลิตภัณฑ์จากถังเก็บก๊าซเหลวเข้ารถขนส่งสินค้าโดยผ่านปั๊มแรงดันสูง ดังภาพที่ 3.20

ภาพที่ 3.20 การเติมผลิตภัณฑ์ (Loading Area)

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

บทที่ 4
คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของก๊าซอุตสาหกรรม

1. คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของออกซิเจน

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีความจำเป็นต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนพื้นโลก ในบรรยากาศปกตินั้นประกอบด้วยออกซิเจนประมาณ 21% ถ้าหากมีปริมาตรความหนาแน่นของออกซิเจนมากกว่า 23.5% ขึ้นไป จะก่อให้เกิดอันตรายอันเนื่องจากการลุกไหม้ได้ แม้ว่าออกซิเจนจะเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตก็ตาม แต่การปฏิบัติงานกับออกซิเจนนั้นก็มีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและการปฏิบัติตามข้อกำหนดอย่างเคร่งครัด ทั้งนี้เนื่องมาจากอันตรายที่สามารถเกิดขึ้นได้จากปริมาตรความหนาแน่นที่มากของออกซิเจนนั้นเอง

ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับออกซิเจนนั้นมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวังและปฏิบัติตามคู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรม เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติงานที่ถูกต้องและปลอดภัยต่อไป โดยเราต้องรู้และเข้าใจคุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของออกซิเจนก่อนการปฏิบัติงานกับออกซิเจนดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 คุณสมบัติของออกซิเจน ณ อุณหภูมิ และความดันบรรยากาศออกซิเจนมีคุณสมบัติดังนี้

1.1.1 ไม่มีสีในสภาวะก๊าซ (มีสีฟ้าอ่อนในสภาวะก๊าซเหลว)

1.1.2 ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นพิษ

1.1.3 โปร่งใส

1.1.4 ไม่ติดไฟ แต่ช่วยให้ไฟติด หรือ ช่วยให้เกิดการลุกไหม้

1.1.5 เกิดหมอกเมื่อสัมผัสอากาศ (สภาวะก๊าซเหลว) เนื่องจากการกลั่นตัวของความชื้นในอากาศ

1.1.6 อัตราการขยายตัวสูง คือจากของเหลวเป็นก๊าซประมาณ 877 เท่า

1.1.7 มีจุดเดือดต่ำ ที่อุณหภูมิประมาณ -183 ^{o}C

1.1.8 หนักกว่าอากาศ ในสภาวะก๊าซ (Vapor density = 1.11)

1.2 การใช้ประโยชน์ของออกซิเจน เราใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของออกซิเจนทั้งในสถานะที่เป็นก๊าซเหลว และสถานะก๊าซ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.2.1 ใช้ในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมหนักต่างๆ เช่น เหล็ก แก้ว เมธานอล และไวนิลอาซิเตท

1.2.2 ใช้ร่วมกับก๊าซเชื้อเพลิง เช่น อะเซทิลีน ไฮโดรเจน หรือก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ซึ่งใช้ในกิจกรรมต่างๆ เช่น การเชื่อม การตัด การทำให้แข็ง และการให้ความร้อน

1.2.3 สามารถใช้ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีใดๆ ที่ใช้อากาศเร่งให้ปฏิกิริยานั้นเร็วขึ้น และให้ผลผลิตที่มากขึ้น เช่น การบำบัดน้ำเสีย และของเสียอื่นๆ ที่ปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อม

1.2.4 ใช้ในห้องทดลอง สำหรับออกซิเจนที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก และออกซิเจนที่มีความบริสุทธิ์สูง เช่น ปฏิบัติการควบคุมกระบวนการต่างๆ (Process Control Operation) อุปกรณ์วิเคราะห์โลหะ และใช้เพื่อให้เกิดการรวมตัวกับออกซิเจน (Oxidation) ในการผลิตสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor)

1.2.5 ใช้ทางการแพทย์ เพื่อบำบัดความผิดปกติของทางเดินหายใจ ยาชา และกระโจมออกซิเจนที่มีความดันของออกซิเจนสูงกว่าความดันของออกซิเจนทั่วไป (Hyperbaric Chamber)

ในการใช้ประโยชน์จากก๊าซออกซิเจนมีหลากหลายรูปแบบ ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากก๊าซออกซิเจน

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก Gas Application ของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

2. คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน

ในบรรยากาศโลกที่สภาวะปกตินั้น ก๊าซไนโตรเจน คือส่วนประกอบที่มีอยู่มากที่สุด คือประมาณ 78 % แม้ว่าปริมาณที่มากที่สุดของไนโตรเจนในอากาศจะไม่เป็นอันตรายใดๆกับร่างกายของมนุษย์ก็ตาม แต่หากมีความหนาแน่นมากเกินไปแล้วก็อาจเป็นอันตรายได้อย่างมาก ก๊าซไนโตรเจนเป็นก๊าซเฉื่อยที่มีความเบากว่าอากาศอยู่เล็กน้อยและสามารถแทนที่ออกซิเจนในบรรยากาศได้ ดังนั้นในการทำงานใดๆที่เกี่ยวข้องกับไนโตรเจน ควรอยู่ในบริเวณที่มีการระบายอากาศที่ดีและเพียงพอ หากมีการปฏิบัติงานในห้องปิดจำเป็นต้องมีการใช้พัดลมระบายอากาศที่ดึงอากาศเข้าทางด้านล่างและระบายออกด้านบน เพื่อให้ไนโตรเจนที่สะสมอยู่ถูกพัดพาและทำให้เจือจางลง พร้อมทั้งต้องมีการติดตั้งเครื่องวัดปริมาณออกซิเจนในการเตือนกรณีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่า 19.5% หรือมากกว่า 23.5% บรรยากาศ

ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานร่วมกับไนโตรเจน เราต้องรู้และเข้าใจคุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนก่อน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 คุณสมบัติของไนโตรเจน ณ อุณหภูมิ และความดันบรรยากาศไนโตรเจนมีคุณสมบัติดังนี้

2.1.1 ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นพิษ ไม่ติดไฟ เป็นก๊าซเฉื่อย

2.1.2 โปร่งใส

2.1.3 มีคุณสมบัติในการแทนที่ออกซิเจน

2.1.4 จุดเดือดต่ำ ที่อุณหภูมิประมาณ -196 ^{o}C

2.1.5 เกิดหมอกเมื่อสัมผัสอากาศ เช่นเดียวกับข้อ 1.1.5

2.1.6 อัตราการขยายตัวสูง คือจากของเหลวเป็นก๊าซประมาณ 710 เท่า

2.1.7 เบากว่าอากาศ ในสภาวะก๊าซ (Vapor density = 0.97)

2.2 การใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน เราใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของไนโตรเจนอย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมต่างๆ ดังนี้

2.2.1 ใช้ป้องกันการมีออกซิเจนที่ไม่ต้องการ ไนโตรเจนจัดเป็นก๊าซที่มีประโยชน์ที่ใช้ในเตาหลอม การชุบโลหะ กระบวนการเคมี การบรรจุอาหาร การทำไวน์ การผลิตสีและน้ำมันชักเงา การบรรจุและการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ยาง

2.2.2 ใช้ไนโตรเจนแห้งเป็นตัว Purge ระบบทำความเย็นให้แห้ง รวมทั้งใช้ในการผลิตหลอดอิเล็คทรอนิคและหลอดไฟ

2.2.3 ใช้ไนโตรเจนที่มีสถานะเป็นก๊าซในการทดสอบการไหล การสอบเทียบเกจวัด การขึ้นรูปพลาสติก ใช้เป็นตัวขับให้เป็นละออง ให้กำลังเครื่องมือลม (Pneumatic tool) ใช้ในการถ่ายเทของเหลวที่ไวไฟ

2.2.4 อุตสาหกรรมแช่แข็งอาหาร

2.2.5 การหล่อเย็นเครื่องจักร

2.2.6 การไล่ออกซิเจนและความชื้น ออกจากระบบถังเก็บน้ำมัน ก๊าซไวไฟและในระบบท่อจ่ายตามโรงกลั่นและคลังน้ำมัน

2.2.7 การป้องกันการสันดาป ระหว่างสารเคมีกับอากาศหรือออกซิเจน (Chemical blanketing)

ในการใช้ประโยชน์จากก๊าซไนโตรเจนมีหลากหลายรูปแบบ ดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากก๊าซไนโตรเจน

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก Gas Application ของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3. คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของอาร์กอน

ในบรรยากาศโลกที่สภาวะปกตินั้น ก๊าซอาร์กอนจะมีส่วนประกอบอยู่ประมาณ 0.9% เท่านั้น แม้ว่าก๊าซอาร์กอนจะมีปริมาณที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับก๊าซไนโตรเจนและก๊าซออกซิเจนก็ตาม แต่หากเทียบในบรรดาก๊าซที่หายาก ซึ่งได้แก่ ก๊าซฮีเลียม (Helium), ก๊าซนีออน (Neon), ก๊าซคริพตอน (Krypton) และก๊าซซีนอน (Xenon) แล้วก๊าซอาร์กอนจัดได้ว่าเป็นก๊าซหายากที่มีประมาณมากที่สุด

ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานร่วมกับอาร์กอน เราต้องรู้และเข้าใจคุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของอาร์กอนก่อน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 คุณสมบัติของอาร์กอน ณ อุณหภูมิ และความดันบรรยากาศอาร์กอนมีคุณสมบัติดังนี้

3.1.1 ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นพิษ ไม่ติดไฟ เป็นก๊าซเฉื่อย

3.1.2 มีคุณสมบัติในการแทนที่ออกซิเจน

3.1.3 จุดเดือดต่ำ ที่อุณหภูมิประมาณ -186 ^{o}C

3.1.4 เกิดหมอกเมื่อสัมผัสอากาศ เช่นเดียวกับข้อ 1.1.5

3.1.5 อัตราการขยายตัวสูง จากของเหลวเป็นก๊าซประมาณ 859 เท่า

3.1.6 หนักกว่าอากาศ ในสภาวะก๊าซ (Vapor density = 1.38)

3.2 การใช้ประโยชน์ของอาร์กอน เราใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของอาร์กอนอย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรม รวมถึงอุปกรณ์ที่ทันสมัย และงานพิเศษต่างๆ ดังนี้

3.2.1 การผลิตหลอดไส้ (Incandescence Lamp)

3.2.2 การผลิตหลอดไส้อื่น ๆ เพื่อให้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าและเกิดสีที่ต้องการ เช่น หลอดนีออน เป็นต้น

3.2.3 ใช้เป็นก๊าซเชื่อม สำหรับการเชื่อม ป้องกันการเกิด Oxidation ของวัสดุในงานเชื่อม

3.2.4 ใช้กับงานตัดพิเศษ คือใช้ก๊าซผสมระหว่าง อาร์กอน-ไฮโดรเจน ซึ่งสามารถให้ความร้อนได้มากกว่า 10,000°K

3.2.5 เป็นก๊าซตัวนำใน Chromatography

3.2.6 ใช้ในการ Purge ระบบของเครื่องมือทางการแพทย์

3.2.7 ใช้ในการเตรียมวัสดุหลายชนิดที่อุณหภูมิสูง การทำให้วัสดุเหล่านั้นบริสุทธิ์ และการผลิต (Fabrication) วัสดุเหล่านั้นจะต้องทำ ในบรรยากาศที่มีอาร์กอน

ในการใช้ประโยชน์จากก๊าซไนโตรเจนมีหลากหลายรูปแบบ ดังภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากก๊าซอาร์กอน

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก Gas Application ของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

บทที่ 5
อันตรายและข้อควรระวังของก๊าซอุตสาหกรรม

1. อันตรายและข้อควรระวังของออกซิเจน

ในการปฏิบัติงานร่วมกันกับออกซิเจนมีข้อควรระวังหลายอย่างในการปฏิบัติ เมื่อใช้งานก๊าซออกซิเจนเหลว เนื่องจากมีอุณหภูมิต่ำมาก และกลายเป็นก๊าซได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด โดยเฉพาะสำหรับก๊าซออกซิเจนเหลวซึ่งทำปฏิกิริยากับสิ่งแปลกปลอมได้ง่าย เช่น สารกลุ่มไฮโดรคาร์บอนแล้วเกิดการระเบิดขึ้นได้

ดังนั้นอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากการใช้ออกซิเจน หากปฏิบัติงานด้วยความประมาท สามารถแบ่งอันตรายและข้อควรระวังได้ดังต่อไปนี้

1.1 การเพิ่มขึ้นของออกซิเจนมากเกินไป (Oxygen Enrichment)

1.1.1 อันตรายที่เกิดขึ้น

ถ้าออกซิเจนถูกปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจเกิดจากการรั่ว การปล่อยทิ้ง รู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือสาเหตุอื่นๆ ในห้องหรือพื้นที่ทำงานที่มีการระบายอากาศไม่เพียงพอแล้ว อาจก่อให้เกิดการสะสมเพิ่มขึ้นของออกซิเจนมากเกินไป และเป็นเหตุก่อให้เกิดอันตรายจากการลุกไหม้และการระเบิดโดยง่าย ซึ่งออกซิเจนจะทำปฏิกิริยากับวัสดุต่าง ๆ และช่วยให้เกิดการลุกไหม้ หรือ ระเบิดอย่างรวดเร็วถ้าหากมีความร้อนมากพอ ความรุนแรงและการแผ่ขยายของปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับ

1) ความเข้มข้น, อุณหภูมิ และความดันของส่วนประกอบต่าง ๆ

2) ธรรมชาติของการลุกไหม้ และพลังงานในการลุกไหม้

1.1.2 ข้อควรระวัง

1) ปริมาณของออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นในบรรยากาศแม้จะเป็นเพียงปริมาณเล็กน้อยไม่กี่เปอร์เซ็นต์จะก่อให้เกิดความเสี่ยงในการติดไฟเพิ่มมากขึ้น

2) ประกายไฟเล็กน้อยที่ปราศจากอันตรายในบรรยากาศปกติ ก็เพียงพอที่จะให้เกิดการลุกไหม้กับวัสดุที่ไม่ติดไฟได้ หรือแม้แต่วัสดุกันไฟต่าง ๆ ก็สามารถเกิดการลุกไหม้อย่างแรงในบรรยากาศที่มีออกซิเจนปริมาณมากเกินพอ

3) สารไฮโดรคาร์บอน เช่น น้ำมัน จาระบี น้ำมันหล่อลื่นต่างๆ เป็นสิ่งต้องห้ามที่ใช้กับออกซิเจนเนื่องจากสามารถทำปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วกระตุ้นให้เกิดการลุกไหม้ด้วยตัวเอง และเกิดการระเบิดได้ ท่อที่ใช้ส่งก๊าซออกซิเจนห้ามใช้ข้อต่อที่มีน้ำมันเกาะอยู่เป็นอันขาด

4) ห้ามสูบบุหรี่ หรือกระทำการใดๆ อันอาจทำให้เกิดประกายไฟ หรือความร้อนสูงในบริเวณที่ตั้ง และสถานที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับออกซิเจนโดยเด็ดขาด

1.2 การไหม้เนื่องจากความเย็น (Cold Burn)

1.2.1 อันตรายที่เกิดขึ้น

ก๊าซออกซิเจนเหลวมีอุณหภูมิต่ำมากประมาณ -183 องศาเซลเซียส เมื่อถูกผิวหนังของเรา ผลที่เกิดขึ้นจะเหมือนกับการไหม้จากความร้อน เช่น ไฟไหม้ หรือ น้ำร้อนลวก เนื่องจากก๊าซเหลวดึงความร้อนจากผิวหนังเพื่อการระเหยอย่างรวดเร็ว ความรุนแรงของอาก ารจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของก๊าซเหลวและระยะเวลาในการสัมผัส ขณะที่เนื้อเยื่อของร่างกายสัมผัสกับความเย็นจัดจะไม่รู้สึกเจ็บปวด แต่หลังจากอุณหภูมิสูงขึ้นจะมีอาการเจ็บปวดตามมา

อวัยวะที่เป็นอันตรายมากคือ ดวงตา ซึ่งมีเนื้อเยื่อที่ละเอียดอ่อน แม้จะถูกก๊าซเหลวเพียงเล็กน้อยก็อาจถูกทำลายได้ดังนั้นต้องส่วมแว่นนิรภัยทุกครั้งในการปฏิบัติงานกับก๊าซเหลว ส่วนผิวหนังถ้าถูกเพียงเล็กน้อย จะเกิดอาการเพียงปวดแสบบ้าง แต่หากสัมผัสจำนวนมากๆ อาจเป็นแผลลึกถึงกระดูกได้เช่นกัน

1.2.2 ข้อควรระวัง

ห้ามให้ส่วนใดของร่างการที่ไม่มีการป้องกัน ไปสัมผัสกับท่อส่งก๊าซเหลว หรือส่วนของถังเก็บก๊าซเหลว ที่ไม่มีการห่อหุ้มฉนวน เพราะผิวหนังจะติดแน่นกับโลหะนั้น จนยากที่จะดึงออกหรือถ้าพยายามฝืนดึงออก ผิวหนังส่วนนั่นอาจฉีกขาดได้

1.3 การเกิดหมอก

1.3.1 อันตรายที่เกิดขึ้น

ในบรรยากาศนั้นไอน้ำจะเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่มีอยู่โดยทั่วไป และถ้าเมื่อใดที่ไอน้ำในบรรยากาศสัมผัสกับก๊าซเหลวจะทำให้เกิดเป็นหมอกขึ้น หากเกิดขึ้นในปริมาณมากๆ จะทำให้ทัศวิสัยในการมองเห็นลดน้อยลงทำงานได้ลำบาก อาจพลาดพลั้งบาดเจ็บได้ และจงจำไว้ว่าหมอกที่ว่านี้คือความชื้น ที่ถูกความเย็นจัดและรวมตัวเป็นละอองขาว ๆ ลอยตัวต่ำในบรรยากาศ ไม่ใช่เป็นตัวก๊าซเหลว

1.3.2 ข้อควรระวัง

หากเกิดหมอกควันในขณะที่มีการถ่ายก๊าซเหลวควรรอให้หมอกเหล่านั้นจางหายก่อนจึงปฏิบัติงานต่อ แต่หากเกิดหมอกควันขณะที่ไม่มีการถ่ายก๊าซแสดงว่าน่าจะมีการรั่วเกิดขึ้น ดังนั้นควรแจ้งให้ผู้รับผิดชอบรับทราบ และค้นหาจุดที่เกิดการรั่วไหล และดำเนินการแก้ไขต่อไป

1.4 การแตกออกของอุปกรณ์นิรภัยเนื่องจากความดัน

1.4.1 อันตรายที่เกิดขึ้น

เกิดได้เนื่องจากภายในภาชนะบรรจุก๊าซมีความดันสูงเกินกว่าวัสดุที่ใช้ทำภาชนะนั้นจะทนได้ ในที่นี้หมายรวมถึง ระบบท่อ อุปกรณ์หรือระบบอื่นๆ ที่อาจมีก๊าซเหลวถูกกักเอาไว้โดยไม่มีทางระบายออกได้ เมื่อก๊าซเหลวระเหยกลายเป็นก๊าซ ปริมาตรจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก อาจทำให้ท่อหรืออุปกรณ์เสียหายได้ เพราะฉะนั้น จึงต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน เช่น วาล์วนิรภัย (Safety Valve) หรือฝาครอบปะทุ (Rupture Disc) เอาไว้ เมื่อความดันภายในสูงขึ้นถึงจุดที่ตั้งไว้ อุปกรณ์เหล่านี้จะทำงานโดยอัตโนมัติเพื่อระบายก๊าซที่มีความดันสูงภายในออกมาสู่บรรยากาศ ช่วยลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับระบบทั้งหมดได้

1.4.2 ข้อควรระวัง

1) อุปกรณ์ใดๆ ที่ใช้งานกับออกซิเจน จะต้องได้รับการรับรองว่าเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้กับออกซิเจนเท่านั้น (Oxygen Service) เช่น วาล์ว ข้อต่อ อุปกรณ์ปรับลดแรงดันระบบท่อนำส่งก๊าซ เป็นต้น

2) ใช้อุปกรณ์นิรภัยสำหรับก๊าซออกซิเจนที่ได้ได้รับการรับรองตามมาตรฐานกำหนด เช่น การใช้วาวล์สำหรับท่อก๊าซออกซิเจนตามมาตรฐาน CGA540

3) ห้ามนำวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดที่มีส่วนผสมของสารไฮโดรคาร์บอน เช่น น้ำมันหล่อลื่น จาระบี ทินเนอร์ มาใช้งานร่วมกับระบบที่มีออกซิเจนโดยเด็ดขาด หากใช้อุปกรณ์ที่มีส่วนผสมของสารไฮโดรคาร์บอนอาจทำให้เกิดการระเบิดอย่างรุนแรงได้ ดังภาพที่ 5.1

ภาพที่ 5.1 ตัวอย่างอันตรายจากการระเบิดของก๊าซออกซิเจน

ที่มา: หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ (2539:1)

2. อันตรายและข้อควรระวังของไนโตรเจน

ในการปฏิบัติงานกับไนโตรเจนมีข้อควรระวังหลายอย่างในการปฏิบัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้งานก๊าซไนโตรเจนเหลว ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำและการขยายตัวของก๊าซเหลวเป็นก๊าซค่อนข้างสูงจึงทำให้เกิดแรงดันสูงตามมาด้วย นอกจากนี้ก๊าซไนโตรเจนซึ่งเป็นก๊าซเฉื่อยสามารถแทนที่ออกซิเจนในบรรยากาศและทำให้เกิดการขาดอากาศหายใจเป็นอันตรายต่อชีวิตได้

ดังนั้นอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากการใช้ออกซิเจน หากปฏิบัติงานด้วยความประมาท สามารถแบ่งอันตรายและข้อควรระวังได้ดังต่อไปนี้

2.1 การลดลงของออกซิเจน (Asphyxiation)

2.1.1 อันตรายที่เกิดขึ้น

ก๊าซออกซิเจนเป็นสิ่งสำคัญสำหรับชีวิต ดังนั้นจะต้องแน่ใจว่ามีปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศอย่างเหมาะสมและเพียงพอสำหรับการหายใจของสิ่งมีชีวิต (19.5%-23.5%) แม้แต่บุคคลซึ่งมีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์หากอยู่ในบรรยากาศที่มีออกซิเจนต่ำกว่า 14% โดยปริมาตรก็สามารถก่อให้เกิดอันตรายกับร่างกายได้เช่นกัน ดังนั้นผู้ที่ประสบอันตรายที่เกิดจากการขาดอากาศหายใจ ซึ่งความรุนแรงของอาการขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนในอากาศ ดังรายละเอียดตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงความเข้มข้นของออกซิเจนและผลกระทบต่อร่างกาย

ปริมาณออกซิเจน (คิดเป็น % โดยปริมาตรที่ความดันปกติ)	ผลต่อร่างกายและอาการ
11-14%	สมรรถภาพของร่างกายจะลดน้อยลง ความสามารถในการตัดสินใจช้าลง การคาดคะเนผิดพลาด และถ้าหากบาดเจ็บจะไม่รู้สึกปวดกล้ามเนื้อ
8-11%	มีโอกาสที่จะขาดสติได้ ไม่สามารถยืนหรือเดินได้
6-8%	ขาดสติในไม่กี่นาที ถ้าเป็นไปได้ ต้องรีบพาออกจากบริเวณนั้น ให้อยู่ในบริเวณที่หายใจได้สะดวกในบรรยากาศปกติ
น้อยกว่า 6%	หมดสติทันที อาจมีอาการชักกระตุก แล้วหยุดหายใจในที่สุด

ที่มา: ดัดแปลงข้อความจาก วารสารความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรมของ โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

2.1.2 ข้อควรระวัง

1) ในบริเวณที่มีความหนาแน่นของออกซิเจน 12% หรือน้อยกว่า จะทำให้หมดสติอย่างรวดเร็วโดยไม่มีอาการเตือนและไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้

2) การปฏิบัติงานหรือการเทไนโตรเจนเหลวทิ้ง ต้องทำในที่ที่มีการระบายอากาศดีเพราะหากเทไนโตรเจนเหลวในบริเวณที่อับทึบอาจก่อให้เกิดอันตรายถึงตายได้จากการขาดอากาศ เนื่องจากก๊าซไนโตรเจนเป็นก๊าซเฉื่อยเข้าแทนที่ออกซิเจนได้

3) ความหนาแน่นของออกซิเจนในบรรยากาศของห้องจะต้องอยู่ในช่วง 19.5% - 23.5% เสมอ

2.2 การไหม้เนื่องจากความเย็น (Cold Burn)

ก๊าซไนโตรเจนเหลวมีอุณหภูมิต่ำมากประมาณ –196 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าเป็นก๊าซที่มีจุดเดือดต่ำที่สุดในบรรดาก๊าซอุตสาหกรรมหลักทั้ง 3 ชนิด ดังนั้นหากสัมผัสโดยตรงกับผิวหนังจะทำให้เกิดการไหม้เนื่องจากความเย็นได้ หากต้องปฏิบัติงานโดยตรงกับไนโตรเจนเหลวจึงต้องเพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษ รายละเอียดของอันตรายและข้อควรระวังให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับหัวข้อ 1.2.1 และ 1.2.2 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะบาดแผลจากการไหม้เนื่องจากความเย็นดังภาพที่ 5.2

ภาพที่ 5.2 ตัวอย่างอันตรายจากการไหม้โดยความเย็น (Cold Burn)

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก รายงานอุบัติเหตุของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

2.3 การเกิดหมอก

2.3.1 อันตรายที่เกิดขึ้น

เนื่องจากไนโตรเจนมีจุดเดือดที่ต่ำมาก ดังนั้นเมื่อก๊าซเหลวสัมผัสกับบรรยากาศปกติ จำทำให้ไอน้ำในบรรยากาศแลกเปลี่ยนความร้อนและเกิดเป็นหมอกควัน ซึ่งหมอกควันจากไนโตรเจนเหลวจำมีจำนวนมากและอยู่ในบรรยากาศนานกว่าหมอกควันของก๊าซชนิดอื่น เนื่องจากจุดเดือดที่ต่างกันของก๊าซเหลวแต่ละชนิด

2.3.2 ข้อควรระวัง

หากเกิดหมอกควันในขณะที่มีการถ่ายก๊าซเหลวควรรอให้หมอกเหล่านั้นจางหายก่อนจึงปฏิบัติงานต่อ แต่หากเกิดหมอกควันขณะที่ไม่มีการถ่ายก๊าซแสดงว่าน่าจะมีการรั่วเกิดขึ้น ดังนั้นควรแจ้งให้ผู้รับผิดชอบรับทราบ และค้นหาจุดที่เกิดการรั่วไหล และดำเนินการแก้ไขต่อไป สิ่งที่ควรตระหนักและต้องระลึกอยู่เสมอคือ ไนโตรเจนเป็นแก๊สเฉื่อยสามารถเข้าแทนออกซิเจนได้ ดังนั้นหากไม่มั่นใจให้ติดต่อเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบใช้เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนใ น การตรวจสอบก่อนเข้าปฏิบัติงาน

2.4 การแตกออกของอุปกรณ์นิรภัยเนื่องจากความดัน

2.4.1 อันตรายที่เกิดขึ้น

อันตรายที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากภายในภาชนะบรรจุก๊าซมีความดันสูงเกินกว่าวัสดุที่ใช้ทำภาชนะนั้นจะทนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนซึ่งมีอัตราการขยายตัวจากก๊าซเหลวกลายเป็นก๊าซที่สูงมาก ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้กับไนโตรเจนจะต้องได้รับรองตามมาตรฐาน ในที่นี้หมายรวมถึง ระบบท่อ อุปกรณ์หรือระบบอื่นๆ ที่อาจมีก๊าซเหลวถูกกักเอาไว้โดยไม่มีทางระบายออกได้ เมื่อก๊าซเหลวระเหยกลายเป็นก๊าซ ปริมาตรจะเพิ่มขึ้นอย่างมากอาจทำให้ท่อหรืออุปกรณ์เสียหายได้ เพราะฉะนั้น จึงต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน เช่น วาล์วนิรภัย (Safety Valve) หรือฝาครอบปะทุ (Rupture Disc) เอาไว้ เมื่อความดันภายในสูงขึ้นถึงจุดที่ตั้งไว้ อุปกรณ์เหล่านี้จะทำงานโดยอัตโนมัติเพื่อระบายก๊าซที่มีความดันสูงภายในออกมาสู่บรรยากาศ ช่วยลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับระบบทั้งหมดได้

2.4.2 ข้อควรระวัง

1) ใช้อุปกรณ์นิรภัยสำหรับก๊าซไนโตรเจนที่ได้ได้รับการรับรองตามมาตรฐานกำหนด เช่น การใช้วาวล์สำหรับท่อก๊าซไนโตรเจนตามมาตรฐาน CGA580

2) ในการปฏิบัติงานกับก๊าซไนโตรเจน ควรจัดเตรียมอุปกรณ์ช่วยหายใจแบบมีอากาศแยก (SCBA) ไว้ใกล้ๆ กับสถานที่ปฏิบัติงาน และควรมีอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในกรณีที่เป็นพื้นที่ที่มีการระบายอากาศไม่เพียงพอ

3. อันตรายและข้อควรระวังของอาร์กอน

แม้การปฏิบัติงานส่วนใหญ่กับอาร์กอนคนไม่ค่อยได้สัมผัสโดยตรง เพราะส่วนใหญ่มักต่อเข้ากับระบบเครื่องมือเครื่องจักรโดยอัตโนมัติ และอีกอย่างคืออาร์กอนหากเปรียบเทียบกับก๊าซอุตสาหกรรมหลักทั้ง 3 ชนิดแล้ว มีปริมาณที่น้อยที่สุด และแพงที่สุดด้วย เนื่องจากมีปริมาณน้อยที่สุดในอากาศประมาณ 1% ของปริมาตรอากาศ แต่มีงานบางประเภทที่ผู้ใช้งานอาจต้องปฏิบัติอย่างใกล้ชิดกับอาร์กอน เช่น งานเชื่อมอาร์กอน ดังนั้นผู้ที่จำเป็นต้องปฏิบัติงานดังกล่าวจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายและข้อควรระวังของอาร์กอน เพื่อสามารถปฏิบัติตนได้ถูกต้องหากมีอันตรายเกิดขึ้นจากการใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การลดลงของออกซิเจน (Asphyxiation)

สำหรับคุณสมบัติของก๊าซอาร์กอนที่เป็นก๊าซเฉื่อยและสามารถแทนที่ออกซิเจนได้เช่นเดียวกับไนโตรเจน ดังนั้นรายละเอียดของอันตรายและข้อควรระวังให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับหัวข้อ 2.1.1 และ 2.1.2 ตามลำดับ

3.2 การไหม้เนื่องจากความเย็น (Cold Burn)

ก๊าซอาร์กอนเหลวมีจุดเดือดอุณหภูมิต่ำมากประมาณ –186 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าเป็นก๊าซที่มีจุดเดือดต่ำไม่ต่างจากไนโตรเจนเหลวมากนัก ดังนั้นหากสัมผัสโดยตรงกับผิวหนังจะทำให้เกิดการไหม้เนื่องจากความเย็นได้เช่นเดียวกัน ส่วนรายละเอียดของอันตรายและข้อควรระวังให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับหัวข้อ 1.2.1 และ 1.2.2 ตามลำดับ

3.3 การเกิดหมอก

สำหรับการเกิดหมอกควันของอาร์กอนเหลวจะมีลักษณะใกล้เคียงกับไนโตรเจนเหลว แต่ความหนาและความคงตัวของหมอกควันจะน้อยกว่าเนื่องจากความแตกต่างอุณหภูมิของจุดเดือดที่สูงกว่าไนโตรเจนเหลว สำหรับรายละเอียดของอันตรายและข้อควรระวังให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับหัวข้อ 2.3.1 และ 2.3.2 ตามลำดับ

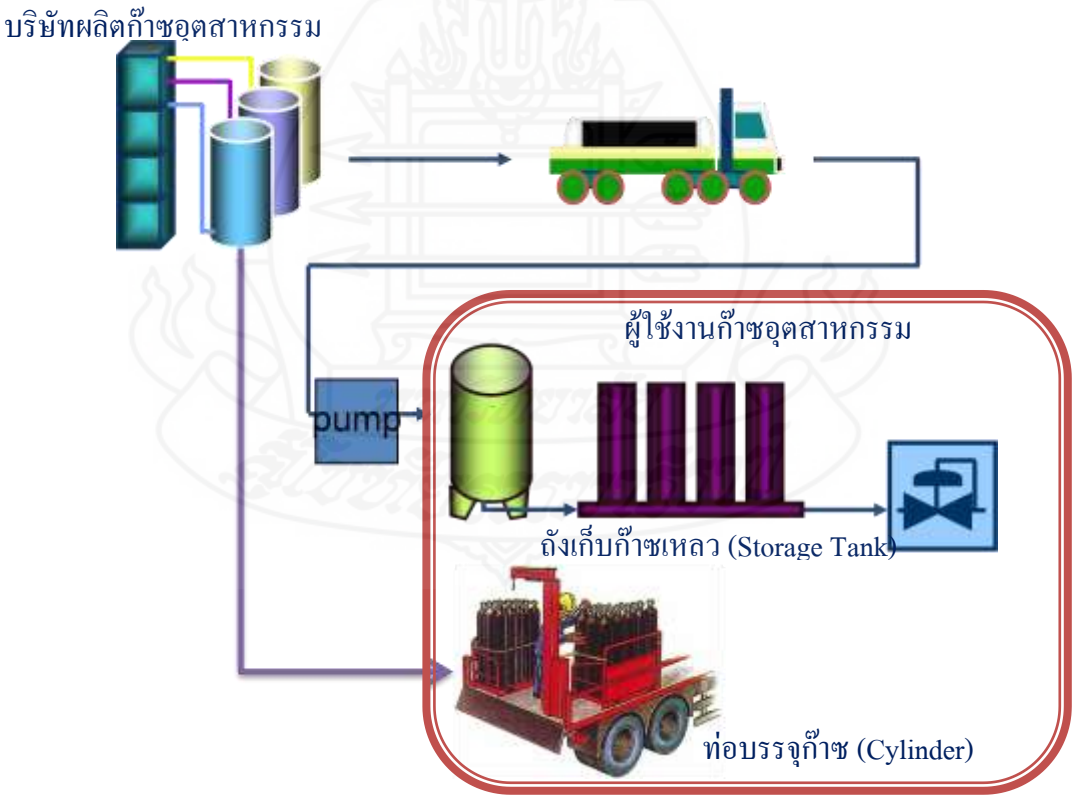
3.4 การแตกออกของอุปกรณ์นิรภัยเนื่องจากความดัน

ก๊าซอาร์กอนเหลวมีคุณสมบัติอัตราการขยายตัวสูงถึง 859 เท่า ซึ่งมากกว่าไนโตรเจนเหลว นั่นหมายความว่าแรงดันมหาศาลที่มีอยู่ในถังบรรจุก๊าซ และอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซอาร์กอนจะต้องได้รับรองตามมาตรฐานเช่นเดียวกับไนโตรเจน เนื่องจากถือว่าเป็นก๊าซเฉื่อยเช่นเดียวกัน ส่วนรายละเอียดของอันตรายและข้อควรระวังให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับหัวข้อ 2.4.1 และ 2.4.2 ตามลำดับ

บทที่ 6
การจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรม

คู่มือการจัดการความปลอดภัยในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรมฉบับนี้ครอบคลุมเนื้อหา การใช้ก๊าซอุตสาหกรรมจากถังเก็บก๊าซเหลว (Storage Tank) และท่อบรรจุก๊าซ (Cylinder) ของก๊าซอุตสาหกรรมหลัก 3 ชนิด คือ ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน เท่านั้น

โดยทั่วไปในการใช้ก๊าซอุตสาหกรรมอย่างปลอดภัย ผู้ใช้งานควรทราบถึงที่มา กระบวนการผลิต คุณสมบัติ การนำไปใช้ประโยชน์ รวมถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น และแนวทางการป้องกันอันตรายนั้นๆ (บทที่ 1-5) ซึ่งการจัดส่งก๊าซอุตสาหกรรม จากโรงงานผลิตก๊าซถึงผู้ใช้งาน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ ได้แก่ การขนส่งก๊าซเหลว และการขนส่งท่อบรรจุก๊าซ โดยในเนื้อหาของคู่มือเล่มนี้จะครอบคลุมทั้ง 2 ส่วน ดังภาพที่ 6.1



ภาพที่ 6.1 การจัดส่งก๊าซอุตสาหกรรม

1. ภาชนะบรรจุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับก๊าซอุตสาหกรรม

สำหรับความรู้พื้นฐานของผู้ปฏิบัติงานกับก๊าซอุตสาหกรรมที่จำเป็นอย่างยิ่งคือ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาชนะบรรจุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับก๊าซอุตสาหกรรม โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 ภาชนะบรรจุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับก๊าซอุตสาหกรรมเหลว

1.1.1 ถังเก็บก๊าซเหลว (Storage Tank) ทำหน้าที่ เก็บก๊าซอุตสาหกรรมเหลวทั้ง ออกซิเจนเหลว ไนโตรเจนเหลว และอาร์กอนเหลว ซึ่งมีอุณหภูมิเย็นจัดมาก ดังนั้นถังเก็บก๊าซเหลวจึงต้องมีฉนวนความร้อนที่ดี โดยมีโครงสร้างของตัวถังเป็น 2 ชั้นตรงกลางระหว่างชั้นเป็นฉนวนสุญญากาศเพื่อป้องกันความร้อนจากบรรยากาศรอบๆไหลเข้าถัง บริเวณใต้ถังเก็บก๊าซเหลวจะประกอบด้วยวงจรของระบบวาล์ว เพื่อใช้สำหรับวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันดังนั้นในการดูแลสภาพความปลอดภัยของถังเก็บก๊าซเหลว จะเน้นที่การสำรวจสภาพภายนอกของถังเก็บ (Visual Check) และความพร้อมใช้งานของอุปกรณ์อื่นๆ ที่ประกอบเป็นถังเก็บก๊าซเหลว ดังภาพที่ 6.2

ภาพที่ 6.2 ถังเก็บก๊าซเหลว (Bulk station)

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก Gas Equipment ของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

1.1.2 อุปกรณ์นิรภัยแบบระบายของถังเก็บก๊าซเหลว (Safety relief device) เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นอุปกรณ์ป้องกันความดันเกินของถังเก็บบรรจุก๊าซอุตสาหกรรมเหลวทั้ง ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน หากไม่มีอุปกรณ์นี้หรืออุปกรณ์นี้ทำงานผิดพลาดอาจทำให้ถังเก็บบรรจุก๊าซแตกหรือระเบิดได้ โดยมีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังนี้

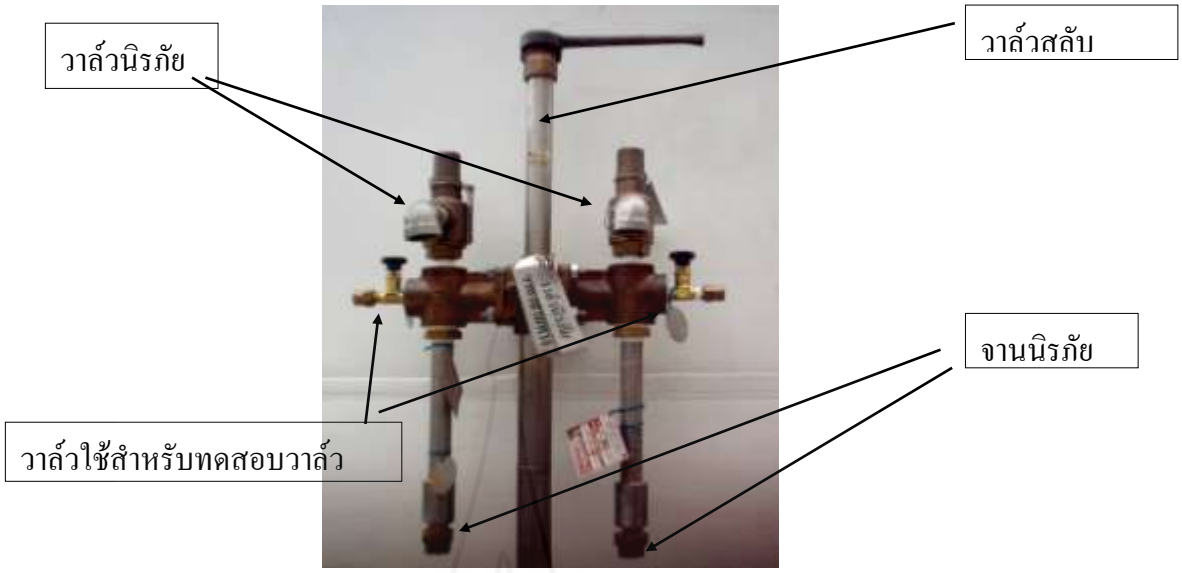
1) วาล์วนิรภัย (Safety relief valve) คือ กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายที่มีชิ้นส่วนทำงานปิดช่องระบายของกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายโดยแรงดันของสปริง ลิ้นวาวล์จะเปิดและปิดเมื่อถึงความดันที่กำหนดไว้ ซึ่งวาล์วนิรภัยเมื่อทำงานแล้วไม่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ตัวอุปกรณ์จะตั้งค่าความดันที่กำหนดเช่นเดิมโดยอัตโนมัติ

2) จานนิรภัย (Frangible disc/ Rupture disc) คือ ชิ้นส่วนทำงานที่มีรูปร่างเป็นฝาครอบ ทำด้วยโลหะ ทำหน้าที่ปิดช่องระบายของกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายในภาวะปกติ และจะแตกออกของอุปกรณ์เมื่อถึงความดันที่กำหนดไว้เพื่อปล่อยให้ก๊าซระบายออกจากภายในถังสู่บรรยากาศ หากเกิดการแตกออกของอุปกรณ์แล้วจะต้องทำการเปลี่ยนใหม่ทุกครั้ง

3) วาล์วสลับทิศทาง คือ วาล์วที่ใช้เปลี่ยนทิศทางของแรงดันกรณีอุปกร์ชุดที่ 1 ทำงานแล้ว ต้องทำการแก้ไขลดแรงดันให้เข้าสู่ภาวะปกติและโยกวาล์สลับทิศทางไปยังอุปกรณ์นิรภัยชุดที่ 2 เพื่อให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ

4) วาล์วใช้สำหรับทดสอบวาวล์นิรภัย คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดสอบการทำงานของวาล์วนิรภัย เพื่อป้องกันและใช้ในการตรวจสอบการซ่อมบำรุงระบบอุปกรณ์นิรภัยให้พร้อมใช้งานตลอดเวลา

ซึ่งอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายของถังเก็บก๊าซเหลวมีด้วยกันหลายลักษณะ แต่การใช้งานและวงจรการทำงานจะมีลักษณะเช่นเดียวกัน ดังภาพที่ 6.3



ภาพที่ 6.3 อุปกรณ์นิรภัยแบบระบายของถังเก็บก๊าซเหลว

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก Gas Equipment ของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

1.1.3 มาตรวัดแรงดันของถังบรรจุก๊าซเหลว (Pressure Gauge) เป็นอุปกรณ์มาตรวัดระดับต่างๆ ของถังบรรจุก๊าซอุตสาหกรรมเหลวทั้ง ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน โดยมีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังนี้

1) มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge) คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความดันภายในถังเก็บก๊าซเหลวซึ่งค่าปกติที่ไม่มีการใช้งานจะอยู่ที่ตำแหน่ง 0 หากมีการใช้งานค่าความดันจะขึ้นกับปริมาณการและลักษณะการใช้งาน ดังนั้นในการใช้งานแต่ละที่ควรมีการติดสติกเกอร์แบ่งแยกสีความปลอดภัย เช่น สีเขียวปลอดภัย สีเหลืองเตือน และสีแดงอันตราย สำหรับมาตรวัดความดันเพื่อทำให้ง่ายในการสังเกต

2) มาตรวัดระดับ (Level Gauge) คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดปริมาณหรือระดับของก๊าซเหลวที่เหลืออยู่ภายในถังซึ่งจะมีการกำหนดระดับสูง กลาง ต่ำ แล้วแต่ลักษณะการใช้งาน ส่วนใหญ่มักใช้กรณีเติมก๊าซเหลวว่าเต็มหรือล้น หรือใช้ในการแจ้งเติมก๊าซเหลวกรณีที่อยู่ในระดับต่ำ ดังภาพที่ 6.4

ภาพที่ 6.4 มาตรวัดระดับของถังบรรจุก๊าซเหลว

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก Gas Equipment ของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

1.1.4 อุปกรณ์ระเหยก๊าซ (Vaporizer) ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสถานะจากก๊าซเหลวเป็นก๊าซ หลักการในการเปลี่ยนสถานะคือการแลกเปลี่ยนความร้อนของก๊าซเหลวกับอากาศ เนื่องจากต้องทำงานในการเปลี่ยนอุณหภูมิที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก ดังนั้นอุปกรณ์ระเหยก๊าซ ต้องทนความดันสูงและอุณหภูมิที่แตกต่างกันมากๆ และต้องออกแบบให้เหมาะสมกับอัตราการไหลของก๊าซเหลว ถ้าหากใช้งานต่อเนื่องต้องออกแบบให้มีการละลายน้ำแข็งได้ สิ่งที่ต้องสังเกตคือหากพบน้ำแข็งมากเกินถึงครึ่งหนึ่งของครีบทั้งหมดต้องรีบแจ้งเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อดำเนินการแก้ไข และอาจต้องมีการทบทวนเพิ่มขนาดหรือจำนวนของอุปกรณ์ระเหยก๊าซเพิ่ม ดังภาพที่ 6.5

ภาพที่ 6.5 อุปกรณ์ระเหยก๊าซ

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก Gas Equipment ของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

1.2 ภาชนะบรรจุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับก๊าซอุตสาหกรรมเหลว

1.2.1 ท่อบรรจุก๊าซความดันสูง (Cylinder) ทำหน้าที่เป็นภาชนะบรรจุก๊าซที่มีความดันสูง โดยลักษณะของท่อบรรจุก๊าซความดันสูงจะเป็นท่อขึ้นรูปแบบไม่ตะเข็บผลิตจากเหล็กกล้ารูปทรงกระบอก ซึ่งระบบท่อบรรจุก๊าซแรงดันสูงเราสามารถดูการทดสอบความปลอดภัยของถังได้จากบริเวณคอถังจะระบุเดือนปีในการทดสอบแรงดัน จะต้องทำการทดสอบอย่างน้อย 5 ปีต่อครั้ง ดังภาพที่ 6.6

ภาพที่ 6.6 ท่อบรรจุก๊าซความดันสูง (Cylinder)

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก Gas Equipment ของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

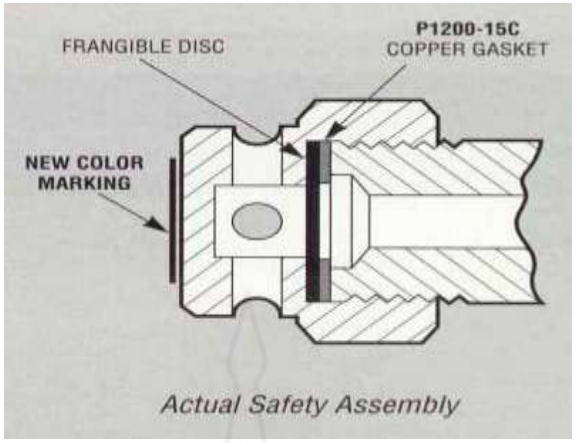
1.2.2 วาล์วสำหรับท่อบรรจุก๊าซความดันสูง หรือที่เรียกว่า วาล์วซีลความดัน เป็นวาล์วที่สามารถทนแรงดันได้สูง ดังนันจึงนำไปใช้งานกับก๊าซอุตสาหกรรมที่มีแรงดันสูง ทั้ง ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาร์กอน โดยในการใช้งานวาล์วซีลจะมาพร้อมกับท่อบรรจุก๊าซ ซึ่งก่อนใช้งานควรมีการใช้น้ำสบู่ในตรวจสอบรอยรั่วตามหัวข้อต่อวาล์ว ดังภาพที่ 6.7

ภาพที่ 6.7 วาล์วซีลความดัน

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก Gas Equipment ของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

1.2.3 อุปกรณ์นิรภัยสำหรับท่อบรรจุก๊าซ

1) ฝาครอบปะทุ (Frangible disc/ Rupture disc)ซึ่งมีลักษณะเป็นฝาครอบ ทำด้วยโลหะ ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์นิรภัย โดยจะแตกออกเมื่อความดันสูงเกินค่าที่กำหนดไว้ เพื่อให้ก๊าซภายในถังระบายออกสู่ภายนอก และเป็นอุปกรณ์นิรภัยที่ใช้ได้เพียงครั้งเดียวต้องเปลี่ยนใหม่ ดังภาพ 6.8



ภาพที่ 6.8 ฝาครอบปะทุ (Frangible disc/ Rupture disc)

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก Gas Equipment ของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

2) จุกหลอมละลาย (Fusible plug) ทำจากโลหะที่มีจุดหลอมละลายต่ำ เมื่ออุณหภูมิภายในท่ออัดก๊าซสูงถึงจุดที่กำหนดไว้ โลหะจะหลอมละลายเพื่อให้ก๊าซระบายสู่บรรยากาศ ดังภาพ 6.9

ภาพที่ 6.9 จุกหลอมละลาย (Fusible plug)

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก Gas Equipment ของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3) อุปกรณ์ป้องกันวาล์ว (Valve protection) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ครอบวาล์ว เพื่อป้องกันการกระแทกจากการขนส่ง หรือกรณีท่อล้มซึ่งลักษณะจะมีแตกต่างกันแล้วแต่ บริษัทผู้ผลิตที่ออกแบบ แต่วัตถุประสงค์ในการใช้เพื่อป้องกันวาล์วไม่ให้หักจากแรงกระแทก ดังนั้นหากไม่มีการใช้งานจะต้องใช้อุปกรณ์ครอบวาล์ทุกครั้ง ดังภาพที่ 6.10

ภาพที่ 6.10 อุปกรณ์ป้องกันวาล์ว (Valve protection)

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก Gas Equipment ของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

2. การจัดการความปลอดภัยในการใช้ถังเก็บก๊าซเหลว (Bulk Station)

สำหรับการจัดการความปลอดภัยในการใช้ถังเก็บก๊าซอุตสาหกรรมเหลว ทั้งก๊าซออกซิเจนเหลว ก๊าซไนโตรเจนเหลว และก๊าซอาร์กอนเหลว ซึ่งก๊าซอุตสาหกรรมหลักทั้ง 3 ชนิดจะใช้หลักการจัดการความปลอดภัย และอุปกรณ์สำหรับการใช้งานของถังเก็บก๊าซเหลวเช่นเดียวกัน เนื่องจากคุณสมบัติและอันตรายของก๊าซอุตสาหกรรมใกล้เคียงกัน จะต่างกันคือออกซิเจน ที่อาจเกิดการระเบิดขึ้นได้หากสัมผัสกับสารไฮโดรคาร์บอน ดังนั้นในการออกแบบสำหรับถังเก็บก๊าซเหลวจึงใช้ถังเก็บก๊าซเหลวของออกซิเจนเป็นต้นแบบ โดยได้พัฒนาใช้กับไนโตรเจนเหลว และอาร์กอนเหลว ตามลำดับ ดังนั้นเพื่อให้สะดวกในการใช้งานคู่มือฉบับนี้จึงได้จัดทำสรุปเนื้อหาจัดกลุ่มสิ่งที่เหมือนและแยกสิ่งที่ต่างให้เห็นได้อย่างชัดเจน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ขั้นตอนการใช้งาน

ในคู่มือฉบับนี้ได้แบ่งขั้นตอนการใช้งานสำหรับถังเก็บก๊าซเหลว (Bulk Station) ออกเป็นทั้งหมด 3 ลักษณะดังนี้

2.1.1 การใช้งานตามปกติ ระบบสถานีจ่ายก๊าซอุตสาหกรรมจะถูกออกแบบมาให้ทำงานโดยอัตโนมัติโดยไม่จำเป็นต้องมีผู้ควบคุม อย่างไรก็ตามมีข้อยกเว้นอยู่บางประการ

1) ในบางกรณี อุปกรณ์แลกเปลี่ยนสถานะอาจถูกติดตั้งมากกว่า 1 ชุด โดยติดตั้งแบบขนานพร้อมวาล์ว เพื่อให้ใช้งานสลับกัน ชุดหนึ่งสำหรับใช้งาน อีกชุดหนึ่งสำหรับหยุดใช้งานเพื่อละลายน้ำแข็ง โดยทั่วไปเมื่อน้ำแข็งก่อตัวขึ้น ทางผู้ใช้งานจะต้องสลับการใช้งานของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนสถานะโดยการเปิดและปิดวาล์วของแต่ละตัวหรือชุดเพื่อที่จะสลับการใช้งาน หากระบบดังกล่าวถูกติดตั้ง ทางผู้ใช้งานจะได้รับการอบรมก่อนเริ่มใช้งาน สำหรับระบบที่มีการใช้ก๊าซปริมาณสูงมาก ทางบริษัทผู้ผลิตมักจะออกแบบและติดตั้งระบบแลกเปลี่ยนความร้อนให้ใช้งานได้แบบสลับกันโดยทำงานควบคู่กับวงจรควบคุมแบบอัตโนมิติเพื่อให้สามารถสลับการใช้งานได้โดยอัตโนมัติ

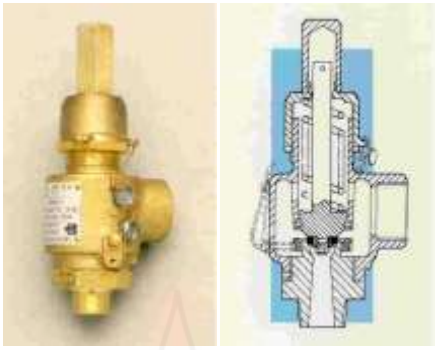
2) สำหรับสถานีจ่ายก๊าซอุตสาหกรรมที่อาจมีระบบควบคุมพิเศษด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า หากไฟฟ้าดับ ระบบอาจหยุดทำงาน การทำให้ระบบกลับมาทำงานอีกครั้งระบบได้ถูกออกแบบให้ต้องทำการกดปุ่ม 2 ปุ่ม คือ "RESET" สำหรับเปลี่ยนสถานะของสัญญาณทางไฟฟ้าให้กลับไปเหมือนค่าตั้งต้น และ "SYSTEM START" สำหรับเปิดระบบให้กลับมาใช้งานได้อีกครั้ง หากยังคงมีเงื่อนไขบางอย่างที่ไม่ปลอดภัยหรืออาจเป็นอันตรายต่อระบบซึ่งสามารถตรวจจับได้โดยสถานะของสัญญาณทางไฟฟ้า ระบบจะไม่สามารถเริ่มทำงานได้จนกว่าเงื่อนไขที่ไม่ปลอดภัยหรืออาจเป็นอันตรายต่อระบบทั้งหมดจะอยู่ในสภาวะปลอดภัย โดยทั่วไปหากระบบเกิดหยุดทำงานจากไฟฟ้าดับ ขอให้ผู้ใช้งานพยายามเปิดใช้งานระบบอีกครั้งด้วยการกดปุ่ม "RESET" และ "SYSTEM START" ก่อน หากยังไม่สามารถทำให้ระบบทำงานได้ ให้แจ้งให้บริษัทผู้ผลิตเพื่อเข้ามาดำเนินการแก้ไขต่อไป

3) ระบบสถานีจ่ายก๊าซอุตสาหกรรมได้ถูกออกแบบให้ทำการระบายความดันไปยังจุดที่ปลอดภัยโดยอัตโนมัติในทุกกรณีที่ความดันถังสูงกว่าระดับความดันปกติ เมื่อระบบทำการระบายความดันมักได้ยินเสียงดังคล้ายลมรั่ว โดยอาจระบายด้วยตัวปรับแรงดันที่จะระบาย

ก๊าซแบบอัตโนมัติ (Autovent regulator) ที่ติดตั้งเป็นพิเศษสำหรับระบบที่คาดว่าจะต้องมีก๊าซระบายออกมาเสมอตามการออกแบบ หรืออาจระบายด้วยวาล์วระบายนิรภัยแบบตั้งค่าด้วยสปริง ***สิ่งสำคัญคือ หากมีการระบายเกิดขึ้น ต้องตรวจสอบความดันของถังก่อน*** *โดยปกติการระบายความดันควรจะเกิดขึ้นระหว่าง 95% ถึง 110% ของความดันสูงสุดที่ยอมให้ใช้งานได้ของถัง (MAWP, Maximum Allowable Working Pressure) หรือความดันที่ต่ำกว่านั้นตามที่ถูกตั้งค่าโดยตัวปรับแรงดันที่จะระบายก๊าซแบบอัตโนมัติ (Autovent regulator) ที่ติดตั้งเป็นพิเศษ*

2.1.2 วิธีการเริ่มใช้งาน ระบบสถานีจ่ายก๊าซอุตสาหกรรมได้ถูกออกแบบเพื่อจ่ายก๊าซได้ตามความต้องการใช้งานได้ทุกเวลา ดังนั้นหลังจากการเริ่มเปิดใช้งานระบบสถานีจ่ายก๊าซในครั้งแรกทางผู้ใช้งานไม่มีความจำเป็นต้องเข้ามาทำการเปิดหรือปิดระบบอีก ขั้นตอนการเปิดใช้งานครั้งแรกของระบบสถานีจ่ายก๊าซจะเริ่มจากการตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ทั้งหมด ปรับตั้งตัวปรับแรงดันตามความต้องการ แล้วจึงทำการเปิดวาล์วเพื่อเริ่มจ่ายก๊าซ เมื่อหยุดใช้งาน เช่นโดยการปิดวาล์วด้านปลายทางของผู้ใช้งาน ระบบจะหยุดจ่ายก๊าซและอยู่ในสภาวะพร้อมที่จะจ่ายก๊าซทันทีหากเปิดวาล์วด้านปลายทางอีกครั้ง

2.1.3 วิธีการปิดระบบ ในภาวะปกติ เมื่อต้องการหยุดใช้งาน ไม่มีความจำเป็นต้องทำการปิดระบบสถานีจ่ายก๊าซอุตสาหกรรม เนื่องจากเมื่อหยุดใช้ก๊าซ ระบบสถานีจ่ายก๊าซจะหยุดจ่ายก๊าซและอยู่ในสภาวะที่พร้อมจะจ่ายก๊าซได้ทุกเมื่อ เพื่อรักษาความดันที่เหมาะสมกับการใช้งาน ถังบรรจุของเหลวที่ติดตั้งไว้ได้ถูกออกแบบให้สามารถเพิ่มความดันโดยอัตโนมัติในกรณีที่ความต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ และสามารถระบายความดันส่วนเกินค่าที่ตั้งไว้ด้วยชุดอุปกรณ์ระบายก๊าซแบบอัตโนมัติ (Autovent) หากมีการติดตั้งชุดอุปกรณ์ระบายก๊าซแบบอัตโนมัติ และผู้ใช้งานหยุดใช้ก๊าซเป็นเวลาช่วงหนึ่ง ตัวปรับแรงดันที่จะระบายก๊าซแบบอัตโนมัติ (Autovent regulator) อาจทำงานและจะได้ยินเสียงการไหลของก๊าซและมีน้ำแข็งเกิดขึ้นเล็กน้อย หากต้องการปิดการใช้งานที่ถัง ผู้ใช้งานสามารถปิดการใช้งานได้โดยการปิดวาล์วจ่ายก๊าซหรือก๊าซเหลวที่ถัง หากมีความจำเป็นใดๆ ที่ต้องการนำของเหลวออกจากถังที่ไม่ได้นำไปใช้งานตามปกติ ให้ติดต่อบริษัทผู้ผลิต ซึ่งลักษณะของอุปกรณ์ระบายก๊าซ ดังภาพที่ 6.11



ภาพที่ 6.11 อุปกรณ์ระบายก๊าซแบบอัตโนมัติ (Autovent)

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก Gas Equipment ของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

2.2 การบำรุงรักษา

ตามปกติระบบสถานีจ่ายก๊าซอุตสาหกรรมจะเป็นทรัพย์สินของบริษัทผู้ผลิตและให้ผู้ใช้งานเป็นผู้เช่า ดังนั้นการบำรุงรักษาระบบจะเป็นหน้าที่ของผู้ผลิต ทางผู้ใช้งานจะมีหน้าที่เพียงดูแลความสะอาดโดยรวมของสถานีจ่ายก๊าซเท่านั้น แต่ในฐานะผู้ใช้งานและผู้ควบคุมการใช้งานเราจำเป็นต้องทราบระบบการบำรุงรักษาของบริษัทผู้ผลิตเพื่อใช้ในการสอบกลับในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ หรือเพื่อใช้ในการตรวจสอบการปฏิบัติงานของผู้ผลิตต่อไป ซึ่งลักษณะการบำรุงรักษาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบดังนี้

2.2.1 การบำรุงรักษาตามปกติ บริษัทผู้ผลิตจะต้องสามารถตอบสนองต่อการให้บริการการซ่อมบำรุงตลอด 24 ชั่วโมง รวมถึงการให้บริการอื่นๆตามที่ผู้ใช้งานร้องขอ ตามปกติพนักงานจัดส่งก๊าซเหลวจะไม่ได้รับอนุญาตให้ซ่อมแซมความผิดปกติของระบบ แต่มีหน้าที่ต้องรายงานหรือแจ้งสิ่งที่ต้องซ่อมแซมต่อหน่วยงานซ่อมบำรุงหลังจากทำการจัดส่งก๊าซเหลวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เป้าหมายในการดูแลรักษาระบบสถานีจ่ายก๊าซให้สามารถทำงานได้สมบูรณ์ไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น

2.2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน บริษัทผู้ผลิตต้องมีการวางแผนงานเพื่อเข้าไปซ่อมบำรุงสถานีจ่ายก๊าซอุตสาหกรรมทั้งระบบ เช่น การตรวจสอบการรั่วไหล การตรวจสภาพความสมบรูณ์ของอุปกรณ์ และส่วนประกอบอื่นๆ โดยยึดถือตามมาตรฐานการซ่อมบำรุงรักษาของบริษัทผู้ผลิต หากพบว่ามีข้อกำหนดจากมาตราฐานที่ถูกบังคับใช้ในพื้นที่หรือประเทศ ที่มีความปลอดกว่าจะทำการยึดถือและใช้งานตามนั้น ซึ่งความถี่ของการเข้าไปซ่อมบำรุงสถานีจ่ายก๊าซอุตสาหกรรมจะถูกกำหนดโดยยึดถือตามประวัติการใช้งาน ความซับซ้อนของระบบ และความปลอดภัยในแต่ละผลิตภัณฑ์

1) วาล์วระบายนิรภัยของถังจะต้องถูกตรวจสภาพซ้ำทุก 5 ปี

2) ตามข้อกำหนดในมาตรฐาน ASME Section 8 ถังความดันที่ถูกใช้งานในสภาพแห้งไม่มีความจำเป็นต้องทำการทดสอบซ้ำ

3) ไม่มีการกำหนดช่วงเวลาในการเปลี่ยนจานนิรภัย เนื่องจากจานนิรภัยถือเป็นอุปกรณ์นิรภัยที่เพิ่มมาเป็นพิเศษและเกินข้อกำหนดมาตรฐานของการออกแบบถังความดันและชุดอุปกรณ์นิรภัยที่ถังบรรจุก๊าซเหลวจะมี 2 ชุดเสมอเพื่อให้ชุดหนึ่งทำงานและอีกชุดหนึ่งสำหรับทำงานทดแทนได้ทันทีโดยการโยกก้านวาล์วสามทางที่ถัง ชุดอุปกรณ์นิรภัยหนึ่งชุดจะประกอบด้วยวาล์วระบายนิรภัยและจานนิรภัย

4) ไม่มีการกำหนดช่วงเวลาในการวัดซ้ำของค่าความเป็นสุญญากาศของถัง เพราะการวัดอาจทำให้เกิดการรั่วไหลทำให้ค่าความเป็นสุญญากาศลดลง โดยเฉพาะการเปิดวาล์วเพื่อวัดค่าความเป็นสุญญากาศในแต่ละครั้งจะมีอากาศเล็ดลอดเข้าไปและทำให้ความเป็นสุญญากาศลดลง หากระบบมีความเป็นสุญญากาศลดลงความผิดปกติที่สามารถสังเกตได้คือ ความดันของถังบรรจุก๊าซเหลวเพิ่มขึ้นเร็วผิดปกติหรืออาจมีไอน้ำเกาะอยู่ที่ผิวของถังชั้นนอก

5) วาล์วระบายความร้อนนิรภัย (สำหรับป้องกันระบบท่อจากการขยายตัวของก๊าซเหลวหรือก๊าซเย็นที่อาจถูกกักไว้ระหว่างวาล์ว 2 ตัว) ไม่จำเป็นต้องทำการตรวจสอบซ้ำ

6) ระหว่างทำการซ่อมบำรุงสถานีจ่ายก๊าซอุตสาหกรรม มาตรวัดระดับของเหลวจะต้องถูกตัดออกจากการทำงานชั่วคราวเพื่อปรับเทียบค่าที่ตำแหน่งค่าศูนย์ (zero) แต่จะไม่ทำการปรับเทียบค่าที่ตำแหน่งค่าสูงสุด (span) เนื่องจากมาตรวัดเหล่านี้ได้ถูกกำหนดไว้ว่าห้ามนำมาใช้อ้างอิงในการป้องกันการเติมล้น

7) น้ำแข็งที่เกิดขึ้นในระบบถือเป็นเรื่องปกติ อย่างไรก็ตามให้ติดต่อบริษัทผู้ผลิตหากพบว่าระบบเกิดสภาวะดังต่อไปนี้

(1) อุปกรณ์แลกเปลี่ยนสถานะถูกหุ้มด้วยน้ำแข็งประมาณครึ่งหนึ่งหรือมากกว่า

(2) วาล์วระบายหรือก้านของวาล์วใดๆ เริ่มถูกน้ำแข็งปกคลุมจนทำให้ไม่สามารถเปิด-ปิดได้

(3) น้ำแข็งได้ก่อตัวขึ้นและพอกสะสมจากใต้ถังบรรจุก๊าซเหลวจนยันกับพื้นของฐานรากที่จุดใดๆก็ตาม

(4) การก่อตัวของน้ำแข็งที่เกิดขึ้นในระดับที่สูงกว่าระดับศีรษะ อาจทำให้เกิดอันตรายจากการร่วงหล่นลงมาหรือทำให้ท่อรับน้ำหนักมากเกินไป ให้สังเกตว่าถ้าความหนาของน้ำแข็งมีความหนามากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อจะต้องเพิ่มความระมัดระวังให้มากขึ้น สำหรับน้ำแข็งที่เกิดขึ้นในระดับต่ำเลียดพื้นจะไม่มีข้อกำหนดของความหนาของน้ำแข็งที่ต้องระวัง วิธีละลายน้ำแข็งสามารถทำได้หลายวิธี โดยอาจหยุดใช้ระบบเพื่อให้ละลายไปเองตามธรรมชาติ หรืออาจใช้น้ำธรรมดาฉีด หรืออาจใช้ไอน้ำ อย่าพยายามกำจัดน้ำแข็งโดยการทุบด้วยค้อนหรือเซาะออก เพราะอาจทำให้ท่อแตกหรืออุปกรณ์เสียหาย กรณีที่ใช้น้ำธรรมดาฉีดห้ามฉีดไปในทางที่อาจทำให้ทางออกของวาล์วระบายความดันนิรภัยถูกปิดด้วยน้ำแข็ง

8) วาล์วป้องกันอุณหภูมิต่ำแบบอัตโนมัติ (หากมี) จะทำการปิดโดยอัตโนมัติที่อุณหภูมิระหว่าง -20 °F ถึง -40 °F ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่ปลอดภัยเพียงพอ

9) อุปกรณ์ปรับแรงดันทั้งหมดจะถูกตรวจสอบและอาจทำการปรับตั้งค่าเพิ่มความเหมาะสมระหว่างการทำการซ่อมบำรุงสถานีจ่ายก๊าซอุตสาหกรรม

10) อุปกรณ์อื่นๆ จะได้รับการเปลี่ยนหรือซ่อมบำรุงตามที่ได้ตรวจพบ

2.3 อันตรายที่มักเกิดขึ้น

อันตรายที่มักเกิดขึ้นส่วนใหญ่มักเกิดจากคุณสมบัติของตัวก๊าซอุตสาหกรรมนั้นๆ ซึ่งสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากบทที่ 5 ในหัวข้อนี้จะอธิบายอันรายที่มักเกิดขึ้นค่อนข้างบ่อยดังนี้

2.3.1 อันตรายที่มักเกิดขึ้นของก๊าซออกซิเจนเหลว คือ อันตรายจากการไหม้ด้วยความเย็นจากของเหลวเย็นยิ่งยวด และการเผาไหม้ที่เพิ่มระดับความรุนแรงจากออกซิเจน การ

ใช้งานระบบออกซิเจน อุปกรณ์ทุกตัวจะต้องมีความสะอาดตามข้อกำหนดพิเศษเพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีคราบน้ำมันหรือสารไฮโดรคาร์บอนหลงเหลืออยู่ นอกจากนี้พื้นที่โดยรอบระบบสถานีจ่ายก๊าซออกซิเจนเหลวต้องเป็นพื้นคอนกรีตหรือวัสดุอื่นที่ไม่มีส่วนประกอบของสารประเภทน้ำมัน เช่น ยางมะตอย และต้องไม่มีคราบน้ำมันใดๆหลงเหลืออยู่ ออกซิเจนสามารถระเบิดได้หากผสมกับน้ำมัน สมาคม Compressed Gas Association (CGA) ได้ตีพิมพ์คู่มือประกอบการออกแบบและสร้างระบบออกซิเจนและใช้อ้างอิงกันอย่างแพร่หลาย อันตรายเหล่านี้เรารู้จักดีและสามารถจัดการได้อย่างง่ายๆ และเหมือนๆกัน โดยการออกแบบระบบและการอบรมอย่างถูกต้อง มีแหล่งข้อมูลจำนวนหนึ่งอยู่ในเอกสารข้อมูลด้านความปลอดภัย (MSDS) (ในหัวข้อข้อมูลความปลอดภัยสำหรับออกซิเจน) และบุคคลที่ได้รับการอบรมอย่างถูกต้องจะต้องทราบวิธีการปฏิบัติตนและการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้องเหมาะสม (ตามหัวข้ออุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล)

2.3.2 อันตรายที่มักเกิดขึ้นของก๊าซไนโตรเจนเหลวและก๊าซอาร์กอนเหลว คืออันตรายจากการไหม้ด้วยความเย็นจากของเหลวเย็นยิ่งยวด และการถูกแทนที่อากาศสำหรับไนโตรเจนและอาร์กอน อันตรายเหล่านี้เรารู้จักดีและสามารถจัดการได้อย่างง่ายๆ และเหมือนๆกัน โดยการออกแบบระบบและการอบรมอย่างถูกต้อง มีแหล่งข้อมูลจำนวนหนึ่งอยู่ในเอกสารข้อมูลด้านความปลอดภัย (MSDS) (ในหัวข้อข้อมูลความปลอดภัยสำหรับไนโตรเจนและอาร์กอน) และบุคคลที่ได้รับการอบรมอย่างถูกต้องจะต้องทราบวิธีการปฏิบัติตนและการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้องเหมาะสม (ตามหัวข้ออุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล)

2.4 การตอบสนองเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

เป็นที่แน่นอนว่าการสมมุติสถานการณ์ฉุกเฉินที่หลากหลายจะต้องถูกนำมาพิจารณา ระบบสถานีจ่ายก๊าซอุตสาหกรรมของบริษัทผู้ผลิตได้ถูกออกแบบให้มีระดับความปลอดภัยไว้สูงกว่าปกติเพื่อรองรับสถานการณ์ตามที่ได้สมมุติไว้ ดังนั้นในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ที่เลวร้ายที่สุด ระบบจะยังคงมีความปลอดภัยและไม่สร้างอันตรายร้ายแรงให้เกิดขึ้น ซึ่งเหตุการณ์ที่รุนแรงและมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นทั้งหมดจะถูกสมมุติและนำมาพิจารณาเพื่อใช้เขียนมาตรการการตอบสนองต่อภาวะฉุกเฉินที่เหมาะสม ข้อมูลดังต่อไปนี้จะแนะนำให้ผู้ที่ต้องตอบสนองต่อภาวะฉุกเฉินควรกระทำ อ้างอิงตามข้อกำหนดของ United States Federal

HAZWOPER การกันผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องต่อการปฏิบัติงานให้อยู่ห่างจากจุดเกิดเหตุ ในทิศทางเหนือลมถ้าเป็นไปได้ โดยครอบคลุมถึงกรณี การหกรั่วไหล การระบาย และเหตุฉุกเฉินอื่นๆ ควรกันคนออกห่างอย่างน้อย 50 เมตรจากจุดเกิดเหตุ โดยมีการกำหนดสถานการณ์ฉุกเฉินต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ดังต่อไปนี้

2.4.1 สถานการณ์ฉุกเฉิน : เกิดการรั่วเล็กน้อยที่ระบบท่อ

สภาพที่บ่งชี้ : มีหมอกและเสียงหวีดของก๊าซ

การแก้ไขที่ถูกต้อง : ติดต่อแผนกบริการผู้ใช้งานของบริษัทผู้ผลิต อย่าพยายามที่จะหยุดการรั่วโดยการขันอัดหรือใช้ผ้าเปียกอุดรูรั่ว เพราะอาจทำให้การรั่วมีอันตรายมากขึ้นและอาจมีผู้ได้รับบาดเจ็บจากความเย็น

2.4.2 สถานการณ์ฉุกเฉิน : จานนิรภัยแตก

สภาพที่บ่งชี้ : สามารถรู้ได้อย่างชัดเจนจากเสียงที่ดังมากจากความดันของก๊าซเย็นและเห็นหมอกเย็นสีขาวฟุ้งไปทั่วบริเวณ มีน้ำแข็งหุ้มท่อที่ออกจากถังบรรจุก๊าซเหลวมายังจานนิรภัย และความดันถังจะลดลงต่ำกว่าปกติ

การแก้ไขที่ถูกต้อง : ติดต่อแผนกบริการผู้ใช้งานของบริษัทผู้ผลิตทันทีเพื่อขอคำแนะนำในการสลับทิศทางของวงจรชุดนิรภัยที่ถังบรรจุก๊าซเหลวไปยังชุดนิรภัยอีกชุดหนึ่ง ผู้ที่เข้าไปสลับทิศทางวงจรนิรภัยต้องสวมอุปกรณ์ป้องอันตรายส่วนบุคคลให้ครบถ้วน คือ แว่นตานิรภัย ถุงมือกันความเย็น และอุปกรณ์ลดเสียง วิธีการปฏิบัติดังกล่าวสามารถกระทำได้อย่างง่ายและมีอันตรายน้อยมากเนื่องจากถังบรรจุของเหลวได้ออกแบบมาให้ระบายก๊าซไปยังทิศทางที่ปลอดภัยต่อผู้เข้าไปสลับทิศทางของวาล์วนิรภัย

2.4.3 สถานการณ์ฉุกเฉิน : การสูญเสียสภาพความเป็นสุญญากาศของถังบรรจุก๊าซเหลว (ระหว่างถังชั้นในกับถังชั้นนอก)

สภาพที่บ่งชี้ : หากถังสูญเสียสภาพความเป็นสุญญากาศ สามารถสังเกตได้จากการเกิดหยดน้ำจากการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศหรือการมีน้ำแข็งเกาะที่ผิวถังชั้นนอก หากเกิดการรั่วจากถังชั้นใน อาจพบการเกิดหมอกเย็นสีขาวที่บริเวณแผ่นนิรภัยของถังชั้นนอก

การแก้ไขที่ถูกต้อง : การสูญเสียสภาพความเป็นสุญญากาศของถังบรรจุก๊าซเหลวมักเกิดจากการรั่วจากถังชั้นนอกทำให้อากาศรั่วเข้าไป หรือ เกิดจากการรั่วของถังชั้นในทำให้ก๊าซเหลวรั่วออกมา พื้นที่ตรงกลางระหว่างถังชั้นในกับถังชั้นนอกถูกออกแบบมาให้สามารถป้องกันการเกิดความดันเกินโดยใช้แผ่นนิรภัย ซึ่งมีลักษณะคล้ายหน้าแปลนบอด ซึ่งมักจะติดตั้งไว้บริเวณด้านบนของถัง หลักการทำงานของแผ่นนิรภัยคือ สภาพความเป็นสุญญากาศจะดูดแผ่นนิรภัยไว้และใช้แหวนที่ทำจากพลาสติกพิเศษช่วยในการป้องกันไม่ให้อากาศด้านนอกรั่วเข้ามา ดังนั้นหากสูญเสียสภาพความเป็นสุญญากาศแผ่นนิรภัยจะหลุดออกมา และที่แผ่นนิรภัยจะถูกผูกไว้กับโซ่เสมอเพื่อป้องกันการตกมาทำอันตรายต่อผู้อยู่ใกล้เคียง **ห้ามฉีดน้ำไปยังบริเวณแผ่นนิรภัย เนื่องจากหากน้ำรั่วเข้าไปในพื้นที่ตรงกลางระหว่างถังชั้นในกับถังชั้นนอกจะทำให้ฉนวนของถังเสียหาย และอาจทำให้เกิดน้ำแข็งเกาะที่แผ่นนิรภัยทำให้แผ่นนิรภัยไม่หลุดออกเป็นเหตุให้ถังเสียหาย** ความดันของถังที่เพิ่มขึ้นอาจเกิดจากความร้อนจากบรรยากาศภายนอกรั่วเข้าสู่ถังถือเป็นเรื่องปกติ ซึ่งวาล์วนิรภัยของถังบรรจุก๊าซเหลวถูกออกแบบมาให้มีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะระบายก๊าซหากถังสูญเสียสภาพความเป็นสุญญากาศ ดังนั้นหากเกิดสถานการณ์ที่ถังบรรจุก๊าซเหลวสูญเสียสภาพความเป็นสุญญากาศ จะไม่มีอันตรายใดๆเกิดขึ้น และไม่มีความจำเป็นต้องปฏิบัติการใดๆเพื่อตอบสนองต่อภาวะฉุกเฉินนอกจากแจ้งให้บริษัทผู้ผลิตทราบ

2.4.4 สถานการณ์ฉุกเฉิน : ท่อก๊าซเหลวของถังบรรจุก๊าซเหลวรั่วอย่างรุนแรงหรือแตก

สภาพที่บ่งชี้ : การรั่วอย่างรุนแรงหรือท่อก๊าซเหลวแตก สามารถสังเกตได้จากเสียงที่ดังมากจากความดันของก๊าซเย็นและเห็นหมอกเย็นสีขาวฟุ้งไปทั่วบริเวณ ท่อที่รั่วอย่างรุนแรงหรือแตกจะมีน้ำแข็งหุ้ม และความดันถังลดลงต่ำกว่าปกติ

การแก้ไขที่ถูกต้อง : สิ่งแรกที่ต้องทำเมื่อเกิดเหตุคือต้องออกห่างจากจุดเกิดเหตุซึ่งมักเป็นบริเวณที่เกิดหมอกเย็นสีขาวฟุ้งอยู่ หลังจากนั้นสิ่งที่ต้องทำต่อไปหากทำได้คือการปิดวาล์วต้นทางของท่อที่เกิดการรั่วหรือแตก ตามมาตรฐานการออกแบบระบบจ่ายก๊าซอุตสาหกรรมจะไม่มีอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการปิดระบบจากระยะไกล หากการรั่วไหลไม่สามารถทำให้หยุดได้ วิธีการที่ง่ายและดีที่สุดคือปล่อยให้ก๊าซเหลวที่รั่วไหลเปลี่ยนสถานะกลายเป็นก๊าซและเจือจางไปในอากาศ การใช้น้ำฉีดเป็นละอองโดยรอบก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถทำให้ก๊าซเหลวที่

รั่วไหลเปลี่ยนสถานะกลายเป็นก๊าซและเจือจางไปในอากาศได้เช่นเดียวกัน ระวังอย่าให้ก๊าซเหลวรั่วไหลลงไปในรางน้ำ รางระบายน้ำ หรือเข้าไปหาอาคาร คุณสมบัติของก๊าซเหลวคือไม่มีพิษและไม่มีการตกค้างของสารที่รั่วไหล ถ้าเป็นไปได้ให้ระวังอย่าให้ก๊าซเหลวไปสัมผัสโดยตรงกับเหล็กที่เป็นเหล็กโครงสร้างเนื่องจากความเย็นของก๊าซเหลวจะทำให้โครงสร้างเหล็กสูญเสียความแข็งแรงและเปราะแตกง่าย

2.4.5 สถานการณ์ฉุกเฉิน : ไฟไหม้

สภาพที่บ่งชี้ : เห็นเปลวไฟ ได้ยินเสียง หรือท่อถูกไฟเผา

การแก้ไขที่ถูกต้อง : อันตรายจากไฟไหม้ต่อระบบสถานีจ่ายก๊าซอุสาหกรรมมักเกิดมาจากผลิตภัณฑ์หรือวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ ที่มีคุณสมบัติติดไฟได้ที่ตั้งอยู่ใกล้เคียง วาล์วนิรภัยของถังบรรจุก๊าซเหลวได้ถูกออกแบบมาเพื่อมีขนาดใหญ่ที่จะระบายก๊าซได้อย่างเพียงพอ โดยได้ออกแบบให้ครอบคลุมไปถึงสถานะการณ์ที่ถังสูญเสียสภาพความเป็นสูญญากาศพร้อมทั้งผิวถังชั้นนอกมีอุณหภูมิสูงถึง 650 องศาเซลเซียสจากการเกิดไฟไหม้โดยรอบ ส่วนระบบท่อของถังบรรจุก๊าซเหลวอาจเป็นการเชื่อมด้วยแสตนเลสหรือการเชื่อมบักกรีด้วยลวดเงินกับท่อทองแดงซึ่งสามารถทนความร้อนได้ถึง 676-743 องศาเซลเซียส การใช้น้ำฉีดเป็นละอองโดยรอบผิวถังเพื่อลดความร้อนสามารถกระทำได้ แต่ **ห้ามฉีดน้ำตรงไปยังวาล์วนิรภัยหรือจุดอื่นๆที่ผิวถังเปิดอยู่**

2.4.6 สถานการณ์ฉุกเฉิน : ฟ้าผ่า

การแก้ไขที่ถูกต้อง : ไม่เคยปรากฏว่าสถานีจ่ายก๊าซอุตสาหกรรมเกิดความเสียหายจากฟ้าผ่า โดยทั่วไปแล้วระบบสถานีจ่ายก๊าซจะไม่ติดตั้งระบบสายดินโดยตรง แต่จะขึ้นอยู่กับการต่อสายดินของระบบท่อหรือจากการฝังเหล็กยึดพื้นถัง

2.4.7 สถานการณ์ฉุกเฉิน : ถังแตกหรือล้มจากสภาวะการกัดกร่อนจากภายนอก แรงลม แผ่นดินไหว หรือน้ำท่วม

การแก้ไขที่ถูกต้อง : ทางบริษัทผู้ผลิตได้ติดตั้งอุปกรณ์ ฐานราก และจุดยึดของอุปกรณ์ของระบบที่แข็งแรงเพียงพอต่อการรองรับสภาวะอันตรายจากแผ่นดินไหวและอันตรายจากแรงกระทำของลมตามที่ได้กำหนดไว้ตามมาตรฐานหรือระบุไว้ตามกฎหมาย กรณีที่พื้นที่นั้นมีโอกาสเกิดเหตุการณ์พิเศษเช่น เครื่องบินชน อุบัติเหตุจากรถยนต์ หรือการถูกพัดพาจ าก

น้ำท่วม เป็นต้น ต้องประเมินเป็นกรณีๆไป โดยปกติหากสถานที่ติดตั้งระบบสถานีจ่ายก๊าซอาจมีความเสี่ยงจากการถูกชน ทางบริษัทผู้ผลิตจะแนะนำให้จะมีการติดตั้งเสากันชนหรือรั้วกันชน การเลือกสถานที่ติดตั้งตามที่เงื่อนไขที่ได้ถูกระบุไว้ตามข้อกำหนดของ UBC และ NFPA จะทำให้มีโอกาสเกิดอันตรายน้อยที่สุด

3. การจัดการความปลอดภัยในการใช้ท่อบรรจุก๊าซอุตสาหกรรม

สำหรับการจัดการความปลอดภัยในการใช้ท่อบรรจุก๊าซอุตสาหกรรมหลัก ทั้งก๊าซออกซิเจน ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซอาร์กอน ซึ่งก๊าซทั้ง 3 ชนิดมีคุณสมบัติและอันตรายใกล้เคียงกัน สามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้ในบทที่ 5 ซึ่งจะเห็นข้อแตกต่างกันบ้างคือก๊าซออกซิเจนที่อาจเกิดการระเบิดขึ้นได้หากสัมผัสกับสารไฮโดรคาร์บอน ดังนั้นเพื่อให้ง่ายและสะดวกในการจัดการความปลอดภัยในการใช้ท่อบรรจุก๊าซอุตสาหกรรม จึงได้ทำสรุปเนื้อหาขั้นตอนในการปฏิบัติงานกับท่อบรรจุก๊าซ อันตรายที่อาจเกิดขึ้น และแนวทางการป้องกันแก้ไข ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 การคัดแยกท่อบรรจุก๊าซ

โดยทั่วไปการคัดแยกท่อจะทำพร้อมกับการขนท่อลงมาจากรถ การคัดแยกท่อจะแยกตามชนิดของก๊าซที่บรรจุ ขนาดท่อ ขนาดแรงดันบรรจุ ท่อเต็ม ท่อเปล่า เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและความสะดวกในการใช้งาน

วิธีการคัดแยกท่อโดยทั่วไปจะทำโดยผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งจะคัดแยกทีละท่อสามารถทำการตรวจสอบสภาพภายนอกท่อก่อนนำไปใช้งานได้ คนคัดแยกท่อจำเป็นจะต้องมีความรู้ในการตรวจสอบท่อ อย่างไรก็ตามการตรวจสอบในบางส่วนอาจต้องทำในขั้นตอนการประกอบเข้ากับชุดอุปกรณ์ที่ใช้งาน เช่น การตรวจสอบวาล์วหัวท่อซึ่งต้องทำการถอดฝาครอบวาล์วออกก่อนเป็นต้น และการตรวจสอบในระหว่างการคัดแยกท่อต้องพิจารณาอย่างน้อยในเรื่องต่อไปนี้ ความเสียหายต่างๆบนตัวท่อ ข้อมูลของการทดสอบท่อสภาพของวาล์ว การปนเปื้อนที่วาล์ว การบ่งชี้ก๊าซที่บรรจุ สภาพการกัดกร่อนภายนอก เป็นต้น ดังภาพที่ 6.12

ภาพที่ 6.12 ตัวอย่างความเสียหายบนท่อบรรจุก๊าซ

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3.1.1 กิจกรรมที่ปฏิบัติในขั้นตอนการคัดแยกท่อบรรจุก๊าซ กิจกรรมที่ทำในการคัดแยกท่อเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่งถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเนื่องจากท่อก๊าซทั่วไปที่มีใช้ ส่วนใหญ่มักไม่ได้ใช้เพียงที่เดียว แต่จำเป็นต้องมีการนำท่อเปล่าไปเติมใหม่ และทำให้มีการเปลี่ยนหรือสลับท่อไปมา ดังนั้นในการรับท่อบรรจุก๊าซจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใส่ใจ และตรวจสอบเป็นพิเศษ ซึ่งสามารถแบ่งการตรวจสอบท่อบรรจุก๊าซอุตสาหกรรม ได้เป็นทั้งหมด 2 ส่วนดังนี้

1) การคัดแยกท่อในพาเลท ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

(1) การปลดสายรัดหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการตึงท่อบนพาเลท

(2) นำท่อออกจากพาเลท

(3) การบ่งชี้ท่อ

(4) การตรวจสภาพภายนอกท่อ

(5) การเคลื่อนย้ายท่อด้วยคนสู่พื้นที่จัดเก็บหรือเข้าสู่พาเลท

(6) การรัดตรึงท่อในพาเลท

2) การคัดแยกท่อเดี่ยว

(1) การบ่งชี้ท่อ

(2) การตรวจสภาพภายนอกท่อ

(3) การเคลื่อนย้ายท่อด้วยคนสู่พื้นที่จัดเก็บหรือเข้าสู่พาเลท

3.1.2 อันตรายที่เกี่ยวข้อง อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการคัดแยกท่อคือ

1) ท่อล้มทับ

2) ท่อกระแทก

3) ชิ้นส่วนของพาเลทหล่น

4) สายรัดขาดหรืออุปกรณ์จับยึดหลุด

5) คนถูกกระแทกหรือเฉี่ยวชนจากวัสดุหรือเครื่องจักรที่เคลื่อนที่

6) แรงดันที่ปลดปล่อยออกมาจากการเปิดวาล์วโดยไม่ได้ตั้งใจ เช่น เปิดวาล์วขณะกลิ้งท่อ หรือวาล์วแตกหัก

7) การสะสุดลื่นล้มของคนงาน

3.1.3 ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่

1) มือ แขน ขา เท้า แตกหัก ถลอก

2) ศีรษะได้รับบาดเจ็บ

3) ปวดหลัง

3.1.4 สาเหตุของอันตราย อาจเกิดขึ้นจาก

1) การตั้งท่อที่ไม่ได้สมดุล

2) ก้นท่อชำรุด

3) มีวัตถุอื่นวางอยู่ในพาเลท

4) อุปกรณ์ที่ใช้ในการจับยึดท่อชำรุด

5) พาเลทชำรุด

6) พื้นไม่เรียบ

7) ท่อถูกชนหรือกระแทกจากส่วนเคลื่อนที่ต่างๆ หรือจากคน

8) การเคลื่อนย้ายท่อที่ไม่ถูกวิธี

9) ทัศนวิสัยการมองเห็นไม่ชัดเจน

10) พื้นที่ไม่เพียงพอ

11) ไม่มีการทำสัญลักษณ์ในการเคลื่อนย้ายจัดเก็บท่อ

12) ใช้รองเท้าที่ไม่เหมาะสม

13) พื้นลื่นจากน้ำแข็ง น้ำหรือน้ำมัน

14) มีสิ่งของวางเกะกะ

3.1.5 ข้อแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข และป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

1) มีการดูแลพื้นที่ที่ใช้ในการคัดแยกท่อให้อยู่ในสภาพที่ดี พร้อมและปลอดภัยสำหรับการทำงาน

2) ลดจำนวนท่อที่ตั้งอยู่อิสระโดยไม่มีการรัดตรึงให้เหลือน้อยที่สุด

3) หมั่นตรวจสอบก้นท่อให้อยู่ในสภาพดีเสมอหากสภาพไม่ดีให้ส่งไปตรวจสอบซ้ำในส่วนซ่อมบำรุงและทดสอบท่อ

4) ตรวจสอบสภาพของพาเลทที่ใช้งาน โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่ใช้ในการยึดตรึงท่อ ราวกั้น และพื้น

5) พนักงานต้องไม่เข้าไปจัดการหยุดท่อที่กำลังล้ม

6) เมื่อพบข้อบกพร่องบนตัวท่อต้องมีมาตรการเข้ามาจัดการกับมัน

7) พาเลทที่ชำรุดต้องส่งเข้าซ่อมบำรุงก่อนนำไปใช้งาน

8) เคลื่อนย้ายท่อด้วยความระมัดระวัง

9) สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลโดยเฉพาะ ถุงมือ แว่นตาและรองเท้านิรภัย

10) การเคลื่อนย้ายท่อที่มีขนาดใหญ่ต้องทำด้วยวิธีที่ถูกต้องและปลอดภัย โดยต้องคำนึงถึง ลักษณะของท่อและฝาครอบท่อด้วย

11) เมื่อจะเคลื่อนย้อยท่อออกจากกองท่อต้องทำให้มั่นใจว่าท่อที่เหลืออยู่มีความมั่นคงเพียงพอ

12) หากเป็นไปได้ ท่อ ควรเก็บไว้ในพาเลทที่รอการบรรจุหรือพื้นที่ที่เตรียมไว้สำหรับเก็บท่อ

13) ท่อต้องมีการตรวจสอบในเรื่องต่อไปนี้

(1) สภาพความเสียหายต่างๆ

(2) สภาพสีที่ทาสภาพพื้นผิวโดยรอบ

(3) วันทดสอบล่าสุด

(4) แรงดันบรรจุ

(5) การบ่งชี้บนตัวท่อ (ความสอดคล้องของสัญลักษณ์ต่างๆ รอยตอก สี ฉลาก และ วาล์ว)

14) ท่อที่แปลกปลอมเข้ามาหรือเป็นท่อที่ผิดปรกติ ให้แยกออกมาเพื่อตรวจสอบข้อมูล

3.2 วิธีการเคลื่อนย้ายท่อบรรจุก๊าซอย่างปลอดภัย

หลังจากคัดแยกประเภทท่อเสร็จเรียบร้อยเราจำเป็นต้องนำท่อบรรจุก๊าซเหล่านี้ไปใช้งานตามจุดต่างๆ หรือนำไปเก็บตามต้องการ ในการเคลื่อนย้ายท่อบรรจุก๊าซอย่างปลอดภัยเราต้องใช้วิธีการเคลื่อนย้ายท่ออย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยมีหลักในการพิจารณาดังนี้

3.2.1 ให้รถบรรทุกท่อฯ เข้าไปยังจุดส่งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงจากเคลื่อนย้ายท่อในระยะทางไกลๆ

3.2.2 หากจำเป็นท้องเคลื่อนย้ายท่อในระยะที่เกินกว่า 5 เมตร แนะนำให้ใช้รถเข็นท่อ เพื่อหลีกเลี่ยงโอกาสที่พนักงานจะล้าหรือสะดุดซึ่งจะทำให้ท่อล้มได้ ลักษณะรถเข็นท่อที่พร้อมใช้งานอย่างน้อยต้องมี

1) มีขนาดเหมาะสมกับท่อก๊าซที่จะใช้เคลื่อนย้าย และจะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าท่อก๊าซ

2) มีที่รองรับที่เข้ารูปทรงกับท่อก๊าซ

3) มีโซ่คล้องเพื่อป้องกันการหล่นในขณะเคลื่อนย้าย

4) ล้อจะต้องมีขนาดไม่เล็กเกินไป เพราะจะทำให้ล้มได้ง่าย ลักษณะดัง ภาพที่ 6.13

ภาพที่ 6.13 ตัวอย่างรถเข็นท่อเดี่ยวและรถเข็นท่อคู่

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3.2.3 หากจำเป็นที่จะต้องใช้มือกลิ้งท่อก๊าซ ในการเคลื่อนย้ายระยะทางใกล้ๆ ให้ทำการกลิ้งท่อก๊าซเพียงครั้งละหนึ่งท่อเท่านั้นเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากท่อล้ม หรือสะดุดท่อ ดังภาพที่ 6.14

ภาพที่ 6.14 ตัวอย่างการกลิ้งท่อด้วยมือที่ถูกต้องและผิดวิธี

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3.2.4 การใช้รถยก (รถโฟลค์ลิฟต์) จะต้องจัดทำที่วางท่อก๊าซให้สามารถยึดได้อย่างมั่นคง ไม่ล้มในขณะเคลื่อนย้าย เพื่อป้องกันการพังทลายของท่อก๊าซขณะทำการยกย้าย ดังภาพที่ 6.15

ภาพที่ 6.15 ตัวอย่างการเคลื่อนย้ายโดยการใช้รถยก

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3.2.5 ข้อห้ามในการขนย้ายท่อบรรจุก๊าซ มีรายละเอียดดังนี้

1) ห้ามเคลื่อนย้ายท่อโดยการกลิ้งท่อตามแนวนอนหรือลากท่อ

2) ท่อทุกท่อต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันวาล์ว ทั้งในที่เก็บท่อ ขณะเคลื่อนย้ายท่อ

3) ห้ามยกท่อโดยการหิ้วอุปกรณ์ป้องกันวาล์ว

4) ห้ามขนส่งท่อก๊าซโดยใส่ไว้ท้ายรถหรือยานพาหนะที่เป็นลักษณะปิดทึบซึ่งอาจเกิดการระเบิดได้ ดังภาพที่ 6.16

ภาพที่ 6.16 อุบัติเหตุจากการขนส่งท่อก๊าซโดยใส่ไว้ท้ายรถ

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก วารสารความปลอดภัยในการใช้ก๊าซ โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3.3 การจัดเก็บท่อบรรจุก๊าซ

หลังจากที่เราเคลื่อนย้ายท่อบรรจุก๊าซอย่างปลอดภัยเพื่อไปจัดเก็บหรือติดตั้งในพื้นที่ปฏิบัติงาน ซึ่งเราจำเป็นต้องรู้และเข้าใจหลักการในการจัดเก็บท่อบรรจุก๊าซต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่ต้องมีการปฏิบัติงานร่วมกับแก๊สอุตสาหกรรมหลายๆ ชนิด โดยมีรายละเอียดการจัดเก็บท่อบรรจุก๊าซดังนี้

3.3.1 พื้นที่ที่ใช้ในการเก็บท่อ ต้องมีการแบ่งแยกการจัดเก็บท่อก๊าซให้ชัดเจน ซึ่งสามารถแบ่งได้หลายลักษณะแต่อย่างน้อยควรพิจารณาจาก

1) ประเภทของก๊าซ เช่น

(1) Compressed (ออกซิเจน, อาร์กอน, ไนโตรเจน, ไฮโดรเจน เป็นต้น)

(2) Liquified (คาร์บอนไดออกไซด์, ไนตรัส เป็นต้น)

(3) Dissolve (อะเซทิลีน เป็นต้น)

2) ลักษณะของก๊าซ เช่น

(1) ก๊าซติดไฟ

(2) ก๊าซไม่ติดไฟ

(3) ก๊าซพิษ

3) ท่อเต็มและท่อเปล่า ดังภาพ 6.17

ภาพที่ 6.17 ตัวอย่างการจัดเก็บท่อบรรจุก๊าซ

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

4) ใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมจับยึดที่ตัวท่อ เพื่อป้องกันท่อล้ม (โซ่ สายรัด) และท่อทุกท่อต้องมีฝาครอบวาล์ว

5) เก็บที่ในที่ที่มีการระบายอากาศได้ดี และมีอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส

6) ป้องกันสิ่งที่จะมากระทบ และสร้างความเสียหายให้กับตัวท่อ

7) เก็บท่อให้ห่างจากระบบไฟฟ้า

8) หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีความชื้นสูง

9) มีระบบป้องกันอัคคีภัยอย่างเหมาะสม

10) มีป้ายบอกชนิดและลักษณะท่อบรรจุก๊าซอย่างชัดเจน

3.3.2 การจัดเก็บท่อก๊าซแยกประเภทตามลักษณะความเป็นอันตรายของก๊าซ

1) การจัดเก็บท่อก๊าซออกซิเจน และสารออกซิไดซ์

(1) เก็บให้ห่างจากน้ำมันและจาระบี

(2) เก็บออกซิเจนให้ห่างจากก๊าซติดไฟอย่างน้อย 6 เมตร หรือมีกำแพงกันไฟที่ทนไฟได้ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

2) การจัดเก็บท่อก๊าซติดไฟ

(1) ใช้อุปกรณ์ป้องกันการระเบิด (Explosion proof)

(2) เก็บให้ห่างจากสารออกซิไดซ์ วัสดุที่ติดไฟง่าย และแหล่งพลังงานความร้อน ประกายไฟ อย่างน้อย 6 เมตร

3) การจัดเก็บท่อก๊าซพิษ

(1) มีแผนฉุกเฉินติดอยู่ในบริเวณนั้น

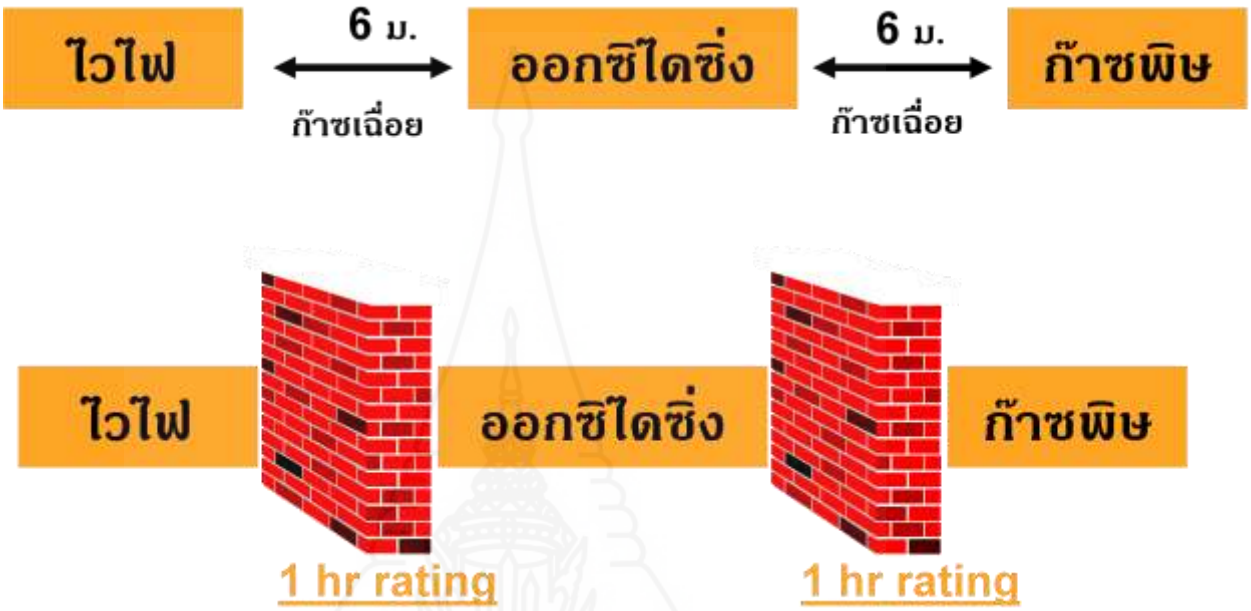
(2) จำกัดจำนวนก๊าซพิษ ก๊าซกัดกร่อน ในพื้นที่ใช้งานและพื้นที่จัดเก็บ

(3) จัดเก็บไว้ในที่โล่งนอกอาคาร

(4) ในกรณีต้องเก็บภายในอาคารต้องมีตู้เก็บก๊าซที่มีระบบระบายอากาศ

(5) กรณีเป็นก๊าซกัดกร่อนต้องมีฝักบัวล้างตัว และล้างตาติดตั้งในบริเวณพื้นที่ใช้งานและจัดเก็บ

(6) พิจารณาติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดการรั่วไหลของก๊าซและกำหนดระยะห่างความปลอดภัยในการจัดเก็บ ดังภาพที่ 6.18



ภาพที่ 6.18 ระยะปลอดภัยในการจัดเก็บท่อบรรจุก๊าซตามลักษณะอันตราย

ที่มา: ดัดแปลงภาพจาก วารสารความปลอดภัยในการใช้ก๊าซของโรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

3.4 การป้องกันและระงับอัคคีภัย และเหตุฉุกเฉิน

การปฏิบัติงานกับท่อก๊าซอย่างปลอดภัยต่างๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดนั้น เพื่อลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุกับท่อก๊าซ แต่ยังคงมีอีกหลายปัจจัยที่จะทำให้เกิดอันตรายจากท่อก๊าซได้ เช่น การจัดเก็บในที่ไม่เหมาะสม วาล์วเสื่อมคุณภาพ อุบัติเหตุจากสิ่งรอบข้าง เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจจะก่อให้เกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติงาน หรือทรัพย์สินต่างๆ ได้ และเหตุการณ์อาจจะลุกลามไปจนเป็นเหตุการณ์ใหญ่ได้โดยง่าย

เพื่อเป็นการลดโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ หรือลดความรุนแรงของเหตุการณ์ฉุกเฉินใดๆ พนักงานผู้ปฏิบัติจำเป็นต้องทราบถึงวิธีการตรวจสอบ ป้องกัน หรือวิธีการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุก๊าซรั่ว และสามารถที่ระงับเหตุฉุกเฉินเบื้องต้นได้อย่างรวดเร็ว และที่สำคัญพนักงานจะต้องทำการระงับเหตุการณ์ฉุกเฉินอย่างปลอดภัยกับตนเอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1 การรั่วไหลของท่อก๊าซ ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นที่จะต้องทราบถึงลักษณะหรือธรรมชาติของการรั่วของก๊าซ เพื่อให้สามารถรู้ได้อย่างทันทีเมื่อสังเกตพบเหตุการณ์ดังกล่าว ซึ่งการรั่วไหลสามารถแบ่งออกได้เป็นสองลักษณะ คือ การรั่วไหลในปริมาณเล็กน้อยและรั่วไหลอย่างรุนแรง การรั่วไหลของก๊าซในปริมาณเล็กน้อยนั้น มักจะพบได้บ่อย เช่นที่คอท่อ ภายในวาล์ว ก้านวาล์ว ข้อต่อต่างๆ ซึ่งอาจจะไม่สามารถตรวจพบได้อย่างทันที แต่สามารถสังเกตได้จาก

1) *เสียง*
2) *ควันขาว*
3) *น้ำแข็งที่อาจจะเกาะอยู่ในบริเวณที่รั่ว*
4) *ความเย็นที่เกิดขึ้นในบริเวณที่รั่ว*
5) *กลิ่น*
6) *น้ำฟองสบู่*
7) *อุปกรณ์ตรวจจับปริมาณก๊าซ*

การรั่วไหลของก๊าซอย่างรุนแรง มักจะพบได้บ่อย เช่น แผ่นนิรภัย วาล์ว หัก ท่อแตก ซึ่งการรั่วไหล ในลักษณะนี้สามารถสังเหตพบได้อย่างง่าย โดยสังเกตจาก เสียงการรั่วไหลของก๊าซที่ดังมาก หรือสังเกตจากกลุ่มควันสีขาว หรือในบางกรณีอาจจะไม่มีสี และสามารถสักเกตได้จากการสั่นสะเทือนของอุปกรณ์นั้น เมื่อผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจพบการรั่วไหลของก๊าซได้แล้ว จะต้องรีบแก้ไขสถานการณ์นั้นอย่างทันที โดยให้คำนึงถึงความปลอดภัยของตัวผู้ปฏิบัติงานที่หลัก

3.4.2 วิธีปฏิบัติเบื้องต้นเมื่อเกิดก๊าซรั่วเล็กน้อยสำหรับผู้ประสบเหตุการณ์

1) หยุดกิจกรรมต่างๆ ทันที เปิดหน้าต่าง, ประตู เพื่อระบายก๊าซ

2) ห้ามปิดหรือเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าใดๆ เช่นห้ามเปิดพัดลมเพื่อระบายอากาศเพิ่มเติม หรือปิดไฟแสงสว่าง เป็นต้น เพราะก๊าซที่รั่วไหลมีโอกาสที่จะเป็นก๊าซไวไฟได้

3) พยายามหยุดการรั่วไหล หากทำได้โดยปลอดภัย เช่น ปิดวาล์วที่ท่อก๊าซ , ปิดวาล์วใช้งานที่เครื่อง

4) ออกจากบริเวณที่รั่วไหลทันที หลังจากได้ปฏิบัติสิ่งที่จำเป็นข้างต้นเรียบร้อยแล้ว

5) ปฏิบัติตามแผนฉุกเฉินของหน่วยงานของท่านเอง

6) หรือติดต่อเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายช่าง ผู้ผลิต

3.4.3 วิธีปฏิบัติเบื้องต้นเมื่อเกิดก๊าซรั่วเล็กน้อยสำหรับทีมแก้ไขสถานการณ์ฉุกเฉิน

1) กันผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องออกห่างจากบริเวณที่เกิดเหตุ

2) รวบรวมข้อมูลต่างๆ เช่น ชนิดของก๊าซที่รั่วไหล, MSDS ของก๊าซ, ตำแหน่งที่เกิดการรั่วไหล, แหล่งจ่ายก๊าซ, วัสดุหรือสถานที่บริเวณโดยรอบ, แผนฉุกเฉินของหน่วยงาน

3) ทำการประเมินสถานการณ์จากข้อมูลที่ได้และเตรียมอุปกรณ์ความปลอดภัย, อุปกรณ์ระงับต่างๆ ที่จำเป็น วางแผนที่จะเข้าระงับเหตุ, เตรียมแผนสำหรับการปรับสภาพสถานที่กลับคืนสู่สภาพปกติ

4) เตรียมสถานที่ที่จะเข้าระงับเหตุ และเข้าระงับเหตุทันที

5) หลังจากระงับเหตุได้แล้ว ให้ปรับสภาพสถานที่คืนสู่สภาพปกติ

3.4.4 วิธีปฏิบัติเบื้องต้นเมื่อเกิดก๊าซรั่วอย่างรุนแรงสำหรับผู้ประสบเหตุการณ์

1) หยุดกิจกรรมต่างๆ และรีบออกจากบริเวณนั้นทันที

2) ติดต่อเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เช่น ทีมแก้ไขเหตุการณ์ฉุกเฉิน, ฝ่ายช่าง หรือ เจ้าหน้าที่

3.4.5 วิธีปฏิบัติเบื้องต้นเมื่อเกิดก๊าซรั่วอย่างรุนแรงสำหรับทีมแก้ไขสถานการณ์ฉุกเฉิน

1) กันผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องออกห่างจากบริเวณที่เกิดเหตุให้ห่างที่สุดเท่าที่ทำได้

2) หากพบว่าท่อมีการเคลื่อนที่หรือหมุนอยู่ ให้หาที่กำบังและไม่พยายามเข้าไปหยุดท่อดังกล่าว

3) หากพบว่าเกิดจากแผ่นนิรภัยทำงาน ให้พยายามทำให้มีการถ่ายเทอากาศเพื่อไม่ให้เกิดการสะสมตัวของก๊าซ เช่นเปิดหน้าต่าง ประตู แต่จะต้องไม่เข้าไปในบริเวณที่ก๊าซรั่ว หากไม่มีอุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสมและได้รับการฝึกอบรม

4) เตรียมพร้อมรับสถานการณ์ และรอจนกระทั่งก๊าซที่รั่วไหลระบายออกจนหมด

5) หากเกิดเหตุอื่นๆ ที่เป็นผลจากการรั่วไหลอย่างรุนแรงของก๊าซ เช่น เกิดเพลิงไหม้ เป็นต้น ให้ปฏิบัติตามแผนฉุกเฉินขององค์การฯ

6) รวบรวมข้อมูลต่างๆ เช่น ชนิดของก๊าซที่รั่วไหล, MSDS ของก๊าซ, ตำแหน่งที่เกิดการรั่วไหล, แหล่งจ่ายก๊าซ, วัสดุหรือสถานที่บริเวณโดยรอบ, แผนฉุกเฉินของหน่วยงาน

7) ทำการประเมินสถานการณ์จากข้อมูลที่ได้และเตรียมอุปกรณ์ความปลอดภัย, อุปกรณ์ระงับต่างๆ ที่จำเป็น วางแผนที่จะเข้าระงับเหตุ, เตรียมแผนสำหรับการปรับสภาพสถานที่กลับคืนสู่สภาพปกติ

8) เตรียมสถานที่ที่จะเข้าระงับเหตุ และเข้าระงับเหตุทันที

9) หลังจากระงับเหตุได้แล้ว ให้ปรับสภาพสถานที่คืนสู่สภาพปกติ

3.4.6 การปฐมพยาบาลผู้ที่ได้บาดเจ็บจากก๊าซ อาจจะมีผู้ประสบเหตุได้รับบาดเจ็บจากเหตุฉุกเฉินได้ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องทราบถึงวิธีการปฐมพยาบาลผู้ประสบเหตุเพื่อลดความรุนแรงของการบาดเจ็บ ซึ่งการได้รับบาดเจ็บจากก๊าซมีหลายประเภท และมีวิธีการปฐมพยาบาลที่แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ได้รับบาดเจ็บจากการไหม้เนื่องจากความเย็น

(1) รีบนำผู้ประสบเหตุออกจากบริเวณนั้นทันทีอย่างปลอดภัย

(2) พยายามถ่ายเทความเย็นออกจากบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บ โดยปล่อยหรือแช่น้ำสะอาดธรรมดาประมาณ 15 - 60 นาที หรือจนกว่าผิวหนังบริเวณนั้นเปลี่ยนเป็นสีชมพู : ห้ามถอดเสื้อผ้าในบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บออกโดยทันที เพราะอาจจะทำให้ผิวหนังได้รับความเสียหาย

(3) ห้ามใช้น้ำมันต่างๆ ทาบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บ

(4) ใช้ผ้าสะอาดปิดบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บและรีบนำส่งโรงพยาบาลพร้อม MSDS

2) ได้รับบาดเจ็บจากการขาดอากาศหายใจ

(1) หากพบว่าผู้ประสบเหตุหมดสติในบริเวณที่เกิดก๊าซรั่ว ให้ประเมินสถานการณ์ไว้ก่อนว่าบริเวณดังกล่าวมีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ

(2) เตรียมอุปกรณ์ช่วยหายใจเช่น SCBA อุปกรณ์ตรวจจับปริมาณก๊าซ และให้ผู้ที่ผ่านการฝึกอบรมเป็นผู้เข้าไปนำผู้ประสบเหตุออกจากบริเวณนั้นทันทีอย่างปลอดภัย

(3) นำผู้ประสบเหตุไว้ในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และให้ผู้ที่ผ่านการฝึกอบรม ช่วยหายใจด้วยวิธีการผายปอด

(4) รีบนำส่งโรงพยาบาลพร้อม MSDS

3) ได้รับบาดเจ็บเนื่องจากท่อก๊าซหรืออุปกรณ์

(1) รีบนำผู้ประสบเหตุออกจากบริเวณนั้นทันทีอย่างปลอดภัย

(2) ปฐมพยาบาลตามการบาดเจ็บที่ได้รับ เช่น กระดูกหัก, มีบาดแผลและเลือดไหล เป็นต้น

(3) รีบนำส่งโรงพยาบาล

3.4.7 ข้อปฏิบัติในการป้องกันและระงับอัคคีภัย และเกิดเหตุฉุกเฉิน ในการป้องกันและระงับอัคคีภัย และเกิดเหตุฉุกเฉิน เป็นสิ่งที่จำเป็นที่ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นที่จะต้องทราบ โดยจะต้องเริ่มต้นจากการจัดหมวดหมู่/ชนิด/ประเภทของก๊าซให้ถูกต้อง และจัดเก็บให้เป็นหมวดหมู่ และแบ่งแยกให้ชัดเจนตามอันตรายของก๊าซ โดยสามารถแบ่งกลุ่มของก๊าซไว้ดังต่อไปนี้

1) ก๊าซเฉื่อย เช่น ก๊าซไนโตรเจน อาร์กอน คาร์บอนไดออกไซด์ ฮีเลียม เป็นต้น

2) ก๊าซอ๊อกซิไดเซอร์ เช่น ก๊าซออกซิเจน ไนตรัสอ๊อกไซด์ เป็นต้น

3) ก๊าซไวไฟ เช่น ก๊าซไฮโดรเจน อะเซธิลีน ก๊าซหุงต้ม ก๊าซแอมโมเนีย เป็นต้น

4) ก๊าซพิษ เช่น ก๊าซแอมโมเนีย คาร์บอนมอนน๊อคไซด์ เป็นต้น

5) ก๊าซที่ลุกติดไฟได้เอง เช่น ก๊าซไซเลน เป็นต้น

3.4.8 การระงับอัคคีภัยที่เกิดจากท่อก๊าซ หากพบเพลิงไหม้ขั้นต้นอันเกิดมาจากท่อก๊าซ ให้ใช้ถังดับเพลิงเคมีหรือคาร์บอนไดออกไซด์หรือแบบอื่นๆ ในการดับเพลิงขั้นตอน หากสามารถทำได้อย่างปลอดภัย ให้เคลื่อนย้ายท่อก๊าซอื่นๆ ที่ยังไม่ติดไฟออกจากพื้นที่เกิดเหตุ หากไม่สามารถดับเพลิงได้ ให้ถอยห่างออกจากบริเวณนั้นและหาที่กำบัง หากสามารถทำได้ให้ฉีดน้ำที่ท่อก๊าซเพื่อถ่ายเทความร้อนออกการท่อก๊าซที่ไฟไหม้ และปล่อยให้ไฟไหม้จนกระทั่งเชื้อเพลิงหมดไปเอง

สำหรับการเกิดเพลิงไหม้ของก๊าซไวไฟ หากไม่สามารถหยุดการรั่วไหลของก๊าซที่แหล่งจ่ายได้ จะต้องปล่อยให้ก๊าซไหม้ไฟจนกระทั่งหมดเชื้อเพลิงไปเอง และทำการฉีดน้ำที่ท่อก๊าซเพื่อลดความร้อนลง หากเพลิงไหม้ขยายเป็นเพลิงไหม้แบบรุนแรง ให้รีบออกจากพื้นที่ทันที และแจ้งให้สถานีดับเพลิงและผู้ขายหรือผู้ผลิตทราบเพื่อเข้ามาแก้ไขสถานการณ์ต่อไป

4. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment: PPE)

สำหรับการปฏิบัติงานกับก๊าซอุตสาหกรรมสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานนั่นคือ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ซึ่งอันตรายจากการปฏิบัติงานพื้นฐานสามารถใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลได้เหมือนกันทั้งการปฏิบัติงานร่วมกับก๊าซเหลว และท่อบรรจุก๊าซ จะมีแตกต่างกันคือการใช้ถุงมือ และอุปกรณ์ป้องกันเสียง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลสำหรับการปฏิบัติงานกับก๊าซเหลว

อันตรายหลักจากการปฏิบัติงานก๊าซเหลว คือ ความเย็นจัดของก๊าซเหลว เสียงดังจากอุปกรณ์ แรงดัน และการกระเด็นของก๊าซเหลว ดังนั้นสำหรับพนักงานที่มีหน้าที่ในการปฏิบัติงานร่วมกับก๊าซเหลว อย่างน้อยต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลดังต่อไปนี้

4.1.1 หมวกนิรภัย เป็นอุปกรณ์ป้องกันศีรษะจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน เช่น ของตกจากที่สูง แรงดันจากการใช้ก๊าซ การสบัดของสายอุปกรณ์ เป็นต้น ดังนั้นหมวกนิรภัยที่ใช้งานจะต้องมีความแข็งแรง พร้อมใช้งาน เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ดังภาพที่ 6.19

ภาพที่ 6.19 หมวกนิรภัย

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

หลักการความปลอดภัยในการใช้หมวกนิรภัยมีดังนี้

*1) **วิธีการใช้งาน** ก่อนใช้งานหมวกนิรภัยต้องทำการตรวจสอบสภาพหมวกนิรภัยดังต่อไปนี้*

(1) สภาพหมวกนิรภัยต้องอยู่ในสภาพดี ไม่แตกลายงา ห้ามเจาะรูเพราะจะทำให้หมวกนิรภัยเสียสภาพความแข็งแรง และห้ามทาสีทับสีเดิมของหมวกนิรภัยเพราะจำทำให้ไม่เห็นสภาพจริงของหมวกนิรภัย

(2) ปรับขนาดของหมวกนิรภัยให้เหมาะสมกับศีรษะ และสวมใส่ตลอดเวลาในการปฏิบัติงานกับก๊าซอุตสาหกรรม

*2) **วิธีการบำรุงรักษา** หลังการใช้งานหมวกนิรภัยทุกครั้งควรปฏิบัติดังต่อไปนี้*

(1) เก็บหมวกนิรภัยในที่ร่ม ไม่ชื้น และระบายอากาศได้ดี

(2) ควรใช้ผ้าชุบน้ำสบู่เช็ดบริเวณภายนอก และภายในหมวกนิรภัย พร้อมทั้งผึ่งแดดให้แห้งอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

(3) หากหมวกนิรภัยมีสภาพชำรุดให้รีบดำเนินการเปลี่ยนใหม่ทันที

4.1.2 แว่นนิรภัย เป็นอุปกรณ์ป้องกันดวงตาจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน เช่น แรงดันจากการใช้ก๊าซ เศษอุปกรณ์กระเด็น หรือการสบัดของสายอุปกรณ์ เป็นต้น ดังนั้นแว่นนิรภัยที่ใช้งานจะต้องมีความแข็งแรง เหมาะสมกับลักษณะงาน และพร้อมใช้งาน เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ดังภาพที่ 6.20

ภาพที่ 6.20 แว่นนิรภัย

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

หลักการความปลอดภัยในการใช้แว่นนิรภัยมีดังนี้

*1) **วิธีการใช้งาน** ก่อนใช้งานแว่นนิรภัยต้องทำการตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้*

(1) สภาพแว่นนิรภัยต้องอยู่ในสภาพดี ไม่แตกหัก หรือบริเวณเลนส์ไม่ลายจนขัดขวางในการมองเห็น ขาแว่นไม่หลุด

(2) หากสามารถปรับขนาดของขาแว่นนิรภัยได้ ควรปรับให้เหมาะสมกับใบหน้า และสวมใส่ตลอดเวลาในการปฏิบัติงานกับก๊าซอุตสาหกรรม

2) ***วิธีการบำรุงรักษา*** *หลังการใช้งานแว่นนิรภัยทุกครั้งควรปฏิบัติดังต่อไปนี้*

(1) เก็บแว่นนิรภัยในที่ร่ม ไม่ชื้น และระบายอากาศได้ดี

(2) ควรใช้ผ้านุ่มสำหรับเช็ดเลนส์ทุกวัน และหากสกปรกให้ใช้น้ำสบู่ล้างให้สะอาด และทั้งผึ่งแดดให้แห้งก่อนนำมาใช้งาน

(3) การวางแว่นนิรภัยต้องระมัดระวังเลนส์อาจกระแทกหรือขูดกับของแข็งและให้ให้เลนส์เป็นรอยได้

(4) หากแว่นนิรภัยมีสภาพชำรุดให้รีบดำเนินการเปลี่ยนใหม่ทันที

4.1.3 หน้ากากป้องกันใบหน้า (Face shield) เป็นอุปกรณ์ป้องกันใบหน้าจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน เช่น การกระเด็นของก๊าซเหลว หรือแรงดันจากการใช้ก๊าซเศษอุปกรณ์กระเด็น หรือการสบัดของสายอุปกรณ์ เป็นต้น ดังนั้นหน้ากากป้องกันใบหน้าที่ใช้งานจะต้องมีความแข็งแรง เหมาะสมกับลักษณะงาน และพร้อมใช้งาน เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ดังภาพที่ 6.21

ภาพที่ 6.21 หน้ากากป้องกันใบหน้า

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

หลักการความปลอดภัยในการใช้หน้ากากป้องกันใบหน้ามีดังนี้

*1) **วิธีการใช้งาน** ก่อนใช้งานหน้ากากป้องกันใบหน้าต้องทำการตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้*

(1) สภาพหน้ากากป้องกันใบหน้าต้องอยู่ในสภาพดี ไม่แตกหัก หรือบริเวณหน้ากากไม่ลายจนขัดขวางในการมองเห็น สายรัดหน้ากากไม่ขาด หรือบางรุ่นที่มีตัวล๊อคกับหมวกนิรภัยต้องใช้งานได้เป็นปกติ

(2) หากสายรัดหน้ากากยืดจนทำให้หน้ากากป้องกันใบหน้ามีช่องว่างกว้าง ต้อปรับความตึงให้เหมาะสม และต้องสวมใส่ตลอดเวลาในการปฏิบัติงานกับก๊าซอุตสาหกรรมเหลว

*2) **วิธีการบำรุงรักษา** หลังการใช้งานหน้ากากป้องกันใบหน้าทุกครั้งควรปฏิบัติดังต่อไปนี้*

(1) เก็บหน้ากากป้องกันใบหน้าในที่ร่ม ไม่ชื้น และระบายอากาศได้ดี

(2) ควรใช้ผ้านุ่มเช็ดบริเวณหน้ากากทุกวัน และหากสกปรกให้ใช้น้ำสบู่ล้างให้สะอาด และทั้งผึ่งแดดให้แห้งก่อนนำมาใช้งาน

(3) การวางหน้ากากป้องกันใบหน้าต้องระมัดระวังหน้ากากอาจกระแทกหรือขูดกับของแข็งและให้ให้หน้ากากเป็นรอยได้

(4) หากหน้ากากป้องกันใบหน้ามีสภาพชำรุดให้รีบดำเนินการเปลี่ยนใหม่ทันที

4.1.4 อุปกรณ์ป้องกันเสียง (ที่อุดหู, ที่ครอบหู) เป็นอุปกรณ์ป้องกันหูจากอันตรายของเสียงดังที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานกับก๊าซอุตสาหกรรมเหลว ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนสถานะของก๊าซเหลวกลายเป็นก๊าซ หรือการระบายอัตโนมัติของอุปกรณ์นิรภัย ซึ่งอุปกรณ์ที่นิยมในการป้องกันเสียงคือ ที่อุดหู (Ear plugs) และที่ครอบหู (Ear muffs) ขั้นตอนในการใช้งานอาจมีข้อแตกต่างกันบ้างแต่ทั้งอุปกรณ์ป้องกันเสียงทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถป้องกันเสียงได้ใกล้เคียงกันดังนั้นในการเลือกใช้ควรดูที่ความสะดวก ความเหมาะสมกับลักษณะงาน และ เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ดังภาพที่ 6.22

ภาพที่ 6.22 อุปกรณ์ป้องกันเสียง

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

หลักการความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงมีดังนี้

*1) **วิธีการใช้งาน** ก่อนใช้งานอุปกรณ์ป้องกันเสียงทุกครั้ง ต้องทำการตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้*

(1) สำหรับที่อุดหู (Ear plugs) ซึ่งมีหลายลักษณะแต่ที่นิยมส่วนใหญ่คือแบบซิลิโคน และแบบโฟม ซึ่งต่างกันที่ลักษณะการใช้งาน สำหรับแบบโฟมจะใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง ส่วนแบบซิลิโคนมักใช้ได้ค่อนข้างนาน แต่ทั้งหมดจะต้องตรวจดูความสะอาด และสภาพของอุปกรณ์ ต้องไม่ขาด ไม่เปื่อยยุ่ย อยู่ในสภาพที่ดีพร้อมใช้งาน

(2) ที่ครอบหู (Ear muffs) ส่วนใหญ่ที่ครอบหูมักไม่ค่อนได้รับความนิยม เนื่องจากมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมาก แต่หากมีการใช้งานต้องตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ดี ขาที่ครอบหูไม่หัก ที่ครอบหูไม่เปื่อยยุ่ย และควรปรับขนาดให้พอดีกับลักษณะของศีรษะเพื่อประสิทธิภาพในการป้องกัน

*2) **วิธีการบำรุงรักษา** หลังการใช้งานอุปกรณ์ป้องกันเสียงทุกครั้งควรปฏิบัติดังต่อไปนี้*

(1) เก็บอุปกรณ์ป้องกันเสียงไว้ในที่ร่ม ไม่ชื้น และระบายอากาศได้ดี

(2) ควรใช้ผ้านุ่มชุบน้ำสบู่เช็ดทำความสะอาดบริเวณด้านนอก และด้านในของที่ครอบหู สำหรับที่อุดหูให้ล้างด้วยน้ำสบู่ทุกวัน และทั้งผึ่งแดดให้แห้งก่อนนำมาใช้งาน

(3) หากอุปกรณ์ป้องกันเสียงมีสภาพชำรุดให้รีบดำเนินการเปลี่ยนใหม่ทันที

4.1.5 ถุงมือป้องกันความเย็นยิ่งยวด (Cryogenic gloves) เป็นอุปกรณ์ป้องกันมือและแขนจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานร่วมกับก๊าซอุตสาหกรรมเหลว ซึ่งทั้งออกซิเจนเหลว ไนโตรเจนเหลว และอาร์กอนเหลว มีจุดเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่า -180 องศาเซลเซียสทั้งหมด ดังนั้นหากสัมผัสกับมือโดยตรงจะทำให้เกิดการไหม้โดยความเย็นได้ ถุงมือที่ใช้สำหรับก๊าซอุตสาหกรรมเหลวจะต้องสามารถกันความเย็นได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า -200 องศาเซลเซียส หรือที่เรียกว่าถุงมือป้องกันความเย็นยิ่งยวด (Cryogenic gloves) ซึ่งจะต้องมีความแข็งแรง สภาพพร้อมใช้งาน และเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ดังภาพที่ 6.23

ภาพที่ 6.23 ถุงมือป้องกันความเย็นยิ่งยวด (Cryogenic gloves)

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

หลักการความปลอดภัยในการใช้ถุงมือป้องกันความเย็นยิ่งยวด มีดังนี้

*1) **วิธีการใช้งาน** ก่อนใช้งานถุงมือป้องกันความเย็นยิ่งยวด ต้องทำการตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้*

(1) สภาพถุงมือป้องกันความเย็นยิ่งยวด ต้องอยู่ในสภาพดี ไม่ขาด หรือเปื่อยยุ่ย หรือมีรอยรั่วเพราะลักษณะของก๊าซอุตสาหกรรมเหลวจะลักษณะคล้ายของเหลวทั่วไป หากถุงมือมีรอยรั่วจะซึมตามรอยรั่วนั้นได้

(2) สิ่งสำคัญสำหรับถุงมือป้องกันความเย็นยิ่งยวด จะต้องไม่เปียกเพราะถึงแม้สภาพจะดีแต่*หากเปียก หรือมีความชื้นมาก จะทำให้ความชื้นเหล่านั้นกลายเป็นน้ำแข็งและอาจได้รับอันตรายจากการไหม้ด้วยความเย็นได้*

2) ***วิธีการบำรุงรักษา*** *หลังการใช้งานถุงมือป้องกันความเย็นยิ่งยวด ทุกครั้งควรปฏิบัติดังต่อไปนี้*

(1) เก็บถุงมือป้องกันความเย็นยิ่งยวดในที่ร่ม ไม่ชื้น และระบายอากาศได้ดี

(2) ห้ามซักถุงมือป้องกันความเย็นยิ่งยวด หากเปื้อนเล็กน้อยควรใช้ผ้าเช็ด หรือหากเปื้อนมากไม่เหมาะแก่การใช้งานต้องเปลี่ยนใหม่ทันที

4.1.6 รองเท้านิรภัย เป็นอุปกรณ์ป้องกันเท้าจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน เช่น สิ่งของหล่นทับ หรือการเตะอุปกรณ์ที่วางอยู่กับพื้น ซึ่งรองเท้านิรภัยที่ใช้ต้องมีความแข็งแรง เหมาะสมกับลักษณะงาน และพร้อมใช้งาน เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ดังภาพที่ 6.24

ภาพที่ 6.24 รองเท้านิรภัย

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

หลักการความปลอดภัยในการใช้รองเท้านิรภัย มีดังนี้

*1) **วิธีการใช้งาน** ก่อนใช้งานรองเท้านิรภัย ต้องทำการตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้*

(1) สภาพรองเท้านิรภัย ต้องอยู่ในสภาพดี ไม่ขาด หรือเปื่อยยุ่ย โดยเฉพาะพื้นของรองเท้านิรภัยต้องมีดอกยางรองเท้าสภาพดี ไม่ลื่น เหล็กที่หุ้มบริเวณหลังเท้าต้องหุ้มอย่างน้อยครึ่งเท้าและไม่ยื่นออกจากตัวรองเท้า

(2) การใส่รองเท้านิรภัยห้ามเหยียบส้นรองเท้า และขนาดของรองเท้านิรภัยควรใหญ่กว่าขนาดเท้านิดหน่อย แต่ไม่ควรใส่หลวมมากเกินไปเพราะอาจทำให้หลุดได้

*2) **วิธีการบำรุงรักษา** หลังการใช้งานรองเท้านิรภัย ทุกครั้งควรปฏิบัติดังต่อไปนี้*

(1) เก็บรองเท้านิรภัยในที่ร่ม ไม่ชื้น และระบายอากาศได้ดี

(2) ควรนำรองเท้านิรภัยผึ่งแดด หรือผึ่งลมทุกวันเพื่อป้องกันการอับชื้นเป็นที่เพาะพันธุ์ของเชื้อโรคและกลิ่นรำคาญใจ

(3) หากพบว่ารองเท้านิรภัยชำรุดต้องดำเนินการเปลี่ยนใหม่ทันที

4.2 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลสำหรับการปฏิบัติงานกับท่อบรรจุก๊าซ

อันตรายหลักจากการปฏิบัติงานท่อบรรจุก๊าซอุตสาหกรรม คือ การกระแทก การทับ หรือการพุ่งชนของท่อบรรจุก๊าซ รวมถึงความดันภายในท่อบรรจุก๊าซ ซึ่งอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลสำหรับพนักงานที่มีหน้าที่ในการปฏิบัติงานร่วมกับท่อบรรจุก๊าซ มีลักษณะคล้ายกันกับการปฏิบัติงานกับก๊าซเหลว คือ หมวกนิรภัย แว่นตานิรภัย หน้ากากป้องกันใบหน้า และรองเท้านิรภัย โดยรายละเอียดในการจัดการความปลอดภัยดังหัวข้อ 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 และ 4.1.6 ตามลำดับ ส่วนอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่แตกต่างกันมีดังนี้

4.2.1 ถุงมือหนัง เป็นอุปกรณ์ป้องกันมือจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานร่วมกับก๊าซอุตสาหกรรม เช่น ความคมของท่อก๊าซ หรือการหนีบ การกระแทกในขณะที่เคลื่อนย้ายท่อก๊าซ เป็นต้น ดังนั้นถุงมือที่ใช้งานควรมีความแข็งแรง สภาพพร้อมใช้งาน และเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ดังภาพที่ 6.25

ภาพที่ 6.25 ถุงมือหนัง

ที่มา: โรงงานแยกอากาศแห่งหนึ่งของประเทศไทย

หลักการความปลอดภัยในการใช้ถุงมือหนัง มีดังนี้

1) ***วิธีการใช้งาน*** *ก่อนใช้งานถุงมือหนัง ต้องทำการตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้*

(1) สภาพถุงมือหนัง ต้องอยู่ในสภาพดี ไม่ขาด หรือเปื่อยยุ่ย หรือมีรอยตัด เนื่องจากอาจได้รับอันตรายในขณะปฏิบัติงานได้

(2) ควรเลือกขนาดของถุงมือหนังให้เหมาะสมกับลักษณะมือ ไม่ควรใช้ถุงมือที่มีขนาดใหญ่เกินไปเพราะอาจทำให้หยิบสิ่งของได้ลำบากและเกิดอันตรายได้

2) ***วิธีการบำรุงรักษา*** *หลังการใช้งานถุงมือหนัง ทุกครั้งควรปฏิบัติดังต่อไปนี้*

(1) เก็บถุงมือหนังในที่ร่ม ไม่ชื้น และระบายอากาศได้ดี

(2) หากถุงมือหนังชำรุด หรือขาด ห้ามนำผ้าเทปพัน หรือดัดแปลงอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ต้องเปลี่ยนใหม่ทันที

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

บริษัทบางกอกอินดัสเทรียลแก๊ส จำกัด (2554) *คู่มืออบรมผู้ควบคุมก๊าซตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฯ 2552* จังหวัดระยอง ควอลิตี้กราฟฟิก

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2542) *มอก. 255-2521 UDC 621.646.4 กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายของถังก๊าซ* พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร มอก.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2543) *มอก. 175-2529 UDC 661.938 ไนโตรเจน* พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร มอก.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2543) *มอก. 1024-2534 UDC 546.293 อาร์กอน* พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร มอก.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2554) *มอก. 87-2517 UDC 621.595 สีและสัญลักษณ์สำหรับภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้ในทางการแพทย์* พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพมหานคร มอก.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2545) *มอก. 541-2545 ICS 71.100.20 ออกซิเจน* พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร มอก.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2546) *มอก. 358-2531 UDC 621.624:661.91 การใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดันแบบไม่มีตะเข็บ* พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร มอก.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547) *มอก. 88-2517 UDC 621.642 สีและสัญลักษณ์สำหรับภาชนะบรรจุก๊าซที่ใช้ในทางอุตสาหกรรม* พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร มอก.

Agricola. (1950) *De Re Metallica.* New York: Hoover Publications.

Anon. (1980) *Priestley in London.* London: Royal Society of Chemistry.

APCI. (2009) *Safetygram #1 Gaseous Oxygen.* Allentown: Corporate Headquarters.

APCI. (2009) *Safetygram #2 Gaseous Nitroge.* Allentown: Corporate Headquarters.

APCI. (2009) *Safetygram #3 Gaseous Argon.* Allentown: Corporate Headquarters.

APCI. (2009) *Safetygram #6 Liquid Oxygen.* Allentown: Corporate Headquarters.

APCI. (2009) *Safetygram #7 Liquid Nitrogen.* Allentown: Corporate Headquarters.

APCI. (2009) *Safetygram #8 Liquid Argon.* Allentown: Corporate Headquarters.

Elvin, L. (1971) *Organ Blowing: its history and development.* Lincoln: Laurence Elvin.

Gibbs, F.W. (1965) *Joseph Priestley: Adventurer in Science and Champion of Truth.* London: Thomas Nelson.

N.A. Downie. (1997) *Industrial Gases.* New York: Chapman & Hall.

Wightman, W.P.D. (1950) *The Growth of Scientific Ideas.* Oxford: Oxford University Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลความปลอดภัยของก๊าซอุตสาหกรรม

(Safety Data Sheet Of Industrial Gas)

ข้อมูลความปลอดภัยสำหรับออกซิเจน (Safety Data Sheet of Oxygen)

1. ข้อมูลผลิตภัณฑ์

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ออกซิเจน
สูตรทางเคมี : O_2
ชื่อเรียก : Oxygen, Oxygen gas, Liquid Oxygen, GOX, LOX
ชนิดของผลิตภัณฑ์ : อุตสาหกรรมทั่วไป

2. สารประกอบ/ ส่วนผสม

สารประกอบ	หมายเลข CAS	หมายเลข UN	ความเข้มข้น (ปริมาณ)
แก๊สออกซิเจน	7782-44-7	1072	>99%
แก๊สออกซิเจนเหลว	7782-44-7	1073	>99%

3. ข้อมูลอันตราย

การทบทวนเหตุฉุกเฉิน : เป็นแก๊สเหลวเย็นจัด และเป็นแก๊สในสภาวะใต้แรงดัน การสัมผัสแก๊สเหลวโดยตรงอาจทำให้เกิดอันตรายจากน้ำแข็งกัด เป็นแก๊ส Oxidizing, ห้ามเก็บรวมกับแก๊สไวไฟ น้ำมัน จาระบี ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยาอย่างรุนแรงและติดไฟได้

อันตรายต่อสุขภาพ

โดยการหายใจ : การหายใจในบรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนมากกว่าหรือเท่ากับ 75% ในระยะเวลาไม่เกิน 1-2 ชั่วโมง อาจทำให้เกิดอาการคัดจมูก ไอ เจ็บคอ เจ็บหน้าอก และหายใจลำบาก ซึ่งการหายใจเอาออกซิเจนบริสุทธิ์ที่มีแรงดันด้วย อาจทำให้ปอดฉีกขาดตลอดจนระบบสมองส่วนกลางด้วย

โดยการสัมผัสนัยน์ตา : หากสัมผัสกับแก๊สเหลวโดยตรงจะไหม้ด้วยความเย็น/น้ำแข็งกัด

โดยการสัมผัสผิวหนัง : หากสัมผัสกับแก๊สเหลวโดยตรงจะไหม้ด้วยความเย็น/น้ำแข็งกัด

โดยการรับประทาน : การรับประทานไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในการรับสัมผัส

ข้อแนะนำการสัมผัส

การสัมผัสหลัก : ทางการหายใจ

อวัยวะเป้าหมาย : ไม่มี

สภาพที่เพิ่มความรุนแรงต่อร่างกาย

กรณีผู้ที่ได้รับอันตรายจากการสัมผัสกับออกซิเจนมีโรคประจำตัวเกี่ยวกับปอด จะส่งผลให้เพิ่มความรุนแรงโดยค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือดจะสูง ทำให้การหายใจลดลง และการสะสมของคาร์บอนไดออกไซด์จะมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่เป็นอันตรายได้

4. การปฐมพยาบาล

คำแนะนำทั่วไป : ถ้าหายใจเข้าไป ให้ย้ายผู้ป่วยไปที่อากาศบริสุทธิ์ ถ้าไม่หายใจให้ใช้เครื่องช่วยหายใจ รักษาร่างกายผู้ป่วยให้อบอุ่นและให้พักผ่อน นำส่งไปพบแพทย์

โดยการสัมผัสนัยน์ตา : ปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์

โดยการสัมผัสผิวหนัง : ปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์

โดยการรับประทาน : การรับประทานไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในการรับสัมผัส

โดยการหายใจ : ข้อแนะนำที่สำคัญของแพทย์หลังการรับสัมผัสคือ ย้ายผู้ป่วยไปที่อากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้ป่วยหยุดหายใจหรือหายใจติดขัดให้ใช้เครื่องช่วยหายใจ หากผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้นให้ผู้ที่เคยผ่านการฝึกอบรมการช่วยเหลือชีวิตปั๊มนวดหัวใจ และรีบช่วยเหลือให้ผู้ป่วยฟื้นคืนชีพอย่างทันท่วงที

5. การดับเพลิง

การใช้ถังดับเพลิง : สามารถใช้ถังดับเพลิงได้ทุกประเภท ขึ้นกับชนิดของเชื้อเพลิง

อันตรายเฉพาะด้าน : ส่วนใหญ่ภาชนะถูกออกแบบให้สามารถระบายแก๊สที่อยู่ภายในออกมาได้เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงเกณฑ์ที่กำหนด

ข้อมูลเพิ่มเติม : วัสดุบางอย่างไม่ติดไฟในบรรยากาศปกติแต่ถ้าปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนเพียงพอ (มากกว่า 23.5%) จะเปลี่ยนให้วัสดุนั้นติดไฟได้อย่างง่าย ถ้าไม่มีการป้องกันเรื่องความเข้มข้นของออกซิเจนในบรรยากาศที่มากเกินไปอาจเกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติงานได้ ถึงแม้ว่าจะใช้เสื้อผ้ากันไฟก็ตาม

6. มาตรการตอบสนองกรณีรั่วไหล

ข้อควรระมัดระวังส่วนบุคคล : เสื้อผ้าที่สัมผัสกับออกซิเจนความเข้มข้นสูงๆ จะสามารถกักเก็บออกซิเจนไว้ได้ประมาณ 30 นาทีหรือนานกว่านั้นทำให้สามารถติดไฟได้ ดังนั้นถ้าหลังจากปฏิบัติงานกับออกซิเจนความเข้มข้นสูงแล้วต้องอยู่ห่างจากแหล่งที่ก่อให้เกิดประกายไฟ กรณีถ้าเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นต้องอพยพไปยังพื้นที่ปลอดภัย และต้องใส่เครื่องช่วยหายใจแบบมีถังอากาศแยก (SCBA) เมื่อเข้าไปในพื้นที่ที่มีปริมาณออกซิเจนน้อย หรือไม่มีการระบายอากาศ

วิธีการจัดการสารรั่วไหล : ระบายอากาศในพื้นที่ให้เพียงพอ

ข้อควรระวังต่อสิ่งแวดล้อม : ไม่ปล่อยสารเคมีออกสู่พื้นที่ใดๆ เนื่องอาจเกิดการสะสมและเป็นอันตรายได้ และต้องมีการวางแผนป้องกันแก้ไขกรณีเกิดการหกรั่วไหลของสารเคมีไว้ด้วย

คำแนะนำเพิ่มเติม : กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินถ้าเป็นไปได้ ควรให้หยุดการทำงานพร้อมทั้งเพิ่มการระบายอากาศ และตรวจดูค่าความเข้มข้นและจุดที่รั่วของแก๊ส ถ้ารั่วบริเวณตัวถังหรือวาล์วให้รีบแจ้ง BIG ที่เบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน แต่ถ้ารั่วที่ระบบการใช้งานของผู้ใช้ให้ปิดวาล์วแล้วระบายความดันออกด้วยวิธีที่ปลอดภัยให้หมด และใช้แก๊สเฉื่อยไล่แก๊สในระบบก่อนทำการซ่อมแซม

7. การดูแลรักษา และการจัดเก็บผลิตภัณฑ์

การดูแลรักษา

อุปกรณ์ทุกอย่างที่ใช้กับออกซิเจน จะต้องเป็น Oxygen Service เท่านั้น เช่น มาตรวัดแรงดัน วาล์ว อุปกรณ์ปรับลดแรงดัน ท่อส่งแก๊ส ฯลฯ ห้ามใช้ออกซิเจนแทนอากาศทั่วไปทั่วไปทุกกรณีไม่ว่าจะเป็นการฉีดทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ โดยเฉพาะเสื้อผ้าซึ่งอาจเพิ่มโอกาสในการติดไฟได้ ผู้ที่ปฏิบัติงานกับแก๊สจะต้องมีประสบการณ์และผ่านการอบรม ตามหลักสูตรที่กฎหมาย หรือมาตรฐานอื่นๆ กำหนด จัดให้มีการป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นทางกายภาพ เช่น การห้ามดึง ลาก กลิ้ง โยน ท่อแก๊ส และไม่เก็บท่อแก๊สไว้ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส (122°F) ก่อนใช้ผลิตภัณฑ์ทุกครั้งต้องแยกประเภทโดยการอ่านจา กฉลากที่ระบุ หากไม่มั่นใจวิธีการดูแลรักษาให้ศึกษาจากระเบียบปฏิบัติเฉพาะของแก๊สนั้นๆ จากผู้ขาย กรณีที่แก๊สไม่มีฉลากระบุให้จัดส่งกลับไปยังผู้ขายเพื่อทำการแก้ไข วิธีการย้ายท่อที่ถูกวิธีถ้าระยะทางไม่ไกลให้ใช้รถเข็น ที่ออกแบบสำหรับการขนย้ายท่อแก๊สโดยเฉพาะ การใช้ ที่ครอบวาล์วและยึดกับผนังเป็นการป้องกันภาชนะขณะไม่ใช้งาน การใช้ประแจสายรัดในการเปิดที่ครอบวาล์วที่แน่นเกินไปหรือเกิดสนิม ก่อนต่อภาชนะควรตรวจสอบระบบแก๊สให้เรียบร้อยก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับความดัน และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ต้องมั่นใจก่อนว่าเมื่อเชื่อมต่อภา ชนะแล้วระบบไม่มีแรงดันย้อน อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับแก๊สที่ใช้ และทำการตรวจสอบการรั่วของระบบ เลือกใช้อุปกรณ์ปรับลดแรงดันที่เหมาะสม และควรใช้แรงดันเริ่มต้นเบาๆ ก่อนในการการเปิดใช้แก๊ส ห้ามใช้อุปกรณ์อื่นๆ ในการเปิดที่ครอบวาล์ว (ประแจไขควง และอุปกรณ์งัดอื่ นๆ) เพราะอาจทำให้วาล์วเสียหาย และรั่วได้ ถ้าผู้ใช้ประสบปัญหาเปิดวาล์วยาก หรือการจ่ายแก๊สไม่สม่ำเสมอให้ติดต่อผู้ขายเพื่อดำเนินการแก้ไข ปิดวาล์วทุกครั้งหลังเลิกใช้งานหรือแก๊สหมด ขณะที่ทำการต่ออุปกรณ์อย่าพยายามซ่อมหรือดัดแปลงวาล์ว, วาล์วนิรภัย ถ้าอุปกรณ์เหล่านี้ชำรุดให้แจ้งกับผู้ขายทันที ห้ามทำให้เกิดแรงกระแทกกับตัวภาชนะบรรจุแรงดันเพราะอาจทำให้วาล์วหรืออุปกรณ์ความปลอดภัยเสียหาย ห้ามสูบบุหรี่ขณะทำงานกับผลิตภัณฑ์ ห้ามอัดความดันหรือผสมแก๊สด้วยตัวเองหากไม่ได้รับคำแนะนำจากผู้ขายและต้องปฏิบัติอย่างถูกต้อง ห้ามถ่ายเ ทแก๊สจากท่อหนึ่งไปอีกท่อหนึ่ง ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันการย้อนกลับในท่อ เมื่อทำการติดตั้งท่อใหม่ต้องปิดที่ล็อควาล์ว หรือหมุนปลั๊กกันรั่วให้แน่น ห้ามใช้น้ำมัน จาระบี หรือสารวัตถุไวไฟอื่นๆ สัมผัสกับวาล์ว (เช่น บอลวาล์ว) เปิดวาล์วช้าๆ ระวังแรงดันกระแทก ห้ามเปิดวาล์วทั้งหมดในครั้งเดียว ควรใช้อุปกรณ์ที่สะอาดและใช้กับแก๊สออกซิเจนเท่านั้น ห้ามใช้เปลวไฟหรือกระแสไฟฟ้าในการให้ความร้อนเพื่อเพิ่มความดันของแก๊ส ซึ่งภาชนะบรรจุ

แรงดันไม่สามารถทนความร้อนได้เกิน 50 องศาเซลเซียส (122°F) และควรหลีกเลี่ยงการเก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำกว่า - 30 องศาเซลเซียส (- 20°F) เป็นเวลานานๆ

การจัดเก็บ

การจัดเก็บภาชนะควรเก็บในอาคารที่ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับแก๊สนั้นๆ ซึ่งต้องเป็นอาคารโล่ง ระบายอากาศได้ดี ภาชนะบรรจุที่เก็บไว้นานควรนำมาใช้ก่อน ในการใช้แก๊สควรทำการตรวจสอบสภาพทั่วไป และตรวจสอบการรั่วของอุปกรณ์ เป็นระยะๆ ตามข้อกำหนดหรือมาตรฐานที่ระบุไว้ การเก็บภาชนะแรงดันในพื้นที่เปิดควรป้องกันการเกิดสนิมจากสภาพอากาศ พื้นที่ในการจัดเก็บต้องไม่ก่อให้เกิดการกัดกร่อนต่อภาชนะ การเก็บภาชนะต้องเก็บในแนวตั้งมีระบบป้องกันการล้ม ควรปิดวาล์วภาชนะให้แน่นและเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการปิด เช่น ที่ครอบวาล์ว หรือปลั๊กอุดวาล์ว อุปกรณ์ป้องกันวาล์วหรือที่ครอบวาล์วควรปิดให้แน่นและเก็บในที่เย็น และระบายอากาศได้ดี ควรเก็บภาชนะให้ห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อนหรือประกายไฟ ภาชนะที่บรรจุแก๊สเต็มและภาชนะเปล่าต้องแยกพื้นที่ในการจัดเก็บ ไม่อนุ ญาตให้เก็บภาชนะในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิเกิน 50 องศาเซลเซียส (122°F) จัดทำฉลากเตือน “ห้ามสูบบุหรี่ หรือก่อให้เกิดประกายไฟ ” ติดแสดงไว้ในพื้นที่จัดเก็บให้เห็นชัดเจน ภาชนะเปล่าให้นำกลับไปเติมตามช่วงเวลาที่เหมาะสม ต้องแยกพื้นที่เก็บออกซิเจน หรือสารออกซิไดเซอร์ ออกจากพื้นที่ที่มีประกายไฟ อย่างน้อย 20 ฟุต (6.1 เมตร) หรือใช้กำแพงทนไฟกั้นให้ห่างอย่างน้อย 15 ฟุต (1.5 เมตร) โดยกำแพงต้อง ทนไฟได้อย่างน้อย 30 นาที

8. การควบคุมการรับสัมผัส/ การป้องกันส่วนบุคคล

การออกแบบทางวิศวกรรม

จัดให้มีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

ระบบป้องกันทางเดินหายใจ : ผู้ที่ใช้เครื่องช่วยหายใจต้องผ่านการอบรม

ระบบป้องกันมือสัมผัส : แนะนำให้ใช้ถุงมือที่มีความเหมาะสม แข็งแรง ในการปฏิบัติงานกับท่อแก๊ส โดยจะต้องสวมใส่ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน (ถุงมือหนัง)

ระบบป้องกันนัยน์ตา : ให้ใส่แว่นนิรภัยเมื่อปฏิบัติงานกับท่อแก๊ส

ระบบป้องกันผิวหนังและร่างกาย	: ไม่อนุญาตให้ปฏิบัติงานกับแก๊สเหลวหากไม่มีอุปกรณ์ป้องกันผิวหนัง เช่น เสื้อแขนยาว ถุงมือป้องกันความเย็น และให้ใส่รองเท้านิรภัยเมื่อปฏิบัติงานกับท่อแก๊ส
ระบบป้องกันเฉพาะด้านสุขศาสตร์	: จัดให้มีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่อับอากาศ ถุงมือที่ใช้ต้องสะอาดไม่เปื้อนน้ำมัน หรือจาระบี

9. คุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพ

สถานะ	: มี 2 สถานะ ได้แก่ แก๊ส และแก๊สเหลว
สี	: ไม่มีสี
กลิ่น	: ไม่มีกลิ่น
น้ำหนักโมเลกุล	: 32 g/mol
ความหนาแน่นไอ	: 1.1 (อากาศ = 1)
ความถ่วงจำเพาะ	: 1.1 (น้ำ = 1)
ความดันไอ	: ไม่สามารถวัดได้
ความหนาแน่น (สถานะเป็นไอ)	: 0.081 lb/ft3 (0.0013 g/cm3) at 70 °F (21 °C)
ปริมาณเฉพาะ	: 12.08 ft3/lb (0.7540 m3/kg) at 70 °F (21 °C)
จุดเดือด	: -297 °F (-183 °C)
อุณหภูมิวิกฤต	: -180 °F (-118 °C)
จุดหลอมเหลว/ จุดเยือกแข็ง	: -362 °F (-219 °C)
อุณหภูมิที่สามารถติดไฟได้เอง	: ไม่สามารถวัดได้
ความสามารถในการละลายน้ำ	: 0.039 g/l

10. ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา

ความคงตัว : แก๊สนี้มีความเสถียรในบรรยากาศปกติ
สารที่เข้ากันไม่ได้ : สารไวไฟ สารอินทรีย์วัตถุ น้ำมัน จาระบี และวัตถุไวไฟอื่น ในสถานะแก๊สเหลวห้ามใช้กับเหล็กคาร์บอน

11. ข้อมูลทางพิษวิทยา

อันตรายเฉียบพลันต่อสุขภาพ

การรับประทาน : ไม่มีข้อมูลปรากฏ
การหายใจ : ไม่มีข้อมูลปรากฏ
การสัมผัสผิวหนัง : ไม่มีข้อมูลปรากฏ

อันตรายเรื้อรังต่อสุขภาพ

เด็กทารกที่ได้รับออกซิเจนที่มีความความเข้มข้นสูงๆ อาจทำให้เยื่อนัยน์ตาถูกทำลาย ถึงขั้นตาบอดได้ ส่วนผู้ใหญ่ที่ได้รับออกซิเจน 100% ในระยะเวลานานๆ (24 – 48 ชั่วโมง) ก็อาจเกิดอาการลักษณะเดียวกันได้ การได้รับออกซิเจนที่มีความเข้มข้นมากกว่าบรรยากาศ 2 เท่า หรือมากกว่านี้ อาจส่งผลให้เกิดอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งมีอาการคือ คลื่นไส้ อาเจียน วิงเวียนศีรษะ หน้ามืด กล้ามเนื้อกระตุก การมองเห็นไม่ชัดเจน สูญเสียการรับรู้ และอาจเป็นลมชักได้ ถ้าได้รับออกซิเจนเข้มข้นมากกว่า 3 เท่าของบรรยากาศ ระบบประสาทส่วนกลางอาจได้รับ อันตรายภายในไม่ถึง 2 ชั่วโมง และถ้าได้รับออกซิเจนเข้มข้นมากกว่า 6 เท่าของบรรยากาศ ระบบประสาทส่วนกลางจะถูกทำลายภายใน 2 – 3 นาที

12. ข้อมูลทางนิเวศวิทยา

ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์

มลพิษทางน้ำ : ไม่มีข้อมูลปรากฏ
ความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต : ไม่มีข้อมูลปรากฏ

ความคงตัวและการย่อยสลาย

ความคงตัวของสาร : ไม่มีข้อมูลปรากฏ
การสะสมในสิ่งแวดล้อม : ไม่มีข้อมูลปรากฏ

ข้อมูลเพิ่มเติม

ผลิตภัณฑ์นี้ไม่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์

13. ข้อมูลการกำจัดของเสีย

ของเสียจากการผลิต	: ส่งผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานไม่ได้กลับไปยังผู้ขาย และติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้ขาย
ภาชนะบรรจะที่ใช้ไม่ได้	: ส่งภาชนะบรรจุแรงดันที่ใช้งานไม่ได้กลับไปยังผู้ขาย

14. ข้อมูลการขนส่ง

มาตรฐาน DOT

ชื่อผลิตภัณฑ์	: ออกซิเจน หรือ แก๊สออกซิเจนเหลว
ประเภท	: 2.2 (5.1)
หมายเลข UN/ID	: UN 1073

มาตรฐาน IATA

ชื่อผลิตภัณฑ์	: ออกซิเจน หรือ แก๊สออกซิเจนเหลว
ประเภท	: 2.2 (5.1)
หมายเลข UN/ID	: UN 1073

มาตรฐาน IMDG

ชื่อผลิตภัณฑ์	: ออกซิเจน หรือ แก๊สออกซิเจนเหลว
ประเภท	: 2.2 (5.1)
หมายเลข UN/ID	: UN 1073

มาตรฐาน TDG

ชื่อผลิตภัณฑ์	: ออกซิเจน หรือ แก๊สออกซิเจนเหลว
ประเภท	: 2.2 (5.1)
หมายเลข UN/ID	: UN 1073

ข้อมูลเพิ่มเติม

หลีกเลี่ยงการใช้ยานพาหนะขนส่งสินค้าที่ไม่แยกห้องผู้ขับกับพื้นที่เก็บสินค้า พนักงานขับรถขนส่งสินค้าต้องทราบอันตรายของผลิตภัณฑ์ที่ส่ง และสามารถปฏิบัติตนได้ถูกต้องกรณีเกิดอุบัติเหตุหรือเหตุฉุกเฉินขึ้น ข้อมูลการขนส่งสินค้าที่แสดงนี้เป็นข้อมูลทั่วไปไม่ได้เจาะจงรายละเอียดของผลิตภัณฑ์นั้นๆ หากต้องการทราบข้อมูลขนส่งสินค้าเพิ่มเติม กรุณาติดต่อตัวแทน / หน่วยงานบริการลูกค้าของ BIG ได้โดยตรง

15. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกฎหมาย มาตรฐาน

มาตรฐานสื่อสารความเป็นอันตรายของ OSHA (29 CFR 1910.1200) ประเภทความเป็นอันตราย (es) ของแก๊สออกซิไดเซอร์ และแก๊สแรงดันสูง

Country	Regulatory list	Notification
USA	TSCA	Included on Inventory.
EU	EINECS	Included on Inventory.
Canada	DSL	Included on Inventory.
Australia	AICS	Included on Inventory.
South Korea	ECL	Included on Inventory.
China	SEPA	Included on Inventory.
Philippines	PICCS	Included on Inventory.
Japan	ENCS	Included on Inventory.

EPA SARA Title III Section 312 (40 CFR 370) Hazard Classification Fire Hazard. Sudden Release of Pressure Hazard. US. California Safe Drinking Water & Toxic Enforcement Act (Proposition 65)

16. ข้อมูลอื่นๆ

ระดับตามมาตรฐาน NFPA

สุขภาพ : 3

ความไวไฟ : 0

การเกิดปฏิกิริยา : 0

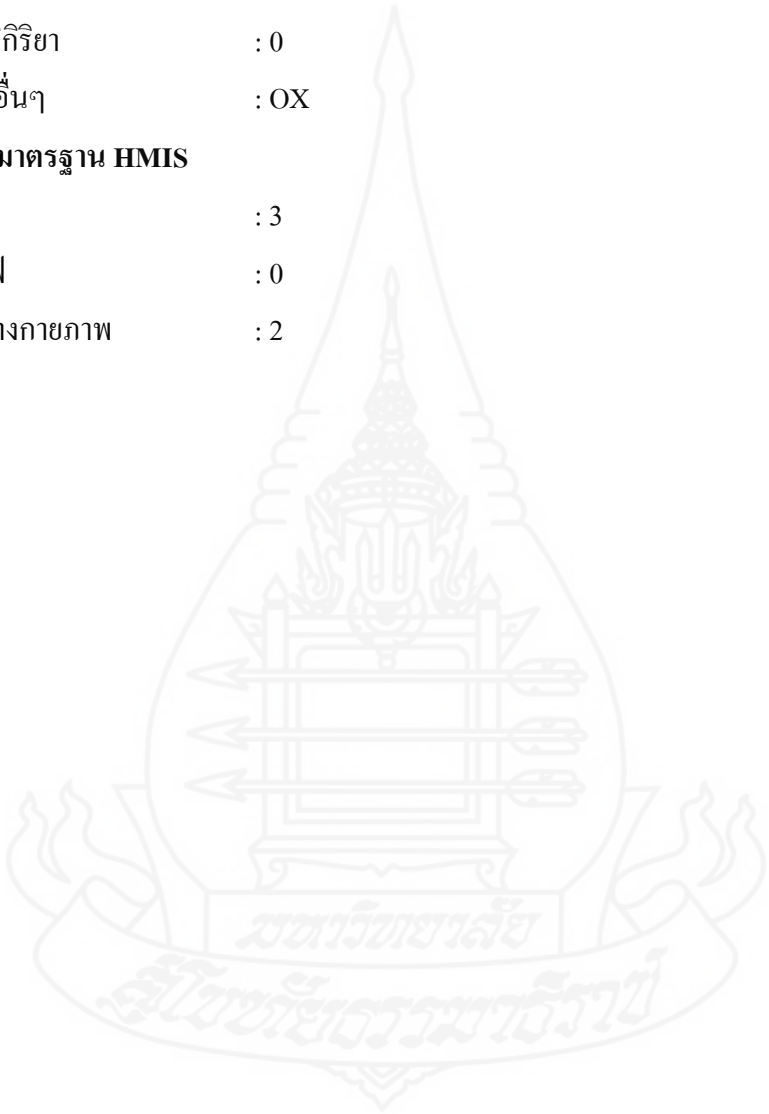
คุณสมบัติอื่นๆ : OX

ระดับตามมาตรฐาน HMIS

สุขภาพ : 3

ความไวไฟ : 0

อันตรายทางกายภาพ : 2



ข้อมูลความปลอดภัยสำหรับไนโตรเจน (Safety Data Sheet of Nitrogen)

1. ข้อมูลผลิตภัณฑ์

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ไนโตรเจน
สูตรทางเคมี : N_2
ชื่อเรียก : Nitrogen, Nitrogen gas, Liquid Nitrogen, GAN, LIN
ชนิดของผลิตภัณฑ์ : อุตสาหกรรมทั่วไป

2. สารประกอบ/ ส่วนผสม

สารประกอบ	หมายเลข CAS	หมายเลข UN	ความเข้มข้น (ปริมาณ)
แก๊สไนโตรเจน	7727-37-9	1066	>99%
แก๊สไนโตรเจนเหลว	7727-37-9	1977	>99%

3. ข้อมูลอันตราย

การทบทวนเหตุฉุกเฉิน : เป็นแก๊สเหลวเย็นจัด และเป็นแก๊สในสภาวะใต้แรงดัน
การสัมผัสแก๊สเหลวโดยตรงอาจทำให้เกิดอันตรายจากน้ำแข็งกัด
ทำให้เกิดการขาดอากาศหายใจได้
หลีกเลี่ยงการหายใจโดยตรงกับแก๊ส
ควรสวมใส่เครื่องช่วยหายใจแบบมีถังอากาศแยก (SCBA)

อันตรายต่อสุขภาพ

โดยการหายใจ : ในความเข้มข้นของแก๊สสูงๆ อาจทำให้เกิดการขาดอากาศหายใจได้ อาการประกอบด้วยการสูญเสียการทรงตัวไม่สามารถควบคุมตนเองได้ ซึ่งอาจทำให้หมดสติโดยไม่มีสัญญาณเตือนใดๆ ดังนั้นจึงทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถป้องกันตนเองได้
โดยการสัมผัสนัยน์ตา : หากสัมผัสกับแก๊สเหลวโดยตรงจะไหม้ด้วยความเย็น/น้ำแข็งกัด
โดยการสัมผัสผิวหนัง : หากสัมผัสกับแก๊สเหลวโดยตรงจะไหม้ด้วยความเย็น/น้ำแข็งกัด
โดยการรับประทาน : การรับประทานไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในการรับสัมผัส

ความเป็นอันตรายเรื้อรัง : ไม่มีข้อมูลปรากฏ

ข้อแนะนำการสัมผัส

การสัมผัสหลัก : ทางการหายใจ

อวัยวะเป้าหมาย : ไม่มี

อาการ : ผู้ป่วยที่ขาดอากาศหายใจอาจทำให้เกิดอาการดังต่อไปนี้ เวียนศีรษะ น้ำลายฟูมปาก คลื่นไส้อาเจียน สูญเสียการทรงตัว หมดสติ

สภาพที่เพิ่มความรุนแรงต่อร่างกาย

ไม่มี

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ไม่เป็นอันตราย

4. การปฐมพยาบาล

คำแนะนำทั่วไป : ถ้าหายใจเข้าไป ให้ย้ายผู้ป่วยไปที่อากาศบริสุทธิ์ ถ้าไม่หายใจให้ใช้เครื่องช่วยหายใจ รักษาร่างกายผู้ป่วยให้อบอุ่นและให้พักผ่อน นำส่งไปพบแพทย์

โดยการสัมผัสนัยน์ตา : ชำระล้างทันทีด้วยน้ำจำนวนมากๆ ขณะล้างให้ลืมตากว้างๆ และรีบปรึกษาแพทย์

โดยการสัมผัสผิวหนัง : ล้างด้วยน้ำจำนวนมากๆ ห้ามถอดเสื้อผ้าที่สัมผัสแก๊ส และพันแผลด้วยผ้าที่สะอาด

โดยการรับประทาน : การรับประทานไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในการรับสัมผัส

โดยการหายใจ : ย้ายผู้ป่วยไปที่อากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้ป่วยหยุดหายใจหรือหายใจติดขัดให้ใช้เครื่องช่วยหายใจ และรีบช่วยเหลือให้ผู้ป่วยฟื้นคืนชีพอย่างทันท่วงที ในรายที่หายใจถี่ให้ใช้ออกซิเจนในการช่วยหายใจ

5. การดับเพลิง

การใช้ถังดับเพลิง	: สามารถใช้ถังดับเพลิงได้ทุกประเภท ขึ้นกับชนิดของเชื้อเพลิง
อันตรายเฉพาะด้าน	: กรณีที่เกิดความร้อนสูงหรือเพลิงไหม้ ท่อแก๊สจะระบายแก๊สออกอย่างรวดเร็วโดยจานนิรภัย ซึ่งผลิตภัณฑ์นี้เป็นแก๊สไม่ติดไฟและไม่ช่วยให้ไฟติดด้วย ดังนั้นถ้าเกิดเหตุต้องย้ายภาชนะบรรจุออกจากที่เกิดเหตุมายังพื้นที่ๆ ปลอดภัยโดยการฉีดน้ำดับเพลิงเป็นฝอยเพื่อช่วยในการหล่อเย็นภาชนะ
อุปกรณ์ป้องกันอันตรายสำหรับทีมดับเพลิง	: ใส่เครื่องช่วยหายใจแบบมีถังอากาศ (SCBA) แยกถ้าจำเป็น

6. มาตรการตอบสนองกรณีรั่วไหล

ข้อควรระมัดระวังส่วนบุคคล	: กรณีถ้าเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นต้องอพยพไปยังพื้นที่ปลอดภัย และต้องใส่เครื่องช่วยหายใจแบบมีถังอากาศแยก (SCBA) เมื่อเข้าไปในพื้นที่ที่มีปริมาณออกซิเจนน้อย หรือไม่มีการระบายอากาศ
ข้อควรระวังต่อสิ่งแวดล้อม	: ไม่ปล่อยสารออกสู่พื้นที่ใดๆ เนื่องอาจเกิดการสะสมและเป็นอันตรายได้ และต้องมีการวางแผนป้องกันแก้ไขกรณีเกิดการหกรั่วไหลของสารเคมีไว้ด้วย
วิธีการจัดการสารรั่วไหล	: ระบายอากาศในพื้นที่ให้เพียงพอ
คำแนะนำเพิ่มเติม	: กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินถ้าเป็นไปได้ ควรให้หยุดการทำงานพร้อมทั้งเพิ่มการระบายอากาศ และตรวจดูค่าความเข้มข้นและจุดที่รั่วของแก๊ส ถ้ารั่วบริเวณตัวถังหรือวาล์วให้รีบแจ้ง BIG ที่เบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน แต่ถ้ารั่วที่ระบบ การใช้งานของผู้ใช้ให้ปิดวาล์วแล้วระบายความดันออกด้วยวิธีที่ปลอดภัยให้หมด และใช้แก๊สเฉื่อยไล่แก๊สในระบบก่อนทำการซ่อมแซม

7. การดูแลรักษา และการจัดเก็บผลิตภัณฑ์

การดูแลรักษา

จัดให้มีการป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นทางกายภาพ เช่น การห้ามดึง ลาก กลิ้ง โยน ท่อแก๊ส และไม่เก็บท่อแก๊สไว้ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส (122°F) ก่อนใช้ผลิตภัณฑ์ทุกครั้งต้องแยกประเภทโดยการอ่านจากฉลากที่ระบุ หากไม่มั่นใจวิธีการดูแลรักษาให้ ศึกษาจากระเบียบปฏิบัติเฉพาะของแก๊สนั้นๆ จากผู้ขาย กรณีที่แก๊สไม่มีฉลากระบุให้จัดส่งกลับไปยังผู้ขายเพื่อทำการแก้ไข วิธีการย้ายท่อที่ถูกวิธีถ้าระยะทางไม่ไกลให้ใช้รถเข็น ที่ออกแบบสำหรับการขนย้ายท่อแก๊สโดยเฉพาะ การใช้ที่ครอบวาล์วและยึดกับผนังเป็นการป้องกันภาชน ะขณะไม่ใช้งาน การใช้ประแจสายรัดในการเปิดที่ครอบวาล์วที่แน่นเกินไปหรือเกิดสนิม ก่อนต่อภาชนะควรตรวจสอบระบบแก๊สให้เรียบร้อยก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับความดัน และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต้องมั่นใจก่อนว่าเมื่อเชื่อมต่อภาชนะแล้วระบบไม่มีแรงดันย้อน อุปกรณ์ที่ใช้มีคว ามเหมาะสมกับแก๊สที่ใช้ และทำการตรวจสอบการรั่วของระบบ เลือกใช้อุปกรณ์ปรับลดแรงดันที่เหมาะสม และควรใช้แรงดันเริ่มต้นเบาๆ ก่อนในการการเปิดใช้แก๊ส ห้ามใช้อุปกรณ์อื่นๆ ในการเปิดที่ครอบวาล์ว (ประแจไขควง และอุปกรณ์งัดอื่นๆ) เพราะอาจทำให้วาล์วเสียหาย และรั่วได้ คว รเปิดวาล์วอย่างช้าๆ ถ้าผู้ใช้ประสบปัญหาเปิดวาล์วยาก หรือการจ่ายแก๊สไม่สม่ำเสมอให้ติดต่อผู้ขายเพื่อดำเนินการแก้ไข ปิดวาล์วทุกครั้งหลังเลิกใช้งานหรือแก๊สหมด ขณะที่ทำการต่ออุปกรณ์อย่าพยายามซ่อมหรือดัดแปลงวาล์ว, วาล์วนิรภัย ถ้าอุปกรณ์เหล่านี้ชำรุดให้แจ้งกับผู้ขายทันที ห้ามทำให้เกิดแรงกระแทกกับตัวภาชนะบรรจุแรงดันเพราะอาจทำให้วาล์วหรืออุปกรณ์ความปลอดภัยเสียหาย ห้ามสูบบุหรี่ขณะทำงานกับผลิตภัณฑ์ ห้ามอัดความดันหรือผสมแก๊สด้วยตัวเองหากไม่ได้รับคำแนะนำจากผู้ขายและต้องปฏิบัติอย่างถูกต้อง ห้ามถ่ายเทแก๊สจากท่อหนึ่งไปอีกท่ อหนึ่ง ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันการย้อนกลับในท่อ เมื่อทำการติดตั้งท่อใหม่ต้องปิดที่ล๊อควาล์ว หรือหมุนปลั๊กกันรั่วให้แน่น ห้ามทำให้เกิดแรงกระแทกกับตัวภาชนะบรรจุแรงดันเพราะอาจทำให้วาล์วหรืออุปกรณ์ความปลอดภัยเสียหาย ภาชนะบรรจุแรงดันไม่สามารถทนความร้อนได้เกิน 50 องศาเซลเซียส (122°F) และควรหลีกเลี่ยงการเก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำกว่า - 30 องศาเซลเซียส (- 20°F) เป็นเวลานานๆ

การจัดเก็บ

ภาชนะบรรจุที่เก็บไว้นานควรนำมาใช้ก่อน ในการใช้แก๊สควรทำการตรวจสอบสภาพทั่วไปและตรวจสอบการรั่วของอุปกรณ์เป็นระยะๆ ตามข้อกำหนดหรือมาตรฐานที่ระบุ ไว้ การเก็บภาชนะแรงดันในพื้นที่เปิดควรป้องกันการเกิดสนิมจากสภาพอากาศ พื้นที่ในการจัดเก็บต้องไม่ก่อให้เกิดการกัดกร่อนต่อภาชนะ การเก็บภาชนะต้องเก็บในแนวตั้งมีระบบป้องกันการล้ม ควรปิด

วาล์วภาชนะให้แน่นและเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการปิด เช่น ที่ครอบวาล์ว หรือ ป ลั๊กอุดวาล์ว อุปกรณ์ป้องกันวาล์วหรือที่ครอบวาล์วควรปิดให้แน่นและเก็บในที่เย็น และระบายอากาศได้ดี ควรเก็บภาชนะให้ห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อนหรือประกายไฟ ภาชนะที่บรรจุแก๊สเต็มและภาชนะเปล่าต้องแยกพื้นที่ในการจัดเก็บ ไม่อนุญาตให้เก็บภาชนะในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิเ กิน 50 องศาเซลเซียส (122°F) ภาชนะเปล่าให้นำกลับไปเติมตามช่วงเวลาที่เหมาะสม

ข้อมูลทางเทคนิค/ ข้อควรระวัง

การจัดเก็บภาชนะบรรจุแก๊สควรแยกพื้นที่จัดเก็บออกจากแก๊สอื่นอย่างชัดเจน (เช่น แก๊สไวไฟ แก๊สพิษ เป็นต้น) และควรจัดเก็บตามมาตรฐานกำหนด โดยต้องเก็บให้ห่างจากวัตถุไวไฟ

8. การควบคุมการรับสัมผัส/ การป้องกันส่วนบุคคล

การออกแบบทางวิศวกรรม

จัดให้มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ หรือใช้เครื่องมือในการระบายอากาศโดยให้ปริมาณออกซิเจนไม่ต่ำกว่า 19.5 % ของบรรยากาศ ใช้เครื่องช่วยหายใจแบบมีถังอากาศแยก (SCBA) ในกรณีฉุกเฉิน

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

ระบบป้องกันทางเดินหายใจ	: ใช้เครื่องช่วยหายใจแบบมีถังอากาศแยก (SCBA) หรือเครื่องช่วยหายใจแบบ Airline ในพื้นที่ที่มีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ อากาศบริสุทธิ์จากเครื่องช่วยหายใจบางครั้งไม่ได้ช่วยป้องกันผู้ปฏิบัติงานจากอันตรายเสมอไป ดังนั้นผู้ที่ใช้จะต้องผ่านการอบรมเครื่องช่วยหายใจมาเป็นอย่างดี
ระบบป้องกันมือสัมผัส	: แนะนำให้ใช้ถุงมือที่มีความเหมาะสม แข็งแรง ในการปฏิบัติงานกับท่อแก๊ส โดยจะต้องสวมใ ส่ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน (ถุงมือหนัง)
ระบบป้องกันนัยน์ตา	: ให้ใส่แว่นนิรภัยเมื่อปฏิบัติงานกับท่อแก๊ส
ระบบป้องกันผิวหนังและร่างกาย	: ไม่อนุญาตให้ปฏิบัติงานกับแก๊สเหลวหากไม่มีอุปกรณ์ป้องกันผิวหนัง เช่น เสื้อแขนยาว ถุงมือป้องกันความเย็น และให้ใส่รองเท้านิรภัยเมื่อปฏิบัติงานกับท่อแก๊ส

ระบบป้องกันเฉพาะด้านสุขศาสตร์	: จัดให้มีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่อับอากาศ
หมายเหตุ	: อาจเกิดภาวะการขาดอากาศได้ง่าย

9. คุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพ

สถานะ	: มี 2 สถานะ ได้แก่ แก๊ส และแก๊สเหลว
สี	: ไม่มีสี
กลิ่น	: ไม่มีกลิ่น
น้ำหนักโมเลกุล	: 28 g/mol
ความหนาแน่นไอ	: 0.97 (อากาศ = 1)
ความหนาแน่น (สถานะเป็นไอ)	: 0.075 lb/ft3 (0.0012 g/cm3) at 70 °F (21 °C)
ปริมาณเฉพาะ	: 13.80 ft3/lb (0.8615 m3/kg) at 70 °F (21 °C)
จุดเดือด	: -321 °F (-196 °C)
อุณหภูมิวิกฤต	: -233 °F (-147 °C)
จุดหลอมเหลว/ จุดเยือกแข็ง	: -346 °F (-210 °C)
ความสามารถในการละลายน้ำ	: 0.02 g/l

10. ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา

ความคงตัว	: แก๊สนี้มีความเสถียรในบรรยากาศปกติ
สารที่เข้ากันไม่ได้	: ในสถานะแก๊สเหลวห้ามใช้กับเหล็กคาร์บอน

11. ข้อมูลทางพิษวิทยา

อันตรายเฉียบพลันต่อสุขภาพ

การรับประทาน	: ไม่มีข้อมูลปรากฏ
การหายใจ	: ไม่มีข้อมูลปรากฏ
การสัมผัสผิวหนัง	: ไม่มีข้อมูลปรากฏ

12. ข้อมูลทางนิเวศวิทยา

ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์

มลพิษทางน้ำ : ไม่มีข้อมูลปรากฏ

ความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต : ไม่มีข้อมูลปรากฏ

ความคงตัวและการย่อยสลาย

ความคงตัวของสาร : ไม่มีข้อมูลปรากฏ

การสะสมในสิ่งแวดล้อม : ไม่มีข้อมูลปรากฏ

ข้อมูลเพิ่มเติม

ผลิตภัณฑ์นี้ไม่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์

13. ข้อมูลการกำจัดของเสีย

ของเสียจากการผลิต : ส่งผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานไม่ได้กลับไปยังผู้ขาย และติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้ขาย

ภาชนะบรรจะที่ใช้ไม่ได้ : ส่งภาชนะบรรจุแรงดันที่ใช้งานไม่ได้กลับไปยังผู้ขาย

14. ข้อมูลการขนส่ง

มาตรฐาน CFR

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ไนโตรเจน หรือ ไนโตรเจนเหลว

ประเภท : 2.2

หมายเลข UN/ID : UN 1977

มาตรฐาน IATA

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ไนโตรเจน หรือ ไนโตรเจนเหลว

ประเภท : 2.2

หมายเลข UN/ID : UN 1977

มาตรฐาน IMDG

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ไนโตรเจน หรือ ไนโตรเจนเหลว

ประเภท : 2.2

หมายเลข UN/ID : UN 1977

มาตรฐาน CTC

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ไนโตรเจน หรือ ไนโตรเจนเหลว

ประเภท : 2.2

หมายเลข UN/ID : UN 1977

ข้อมูลเพิ่มเติม

หลีกเลี่ยงการใช้ยานพาหนะขนส่งสินค้าที่ไม่แยกห้องผู้ขับกับพื้นที่เก็บสินค้า พนักงานขับรถขนส่งสินค้าต้องทราบอันตรายของผลิตภัณฑ์ที่ส่ง และสามารถปฏิบัติตนได้ถูกต้องกรณีเกิดอุบัติเหตุหรือเหตุฉุกเฉินขึ้น

15. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกฎหมาย มาตรฐาน

มาตรฐานสื่อสารค วามเป็นอันตรายของ OSHA (29 CFR 1910.1200) ประเภทความเป็นอันตราย (es) ของแก๊สแรงดันสูง

Country	Regulatory list	Notification
USA	TSCA	Included on Inventory.
EU	EINECS	Included on Inventory.
Canada	DSL	Included on Inventory.
Australia	AICS	Included on Inventory.
South Korea	ECL	Included on Inventory.
China	SEPA	Included on Inventory.
Philippines	PICCS	Included on Inventory.
Japan	ENCS	Included on Inventory.

EPA SARA Title III Section 312 (40 CFR 370) Hazard Classification Fire Hazard. Sudden Release of Pressure Hazard. US. California Safe Drinking Water & Toxic Enforcement Act (Proposition 65)

16. ข้อมูลอื่นๆ

ระดับตามมาตรฐาน NFPA

สุขภาพ : 3

ความไวไฟ : 0

การเกิดปฏิกิริยา : 0

ระดับตามมาตรฐาน HMIS

สุขภาพ : 3

ความไวไฟ : 0

อันตรายทางกายภาพ : 2

ข้อมูลความปลอดภัยสำหรับอาร์กอน (Safety Data Sheet of Argon)

1. ข้อมูลผลิตภัณฑ์

ชื่อผลิตภัณฑ์ : อาร์กอน

สูตรทางเคมี : Ar

ชื่อเรียก : Argon(refrigerated), Cryogenic Liquid Argon, Liquid Argon, LAR

ชนิดของผลิตภัณฑ์ : อุตสาหกรรมทั่วไป

2. สารประกอบ/ ส่วนผสม

สารประกอบ	หมายเลข CAS	หมายเลข UN	ความเข้มข้น (ปริมาณ)
อาร์กอน	7727-37-1	1951	>99%

3. ข้อมูลอันตราย

การทบทวนเหตุฉุกเฉิน : เป็นแก๊สเหลวเย็นจัด และเป็นแก๊สในสภาวะใต้แรงดัน การสัมผัสแก๊สเหลวโดยตรงอาจทำให้เกิดอันตรายจากน้ำแข็งกัด ทำให้เกิดการขาดอากาศหายใจได้ หลีกเลี่ยงการหายใจโดยตรงกับแก๊ส ควรสวมใส่เครื่องช่วยหายใจแบบมีถังอากาศแยก (SCBA)

อันตรายต่อสุขภาพ

โดยการหายใจ : ในความเข้มข้นของแก๊สสูงๆ อาจทำให้เกิดการขาดอากาศหายใจได้ อาการประกอบด้วยการสูญเสียการทรงตัวไม่สามารถควบคุมตนเองได้ ซึ่งอาจทำให้หมดสติโดยไม่มีสัญญาณเตือนใดๆ ดังนั้นจึงทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถป้องกันตนเองได้

โดยการสัมผัสนัยน์ตา : หากสัมผัสกับแก๊สเหลวโดยตรงจะไหม้ด้วยความเย็น/น้ำแข็งกัด

โดยการสัมผัสผิวหนัง : หากสัมผัสกับแก๊สเหลวโดยตรงจะไหม้ด้วยความเย็น/น้ำแข็งกัด

โดยการรับประทาน : การรับประทานไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในการรับสัมผัส

ความเป็นอันตรายเรื้อรัง : ไม่มีข้อมูลปรากฏ

ข้อแนะนำการสัมผัส

การสัมผัสหลัก : ทางการหายใจ การสัมผัสนัยน์ตาและผิวหนัง

อวัยวะเป้าหมาย : ไม่มี

อาการ : ผู้ป่วยที่ขาดอากาศหายใจอาจทำให้เกิดอาการดังต่อไปนี้ เวียนศีรษะ น้ำลายฟูมปาก คลื่นไส้อาเจียน สูญเสียการทรงตัว หมดสติ

สภาพที่เพิ่มความรุนแรงต่อร่างกาย

ไม่มี

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ไม่เป็นอันตราย

4.การปฐมพยาบาล

คำแนะนำทั่วไป : ถ้าหายใจเข้าไป ให้ย้ายผู้ป่วยไปที่อากาศบริสุทธิ์ ถ้าไม่หายใจให้ใช้เครื่องช่วยหายใจ รักษาร่างกายผู้ป่วยให้อบอุ่นและให้พักผ่อน นำส่งไปพบแพทย์

โดยการสัมผัสนัยน์ตา : ชำระล้างทันทีด้วยน้ำจำนวนมากๆ ขณะล้างให้ลืมตากว้างๆ และรีบปรึกษาแพทย์

โดยการสัมผัสผิวหนัง : ล้างด้วยน้ำจำนวนมากๆ ห้ามถอดเสื้อผ้าที่สัมผัสแก๊ส และพันแผลด้วยผ้าที่สะอาด

โดยการรับประทาน : การรับประทานไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในการรับสัมผัส

โดยการหายใจ : ย้ายผู้ป่วยไปที่อากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้ป่วยหยุดหายใจหรือหายใจติดขัดให้ใช้เครื่องช่วยหายใจ และรีบช่วยเหลือให้ผู้ป่วยฟื้นคืนชีพอย่างทันท่วงที ในรายที่หายใจถี่ให้ใช้ออกซิเจนในการช่วยหายใจ

5. การดับเพลิง

การใช้ถังดับเพลิง	: สามารถใช้ถังดับเพลิงได้ทุกประเภท ขึ้นกับชนิดของเชื้อเพลิง
อันตรายเฉพาะด้าน	: กรณีที่เกิดความร้อนสูงหรือเพลิงไหม้ ท่อแก๊สจะระบายแก๊สออกอย่างรวดเร็วโดยจานนิรภัย ซึ่งผลิตภัณฑ์นี้เป็นแก๊สไม่ติดไฟและไม่ช่วยให้ไฟติดด้วย ดังนั้นถ้าเกิดเหตุต้องย้ายภาชนะบรรจุออกจากที่เกิดเหตุมายังพื้นที่ๆ ปลอดภัยโดยการฉีดน้ำดับเพลิงเป็นฝอยเพื่อช่วยในการหล่อเย็นภาชนะ
อุปกรณ์ป้องกันอันตรายสำหรับทีมดับเพลิง	: ใส่เครื่องช่วยหายใจแบบมีถังอากาศแยก (SCBA) ถ้าจำเป็น

6. มาตรการตอบสนองกรณีรั่วไหล

ข้อควรระมัดระวังส่วนบุคคล	: แก๊สหรือไอของแก๊สหนักกว่าอากาศ อาจเกิดการสะสมของแก๊สบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานและเป็นพื้นที่อับอากาศได้ กรณีถ้าเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นต้องอพยพไปยังพื้นที่ปลอดภัย และต้องใส่เครื่องช่วยหายใจแบบมีถังอากาศแยก (SCBA) เมื่อเข้าไปในพื้นที่ที่มีปริมาณออกซิเจนน้อย หรือไม่มีการระบายอากาศ
ข้อควรระวังต่อสิ่งแวดล้อม	: ต้องมีการวางแผนป้องกันแก้ไขกรณีเกิดการหกรั่วไหลของสารเคมี ไม่ปล่อยสารออกสู่พื้นที่ใดๆ เนื่องจากอาจเกิดการสะสมและเป็นอันตรายได้
วิธีการจัดการสารรั่วไหล	: ระบายอากาศในพื้นที่ให้เพียงพอ
คำแนะนำเพิ่มเติม	: กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินหากเป็นไปได้ ควรให้หยุดการทำงานพร้อมทั้งเพิ่มการระบายอากาศ และตรวจดูค่าความเข้มข้น ไอของแก๊สอาจสามารถสังเกตเห็นได้ ห้ามฉีดน้ำโดยตรงกับจุดที่รั่ว และหากจุดที่รั่วเป็นบริเวณตัวถังหรือวาล์วให้รีบแจ้ง BIG ที่เบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน แต่ถ้ารั่วที่ ระบบการใช้งานของผู้ใช้ให้ปิดวาล์วแล้วระบายความดันออกด้วยวิธีที่ปลอดภัยให้หมดก่อนทำการซ่อมแซม

7. การดูแลรักษา และการจัดเก็บผลิตภัณฑ์

การดูแลรักษา

ก่อนการใช้งานต้องศึกษาและเข้าใจคุณสมบัติ อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์นี้ ผู้ที่ปฏิบัติงานกับผลิตภัณฑ์ ต้องมีประสบการณ์และผ่านการอบรมเฉพาะด้านในการควบคุมแก๊สอุตสาหกรรม ก่อนใช้ผลิตภัณฑ์ทุกครั้งต้องแยกประเภทโดยการอ่านจากฉลากที่ระบุ กรณีที่แก๊สไม่มีฉลากระบุให้จัดส่งกลับไปยังผู้ขายเพื่อทำการแก้ไข ก่อนต่อภาชนะควรตรวจสอบระบบแก๊สให้เรียบร้อยก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระดับความดัน และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ต้องมั่นใจก่อนว่าเมื่อเชื่อมต่อภาชนะแล้วระบบไม่มีแรงดันย้อน อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับแก๊สที่ใช้ และทำการตรวจสอบการรั่วของระบบ เลือกใช้อุปกรณ์ปรับลดแรงดันที่เหมาะสม และควรใช้แรงดันเริ่มต้นเบาๆ ก่อนในการการเปิดใช้แก๊ส ห้ามใช้อุปกรณ์อื่นๆ ในการเปิดฝาครอบวาล์ว (ประแจไขควง และอุปกรณ์งัดอื่นๆ) เพราะอาจทำให้วาล์วเสียหาย และรั่วได้ ควรเปิดวาล์วอย่างช้าๆ ถ้าผู้ใช้ประสบปัญหาเปิดวาล์วยาก หรือการจ่ายแก๊สไม่สม่ำเสมอให้ติดต่อผู้ขายเพื่อดำเนินการแก้ไข ปิดวาล์วทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน หรือแก๊สหมด ขณะที่ทำการต่ออุปกรณ์อย่าพยายามซ่อมหรือดัดแปลงวาล์ว วิธีการย้ายท่อแก๊สที่ถูกวิธีให้ใช้รถเข็น ที่ออกแบบสำหรับการขนย้ายท่อแก๊สโดยเฉพาะ เลือกใช้อุปกรณ์ปรับลดแรงดันที่เหมาะสม และควรใช้แรงดันเริ่มต้นเบาๆ ก่อนในการการเปิดใช้แก๊ส ห้ามทำให้เกิดแรงกระแท กกับตัวภาชนะบรรจุแรงดันเพราะอาจทำให้วาล์วหรืออุปกรณ์ความปลอดภัยเสียหาย ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติสำหรับแก๊สเหลวเย็นจัดเท่านั้น

การจัดเก็บ

คำเตือน : ห้ามเปลี่ยนอุปกรณ์ ข้อต่อ ในขณะที่มีแรงดันภายใน ห้ามเก็บภาชนะในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิเกิน 50 องศาเซลเซียส (122°F) พื้นที่จัดเก็บมีระบบระบายอากาศที่เพียงพอและเหมาะสม ภาชนะบรรจุที่เก็บไว้นานควรนำมาใช้ก่อน ห้ามเก็บไว้ในพื้นที่อับอากาศ ต้องจัดแยกท่อแก๊สเต็มและท่อแก๊สเปล่าออกจากกันให้ชัดเจน ในการใช้แก๊สควรทำการตรวจสอบสภาพทั่วไป และตรวจสอบการรั่วของอุปกรณ์เป็นระยะๆ ต ามข้อกำหนดหรือมาตรฐานที่ระบุไว้ การเก็บภาชนะแรงดันในพื้นที่เปิดควรป้องกันการเกิดสนิมจากสภาพอากาศ พื้นที่ในการจัดเก็บต้องไม่ก่อให้เกิดการกัดกร่อนต่อภาชนะ การเก็บภาชนะต้องเก็บในแนวตั้งมีระบบป้องกันการล้ม ควรปิดวาล์วภาชนะให้แน่นและเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการปิ ด เช่น ที่ครอบวาล์ว หรือ ปลั๊กอุดวาล์ว ควรเก็บภาชนะให้ห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อนหรือประกายไฟ

8. การควบคุมการรับสัมผัส/ การป้องกันส่วนบุคคล

การออกแบบทางวิศวกรรม

จัดให้มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ หรือใช้เครื่องมือในการระบายอากาศโดยให้ปริมาณออกซิเจนไม่ต่ำกว่า 19.5 % ของบรรยากาศ ใช้เครื่องช่วยหายใจแบบมีถังอากาศแยก (SCBA) ในกรณีฉุกเฉิน

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

ระบบป้องกันทางเดินหายใจ	: ใช้เครื่องช่วยหายใจแบบมีถังอากาศแยก (SCBA) หรือเครื่องช่วยหายใจแบบ Airline ในพื้นที่ที่มีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ อากาศบริสุทธิ์จากเครื่องช่วยหายใจบางครั้งไม่ได้ช่วยป้องกันผู้ปฏิบัติงานจากอันตรายเสมอไป ดังนั้นผู้ที่ใช้จะต้องผ่านการอบรมเครื่องช่วยหายใจมาเป็นอย่างดี
ระบบป้องกันมือสัมผัส	: แนะนำให้ใช้ถุงมือที่มีความเหมาะสม แข็งแรง ในการปฏิบัติงานกับท่อแก๊ส โดยจะต้องสวมใส่ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน (ถุงมือหนัง)
ระบบป้องกันนัยน์ตา	: ให้ใส่แว่นนิรภัยเมื่อปฏิบัติงานกับท่อแก๊ส
ระบบป้องกันผิวหนังและร่างกาย	: ไม่อนุญาตให้ปฏิบัติงานกับแก๊สเหลวหากไม่มีอุปกรณ์ป้องกันผิวหนัง เช่น เสื้อแขนยาว ถุงมือป้องกันความเย็น และให้ใส่รองเท้านิรภัยเมื่อปฏิบัติงานกับท่อแก๊ส
ระบบป้องกันเฉพาะด้านสุขศาสตร์	: จัดให้มีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่อับอากาศ

9. คุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพ

สถานะ	: แก๊สเหลว
สี	: ไม่มีสี
กลิ่น	: ไม่มีกลิ่น
น้ำหนักโมเลกุล	: 40 g/mol
ความหนาแน่นไอ	: 1.38 (อากาศ = 1)
ความหนาแน่น	: 1.4 (น้ำ =1)

จุดเดือด	: -303 °F (-186 °C)
อุณหภูมิวิกฤต	: -188 °F (-122 °C)
จุดหลอมเหลว/ เยือกแข็ง	: -308 °F (-189 °C)
ความสามารถในการละลายน้ำ	: 0.067 g/l

10. ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา

ความคงตัว	: แก๊สนี้มีความเสถียรในบรรยากาศปกติ
สารที่เข้ากันไม่ได้	: ในสถานะแก๊สเหลวห้ามใช้กับเหล็กคาร์บอน

11. ข้อมูลทางพิษวิทยา

อันตรายเฉียบพลันต่อสุขภาพ

การรับประทาน	: ไม่มีข้อมูลปรากฏ
การหายใจ	: ไม่มีข้อมูลปรากฏ
การสัมผัสผิวหนัง	: ไม่มีข้อมูลปรากฏ

12. ข้อมูลทางนิเวศวิทยา

ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์

มลพิษทางน้ำ	: ไม่มีข้อมูลปรากฏ
ความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต	: ไม่มีข้อมูลปรากฏ

ความคงตัวและการย่อยสลาย

ความคงตัวของสาร	: ไม่มีข้อมูลปรากฏ
การสะสมในสิ่งแวดล้อม	: ไม่มีข้อมูลปรากฏ

13. ข้อมูลการกำจัดของเสีย

ของเสียจากการผลิต : ส่งผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานไม่ได้กลับไปยังผู้ขาย และติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้ขาย

ภาชนะบรรจะที่ใช้ไม่ได้ : ส่งภาชนะบรรจุแรงดันที่ใช้งานไม่ได้กลับไปยังผู้ขาย

14. ข้อมูลการขนส่ง

มาตรฐาน CFR

ชื่อผลิตภัณฑ์ : อาร์กอน หรือแก๊สอาร์กอนเหลว

ประเภท : 2.2

หมายเลข UN/ID : UN 1951

มาตรฐาน IATA

ชื่อผลิตภัณฑ์ : อาร์กอน หรือแก๊สอาร์กอนเหลว

ประเภท : 2.2

หมายเลข UN/ID : UN 1951

มาตรฐาน IMDG

ชื่อผลิตภัณฑ์ : อาร์กอน หรือแก๊สอาร์กอนเหลว

ประเภท : 2.2

หมายเลข UN/ID : UN 1951

มาตรฐาน CTC

ชื่อผลิตภัณฑ์ : อาร์กอน หรือแก๊สอาร์กอนเหลว

ประเภท : 2.2

หมายเลข UN/ID : UN 1951

ข้อมูลเพิ่มเติม

หลีกเลี่ยงการใช้ยานพาหนะขนส่งสินค้าที่ไม่แยกห้องผู้ขับกับพื้นที่เก็บสินค้า พนักงานขับรถขนส่งสินค้าต้องทราบอันตรายของผลิตภัณฑ์ที่ส่ง และสามารถปฏิบัติตนได้ถูกต้องกรณีเกิดอุบัติเหตุหรือเหตุฉุกเฉินขึ้น

15. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกฎหมาย มาตรฐาน

มาตรฐานสื่อสาร ความเป็นอันตรายของ OSHA (29 CFR 1910.1200) ประเภทความเป็นอันตราย (es) ของแก๊สแรงดันสูง

Country	Regulatory list	Notification
USA	TSCA	Included on Inventory.
EU	EINECS	Included on Inventory.
Canada	DSL	Included on Inventory.
Australia	AICS	Included on Inventory.
South Korea	ECL	Included on Inventory.
China	SEPA	Included on Inventory.
Philippines	PICCS	Included on Inventory.
Japan	ENCS	Included on Inventory.

EPA SARA Title III Section 312 (40 CFR 370) Hazard Classification Fire Hazard. Sudden Release of Pressure Hazard. US. California Safe Drinking Water & Toxic Enforcement Act (Proposition 65)

16. ข้อมูลอื่นๆ

ระดับตามมาตรฐาน NFPA

สุขภาพ : 3

ความไวไฟ : 0

การเกิดปฏิกิริยา : 0

ระดับตามมาตรฐาน HMIS

สุขภาพ : 3

ความไวไฟ : 0

อันตรายทางกายภาพ : 1

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นายสุรชัย สียุยาง
วัน เดือน ปีเกิด	22 มีนาคม 2528
สถานที่เกิด	อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสาธารณสุขศาสตร์ (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ. 2550
สถานที่ทำงาน	บริษัทบางกอกอินดัสเทรียลแก๊ส จำกัด จังหวัดระยอง
ตำแหน่ง	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน ระดับวิชาชีพ