



คู่มือมาตรฐานความปลอดภัย การจัดเก็บสารเคมีอันตราย สำหรับถังเก็บขนาด 25,000 ลิตร ขึ้นไป

กองส่งเสริมเทคโนโลยีความปลอดภัยโรงงาน
กรมโรงงานอุตสาหกรรม

คณะทำงาน

ที่ปรึกษา

นายมงคล พฤกษ์วัฒนา
ร้อยเอกธนศ จันทกลั่น
นายประกอบ วิวิธจินดา
นายบรรจง สุกรีธา
นายศุภกิจ บุญศิริ

อธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม
รองอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม
รองอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม
รองอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม
ผู้อำนวยการกองส่งเสริมเทคโนโลยี
ความปลอดภัยโรงงาน

คณะทำงาน

นางสาวรัตนา รักษ์ตระกูล
นายชัชวาลย์ จิตติเรืองเกียรติ
นายดาวิษ วังบุญคง
นางสาวปิยะพร เจริญเจริญ
นางริกาญจน์ ฉัตรสกุลวิไล
นางสาวกฤติยา เหมือนใจ
นางขวัญลักษณ์ กัลหะรัตน์

นักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ
วิศวกรเครื่องกลชำนาญการพิเศษ
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

คณะผู้จัดทำ

ดร. อธิพันธ์ ฤณ กลาง
นายรัชฎา พลรัตน์
นายสุทัศน์ มังคละศิริ
นายชาญชัย อินทรมหา

พิมพ์ครั้งที่ 1

กรกฎาคม 2561

คำนำ

อุตสาหกรรมเคมีนับเป็นอุตสาหกรรมที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง มีการใช้สารเคมีเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งการใช้สารเคมีในโรงงานจำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในทุกขั้นตอน ตั้งแต่สถานที่จัดเก็บ จนถึงใช้จัดเก็บ การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง การบริหารจัดการระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย การบำรุงรักษาและการตรวจสอบ รวมถึงการบริหารจัดการของเสียจากสารเคมี เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานในโรงงาน และชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม โดยกองส่งเสริมเทคโนโลยีความปลอดภัยโรงงาน ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและตระหนักถึงความปลอดภัยในเรื่องดังกล่าว จึงได้จัดทำคู่มือมาตรฐานความปลอดภัยการจัดเก็บสารเคมีอันตราย สำหรับถังเก็บขนาด 25,000 ลิตร ขึ้นไป ที่ได้รับการออกแบบให้ใช้งานที่ความดันไม่เกิน 17.2 psi หรือ 17.2 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และอยู่เหนือระดับพื้นดิน จำนวน 3 ประเภท ได้แก่ สารไวไฟ สารกัดกร่อน และสารพิษ เพื่อให้ผู้ประกอบการกิจการโรงงานและผู้ที่เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการสารเคมีอย่างปลอดภัย

กรมโรงงานอุตสาหกรรมหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการกิจการโรงงานที่มีการใช้งานถังเก็บสารเคมีขนาดใหญ่ และผู้ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนเพื่อเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานภาครัฐในการกำกับดูแลงานด้านความปลอดภัยถึงเก็บสารเคมีในภาคอุตสาหกรรมต่อไป

กองส่งเสริมเทคโนโลยีความปลอดภัยโรงงาน

กรมโรงงานอุตสาหกรรม

สารบัญ

	หน้า
คำจำกัดความ	1
หมวดที่ 1 สถานที่ติดตั้งเก็บสารเคมีอันตราย (Storage Tank)	2
1.1 ระยะห่างจากขอบที่ดิน อาคาร ทางสาธารณะ และแหล่งน้ำสาธารณะ	2
1.2 แผนผังโดยสังเขปที่แสดงพื้นที่โดยรอบของโรงงาน	5
1.3 แผนผังภายในโรงงานและเส้นทางการจราจร	5
หมวดที่ 2 การประเมินความเสี่ยง การออกแบบ การติดตั้ง การทดสอบก่อนการใช้งาน	6
2.1 การประเมินความเสี่ยงก่อนการใช้งานหรือระหว่างการใช้งานถังเก็บสารเคมีอันตราย	6
2.2 การออกแบบและการติดตั้งถังเก็บสารเคมีอันตราย	6
2.3 การออกแบบและติดตั้งท่อและอุปกรณ์	15
2.4 การตรวจสอบก่อนการใช้งานถังเก็บสารเคมีอันตรายและท่อ	37
หมวดที่ 3 การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับถังเก็บสารเคมี	40
3.1 คู่มือปฏิบัติงาน	40
3.2 ป้ายแสดงสัญลักษณ์ความเป็นอันตราย	40
3.3 ข้อมูลความปลอดภัยสารเคมีอันตราย (SDS)	40
3.4 เครื่องหมายเพื่อความปลอดภัย	40
3.5 การฝึกอบรมพนักงาน	44
3.6 ระบบใบอนุญาตทำงาน	44
3.7 การทำความสะอาดภายในถัง	44
หมวดที่ 4 ระบบป้องกัน ระวังอัคคีภัย และแผนการอพยพในกรณีฉุกเฉิน	46
4.1 ระบบน้ำดับเพลิงพร้อมแบบและรายการคำนวณ	46
4.2 ระบบสัญญาณเตือนภัย	48
4.3 เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ	49
4.4 ฝักบัวฉุกเฉิน และที่ล้างตาฉุกเฉิน	50
4.5 แผนฉุกเฉินกรณีเกิดการรั่วไหลจากถังเก็บของเหลวไวไฟ	51
4.6 แผนฉุกเฉินกรณีเกิดเพลิงไหม้ถังเก็บของเหลวไวไฟ	52
หมวดที่ 5 การบำรุงรักษา ตรวจสอบ และทดสอบระหว่างการใช้งาน	53
5.1 ถังเก็บสารเคมีอันตรายต้องมีการบำรุงรักษา การตรวจสอบและรายงานผลการตรวจสอบโดยการตรวจสอบภายนอกอย่างน้อยทุก 5 ปี และภายในถังทุก 10 ปี	53
5.2 ระบบท่อและอุปกรณ์ต้องมีการบำรุงรักษา ตรวจสอบและรายงาน	53
5.3 บันทึกการตรวจสอบจะต้องจัดทำขึ้นและเก็บรักษาไว้ ไม่น้อยกว่า 5 ปี	55

5.4	การตรวจสอบภายนอก ภายใน และการบำรุงรักษาถังเก็บสารเคมีอันตราย ตามมาตรฐาน API 653 Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction	55
5.5	ในกรณีที่พบการสึกกร่อนของถังเก็บสารเคมีอันตรายขนาดใหญ่ตามแนวตั้ง (Vertical Storage Tank) โรงงานจะต้องทำการตรวจสอบและวางแผนดำเนินการแก้ไขทันที	55
หมวดที่ 6	การบริหารจัดการของเสีย	61
ภาคผนวก		62
ก	การประเมินความเสี่ยงในเรื่องอัตราการกัดกร่อน (Corrosion Rate) และอายุการใช้งานของถัง	63
ข	การออกแบบและติดตั้งระบบสายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า ถัง และอาคาร	63
ค	คำแนะนำในการบริหารเส้นทางการจราจรบริเวณรับส่งสินค้า	68
ง	คำแนะนำการสูบล้างสารเคมีเข้าถังเก็บ	68
จ	คำแนะนำเพิ่มเติมมาตรการการเก็บรักษาสารเคมีในถังเก็บ	69
ฉ	คำแนะนำเพิ่มเติมการทำความสะอาดภายในถัง	69
ช	คำแนะนำเพิ่มเติมในการเลือกวัสดุเคลือบถัง Epoxy & Zinc Coatings	70
ซ	การออกแบบระบบตัวนำล่อฟ้าตามมาตรฐาน IEC 62305-3	71
ณ	ลักษณะและประสิทธิภาพของฝักบัวอาบน้ำฉุกเฉินที่ล้างตาฉุกเฉินตามมาตรฐาน ANSI Z358.1-1998	74
ญ	คำแนะนำเพิ่มเติมสำหรับการตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์	75

คำจำกัดความ

“ถังเก็บสารเคมีอันตราย” หมายถึง ภาชนะบรรจุของเหลวประเภทถังเหนือระดับพื้นดินที่มีขนาดความจุของถัง ตั้งแต่ 25,000 ลิตร โดยไม่จำกัดวัสดุที่ใช้ทำถัง เป็นถังที่ได้รับการออกแบบให้ใช้งานที่ความดันบรรยากาศ (Atmospheric) คือถังที่มีความดันที่ความดันบรรยากาศจนถึง 17.2 psi หรือ 17.2 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

“สารเคมีอันตราย” หมายถึง สารไวไฟ สารกัดกร่อน และสารพิษ ที่มีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างดังต่อไปนี้ ไวไฟ มีพิษ กัดกร่อน ระคายเคือง ทำให้เกิดอาการแพ้ ก่อมะเร็ง หรือทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ทำให้เกิดการระเบิด

“สารไวไฟ” หมายถึง ของเหลวที่มีจุดวาบไฟไม่เกิน 93 องศาเซลเซียส

“สารกัดกร่อน” หมายถึง ของเหลวที่มีอัตราการกัดกร่อนต่อผิวเหล็กกล้าหรือลูมิเนียมมากกว่า 6.25 มิลลิเมตรต่อปี ที่อุณหภูมิทดสอบ 55 องศาเซลเซียส เมื่อทดสอบบนผิววัสดุทั้งสองชนิด หรือมีค่าความเป็นกรดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 หรือความเป็นด่างมากกว่าหรือเท่ากับ 11.5

“สารพิษ” หมายถึง ของเหลวที่มีพิษเฉียบพลัน กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 และ/หรือเป็นสารก่อมะเร็ง กลุ่ม 1 หรือกลุ่ม 2 ตามข้อกำหนด GHS

“เชื่อน กำแพงคอนกรีต รางและบ่อเก็บกัก” หมายถึง เชื่อน กำแพง ราง และบ่อเก็บกักสารเคมีอันตรายที่ออกแบบตามหลักวิศวกรรมโดยใช้วัสดุคอนกรีตหรือวัสดุอื่นตามมาตรฐานวิศวกรรมและสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของสารเคมีอันตรายที่จัดเก็บ

หมวดที่ 1 สถานที่ตั้งถังเก็บสารเคมีอันตราย (Storage Tank)

1.1 ระยะห่างจากขอบเขตที่ดิน อาคาร ทางสาธารณะ และแหล่งน้ำสาธารณะ

ถังเก็บสารเคมีอันตรายต้องมีระยะห่างจากขอบเขตที่ดิน อาคาร ทางสาธารณะ และแหล่งน้ำสาธารณะ ดังนี้

1.1.1 ถังเก็บสารไวไฟ

ถังเก็บสารไวไฟต้องมีระยะห่างจากขอบเขตที่ดินอาคารและทางสาธารณะ ตามตารางที่ 1.1 และระยะห่างระหว่างถังกับถัง ระยะห่างระหว่างถังกับเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต ตามตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.1 ระยะความปลอดภัยของถังเก็บสารไวไฟถึงขอบเขตที่ดิน อาคาร และทางสาธารณะ

ปริมาตรบรรจุ (ลิตร)	ระยะห่างจากขอบเขตที่ดิน (เมตร)	ระยะห่างของถังจากอาคาร หรือทางสาธารณะ (เมตร)
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,040	1.5	1.5
1,041 - 2,845	3.0	1.5
2,846 - 45,480	4.5	1.5
45,481-113,700	6.0	1.5
113,701-189,500	9.0	3.0
189,501 - 379,000	15.0	4.5
379,001 - 1,895,000	24.0	7.5
1,895,001 - 3,790,000	30.0	10.5
3,790,001 - 7,580,000	40.5	13.5
7,580,001 - 11,370,000	52.5	16.5
มากกว่า 11,370,000	49.5	18.0

ที่มา: NFPA 30 Flammable and Combustible Liquids Code

ตารางที่ 1.2 ระยะความปลอดภัยของถังเก็บสารไวไฟระหว่างถังกับถัง และถังกับเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต

ลำดับ	รายละเอียด	ระยะห่าง
1	ระยะห่างระหว่างถังกับถัง	1) ถังที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 45.0 เมตร ต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า $1/6$ ของผลรวมเส้นผ่าศูนย์กลางของถังที่ใกล้กัน 2) ถังที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน 45.0 เมตร • ถังชนิดหลังคาเคลื่อนที่หรือถังชนิดหลังคาไม่เคลื่อนที่ที่เก็บสารไวไฟที่มีจุดวาบไฟเกิน 60 องศาเซลเซียส ต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า $1/6$ ของผลรวมเส้นผ่าศูนย์กลางของถังที่ใกล้กัน • ถังชนิดหลังคาไม่เคลื่อนที่ที่เก็บสารไวไฟที่มีจุดวาบไฟไม่เกิน 60 องศาเซลเซียสต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า $1/4$ ของผลรวมเส้นผ่าศูนย์กลางของถังที่ใกล้กัน 3) ถังที่มีขนาดน้อยกว่า 25,000 ลิตร และไม่มีเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต ต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า • $1/4$ ของผลรวมเส้นผ่าศูนย์กลางของถังที่ใกล้กัน สำหรับถังชนิดหลังคาเคลื่อนที่หรือถังชนิดหลังคาไม่เคลื่อนที่ ที่เก็บสารไวไฟที่มีจุดวาบไฟเกิน 60 องศาเซลเซียส • $1/3$ ของผลรวมเส้นผ่าศูนย์กลางของถังที่ใกล้กัน สำหรับถังหลังคาชนิดหลังคาไม่เคลื่อนที่ที่เก็บสารไวไฟที่มีจุดวาบไฟไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส 4) ระยะห่างน้อยที่สุดในทุกกรณีต้องไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร
2	ระยะห่างระหว่างถังกับขอบด้านในของเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต	ไม่น้อยกว่า $1/2$ ของความสูงของถังริมสุด
3	ระยะห่างระหว่างถังกับขอบด้านสันด้านนอกของเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต ในกรณีเป็นกลุ่มถังเก็บสองกลุ่มติดกัน	15.0 เมตร
4	ระยะจากสันด้านในของเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีตกับอาคารหรือแหล่งจุดติดไฟถาวร	15.0 เมตร

ที่มา: ลำดับที่ 1 และ 2 อ้างอิงมาตรฐาน NFPA 30 Flammable and Combustible Liquids Code และ

ลำดับที่ 3 และ 4 อ้างอิงมาตรฐาน API 650 Welded Tanks for Oil Storage

1.1.2 ถังเก็บสารกีดกร่อนและสารพิษ

ถังเก็บสารกีดกร่อนและสารพิษต้องมีระยะห่างจากถนนสาธารณะ และแหล่งน้ำสาธารณะ ตามตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ระยะความปลอดภัยของถังเก็บสารเคมีประเภทสารกีดกร่อนและสารพิษ

รายละเอียด	ระยะความปลอดภัย
ถังที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงที่ตั้งอยู่ใกล้ถนนสาธารณะที่มีความกว้างน้อยกว่า 6 เมตร	ไม่น้อยกว่า 3 เมตรจากกึ่งกลางถนนสาธารณะ
ถังที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงที่มีความสูงเกิน 8 เมตร ตั้งอยู่ใกล้ถนนสาธารณะ และถนนสาธารณะนั้นมีความกว้างน้อยกว่า 10 เมตร	ไม่น้อยกว่า 6 เมตรจากกึ่งกลางถนนสาธารณะ
ถังที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงที่มีความสูงเกิน 8 เมตร ตั้งอยู่ใกล้ถนนสาธารณะ และถนนสาธารณะนั้นมีความกว้างตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไป แต่ไม่เกิน 20 เมตร	อย่างน้อย 1 ใน 10 ของความกว้างของถนนสาธารณะจากเขตถนนสาธารณะ
ถังที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงที่มีความสูงเกิน 8 เมตร ตั้งอยู่ถนนสาธารณะ และถนนสาธารณะนั้นมีความกว้างเกิน 20 เมตรขึ้นไป	อย่างน้อย 2 เมตร จากเขตถนนสาธารณะ
ถังที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้แหล่งน้ำสาธารณะ และแหล่งน้ำสาธารณะนั้นมีความกว้างน้อยกว่า 10 เมตร	ไม่น้อยกว่า 3 เมตร จากเขตแหล่งน้ำสาธารณะ
ถังที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้แหล่งน้ำสาธารณะ และแหล่งน้ำสาธารณะนั้นมีความกว้างตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไป	ไม่น้อยกว่า 6 เมตรจากเขตแหล่งน้ำสาธารณะ
ถังที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้แหล่งน้ำสาธารณะขนาดใหญ่ เช่น บึง ทะเลสาบ หรือทะเล	ไม่น้อยกว่า 12 เมตรจากเขตแหล่งน้ำสาธารณะ

ที่มา: กฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

สำหรับสารกีดกร่อนและสารพิษ ระยะระหว่างถังให้ใช้ค่าตามตารางที่ 1.2 คือไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร สำหรับถังทุกขนาดและระยะจากถังกับเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต ต้องไม่น้อยกว่า 1/2 ของความสูงของถังริมสุด

ในกรณีที่โรงงานมีการติดตั้งถังเก็บสารเคมีอันตรายเดิมอยู่แล้วแต่อาจจะมีระยะปลอดภัยระหว่างถังถึงแนวเขตที่ดิน หรือระยะระหว่างถังกับเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีตไม่ได้เป็นไปตามที่กำหนด ให้พิจารณามาตรการเพิ่มเติม ดังนี้

- จัดทำการทบทวนการประเมินความเสี่ยงสำหรับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานกับถังเก็บสารเคมีอันตราย โดยให้ระบุอันตรายและอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้ให้ชัดเจน
- สารเคมีอันตรายต้องมีเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต ที่สามารถกักเก็บสารเคมีตามปริมาณการจัดเก็บของถังสารเคมีขนาดความจุใหญ่ที่สุด และจะต้องมีแผนและมาตรการตรวจสอบไม่ให้มีจุดรั่วไหลออกจากเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต
- ติดตั้งระบบสปริงเกอร์น้ำรอบถัง (Ring Sprinkler) เพื่อหล่อเย็นและควบคุมอุณหภูมิถังสารไวไฟ หากเกิดเหตุเพลิงไหม้

- สำหรับถังเก็บสารเคมีอันตรายต้องติดตั้งระบบตรวจสอบระดับ และแจ้งเตือนกรณีระดับความสูงของสารเคมีในถังเพิ่มขึ้นเมื่อถึงระดับร้อยละ 90 ของความสูงของถังหรือ High Level Alarm และจะต้องมีขั้นตอนปฏิบัติในกรณีสารเคมีมีความเสี่ยงที่จะล้นถัง เช่น จัดให้มีเจ้าหน้าที่ที่ได้รับการฝึกอบรมทำหน้าที่ปิดวาล์วหรือเครื่องสูบล้างสารเคมีในกรณีฉุกเฉิน
- ติดตั้งระบบเตือนภัยเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน เช่น เกิดสารเคมีล้นหกรั่วไหลเหตุเพลิงไหม้ (ดูรายละเอียดตามหมวดที่ 4)
- จัดให้มีการทบทวนและพิจารณาการเก็บสารไวไฟที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า ให้มีระยะความปลอดภัยห่างจากขอบเขตที่ดินที่ติดพื้นที่สาธารณะมากที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้
- ในกรณีสารไวไฟให้พิจารณาติดตั้งระบบตรวจจับและเตือน (Gas Detector and Alarm) เมื่อระดับไอระเหยของสารไวไฟที่กระจายในพื้นที่มีระดับความเข้มข้นเมื่อผสมกับอากาศอยู่ในช่วงขีดจำกัดล่างของการระเบิดได้ (LEL : Lower Explosive Limit) เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณใกล้เคียงหยุดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแหล่งความร้อนหรือประกายไฟ และจะต้องรวมระบบการเตือนภัยเข้าไปในแผนฉุกเฉินของโรงงาน
- พิจารณาออกแบบและติดตั้ง Water Shield หรือกำแพงม่านน้ำ เพื่อไม่ให้ไอระเหยไวไฟกระจายออกนอกบริเวณพื้นที่
- พิจารณาออกแบบและติดตั้งระบบโฟมดับเพลิงแบบอัตโนมัติ (Auto Foam Distinguish Injection) ซึ่งเป็นมาตรการที่ดีที่สุดในการป้องกันเหตุเพลิงไหม้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสถานที่อื่น ๆ ในพื้นที่โรงงาน หรือชุมชน แต่จะมีราคาค่อนข้างสูง ทั้งนี้ มาตรการนี้เป็นเพียงคำแนะนำสำหรับมาตรการความปลอดภัยสูงสุดสำหรับถังเก็บสารไวไฟชนิดหลังคาไม่เคลื่อนที่ (Fixed Roof)

1.2 แผนผังโดยสังเขปที่แสดงพื้นที่โดยรอบของโรงงาน

โรงงานจะต้องจัดทำแผนผังบริเวณรอบโรงงาน ในระยะรัศมี 500 เมตร โดยให้แสดงสถานที่พักอาศัย โรงเรียน โรงงาน โรงพยาบาล สถาบันการศึกษา ศาสนสถาน สถานที่ราชการ โดยแผนผังแสดงพื้นที่โดยรอบโรงงานนี้จะต้องนำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยง ในหัวข้อ 2.1 ด้วย

1.3 แผนผังภายในโรงงานและเส้นทางการจราจร

แผนผังภายในโรงงานจะต้องมีการจัดทำแผนผังที่แสดงการติดตั้งเครื่องจักร สถานที่เก็บวัตถุดิบ เชื้อเพลิง สารเคมีหรือวัตถุดิบอันตราย ผลิตภัณฑ์และวัตถุดิบพลอยได้ ที่พักคนงาน โรงอาหารและเส้นทางการจราจร โดยเฉพาะในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน เพื่อใช้ในการสื่อสารกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินสำหรับทีมฉุกเฉิน โรงงานจะต้องจัดให้มีทางเข้า-ออก สำหรับรถดับเพลิง รถฉุกเฉิน หรือรถกู้ภัย เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้โดยสะดวก ทั้งนี้ กรณีที่นำรถดับเพลิงเข้าในพื้นที่ จะต้องมีความกว้างของถนนไม่น้อยกว่า 4.5 เมตร หรือกรณีที่นำรถฉุกเฉินเข้าในพื้นที่จะต้องมีความกว้างของถนนไม่น้อยกว่า 3 เมตร

หมวดที่ 2 การประเมินความเสี่ยง การออกแบบ การติดตั้ง และการทดสอบก่อนการใช้งาน

2.1 การประเมินความเสี่ยงก่อนการใช้งานหรือระหว่างการใช้งานถังเก็บสารเคมีอันตราย

โรงงานที่มีถังเก็บสารเคมีอันตรายขนาดตั้งแต่ 25,000 ลิตรขึ้นไป ที่เข้าข่ายต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยงและแผนบริหารจัดการความเสี่ยงตามที่กฎหมายกำหนด ในส่วนของถังเก็บสารเคมีอันตราย จะต้องวิเคราะห์ความเสี่ยงให้ครอบคลุมรายละเอียดดังนี้

- 1) สภาพทางกายภาพของถัง เช่น การออกแบบถังตามสมบัติของสารเคมีอันตรายที่จัดเก็บ สถานที่ตั้ง สภาพบริเวณโดยรอบของถังทั้งบริเวณในและนอกเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต สภาพของตัวถัง ข้อมูลการบำรุงรักษา ความพร้อมของอุปกรณ์ความปลอดภัย และระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย
- 2) ลักษณะการจัดเก็บสารเคมีอันตราย เช่น การจัดแยกกลุ่มถังหรือประเภทสารเคมีอันตรายที่จัดเก็บ รวมถึงสมบัติพิเศษของสารเคมีอันตรายที่จะต้องมีการจัดเก็บแบบพิเศษ
- 3) กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานเกี่ยวกับถังเก็บสารเคมีอันตราย ได้แก่ การรับ การจ่าย การตรวจสอบ และการบำรุงรักษา
- 4) มาตรการป้องกันในกรณีฉุกเฉิน

โดยใช้วิธีการประเมินความเสี่ยงตามระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตรายการประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543

สำหรับโรงงานที่ไม่เข้าข่ายต้องจัดทำรายงานวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดจากการประกอบกิจการโรงงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2552 เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงาน ควรจัดทำรายงานวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดจากการรับ การจ่าย และการจัดเก็บในถังเก็บสารเคมี (Storage Tank) หรือการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับถังเก็บสารเคมีอันตราย และจะต้องวางแผนการตรวจประเมินมาตรการความปลอดภัย มาตรการป้องกันในกรณีฉุกเฉิน

2.2 การออกแบบและการติดตั้งถังเก็บสารเคมีอันตราย

ในการออกแบบและติดตั้งถังเก็บสารเคมีอันตรายให้ดำเนินการตามมาตรฐานสากลโดยพิจารณาอ้างอิงมาตรฐาน API 650 : Welded Tanks for Oil Storage หรือคู่มือมาตรฐานการออกแบบ การสร้าง การติดตั้ง การใช้งาน การตรวจสอบ และการบำรุงรักษาถังเก็บสารเคมีอันตราย (Storage Tank) ประเภทสารไวไฟ สารกัดกร่อน หรือสารพิษ ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม แต่ไม่ได้จำกัดในการใช้มาตรฐานสากลอื่น ๆ ในการออกแบบ การสร้าง การติดตั้ง เช่น BS 2654 : Specification for manufacture of vertical steel welded storage tanks with butt-welded shells for the petroleum industry และ BS EN14015 : Specification for the design and manufacture of site built, vertical cylindrical, flat-bottomed, above ground, welded, steel tanks for the storage of liquids at ambient temperature and above แต่จะต้องมีคำรับรองโดยบุคคลตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติผู้ลงนามรับรองการออกแบบ ควบคุม ก่อสร้างติดตั้ง และตรวจสอบถังเก็บสารเคมี และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

ลำดับที่	คำอธิบาย	ผู้มีอำนาจลงนามรับรอง
1	การออกแบบ สร้าง ติดตั้ง ถังเก็บสารเคมีอันตราย และระบบท่อ	ผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาวิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Engineering) หรือวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering) หรือตามที่สภาวิศวกรกำหนด หรือบุคคลอื่น ที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด หรือบุคคลที่ได้รับการรับรองตาม มาตรฐาน API 650
2	ฐานรากถัง ฐานรากโครงสร้างรองรับระบบท่อ (Pipe Rack Support) เชื้อเพลิงแก๊สคอนกรีต บ่อตกและกักเก็บสารเคมีที่ล้น หกรั่วไหล	ผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาวิศวกรรมโยธา (Civil Engineering) หรือตามที่สภาวิศวกรกำหนด หรือบุคคลอื่น ที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด
3	การตรวจสอบถังเก็บสารเคมีอันตราย	ผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาวิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Engineering) หรือวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering) หรือตามที่สภาวิศวกรกำหนดหรือบุคคลอื่น ที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด หรือบุคคลที่ได้รับการรับรองตาม มาตรฐาน API 653 Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction
4	การออกแบบ สร้าง ติดตั้ง และการตรวจสอบระบบไฟฟ้า และระบบป้องกันฟ้าผ่า	ผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical Engineering) หรือตามที่สภาวิศวกรกำหนดหรือ บุคคลอื่นที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด
5	การออกแบบ สร้าง ติดตั้ง และการตรวจสอบระบบระบบ ป้องกันและระงับอัคคีภัย รวมถึง อุปกรณ์ดักเปลวไฟระบบความปลอดภัยถัง อุปกรณ์และวาล์ว ระบายความดันถัง อุปกรณ์วัด ระดับและเตือนก่อนการล้น	ผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาวิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Engineering) หรือวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering) หรือตามที่สภาวิศวกรกำหนด หรือบุคคลอื่นที่ รัฐมนตรีประกาศกำหนด
6	การออกแบบและติดตั้งระบบ บำบัดอากาศ และน้ำเสีย	ผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมประเภทวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (Environmental Engineering) หรือตามที่สภาวิศวกรกำหนด หรือบุคคลอื่นที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

2.2.1 การเลือกวัสดุสำหรับก่อสร้างถังเก็บสารเคมีอันตราย

การเลือกวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างถังเก็บสารเคมีอันตรายถือว่ามีความสำคัญเป็นลำดับต้นๆ ในการออกแบบถังเก็บสารเคมีอันตราย ซึ่งผู้ออกแบบจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้และความเข้าใจสมบัติของสารเคมีอันตรายที่จะจัดเก็บเป็นอย่างดี ทั้งสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี สภาวะแวดล้อม และความเป็นอันตรายของสารเคมี ทั้งสารไวไฟ สารกัดกร่อน และสารพิษ เพราะหากเลือกวัสดุที่ไม่เหมาะสมกับสมบัติของสารเคมีอันตรายหรือสภาวะแวดล้อม อาจจะก่อให้เกิดความเสี่ยงที่จะทำให้ถังเก็บสารเคมีอันตรายดังกล่าว มีสภาพการใช้งานที่ไม่ปลอดภัย เช่น การใช้เหล็กในการสร้างถังเก็บสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อนสูงอาจจะมีความเสี่ยงจากการกัดกร่อนผิวของเหล็ก นำไปสู่การรั่ว หรือในกรณีที่ก่อสร้างถังเหล็กใกล้ริมทะเลที่มีไอหรือละอองน้ำทะเลอาจก่อให้เกิดการผุกร่อนของเหล็กเร็วขึ้น หรือในกรณีที่มีการใช้พลาสติกในการสร้างถังสำหรับเก็บสารไวไฟซึ่งมีสมบัติเป็นฉนวนทางไฟฟ้าและมีการสะสมประจุไฟฟ้าสถิตจำนวนมากที่ผนังถัง อาจก่อให้เกิดประกายไฟซึ่งจะนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุที่มีความรุนแรงได้

การสร้างถังเก็บสารเคมีชนิดสารไวไฟ และสารพิษ นิยมเลือกใช้วัสดุเป็นเหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel) เนื่องจากมีความแข็งแรงและเหมาะสมในด้านเศรษฐศาสตร์ ส่วนถังเก็บสารเคมีชนิดกัดกร่อนควรเลือกใช้วัสดุเป็นเหล็กกล้าไร้สนิมหรือสแตนเลส (Stainless Steel) ซึ่งมีสมบัติทนการกัดกร่อนได้ดีกว่าเหล็กกล้าคาร์บอน แต่การใช้วัสดุสแตนเลสในการสร้างถังขนาดใหญ่มีค่าใช้จ่ายสูง จึงมักเลือกใช้วัสดุเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีการเคลือบผิวภายในเพื่อให้อายุต่อการกัดกร่อนตัวอย่างวัสดุที่นิยมใช้เคลือบผิวภายใน เช่น โนโวแลคฟีโนลิกอีพอกซี (Novolac Phenolic Epoxy) โพลีไอโซไซยานาเท เคียว อีพอกซี (Poly-Isocyanate Cured Epoxy) อีพอกซี (Epoxy) ซิงค์ซิลิเกต (Zinc Silicate) และไฟเบอร์กลาส (Fiber Glass) เป็นต้น

2.2.2 การออกแบบประเภทของถัง

ประเภทของถังเก็บสารเคมีอันตรายแบบแนวดิ่งตามมาตรฐาน API 650 สามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือ ถังชนิดหลังคาไม่เคลื่อนที่ (Fixed Roof Tank) ได้แก่ ถังที่มีหลังคารูปทรงกรวยและถังที่มีหลังคารูปโดม และถังชนิดหลังคาเคลื่อนที่ (Floating Roof Tank) ได้แก่ ถังชนิดหลังคาเคลื่อนที่ภายใน (Internal Floating Roof Tank) ตามรูปที่ 2.1 และถังชนิดหลังคาเคลื่อนที่ภายนอก (External Floating Roof Tank) ตามรูปที่ 2.2

ในการออกแบบประเภทของถังเก็บสารเคมีอันตรายแบบแนวดิ่งตามมาตรฐานการออกแบบจะต้องคำนึงถึงลักษณะและปัจจัยในการใช้งานเป็นหลัก ซึ่งสามารถพิจารณาปัจจัยที่ใช้ในการออกแบบประเภทของถังตามมาตรฐาน API 650, BS EN 14015 และ EPA ได้ดังนี้

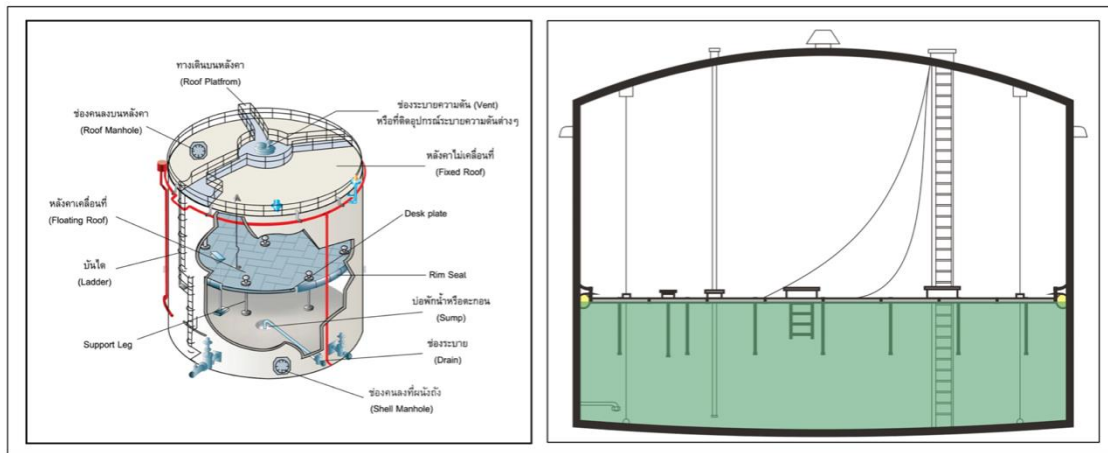
- 1) ปัจจัยในเรื่องสมบัติความไวไฟ ซึ่งจะครอบคลุมในส่วนของการออกแบบถังเก็บสารไวไฟในคู่มือฉบับนี้
- 2) ปัจจัยในเรื่องความดันไอที่แท้จริง หรือ TVP - True Vapor Pressure โดยจะสามารถนำไปใช้ในการพิจารณาออกแบบถังเก็บสารกัดกร่อนและสารพิษ ที่ระบุในคู่มือฉบับนี้
- 3) กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเรื่องมลพิษทางสิ่งแวดล้อมจากไอระเหยของสารเคมีอันตรายที่จัดเก็บ

คำแนะนำข้างต้น ในการเลือกประเภทของถัง เป็นข้อมูลในการออกแบบตามหลักการออกแบบเบื้องต้น ผู้ออกแบบจำเป็นต้องพิจารณาถึงมาตรฐานที่เกี่ยวข้องทั้ง API, EN, EPA เพื่อให้รายละเอียดการออกแบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยสูงสุด

ตารางที่ 2.2 ประเภทของถังตามการออกแบบโดยคำนึงถึงปัจจัยจุดวาบไฟ-FP (Flash Point) และความดันไอที่แท้จริง-TVP (True Vapor Pressure)

ปัจจัย	ค่ามาตรฐาน	ประเภท/ชนิดของถัง	หมายเหตุ
จุดวาบไฟ, FP- Flash Point	FP $\geq$ 60 องศาเซลเซียส	ถังชนิดหลังคาไม่เคลื่อนที่ (Fixed Roof)	
	FP < 60 องศาเซลเซียส	- ถังชนิดหลังคาเคลื่อนที่ (Floating Roof) สำหรับถังที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง $\geq$ 15 เมตร - ถังชนิดหลังคาไม่เคลื่อนที่ (Fixed Roof) สำหรับถังที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง < 15 เมตร	
ความดันไอที่แท้จริง, TVP -True Vapor Pressure	TVP < 1.5 psia	ถังชนิดหลังคาไม่เคลื่อนที่ (Fixed Roof)	เป็นถังที่เหมาะสมสำหรับสารเคมีที่มีความดันไอต่ำหรืออัตราการระเหยน้อยที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมหรืออุณหภูมิบรรยากาศ
	1.5 psia $\leq$ TVP $\leq$ 11.1psia	ถังชนิดหลังคาเคลื่อนที่ (Floating Roof)	
	11.1 psia < TVP $\leq$ 17.2 psia	ถังชนิดหลังคาเคลื่อนที่ (Floating Roof) แต่จะต้องพิจารณาเป็นถังเก็บภายใต้ความดัน (Pressure Vessel)	การออกแบบต้องคำนึงถึงกฎหมายในส่วนที่เกี่ยวข้องกับมลพิษที่เกิดจากไอระเหยของสารเคมี

ที่มา: ประเภทของถังที่ออกแบบโดยใช้ปัจจัยจุดวาบไฟ-FP (Flash Point) อ้างอิงจากมาตรฐาน NFPA 30 และประเภทของถังที่ออกแบบโดยใช้ปัจจัยความดันไอที่แท้จริง -TVP (True Vapor Pressure) อ้างอิงจากมาตรฐาน API 650, BS EN 14015 และ EPA



รูปที่ 2.1 แสดงถึงชนิดหลังคาเคลื่อนที่ภายใน (Internal Floating Roof Tank)



รูปที่ 2.2 แสดงถึงชนิดหลังคาเคลื่อนที่ภายนอก (External Floating Roof Tank)

การออกแบบถังสำหรับสารเคมีที่ไม่สามารถจัดเก็บร่วมกันได้

สารเคมีบางกลุ่มมีสมบัติทางเคมีเมื่อทำปฏิกิริยากันจะเกิดผลลัพธ์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และทรัพย์สิน ดังนั้น ควรต้องระมัดระวังในการจัดเก็บสารเคมีเหล่านี้ให้แยกจากกัน เพื่อป้องกันไม่ให้สารเคมีเหล่านี้ทำปฏิกิริยากัน สำหรับการพิจารณาการจัดเก็บสารเคมี แสดงตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การจัดเก็บสารเคมีที่สมบัติเข้ากันไม่ได้ ตามมาตรฐาน EPA (United States Environmental Protection Agency)

EPA's Chemical Compatibility Chart

EPA-600/2-80-076 April 1980

A METHOD FOR DETERMINING THE COMPATIBILITY OF CHEMICAL MIXTURES

Please Note: This chart is intended as an indication of some of the hazards that can be expected on mixing chemical wastes. Because of the differing activities of the thousands of compounds that may be encountered, it is not possible to make any chart definitive and all inclusive. It cannot be assumed to ensure compatibility of wastes because wastes are not classified as hazardous on the chart, nor do any blanks necessarily mean that the mixture cannot result in a hazard occurring. Detailed instructions as to hazards involved in handling and disposing of any given waste should be obtained from the originator of the waste.

REACTIVITY GROUP NAME		CODE		CONSEQUENCE	
1	Acids, Mineral, Non-existing	1			
2	Acids, Mineral, Oxidizing	2			
3	Acids, Organic	3			
4	Alcohols and Glycols	4			
5	Aldehydes	5			
6	Amines	6			
7	Aromatic Aliphatic and Aromatic	7			
8	Ascarbic Acids and Hydrocarbons	8			
9	Carbamates	9			
10	Ceramics	10			
11	Cyanides	11			
12	Dithiocarbamates	12			
13	Ethers	13			
14	Ethers	14			
15	Fluorides, Inorganic	15			
16	Hydrocarbons, Aromatic	16			
17	Hydrocarbons, Aliphatic	17			
18	Inorganic Salts	18			
19	Inorganic Salts	19			
20	Inorganic Salts	20			
21	Inorganic Salts	21			
22	Inorganic Salts	22			
23	Inorganic Salts	23			
24	Inorganic Salts	24			
25	Inorganic Salts	25			
26	Inorganic Salts	26			
27	Inorganic Salts	27			
28	Inorganic Salts	28			
29	Inorganic Salts	29			
30	Inorganic Salts	30			
31	Inorganic Salts	31			
32	Inorganic Salts	32			
33	Inorganic Salts	33			
34	Inorganic Salts	34			
35	Inorganic Salts	35			
36	Inorganic Salts	36			
37	Inorganic Salts	37			
38	Inorganic Salts	38			
39	Inorganic Salts	39			
40	Inorganic Salts	40			
41	Inorganic Salts	41			
42	Inorganic Salts	42			
43	Inorganic Salts	43			
44	Inorganic Salts	44			
45	Inorganic Salts	45			
46	Inorganic Salts	46			
47	Inorganic Salts	47			
48	Inorganic Salts	48			
49	Inorganic Salts	49			
50	Inorganic Salts	50			
51	Inorganic Salts	51			
52	Inorganic Salts	52			
53	Inorganic Salts	53			
54	Inorganic Salts	54			
55	Inorganic Salts	55			
56	Inorganic Salts	56			
57	Inorganic Salts	57			
58	Inorganic Salts	58			
59	Inorganic Salts	59			
60	Inorganic Salts	60			
61	Inorganic Salts	61			
62	Inorganic Salts	62			
63	Inorganic Salts	63			
64	Inorganic Salts	64			
65	Inorganic Salts	65			
66	Inorganic Salts	66			
67	Inorganic Salts	67			
68	Inorganic Salts	68			
69	Inorganic Salts	69			
70	Inorganic Salts	70			
71	Inorganic Salts	71			
72	Inorganic Salts	72			
73	Inorganic Salts	73			
74	Inorganic Salts	74			
75	Inorganic Salts	75			
76	Inorganic Salts	76			
77	Inorganic Salts	77			
78	Inorganic Salts	78			
79	Inorganic Salts	79			
80	Inorganic Salts	80			
81	Inorganic Salts	81			
82	Inorganic Salts	82			
83	Inorganic Salts	83			
84	Inorganic Salts	84			
85	Inorganic Salts	85			
86	Inorganic Salts	86			
87	Inorganic Salts	87			
88	Inorganic Salts	88			
89	Inorganic Salts	89			
90	Inorganic Salts	90			
91	Inorganic Salts	91			
92	Inorganic Salts	92			
93	Inorganic Salts	93			
94	Inorganic Salts	94			
95	Inorganic Salts	95			
96	Inorganic Salts	96			
97	Inorganic Salts	97			
98	Inorganic Salts	98			
99	Inorganic Salts	99			
100	Inorganic Salts	100			
101	Inorganic Salts	101			
102	Inorganic Salts	102			
103	Inorganic Salts	103			
104	Inorganic Salts	104			
105	Inorganic Salts	105			
106	Inorganic Salts	106			
107	Water Reactive Substances				

H

Heat Generation

F

Fire

G

Innocuous and non-flammable gas generation

GT

Toxic Gas formation

GF

Flammable Gas formation

E

Explosion

P

Violent Polymerization

S

Solubilization of toxic substance

U

May be hazardous, but Unknown

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

Water Reactive Substances

108

Water Reactive Substances

109

Water Reactive Substances

110

Water Reactive Substances

111

Water Reactive Substances

112

Water Reactive Substances

113

Water Reactive Substances

114

Water Reactive Substances

115

Water Reactive Substances

116

Water Reactive Substances

117

Water Reactive Substances

118

Water Reactive Substances

119

Water Reactive Substances

120

Water Reactive Substances

121

Water Reactive Substances

122

Water Reactive Substances

123

Water Reactive Substances

124

Water Reactive Substances

125

Water Reactive Substances

126

Water Reactive Substances

127

Water Reactive Substances

128

Water Reactive Substances

129

Water Reactive Substances

130

Water Reactive Substances

131

Water Reactive Substances

132

Water Reactive Substances

133

Water Reactive Substances

134

Water Reactive Substances

135

Water Reactive Substances

136

Water Reactive Substances

137

Water Reactive Substances

138

Water Reactive Substances

139

Water Reactive Substances

140

Water Reactive Substances

141

Water Reactive Substances

142

Water Reactive Substances

143

Water Reactive Substances

144

Water Reactive Substances

145

Water Reactive Substances

146

Water Reactive Substances

147

Water Reactive Substances

148

Water Reactive Substances

149

Water Reactive Substances

150

Water Reactive Substances

151

Water Reactive Substances

152

Water Reactive Substances

153

Water Reactive Substances

154

Water Reactive Substances

155

Water Reactive Substances

156

Water Reactive Substances

157

Water Reactive Substances

158

Water Reactive Substances

159

Water Reactive Substances

160

Water Reactive Substances

161

Water Reactive Substances

162

Water Reactive Substances

163

Water Reactive Substances

164

Water Reactive Substances

165

Water Reactive Substances

166

Water Reactive Substances

167

Water Reactive Substances

168

Water Reactive Substances

169

Water Reactive Substances

170

Water Reactive Substances

171

Water Reactive Substances

172

Water Reactive Substances

173

Water Reactive Substances

174

Water Reactive Substances

175

Water Reactive Substances

176

Water Reactive Substances

177

Water Reactive Substances

178

Water Reactive Substances

179

Water Reactive Substances

180

Water Reactive Substances

181

Water Reactive Substances

182

Water Reactive Substances

183

Water Reactive Substances

184

Water Reactive Substances

185

Water Reactive Substances

186

Water Reactive Substances

187

Water Reactive Substances

188

Water Reactive Substances

189

Water Reactive Substances

190

Water Reactive Substances

191

Water Reactive Substances

192

Water Reactive Substances

193

Water Reactive Substances

194

Water Reactive Substances

195

Water Reactive Substances

196

Water Reactive Substances

197

Water Reactive Substances

198

Water Reactive Substances

199

Water Reactive Substances

200

Water Reactive Substances

201

Water Reactive Substances

202

Water Reactive Substances

203

Water Reactive Substances

204

Water Reactive Substances

205

Water Reactive Substances

206

Water Reactive Substances

207

Water Reactive Substances

208

Water Reactive Substances

209

Water Reactive Substances

210

Water Reactive Substances

211

Water Reactive Substances

212

Water Reactive Substances

213

Water Reactive Substances

214

Water Reactive Substances

215

Water Reactive Substances

216

Water Reactive Substances

217

Water Reactive Substances

218

Water Reactive Substances

219

Water Reactive Substances

220

Water Reactive Substances

221

Water Reactive Substances

222

Water Reactive Substances

223

Water Reactive Substances

224

Water Reactive Substances

225

Water Reactive Substances

226

Water Reactive Substances

227

Water Reactive Substances

228

Water Reactive Substances

229

Water Reactive Substances

230

Water Reactive Substances

231

Water Reactive Substances

232

Water Reactive Substances

233

Water Reactive Substances

234

Water Reactive Substances

235

Water Reactive Substances

236

Water Reactive Substances

237

Water Reactive Substances

238

Water Reactive Substances

239

Water Reactive Substances

240

Water Reactive Substances

241

Water Reactive Substances

242

Water Reactive Substances

243

Water Reactive Substances

244

Water Reactive Substances

245

Water Reactive Substances

246

Water Reactive Substances

247

Water Reactive Substances

248

Water Reactive Substances

249

Water Reactive Substances

250

Water Reactive Substances

251

Water Reactive Substances

252

Water Reactive Substances

253

Water Reactive Substances

254

Water Reactive Substances

255

Water Reactive Substances

256

Water Reactive Substances

257

Water Reactive Substances

258

Water Reactive Substances

259

Water Reactive Substances

260

Water Reactive Substances

261

Water Reactive Substances

262

Water Reactive Substances

263

Water Reactive Substances

264

Water Reactive Substances

265

Water Reactive Substances

266

Water Reactive Substances

267

Water Reactive Substances

268

Water Reactive Substances

269

Water Reactive Substances

270

Water Reactive Substances

271

Water Reactive Substances

272

Water Reactive Substances

273

Water Reactive Substances

274

Water Reactive Substances

275

Water Reactive Substances

276

Water Reactive Substances

277

Water Reactive Substances

278

Water Reactive Substances

279

Water Reactive Substances

280

Water Reactive Substances

281

Water Reactive Substances

282

Water Reactive Substances

283

Water Reactive Substances

284

Water Reactive Substances

285

Water Reactive Substances

286

Water Reactive Substances

287

Water Reactive Substances

288

Water Reactive Substances

289

Water Reactive Substances

290

Water Reactive Substances

291

Water Reactive Substances

292

Water Reactive Substances

293

Water Reactive Substances

294

Water Reactive Substances

295

Water Reactive Substances

296

Water Reactive Substances

297

Water Reactive Substances

298

Water Reactive Substances

299

Water Reactive Substances

300

Water Reactive Substances

301

Water Reactive Substances

302

Water Reactive Substances

303

Water Reactive Substances

304

Water Reactive Substances

305

Water Reactive Substances

306

Water Reactive Substances

307

Water Reactive Substances

308

Water Reactive Substances

309

Water Reactive Substances

310

Water Reactive Substances

311

Water Reactive Substances

312

Water Reactive Substances

313

Water Reactive Substances

314

Water Reactive Substances

315

Water Reactive Substances

316

Water Reactive Substances

317

Water Reactive Substances

318

Water Reactive Substances

319

Water Reactive Substances

320

Water Reactive Substances

321

Water Reactive Substances

322

Water Reactive Substances

323

Water Reactive Substances

324

Water Reactive Substances

325

Water Reactive Substances

326

Water Reactive Substances

327

Water Reactive Substances

328

Water Reactive Substances

329

Water Reactive Substances

330

Water Reactive Substances

331

Water Reactive Substances

332

Water Reactive Substances

333

Water Reactive Substances

334

Water Reactive Substances

335

Water Reactive Substances

336

Water Reactive Substances

337

Water Reactive Substances

338

Water Reactive Substances

339

Water Reactive Substances

340

Water Reactive Substances

341

Water Reactive Substances

342

Water Reactive Substances

343

Water Reactive Substances

344

Water Reactive Substances

345

Water Reactive Substances

346

Water Reactive Substances

347

Water Reactive Substances

348

Water Reactive Substances

349

Water Reactive Substances

350

Water Reactive Substances

351

Water Reactive Substances

352

Water Reactive Substances

353

Water Reactive Substances

354

Water Reactive Substances

355

Water Reactive Substances

356

Water Reactive Substances

357

Water Reactive Substances

358

Water Reactive Substances

359

Water Reactive Substances

360

Water Reactive Substances

361

Water Reactive Substances

362

Water Reactive Substances

363

Water Reactive Substances</

ที่มา : <http://esprel.labsafety.nrct.go.th/content.asp?ID=231>

2.2.3 การติดตั้งถังเก็บสารเคมี

ถังเก็บสารเคมีอันตรายต้องมีลักษณะและวิธีการติดตั้งพร้อมกับการติดตั้งอุปกรณ์อื่นที่จำเป็นสำหรับการใช้งานถังเก็บสารเคมีอันตราย ดังต่อไปนี้

1) ตัวถังต้องติดตั้งและยึดแน่นกับฐานราก โดยฐานรากต้องออกแบบและก่อสร้างให้สามารถรับน้ำหนักของตัวถังและสารเคมีที่จะจัดเก็บอยู่ในถัง รวมทั้งน้ำหนักอื่น ๆ ที่กระทำบนตัวถังนั้นได้โดยปลอดภัย และในการออกแบบจะต้องมีคำรับรองจากบุคคลที่ระบุตามตารางที่ 2.1

2) ฐานรากต้องมีความมั่นคงแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักของตัวถังและน้ำหนักบรรจุในอัตราสูงสุด รวมทั้งน้ำหนักอื่น ๆ ที่อาจจะกระทำต่อตัวถังนั้นได้โดยปลอดภัย และถังที่มีปริมาณความจุตั้งแต่ 100,000 ลิตรขึ้นไป ต้องแสดงผลสำรวจสมบัติของดินในเรื่องความแข็งแรง (Soil Test) ในบริเวณที่ก่อสร้างถึงไม่น้อยกว่าสองจุด เพื่อประกอบการคำนวณความมั่นคงแข็งแรงของฐานรากรองรับถัง และต้องแสดงข้อมูลทางวิศวกรรมให้สามารถตรวจสอบได้ว่าจะไม่เกิดความเสียหายต่อถัง ในกรณีที่มีการรับหรือจ่ายสารเคมีเข้าหรือออกจากถัง หรือในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายใน

2.2.4 การออกแบบและสร้างเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต

การออกแบบเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีตต้องมีขนาดเพียงพอที่จะจัดเก็บสารเคมีได้เท่ากับปริมาณความจุของถังใบใหญ่ที่สุดภายในเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต โดยผนังเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีตจะต้องสามารถป้องกันของเหลวไหลผ่าน และสามารถทนแรงกระทำของน้ำหนักกดหรือน้ำหนักบรรจุทุกสูงสุด (Load) ได้ โดยในการออกแบบและคำนวณจะต้องได้รับการรับรองจากบุคคลที่ระบุตามตารางที่ 2.1 สำหรับกำแพงคอนกรีตควรพิจารณาเป็นแบบเทแทนแบบก่อ เนื่องจากมีความแข็งแรงคงทนและสามารถผสมน้ำยาประสานคอนกรีตเพื่อป้องกันการร้าวซึม ส่วนผสมคอนกรีตที่จะทำการเทและกำแพงคอนกรีตแบบก่อมักจะพบปัญหาการแตกร้าวร้าวซึมในภายหลัง รวมถึงการที่ไม่ได้มีการเสริมฐานรากเหมือนแบบเทจึงอาจมีปัญหารั่วซึมหรือเคลื่อนที่จากแนวเดิม สำหรับการเคลือบพื้นผิวคอนกรีตด้วยสารเคมีเคลือบผิวอาจมีความจำเป็นหากมีการจัดเก็บสารเคมีประเภทที่มีฤทธิ์กัดกร่อนในถัง ทั้งนี้ เพื่อป้องกันไม่ให้สารเคมีซึมผ่านผิวคอนกรีตออกมานอกกำแพงคอนกรีตหรือซึมลงสู่ผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน

ในกรณีที่โรงงานมีการสร้างและใช้เขื่อนดินอยู่เดิม ต้องมีการเสริมมาตรการป้องกันด้วยการเพิ่มขึ้นคอนกรีตเสริมเหล็กเททับเขื่อนดิน และจะต้องผสมน้ำยาประสานคอนกรีตเพื่อป้องกันการร้าวซึมในชั้นคอนกรีตด้วย

ในการออกแบบระบบท่อรับ ท่อจ่าย และท่อร้อยสายไฟ จะต้องติดตั้งแยกจากเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต ไม่ควรติดตั้งโดยการฝังหรือเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต ทั้งนี้ อาจจะต้องพิจารณารวมไปถึงกรณีที่พื้นในลานถังเก็บสารเคมีเป็นพื้นดินไม่มีวัสดุเคลือบหรือป้องกันการร้าวซึมลงไปยังแหล่งน้ำใต้ดิน ควรจัดทำพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กและน้ำยาประสานคอนกรีตเพื่อป้องกันการร้าวซึมด้วย ในกรณีที่จัดเก็บสารเคมีอันตรายที่มีสมบัติละลายน้ำยาประสานคอนกรีตได้ ให้พิจารณาใช้โฟกซีเคลือบผิวคอนกรีตทับอีกชั้นเพื่อป้องกันการร้าวซึม

หากโรงงานมีข้อจำกัดในการออกแบบและติดตั้งท่อรับ ท่อจ่าย และท่อร้อยสาย แยกจากเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีตนั้น จะต้องออกแบบให้มีระบบการป้องกันการรั่วซึม (Sealant) ในส่วนที่ท่อติดตั้งผ่านทะลุเข้าไปในเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต รวมถึงความแข็งแรงของคอนกรีตจะต้องรองรับแรงกระทำที่เกิดแรงสั่นสะเทือนของท่อตามหลักการคำนวณความเครียดในเส้นท่อที่เกิดจากการไหล (Pipe Stress Analysis) เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีต

2.2.5 การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับถังเก็บสารเคมีอันตราย

ในการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับถังเก็บสารกัดกร่อนและสารพิษให้ผู้ออกแบบพิจารณาข้อกำหนดตามกฎหมายกระทรวงกำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าในโรงงาน พ.ศ. 2550 และจะต้องมีคำรับรองจากบุคคลตามตารางที่ 2.1

ในกรณีการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับถังเก็บสารไวไฟ ผู้ออกแบบต้องมีการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า ตามมาตรฐานการออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่อันตราย (Hazardous Zone) โดยอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าและบริภัณฑ์ที่ยอมรับให้ใช้ในพื้นที่จัดเก็บสารไวไฟ จะต้องได้รับการออกแบบตามมาตรฐานรับรอง IEC/EN 60079 : Explosive Atmospheres, NFPA 70 NEC Article 500 หรือที่ได้รับการรับรองจากองค์กรใดองค์กรหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- (1) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- (2) Underwriters Laboratories, Inc. (UL)
- (3) Electrical Equipment Certification Services (EECS)
- (4) Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB)
- (5) Laboratoire Central des Industries Electriques (LCIE)
- (6) Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano (CESI)
- (7) Canada Standard Association (CSA)
- (8) Technology Institution of Industrial Safety (TIIS)
- (9) สถาบันที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน IEC, NEC, NFPA, API

2.2.6 การออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า

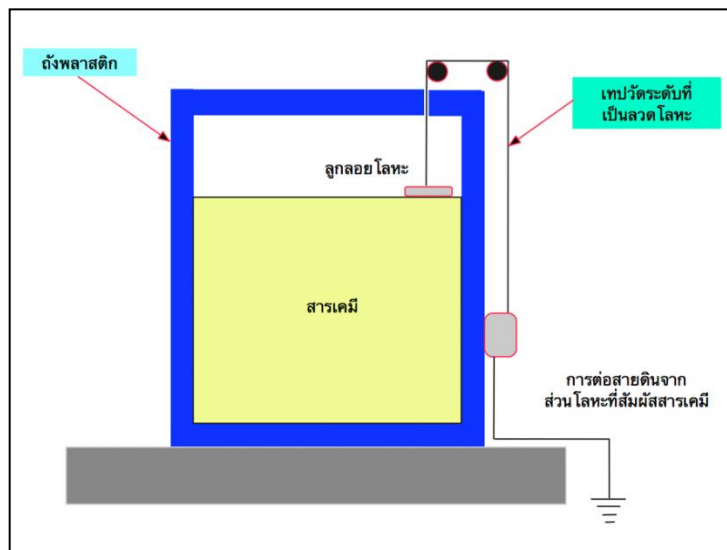
ถังเก็บสารเคมีอันตรายต้องมีการออกแบบระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าให้เป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งตามการออกแบบระบบป้องกันการฟ้าผ่ามาตรฐาน IEC 62305-3 : Protection against lightning – Part 3 Physical damage to structures and life hazard, NFPA 780 : Standard for the Installation of Lightning Protection Systems หรือมาตรฐานสากลอื่น โดยต้องมีคำรับรองจากบุคคลตามตารางที่ 2.1

ในกรณีที่ผู้ออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าโดยใช้ถังโลหะเป็นสื่อนำไฟฟ้า ผู้ออกแบบต้องพิจารณามาตรฐานความหนาของตัวถังที่เป็นเหล็กไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร ถ้าเป็นถังอลูมิเนียมต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 7 มิลลิเมตร รวมถึงจะต้องออกแบบระบบสายดินที่เป็นอิสระต่อกันอย่างน้อยถึงละ 2 จุด ที่มีค่าความต้านทานไม่เกิน 10 โอห์ม โดยจะต้องมีการตรวจสอบค่าความต้านทานระบบสายดินสม่ำเสมอ ทั้งนี้จุด

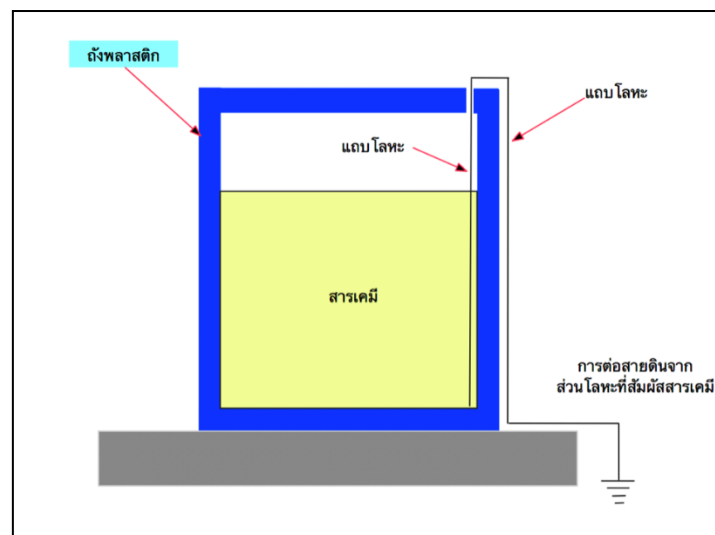
ค้ำสายดิน (Grounding) จุดต่อฝาก (Bonding) และหลักดิน (Ground Rod) ไม่ควรทำสี่เพราะจะเป็นการเพิ่มค่าความต้านทานหรือสมบัติการเป็นฉนวนให้กับระบบสายดิน

ในกรณีที่ถังทำจากวัสดุที่ไม่ใช่โลหะและมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำไม่สามารถจะนำประจุไฟฟ้าสถิตที่สะสมในสารเคมีลงดินได้ เนื่องจากถังมีสมบัติเป็นฉนวน อาจจะพิจารณาให้ใช้อุปกรณ์วัดระดับที่เป็นลวดโลหะเป็นสื่อ นำประจุไฟฟ้าต่อไปยังสายดินตามรูปที่ 2.3 หรืออาจจะติดตั้งแถบโลหะจากจุดต่ำสุดภายในถังตลอดความสูงของถังแล้วต่อกับระบบสายดิน ตามรูปที่ 2.4

ทั้งนี้ การออกแบบและติดตั้งระบบสายดิน ให้เป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) หรือมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับ



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้อุปกรณ์วัดระดับความสูงที่เป็นโลหะต่อกับระบบสายดิน สำหรับถังเก็บสารเคมีที่ไม่ใช่โลหะหรือมีความเป็นฉนวน



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการติดตั้งแถบหรือแท่งโลหะต่อกับระบบสายดิน สำหรับถังเก็บสารเคมีที่ไม่ใช่โลหะหรือมีความเป็นฉนวน

2.3 การออกแบบและติดตั้งท่อและอุปกรณ์

ระบบท่อและอุปกรณ์สำหรับคู่มือฉบับนี้ ประกอบด้วย

- (1) ระบบท่อ ซึ่งรวมถึง วาล์ว และเครื่องสูบล้าง
- (2) โครงสร้างรองรับระบบท่อ (Pipe Support / Pipe Rack)
- (3) จุดรับจ่ายสารเคมี เข้าออกจากถัง (Loading / Unloading)
- (4) ช่องคนลอด (Manhole) ช่องวัดระดับและเก็บตัวอย่าง (Dipping / Sampling Hatch)
- (5) อุปกรณ์ความปลอดภัยเช่นอุปกรณ์วัดระดับอุปกรณ์เตือนก่อนการล้นถึงอุปกรณ์วัดความดันภายในถังอุปกรณ์วัดอุณหภูมิอุปกรณ์ระบายความดัน อุปกรณ์ดับเพลิง เป็นต้น
- (6) อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น อุปกรณ์ดับความชื้น ระบบดักและบำบัดไอระเหย เป็นต้น

จะต้องได้รับการออกแบบ ก่อสร้าง ติดตั้ง ใช้งาน และบำรุงรักษาตามมาตรฐานสากลหรือมาตรฐานที่ระบุในคู่มือฉบับนี้คือมาตรฐาน API หรือเทียบเท่า ในกรณีที่ต้องมีบุคคลรับรองจะต้องพิจารณาตามตารางที่ 2.1 ที่กำหนดผู้มีหน้าที่รับรองตามมาตรฐานการออกแบบ การก่อสร้าง ติดตั้ง การตรวจสอบและบำรุงรักษา

2.3.1 การออกแบบระบบท่อและอุปกรณ์

ระบบท่อและอุปกรณ์ที่ใช้กับถังเก็บสารเคมีอันตรายต้องมีลักษณะและวิธีการติดตั้งดังต่อไปนี้

1) ต้องออกแบบติดตั้งและก่อสร้างระบบท่อและอุปกรณ์ให้สามารถรับแรงและน้ำหนักต่าง ๆ ที่มากระทำได้โดยปลอดภัยและต้องเป็นไปตามหลักวิศวกรรม โดยการออกแบบและควบคุมงานในการติดตั้งให้พิจารณาผู้ลงนามรับรองระบบท่อและอุปกรณ์ ตามตารางที่ 2.1 สำหรับการออกแบบผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมตามสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของสารเคมีแต่ละชนิดโดยวัสดุที่เลือกใช้ต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากลหรือมาตรฐานที่กำหนดในคู่มือฉบับนี้คือมาตรฐาน API หรือเทียบเท่า

2) ระบบท่อน้ำที่ต่อกับเครื่องสูบล้างสารเคมี ต้องจัดให้มีวาล์วหรือลิ้นปิดเปิดสำหรับท่อทางเข้าและท่อทางออกจากเครื่องสูบล้างสารเคมี เพื่อหยุดการสูบล้างในกรณีฉุกเฉิน

2.3.2 การเลือกใช้วัสดุสำหรับระบบท่อและอุปกรณ์

ในการเลือกใช้วัสดุสำหรับระบบท่อและอุปกรณ์ต้องมีการพิจารณาสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมีของสารเคมีที่จะทำการขนถ่ายผ่านท่อเพื่อให้ท่อและอุปกรณ์สามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสมและทนต่อการกัดกร่อนจากสารเคมีที่จะทำการขนถ่ายวัสดุที่นิยมใช้ทำท่อและอุปกรณ์สำหรับสารเคมีที่ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อนจะเป็นเหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel) เนื่องจากมีความแข็งแรงและคงทนรวมถึงราคาไม่แพง ในกรณีที่จะต้องออกแบบวัสดุที่ใช้สำหรับทำท่อและอุปกรณ์สำหรับสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน เหล็กกล้าไร้สนิมหรือสแตนเลส (Stainless Steel) เป็นวัสดุที่เหมาะสมที่สุดในการออกแบบแต่มักไม่ค่อยนิยมใช้กัน เนื่องจากมีราคาสูง ซึ่งจะต้องพิจารณาการเข้ากันของวัสดุอื่นที่ประกอบกันด้วย เช่น หากถังเป็นเหล็กแต่ระบบท่อเป็นสแตนเลสจะมีสมบัติการขยายตัวจากความร้อนต่างกัน และอาจมีการกัดกร่อนผิวโลหะจากการแลกเปลี่ยนประจุจากวัสดุต่างประเภทกัน ดังนั้น วัสดุที่มักจะนิยมใช้ในการออกแบบท่อและอุปกรณ์ที่ใช้กับสารเคมีกัดกร่อนหากไม่ใช่สแตนเลสก็จะเป็นวัสดุสังเคราะห์ประเภทพลาสติกซึ่งจะมีหลายประเภท ทั้งนี้ วัสดุพลาสติกที่จะ

เลือกใช้จะขึ้นอยู่กับสมบัติทางกายภาพและสมบัติเคมีของสารเคมีอันตราย รวมถึงลักษณะการใช้งานของระบบท่อและอุปกรณ์นั้น ๆ ด้วย

การป้องกันการรั่วซึมในระบบท่อ วาล์วและเครื่องสูบลำเลียง ถือว่ามีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบ ติดตั้งและการบำรุงรักษาเพื่อให้การทำงานของระบบการขนถ่ายสารเคมีผ่านระบบท่อเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การออกแบบและการเลือกวัสดุที่ป้องกันการรั่วซึม ปะเก็น (Gasket) และซีล (Seal) ต้องคำนึงถึงสมบัติการทนการกัดกร่อนในแต่ละประเภทวัสดุให้เหมาะสมกับสารเคมีที่จะทำการขนถ่ายผ่านระบบท่อและวาล์วตามหลักการออกแบบทางวัสดุศาสตร์ โดยพิจารณาตามลักษณะการใช้งานประกอบกับสมบัติทางกายภาพและทางเคมี (ตารางที่ 2.4 และตารางที่ 2.5)

สำหรับการติดตั้ง ระบบท่อ วาล์วและเครื่องสูบลำเลียงที่มีจุดเชื่อมต่อหรือจุดต่อ เพื่อให้การป้องกันการรั่วซึมเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ต้องคำนึงถึงความสะดวกในการตรวจสอบ การซ่อมบำรุงจุดเชื่อมต่อและจุดต่อท่อด้วย

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างวัสดุสังเคราะห์ที่มีสมบัติป้องกันการกัดกร่อนของสารเคมี

ชื่อที่ใช้เรียก	สัญลักษณ์	คำอธิบาย	อุณหภูมิใช้งานสูงสุด
PTFE	PTFE	Tetrafluoroethylene polymer	400°F (204°C)
PFA	PFA	Perfluoroalkoxy polymer	400°F (204°C)
FEP	FEP	Fluorinated ethylene propylene	300°F (149°C)
ETFE	ETFE	Ethylene/tetrafluoroethylene copolymer	300°F (149°C)
DURCON 6	DU6	Silica filled epoxy	215°F (102°C)
730	D730	Glass fiber reinforced epoxy	225°F (107°C)
UHMWPE	UHMWPE	Ultra high molecular weight polyethylene	200°F (93°C)
PP	PP	Polypropylene	185°F (85°C)
PSZ	DIPZ	Partially stabilized zirconia	662°F (350°C)
Polycrete	PCVE	Silica filled epoxy vinyl ester	225°F (107°C)
Viton**	FKM	Vinylidene fluoride hexafluoropropylene	275°F (135°C)
Hypalon**	CSM	Chlorosulfonated polyethylene	275°F (135°C)
EPDM	EPDM	Ethylene propylenediene	275°F (135°C)

*Consult Durco bulletins for temperature limits of specific products.
 **Viton and Hypalon are registered trademarks of E.I. DuPont de Nemours and Company.

หมายเหตุ วัสดุตามตารางอาจมีการใช้ชื่อทางการค้าในการเรียกแทนชื่อวัสดุสังเคราะห์หรือชื่อทางวัสดุศาสตร์

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างตารางแสดงสมบัติของวัสดุที่การทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี (ฉบับย่อ)

Corrosion Resistance	PTFE/PFA/PEP	ETFE	D730	Durcon 6	UHMWPE	PP	PSZ	Polybase	FKM	CSM	EPDM
Acetaldehyde CH ₃ CHO	All ^D	All ^D	10 ^A	10 ^A	All ^A	NR	10 ^A	NR	NR	NR	All ^A
Acetate Solvents	All ^D	All ^D	10 ^B	All ^D	A ^B	NR	All ^D	–	NR	NR	10 ^B
Acetic Acid CH ₃ COOH	All ^E	All ^E	All ^B	All ^B	0-6 ^B	0-9 ^B	All ^D	0-5 ^D , +	NR	0-8 ^A	0-3 ^B
Acetic Anhydride (CH ₃ CO) ₂ O	10 ^E	10 ^E	10 ^B	10 ^B	10 ^A	10 ^A	10 ^D	NR	NR	All ^C	NR
Acetone CH ₃ COCH ₃	10 [*]	10 ^B	10 ^A	10 ^A	10 [*]	All ^B	10 ^A	NR	NR	NR	All ^C
Aluminum Chloride AlCl ₃	All ^E	All ^E	All ^D	All ^D	All ^C	All ^C	All ^D	All ^D	All ^D	All ^A	All ^C
Aluminum Nitrate Al(NO ₃) ₃	All ^E	All ^E	All ^D	All ^D	–	All ^C	–	All ^D	All ^D	All ^A	All ^C
Aluminum Sulfate Al ₂ (SO ₄) ₃	All ^E	All ^E	All ^D	All ^D	All ^B	All ^C	0-6 ^D	All ^D	All ^B	All ^D	All ^B
Ammonia – Anhydrous NH ₃	10 ^E	10 ^E	10 ^B	10 ^B	10 ^A	All ^C	–	–	NR	NR	All ^B
Ammonium Bifluoride NH ₄ HF ₂	All ^E	All ^E	NR	NR	–	10 ^C	–	10 ^C	All ^B	–	All ^B
Ammonium Carbonate (NH ₄)HCO ₃ • (NH ₄)CO ₂ NH ₂	All ^E	All ^E	All ^D	–	All ^B	All ^C	–	All ^C	All ^D	NR	All ^C
Ammonium Chloride NH ₄ Cl	All ^E	All ^E	All ^D	All ^D	All ^B	All ^C	All ^D	All ^D	All ^D	All ^A	All ^C
Ammonium Fluoride NH ₄ F	All ^E	All ^E	NR	NR	0-2 ^B	All ^C	–	All ^C	All ^B	–	All ^B
Ammonium Hydroxide NH ₄ OH	All ^E	All ^E	0-3 ^B	NR	All ^B	All ^C	All ^D	0-3 ^B	All ^A	All ^C	All ^C
Ammonium Nitrate NH ₄ NO ₃	All ^D	All ^D	0-2 ^D	All ^D	All ^C	All ^C	All ^D	All ^D	All ^C	All ^A	All ^C
Ammonium Phosphate (NH ₄) ₂ HPO ₄ or NH ₄ H ₂ PO ₄	All ^E	All ^E	All ^B	All ^D	–	10 ^C	All ^D	All ^D	All ^C	All ^A	All ^C
Ammonium Sulfate (NH ₄) ₂ SO ₄	All ^E	All ^E	All ^D	All ^D	0-4 ^B	All ^C	All ^D	All ^D	All ^C	All ^D	All ^C
Aniline Dyes	All ^E	All ^D	–	NR	10 ^B	10 ^B	All ^D	NR	–	10 ^A	10 ^C
Aniline Hydrochloride C ₅ H ₅ NH ₂ • HCl	All ^D	1 ^B	NR	NR	NR	NR	All ^D	All ^D	NR	NR	NR
Antimony Trichloride SbCl ₃	All ^D	All ^D	10 ^C	All ^D	1 ^A , 10 ^B	10 ^B	All ^D	–	10 ^B	–	10A
Arsenic Acid (H ₃ AsO ₄) ₂ • H ₂ O	10 ^D	10 ^E	10 ^B	10 ^B	10 ^B	10 ^C	All ^D	All ^B	10 ^C	10 ^C	10 ^C
Barium Chloride BaCl ₂	All ^E	All ^E	All ^C	All ^D	All ^B	All ^C	All ^D	All ^D	All ^D	All ^A	All ^C
Barium Sulfate BaSO ₄	All ^E	All ^E	All ^D	All ^D	All ^B	10 ^A	All ^D	All ^D	All ^D	All ^A	All ^C

0 = 0% weight percent	4 = 40% weight percent	8 = 80% weight percent	NR = Not Recommended	D = 212°F max. (100°C)
1 = 10% weight percent	5 = 50% weight percent	9 = 90% weight percent	A = 68°F max. (20°C)	E = 257°F max. (125°C)
2 = 20% weight percent	6 = 60% weight percent	10 = 100% weight percent	B = 122°F max. (50°C)	* = To boiling
3 = 30% weight percent	7 = 70% weight percent	All = All Concentrations	C = 167°F max. (75°C)	+ = Blue or Red Polybase may be suitable

Examples: 0-4^B From 0 to 40% (weight percent) the material listed is acceptable to 122°F (50°C).
8^C At 80% the material listed is acceptable to 167°F (75°C).
All^D All concentrations to 212°F (100°C) are acceptable.
1^D 10^D Material is acceptable at 10% to 212°F (100°C) and 100% to 212°F (100°C).

สำหรับการใช้งานตารางในการออกแบบวัสดุที่ใช้สำหรับสารเคมีแต่ละประเภท จะสามารถพิจารณาตามข้อสารเคมีจากคอลัมน์ทางซ้ายมือและอ่านค่าสมบัติการทนต่อการกัดกร่อนตามหมายเลขและสัญลักษณ์ตามคอลัมน์ต่าง ๆ ด้านขวามือ ตามวัสดุด้านบน เช่น สารเคมี กรด Acetic Acid มีสัญลักษณ์ “AL^E” ที่วัสดุ PTFE หรือ Teflon หมายถึง วัสดุนี้จะทนการกัดกร่อนของกรด Acetic Acid ได้ทุกค่าความเข้มข้นจนถึงอุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส

2.3.3 การติดตั้งท่อและอุปกรณ์

การติดตั้งระบบท่อสารเคมี เนื้อพื้นดินต้องดำเนินการ ดังต่อไปนี้

- 1) ท่อต้องวางอยู่บนฐานรองรับที่ทำด้วยคอนกรีตหรือคานเหล็กที่มีความมั่นคงแข็งแรงเนื้อพื้นดินและมีระยะสูงจากพื้นดินเพียงพอเพื่อป้องกันการกัดกร่อนจากน้ำท่วมขัง โดยการคำนวณในการรับแรงกระทำที่เกิดขึ้นจะต้องได้รับการลงนามรับรองโดยบุคคลที่กำหนดในตารางที่ 2.1
- 2) มีการป้องกันความเสียหายจากยานพาหนะหรือสิ่งอื่นที่จะมากระทำต่อระบบท่อสารเคมี รวมถึงการป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อนจากสภาวะแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ความชื้น เป็นต้น
- 3) ท่อที่วางไว้เหนือพื้นดินและพาดผ่านทางสัญจร ให้แสดงระยะความสูงจากพื้นผิวจราจรถึงจุดต่ำสุดของท่อ โครงสร้างหรือส่วนประกอบอื่น ๆ ของท่อนั้น
- 4) มีการระบุรายละเอียดท่อและอุปกรณ์เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง เจ้าหน้าที่ที่มิฉุกเฉินสังเกตเห็นได้ชัดเมื่อเข้าไปปฏิบัติงานในพื้นที่ เช่น ข้อสารเคมี ลูกศรแสดงทิศทางการไหล เป็นต้น

ทั้งนี้ ไม่แนะนำให้ติดตั้งระบบท่อสารเคมีใต้พื้นดิน แต่หากจำเป็นต้องติดตั้งต้องดำเนินการออกแบบและติดตั้ง ดังต่อไปนี้

- 1) ท่อที่ใช้ต้องเป็นท่อที่มีความต้านทานการกัดกร่อนหรือมีการออกแบบเพื่อป้องกันการกัดกร่อน
- 2) จัดให้มีแบบแสดงตำแหน่งของท่อในผังโรงงานรวมถึงเครื่องหมายแสดงแนววางท่ออย่างชัดเจน
- 3) กรณีที่มีการติดตั้งวาล์วหรือลิ้นปิดเปิดหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้ใต้พื้นดิน ต้องออกแบบและติดตั้งเพื่อให้สามารถทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาได้โดยสะดวก

2.3.4 การติดตั้งจุดรับและจุดจ่ายสารเคมีและเครื่องสูบล้าง (Loading/Unloading station)

จุดรับและจุดจ่ายสารเคมีและเครื่องสูบล้าง ต้องอยู่นอกเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีตของกลุ่มถังหรือถังเก็บสารเคมีอันตราย และต้องมีการป้องกันการรั่วไหลในพื้นที่จุดรับจ่ายและเครื่องสูบล้างที่สามารถรองรับและกักเก็บสารเคมีในกรณีฉุกเฉินตามความจุของรถบรรทุกสารเคมีภายในบริเวณจุดรับหรือจ่ายสารเคมี และต้องให้รถสามารถวิ่งเข้าออกจุดรับจ่ายสารเคมีได้อย่างปลอดภัย เช่น การออกแบบเขื่อนแบบเนินหลังเต่า (Slope) สำหรับด้านข้างซึ่งไม่มีรถเข้าออกอาจจะออกแบบให้เป็นแบบลูกเต๋าหรือแบบแท่งสี่เหลี่ยม และจะต้องมีการติดตั้งวาล์วสำหรับระบายน้ำภายในเขื่อนหรือกำแพงคอนกรีตเพื่อใช้ระบายน้ำออกจากพื้นที่จุดรับจ่ายสารเคมี และวาล์วระบายนี้จะต้องเป็นวาล์วประเภทปกติปิด (Normally Closed)

2.3.5 การติดแผ่นโลหะ (Name plate)

การติดแผ่นโลหะเพื่อแสดงข้อมูลพื้นฐานของถัง เช่น มาตรฐานการสร้าง ความจุสูงสุดชื่อผู้ผลิต ปีที่ผลิต ความดันทดสอบที่บริเวณถังเก็บสารเคมี โดยจะต้องติดตั้งในจุดที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย ให้เป็นที่สังเกตเห็นอย่างเด่นชัด ต้องบำรุงรักษาแผ่นโลหะ (Name Plate) ให้อ่านทำความเข้าใจได้ง่าย เช่น จะต้องไม่มีการทาสีทับ เป็นต้น และแผ่นโลหะยังมีความจำเป็นที่จะใช้ในการสื่อสารกับทีมฉุกเฉินในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินอีกด้วย ตัวอย่างแผ่นโลหะ (Name Plate) แสดงตามรูปที่ 2.5

The diagram shows a rectangular name plate with a double border. Inside, the text 'API STANDARD 650' is at the top center. Below it, there are two columns of fields. The left column includes: ANNEX, EDITION, NOMINAL DIAMETER, MAXIMUM CAPACITY, DESIGN SPECIFIC GRAVITY, DESIGN PRESSURE, MANUFACTURER'S SERIAL NO., PRESS. COMBINATION FACTOR, FABRICATED BY, and ERRECTED BY. The right column includes: YEAR COMPLETED, ADDENDUM NO., NOMINAL HEIGHT, DESIGN LIQUID LEVEL, DESIGN METAL TEMP., MAXIMUM DESIGN TEMP., STRESS RELIEF, and PURCHASER'S TANK NO. At the bottom, there are two large boxes labeled 'SHELL COURSE' and 'MATERIAL'. Red arrows point from Thai text boxes to specific fields: 'ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง' to NOMINAL DIAMETER, 'ความจุสูงสุดของถัง' to MAXIMUM CAPACITY, 'ความถ่วงจำเพาะที่ใช้ในการออกแบบ' to DESIGN SPECIFIC GRAVITY, 'ความดันในการออกแบบ' to DESIGN PRESSURE, 'ผู้ผลิต' to FABRICATED BY, 'จำนวนชั้นของผนังถัง' to SHELL COURSE, 'ปีที่สร้างเสร็จ' to YEAR COMPLETED, 'ความสูงของถัง' to NOMINAL HEIGHT, 'ระดับความสูงของของเหลวที่ออกแบบ' to DESIGN LIQUID LEVEL, 'อุณหภูมิสูงสุดในการจัดเก็บตามการออกแบบ' to MAXIMUM DESIGN TEMP., and 'วัสดุที่ใช้ทำถัง' to MATERIAL.

API STANDARD 650	
ANNEX	YEAR COMPLETED
EDITION	ADDENDUM NO.
NOMINAL DIAMETER	NOMINAL HEIGHT
MAXIMUM CAPACITY	DESIGN LIQUID LEVEL
DESIGN SPECIFIC GRAVITY	DESIGN METAL TEMP.
DESIGN PRESSURE	MAXIMUM DESIGN TEMP.
MANUFACTURER'S SERIAL NO.	STRESS RELIEF
PRESS. COMBINATION FACTOR	PURCHASER'S TANK NO.
FABRICATED BY	
ERRECTED BY	
SHELL COURSE	MATERIAL

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแผ่นโลหะ (Name Plate) แสดงข้อมูลถังตาม API 650

ตัวอย่างข้อมูลที่จำเป็นต้องระบุในแผ่นโลหะประกอบด้วย

1) ประวัติถัง

- ปีที่สร้างเสร็จ
- ผู้ผลิต หรือผู้ติดตั้ง

2) ขนาดของถัง

- เส้นผ่าศูนย์กลาง (Nominal Diameter)
- ความสูง (Normal Height)
- ความจุสูงสุด (Maximum Capacity)

3) สมบัติทางกายภาพ

- ค่าความถ่วงจำเพาะในการออกแบบ (Design Specific Gravity)
- ความดันในการออกแบบ (Design Pressure)
- อุณหภูมิสูงสุดในการออกแบบ (Maximum Design Temperature)
- ความสูงในการออกแบบของของเหลวในถัง (Design Liquid Level)
- วัสดุที่ใช้ทำถัง (Material)

โดยข้อมูลดังกล่าวข้างต้นต้องมีการเก็บเป็นเอกสาร เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบหรือการบำรุงรักษาและการซ่อมเปลี่ยนหรือปรับปรุงถังเก็บสารเคมีในอนาคต

2.3.6 การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานและอุปกรณ์ความปลอดภัย

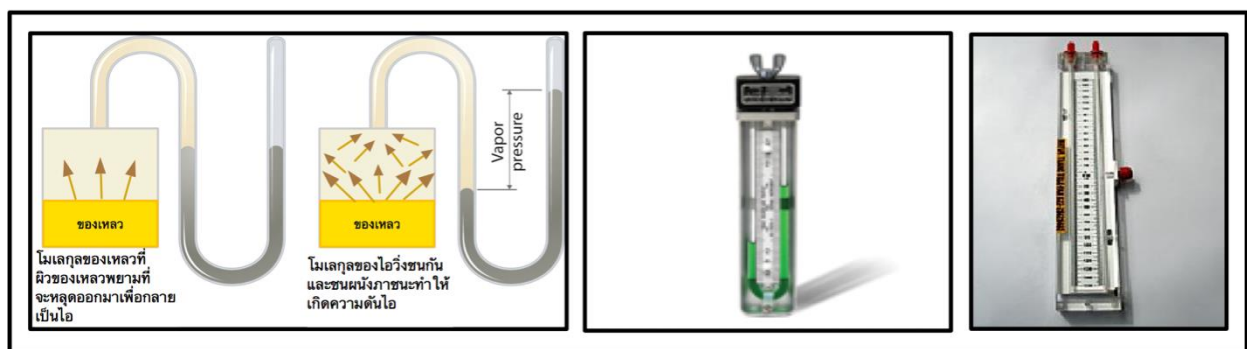
เพื่อให้การใช้งานถังเก็บสารเคมีอันตรายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยสูงสุด ถังเก็บสารเคมีอันตรายต้องติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานและอุปกรณ์ความปลอดภัยที่เหมาะสมกับประเภทของสารเคมีอันตราย อย่างน้อยดังนี้

(1) อุปกรณ์วัดความดันภายในถัง (Pressure gauge, Manometer)

อุปกรณ์วัดความดันภายในถัง ทำหน้าที่วัดความดันภายในถัง ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องทราบความดันภายในถังเพื่อใช้ในการควบคุมและตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง เช่น หากความดันในถังอ่านค่าได้สูงหรือต่ำกว่าความดันที่ตั้งไว้ของอุปกรณ์ระบาย แสดงว่ามีความผิดปกติของอุปกรณ์หรือระบบดังกล่าว และจะต้องมีแก้ไขให้เกิดความปลอดภัย อุปกรณ์ที่ใช้วัดความดันในถังจะมีอยู่ 2 ลักษณะ ดังนี้

1) มานอมิเตอร์แบบหลอดแก้ว

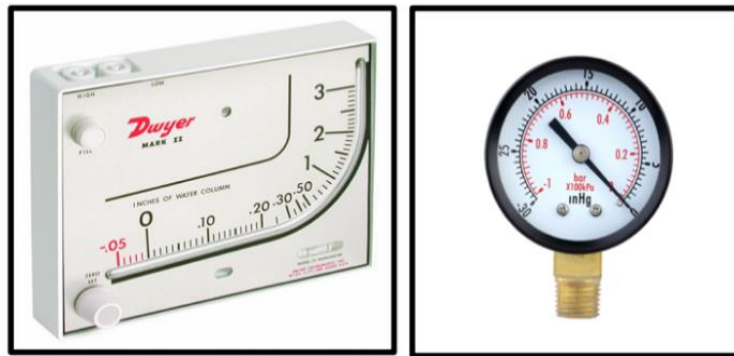
อุปกรณ์ที่ใช้วัดความดันที่นิยมใช้กันสำหรับถังเก็บสารเคมีอันตรายที่เป็นแบบความดันบรรยากาศ (Atmospheric Tank) ซึ่งจะใช้น้ำในท่อใส่ที่มีมาตรวัดเป็นตัวชี้วัดระดับความดันภายในถัง เนื่องจากราคาไม่สูง ใช้งานง่ายและสะดวกในการบำรุงรักษา



รูปที่ 2.6 หลักการทำงานของมานอมิเตอร์ และตัวอย่างมานอมิเตอร์

รูปที่ 2.6 จะแสดงหลักการทำงานของมานอมิเตอร์ในการวัดความดันที่เกิดขึ้นภายในถังเปรียบเทียบกับความดันบรรยากาศภายนอกถัง โดยจะสามารถแสดงผลทั้งสภาวะถังที่มีความดันหรือเกิดสภาวะสุญญากาศภายในถัง โดยวัดจากค่าความสูงของของเหลวในหลอดแก้ว

2) เกจวัดความดัน และเกจวัดความดันแบบดิจิตอล ตามรูปที่ 2.7 และ 2.8



รูปที่ 2.7 เกจวัดความดัน



รูปที่ 2.8 เกจวัดความดันแบบดิจิตอล

อุปกรณ์วัดความดันภายในถังสำหรับคู่มือฉบับนี้ แนะนำให้ใช้อุปกรณ์แบบมานอมิเตอร์หลอดแก้วบรรจุ น้ำ ซึ่งมีข้อดี คือ ราคาไม่สูง ใช้งานง่าย สามารถสังเกตเห็นความผิดปกติจากระยะไกล (ใส่น้ำย้อมสี) บำรุงดูแลรักษาง่ายเพราะถังเก็บสารเคมีแบบบรรยากาศ (Atmospheric Tank) มีความดันภายในถังไม่สูง

(2) อุปกรณ์วัดระดับ (Level devices)

การวัดระดับของเหลวภายในถังสามารถทำได้ทั้งแบบอุปกรณ์ติดตั้งที่ตัวถัง และการใช้เทปเหล็กวัดระดับความสูงโดยการทิ้งตุ้มดิ่งจากหลังคาถังผ่านช่องวัดระดับ ซึ่งยังคงเป็นวิธีการที่ใช้มีความน่าเชื่อถือและยังคงใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ก็ยังมีข้อจำกัดเรื่องความต่อเนื่องในการอ่านค่าเนื่องจากต้องใช้เวลาในการตรวจวัดจึงไม่สามารถวัดได้บ่อย และค่าที่ได้จะยังไม่สามารถอ่านค่าออกมาเป็นปริมาตรของของเหลวได้โดยตรงจะต้องอ่านค่าจากตารางเทียบความสูงกับปริมาตร (Tank Table) อีกครั้ง แตกต่างจากอุปกรณ์ที่ติดกับตัวถังส่วนใหญ่ที่มีการคำนวณและตั้งค่าปริมาตรต่อความสูงไว้แล้วจึงสามารถอ่านค่าปริมาตรได้เลย และการวัดระดับแบบเทปเหล็กทั้งดั่งนี้จะไม่นิยมในกรณีที่ต้องการข้อมูลที่ตรงกับค่าระดับความสูงที่เป็นจริงในขณะเวลานั้น (Real Time)

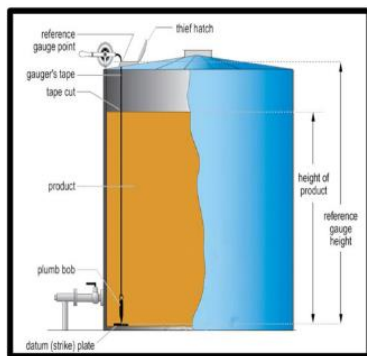
ประเภทของอุปกรณ์วัดระดับ

- 1) อุปกรณ์ที่ไม่ได้ติดกับตัวถัง เช่น เทปเหล็กแบบมีตุ้มถ่วงหิ้งดิ่ง ตามรูปที่ 2.9 (a)
- 2) อุปกรณ์ที่มีการติดตั้งที่ตัวถังและอ่านค่าได้ทันที
 - มาตรวัดความสูงแบบหลอดแก้วใสที่บอกค่าระดับความสูง ตามรูปที่ 2.9 (b)
 - มาตรวัดความสูงของของเหลวแบบลูกลอย ตามรูปที่ 2.9 (c)
 - อุปกรณ์วัดระดับแบบใช้น้ำหนักของของเหลวกดเพื่ออ่านระดับ (Hydro Static) เช่น อุปกรณ์วัดแบบตัวแปลงสัญญาณความดัน (Pressure Transmitter) ตามรูปที่ 2.9 (d)
 - อุปกรณ์วัดระดับประเภทอัลตราโซนิก (Ultrasonic Level Transmitters) ตามรูปที่ 2.9 (e) และรูปที่ 2.9 (f)
 - อุปกรณ์ที่วัดค่าความต่างการนำไฟฟ้าในของเหลว (Capacitance Transmitters) ตามรูปที่ 2.9 (g) และรูปที่ 2.9 (h)
 - อุปกรณ์วัดแบบที่ใช้สมบัติทางแม่เหล็ก (Magnetostrictive Level Transmitters) ตามรูปที่ 2.9 (i)
 - อุปกรณ์ประเภท Laser Level Transmitters ตามรูปที่ 2.9 (j)
 - อุปกรณ์ประเภท Radar Level Transmitters ตามรูปที่ 2.9 (k)

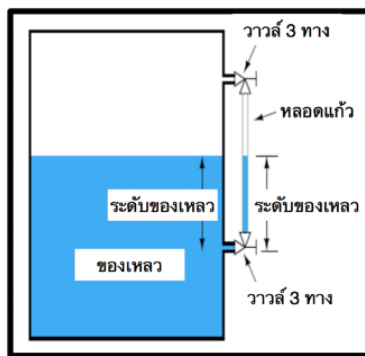
ในการออกแบบเครื่องมือหรืออุปกรณ์สำหรับวัดระดับความสูงของของเหลวหรือปริมาตรของสารเคมีอันตรายที่บรรจุในถังเก็บ ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาเลือกตามลักษณะการใช้งานของถังเก็บสารเคมีอันตราย และลักษณะของถังเก็บสารเคมีอันตรายด้วย เช่น มีจุดต่อสำหรับอุปกรณ์นั้น ๆ หรือไม่ โดยให้พิจารณาตามองค์ประกอบดังนี้

- 1) ราคาของอุปกรณ์และการลงทุน
- 2) ลักษณะของถังและตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ และความยุ่งยากในการติดตั้ง
- 3) ความปลอดภัยในการใช้งาน
- 4) ราคาและความยุ่งยากในการบำรุงรักษา

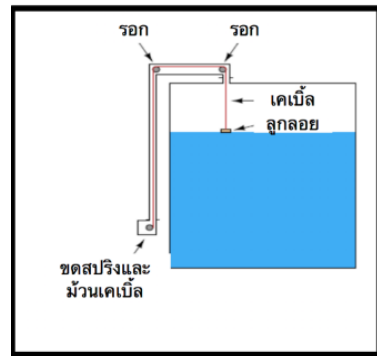
สำหรับในการปฏิบัติงานโดยทั่วไป อุปกรณ์วัดระดับประเภทเทปวัดแบบหิ้งดิ่งเป็นที่นิยมใช้ และเป็นที่ยอมรับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับถังที่จะต้องมีการตรวจวัดปริมาณเพื่อขั้นตอนการเสียภาษีหรือพิกัดศุลกากร และยังคงวิธีการตรวจวัดปริมาณของสารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนการสอบเทียบระดับความสูงของของเหลวที่เก็บในถังเก็บ (Tank Calibration) ส่วนอุปกรณ์วัดระดับอื่น ๆ ที่นิยมใช้กันแพร่หลายในปัจจุบันคือ แบบลูกลอย หรือแบบอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งค่าระดับความสูง อุณหภูมิ หรือความหนาแน่นของสารเคมีได้โดยใช้ตัวตรวจจับ (Sensor) เพียงตัวเดียว เช่น แบบ Radar Guide Wave โดยอาจจะใช้เป็นตัววัดระดับและเตือนระดับสูง (High Level Alarm) หรือสูงวิกฤต (High High Level Alarm) สำหรับถังที่เก็บสารเคมีที่ไม่ใช่ SIL Class (ระดับความปลอดภัยขั้นสูง Safety Integrity Level) ซึ่งไม่จำเป็นต้องแยกตัวตรวจจับ (Sensor) ให้ทำงานอิสระ



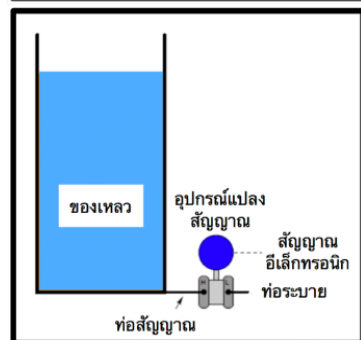
(a) แบบเทปวัดทั้งตั้ง



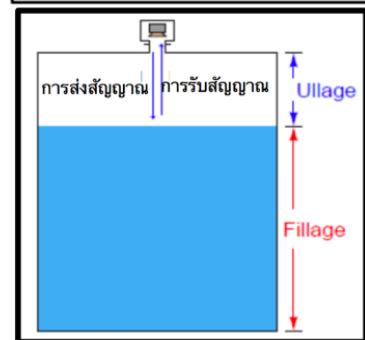
(b) แบบหลอดแก้ว



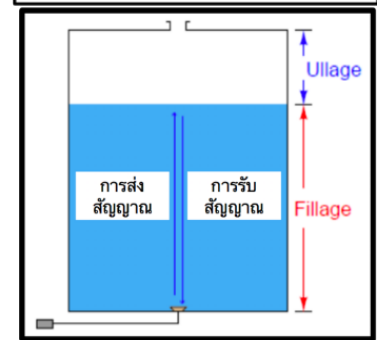
(c) แบบลูกลอย



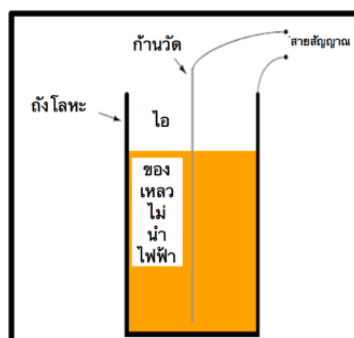
(d) แบบ Hydro Static



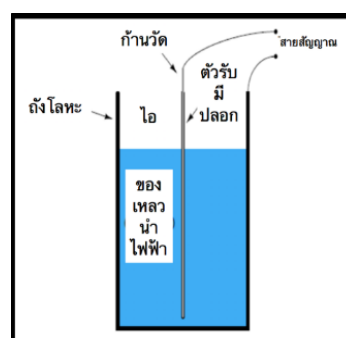
(e) แบบ อัลตราโซนิก (บน)



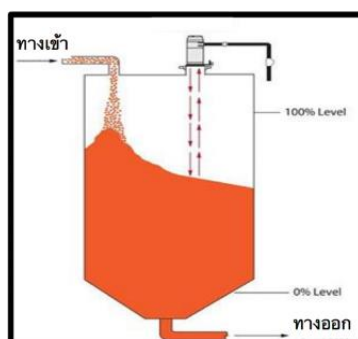
(f) แบบ อัลตราโซนิก (ข้าง)



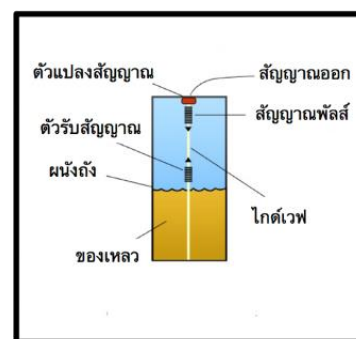
(g) Capacitance แบบไม่นำไฟฟ้า



(h) Capacitance แบบนำไฟฟ้า

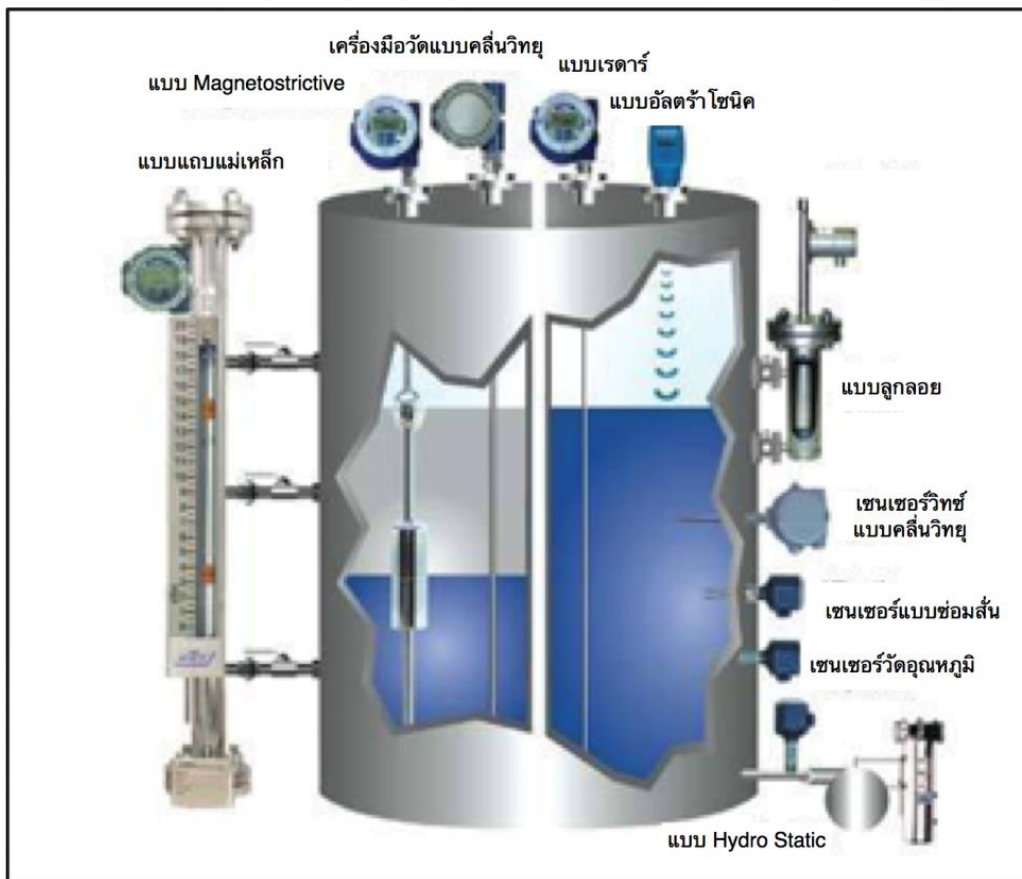


(j) แบบ เลเซอร์เซนเซอร์



(k) แบบ เรดาร์ โกดเวฟ

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างอุปกรณ์วัดระดับของเหลวประเภทต่าง ๆ



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการติดตั้งอุปกรณ์วัดระดับของเหลวประเภทต่าง ๆ

(3) อุปกรณ์เตือนและระบบป้องกันการล้น (Overfill Protection)

สำหรับการออกแบบอุปกรณ์เตือน และระบบป้องกันการล้นจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล เช่น API 2350 : Overfill Protection for Storage Tanks in Petroleum Facilities โดยสามารถออกแบบและเลือกใช้ตามประเภท ดังนี้

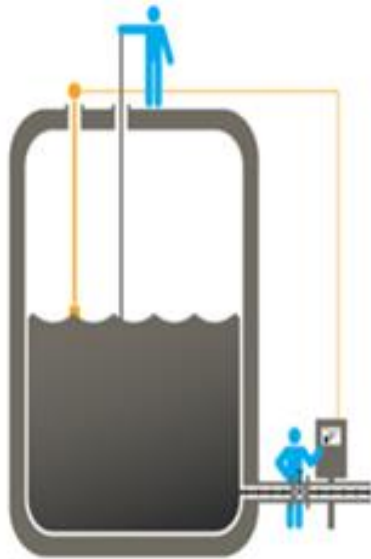
1) แบบที่ 1 คือการตรวจสอบระดับความสูงตามระยะเวลาที่กำหนด โดยการคำนวณจากอัตราการไหล และอัตราการรับสารเคมีอันตรายเข้าถัง โดยจะมีการคำนวณการเพิ่มระดับความสูงต่อหน่วยเวลา และให้ผู้ปฏิบัติงานวัดค่าความสูงตามระยะเวลาที่กำหนด หากพบการเพิ่มขึ้นของอัตราการไหลหรือมีแนวโน้มว่าสารเคมีอันตรายที่รับจะล้นถัง ผู้ที่ตรวจวัดความสูงจะสื่อสารให้ผู้ปฏิบัติงานอีกคนทำการหยุดการรับสารเคมีอันตรายเข้าถัง

2) แบบที่ 2 เป็นระบบที่มีการติดตั้งอุปกรณ์วัดระดับและสัญญาณเตือน ระดับความสูง (High Level Alarm) เพิ่มเติม สำหรับใช้ในการเตือนให้ผู้ปฏิบัติงานทราบสถานะและหยุดการรับสารเคมีอันตรายเข้าถังทันที เมื่อได้ยินสัญญาณเตือนก่อนการล้นถัง

3) แบบที่ 3 ในกรณีที่มีการเก็บสารเคมีอันตรายที่มีอันตรายสูงและต้องเก็บในปริมาณมากในถังเก็บ หากผลการประเมินระดับความเชื่อมั่นความปลอดภัย (SIL – Safety Integrity Level) อยู่ในระดับที่มีความเสี่ยงสูงหรืออยู่ในระดับ SIL จำเป็นจะต้องพิจารณาติดตั้งระบบเตือนระดับความสูง (HLA - High Level Alarm) และระดับความสูงวิกฤต (HHLA – High-High Level Alarm) ที่ทำงานอิสระต่อกัน และต้องแยกจากอุปกรณ์วัดระดับทั่วไป (General Level Gauge) โดยผู้ปฏิบัติงานจะต้องหยุดการรับสารเคมีอันตรายเข้าถังทันทีที่ได้รับสัญญาณเตือนครั้งแรกตามระยะเวลาที่กำหนด

4) แบบที่ 4 จะเป็นระบบที่ออกแบบเพิ่มอุปกรณ์ในการตัดระบบการรับสารเคมีอันตรายอัตโนมัติแทนการใช้ผู้ปฏิบัติงานที่ทำหน้าที่ปิดวาล์วหรือตัดระบบการรับสารเคมีอันตราย ตามแบบที่ 3 โดยหลักการทำงานเมื่อระดับของของเหลวเพิ่มสูงขึ้นถึงอุปกรณ์เตือนระดับสูง HLA - High Level Alarm จะมีสัญญาณแจ้งเตือน และเมื่อระดับของของเหลวยังคงเพิ่มขึ้นถึงระดับความสูงวิกฤต HHLA - High-high level Alarm มีสัญญาณแจ้งเตือน พร้อมตัดระบบการทำงานของเครื่องสูบลำดับรับสารเคมีอันตรายหรือวาล์วอัตโนมัติ

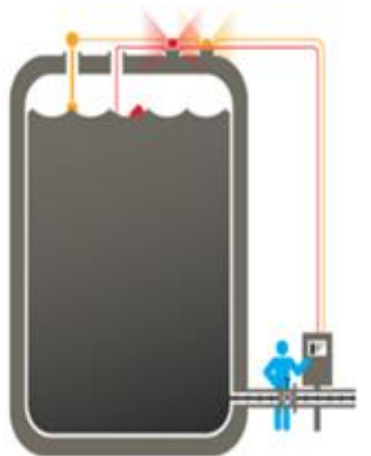
คำแนะนำเพิ่มเติมสำหรับระบบเตือนการล้นถังเก็บ เพื่อเป็นการป้องกันในกรณีที่เกิดความผิดพลาดในขั้นตอนการปฏิบัติงานตามปกติ หรือเมื่ออุปกรณ์ทำงานผิดพลาด คือควรมีมาตรการเพิ่มเติมในการป้องกันเชิงรุกด้วยการกำหนดมาตรฐานเรื่องการทำงาน (SOP - Standard Operating Procedure) เช่น การตรวจสอบระดับของที่ว่างในถังก่อนการรับ การตรวจสอบการเปิด-ปิดวาล์วอย่างถูกต้อง การต่อท่ออย่างถูกต้อง เป็นต้น รวมทั้งจัดให้มีการอบรมพนักงานผู้ปฏิบัติงานและซักซ้อมทำความเข้าใจวิธีการทำงานอย่างถูกต้องและปลอดภัยสม่ำเสมอ



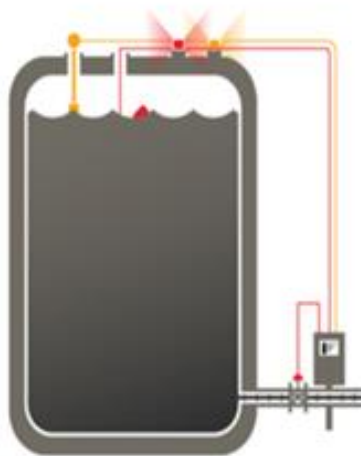
แบบที่ 1 การออกแบบโดยใช้วิธีการปฏิบัติงานตามขั้นตอนความปลอดภัย และผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับการอบรมอย่างน้อย 2 คน ในการปฏิบัติงาน



แบบที่ 2 ระบบที่มีสัญญาณเตือนให้ผู้ปฏิบัติงานทราบและดำเนินการปิดระบบการรับสารเคมีได้ตามเวลาที่กำหนดก่อนมีการล้น

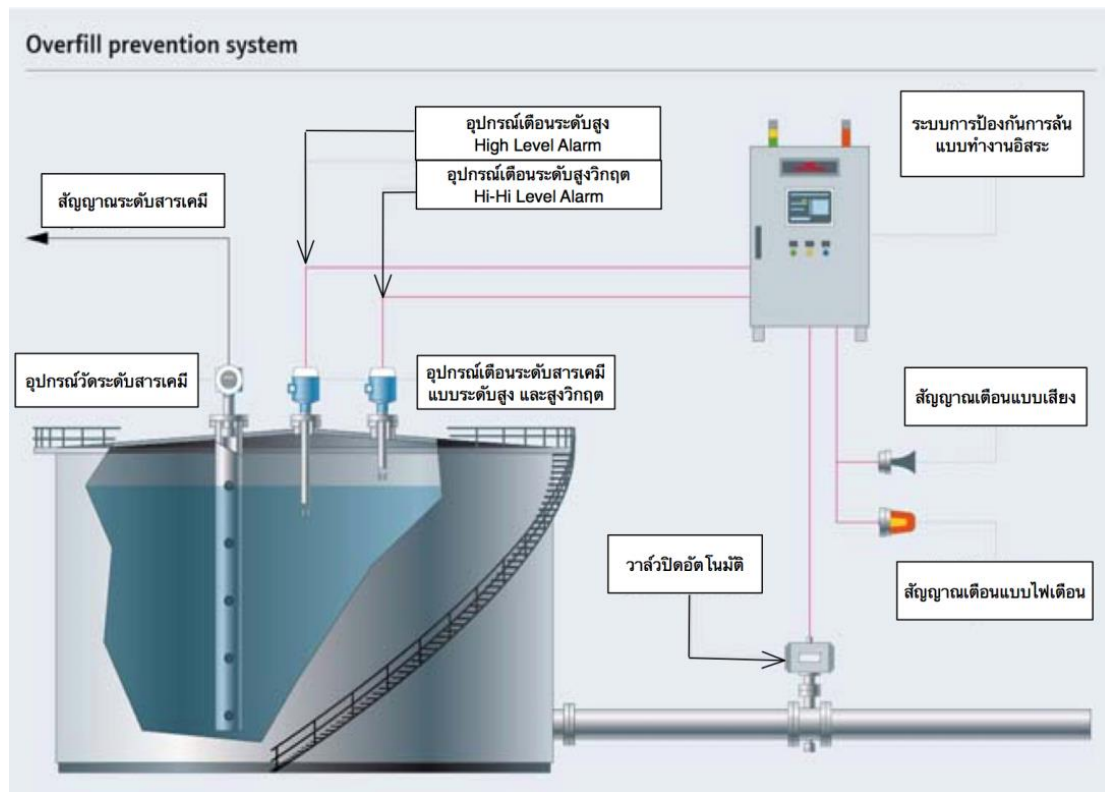


แบบที่ 3 เพิ่มระบบการเตือนขึ้นที่สอง เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้ดำเนินการปิดระบบการรับสารเคมีได้ทันตามเวลาที่กำหนด ในกรณีระบบเตือนขึ้นแรกมีความผิดพลาดเกิดขึ้น



แบบที่ 4 Automatic Overfill Prevention System (AOPS) เป็นระบบการป้องกันการล้นแบบอัตโนมัติที่มีการอ้างอิงแบบตามมาตรฐาน API 2350

รูปที่ 2.11 อุปกรณ์เตือนและป้องกันการล้นถัง 4 แบบ

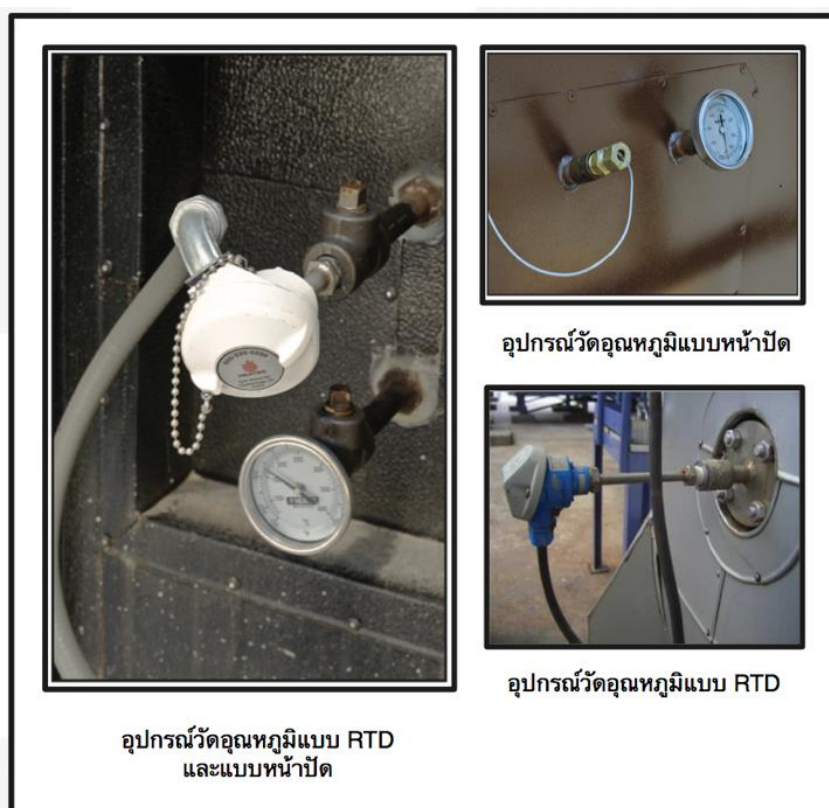


รูปที่ 2.12 การติดตั้งอุปกรณ์เตือนและป้องกันการล้นถังแบบที่ 4

(4) อุปกรณ์วัดอุณหภูมิสารเคมีอันตรายในถังเก็บ

ในกรณีที่ความหนาแน่นของของเหลวมีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ อาจต้องตรวจสอบอุณหภูมิเพื่อนำมาคำนวณปริมาตรของเหลวซึ่งเป็นมาตรการในการป้องกันสารเคมีอันตรายล้นถัง หรือการใช้ในการควบคุมปริมาณของเหลวที่สูญหายจากการเปลี่ยนสถานะเป็นไอเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

สำหรับในกรณีที่ถังจะต้องรักษาอุณหภูมิไม่ให้สูงเกินอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม เช่น ถังเก็บสไตรีนโมโนเมอร์ ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันและเกาะตัวที่ส่วนวาล์วระบายความดัน (PV Valve) และจะก่อความเสียหายต่อถังเก็บสารเคมีอันตราย จำเป็นจะต้องติดอุปกรณ์วัดอุณหภูมิภายในถัง เพื่อการตรวจสอบการหล่อเย็นของถังว่ามีประสิทธิภาพเพียงพอหรือไม่ ทั้งนี้ ผู้ออกแบบหรือวิศวกรที่ดูแลด้านการออกแบบจะต้องศึกษาสมบัติทางกายภาพของสารเคมีอย่างครบถ้วนก่อนออกแบบหรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงถัง

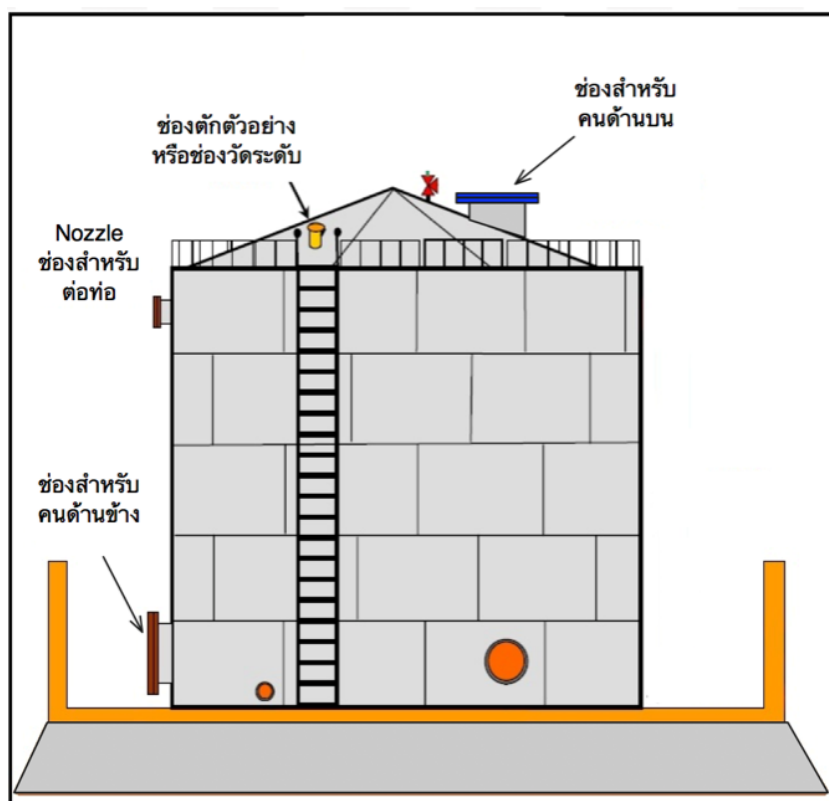


รูปที่ 2.13 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิภายในถัง

ในการออกแบบมักติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิทั้ง 2 ประเภทด้วยกัน เพื่อประโยชน์ในการสื่อสารที่แตกต่างกัน โดยอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบ Resistance Temperature Detector (RTD) จะเน้นการสื่อสารและส่งสัญญาณไปที่ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติหรือตัวแสดงอุณหภูมิแบบตัวเลขดิจิทัล และแบบหน้าปิดจะให้ประโยชน์ในการสื่อสารกับผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณนั้นจะสามารถสังเกตเห็นตำแหน่งเข็มได้จากระยะใกล้ ตามรูปที่ 2.13

(5) ช่องคนลอด (Manhole)

ช่องคนลอด (Manhole) และช่องสำหรับการต่อท่อหรืออุปกรณ์ (Nozzle) รวมถึงช่องสำหรับเก็บตัวอย่าง (Sampling Hatches) ตามรูปที่ 2.14 สามารถแจกแจงรายละเอียดได้ตามประเภท ดังนี้

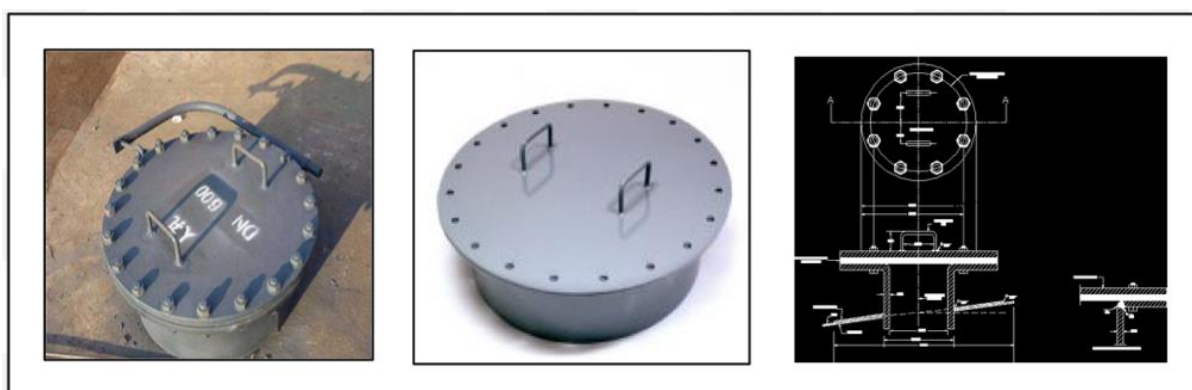


รูปที่ 2.14 ภาพแสดงช่องคนลอด (ด้านบน ด้านข้าง) ช่องสำหรับการต่อท่อ และช่องสำหรับเก็บตัวอย่าง

ช่องคนลอด (Manhole) หมายถึง ช่องที่ออกแบบให้มีขนาดเพียงพอกับบุคคลที่สามารถจะเข้าไปปฏิบัติงานหรือซ่อมบำรุงในถังได้ โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 30 นิ้ว โดยอ้างอิง API 650 ในการออกแบบควรมีช่องคนลอด (Manhole) อย่างน้อย 2 ช่องต่อถัง เพื่อวัตถุประสงค์ในเรื่องการระบายไอสารเคมีอันตราย (Free Gas) หลังจากการทำให้ถังว่าง (Empty Tank) ให้อยู่ในระดับปลอดภัย และในกรณีที่ต้องการทำให้อากาศหมุนเวียนสำหรับผู้ปฏิบัติงานเข้าไปทำงานภายในถัง

ประเภทช่องคนลอด (Manhole) สามารถแยกออกได้ดังนี้

- 1) ช่องคนลอดที่เข้าจากด้านบน Top entry-Roof manhole ตามรูปที่ 2.15
- 2) ช่องคนลอดที่เข้าจากด้านข้าง Side entry – Shell / Side manhole ตามรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.15 ช่องคนลอดด้านบน (Top entry-Roof manhole)



รูปที่ 2.16 ช่องคนลอดด้านข้าง (Side entry – Shell / Side manhole)

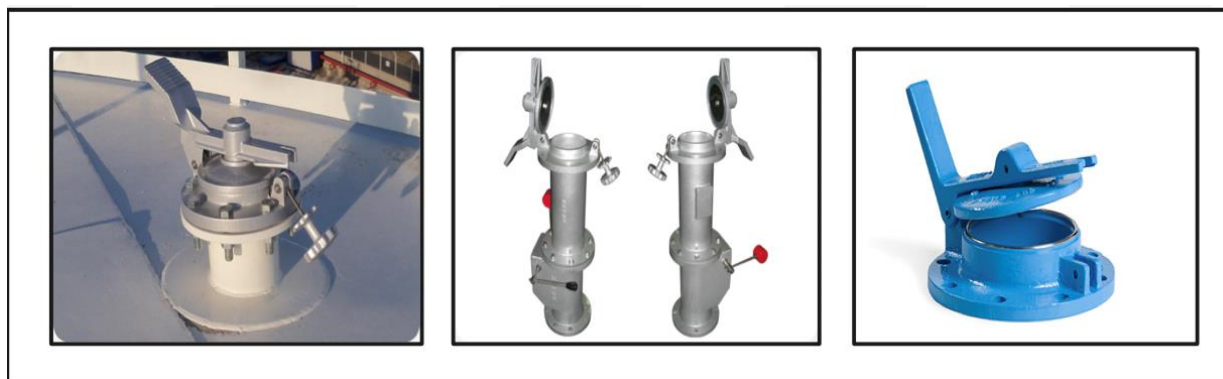
ช่องสำหรับการต่อท่อหรืออุปกรณ์ (Nozzle) หมายถึง ช่องหรือจุดต่อสำหรับท่อหรืออุปกรณ์ ตามรูปที่ 2.17 ที่ออกแบบตามความต้องการในการใช้งาน ซึ่งประกอบด้วยจำนวนและขนาดของท่อ วาล์ว และ อุปกรณ์ที่ต้องการติดตั้ง เช่น ท่อทางรับ ท่อทางจ่าย วาล์วระบายกันถัง อุปกรณ์วัดระดับ อุปกรณ์วัดความดัน อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ และจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบควรจะต้องคำนึงถึงจำนวน Nozzle สำหรับรองรับการ ปรับปรุงหรือเพิ่มเติมอุปกรณ์ในอนาคต เช่น ควรมี Nozzle สำหรับอย่างน้อย 20% ของจำนวน Nozzle ทั้งหมด (แนะนำให้เลือกขนาดที่ใหญ่ที่สุด) หรืออย่างน้อยขนาดมาตรฐาน (1, 2, 3 นิ้ว) อย่างละหนึ่งช่อง หรือ ตามแผนการติดตั้งอุปกรณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

การออกแบบ Nozzle ต้องกำหนดให้เป็นไปตามมาตรฐานในการออกแบบ เช่น API, DIN หรือ JIS และสอดคล้องกับอุปกรณ์ เพราะขนาดและจุดเชื่อมต่อ หรือขนาดและตำแหน่งของรูน็อตจะไม่สามารถใช้ ร่วมกันได้ในแต่ละมาตรฐาน



รูปที่ 2.17 ช่องสำหรับต่อท่อหรืออุปกรณ์ (Nozzle)

ช่องเก็บตัวอย่าง (Sampling Hatches) หรือช่องสำหรับการวัดระดับ (Dipping Hatch) ตามรูปที่ 2.18 ซึ่งอาจจะออกแบบเป็นช่องเดียวกันหรือแยกกันก็ได้ ขึ้นอยู่กับความสะดวกในการทำงาน โดยปกติมักจะถูกออกแบบให้สามารถใช้งานร่วมกัน ในการวัดระดับตามพิธีการทางศุลกากร และการคำนวณปริมาณการจัดเก็บเพื่อคำนวณภาษี การใช้เทปเหล็กวัดแบบทั้งดิ่งยังคงเป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้นช่องสำหรับการวัดระดับยังมีความจำเป็นที่จะต้องติดตั้งอีกทั้งยังเพื่อใช้ในการสอบเทียบ (Tank Calibration) ระดับของเหลวในถังอีกด้วย



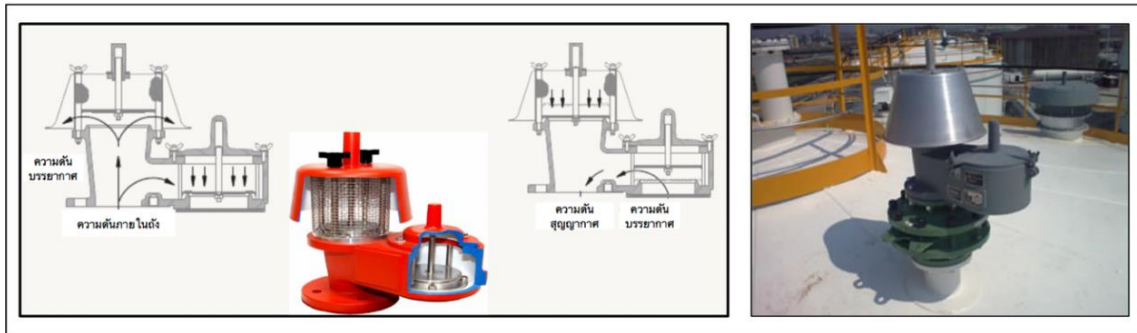
รูปที่ 2.18 ช่องสำหรับเก็บตัวอย่าง (Sampling Hatches) หรือช่องสำหรับการวัดระดับ (Dipping Hatches)

(6) อุปกรณ์ควบคุมความดันภายในถัง

อุปกรณ์ควบคุมความดันภายในถัง รวมถึงวาล์วหายใจ (Breather Valve) วาล์วนิรภัย (Emergency Vent) วาล์วควบคุมความดันไอระเหย (Pressure Vacuum Relief Valve, PVRV) โดยหลักการจะต้องกำหนดการระบายที่ความดันที่ 80% ของความดันออกแบบ (Design Pressure) และแนะนำให้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความดันภายในถังไม่น้อยกว่า 2 จุด โดยสามารถเลือกประเภทใดประเภทหนึ่ง ทั้งนี้จะต้องออกแบบตามหลักวิศวกรรมและได้รับการรับรองจากบุคคลตามตารางที่ 2.1 ทั้งนี้ สามารถจำแนกลักษณะการทำงานตามวัตถุประสงค์การใช้งานและประเภทอุปกรณ์ได้ดังนี้

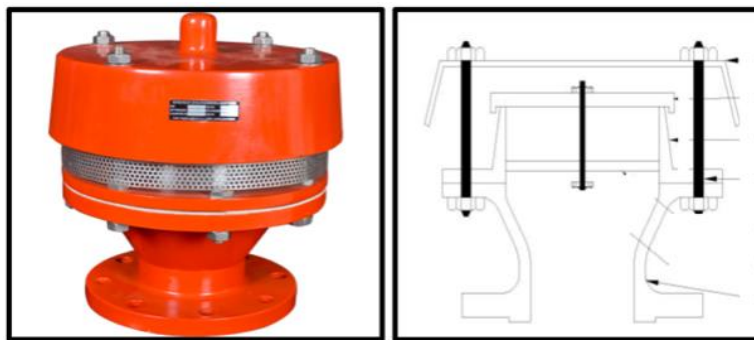
1) วาล์วหายใจ (Breather valve) เป็นชื่อที่ใช้เรียกระบบการระบายความดันภายในถังเก็บสารเคมีอันตราย ทั้งด้านที่มีอากาศไหลเข้าแทนที่ของเหลวเมื่อถูกจ่ายออกไปนอกถัง และระบายอากาศในถังออกสู่บรรยากาศ เมื่อมีการสูบล้างสารเคมีอันตรายเข้าถัง โดยทั่วไปวาล์วประเภทนี้จะนิยมใช้งานกับถังความดันบรรยากาศ (Atmospheric Tank)

2) วาล์วควบคุมความดันไอระเหย (Pressure Vacuum Relief Valve, PVRV) หลักการทำงานจะเป็นไปตามรูปที่ 2.19 โดยในการทำงานจะมีแผ่นน้ำหนักระบายตามความดันที่ตั้งค่าเอาไว้ ทั้งด้านที่เป็นความดันระบายออกเมื่อมีการไหลของของเหลวเข้ามาแทนที่อากาศในถัง โดยอากาศที่ถูกแทนที่ไหลออกด้วยความดันที่เอาชนะแผ่นน้ำหนักระบายได้ และวาล์วด้านขาเข้าก็จะมีแผ่นน้ำหนักระบายที่ได้รับการออกแบบให้เปิดเมื่อมีของเหลวไหลออกจากถังและต้องการอากาศไหลเข้าไปแทนที่



รูปที่ 2.19 การทำงานและลักษณะของวาล์วควบคุมความดันไอระเหย
(Pressure Vacuum Relief Valve, PVRV)

3) วาล์วระบายความดัน (Pressure Relief valve) ตามรูปที่ 2.20 หลักการทำงานจะใช้แผ่นน้ำหนักรัดทပ်เพื่อรักษาความดันที่ออกแบบ และจะระบายความดันส่วนเกินที่เกิดขึ้นภายในถังซึ่งเอาชนะแผ่นน้ำหนักที่กดทับให้ลอยขึ้นสูง (โดยจะระบายความดันส่วนที่เกินจากความดันปกติ) จนกว่าความดันภายในถังจะน้อยกว่าแผ่นน้ำหนักรัดทပ်และแผ่นน้ำหนักรจะเลื่อนลงมาตำแหน่งปิดตามปกติ



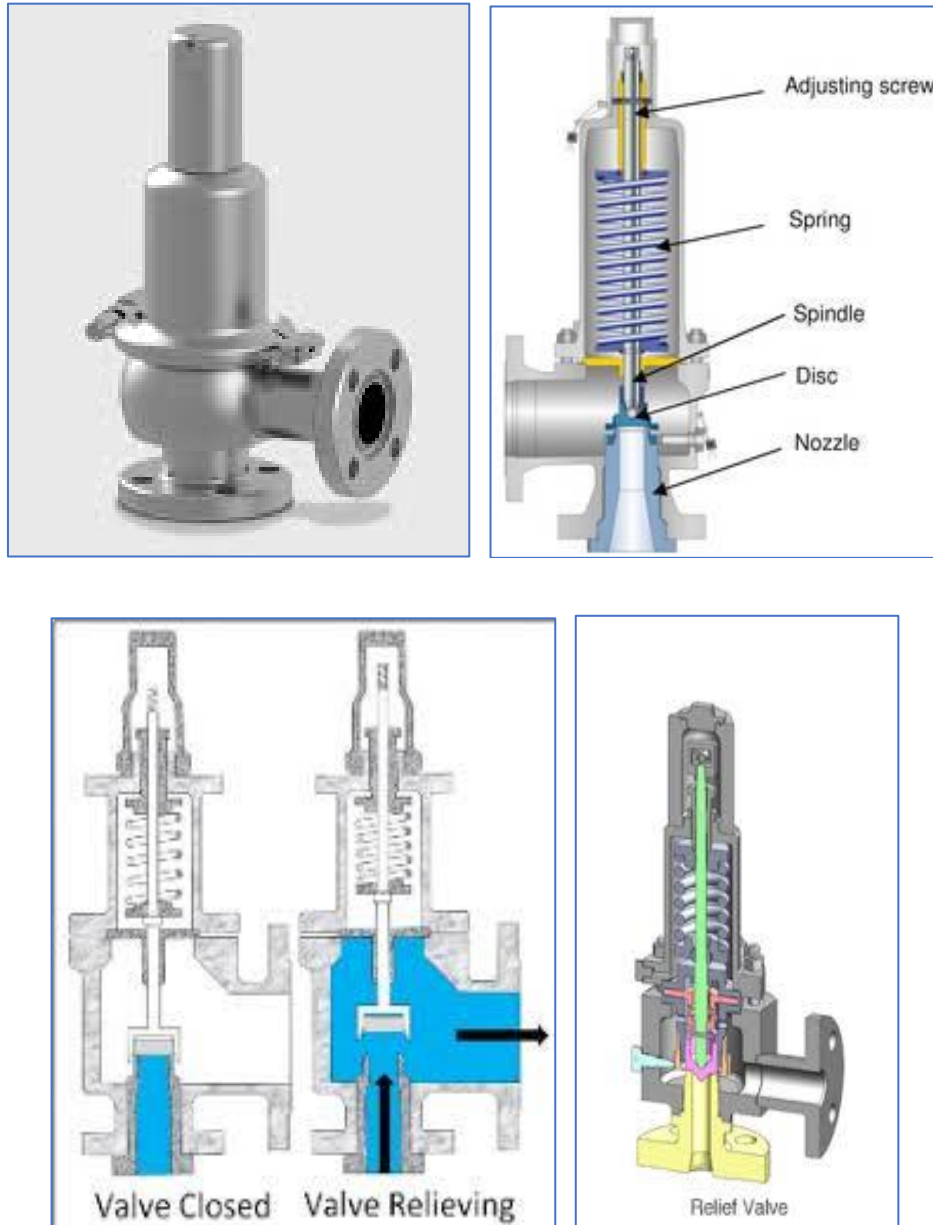
รูปที่ 2.20 การทำงานและลักษณะของวาล์วระบายความดัน (Pressure Relief valve)

4) วาล์วนิรภัยหรือวาล์วระบายความดันฉุกเฉิน (Emergency Vent Valve) ตามรูปที่ 2.21 เป็นวาล์วที่มีการออกแบบตามหลักกลศาสตร์คือการใช้น้ำหนักของฝาปิดหรือความแข็งแรงของตัวล็อคฝาซึ่งคำนวณให้มากกว่าความดันภายในถังปกติซึ่งจะกดให้วาล์วปิด แต่จะเปิดออกทันทีเมื่อความดันภายในถังเกินค่าน้ำหนักที่ตั้งไว้



รูปที่ 2.21 ลักษณะของวาล์วนิรภัยหรือวาล์วระบายความดันฉุกเฉิน (Emergency Vent Valve)

5) วาล์วระบายความดันแบบสปริง (Pressure Safety Relief valve) ตามรูปที่ 2.22 หลักการทำงาน โดยใช้สปริงที่ได้รับการออกแบบการรับแรงจากการคำนวณความดันภายในถังกักเพื่อปิดวาล์ว และจะระบายความดันที่เกินซึ่งสามารถเอาชนะน้ำหนักกดจากสปริงได้ออกจากถังจนความดันในถังอยู่ในสภาวะปลอดภัย และสปริงจะกดให้วาล์วปิดตามปกติ



รูปที่ 2.22 ลักษณะของวาล์วระบายความดันแบบสปริง (Pressure Safety Relief Valve)

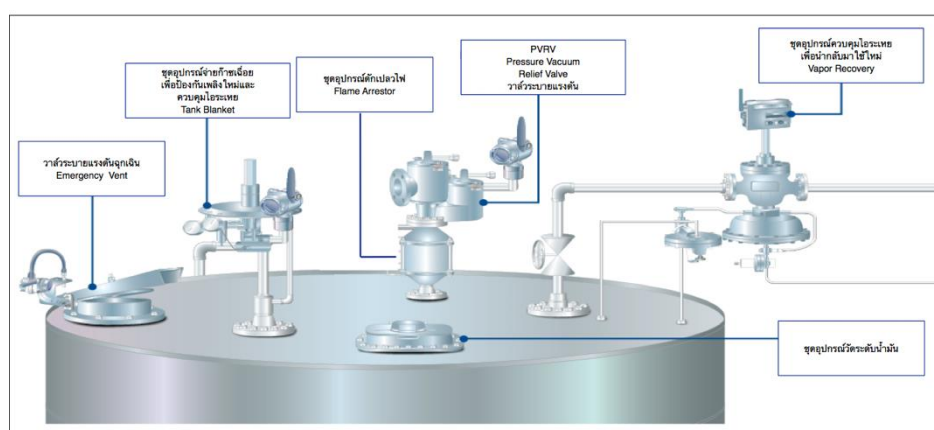
6) วาล์วระบายความดันแบบปล่อยอิสระ (Free vent) ตามรูปที่ 2.23 จะมีการออกแบบในลักษณะที่เป็นช่องเปิดโล่งแต่จะมีส่วนที่ออกแบบเพื่อกันน้ำฝนไม่ให้เข้าไปในถัง เช่น ท่อรูปตัวยูคว่ำ วาล์วระบายประเภทนี้ไม่เหมาะที่จะนำไปออกแบบเพื่อใช้งานสำหรับถังเก็บสารพิษที่มีไอระเหย สารไวไฟที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่าอุณหภูมิสถานะแวดล้อม (Ambient Temperature)



รูปที่ 2.23 ลักษณะของวาล์วระบายความดันแบบปล่อยอิสระ (Free Vent)

สำหรับการควบคุมและระบายความดันในถังที่เกิดจากการไหลหรือการขยายตัวเนื่องจากความร้อน (Thermal Expansion) ควรจะต้องติดตั้ง PRV (Pressure Relief Valve), TRV (Thermal Relief Valve) หรือ PSV (Pressure Safety Valve) ที่ด้านต้นทางหรือปลายทาง และจะต้องติดตั้งท่อระบายความดันเพื่อนำสารเคมีอันตรายไปยังจุดจัดเก็บอย่างปลอดภัยหรือคืนกลับไปถัง (Return Pipe)

ตัวอย่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งบนหลังคาถัง เช่น วาล์วระบายแรงดันฉุกเฉิน (Emergency Vent Valve) และอุปกรณ์ดับเปลวไฟ (Flame Arrester) เป็นต้น แสดงตามรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 ภาพแสดงอุปกรณ์ความปลอดภัย ต่าง ๆ ที่ติดตั้งบนหลังคาถัง

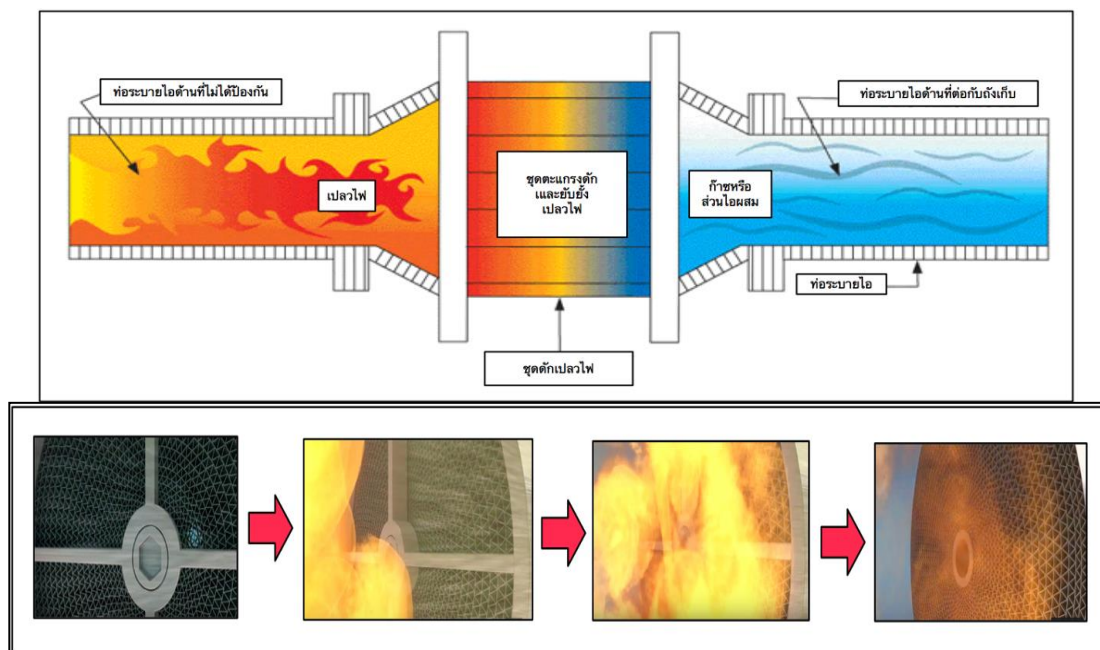
(7) อุปกรณ์ดับเพลิง (Flame Arrester)

อุปกรณ์ดับเพลิงไฟที่แสดงการทำงานตามรูปที่ 2.25 เป็นอุปกรณ์ความปลอดภัยที่สำคัญสำหรับถังเก็บสารเคมีไวไฟในการที่จะป้องกันมิให้เปลวไฟที่เกิดจากเหตุเพลิงไหม้ภายนอกถังเก็บสารไวไฟย้อนกลับเข้าไปในถังที่มีไอระเหยและเชื้อเพลิงจำนวนมาก ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุที่ร้ายแรงได้ และเพื่อป้องกันมิให้ไฟไหลย้อนกลับไปในถังเก็บสารไวไฟ ควรจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงแยกแต่ละถังเพื่อให้เกิดการทำงานอย่างเป็นอิสระต่อกัน และอุปกรณ์ดับเพลิงนี้จะต้องพิจารณาติดตั้งหากมีการจัดเก็บสารไวไฟที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่าอุณหภูมิแวดล้อม (Ambient Temperature)

ในกรณีโรงงานไม่สามารถติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงได้ มีคำแนะนำให้พิจารณามาตรการอื่นที่จะป้องกันหรือบรรเทาในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ในถังเก็บสารไวไฟได้ เช่น ติดตั้งระบบจ่ายก๊าซเฉื่อยคลุมเหนือสารไวไฟในถัง (Tank Blanket)

นอกจากนี้ อาจใช้ Water Seal Pot ซึ่งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการป้องกันมิให้ระบบท่อเป็นสุญญากาศ และช่วยป้องกันการไหลย้อนกลับของก๊าซที่ระบายออก ในกรณีที่ก๊าซระบายออกมาในปริมาณน้อย เป็นอุปกรณ์ดับเพลิงด้วยก็ได้

การออกแบบระบบข้างต้นจะต้องเป็นไปตามหลักการออกแบบทางวิศวกรรมและจะต้องมีคำรับรองจากบุคคลที่ระบุในตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.25 หลักการทำงานของอุปกรณ์ดับเพลิง



รูปที่ 2.26 การติดตั้งอุปกรณ์ดักเปลวไฟร่วมกับวาล์วระบายความดัน

ในการติดตั้งอุปกรณ์ดักเปลวไฟควรติดตั้งที่ท่อทางเข้าของวาล์วควบคุมความดันไอระเหย (Pressure Vacuum Relief Valve, PVRV) หรือวาล์วปรับความดันอัตโนมัติ (Regulator Valve) ตามรูปที่ 2.6 โดยควรติดตั้ง 2 จุดต่อถัง และในการวางแผนตรวจสอบหรือซ่อมบำรุงจะต้องมีระยะเวลาที่เหลื่อมกันเนื่องจากจะต้องมีการทำงานที่เป็นอุปกรณ์สำรองในกรณีตัวใดตัวหนึ่งชำรุดหรืออุดตัน และแนะนำให้มีการติดตั้งอุปกรณ์ดักเปลวไฟแบบแยกถังต่อถัง ในกรณีมีถังหลายใบที่จะใช้อุปกรณ์ดักเปลวไฟร่วมกันสามารถทำได้ แต่จะต้องมีการคำนวณอัตราการไหลของอากาศหรือไอระเหยที่ระบายจากถังเก็บ ในกรณีที่ทุกถังระบายความดันพร้อมกัน และค่า Head Loss ของระบบรวมกันในระบบ Conventional Header เพื่อกำหนดขนาดของท่อและอุปกรณ์ดักเปลวไฟ

(8) อุปกรณ์ดักความชื้น

ในกรณีที่สารเคมีอันตรายที่จัดเก็บอาจมีความไวต่อปฏิกิริยากับความชื้นซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายหรือเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อดักความชื้นไม่ให้เข้าไปในถังจะถูกติดตั้งในด้านทางเข้าของอากาศ (Vacuum, Air Intake) ส่วนวัสดุดักความชื้นนั้นจะต้องพิจารณาสารที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีที่จัดเก็บในถังนั้นด้วย ประเภทของอุปกรณ์ดักความชื้นสามารถพิจารณาได้ดังนี้

- 1) การใช้สารดูดความชื้น (Desiccant Dryers) เช่น ซิลิกาเจล (Silica Gel)
- 2) Tank blanket โดยใช้ Inert Gas เช่น N_2 (Nitrogen) เหมาะสำหรับถังเก็บสารที่มีความดันไอสูง (High Vapor Pressure) โดยหลักการทำงานโดยทั่วไปจะมีระบบการจ่าย Inert Gas เพื่อไปคลุมผิวของเหลวและแทนที่อากาศที่อาจจะมีน้ำปนอยู่และรักษาสภาพของความดันเพื่อไม่ให้อากาศที่มีความชื้นภายนอกเข้าไปในถังได้

(9) ระบบบำบัดไอระเหย

ต้องติดตั้งระบบบำบัดไอระเหยเข้ากับระบบการระบายความดันภายในถัง ในกรณีจัดเก็บสารเคมีอันตรายที่อาจมีไอระเหยที่อันตรายต่อสุขภาพ สิ่งแวดล้อม โดยในการติดตั้งอุปกรณ์ดักหรือบำบัดไอระเหยจะต้องได้รับการออกแบบตามหลักวิศวกรรม รวมถึงการพิจารณาหลักพลศาสตร์เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด และต้องได้รับการรับรองจากบุคคลที่ระบุในตารางที่ 2.1

ประเภทระบบบำบัดไอระเหยสามารถพิจารณาเลือกออกแบบและใช้งานได้ ดังนี้

- 1) Activated Carbon Absorbent คือการใช้ผงถ่านที่มีประจุไฟฟ้าเป็นตัวดักจับไอระเหยของสารเคมีอันตรายที่มาจากท่อระบายของถังซึ่งจะต่อตรงมาที่ชุดดักไอระเหยและผงถ่านคาร์บอนที่มีประจุ Activated Carbon โดยผงถ่านคาร์บอนจะทำหน้าที่ในการดักจับและลดปริมาณไอระเหยและกลิ่นของสารเคมีอันตรายก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ
- 2) ระบบ Wet Scrubber เป็นระบบที่ใช้ของเหลวพ่นเป็นละอองฝอยละเอียดและมีตะแกรงละเอียดดักจับไอระเหยรวมทั้งกลิ่นของสารเคมีอันตรายที่ต่อท่อมาจากท่อระบายไอของถังเก็บ ซึ่งอาจใช้ตัวกลาง (Media) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดักจับไอระเหย
- 3) Vapor Recovery Unit คือระบบที่ออกแบบเพื่อนำไอระเหยของสารเคมีอันตรายที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงานในการรับหรือจ่ายสารเคมีอันตรายเข้าออกจากถังกลับมาควบแน่นเพื่อนำกลับไปใช้ในกระบวนการตามปกติ และยังช่วยลดการระบายไอระเหยสารเคมีอันตรายสู่บรรยากาศอีกด้วย จึงถือว่าเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิตในโรงงาน

2.4 การตรวจสอบก่อนการใช้งานถังเก็บสารเคมีอันตรายและท่อ

หลังจากการติดตั้งถังเก็บสารเคมีอันตราย ระบบท่อและอุปกรณ์หรือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเสร็จสมบูรณ์ ต้องจัดให้มีการทดสอบและจัดทำรายงานการตรวจสอบและทดสอบก่อนการใช้งานถัง ระบบท่อและอุปกรณ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลในการตรวจสอบ เช่น API 653 โดยรายงานการตรวจสอบจะต้องมีคำรับรองจากบุคคลที่ระบุในตารางที่ 2.1 ทุกครั้ง

การตรวจสอบถังเก็บสารเคมีอันตรายก่อนการใช้งานหลังจากก่อสร้างหรือติดตั้งหรือปรับปรุงเสร็จแล้ว ต้องทำการทดสอบการรั่วซึมของตัวถังและข้อต่อต่าง ๆ โดยใช้ความดันน้ำ ความดันอากาศ หรือก๊าซเฉื่อยอัดด้วยความดันไม่น้อยกว่า 3 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แต่ไม่เกิน 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในกรณีใช้ความดันน้ำให้ใช้เวลาในการทดสอบไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง ในกรณีใช้ความดันอากาศหรือก๊าซเฉื่อยให้ใช้เวลาในการทดสอบไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ การใช้อากาศหรือก๊าซเฉื่อยในการทดสอบอาจมีความยุ่งยากในการทดสอบและต้องได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ จึงแนะนำให้ใช้น้ำในการทดสอบ ซึ่งน้ำเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายและสะดวกในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย และการทดสอบเป็นการทดสอบหลังจากการก่อสร้างหรือปรับปรุงซ่อมแซมจึงไม่มีปัญหาในเรื่องสารเคมีอันตรายปนเปื้อนและสามารถกำจัดน้ำที่ตกค้างในถังหรือในระบบท่อได้ง่าย

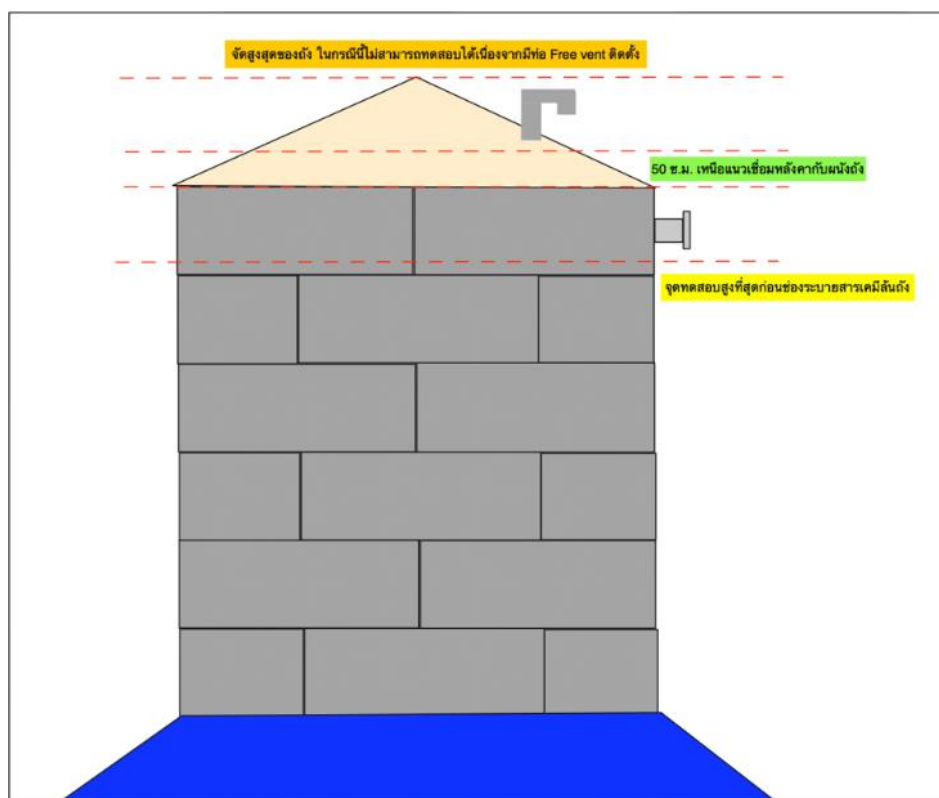
ในกรณีที่พบการรั่วซึมในระหว่างการทดสอบจะต้องทำการตรวจสอบหารอยรั่วซึมซ้ำแล้วทำการแก้ไข และทำการทดสอบตรวจซ้ำจนกระทั่งไม่ปรากฏการรั่วซึมอีก

2.4.1 การตรวจสอบถังเก็บสารเคมีอันตรายและท่อน้ำก่อนการใช้งาน

หลังจากก่อสร้างหรือติดตั้งหรือดัดแปลงซ่อมแซมเสร็จแล้ว จะต้องทำการทดสอบการรับความดัน การทรุดตัว การรั่วซึมของแนวเชื่อม ดังต่อไปนี้

1) การตรวจสอบหารอยรั่วด้วยการทดสอบความดัน (Hydrostatic Pressure Test) ด้วยการเติมน้ำที่ระดับความสูงดังนี้

- (1) ที่ระดับสูงสุดของถัง
- (2) สำหรับถังที่มีหลังคาแบบไม่เคลื่อนที่ (Fixed Roof) ให้บรรจุน้ำที่ระดับความสูง 50 มิลลิเมตร เหนือรอยเชื่อมต่อระหว่างผนังถังกับหลังคาถัง
- (3) กรณีที่ไม่สามารถดำเนินการตาม (1) และ (2) ได้เนื่องจากถังมีการติดตั้งช่องระบายสารเคมีอันตรายล้นถัง (Overflow) หรือมีข้อจำกัดจากการทำงานของหลังคาลอยภายในให้ทดสอบที่ระดับสูงสุดเท่าที่จะสามารถทดสอบได้



รูปที่ 2.27 ตำแหน่งของจุดทดสอบน้ำที่ระดับความสูงต่าง ๆ

2) การตรวจวัดการทรุดตัวของถัง โดยการบรรจุน้ำได้ 50%, 75% และ 100% ของระดับที่จะทดสอบตาม 2.4.1 ข้อ 1) โดยต้องรักษาระดับน้ำให้คงที่ไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง การวัดการทรุดตัวของถังต้องวัดก่อนและหลังที่มีการบรรจุน้ำในแต่ละช่วง การวัดต้องทำการวัดถึง โดยจุดที่วัดแต่ละจุดต้องห่างเท่ากัน และให้มีระยะไม่เกิน 10 เมตร โดยค่าการทรุดตัวที่ยอมรับได้จะต้องอ้างอิงจาก API 653

3) ตรวจสอบรอยรั่วของแนวเชื่อมระหว่างแผ่นเหล็กเสริมความแข็งแรงกับผนังถังโดยใช้ความดันอากาศอัดด้วยความดันไม่น้อยกว่า 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แต่ไม่เกิน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2.4.2 การตรวจสอบระบบท่อ ท่ออ่อน และอุปกรณ์ที่ใช้กับสารเคมีอันตรายที่เก็บในถัง

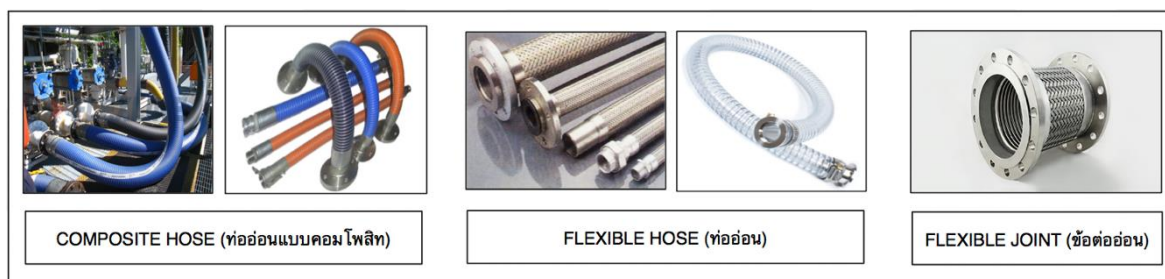
หลังจากก่อสร้างหรือติดตั้งหรือดัดแปลงซ่อมแซมเสร็จแล้ว ต้องทำการตรวจสอบและทดสอบระบบท่อดังต่อไปนี้

1) ตรวจสอบพินิจวัสดุ หรือชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบท่อสารเคมีอันตรายและอุปกรณ์ว่าอยู่ในสภาพดีและสามารถใช้งานได้โดยปลอดภัย

2) การทดสอบการรับความดันของท่อให้ใช้น้ำเป็นตัวกลางในการทดสอบ (Hydrostatic Test) เนื่องจากมีสมบัติคงที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

(1) ระบบท่อ วาล์ว และอุปกรณ์รวมถึงข้อต่อท่ออ่อน (Flexible / Thermal Expansion Joint) ต้องได้รับการทดสอบโดยรับความดันที่ความดันอย่างน้อย 1.5 เท่าของค่าความดันออกแบบ (Design Pressure) และรักษาความดันไว้อย่างน้อย 10 นาที (ASME B31.3) โดยไม่มีการรั่วไหล ในกรณีที่เป็นท่ออ่อน (Composite /Flexible Hose) ให้ทดสอบการรับความดัน โดยใช้ น้ำที่ความดัน 1.5 เท่าของความดันใช้งาน (Working Pressure) และรักษาความดันไว้อย่างน้อย 10 นาที และจะต้องทำการทดสอบค่าความนำไฟฟ้าตลอดความยาวท่ออ่อน (Electrical Continuity) และค่าการขยายตัว (Elongation) เป็นไปตามมาตรฐานสากล เช่น BS EN 1765 : Rubber hose assemblies for oil suction and discharge services – Specification for the assemblies, BS EN 13765 : Thermoplastic multi-layer (non-vulcanized) hoses and hose assemblies for the transfer of hydrocarbons, solvents and chemicals – Specification เป็นต้น

(2) ทำการทดสอบการรั่วซึมของระบบท่อ วาล์ว และอุปกรณ์รวมถึงข้อต่อท่ออ่อน (Flexible Joint) ให้ใช้ความดันน้ำอัดด้วยความดัน 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที ในกรณีเป็นท่อที่มีผนังสองชั้นให้ทดสอบเฉพาะท่อชั้นใน ในกรณีที่ไม่สามารถระบุหรือไม่ทราบความดันใช้งาน (Working Pressure) ให้ใช้ค่าความดันในการออกแบบในการทดสอบแทน



รูปที่ 2.28 ภาพแสดงตัวอย่างลักษณะของท่ออ่อนประเภทต่าง ๆ

3) ผลการทดสอบและตรวจสอบตาม 2) ต้องมีการบันทึกและเก็บรักษาไว้ให้เจ้าหน้าที่ที่สามารถเรียกตรวจสอบได้

4) ระบบท่อและอุปกรณ์ เมื่อใช้งานครบ 5 ปี หลังจากการทดสอบและตรวจสอบครั้งสุดท้าย จะต้องทำการทดสอบและตรวจสอบโดยวิธีการตรวจพินิจ (Visual Inspection) และตรวจวัดความหนาของท่อจากภายนอกแบบสุ่มตรวจ (Randomize Pipe Thickness Inspection) โดยต้องมีการบันทึกผลการทดสอบและตรวจสอบไว้ และเก็บผลการทดสอบและตรวจสอบไว้ให้เจ้าหน้าที่ที่สามารถเรียกตรวจสอบได้

หมวดที่ 3 การปฏิบัติงาน และการใช้งานถังเก็บสารเคมีอันตราย

ในการปฏิบัติงานและการใช้งานถังเก็บสารเคมีอันตราย โรงงานจะต้องจัดให้มี

3.1 คู่มือการปฏิบัติงาน

คู่มือปฏิบัติงานต้องครอบคลุมถึงขั้นตอนการรับ-จ่าย (Loading/Unloading) การขนถ่ายสารเคมีอันตรายเข้า-ออกจากถังเก็บ (Tank Transfer) และการควบคุมปริมาณสารเคมีอันตรายที่อยู่ในถัง โดยจะต้องมีการบันทึกปริมาณการรับ-จ่าย และการใช้งานสารเคมีอันตรายประจำวัน (Daily Record) รวมถึงขั้นตอนการตรวจสอบสภาพความปลอดภัยของถังเก็บและอุปกรณ์ประจำวัน เช่น การตรวจสอบมานอมิเตอร์ การตรวจสอบจุดรั่วไหล เป็นต้น

3.2 ป้ายแสดงสัญลักษณ์ความเป็นอันตราย

จะต้องติดป้ายแสดงสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายของสารเคมีอันตรายตามมาตรฐานสากล เช่น NFPA และระบุชื่อสารเคมีอันตรายที่จัดเก็บที่ถังเก็บหรือบริเวณถังเก็บให้สามารถอ่านได้ชัดเจนในระยะไกล ในกรณีที่มีการเปลี่ยนสารเคมีอันตรายที่จัดเก็บบ่อยแนะนำให้ทำป้ายที่สามารถเปลี่ยนได้ง่าย และต้องมั่นใจว่าป้ายที่แสดงรายละเอียดตรงกับสารเคมีอันตรายที่จัดเก็บในถัง

3.3 ข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี (SDS)

จะต้องจัดเตรียมข้อมูลความปลอดภัยสารเคมีที่เป็นปัจจุบันในบริเวณที่จัดเก็บสารเคมีอันตราย อย่างน้อยต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นอันตราย มาตรการปฐมพยาบาล มาตรการผจญเพลิง และข้อควรระวังในการใช้สารเคมีดับเพลิง มาตรการจัดการเมื่อมีการหกรั่วไหล และมาตรการป้องกันส่วนบุคคล

3.4 เครื่องหมายเพื่อความปลอดภัย

เครื่องหมายเพื่อความปลอดภัยมี 5 ประเภท คือ เครื่องหมายห้าม เครื่องหมายบังคับ เครื่องหมายเตือน เครื่องหมายแสดงสถานะปลอดภัย และเครื่องหมายแสดงอุปกรณ์เกี่ยวกับอัคคีภัย โดยรูปทรง ขนาด และสี ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสีและเครื่องหมายเพื่อความปลอดภัย มาตรฐานเลขที่ มอก. 635-2554 เป็นต้น

ทั้งนี้ ให้จัดแสดงป้ายห้าม ป้ายเตือน ป้ายบังคับ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารความปลอดภัยการใช้งานถังเก็บสารเคมีอันตราย และป้ายข้อมูลต้องมีขนาดที่เหมาะสม ติดไว้ในบริเวณที่จัดเก็บสารเคมีอันตรายให้เห็นได้ชัดเจน โดยให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

- **เครื่องหมายห้าม** คือ ป้ายห้ามการปฏิบัติหรือกระทำการใด ๆ ที่ก่อให้เกิดอันตราย เช่น ห้ามสูบบุหรี่ ห้ามทำให้เกิดประกายไฟ ห้ามเดินผ่าน เป็นต้น โดยเครื่องหมายมีพื้นสีขาว แถบวงกลมพร้อมแถบเฉียงสีแดง และมีสัญลักษณ์ภาพสีดำ ตามตัวอย่างในรูปที่ 3.1



ห้ามสูบบุหรี่



ห้ามใช้น้ำดับไฟ



ห้ามสัมผัส



ห้ามจุดไฟและก่อประกายไฟ



ห้ามใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่



ห้ามใช้ดื่ม

ห้ามทำให้เกิดประกายไฟ และห้ามสูบบุหรี่

รูปที่ 3.1 ตัวอย่างเครื่องหมายห้าม

- **เครื่องหมายเตือน** คือป้ายเตือนให้ระวังภัยหรือระวังอันตรายที่อาจเกิดขึ้น เช่น ระวังสารเคมีอันตราย สารไวไฟ และระวังไฟฟ้าแรงสูง เป็นต้น โดยเครื่องหมายมีพื้นสีเหลือง สีของแถบตามขอบรูปสามเหลี่ยมเป็นสีดำ และมีสัญลักษณ์ภาพสีดำ ตามตัวอย่างในรูปที่ 3.2



ระวังวัตถุมีพิษ



ระวังอันตรายจากไฟ/วัตถุไวไฟ



ระวังสารกัดกร่อน



ระวังสารออกซิไดซ์



ระวังอันตรายจากไฟฟ้า



ระวังพื้นผิวร้อน

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างสัญลักษณ์เครื่องหมายเตือน

- **เครื่องหมายบังคับ** คือป้ายที่กำหนดให้ต้องปฏิบัติ ป้ายกำหนดให้ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลต่าง ๆ เช่น สวมหมวก สวมถุงมือ สวมรองเท้านิรภัย และสวมแว่นตานิรภัย เป็นต้น โดยเครื่องหมายมีพื้นสีฟ้า และมีสัญลักษณ์ภาพสีขาว ตามตัวอย่างในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างเครื่องหมายบังคับ

- **เครื่องหมายแสดงสถานะปลอดภัย** คือป้ายที่ให้ข้อมูลเฉพาะ หรือป้ายแนะนำให้ปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น ป้ายทางหนีไฟ ป้ายทางออกฉุกเฉิน และป้ายจุดรวมพล เป็นต้น โดยเครื่องหมายมีพื้นสีเขียว และมีสัญลักษณ์ภาพสีขาว ตามตัวอย่างในรูปที่ 3.4



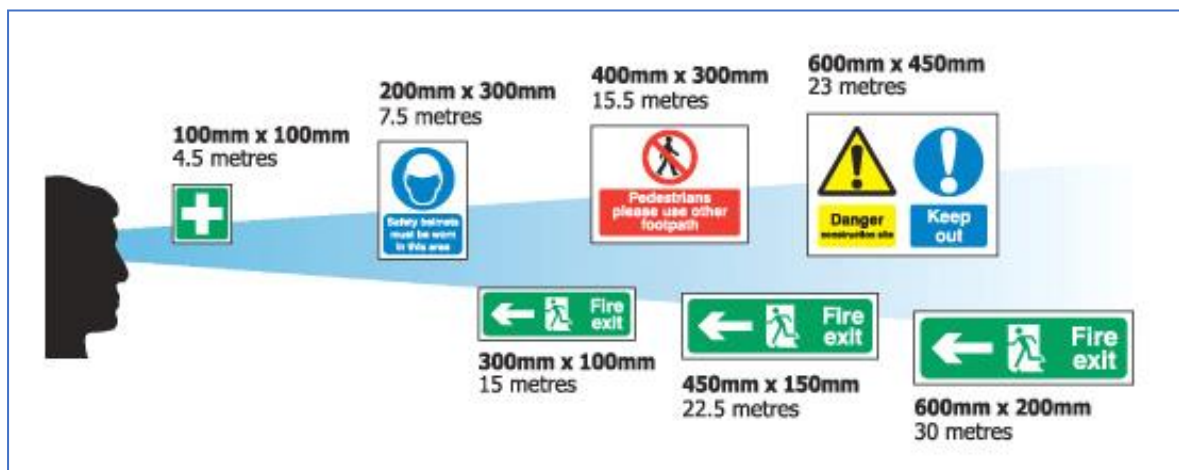
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างเครื่องหมายแสดงสถานะปลอดภัย

- เครื่องหมายแสดงอุปกรณ์เกี่ยวกับอัคคีภัย คือ ป้ายที่ให้ข้อมูลอุปกรณ์เกี่ยวกับอัคคีภัย เช่น จุดแจ้งเหตุ อุปกรณ์ผจญเพลิง และอุปกรณ์ดับเพลิง เป็นต้น โดยเครื่องหมายมีพื้นสีแดง และมีสัญลักษณ์ภาพสีขาว ตามตัวอย่างในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างเครื่องหมายแสดงอุปกรณ์เกี่ยวกับอัคคีภัย

เครื่องหมายดังกล่าวข้างต้น จะต้องมีความ ขนาด รูปภาพ ลักษณะและขนาดตัวอักษร สีของป้าย ตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือ ISO เป็นต้น และต้องมีการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานให้ปฏิบัติตามป้ายชนิดต่าง ๆ โดยเคร่งครัด สำหรับขนาดของเครื่องหมายเพื่อความปลอดภัย แสดงตามรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ขนาดของเครื่องหมายเพื่อความปลอดภัย

3.5 การฝึกอบรมพนักงาน

จัดฝึกอบรมพนักงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับถังเก็บสารเคมีอันตราย ให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายของสารเคมี รวมถึงการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย อย่างน้อยควรจะต้องประกอบด้วย

- 1) การรับการจ่ายสารเคมีอันตรายในถังเก็บ (Loading/Unloading) และการขนถ่ายสารเคมีอันตรายจากถังเก็บ (Tank Transfer) อย่างปลอดภัย
- 2) การทำงานอย่างปลอดภัยในพื้นที่อันตราย เช่น การเข้าตรวจสอบและการซ่อมบำรุงถังเก็บสารเคมีอันตราย
- 3) อันตรายของสารเคมี และการทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมีอันตราย (Chemical Hazard and Material Handling) โดยครอบคลุมถึงการสร้างความเข้าใจให้ผู้ปฏิบัติงานและสามารถใช้งานเอกสารข้อมูลความปลอดภัยสารเคมีอันตราย (SDS) อย่างถูกต้อง
- 4) การอบรมและฝึกปฏิบัติในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน เช่น สารเคมีอันตรายล้นหกรั่วไหล เหตุเพลิงไหม้ หรือมีผู้ที่ได้รับบาดเจ็บจากการทำงาน
- 5) การป้องกันและระงับอัคคีภัยขั้นพื้นฐาน (Basic Fire Fighting)
- 6) การปฐมพยาบาลขั้นพื้นฐาน (First Aid Training)

3.6 ระบบใบอนุญาตทำงาน

ในกรณีที่ต้องทำงานที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนแปลงถังเก็บสารเคมีอันตราย โดยให้ครอบคลุมและเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานตามลักษณะงานที่มีความเสี่ยง ดังนี้

- 1) การทำงานในที่อับอากาศ เช่น การทำความสะอาดภายในถัง การทำความสะอาดบ่อดักสารเคมีอันตรายที่มีความลึก 1.5 เมตรขึ้นไป
- 2) การทำงานที่ก่อให้เกิดความร้อนและประกายไฟ เช่น การเชื่อม การตัด การเจาะโลหะ
- 3) การทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า
- 4) การทำงานบนที่สูง (Working at Height)
- 5) การทำงานที่เกี่ยวข้องกับการขุดเจาะ (Excavation) เช่น งานฐานรากถัง หรือกำแพงคอนกรีตงานขุดบ่อหรือรางระบาย
- 6) การทำงานที่เกี่ยวข้องกับรอก บันจัน เครน เช่น การซ่อมเปลี่ยนแผ่นหลังคาถัง
- 7) การทำงานที่เกี่ยวข้องกับรังสี เช่น การตรวจสอบรอยรั่วโดยการฉายรังสี (X-Ray)
- 8) การทำงานที่เกี่ยวข้องกับของเหลวหรืออากาศที่มีแรงดัน เช่น การทดสอบแรงดันท่อ
- 9) การทำงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีอันตราย เช่น การใช้กรดทำความสะอาดผิวโลหะ

3.7 การทำความสะอาดภายในถัง

การทำความสะอาดภายในถังเก็บสารเคมี มีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนสารเคมีที่จัดเก็บ ตรวจสอบความหนาของพื้นถัง ซ่อมแซมถัง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) การทำความสะอาดถังเพื่อเปลี่ยนสารเคมีที่จัดเก็บ
 - จะต้องสูบน้ำสารเคมีเดิมออกให้หมดและเปิดฝาช่องคนตลอดด้านบนทิ้งไว้เพื่อสารเคมีที่อาจจะตกค้างระเหยออก และเพื่อตรวจสอบว่าสารเคมีเดิมหมดจริง

- หากสารเคมีที่จะจัดเก็บสามารถใช้น้ำทำความสะอาดได้ ให้ค่อยๆ สูบถายนํ้าเข้าไปเพื่อทำการล้างสารเคมีที่ตกค้างอยู่และทำการระบายนํ้าออก จากนั้นทิ้งไว้ให้แห้งแล้วจึงทำการสูบถ่ายสารเคมีที่จะจัดเก็บใหม่เข้าไปในถังเก็บ และนำตัวอย่างสารเคมีที่สูบถ่ายเข้าไปใหม่ส่งห้องทดลองเพื่อวิเคราะห์คุณภาพและเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อน
- หากเป็นสารเคมีที่ไม่สามารถใช้น้ำทำความสะอาดได้ ให้นำไอระเหยของสารเคมีเดิมออกโดยการปล่อยถังทิ้งไว้และใช้การระบายแบบธรรมชาติ (Free Gas) จนมั่นใจว่าภายในถังสะอาดเพียงพอจึงจะทำการสูบถ่ายสารเคมีใหม่เข้าไปในถัง และนำตัวอย่างสารเคมีที่สูบถ่ายเข้าไปใหม่ส่งห้องทดลองเพื่อวิเคราะห์คุณภาพและเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อน
- หากมีการเปิดฝาด้านข้าง จะต้องมั่นใจว่าไม่มีสารเคมีตกค้างอยู่ในถังแล้ว
- ตรวจสอบปริมาณไอระเหยของสารเคมีปริมาณออกซิเจน ก่อนเข้าทำงานในถัง
- ควบคุมการล้างทำความสะอาดและเก็บนํ้าปนเปื้อนเพื่อส่งกำจัดให้ถูกต้องตามกฎหมาย

2) การทำความสะอาดเพื่อตรวจสอบหรือซ่อมแซมถัง

- สูบถ่ายสารเคมีเดิมออกให้หมด และเปิดฝาช่องคนตลอดด้านบนเพื่อตรวจสอบว่าสารเคมีเดิมหมดจริง เปิดฝาช่องคนตลอดด้านล่าง
- ปลดข้อต่อที่รับท่อจ่าย
- ตรวจสอบปริมาณไอระเหยของสารเคมี ปริมาณออกซิเจน ก่อนเข้าทำงานในถัง
- ควบคุมการล้างทำความสะอาดและเก็บนํ้าปนเปื้อนเพื่อส่งกำจัดให้ถูกต้องตามกฎหมาย
- ในกรณีที่ต้องมีการทำงานซ่อมแซมถัง จะต้องปลดสายดินออกจากตัวถังทั้งหมด

หมวดที่ 4 ระบบป้องกัน และระงับอัคคีภัย และแผนการอพยพในกรณีฉุกเฉิน

โรงงานต้องจัดให้มีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยสำหรับถังเก็บสารไวไฟ ดังนี้

4.1 ระบบน้ำดับเพลิงพร้อมแบบและรายการคำนวณ

ระบบน้ำดับเพลิงพร้อมแบบและรายการคำนวณต้องมีคำรับรองของบุคคลที่ระบุตามตารางที่ 2.1 โดยการออกแบบระบบน้ำดับเพลิงจะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมพื้นที่โรงงานทั้งหมดและสอดคล้องตามที่กฎหมายกำหนด สำหรับรายละเอียดในการออกแบบและการคำนวณสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากคู่มือการปฏิบัติงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน พ.ศ. 2552

กรณีถังเก็บสารไวไฟต้องจัดเตรียมโฟมเข้มข้นที่ใช้ในการดับเพลิงให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล โดยโรงงานต้องจัดให้มีโฟมเข้มข้นที่นำมาใช้เป็นสารละลายโฟมได้ตลอดเวลาตามหลักเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

- 1) จำนวนสารละลายโฟมที่ต้องฉีดเข้าถังเก็บสารไวไฟขนาดใหญ่ ให้คำนวณจากชนิดของถัง และชนิดของสารไวไฟตามที่กำหนดในตารางที่ 4.1
- 2) ปริมาณสารละลายโฟมต้องเติมเต็มท่อโฟม โดยการคำนวณจากขนาดและความยาวรวมของท่อโฟม
- 3) ปริมาณสารละลายโฟมที่ใช้สำหรับฉีดเสริมเฉพาะจุด ต้องมีอัตราการฉีดสารละลายโฟมไม่น้อยกว่า 183 ลิตรต่อนาที จำนวนอุปกรณ์ฉีดสารละลายโฟมและระยะเวลาในการฉีดสารละลายโฟม ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 4.2
- 4) สารละลายโฟมต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมในการดับเพลิงตามชนิดของสารไวไฟในแต่ละประเภท โดยจะต้องอ้างอิงกับเอกสารคู่มือความปลอดภัยสารเคมี (SDS – Safety Data Sheet) หรือคำแนะนำตามมาตรฐานสากล เช่น NFPA
- 5) ปริมาณโฟมเข้มข้นที่ต้องจัดเก็บให้คำนวณจากสารละลายโฟมตามข้อ 1) ถึง 3) ของถังที่ใช้ ปริมาณโฟมเข้มข้นสูงสุด
- 6) โรงงานที่มีปริมาณสารไวไฟไม่เกิน 120 ล้านลิตร ต้องมีการสำรองโฟมเข้มข้นไว้อีกไม่น้อยกว่าหนึ่งเท่า
- 7) โรงงานที่มีปริมาณสารไวไฟเกิน 120 ล้านลิตร ต้องมีการสำรองโฟมเข้มข้นไว้อีกไม่น้อยกว่าสามเท่า

ตารางที่ 4.1 การคำนวณอัตราการใช้สารละลายโฟมกับขนาดถังตามประเภทถังและความไวไฟ

ชนิดของถัง	ชนิดของสารไวไฟ	อัตราการใช้สารละลายโฟม (ลิตรต่อนาที/ตารางเมตร)	พื้นที่ที่ใช้ ในการคำนวณ (ตารางเมตร)	เวลาที่ใช้ในการ คำนวณ (นาที)
ชนิดหลังคา ไม่เคลื่อนที่ (Fixed Roof)	ชนิดไวไฟมาก	4.1	พื้นที่หน้าตัดของถัง	55
	ชนิดไวไฟปานกลาง หรือชนิดไวไฟน้อย			30
ชนิดหลังคาเคลื่อนที่ (Floating Roof)	ทุกชนิด	12.2	พื้นที่หน้าตัดระหว่าง เชื่อมกันโฟมบน หลังคาถึงถึงผนังถัง	20
ชนิดหลังคา เคลื่อนที่ภายใน (Internal Floating Roof)	ชนิดไวไฟมาก	4.1	พื้นที่หน้าตัดของถัง	55
	ชนิดไวไฟ ปานกลาง หรือ ชนิดไวไฟน้อย			30
	ทุกชนิด	12.2	พื้นที่หน้าตัดระหว่าง เชื่อมกันโฟมบน หลังคา ถึงถึงผนังถัง กรณีหลังคาลอย ภายในทำด้วยเหล็ก	20

ที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน, การจำแนกประเภทสารไวไฟ

- 1) สารไวไฟน้อย คือ สารไวไฟที่มีจุดวาบไฟ (Flash Point) ตั้งแต่ 60 องศาเซลเซียส ขึ้นไป
- 2) สารไวไฟปานกลาง คือ สารไวไฟที่มีจุดวาบไฟ (Flash Point) ตั้งแต่ 37.8 - 60 องศาเซลเซียส
- 3) สารไวไฟมาก คือสารไวไฟที่มีจุดวาบไฟ (Flash Point) ต่ำกว่า 37.8 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงขนาดของถังเก็บสารไวไฟกับจำนวนอุปกรณ์ฉีดสารละลายโฟม

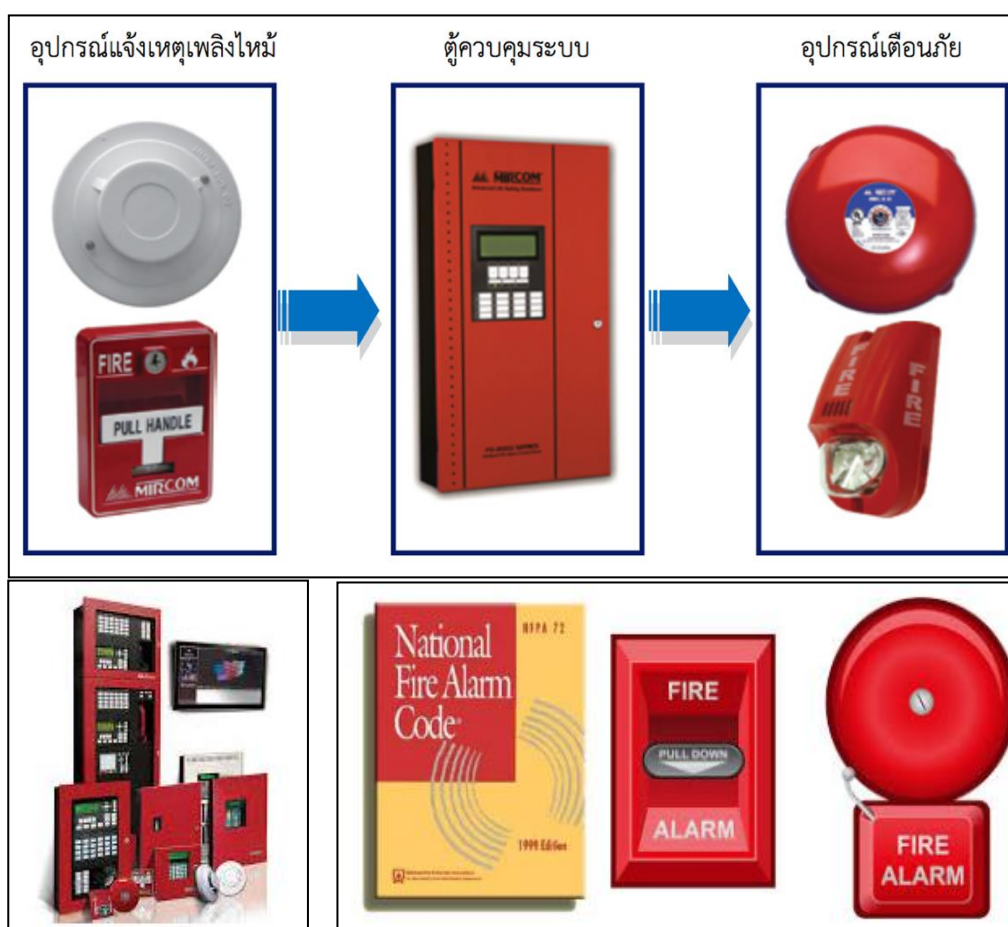
เส้นผ่าศูนย์กลางของถัง (เมตร)	จำนวนขั้นต่ำของอุปกรณ์ฉีดสารละลายโฟม (จุด)
ไม่เกิน 19.50	1
เกิน 19.50 - 36.0	2
เกิน 36.0	3

ตารางที่ 4.3 ขนาดของถังเก็บสารไวไฟกับระยะเวลาในการฉีดสารละลายโฟม

เส้นผ่าศูนย์กลางของถัง (เมตร)	เวลาขั้นต่ำของการฉีดสารละลายโฟม (นาที)
ไม่เกิน 10.50	10
เกิน 10.50 -28.50	20
เกิน 28.50	30

4.2 ระบบสัญญาณเตือนภัย

โรงงานต้องจัดให้มีระบบสัญญาณเตือนภัยที่สามารถได้ยินหรือรับรู้ได้อย่างทั่วถึง โดยต้องติดตั้งอุปกรณ์แจ้งเหตุไว้ใกล้กลุ่มถังเก็บสารเคมีอันตราย จุดรับจุดจ่ายสารเคมีอันตราย ไม่น้อยกว่าสองตำแหน่ง อยู่ในจุดที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย ระบบสัญญาณเตือนภัยต้องได้รับการทดสอบอย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง โดยสัญญาณเสียงสำหรับการอพยพในกรณีฉุกเฉินหรือเพลิงไหม้ต้องได้ยินอย่างทั่วถึง และมีเสียงที่แตกต่างไปจากเสียงอื่นที่ใช้ในโรงงาน มีระดับความดังของเสียงสัญญาณไม่น้อยกว่า 100 เดซิเบลเอ (วัดห่างจากจุดกำเนิดของเสียง 1 เมตรโดยรอบ) หรือให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัย หรือมาตรฐานสากล เช่น NFPA72 : National Fire Alarm and Signaling Code



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างระบบเตือนและแจ้งเหตุ

4.3 เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ต้องเหมาะสมกับประเภทของสารไวไฟและมีปริมาณเพียงพอ การติดตั้งให้เป็นไปตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

โรงงานที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัย	ความสามารถของเครื่องดับเพลิง	พื้นที่ครอบคลุมต่อเครื่องดับเพลิง ๑ เครื่องสำหรับเพลิงประเภท เอ (ตารางเมตร)	ระยะทางเข้าถึงเครื่องดับเพลิงสำหรับเพลิงประเภท บี (เมตร)
ปานกลาง	2A	280	-
	3A	418	-
	4A	557	-
	6A	836	-
	10A-40A	1,045	-
	10B	-	9
	20B	-	15
สูง	4A	372	-
	6A	557	-
	10A	930	-
	20A-40A	1,045	-
	40B	-	9
	80B	-	15

ที่มา: คู่มือการปฏิบัติตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน พ.ศ. 2552



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

สำหรับวิธีการติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือให้พิจารณาตามประเภทของเพลิงไหม้ ดังนี้

1) เพลิงประเภทเอ

กรณีเป็นโรงงานที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยปานกลาง มีพื้นที่ 2,000 ตารางเมตร ต้องการติดตั้งเครื่องดับเพลิงที่มีความสามารถในการดับเพลิง 2A หรือ 6A จะต้องติดตั้งทั้งหมดเท่าใด

วิธีคำนวณ

- ถ้าเลือก 2A: $(2,000/280) = 7.14$ ปัดเศษทศนิยมขึ้น = 8 เครื่อง

- ถ้าเลือก 6A: $(2,000/836) = 2.39$ ปัดเศษทศนิยมขึ้น = 3 เครื่อง

ดังนั้น เมื่อมีการเลือกเครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่มีความสามารถในการดับเพลิงที่แตกต่างกัน จะทำให้มีจำนวนการติดตั้งที่แตกต่างกันตามตัวอย่างข้างต้น ทั้งนี้ เมื่อได้จำนวนแล้วให้กำหนดจุดติดตั้ง โดยต้องมีระยะห่างระหว่างเครื่องไม่เกิน 20 เมตร หากไม่ครอบคลุมพื้นที่ต้องเพิ่มจำนวนเครื่องดับเพลิงให้ได้ตามระยะห่างดังกล่าวทุกถัง

2) เพลิงประเภทบี

กรณีเป็นโรงงานที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยปานกลาง ถ้าเลือกใช้เครื่องดับเพลิงขนาด 10B ต้องติดตั้งห่างจากจุดที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้จากเชื้อเพลิงของเหลวหรือก๊าซ เช่น ถังก๊าซเชื้อเพลิง ถังเก็บของเหลวไวไฟ จู๊ดรับ-จ่ายสารเคมี ไม่เกิน 9 เมตร ถ้าใช้เครื่องดับเพลิงขนาด 20B ระยะติดตั้งดังกล่าวต้องไม่เกิน 15 เมตร

4.4 ฝักบัวฉุกเฉินและที่ล้างตาฉุกเฉิน

จัดเตรียมฝักบัวฉุกเฉิน และที่ล้างตาฉุกเฉินในบริเวณการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับถังเก็บสารเคมีอันตรายให้เพียงพอตามที่กฎหมายกำหนด และต้องพิจารณาการเข้าถึงคุณภาพน้ำ และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการใช้งาน การออกแบบและติดตั้งจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดขั้นต่ำอ้างอิงตามมาตรฐานที่ล้างตาฉุกเฉิน ANSI Z358.1 : Eyewash standard



รูปที่ 4.3 ฝักบัวฉุกเฉิน (Emergency shower) และที่ล้างตาฉุกเฉิน (Eyewash)

- 1) สำรวจและตรวจสอบความต้องการในการใช้ฝักบัวฉุกเฉิน ที่ล้างตาฉุกเฉิน โดยพิจารณาจากกิจกรรมในการประเมินความเสี่ยง และจะต้องศึกษาข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี (SDS) ให้ละเอียดว่าสารเคมีอันตรายชนิดใดจะทำปฏิกิริยากับน้ำ หรือมีข้อห้ามในการใช้น้ำเพื่อชำระล้างหรือไม่
- 2) ฝักบัวฉุกเฉินและที่ล้างตาฉุกเฉินต้องมีคุณภาพและลักษณะตามมาตรฐานสากลหรือตามที่กฎหมายกำหนด
- 3) ฝักบัวฉุกเฉินและที่ล้างตาฉุกเฉินต้องเข้าถึงได้โดยง่ายและสามารถชะล้างสารเคมีอันตรายออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจมีการพิจารณาติดตั้งสัญญาณเสียงหรือสัญญาณแสงหากมีการใช้งานอุปกรณ์
- 4) มีการดูแล ตรวจสอบรวมทั้งทดสอบการใช้งาน อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

4.5 แผนฉุกเฉินกรณีเกิดการรั่วไหลจากถังเก็บของเหลวไวไฟ

- ในกรณีที่พนักงานพบของเหลวไวไฟรั่วไหลได้กลิ่นหรือพบกลุ่มไอสารเคมีให้รีบดำเนินการ
 - กดสัญญาณแจ้งเหตุฉุกเฉิน
 - แจ้งศูนย์ควบคุมเหตุฉุกเฉินหรือผู้ควบคุมเหตุฉุกเฉินและรีบออกจากพื้นที่ถังเก็บโดยตรง
 - ถ้าพนักงานดังกล่าวเคยผ่านการฝึกซ้อมควบคุมเหตุฉุกเฉินมาก่อนให้ดำเนินการสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลและปฏิบัติตามแนวทางในการปฏิบัติสำหรับสารนั้น ๆ
- กำหนดเขตพื้นที่ที่ปลอดภัยในกรณีรั่วไหลขนาดเล็กให้ใช้ทรายแห้งหรือดินแห้งเพื่อลดการแพร่กระจาย และใช้อุปกรณ์ที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดประกายไฟกับสารที่หก และรวบรวมสารที่ดูดซับเก็บไว้ในภาชนะปิดและนำไปกำจัดต่อไป

ในกรณีที่รั่วไหลปริมาณมากให้ดำเนินการปิดกั้นเขตที่มีการรั่วไหลโดยรอบไม่น้อยกว่า 50 เมตรทันที เพื่อป้องกันบุคคลไม่ได้รับอันตราย และใช้วัสดุดูดซับ หุ่น หรือ บวม ล้อมบริเวณที่รั่วไหล พร้อมทำคันดินหรือทรายกั้นในจุดเกิดเหตุ เพื่อป้องกันไม่ให้สารไหลลงแหล่งน้ำ ทั้งนี้จะต้องจัดให้มีการระบายอากาศในบริเวณที่เกิดการรั่วไหลและให้เคลื่อนย้ายแหล่งจุดติดไฟทั้งหมดออกไป

- ใช้น้ำฉีดเป็นฝอยเพื่อลดการเกิดไอระเหยหรือทำให้ไอไม่กระจายตัว พร้อมทั้งห้ามแตะต้องหรือเดินเข้าไปบนบริเวณที่มีการรั่วไหล
- ห้ามเข้าปฏิบัติการในกรณีที่ยังไม่ทราบข้อมูลใด ๆ เป็นอันตราย ให้เข้าไปยังจุดเกิดเหตุทางเหนือลมเพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสไอระเหยของสารนั้น
- ประเมินสถานการณ์ของเหตุฉุกเฉินทันทีว่ามีความรุนแรงเพียงใด เจ้าหน้าที่ที่สามารถควบคุมเหตุฉุกเฉินได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้จะต้องตัดสินใจขอความร่วมมือจากหน่วยงานภายนอก ประเด็นที่ควรพิจารณาในการประเมินความรุนแรงของเหตุฉุกเฉิน ได้แก่
 - ปริมาณการรั่วไหลของสารนั้น
 - อุปกรณ์ในการควบคุมการรั่วไหลมีเพียงพอหรือไม่
 - อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล
- เข้าปฏิบัติการควบคุมเหตุฉุกเฉิน เช่น อุดรอยรั่ว โดยปฏิบัติตามข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี (SDS) สำหรับสารอันตรายชนิดนั้นอย่างเคร่งครัด โดยเครื่องมือจะต้องเป็นประเภทที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟและต้องมีการต่อสายดิน
- การดำเนินการภายหลังเกิดเหตุฉุกเฉิน
 - สอบสวนถึงสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุเพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันครั้งต่อไป
 - สำรวจความเสียหาย
 - ประเมินประสิทธิภาพของมาตรการป้องกันและควบคุมเหตุฉุกเฉินที่ใช้อยู่
 - ประเมินประสิทธิภาพของทีมปฏิบัติการฉุกเฉินเพื่อปรับปรุงแผนปฏิบัติการเหตุฉุกเฉินให้มีประสิทธิภาพ

4.6 แผนฉุกเฉินกรณีเกิดเพลิงไหม้ถึงเก็บของเหลวไวไฟ

- เมื่อมีผู้พบเห็นเหตุการณ์ต้องดำเนินการดังนี้
 - ผู้พบเห็นต้องแจ้งเหตุเพลิงไหม้หรือวิธีการใดที่รวดเร็วชัดเจน เพื่อให้ผู้อื่นทราบ และแจ้งทีมดับเพลิงของโรงงาน พนักงานดับเพลิง
 - พยายามใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือหรืออุปกรณ์อื่นเท่าที่มีเข้าทำการดับเพลิงทันที
- พนักงานผู้ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการดับเพลิงต้องรีบออกจากพื้นที่ถึงเก็บทันที ตามแผนการอพยพของโรงงาน
- ให้ปิดกั้นบริเวณที่เกิดเหตุในทุกทิศทางโดยอนุญาตให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเข้าปฏิบัติการเท่านั้น
- พนักงานผู้มีหน้าที่รับผิดชอบตามแผนฉุกเฉินอำนวยความสะดวกแก่หน่วยดับเพลิงจากภายนอกที่มาทำการช่วยเหลือในการดับเพลิง เช่น นำไปยังสถานที่เกิดเหตุหรือนำไปยังสถานที่ติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงของโรงงาน และแจ้งรายละเอียดของเหลวที่บรรจุในถังเก็บที่เกิดเพลิงไหม้ เป็นต้น
- ในการดับเพลิงจะต้องฉีดน้ำดับเพลิง เพื่อหล่อเย็นถังเก็บที่เกิดเพลิงไหม้และถังอื่นที่อยู่ใกล้เคียงตลอดเวลา
- ให้พนักงานที่ได้รับมอบหมายในการปฐมพยาบาลคอยช่วยเหลือในการปฐมพยาบาล หรือส่งต่อผู้ป่วย หรือผู้ได้รับบาดเจ็บไปยังสถานพยาบาลได้อย่างปลอดภัย
- กรณีที่เกิดอุบัติเหตุร้ายแรง เช่น ถังเก็บของเหลวไวไฟระเบิดหรือมีไอสารไวไฟจำนวนมาก หัวหน้าผู้ควบคุมสถานการณ์ควรสั่งให้พนักงานทุกคนออกจากพื้นที่บริเวณโรงงานอย่างระมัดระวัง โดยปฏิบัติตามแผนการอพยพในระหว่างเกิดเหตุฉุกเฉิน เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยหรือผู้ประสานงานเหตุฉุกเฉินรวบรวมและประเมินข้อมูลข่าวสารจัดเตรียมเอกสารแจ้งข่าวประชาสัมพันธ์ เพื่อแจ้งข้อมูลสถานการณ์ให้กับโรงงานใกล้เคียงและชุมชนโดยรอบ

หมวดที่ 5 การบำรุงรักษา ตรวจสอบ และทดสอบในระหว่างการใช้งาน

โรงงานจะต้องมีการวางแผนการบำรุงรักษาและการตรวจสอบตามคำแนะนำ ดังนี้

5.1 ถังเก็บสารเคมีอันตรายต้องมีการบำรุงรักษา การตรวจสอบและรายงานผลการตรวจสอบโดยการตรวจสอบภายนอกอย่างน้อยทุก 5 ปี และภายในถังทุก 10 ปี

5.2 ระบบท่อและอุปกรณ์ต้องมีการบำรุงรักษา ตรวจสอบและรายงาน

ตารางที่ 5.1 การบำรุงรักษา ตรวจสอบ และทดสอบในระหว่างการใช้งาน

ลำดับ	อุปกรณ์	การบำรุงรักษาและการตรวจสอบ	ความถี่ในการตรวจสอบ
1	ท่อ วาล์ว	การตรวจพินิจ เพื่อหาจุดผิดปกติ เช่น จุดรั่วซึมสนิมหรือการกัดกร่อนผิวท่อและอุปกรณ์	ปีละ 1 ครั้ง
		การวัดความหนาของท่อด้วยวิธีการอัลตราโซนิก (UTM - Ultrasonic Thickness Measurement) โดยวิธีการสุ่มหรือตรวจซ้ำจากผลการตรวจพินิจ	ทุก ๆ 15 ปี หรือตามผลการประเมินการกัดกร่อน
2	เครื่องสูบล้าง (Pump) และตัวกรอง (Strainer)	การตรวจพินิจ เพื่อหาจุดผิดปกติ เช่น จุดรั่วซึมสนิมหรือการกัดกร่อน และทำความสะอาดตัวกรอง	เดือนละ 1 ครั้ง
		การตรวจสอบการสั่น การตรวจสอบการทำงานและตั้งศูนย์เครื่องสูบล้าง (Alignment) ระบบป้องกันการรั่วซึม ซีล (Seal) ปะเก็น (Gasket)	ทุก 6 เดือน
		การตรวจสอบระบบไฟฟ้าของเครื่องสูบล้าง ตรวจสอบระบบป้องกันการรั่วซึม ซีล (Seal) ปะเก็น (Gasket) พร้อมแก้ไขหรือเปลี่ยนตามสภาพและอายุการใช้งานตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องสูบล้าง ตั้งศูนย์กลางเครื่องสูบล้าง	ปีละ 1 ครั้ง
3	เช็คน กำแพงคอนกรีต บ่อดักสารเคมีอันตราย	การตรวจพินิจเพื่อหาจุดบกพร่อง เช่น รอยคอนกรีตชำรุด รอยรั่วซึม	ปีละ 1 ครั้ง

ลำดับ	อุปกรณ์	การบำรุงรักษาและการตรวจสอบ	ความถี่ในการตรวจสอบ
4	อุปกรณ์วัดระดับ และ อุปกรณ์เตือนก่อนการล้นถึง	การตรวจพินิจสภาพการใช้งานและ สภาพอุปกรณ์เพื่อหาจุดบกพร่อง ที่อาจเกิดขึ้น เช่น จุดต่อเชื่อม สายสัญญาณ ระบบป้องกันความเสียหาย ของอุปกรณ์ การแตกหักชำรุดของอุปกรณ์	เดือนละ 1 ครั้ง
		การตรวจสอบทางเทคนิคตามคำแนะนำ ในคู่มือจากผู้ผลิต รวมถึงการทดสอบ ฟังก์ชันระบบเตือนก่อนการล้น	ปีละ 1 ครั้ง
5	อุปกรณ์วัดความดัน	การตรวจพินิจสภาพการใช้งานและ สภาพอุปกรณ์ เพื่อหาจุดบกพร่อง ที่อาจเกิดขึ้น เช่น จุดเชื่อมต่ออุปกรณ์ ระบบป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ การแตกหักชำรุดของอุปกรณ์	เดือนละ 1 ครั้ง
		การตรวจสอบทางเทคนิคตามคำแนะนำ ในคู่มือจากผู้ผลิต รวมถึงการทดสอบ ฟังก์ชันและสอบเทียบ	ปีละ 1 ครั้ง
6	อุปกรณ์ระบายความดัน	การตรวจพินิจสภาพการใช้งานและสภาพ อุปกรณ์ เพื่อหาจุดบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น เช่น จุดเชื่อมต่ออุปกรณ์ ระบบป้องกัน ความเสียหายของอุปกรณ์ การแตกหัก ชำรุดของอุปกรณ์ การอุดตันทางระบาย แรงดัน	เดือนละ 1 ครั้ง
		การตรวจสอบทางเทคนิคตามคำแนะนำ ในคู่มือจากผู้ผลิต รวมถึงการทดสอบ ฟังก์ชันและสอบเทียบ	ปีละ 1 ครั้ง
7	อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	การตรวจพินิจสภาพการใช้งานและสภาพ อุปกรณ์เพื่อหาจุดบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น เช่น จุดเชื่อมต่ออุปกรณ์ ระบบป้องกัน ความเสียหายของอุปกรณ์ การแตกหัก ชำรุดของอุปกรณ์	เดือนละ 1 ครั้ง
		การตรวจสอบทางเทคนิคตามคำแนะนำ ในคู่มือจากผู้ผลิต รวมถึงการทดสอบการ ทำงานและสอบเทียบ	ปีละ 1 ครั้ง

ลำดับ	อุปกรณ์	การบำรุงรักษาและการตรวจสอบ	ความถี่ในการตรวจสอบ
8	อุปกรณ์ดักเปลงไฟ	การตรวจพินิจสภาพการใช้งานและสภาพอุปกรณ์เพื่อหาจุดบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น เช่น จุดเชื่อมต่ออุปกรณ์ ระบบป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ การแตกหักชำรุดและการอุดตันของอุปกรณ์	เดือนละ 1 ครั้ง
		การตรวจสอบทางเทคนิคตามคำแนะนำในคู่มือจากผู้ผลิต รวมทั้งการทำ ความสะอาดตัวกรอง	ทุก 6 เดือน
9	ระบบไฟฟ้า	การตรวจสอบระบบการทำงานและความปลอดภัยในการใช้งานโดยบุคคลที่ระบุตามตารางที่ 2.1	ปีละ 1 ครั้ง
10	ระบบสายดินและอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า	การวัดค่าความต้านทานของสายดินไม่ให้เกิน 10 โอห์ม	ปีละ 1 ครั้ง
11	ระบบบำบัดไอสารเคมีอันตราย	การทำความสะอาดและตรวจสอบการทำงาน ให้เป็นไปตามการออกแบบ	ปีละ 1 ครั้ง
12	ระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย	การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ	เดือนละ 1 ครั้ง
		การทดสอบเดินเครื่องสูบน้ำดับเพลิง - ขับด้วยเครื่องยนต์ - ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เดือนละ 1 ครั้ง
		การฝึกซ้อมป้องกันและระงับอัคคีภัย	ปีละ 1 ครั้ง

5.3 บันทึกการตรวจสอบจะต้องจัดทำขึ้นและเก็บรักษาไว้ ไม่น้อยกว่า 5 ปี

5.4 การตรวจสอบภายนอก ภายใน และการบำรุงรักษาถังเก็บสารเคมีอันตราย ตามมาตรฐาน API 653 Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction

โรงงานต้องจัดให้มีการตรวจสอบรับรองถังเก็บสารเคมีอันตรายโดยกำหนดการตรวจสอบภายนอกถัง (External Inspection) ตามมาตรฐานสากลทุก 5 ปี และตรวจสอบภายในถัง (Internal Inspection) ทุก 10 ปี และสามารถขยายช่วงระยะเวลาการตรวจสอบภายในถังเพิ่มเติมขึ้นได้ โดยต้องมีมาตรการป้องกันด้านในและด้านนอกเพิ่มเติมตามที่กำหนดในมาตรฐานสากล เช่น API 653 เป็นต้น พร้อมทั้งต้องให้บุคลากรที่ระบุตามตารางที่ 2.1 ลงนามรับรองผลการตรวจสอบ โดยมีข้อกำหนดในการตรวจตามตารางที่ 5.2

5.5 ในกรณีที่พบการสึกกร่อนของถังเก็บสารเคมีอันตรายขนาดใหญ่ตามแนวตั้ง (Vertical Storage Tank) โรงงานจะต้องทำการตรวจสอบและวางแผนดำเนินการแก้ไขทันที

ตารางที่ 5.2 รายการตรวจสอบและทดสอบถังเก็บภายในและภายนอก ตามมาตรฐาน API 653

การตรวจสอบภายนอกถัง (ทุก 5 ปี)	ตรวจภายนอกถัง (ทุก 10 ปี)	การตรวจภายในถัง (ทุก 10 ปี)
1) ตรวจพินิจการรั่วซึมหรือการสึกกร่อนของผนังหลังคาถังและสภาพรอยเชื่อมภายนอก 2) อุปกรณ์นิรภัยระบายไอสารเคมีอันตราย 3) อุปกรณ์เครื่องมือวัดระดับสารเคมีอันตราย อุณหภูมิรวมทั้งอุปกรณ์สัญญาณเตือนภัย 4) ระบบระบายน้ำจากพื้นถังสู่ร่องระบายน้ำรอบฐานถังไปยังระบบบำบัดหรือแยกน้ำปนเปื้อนสารเคมีอันตราย 5) ระบบระบายน้ำฝนบนหลังคาถังชนิดแบบลอยตัว 6) บันไดถาวร บันไดบนหลังคาแบบเคลื่อนที่ได้หรือแบบลอยตัว (Floating Roof) จุดหมุนล้อเลื่อนของบันไดบนหลังคา และระบบสายดินระหว่างหลังคาถังกับผนังถัง 7) การหลุดตัวของฐานถังสภาพฐานถังและความเอียงของถัง 8) ช่องวัดระดับสารเคมีอันตราย 9) ช่องเก็บตัวอย่าง 10) แผ่นหุ้มฉนวนถัง (ถ้ามี) 11) ลูกลอยทุ่นลอยและวัสดุกันรั่วของถังชนิดหลังคาลอยชนิดเปิด	ให้ตรวจตามรายการตรวจภายนอกทุก 5 ปี และให้ตรวจเพิ่มเติมตามรายการดังนี้ 1) บันไดและชานพักบันได ให้ตรวจสอบสภาพโครงสร้างเหล็ก และแนวเชื่อมของชั้นบันไดและราวบันไดระยะห่าง สภาพ และการเชื่อมต่อระหว่างพื้นกับชั้นบันไดขั้นแรกและช่องวัดระดับสารเคมีอันตรายและฝาปิด 2) หลังคาถังชนิดหลังคาแบบไม่เคลื่อนที่ (Fixed Roof) ให้ตรวจหารอยพรุนที่เกิดจากสนิม รอยแตกร้าวและการสึกกร่อนที่ตะเข็บรอยเชื่อมแนวเชื่อมรอบขอบถังและราวกันตรอบถัง 3) หลังคาถังแบบเคลื่อนที่ได้หรือแบบลอยตัว (Floating Roof) ให้ตรวจสภาพวัสดุกันรั่วของหลังคาถัง ระยะห่างของวัสดุกันรั่วกับผนังถัง การเปื่อยตัวของวัสดุกันรั่วกับผนังถัง ตรวจการรั่วซึมของทุ่นหลังคาลอย และระบบกลไกของบันไดลงถัง รวมถึงสายดินรอบถัง 4) ตรวจสอบสภาพสีเคลือบผนังถังโดยรอบ รอยแตกของสี การสึกกร่อน รอยบุบของสภาพแนวเชื่อมและการรั่วซึมของผนังถัง	ก่อนการตรวจสอบภายในถังเก็บสารเคมีอันตราย ต้องทำความสะอาดถังก่อนทำการตรวจสอบ และกำจัดสนิมออกด้วยวิธีขัดผิวโดยการยิงเม็ดเหล็ก ทราาย หรือน้ำด้วยความดันสูง และทำการตรวจสอบและทดสอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้ 1) ผนังถังให้ตรวจสอบแนวเชื่อมบริเวณที่เชื่อมต่อระหว่างผนังถังกับพื้นถังและบริเวณใกล้เคียงตรวจสอบสนิมขุมหรือขุมสนิมกระจายบริเวณแผ่นเหล็ก ความเรียบของพื้นถัง การโก่งและทรุดของพื้นถัง การสึกกร่อนใต้พื้นถัง บ่อน้ำทิ้ง และท่อระบายน้ำทิ้งในถัง และตรวจหาการรั่วซึมตามแนวเชื่อมโดยวิธี Vacuum Test หรือ Magnetic Particle Test หรือ Liquid Dye Penetrant Test หรือวิธีการอื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่า API 653 2) ผนังถังภายใน ให้ตรวจสอบบริเวณแนวเชื่อมระหว่างผนังถังและพื้นถัง รอยที่เกิดจากการเชื่อมระหว่างแผ่นเหล็กเสริมกับผนังถัง แนวเชื่อมของอุปกรณ์ส่วนควบที่ติดกับผนังถัง การบิดงอและการเอียงของผนังถัง และรอยสึกกร่อน บุบ ยุบตัว การหลุดร่อนของสีเคลือบภายในถัง

การตรวจสอบภายนอกถัง (ทุก 5 ปี)	ตรวจภายนอกถัง (ทุก 10 ปี)	การตรวจภายในถัง (ทุก 10 ปี)
12) ระบบสายดินรอบฐานถัง 13) สภาพของสีที่ทาภายนอก 14) สภาพและความแข็งแรงของราวกันตกบนหลังคาถัง 15) คราบสารเคมีอันตรายที่รั่วซึมจากผนังชั้นล่างส่วนที่ติดกับพื้นถังที่วางบนฐานถัง 16) การรั่วซึมของจุดต่อท่อรับ ท่อจ่าย และอุปกรณ์ในส่วนที่ติดกับถัง ในกรณีที่ถังที่สร้างใหม่ตามมาตรฐาน API 650 ให้เริ่มตรวจสอบภายนอกครั้งแรกในปีที่ครบการใช้งาน 10 ปี พร้อมกับการตรวจสอบภายในถังในครั้งเดียวกัน และให้เริ่มตรวจสอบภายนอกถังในอีกครั้งในอีก 5 ปี นับจากวันที่ตรวจหลังจากใช้งานครบ 10 ปีแรก สำหรับถังที่ผ่านการใช้งานมาเกิน 10 ปี ให้พิจารณาวางแผนการตรวจสอบถังทั้งภายในและภายนอกของถังทันที หากสภาพการใช้งานมีความเสี่ยงสูง เช่น พบสภาพผิวของถังมีจุดรั่วซึม สภาพถังพบการผุกร่อนอย่างมีนัยสำคัญ หรือภายในระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี	5) ตรวจสอบการทรุดตัวโดยรอบของถังและตรวจหาการรั่วซึมหรือการแทรกซึมของน้ำบริเวณจุดเชื่อมต่อผนังถังกับพื้นถัง ความเอียงของถังไม่ควรเกินค่ามาตรฐาน คือ ร้อยละ 1 ของความสูงของถัง 6) บริเวณเหล็กเสริมความแข็งแรงรอบขอบถังให้ตรวจสอบการสึกกร่อน การรั่วซึม และการแตกร้าวของตะเข็บแนวเชื่อม 7) ตรวจสอบการบิดงอหรือรอยร้าวของอุปกรณ์ที่ติดกับถัง เช่น ท่อสารเคมีอันตราย ท่อรับจ่ายสารเคมีอันตราย ช่องสำหรับทางเข้าออก และการทำงานของวาล์วต่าง ๆ 8) ผนังถังที่มีฉนวนห่อหุ้มให้ลอกฉนวนห่อหุ้มถังในบริเวณที่อาจมีความชื้นสะสมอยู่ ได้แก่ ขายึดเหล็กเสริมความแข็งแรงรอบขอบถังด้านบนสุด เหล็กเสริมความแข็งแรงของผนังถัง และเหล็กรัดฉนวน หากสงสัยว่ามีน้ำรั่วซึมเข้าไปในฉนวนห่อหุ้มถัง ให้เปิดฉนวนห่อหุ้มถังเพื่อตรวจสอบการสึกกร่อนของพื้นผิวถังบริเวณนั้น	3) ในการตรวจสอบถังที่มีการซ่อมรอยเชื่อมของพื้นถังหรือผนังถัง การเปลี่ยนผนังถัง พื้นถัง การเชื่อมต่ออุปกรณ์ส่วนควบ และการเจาะผนังถังหรือพื้นถังให้ทำการตรวจสอบเช่นเดียวกับถังใหม่ ตามหลักเกณฑ์ที่อ้างอิงจากมาตรฐานการออกแบบและควบคุมการก่อสร้าง API 650 4) ต้องทำการทดสอบความดันน้ำที่ระดับร้อยละ 100 เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เมื่อมีการกระทำต่อถังดังต่อไปนี้ • การเจาะผนังถังส่วนที่ต่ำกว่าระดับบรรจุให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน 12 นิ้ว หรือการเจาะช่องพื้นถังขนาดใด ๆ ห่างผนังถังไม่เกิน 0.30 เมตร • การตัดออกเปลี่ยน หรือเพิ่มผนังถังส่วนที่อยู่ต่ำกว่าระดับบรรจุออกแบบของถังหรือพื้นถังส่วนที่รองผนังถังที่ด้านใดด้านหนึ่งยาวกว่า 0.30 เมตร • แนวเชื่อมแนวตั้งของผนังถังหรือแนวเชื่อมในแนวรัศมีที่เชื่อมระหว่างเหล็กแผ่นรองผนังถังที่ยาวกว่า 0.30 เมตรขึ้นไป หรือมีการเชื่อมซ่อมลึกลงมากกว่า 1 ใน 2 ของความหนาของแนวเชื่อม • การเปลี่ยนพื้นถังใหม่เว้นแต่ว่าการเปลี่ยนพื้นถังนั้นไม่กระทบต่อฐานรากของถัง ไม่เปลี่ยนแปลงสภาพพื้นถังส่วนรองผนังถัง หรือไม่กระทบต่อพื้นถัง

การตรวจสอบภายนอกถัง (ทุก 5 ปี)	ตรวจภายนอกถัง (ทุก 10 ปี)	การตรวจภายในถัง (ทุก 10 ปี)
		บริเวณวิกฤต ภายในระยะ 3 นิ้ว จากขอบถัง สำหรับถังที่ไม่มีส่วนรองผนังถัง • การรื้อหรือเชื่อมใหม่ของรอยเชื่อมระหว่างผนังถังกับพื้นถังหรือพื้นถังส่วนรองผนังถัง • การหนูนยกถังขึ้น 5) หลังคาชนิดไม่เคลื่อนที่ (Fixed Roof) และโครงสร้างหลังคา หากปรากฏว่าความหนาของแผ่นหลังคาลดลงหรือมีรูโหว่ต้องตรวจสอบ ดังต่อไปนี้ • เหล็กเสริมความมั่นคงแข็งแรงรอบขอบถังด้านบนสุด • การสึกกร่อนใต้ขอบหลังคา • จุดน้ำขังบนโครงสร้างหลังคา • เสารับโครงหลังคา • ท่อสำหรับเครื่องวัดระดับสารเคมีอันตรายและเครื่องวัดอุณหภูมิ 6) หลังคาชนิดหลังคาแบบเคลื่อนที่ได้ (Floating Roof) 7) ต้องตรวจสอบ ดังต่อไปนี้ • การรั่วซึมภายในท่อนลอยและการรั่วซึมของแผ่นหลังคาที่สัมผัสกับสารเคมีอันตราย • ระบบระบายน้ำบนหลังคาและอุปกรณ์พักน้ำจากหลังคาสู่ท่อระบายน้ำจากหลังคาชนิดท่ออ่อนหรือท่อแข็ง

การตรวจสอบภายนอกถัง (ทุก 5 ปี)	ตรวจภายนอกถัง (ทุก 10 ปี)	การตรวจภายในถัง (ทุก 10 ปี)
		• ท่อวัดระดับสารเคมีอันตรายและฝาปิด • ความกลมของถังและช่องว่างระหว่างวัสดุกันรั่วกับผนังถัง • ท่อดูดแบบเคลื่อนที่หรือลอยตัว • ขดความร้อนและเครื่องทำความร้อนที่ท่อดูด (ถ้ามี) 8) การตรวจสอบความหนาของแผ่นเหล็กผนังถังเก็บสารเคมีอันตรายต้องปฏิบัติ ดังต่อไปนี้ • วัดความหนาของแผ่นเหล็กอย่างน้อยแผ่นละหนึ่งจุดด้วยวิธีการอัลตราโซนิกสแกน (Ultrasonic Scanner) หรือการวัดโดยใช้เครื่องวัดความหนาแบบอัลตราโซนิก (Ultrasonic Thickness Gauge) หรือวิธีการอื่นที่มีมาตรฐานสากล เช่น API 653 • ให้ผู้ตรวจสอบกำหนดพื้นผิวและจำนวนจุดที่จะทดสอบโดยพิจารณาจากประวัติของถังในบริเวณดังต่อไปนี้ - บริเวณที่เคยมีประวัติการสึกกร่อนมากต้องตรวจสอบซ้ำ - บริเวณผนังถังช่วง 30 เซนติเมตร จากก้นถังและจากขอบบนของถัง - บริเวณรอบฐานถังที่มีน้ำขังต้องตรวจสอบความหนาของส่วนรองผนังถังอย่างละเอียด

การตรวจสอบภายนอกถัง (ทุก 5 ปี)	ตรวจภายนอกถัง (ทุก 10 ปี)	การตรวจภายในถัง (ทุก 10 ปี)
		9) พิกัดขนาดของถังต้องอยู่ในค่ามาตรฐานดังต่อไปนี้ • ค่าความดิ่ง (Plummet) ไม่เกิน 1 ใน 100 ของความสูงของถังโดยวัดที่ขอบบนสุดของถังเทียบกับขอบล่างสุด หรือไม่เกินร้อยละ 1 ของความสูงถัง • ค่าความกลม (Roundness) รัศมีของถังเมื่อวัดที่ระดับ 30 เซนติเมตร เหนือแนวเชื่อมพื้นถัง จะต้องไม่เกินค่าตามที่กำหนด • ค่าโก่งตัวหรือยุบตัวของผนังถังตามแนวเชื่อมตั่ง (Peaking) ต้องไม่เกิน 13 มิลลิเมตร เมื่อวัดเทียบกับแบบความโค้งของผนังถังที่ยาว 900 มิลลิเมตร • ค่าโก่งตัวหรือยุบตัวของผนังถังตามแนวเชื่อมนอน (Banding) ต้องไม่เกิน 25 มิลลิเมตร เมื่อวัดเทียบกับแบบความตรงของผนังถังที่ยาว 900 มิลลิเมตร

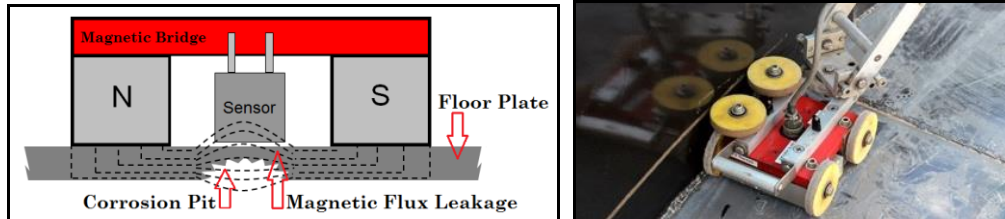
หมวด 6 การบริหารจัดการของเสีย

โรงงานจะต้องจัดทำแผนและขั้นตอนการบริหารจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บสารเคมีอันตรายในถัง ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 พ.ศ. 2535 ดังนี้

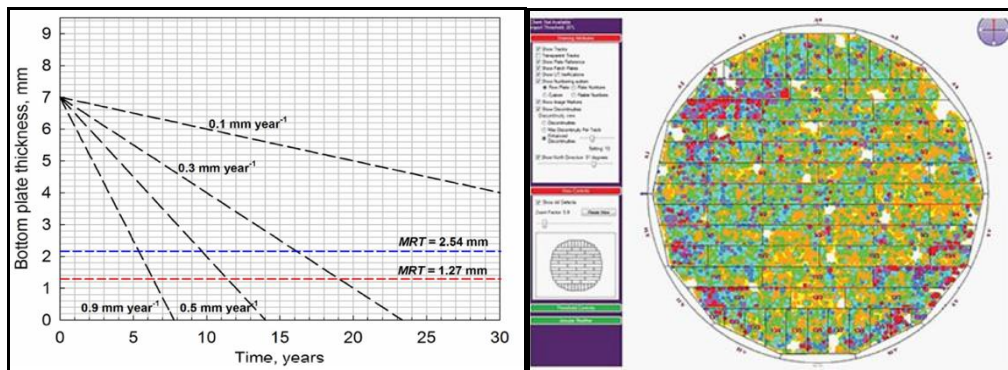
- 6.1 จัดให้มีการคัดแยกวัสดุปนเปื้อนสารเคมีอันตราย ตามประเภทของสารเคมี คือ สารไวไฟ สารกัดกร่อน และสารพิษ รวมไปถึงการแยกการจัดในแต่ละประเภทของวัสดุปนเปื้อนสารเคมี
- 6.2 จัดให้มีระบบควบคุมการระบายน้ำฝนออกจากบริเวณกลุ่มถังเก็บสารเคมีอันตราย และแยกน้ำปนเปื้อนสารเคมีอันตรายออกจากระบบระบายน้ำฝน รวมทั้งมีระบบการบริหารจัดการกรณีเกิดสารเคมีอันตรายหกฉลักไหล มีการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนสารเคมีอันตราย และทดสอบคุณภาพน้ำทิ้งตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน พ.ศ. 2560
- 6.3 ในการบริหารจัดการและกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับถังเก็บสารเคมีอันตราย โรงงานจะต้องปฏิบัติ ในเรื่องการแจ้งปริมาณการครอบครอง จัดเก็บ การนำออก การขนส่งและการกำจัด ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548

ภาคผนวก

ก) การประเมินความเสี่ยงในเรื่องอัตราการกัดกร่อน (Corrosion Rate) และอายุการใช้งานของถัง ตามมาตรฐาน API 653 โดยการทำเทคนิคฟลอร์สแกน (FLOOR SCAN หรือเทคนิค Magnetic flux leakage (MFL) หรือการตรวจวัดความหนาด้วยเทคนิคยูทีแอสแกนหรืออัลตราโซนิกสแกน (UT-ULTRASONIC SCAN) เพื่อใช้ผลของการตรวจวัดในการคำนวณและระบุอัตราการกัดกร่อนของผิวโลหะซึ่งจะสามารถประเมินอายุการใช้งานของถังจนถึงการตรวจวัดในรอบถัดไป



รูปที่ 1 ภาพแสดงตัวอย่างการตรวจสอบอัตราการกัดกร่อนของถัง



รูปที่ 2 ภาพแสดงตัวอย่างผลการตรวจสอบอัตราการกัดกร่อนและอายุการใช้งานของถัง

ข) การออกแบบและติดตั้งระบบสายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า ถัง และอาคาร

ในการออกแบบและติดตั้งระบบสายดินตามมาตรฐานหลักดินตาม ว.ส.ท. กำหนดให้มีคุณสมบัติดังนี้

- แท่งทองแดง (solid copper) ต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว (16 มิลลิเมตร) ยาวไม่น้อยกว่า 8 ฟุต (2.40 เมตร)
- แผ่นโลหะที่มีพื้นที่สัมผัสไม่น้อยกว่า 1,800 ตารางเซนติเมตร หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ต้องฝังลึกจากผิวดินไม่น้อยกว่า 160 เซนติเมตร
- โครงสร้างอาคารที่เป็นโลหะซึ่งมีค่าความต้านทานไม่เกิน 5 โอห์ม
- แท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง(copperbonded ground rod)
 - ต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.560 นิ้วหรือ14.20 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 8 ฟุต (2.40 เมตร)

-
- ส่วนประกอบต่างๆ ของระบบการต่อลงดิน
1. หลักดิน
2. สายต่อหลักดิน
3. สายต่อฝาก
4. สายที่มี การ ต่อลงดิน / สายนิวทรัล กฟน
5. N Bar
6. G Bar
7. สายนิวทรัล
8. สายดินของ บริษัทฯ ไฟฟ้า
9. N-G Bonding
10. 5 Ohm

การเลือกวิธีการต่อระบบสายดิน

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม

รอยต่อต่างๆ จะใช้วิธีการเชื่อม และอาจเชื่อมกับเหล็กเสาเข็ม ซึ่งสามารถใช้เป็นระบบดินที่ดี โดยเราจะต่อสายดินออกมาจากโครงสร้างอาคารมาใช้งานได้

- การฝังหลักดิน (Ground rod) วิธีการนี้นิยมใช้โดยทั่วไป ลักษณะของหลักดินจะเป็นแท่งเหล็กหุ้มด้วยเปลือกทองแดงขนาดมาตรฐานความยาวประมาณ 8 - 10 ฟุต เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว หลักดินจะถูกตอกลงดินจนกระทั่งหัวอยู่ต่ำกว่าระดับพื้นประมาณ 60 เซนติเมตร การต่อสายจะใช้วิธี cad weld
- การฝังเหล็กแผ่น วิธีการนี้จะใช้เมื่อบริเวณที่จะทำระบบดินนั้น มีชั้นหินอยู่เบื้องล่าง ซึ่งไม่สามารถจะตอกหลักดินได้ โดยจะฝังลึกลงประมาณ 60 เซนติเมตร หรือลึกที่สุดที่จะทำได้ การวางจะวางให้จัดเป็นรูปร่างข่ายตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 3 เมตร x 3 เมตร

วิธีการคำนวณหาจำนวนหลักดิน

ส่วนใหญ่เราใช้วิธีการตอกหลักดิน ความลึกของปลายหลักดิน จะอยู่ประมาณ 3.6 เมตร แต่ในบางพื้นที่เราจำเป็นต้องคำนวณหาจำนวนหลักดิน เพื่อให้ได้ค่าความต้านทานระบบสายดิน ให้ใกล้เคียงค่าที่กำหนดไว้ (ส่วนใหญ่กำหนด 2 โอห์ม) เราสามารถคำนวณขั้นต้นได้จากสูตร

$$R = \frac{P}{2\pi l} \left(\ln \frac{4l}{a} - 1 \right)$$

โดย	R	=	ค่าความต้านทานของหลักดิน หน่วย โอห์ม
	P	=	resistivity (ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน) หน่วย โอห์มเมตร
	L	=	length of ground rod หน่วย เมตร
	A	=	radius of ground rod (รัศมีของแท่งหลักดิน) หน่วย เมตร

ชนิดของดิน	Resistivity
ดินร่วน	10
ดินทรายชั้น	100
ดินทรายแห้ง	1,000
หิน	10,000

ตัวแปรที่ยุ่งยากแก่เรา คือ ค่า Resistivity ซึ่งสามารถคำนวณจากตารางได้ดังนี้

ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริเวณไฟฟ้า	
พิกัดหรือขนาดปรั้งตั้งของเครื่องป้องกันกระแส เกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริเวณไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตารางมิลลิเมตร)
16	1.5*
20	2.5*
40	4*
70	6*
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1,000	70
1,250	95
2,000	120
2,500	185
4,000	240
6,000	400
หมายเหตุ * ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริเวณไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัยหรืออาคารของผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ห่างจากหม้อ แปลงระบบจำหน่ายระยะไม่เกิน 100 เมตร	

อย่างไรก็ตามในการออกแบบควรจะสำรวจหาค่า resistivity ที่แท้จริงเพราะความต้านทานระบบดินยังขึ้นอยู่กับฤดูกาลตลอดจนปริมาณน้ำในดินอีกด้วย ดังนั้น ทุกครั้งที่ติดตั้งระบบดินเรียบร้อยแล้วควรจะใช้เครื่องมือ (Ground meter) ทำการวัดค่าความต้านทานระบบดินอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้การติดตั้งสมบูรณ์ตามการออกแบบมากที่สุด

การทดสอบหลักดิน (Ground rod)

สำหรับหลักดินที่ตกลงไปในพื้นดินแล้วนั้น ก่อนที่จะติดตั้งสายต่อหลักดิน ควรทำการทดสอบหลักดิน โดยการทดสอบทางกลและการทดสอบวัดค่าทางไฟฟ้า

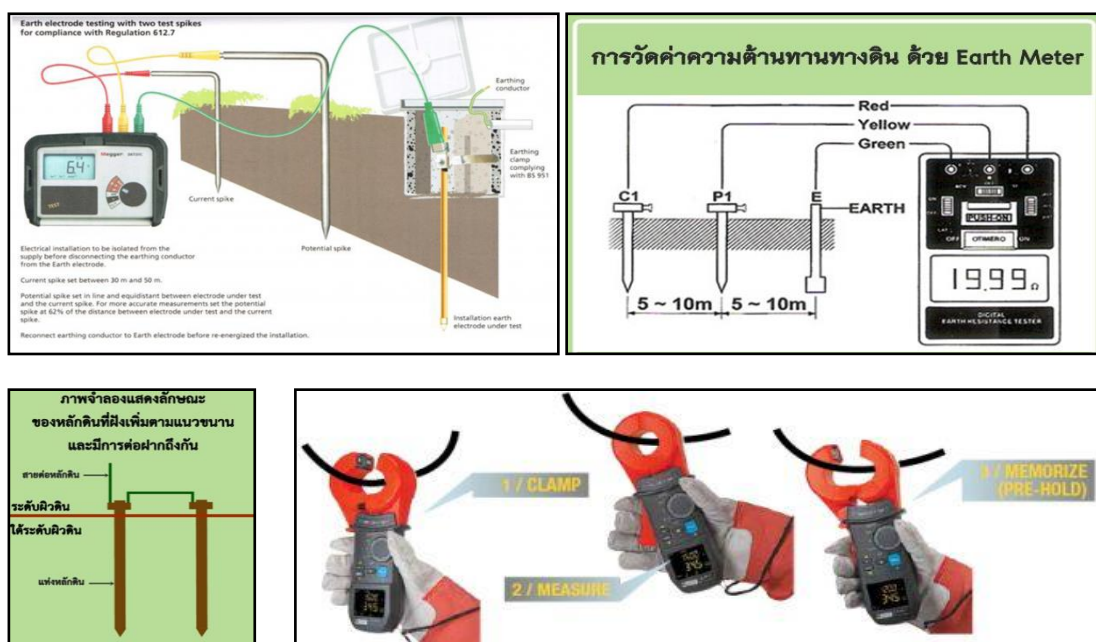
สำหรับการทดสอบทางกลนั้นสามารถทำได้เบื้องต้น โดยการใช้มือจับที่ส่วนบนของหลักดินที่โผล่พื้นดินมาแล้วใช้แรงดึงพอเหมาะ เพื่อเป็นการทดสอบความแข็งแรงของหลักดินที่ตกลงไปแล้ว ซึ่งหลักดินที่ดีนั้นต้องมีความแข็งแรงและแน่น เมื่อดึงหรือโยกด้วยแรงพอประมาณจะต้องเคลื่อนที่ไม่ได้อย่างง่าย หากพบว่าหลักดินที่ตกลงไปสามารถดึงหรือขยับได้ง่ายๆ ด้วยมือเปล่า แสดงว่าหลักดินนั้นไม่มีประสิทธิภาพในด้านความแข็งแรง และการถ่ายเทประจุไฟฟ้าก็ย่อมทำได้ไม่ดีด้วย

และในส่วนของการทดสอบวัดค่าทางไฟฟ้า เป็นวิธีการทดสอบอีกขั้นตอนที่ต้องทำ เพื่อตรวจสอบวัดค่าความต้านทานของหลักดินจุดนั้น ด้วยเครื่องมือวัดและทดสอบที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยเครื่องมือที่ใช้วัดทดสอบค่าความต้านทานหลักดินนั้นเรียกว่า Earth Tester Meter หรือ Earth Resistance Tester

โดยหลักดินที่ได้มาตรฐานนั้นต้องมีค่าความต้านทานดินไม่เกิน 5 โอห์ม ซึ่งถ้าหากหลักดินที่ตอกลงไปนั้น มีความต้านทานสูงเกินกว่า 5 โอห์ม จะต้องตอกแท่งหลักดินเพิ่ม ให้ขนานกับแท่งหลักดินอันแรกที่ตอกลงไป แล้วจึงใช้สายต่อฝาก เชื่อมต่อให้หลักดินที่ตอกลงไปต่อถึงกันหมด การตอกแท่งหลักดินเพิ่มแล้วต่อฝากถึงกันนั้นจะช่วยให้ค่าความต้านทานหลักดินลดลงได้ แต่ในกรณีที่ดินบริเวณนั้นมีค่าความต้านทานสูงมากๆ ซึ่งหากระดับค่าความต้านทานที่มีอยู่สูงมากๆ การตอกหลักดินเพิ่มลงไป ก็อาจจะช่วยได้ไม่มาก ซึ่งแนวทางการแก้ไขต้องใช้วิธีการที่พิเศษไปจากเดิม คือการเติมสารเคมีบางชนิด เพื่อช่วยในการปรับปรุงสภาพดินในบริเวณนั้น โดยสารเคมีที่เติมลงไปในนั้น จะเป็นสารเคมีในกลุ่มเกลือ เช่น Sodium Chloride, Copper Sulfate และ Magnesium Sulfate โดย Magnesium Sulfate จัดว่าเป็นสารที่ก่อให้เกิดการกัดกร่อนน้อยที่สุด ซึ่งการปรับปรุงสภาพดินด้วยสารเคมีนั้น ผลที่ได้จะเป็นไปอย่างค่อยเป็นค่อยไป

การตรวจสอบหรือบำรุงรักษาในอนาคต

หลักดินที่ถูกตอกลงไปในดินนั้น แม้จะถูกตอกลงไปให้อยู่กับที่ก็ตาม แต่ในความเป็นจริงนั้นพื้นดินในบริเวณที่ก่อสร้างอาคาร รวมไปถึงโครงสร้างอาคารย่อมมีการทรุดตัวลงไปตามธรรมชาติอย่างช้าๆ ซึ่งในระยะยาวนั้นการทรุดตัวที่เป็นไปอย่างช้าๆ ระดับพื้นดินก็จะมีค่าแตกต่างกันกับระดับพื้นที่เดิมในตอนที่ยึดหลักดิน ซึ่งตรงนี้หากการติดตั้งมีความบกพร่อง ก็อาจจะทำให้สายต่อหลักดินขาดออกจากหลักดิน โดยเฉพาะกรณีที่ใช้แคลป์เป็นตัวยึดสายเข้ากับหลักดิน ก็จะมีความเสี่ยงที่จะหลุดได้ง่ายกว่าการเชื่อมต่อด้วยความร้อน เพื่อเป็นการสะดวกในการตรวจสอบสภาพหลักดินในอนาคต ควรทำเป็นบ่อพักหรือหลุมที่ขุดลึกลงไปจากระดับพื้นปกติเล็กน้อย ซึ่งมีผนังของหลุมและฝาปิดปากหลุมเป็นคอนกรีต เพื่อใช้เป็นจุดตรวจสอบและจุดเซอร์วิสในภายหลังซึ่งจะสะดวกสำหรับการตรวจสอบในระยะยาว



รูปที่ 4 ภาพแสดงการวัดค่าความต้านทานในดิน

ค) คำแนะนำในการบริหารเส้นทางจราจรบริเวณรับส่งสินค้า

- 1) เส้นทางจราจรบริเวณรับส่งสินค้า จะต้องมีความกว้างเพียงพอต่อการเคลื่อนย้าย หรือจอดยานพาหนะ และผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานได้โดยสะดวกและปลอดภัย ในกรณีที่ยานพาหนะต้องถอยหลังเข้าจอด จะต้องให้ผู้ให้สัญญาณทุกครั้ง
- 2) ต้องมีการทาสีขาวหรือสีเหลือง ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว ลงบนพื้นให้เห็นชัดเจน ระยะห่างของเส้นจากขอบถนน ต้องกว้างกว่าส่วนที่กว้างที่สุดของยานพาหนะเมื่อจอดแล้วและต้องวางกรวยสีส้มเพื่อแสดงพื้นที่จอดยานพาหนะอย่างชัดเจน ทั้งด้านหน้า ด้านข้างและด้านหลัง
- 3) เส้นทางจราจรในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
 - ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน จะต้องวางแผนการเคลื่อนย้ายยานพาหนะออกจากพื้นที่จราจรทั้งรถที่มีและไม่มีสารเคมีภายในรถ โดยกำหนดเส้นทางเคลื่อนย้ายไม่ให้กีดขวางการปฏิบัติงานของรถดับเพลิง
 - ต้องกำหนดความกว้างของเส้นทางจราจรลงในแผนผัง เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายยานพาหนะ และวางแผนการระงับอัคคีภัยหรือการดับเพลิง
 - จะต้องพิจารณาการเก็บกักแฉะสำหรับยานพาหนะที่จอดในพื้นที่หลังเวลาทำงานปกติ เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายยานพาหนะออกจากพื้นที่ฉุกเฉิน
 - ต้องกำหนดผู้ควบคุมการเคลื่อนย้ายยานพาหนะ โดยระบุลงในแผนฉุกเฉิน

ง) คำแนะนำการสูบล้างสารเคมีเข้าถังเก็บ

ก่อนการสูบล้างสารเคมีเข้าถังเก็บจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

- 1) ตรวจวัดและคำนวณปริมาตรพื้นที่ว่างของถังเก็บเพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณสารเคมีที่จะรับเข้าถัง โดยกำหนดให้รับได้ไม่เกิน 90% ของปริมาตรถังเก็บ
- 2) ตรวจวัดและคำนวณปริมาตรของสารเคมีที่จะรับเข้าถังเก็บ เมื่อรวมกับปริมาณของสารเคมีที่มีอยู่เดิมในถังจะต้องไม่เกิน 90% ของปริมาตรถังเก็บ
- 3) ในกรณีที่รับสารเคมีเป็นน้ำหนักร จะต้องคำนวณเป็นปริมาตรโดยใช้ น้ำหนักที่จะรับหารด้วยความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิปกติ เช่น สารเคมีมีความถ่วงจำเพาะ 0.8500 สารเคมีที่มีน้ำหนัก 1,000 กิโลกรัม จะคำนวณปริมาตรได้โดย $1,000 \text{ กิโลกรัม} / 0.8500 = 1,176 \text{ ลิตร}$
- 4) ก่อนการสูบล้างจากรถจะต้องต่อสายดินเข้ากับตัวรถส่วนที่เป็นโลหะ และในกรณีรับสารเคมีจากเรือ จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของการรับสินค้าทางเรือ
- 5) ตรวจสอบการต่อท่อรับให้ถูกต้องตรงตามถังเก็บ และยืนยันผลการตรวจคุณภาพของห้องทดลอง
- 6) ตรวจเช็คแรงดันของมาตรวัดแรงดัน จะต้องอยู่ในระดับปกติเมื่อเทียบกับการรับสารเคมีครั้งก่อน ๆ โดยการระบุตำแหน่งแรงดันปกติไว้บนมาตรวัดแรงดัน
- 7) ตรวจเช็คการระบายไอออกจากถังเก็บเมื่อถึงจุดสูงสุดของการรับแรงดันของแต่ละถังตามที่กำหนดไว้
- 8) ตรวจเช็คการรั่วไหล บริเวณท่อรับ โรงติดตั้งปั๊ม แนวท่อรับ และบริเวณรอบ ๆ ถังเก็บ

จ) คำแนะนำเพิ่มเติมมาตรการการเก็บรักษาสารเคมีในถังเก็บ

การเก็บรักษาสารเคมีในถังเก็บควรมีข้อปฏิบัติดังนี้

- 1) ต้องมีการปิดวาล์วและล๊อคกุญแจท่อร์รับท่อจ่ายของถังเก็บทันทีที่ไม่มีการใช้งาน
- 2) มีการตรวจสอบการรั่วไหลรอบ ๆ ถังเก็บ รวมทั้งตรวจสอบอุปกรณ์วัดแรงดันจะต้องไม่เกินค่าสูงสุดที่กำหนดไว้ และบันทึกค่าแรงดันของแต่ละถังเป็นประจำทุกวัน
- 3) ต้องจดบันทึกปริมาณการรับ-จ่าย เป็นประจำทุกวัน
- 4) วัดปริมาณสารเคมีในถังเพื่อเปรียบเทียบกับ บัญชีปริมาณสินค้า อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
- 5) สารเคมีที่ต้องมีการควบคุมคุณภาพ เช่น ควบคุมปริมาณความชื้น ควบคุมปริมาณสารยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี จะต้องดักตัวอย่างทดสอบในห้องทดลองตามระยะเวลาที่กำหนด
- 6) สารเคมีที่ต้องการการป้องกันการเกิดปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจน จะต้องตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุม เช่นระบบการควบคุมด้วยก๊าซไนโตรเจน

ฉ) คำแนะนำเพิ่มเติมการทำความสะอาดภายในถัง

การทำความสะอาดภายในถังเก็บสารเคมี มีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนสารเคมีที่จัดเก็บ ตรวจสอบความหนาของพื้นถัง ซ่อมแซมถัง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) การทำความสะอาดถังเพื่อเปลี่ยนสารเคมีที่จัดเก็บ (โดยไม่เปิดฝาช่องบุคคลเข้า-Manhole ข้างถัง) จะต้องสูบล้างสารเคมีเดิมออกให้หมด และเปิดฝาช่องบุคคลเข้า-Manhole ด้านบนทิ้งไว้เพื่อสารเคมีที่อาจจะตกค้างระเหยออก และเพื่อตรวจสอบว่าสารเคมีเดิมหมดจริง โดยต้องปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับสารไวไฟ สารกัดกร่อนและสารเป็นพิษ รวมทั้งคู่มือการเข้ากันได้ของผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังเปลี่ยนสารเคมี หากสารเคมีที่จะจัดเก็บสามารถใช้น้ำทำความสะอาดได้ ให้อย่างน้อยๆ สูบน้ำเข้าไปเพื่อทำการล้างสารเคมีที่ตกค้างอยู่และทำการระบายน้ำออกจากนั้นทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วจึงทำการสูบล้างสารเคมีที่จะจัดเก็บใหม่เข้าไปในถังเก็บและนำตัวอย่างสารเคมีที่สูบล้างเข้าไปใหม่ส่งห้องทดลองเพื่อวิเคราะห์คุณภาพและเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อน ให้ผ่านมาตรฐานตามที่กำหนดไว้ หากเป็นสารเคมีที่ไม่สามารถใช้น้ำทำความสะอาดได้ ให้น้ำไนโตรเจนของสารเคมีเดิมออกโดยการปล่อยถังทิ้งไว้และใช้การระบายแบบธรรมชาติ (Free Gas) จนมั่นใจว่าภายในถังสะอาดเพียงพอจึงจะทำการสูบล้างสารเคมีใหม่เข้าไปในถังและตรวจสอบคุณภาพและการปนเปื้อนของสารเคมีตามมาตรฐานที่กำหนด อนึ่งวิธีการทำความสะอาดโดยไม่เปิดฝาช่องบุคคลเข้า-Manholeข้างถังนั้น ไม่แนะนำให้ใช้กับสารเคมีที่มีคุณสมบัติไม่เข้ากันหรือมีคุณสมบัติเข้ากันกับน้ำได้
- 2) การทำความสะอาดถังเพื่อเปลี่ยนสารเคมีที่จัดเก็บ (โดยเปิดฝาช่องบุคคลเข้า-Manhole ข้างถัง) ในกรณีที่สารเคมีเดิม ไม่สามารถระเหยแห้ง และจำเป็นต้องล้างสารเคมีเดิมออกจากถังเก็บให้หมดด้วยน้ำหรือวิธีการอื่น ๆ เช่น การใช้ไอน้ำร้อน จะต้องสูบล้างสารเคมีเดิมออกให้หมด และเปิดฝาแมนโฮลด้านบนเพื่อตรวจสอบว่าสารเคมีเดิมหมดจริง โดยต้องปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับสารไวไฟ สารกัดกร่อนและสารเป็นพิษ เปิดฝาแมนโฮลด้านล่าง ปลดข้อต่อท่อร์รับท่อจ่าย วัดค่าปริมาณไอปริมาณออกซิเจน ก่อนเข้าทำงานในถัง และปฏิบัติตามคู่มือการ

ทำงานในที่อับอากาศ ควบคุมการล้างทำความสะอาดและเก็บน้ำปนเปื้อนเพื่อส่งกำจัดตามข้อกำหนด

- 3) การทำความสะอาดเพื่อตรวจสอบหรือซ่อมแซมถัง จะต้องสูบล้างสารเคมีเดิมออกให้หมด และเปิดฝาช่องบุคคลเข้า-Manhole ด้านบนเพื่อตรวจสอบว่าสารเคมีเดิมหมดจริง โดยต้องปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับสารไวไฟ สารกัดกร่อนและสารเป็นพิษ เปิดฝาช่องบุคคลเข้า-Manhole ด้านล่าง ปลดข้อต่อที่รับท่อจ่าย วัดค่าปริมาณไอปริมาณออกซิเจน และปฏิบัติตามคู่มือการทำงานในที่อับอากาศ ควบคุมการล้างทำความสะอาดและเก็บน้ำปนเปื้อนเพื่อส่งกำจัดตามข้อกำหนด ในกรณีที่ต้องมีการทำงานซ่อมแซมถัง จะต้องปลดสายดินออกจากตัวถังทั้งหมด

ข) คำแนะนำเพิ่มเติมในการเลือกวัสดุเคลือบถึง Epoxy & Zinc Coatings

ในการเลือกวัสดุในการเคลือบผิวถังเพื่อป้องกันการกัดกร่อนสามารถเลือกวัสดุที่ใช้ได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำถังเก็บสารเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของสารเคมีที่จัดเก็บอีกด้วย สำหรับวัสดุเคลือบถึงที่คู่มือฉบับนี้แนะนำให้ใช้คือ

- อีพ็อกซี (Epoxy)
- ซิงค์ซิลิเกต (Zinc Silicate)
- ไฟเบอร์กลาส (Fiber Glass)

สำหรับวัสดุที่มีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนได้ครอบคลุมสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อนได้มากที่สุดคือวัสดุสแตนเลส แต่เนื่องจากเป็นวัสดุราคาแพงและจะมีความยุ่งยากในการประกอบติดตั้งมากกว่าวัสดุที่เป็นเหล็ก วัสดุเคลือบที่เป็นประเภทอีพ็อกซีจะนิยมนำมาใช้เคลือบผิวถังเหล็กแทนการใช้สแตนเลสและนิยมมากกว่าวัสดุเคลือบถึงประเภทอื่นๆ

คำแนะนำการใช้งานสำหรับ วัสดุอีพ็อกซี

- วัสดุอีพ็อกซี จะทนการกัดกร่อนได้ดีสำหรับ สารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นด่าง น้ำทะเล น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเครื่องบิน และกรดอ่อน
- วัสดุอีพ็อกซี จะมีข้อจำกัดในการทนการกัดกร่อนของสารเคมีประเภท อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน เช่น เบนซีน โทลูอีน สารเคมีประเภทแอลกอฮอล์, คีโตน และสารเคมีประเภทเอสเทอร์บางประเภท
- ในขั้นตอนการเคลือบวัสดุอีพ็อกซีห้ามใช้ความร้อนเพื่อเร่งกระบวนการเพราะจะทำให้เฉพาะผิวด้านนอกสุดจะแห้งและแข็งและเก็บกักตัวทำละลายได้ผิวและจะหลุดร่อนภายหลัง
- การทำความสะอาดด้วยไอน้ำสำหรับวัสดุอีพ็อกซี ไม่ควรใช้อุณหภูมิเกิน 60-80 องศาเซลเซียส
*ในกรณีที่ วัสดุอีพ็อกซี ไม่สามารถหาได้ วัสดุซึ่งจะเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด

คำแนะนำการใช้งานสำหรับ วัสดุซิงค์ ซิลิเกต

- วัสดุซิงค์ ซิลิเกต ซึ่งเป็นสารประเภทอนินทรีย์จะมีคุณสมบัติด้านทนต่อการกัดกร่อนจากตัวทำละลายที่มีฤทธิ์กัดกร่อนสูงหรือที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่า อีพ็อกซี ส่วนใหญ่จะนิยมใช้เคลือบเพื่อป้องกันการกัดกร่อนสารเคมีประเภทอะโรมาติก, แอลกอฮอล์ และคีโตน
- วัสดุซิงค์ ซิลิเกต ไม่เหมาะที่จะใช้งานกับกรดต่าง pH ควรจะอยู่ในช่วง 5-10

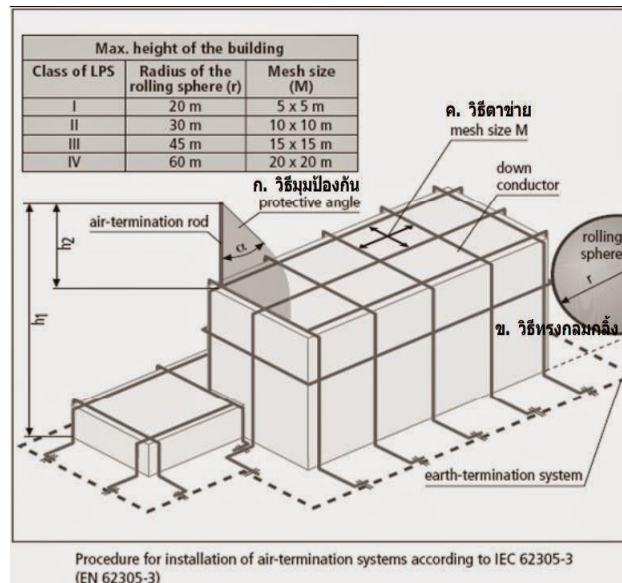
- วัสดุซิงค์ ซิลิเกต จะมีลักษณะโครงสร้างเป็นรูพรุน ซึ่งจะทำให้คราบสกปรกหรือสิ่งแปลกปลอมจะเข้าไปยึดเกาะโดยง่าย และมีข้อจำกัดในการทำความสะดวก
- การทำความสะอาดวัสดุซิงค์ ซิลิเกต ห้ามใช้สารเคมีประเภทโซเดียมไฮดรอกไซด์เพราะจะทำลายผิวเคลือบ
- ควรหลีกเลี่ยงการเก็บสารเคมีที่มีสี สารที่มีความหนืด เนื่องจากคราบสีหรือคราบเหนียวของสารเคมีจะยึดเกาะตามรูพรุนของวัสดุซิงค์ ซิลิเกต ซึ่งยากต่อการทำความสะอาด
- การเก็บสารเคมีประเภท อาซิเตท เมื่อต้องการทำให้ถึงว่างจะต้องมั่นใจว่าการระบายอากาศดีเพียงพอที่จะทำให้ไม่มีสารเคมีหลงเหลืออยู่ในถังเพื่อหลีกเลี่ยงการทำปฏิกิริยาเคมีกับน้ำและจะทำลายผิวเคลือบ
- วัสดุซิงค์ ซิลิเกต จะทนการกัดกร่อนสารเคมีประเภทสารประกอบคลอไรด์ เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์ เอทิลีนไดคลอไรด์ ไตรคลอโรเอทิลีน แต่หากมีน้ำเจือปนซึ่งอาจจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาให้มีกรดไฮโดรคลอริก ซึ่งจะทำให้วัสดุเคลือบผิวเสียหาย
- * วัสดุพีนอลิก อีพอกซี เป็นวัสดุที่ได้มีการพัฒนาเพื่อให้มีคุณสมบัติที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีกว่าวัสดุซิงค์ ซิลิเกต

ซ) การออกแบบระบบตัวนำล่อฟ้าตามมาตรฐาน IEC 62305-3

สามารถพิจารณาใช้ได้ 3 วิธี อย่างอิสระหรืออาจใช้ร่วมกันได้ ขึ้นอยู่กับรูปทรงของอาคารที่จะทำการป้องกันดังนี้

- 1) วิธีมุมป้องกัน (Protective angle) เป็นวิธีที่กำหนดมุมสำหรับการป้องกันไว้แล้ว ซึ่งมีลักษณะพื้นที่ของการป้องกัน จะเป็นรูปทรงกรวยจะปลดถอยจากฟ้าผ่านมุมป้องกัน จะแปรผันตามระดับการป้องกัน และความสูงของตัวนำล่อฟ้าวิธีมุมป้องกัน นี้เหมาะที่จะใช้กับสิ่งปลูกสร้างอย่างง่ายหรือส่วนเล็กๆของสิ่งปลูกสร้างขนาดใหญ่ และมุมป้องกัน นี้จะใช้ได้กับ ตัวนำล่อฟ้าแบบแท่งตัวนำ และ แบบตัวนำซึ่งเท่านั้น
- 2) วิธีทรงกลมกลิ้ง (Rolling sphere) วิธีนี้ใช้ทรงกลมเหมือนลูกบอลที่มีรัศมีตามที่กำหนดตามตารางด้านล่าง กลิ้งไปบนส่วนของอาคารในการออกแบบจึงต้องติดตั้ง ระบบป้องกันฟ้าผ่าชนิดที่เป็นหลักล่อฟ้า หรือสายตัวนำซึ่งเสียก่อน และกลิ้งลูกบอล ส่วนใดของอาคารที่ผิวของลูกบอลสัมผัส จะถือว่าเป็นส่วนที่ไม่ได้รับการป้องกัน
- 3) วิธีตาข่าย (Meshsize) วิธีนี้เป็นการใช้ตัวนำล่อฟ้าแนวราบซึ่งบนส่วนของอาคารส่วนที่สูงที่สุด การติดตั้งที่ดีจะต้องติดตั้งตัวนำแนวราบโดยรอบอาคาร

ระดับการป้องกัน	กระแสค่ายอด (kA)	วิธีการป้องกัน		
		รัศมีทรงกลมกลิ้ง (m)	ขนาดตาข่าย (m)	มุมป้องกัน (α)
1	2.9	20	5 × 5	ดูจากรูปด้านล่าง
2	5.4	30	10 × 10	
3	10.1	45	15 × 15	
4	15.7	60	20 × 20	



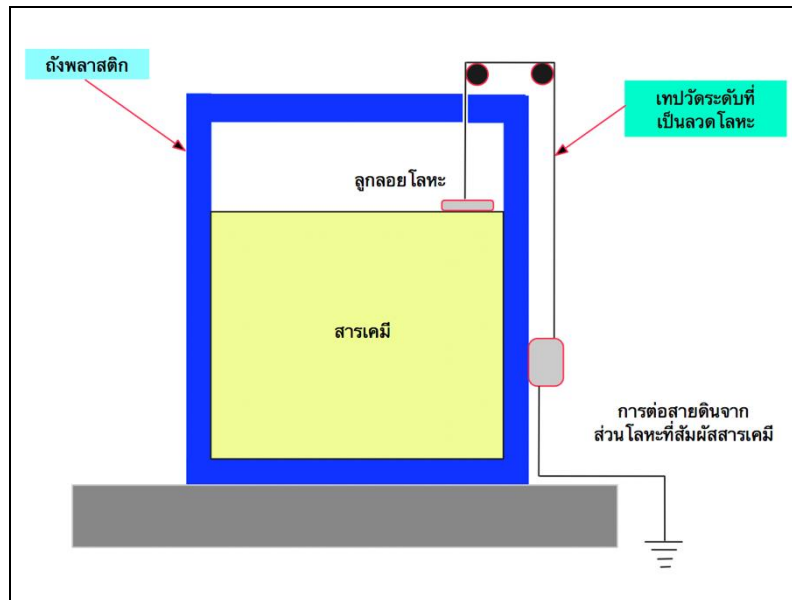
รูปที่ 5 ภาพแสดงตัวอย่างการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าตามมาตรฐาน IEC 62305-3

ในกรณีถึงเก็บสารเคมีใช้วัสดุเป็นโลหะในการสร้าง ที่มีเงื่อนไขตามข้อด้านล่าง สามารถพิจารณาไม่ต้องติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าเพิ่มเติม หากเข้าเงื่อนไขดังนี้

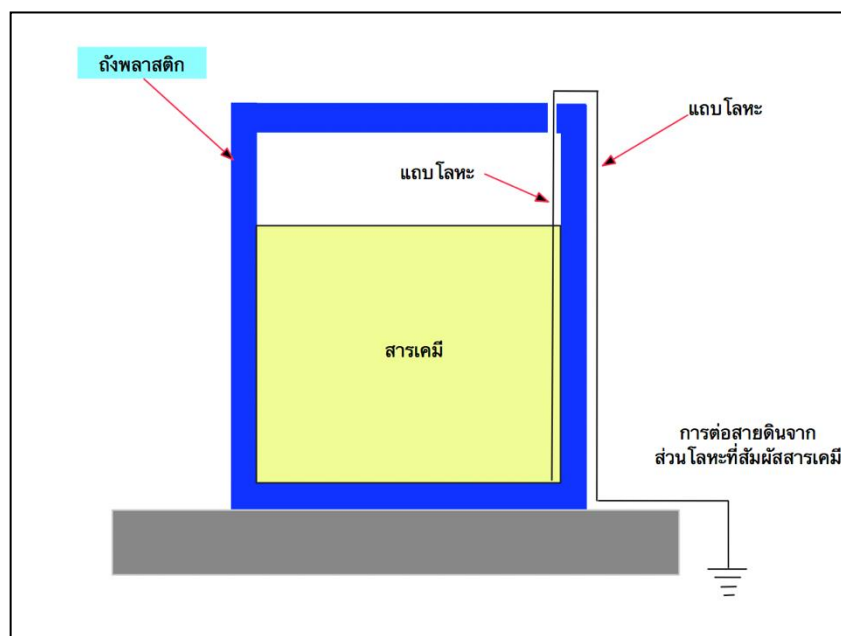
- 1) ถังเหล็กที่มีความหนา 5 มิลลิเมตรขึ้นไป หรือ สำหรับถังอะลูมิเนียมที่มีความหนาตั้งแต่ 7 มิลลิเมตรขึ้นไป
- 2) มีการติดตั้งสายดินที่มีค่าความต้านทานไม่เกิน 10 โอห์ม แยกเฉพาะถังอย่างน้อย 2 จุด ไม่ต้องติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าเพิ่มเติม เนื่องจากตัวถังที่เป็นโลหะจะเป็นสื่อนำกระแสไฟฟ้าผ่านระบบสายดินลงไปยังดินเสมือนระบบป้องกันฟ้าผ่า โดยโรงงานจะต้องมีมาตรการการตรวจสอบค่าความต้านทานระบบสายดินสม่ำเสมอ และสายดิน (Grounding) การต่อฝาก (Bonding) หลักดิน (Ground rod) ไม่ควรทำสีเพราะจะเป็นการเพิ่มค่าความต้านทานหรือคุณสมบัติการเป็นฉนวนให้กับระบบสายดิน

ในการออกแบบและติดตั้งสายดินสำหรับถังเก็บสารเคมี ประเภทกัดกร่อน และสารพิษ นั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องติดตั้งสายดินเพื่อประโยชน์ในการป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าลัดวงจร หรือไฟฟ้าสถิต

ในกรณีที่ถังทำจากวัสดุที่ไม่ใช่โลหะและมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำไม่สามารถจะนำประจุไฟฟ้าสถิตที่สะสมในสารเคมีลงดินได้เนื่องจากถังมีคุณสมบัติเป็นฉนวน อาจพิจารณาให้ใช้อุปกรณ์วัดระดับที่เป็นลวดโลหะเป็นสื่อ นำประจุไฟฟ้าต่อไปยังสายดินตามรูปด้านล่างนี้ หรืออาจจะติดตั้งแถบเหล็กจากจุดต่ำสุดภายในถังตลอดความสูงของถังแล้วต่อกับระบบสายดิน



รูปที่ 6 ภาพแสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้อุปกรณ์วัดระดับความสูงที่เป็นโลหะต่อกับระบบสายดินสำหรับถังเก็บสารเคมีที่ไม่ใช่โลหะหรือมีความเป็นฉนวน



รูปที่ 7 ภาพแสดงตัวอย่างการติดตั้งแถบหรือแท่งโลหะต่อกับระบบสายดินสำหรับถังเก็บสารเคมีที่ไม่ใช่โลหะหรือมีความเป็นฉนวน

ณ) ลักษณะและประสิทธิภาพของฝักบัวอาบน้ำฉุกเฉินที่ล้างตาฉุกเฉินตามมาตรฐาน ANSI Z358.1-1998

1) ฝักบัวอาบน้ำฉุกเฉิน (Emergency Shower)

- น้ำที่ถูกลบออกมากต้องมีความเร็วที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ทั้งนี้ ฝักบัวจะต้องปล่อยน้ำได้อย่างน้อย 75.7 ลิตร/นาที่ (LPM) ที่แรงดัน 30 ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 นาที
- อุปกรณ์การควบคุมปิด-เปิด (วาล์ว) ต้องเข้าถึงได้ง่ายและสามารถปล่อยน้ำได้ภายใน 1 วินาที หรือน้อยกว่า
- วาล์วน้ำต้องยังคงเปิดและรักษาอัตราการไหลของน้ำอย่างสม่ำเสมอโดยไม่ต้องใช้มือของผู้ใช้งานบังคับจนกว่าจะปิดโดยตั้งใจ
- ต้องมีป้าย ณ จุดติดตั้งให้เห็นได้อย่างชัดเจน
- ฝักบัวนี้ต้องสามารถเข้าถึงได้โดยง่ายและรวดเร็วมีระยะไม่เกิน 30 เมตร (100 ฟุต) จากจุดเสี่ยงและคนงานต้องสามารถไปถึงได้ภายใน 10 วินาที เส้นทางที่ไปต้องโล่งไม่มีสิ่งกีดขวางเป็นเส้นทางตรงที่สุดเท่าที่จะทำได้ และต้องมีแสงสว่างพอเพียง อย่างไรก็ตาม หากพื้นที่นั้นมีการใช้สารเคมีอันตรายสูง เช่น กรดแก่ ด่างแก่ หรือสารอื่นที่มีผลกระทบรุนแรง ควรติดตั้งฝักบัวอาบน้ำฉุกเฉินให้ติดกับพื้นที่นั้น หรือให้ใกล้ที่สุดเท่าที่จะทำได้
- จุดติดตั้งต้องอยู่ในพื้นที่ระดับเดียวกันกับพื้นที่ที่มีความเสี่ยง (เช่น ทางที่จะไปถึงไม่ควรต้องลงหรือขึ้นไปชั้นอื่น หรือเป็นทางลาดขึ้น-ลง)
- อุณหภูมิของน้ำควรรักษาให้คงที่และควรอยู่ระหว่าง 15 - 35 องศาเซลเซียส ในกรณีที่สารเคมีทำให้เกิดการไหม้ที่ผิวหนัง (Chemical burn) ควรให้น้ำมีอุณหภูมิอยู่ที่ 15 องศาเซลเซียส และหากปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือถูกแรงที่อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่งควรศึกษาจาก SDS หรือผู้จำหน่าย เพื่อขอข้อมูลอุณหภูมิน้ำที่จะใช้กับฝักบัวอาบน้ำฉุกเฉิน

2) ตำแหน่งการติดตั้ง

- ฝักบัวควรอยู่ในระยะ 82 นิ้ว (208.3 เซนติเมตร) - 96 นิ้ว (243.8 เซนติเมตร) จากระดับพื้น
- ที่ระดับ 60 นิ้ว (152.4 เซนติเมตร) สูงจากพื้นละอองน้ำจากฝักบัวต้องแผ่กว้างออกไปในระยะเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้วเป็นอย่างน้อย ทั้งนี้ จุดศูนย์กลางของละอองน้ำดังกล่าวควรห่างจากสิ่งกีดขวางอย่างน้อย 16 นิ้ว
- คันชักเปิดวาล์วน้ำเข้าถึงได้ง่ายและไม่ควรสูงเกิน 69 นิ้ว (173.3 เซนติเมตร) จากระดับพื้น

3) ที่ล้างตาฉุกเฉิน (Emergency Eyewash)

- ความเร็วของน้ำต้องต่ำพอที่จะไม่เกิดอันตรายกับตาของผู้ใช้น้ำจะต้องจ่ายให้กับตาทั้งสองข้างอย่างต่อเนื่องที่อัตราการไหลไม่น้อยกว่า 1.5 ลิตร/นาที่ ที่แรงดัน 40 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที
- น้ำต้องไหลภายใน 1 วินาทีหลังจากเปิดวาล์ว และยังคงเกิดอยู่โดยไม่ต้องใช้มือของผู้ใช้งานบังคับจนกว่าจะปิดโดยตั้งใจ น้ำจะต้องสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อนที่มองเห็นได้ (สิ่งสกปรก สนิม เป็นต้น)

- ถ้าเป็นชนิดบรรจุน้ำในตัวจะต้องมีการเปลี่ยนน้ำตามคำแนะนำของผู้ผลิตหากไม่มีคำแนะนำจากผู้ผลิตให้เปลี่ยนน้ำทุก 1 เดือน
- ที่ล้างตาฉุกเฉินต้องสามารถเข้าถึงได้โดยง่ายและรวดเร็วมีระยะไม่เกิน 30 เมตร จากจุดเสี่ยง และคนงานต้องสามารถไปถึงได้ ภายใน 10 วินาที เส้นทางที่ไปต้องโล่งไม่มีสิ่งกีดขวาง เป็นเส้นทางตรงที่สุดเท่าที่จะทำได้ และต้องมีแสงสว่างพอเพียง อย่างไรก็ตามหากพื้นที่นั้นมีการใช้สารเคมีอันตรายสูง เช่น กรดแก่ ด่างแก่ หรือสารอื่นที่มีผลกระทบรุนแรงควรติดตั้งที่ล้างตาฉุกเฉินให้ติดกับพื้นที่นั้น หรือให้ใกล้ที่สุดเท่าที่จะทำได้
- จุดติดตั้งจะต้องอยู่ในพื้นที่ระดับเดียวกันกับพื้นที่ที่มีความเสี่ยง (เช่น ทางที่จะไปถึงไม่ควรจะต้องลงหรือขึ้นไปชั้นอื่น หรือเป็นทางลาดขึ้น-ลง)
- อุณหภูมิของน้ำควรรักษาให้คงที่และควรอยู่ระหว่าง 15 - 35 องศาเซลเซียส ในกรณีที่สารเคมีทำให้เกิดการไหม้ที่ผิวหนัง (Chemical burn) ควรให้น้ำมีอุณหภูมิอยู่ที่ 15 องศาเซลเซียส และหากปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือถูกแรงที่อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่งควรศึกษาจาก SDS หรือผู้จำหน่ายเพื่อขอข้อมูลอุณหภูมิน้ำที่จะใช้กับที่ล้างตาฉุกเฉินรวมถึงข้อห้ามในการใช้น้ำชำระล้าง
- ตำแหน่งการติดตั้งหัวฉีดน้ำล้างตาอยู่ในระยะ 33 นิ้ว (83.3 เซนติเมตร) - 45 นิ้ว (114.3 เซนติเมตร) จากพื้นและห่างจากผนังหรือสิ่งกีดขวางที่อยู่ใกล้ที่สุดอย่างน้อย 6 นิ้ว (15.3 เซนติเมตร) โรงงานใดจะติดตั้งฝักบัวอาบน้ำฉุกเฉินและ/หรือที่ล้างตาฉุกเฉินควรศึกษาค่ามาตรฐานที่เสนอไปแล้วข้างต้นเพื่อเทียบกับสินค้าของผู้ผลิตโดยสามารถเลือกใช้ได้ทั้งแบบที่เป็นฝักบัวหรือที่ล้างตาแบบแยกชุดต่างหากและแบบที่รวมชุดมีฝักบัวและที่ล้างตาารวมกัน ฟังก์ชันไว้เสมอการปฏิบัติงานใดก็ตามหากมีการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายเมื่อมีการสัมผัสกับผิวหนังดวงตาหรืออวัยวะสำคัญอื่นๆที่เกี่ยวข้องจำเป็นอย่างยิ่งที่นายจ้างต้องจัดหาฝักบัวอาบน้ำและที่ล้างตาฉุกเฉินไว้ให้ผู้ปฏิบัติงานใช้ชะล้างอวัยวะที่สัมผัสกับสารเคมีนั้นเพื่อเป็นการลดอันตรายในเบื้องต้นให้เหลือน้อยที่สุด

ญ) คำแนะนำเพิ่มเติมสำหรับการตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์

- 1) **อุปกรณ์วัดระดับ (Level devices)** ขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตหรือมาตรฐานสากลอื่นๆที่ใช้ในการอ้างอิงของผู้ผลิตอุปกรณ์ เช่น API 2350 ในเรื่องการวัดระดับ
- 2) **อุปกรณ์วัดความดันไฮดรอลิก (Pressure gauge, Manometer)** ขั้นตอนการตรวจสอบของเกจวัดแรงดัน จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตหรือมาตรฐานสากลอื่นๆ ที่ใช้ในการอ้างอิงของผู้ผลิตอุปกรณ์ สำหรับமானอมิเตอร์ในการตรวจสอบจะต้องเพิ่มเติมในส่วนการทำความสะอาด หลอดแก้วให้เห็นระดับได้อย่างชัดเจนอยู่ตลอดเวลา และจะต้องตรวจสอบวาล์วปิดเปิดให้ทำงานได้ตามปกติ
- 3) **ระบบไฟฟ้า**
 - **ระบบไฟฟ้าทั่วไป** การตรวจสอบระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ปฏิบัติตามกฎกระทรวง ในเรื่องการกำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าในโรงงาน พ.ศ. 2550

- **ระบบไฟฟ้าในพื้นที่อันตราย** การตรวจสอบระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่อันตราย (Hazardous Zone) ให้ใช้มาตรฐานอ้างอิงจากคู่มือการตรวจสอบ ติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า ในพื้นที่อันตรายที่มีไอระเหยของสารไวไฟ ของกองส่งเสริมเทคโนโลยีความปลอดภัยโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม
- 4) **สายดินและอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า** ระบบป้องกันฟ้าผ่าในกรณีมีการติดตั้งและใช้งานจะต้องทำการตรวจสอบโดยผู้ชำนาญการที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สำหรับการติดตั้งสายดินที่ถึง ควรจะต้องมีระบบสายดินที่เป็นอิสระต่อกันอย่างน้อยถึงละ 2 จุด และจะต้องมีการตรวจวัดและแสดงค่าความต้านทานที่ไม่เกินกำหนดให้ชัดเจน (ไม่เกิน 10 โอห์ม) การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

เอกสารอ้างอิง

1. กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555
2. กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานในที่อับอากาศ พ.ศ. 2547
3. กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535
4. กฎกระทรวง ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2559) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535
5. กฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522
6. กฎกระทรวง ระบบไฟฟ้าและระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าของสถานที่ประกอบกิจการสารเคมี พ.ศ. 2556 ออกตามความพระราชบัญญัติควบคุมสารเคมี พ.ศ. 2542
7. คู่มือการปฏิบัติตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน พ.ศ. 2552
8. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน
9. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2552 เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัย ในการดำเนินงาน
10. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4794 (พ.ศ. 2559) ออกตามความในพระราชบัญญัติ มาตรฐานสารเคมีอุตสาหกรรม พ.ศ. 2551 เรื่อง กำหนดมาตรฐานสารเคมีอุตสาหกรรม การป้องกันฟ้าผ่าเล่ม 3 ความเสียหายต่อสิ่งปลูกสร้าง และอันตรายต่อชีวิต
11. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548
12. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน พ.ศ. 2560
13. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย พ.ศ. 2550
14. ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม ว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการ จัดทำแผนบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543
15. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าภาคที่ 3 ความเสียหายทางกายภาพต่อสิ่งปลูกสร้าง และอันตรายต่อชีวิต.
16. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, การต่อลงดิน (Grounding) มาตรฐานการ ติดตั้ง ทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556.

17. American National Standards Institute. (2017). ANSI B16.2017 - Metallic Gaskets for Pipe Flanges - ring joint, spiral wound, and jacketed.
18. American Petroleum Institute. (4th Edition, 2016). API 570: Piping Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping Systems.
19. American Petroleum Institute. (11th Edition, 2007). API 650: Welded Tanks for Oil Storage.
20. American Petroleum Institute. (4th Edition, 2001). API RP 652: Linings of Aboveground Petroleum Storage Tank Bottoms.
21. American Petroleum Institute. (7th Edition, 2014). API STD 2000 Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks.
22. American Petroleum Institute. (3rd Edition, 2001). API STD 653-2003: Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction.
23. American Petroleum Institute. (5th Edition, 1997). API RP 12 N Recommended Practice for the Operation, Maintenance and Testing of Firebox Flame Arrestors.
24. American Petroleum Institute. (4th Edition, 2012). NASI/API 2350: Overfill Protection for Storage Tanks in Petroleum Facilities.
25. American Petroleum Institute. API RP 2021 Management of Atmospheric Storage
26. National Fire Protection Association. (2017). NFPA 704: Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response.
27. National Fire Protection Association. (2016). NFPA 24 Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances.
28. National Fire Protection Association. (2017). NFPA 70 NEC National Electrical Code.
29. National Fire Protection Association. (2016). NFPA 72 National Fire Alarm and Signaling Code.
30. National Fire Protection Association. (2017). NFPA 780 : Standard for the Installation of Lightning Protection Systems
31. The American Society of Mechanical Engineers. (2016). ASME B31.3-2016 ASME Code for Pressure Piping.
32. The American Society of Mechanical Engineers. (2016). B16.21-2016 Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges.

33. The American Society of Mechanical Engineers. (2016). ASTM F1508 - 96, Standard Specification for Angle Style, Pressure Relief Valves for Steam, Gas, and Liquid Services.
34. International Electrotechnical Commission. (2017). IEC 60079-0:2017 Explosive atmospheres –Part 0: Equipment – General requirements.
35. DEHN International. (3rd Edition, 2014). DEHN LIGHTNING PROTECTION GUIDE.
36. International Organization for Standardization. ISO 15364:2016 Ships and marine technology - Pressure/vacuum valves for cargo tanks.
37. Incompatible chart/SDS) Manufacturing Chemists' Association, Guide for Safety in the Chemical Laboratory.



กรมโรงงานอุตสาหกรรม

75/6 ถนนพระรามที่ 6 แขวงราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

โทรศัพท์ 02 202 4000

www.diw.go.th