



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมความปลอดภัย

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากไอระเหยของกรดซัลฟูริกในแบตเตอรี่รถยก
ขณะประจุไฟฟ้า

Effect for Health from Sulfuric Acid Evaporate at Fork-lift Battery

นามผู้วิจัย นางสาวสุรிகานต์ โตไทยะ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์เกียรติไกร อายุวัฒน์, วศ.ม.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ธงไชย ศรีนพคุณ, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(รองศาสตราจารย์พระยวดี ชาญเศรษฐิจกุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสถิตี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากไอระเหยของกรดซัลฟูริก
ในแบตเตอรี่รถยกขณะประจุไฟฟ้า

Effect for Health from Sulfuric Acid Evaporate at Fork-lift Battery

โดย

นางสาวสุริกานต์ โตไทยะ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย)

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุริกันต์ โตไทยะ 2553: การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากไอระเหยของกรดซัลฟูริก ในแบตเตอรี่รถยนต์ขณะประจุไฟฟ้า ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย) สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์เกียรติคุณ อายวัฒน์, วศ.ม.

127 หน้า

งานวิจัยนี้ศึกษาการกระจายตัวของไอกรดซัลฟูริกในห้องประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ เพื่อให้ทราบว่ามีการปล่อยกระจายอยู่ในอากาศ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน เนื่องจากการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ จะทำให้เกิดไอกรดซัลฟูริกปนออกมาด้วย โดยในการวิจัย ได้ศึกษาการกระจายตัวของไอกรดโดยทำแบบจำลอง โดยใช้โปรแกรม Pyrosim 2010 เทียบกับการตรวจวัดไอกรดจริงด้วย วิธีไอออน โครมาโตกราฟี ทั้งนี้ในการวิจัยมุ่งเน้น ในการ เสนอแนะการจัดการระบายอากาศที่เหมาะสม อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลตามมาตรฐาน เป็นแนวทางป้องกันด้านสุขภาพอย่างถูกต้อง

ผลการทดลองพบว่า มีการแพร่กระจาย ของไอกรดซัลฟูริก ในอากาศขณะประจุ ไฟฟ้า แบตเตอรี่ โดยไอกรดมีการกระจายตัวในลักษณะลอยต่ำที่ผิวของแบตเตอรี่ และลอยใกล้พื้น และเมื่อตรวจไอกรดในอากาศพบว่าไอกรด 0.002 มิลลิกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร ซึ่งอยู่ใน มาตรฐานที่กำหนด ตามมาตรฐานของ ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). และเมื่อสร้างแบบจำลองโดย เปิดระบบระบายอากาศ พบว่า พัฒนาระบายอากาศที่ติดตั้งอยู่มีประสิทธิภาพดี และสามารถดูดไอกรดได้หมด ดังนั้น จึงสามารถลด กำลังพัดลมได้ แต่ต้องไม่มีผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงาน และเมื่อทำการทดสอบ พบว่าเมื่อลดกำลัง พัดลมลง 60% เป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุด คือไม่มีไอกรดลอยในอากาศ และเป็นการประหยัด พลังงานสูงสุดคือลดกำลังไฟฟ้าได้ถึง 60 % และเมื่อเทียบกับการวัด ไอกรดในอากาศจริง ค่าไอ กรดยังอยู่ในมาตรฐาน คือไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร จึงไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ ของพนักงาน

Sureekarn Totaiya 2010: Effect for Health from Sulfuric Acid Evaporate at Fork-lift Battery. Master of Engineering (Safety Engineering), Major Field: Safety Engineering, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Associate Professor Krekkai Aryuwat, M.Eng. 127 pages.

This thesis studied the sulfuric acid (H_2SO_4) evaporation during the fork-lift battery changing. In this study, pyrosim version 2010 was used to model the sulfuric evaporation compared to chemical test by Ion Chromatography Method. The results leaded to the suggestion of air ventilation and personal preventive standard.

The results illustrated that the battery charging released H_2SO_4 to air and spread over battery. Test chemical in the air by ion chromatography method contained 0.002 mg/m^3 H_2SO_4 which followed the standard of ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). After ventilator is operated all of H_2SO_4 can be eliminated. With 60% ventilator efficiency, the model of sulfuric evaporation showed unsignificated amount of H_2SO_4 which can gain energy conservation and H_2SO_4 was not over the standard at 0.2 mg/m^3 .

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้เป็นอย่างดีด้วยความช่วยเหลือและจัดเกลา เพื่อความสมบูรณ์ของงานวิจัย จาก รองศาสตราจารย์ เกียรติไกร อายุวัฒน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษาคำแนะนำในการวิจัย ตลอดจนติดตามและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ข้าพเจ้าจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธงไชย ศรีนพคุณ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก อ.ดร.เอกไท วิโรจน์สกุลชัย ประธานในการสอบ อ.ดร.พิพัฒน์ พิเชษฐพงษ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผอ.เทวรัฐ โตไทยะ บิดา อาจารย์สุดจิตตรา โตไทยะ มารดา ที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจจนการศึกษาของข้าพเจ้าประสบความสำเร็จ สำเร็จ ท้ายที่สุดขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ ที่เป็นกำลังใจให้กับข้าพเจ้าเสมอมา

สุริกานต์ โตไทยะ
พฤษภาคม 2553

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจสอบเอกสาร	6
อุปกรณ์และวิธีการ	79
ผลและวิจารณ์	86
สรุป	105
ข้อเสนอแนะ	106
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	107
ภาคผนวก	109
ภาคผนวก ก การตรวจวัดสารเคมีโดยวิธี Ion cromatography	110
ภาคผนวก ข กฎหมายความปลอดภัยในการทำงาน (สารเคมีอันตราย)	119
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	127

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างมลพิษอากาศกับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง	16
2	คุณสมบัติทั่วไปของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)	19
3	ค่า LD_{50}	22
4	ค่า LC_{50}	22
5	ความเป็นพิษเมื่อสัมผัส	23
6	ระดับโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์	39
7	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล	39
8	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อชุมชน	40
9	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	41
10	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สิน	42
11	การจัดระดับความเสี่ยงอันตราย ระดับความเสี่ยง	43
12	การประเมินความเสี่ยง	81
13	ผลการตรวจวัดกรดซัลฟูริกในอากาศ	90
14	วัดอัตราการไหลของอากาศ	97

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	รถยก รถลาก ที่ใช้แบตเตอรี่ในการขับเคลื่อน ที่ใช้งานภายในฝ่ายคลังสินค้า	1
2	ห้องประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ของศูนย์กระจายสินค้า ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน	
	ศูนย์กระจายสินค้าเทศบาล 5 คลองตัน บางบัวทอง	2
3	การใช้งานแบตเตอรี่ ในรถยก รถลาก	3
4	การประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ รถยก-รถลาก	4
5	แบตเตอรี่แบบ Traction	6
6	ส่วนประกอบภายในของแบตเตอรี่ทั่วไป	8
7	คุณลักษณะทั่วไปของแบตเตอรี่	8
8	ขั้นตอนการบรรจุแบตเตอรี่ทั่วไป 1	9
9	ขั้นตอนการบรรจุแบตเตอรี่ทั่วไป 2	10
10	การไหลของกระแสไฟฟ้าภายในแบตเตอรี่เมื่อมีการจ่ายไฟฟ้า	10
11	ปฏิกิริยาการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มาต่อพ่วงกับแบตเตอรี่	11
12	การประจุไฟฟ้าจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่แบตเตอรี่	12
13	ภาพแสดงระบบมลพิษทางอากาศ	17
14	อันตรายจากการสัมผัสสารเคมี	40
15	ตัวอย่างภาพความรุนแรง ที่มีผลกระทบต่อชุมชน	41
16	ภาพตัวอย่างระดับความเสียหายที่เกิดขึ้น	42
17	ลักษณะของผ้าปิดจมูกที่แจกให้กับพนักงาน	48
18	การจอดรถอย่างปลอดภัยโดยกดสวิทช์ฉุกเฉิน	49
19	การเปิดฝาที่ครอบ และดึงขั้วแบตเตอรี่ออกจากรถลาก	51
20	การใช้เขนยกแบตเตอรี่	51
21	การเคลื่อนย้ายแบตเตอรี่ เข้าในช่องที่ว่าง	52
22	การเคลื่อนย้ายแบตเตอรี่เข้าไปใส่ในรถ	52
23	การเสียบปลั๊ก และ ปิดฝาที่ครอบแบตเตอรี่	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	พนักงานเติมน้ำกลั่นและทำความสะอาดแบตเตอรี่	53
25	พนักงานเสียบปลั๊กเพื่อประจุแบตเตอรี่	54
26	หน้ากากกันสารเคมีชนิดต่างๆ	54
27	ระบบระบายอากาศในห้องประจุแบตเตอรี่	56
28	ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ	57
29	การระบายอากาศโดยวิธีกล (Mechanism ventilation)	60
30	การระบายอากาศโดยติดพัดลมระบายอากาศที่หลังคา	60
31	การระบายอากาศโดยติดพัดลมระบายอากาศด้านหลังผู้ปฏิบัติงาน	61
32	การระบายอากาศโดยติดพัดลมระบายอากาศด้านหน้าผู้ปฏิบัติงาน	61
33	Propeller Fan	62
34	Tubeaxial Fan	62
35	Vanaxial Fan	63
36	Centrifugal fan	63
37	Flow Amplifier	64
38	ลักษณะของ Spray chamber	68
39	ลักษณะของ Packed Tower	69
40	ลักษณะของ Venturi Scrubbers	70
41	ลักษณะของ Dry sorbent injection	71
42	ลักษณะของ Dry sorbent injection	72
43	การแพร่	73
44	การดึงดูดด้วยไฟฟ้าสถิต	75
45	Spray dryer absorber	77
46	ลักษณะการเก็บอากาศและนำไปทดสอบหาปริมาณกรดโดยวิธี Ion Chromatography Method	89
47	แบบจำลองห้องประจุแบตเตอรี่	92
48	แทนค่าจำเพาะของกรดซัลฟูริก ลงในโปรแกรม	93

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
49	แทนค่าอัตราการเร็วในการดูดอากาศในโปรแกรม	93
50	ภาพแสดงการลอยตัวของไอกรด เมื่อประจุไฟฟ้า	94
51	ภาพแสดงวิเคราะห์แบบจำลอง โดยดูจากค่าความเข้มข้น ไม่เปิดพัดลมระบายอากาศ	95
52	เครื่องตรวจวัดอัตราการไหลของอากาศ	96
53	แทนค่าอัตราการเร็วในการดูดอากาศในโปรแกรม	98
54	ภาพแสดงการลอยตัวของไอกรด เมื่อประจุไฟฟ้า ที่อัตราการดูดอากาศ 9.83 m/s	99
55	ภาพแสดงวิเคราะห์แบบจำลอง โดยดูจากค่าความเข้มข้น ขณะประจุไฟฟ้า	99
56	ภาพแสดงการลอยตัวของไอกรด เมื่อประจุไฟฟ้า เมื่ออัตราการดูดอากาศ ลดลง 50%	100
57	ภาพแสดงวิเคราะห์แบบจำลอง โดยดูจากค่าความเข้มข้น ขณะประจุแบตเตอรี่ เมื่อลดกำลังพัดลมระบายอากาศลง 50%	101
58	ภาพแสดงการลอยตัวของไอกรด เมื่อประจุไฟฟ้า เมื่ออัตราการดูดอากาศ ลดลง 75%	101
59	ภาพแสดงวิเคราะห์แบบจำลอง โดยดูจากค่าความเข้มข้น เมื่อลดกำลังพัดลมระบายอากาศลง 75%	102
ภาคผนวกที่		
ก1	ลักษณะของ เครื่องไอออนโครมาโทกราฟี (Ion Chromatography Method)	112

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

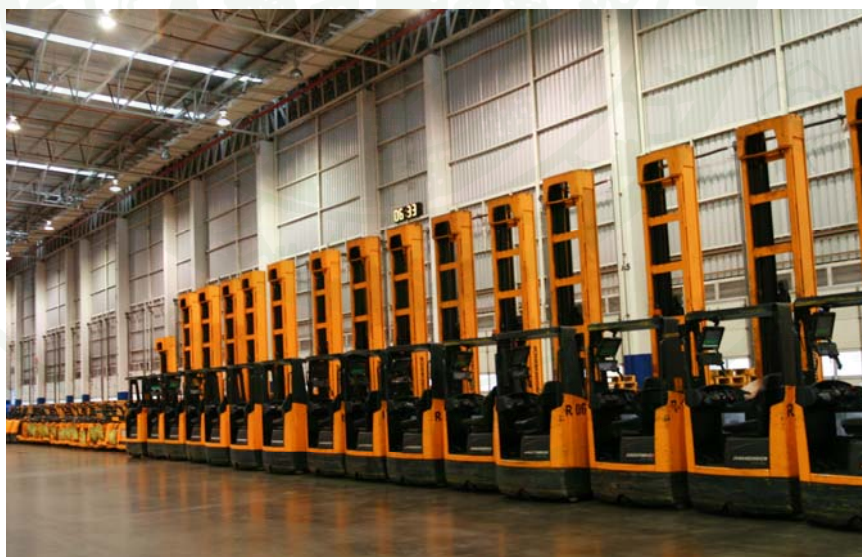
FDS	หมายถึง	Fire dynamic simulation
PPE	หมายถึง	Personal protective equipment
SCBA	หมายถึง	Self-contained breathing apparatus
UFL	หมายถึง	Upper Flammable Limit
LFL	หมายถึง	Lower Flammable Limit
LD ₅₀	หมายถึง	Lethal Dose fifty
LC ₅₀	หมายถึง	Lethal Concentration fifty
FM	หมายถึง	Facility management (ฝ่ายช่างซ่อมบำรุง)
SDA	หมายถึง	Spray dryer absorber
cfm	หมายถึง	ft ³ /minute

การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากไอระเหยของกรดซัลฟูริก ในแบตเตอรี่รถยนต์ยกขณะประจุไฟฟ้า

Effect for Health from Sulfuric Acid Evaporate at Fork-lift Battery

คำนำ

เนื่องจากปัจจุบัน มีการนำอุปกรณ์ทุนแรงนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตให้มีประสิทธิภาพ และประหยัดเวลา นอกจากนี้งานบางชนิด ไม่สามารถใช้แรงงานคนได้ เช่นงานยกหรือการเคลื่อนย้าย สินค้า อุปกรณ์ ที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้นการนำรถยก รถลากเข้ามาใช้งานในอุตสาหกรรมจึงมีมาก ในอุตสาหกรรมแทบทุกประเภท เช่น อุตสาหกรรมค้าปลีก, อุตสาหกรรมสิ่งทอ, อุตสาหกรรมอาหาร หรืออุตสาหกรรมเหล็ก เป็นต้น เนื่องจากอุตสาหกรรมต่างๆ ต้องการความรวดเร็ว และมีสินค้าอุปกรณ์ที่กำลังคนในการยกไม่ได้ จึงต้องนำรถยก รถลาก มาใช้ในอุตสาหกรรม



ภาพที่ 1 รถยก รถลาก ที่ใช้แบตเตอรี่ในการขับเคลื่อน

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

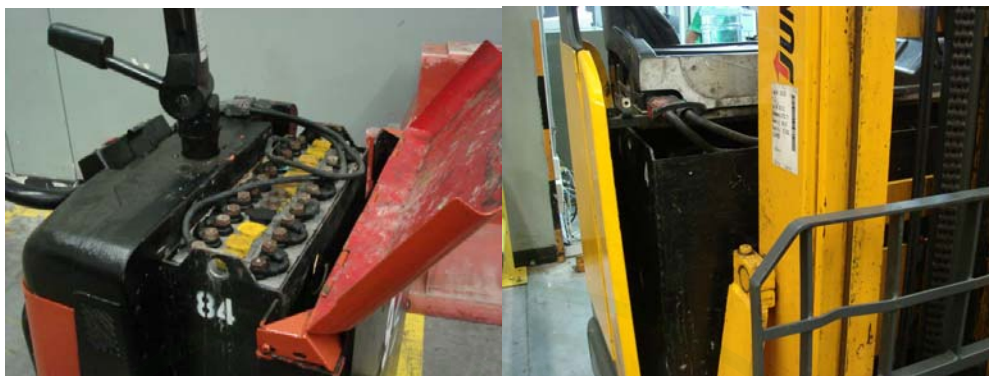
ซึ่งในรถยนต์ รถลาก จะมีการใช้งานเชื้อเพลิง ในส่วนของน้ำมัน และ แบตเตอรี่ ซึ่งส่วนใหญ่ รถยนต์ รถลากที่ใช้ในอาคาร จะใช้แบตเตอรี่ เนื่องจากมีผลกระทบด้านมลพิษต่ำกว่า รถยนต์ รถลาก แบบใช้น้ำมัน แต่ในการใช้แบตเตอรี่ทุกครั้ง จะต้องมีการชาร์จ เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ ซึ่งในการชาร์จไฟแต่ละครั้ง ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 3-4 ชั่วโมง ในแบตเตอรี่จะมีกรดซัลฟริก เป็นส่วนผสม เพื่อให้การชาร์จประจุไฟฟ้า สามารถทำงานได้ แบตเตอรี่แต่ละลูกมี 36 เซลล์ มี น้ำหนักประมาณ 1-2 ตัน ซึ่งต้องมีการนำแบตเตอรี่มาหมุนเวียนทำการชาร์จประจุไฟครั้งละไม่ต่ำกว่า 100 ลูก



ภาพที่ 2 ห้องประจุไฟแบตเตอรี่ของศูนย์กระจายสินค้า

ที่มา: ห้องประจุแบตเตอรี่ ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

มลพิษทางอากาศ ที่เกิดในห้องประจุไฟแบตเตอรี่ เป็นมลพิษที่เกิดโดยตรง จากแหล่งกำเนิด ซึ่งตัวห้องประจุไฟฟ้า มีลักษณะค่อนข้างทึบ มีทางเข้า-ออกเพียงทางเดียว ในระหว่างการเติมประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ มีไอกรดซัลฟริกปนออกมาในอากาศ ซึ่งไอกรดซัลฟริกนี้มีผลกระทบต่อสุขภาพ ของพนักงานที่เข้าไปเปลี่ยนแบตเตอรี่รถยนต์ และพนักงานที่ทำงานเป็นประจำอยู่ในห้องประจุแบตเตอรี่ หากพนักงานได้รับไอกรดเข้าไปเป็นเวลาต่อเนื่อง และมีจำนวน ไอกรดในอากาศเกินมาตรฐาน จะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของพนักงาน ดังนั้นจึงต้องจัดให้มีการระบายอากาศที่เหมาะสมตามมาตรฐาน และมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลให้พนักงาน ที่ปฏิบัติงานในห้องประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ได้สวมใส่



ภาพที่ 3 การใช้งานแบตเตอรี่ในรถยก-รถลาก

ที่มา: ห้องประจุแบตเตอรี่ ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

เพื่อเป็นการสร้างมาตรฐานในการทำงานของคลังสินค้า จึงนำปัญหานี้ มาศึกษาเพื่อหา
มลพิษในอากาศของห้องประจุไฟฟ้า เพื่อนำมาเป็นมาตรฐานในการออกแบบระบบระบายอากาศ
และการจัดหาอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับพนักงาน ที่ต้องทำงานในห้องประจุไฟฟ้า
แบตเตอรี่ เพื่อให้พนักงานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพในอนาคต



ภาพที่ 4 การประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ รถยก-รถลาก

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะการระเหยของไอกรดซัลฟูริก อันเกิดจากการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่
2. เพื่อหาวิธีการลดมลพิษทางอากาศ จากการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่
3. เพื่อแสดงให้เห็นข้อแตกต่างของการกระจายตัวของไอกรดซัลฟูริก กรณีไม่เปิดพัดลมระบายอากาศ และกรณีเปิดพัดลมระบายอากาศขณะประจุแบตเตอรี่
4. เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ในห้องประจุแบตเตอรี่

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาลักษณะการระเหยของไอกรดซัลฟูริก ที่ปลดปล่อยออกมาจากกระบวนการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ ขนาดห้อง 15x10x10 ม.
2. ข้อมูลผลการตรวจวัดสภาพอากาศ จากสถานที่จริง โดยเครื่องมือที่ได้รับรองจากกระทรวงสาธารณสุข
3. เปรียบเทียบลักษณะการกระจายตัวของไอกรด โดยใช้แบบจำลองจากโปรแกรม Pyrosim

สมมติฐานการวิจัย

1. การประจุไฟฟ้า(การชาร์จ)แบตเตอรี่ เป็นการชาร์จอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้เกิดก๊าซของ กรดซัลฟูริกอย่างต่อเนื่อง (Steady state flow) ขนาดห้อง 15x10x10 ม.
2. ปริมาณการประจุไฟฟ้าทำอย่างเต็มพื้นที่ หมายถึงปริมาณไอกรดที่เกิดขึ้นมีปริมาณสูงสุด

3. ปริมาณแบตเตอรี่ในห้องชาร์จ มีจำนวน 100 ลูก
4. ภายในห้องชาร์จแบตเตอรี่ไม่มีอิทธิพลของแรงลมจากภายนอก
5. ไม่มีการเพิ่มปริมาณก๊าซที่เป็นอันตรายจากแห่งอื่น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพิ่มระดับความปลอดภัยในด้านสุขภาพ ตัวแปรจากปัจจัยที่ทำให้เกิดอันตราย มากำหนดขั้นตอนโดยใช้ระบบการจัดการด้านความปลอดภัย
2. ช่วยลดพลังงานไฟฟ้า จากการจัดการระบบระบายอากาศที่เหมาะสม
3. เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล ของห้องประจุแบตเตอรี่ในศูนย์กระจายสินค้าอื่น

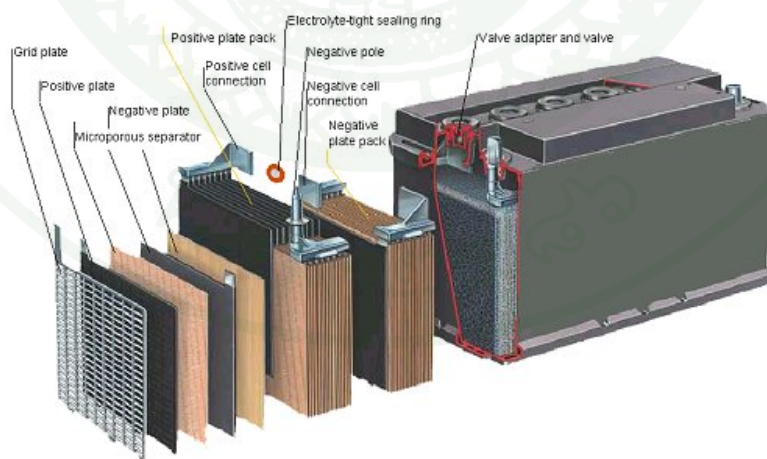
การตรวจเอกสาร

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบเอกสาร วรรณกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นพื้นฐานความรู้ และ ใช้ในการอ้างอิง โดยแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ จำนวน 5 ส่วน ดังนี้

1. การเกิดก๊าซที่เป็นอันตรายจากกระบวนการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ ขนาดใหญ่
2. ผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานเกี่ยวกับกรดซัลฟูริก
3. มาตรฐานไอกรดในอากาศและอันตรายต่อสุขภาพ
4. การประเมินความเสี่ยง
5. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลสำหรับงานเกี่ยวกับสารพิษ
6. ระบบระบายอากาศในห้องประจุแบตเตอรี่

1. การเกิดก๊าซที่เป็นอันตรายจากกระบวนการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ ขนาดใหญ่

Traction Battery หมายถึง แบตเตอรี่ที่มีขนาดใหญ่ (ดังภาพที่ 5) เพื่อให้กำลังเครื่องจักรที่ต้องการกำลังไฟฟ้าสูงจึงได้นำมาประยุกต์ใช้กับรถยก(Forklift) อย่างแพร่หลายเพื่อเป็นพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซล และเหตุผลด้านสิ่งแวดล้อมภายในสถานที่ทำงาน เนื่องจากไม่เกิดมลพิษทางอากาศจากไอเสีย



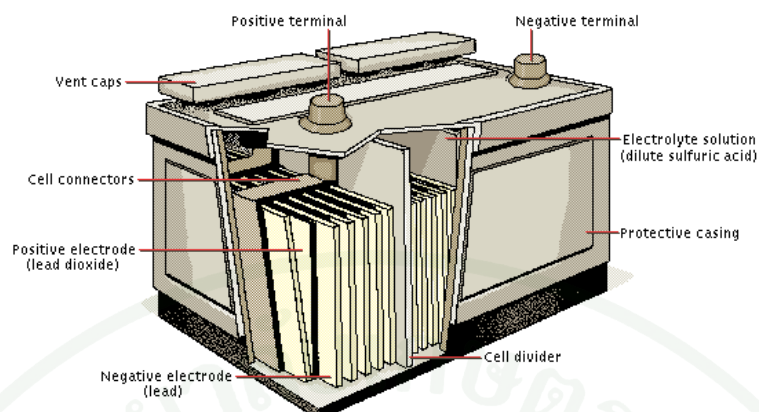
ภาพที่ 5 แบตเตอรี่แบบ Traction

ที่มา: Battery Council International (2009)

ลักษณะส่วนประกอบของ Battery แสดงในภาพที่ 6 จะประกอบด้วย ตัวโครงภายนอก จะทำด้วยเหล็ก โดยภายในจะบรรจุด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก 33.53% และจะมีแท่งตะกั่ว มีหน้าที่ แลกเปลี่ยนประจุ

ส่วนประกอบ (กรณีแบตเตอรี่ตะกั่วกรด หรือ Lead Acid Battery)

- 1.1 แผ่นธาตุบวก ทำด้วยตะกั่วไดออกไซด์ (PbO_2)
มีหลายชนิด เช่น แผ่นเรียบ , แผ่นหลอด ซึ่งแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป
- 1.2 แผ่นธาตุลบ ทำด้วยตะกั่วบริสุทธิ์ (Pb) ส่วนใหญ่เป็นแผ่นเรียบ
- 1.3 แผ่นกั้น (Separator) ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้แผ่นธาตุบวกและลบสัมผัส ลัดวงจร คุณสมบัติของแผ่นกั้นที่ดีต้องยอมให้โมเลกุลของน้ำกรดผ่านได้ สะดวก แต่ต้องไม่ยอมให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านได้ มีหลายชนิด เช่น ไมโคร โพรสรั่มเบอร์ . PVC . กระดาษเซลลูโลส
- 1.4 น้ำยาอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) คือสารละลายที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีในที่นี้จะเป็น สารละลายกรดกำมะถัน (Sulfuric Acid)
- 1.5 เปลือกเซลล์แบตเตอรี่ (Cell Jar) ทำหน้าที่ประจุส่วนประกอบต่างๆ กรู๊ปแผ่นธาตุและ น้ำกรดไว้ภายใน มีหลายชนิด เช่น เปลือกยางสีดำ (Hard Rubber) . เปลือกพลาสติกขุ่น หรือสีดำ (Polypropylene – PP)
- 1.6 ฝาปิดเซลล์แบตเตอรี่ (Cell Lid) ทำหน้าที่ปกปิดไม่ให้เศษวัสดุหรือสารที่ไม่ต้องการตกลงภายใน เซลล์แบตเตอรี่ ส่วนมากทำมาจากวัสดุชนิดเดียวกับเปลือกเซลล์แบตเตอรี่
- 1.7 นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่นๆ ประกอบด้วย
 - ขั้ว (Terminal Post)
 - ยางอัดขั้ว (Rubber Grommet)
 - ขารองกรู๊ปแผ่นภายในเซลล์ (Prism)
 - จุกปิดฝา (Vent Plug)
 - สะพานไฟ (Inter-cell Connector)



ภาพที่ 6 ส่วนประกอบภายในของแบตเตอรี่ทั่วไป

ที่มา: Battery Council International (2009)

คุณลักษณะจำเพาะของแบตเตอรี่

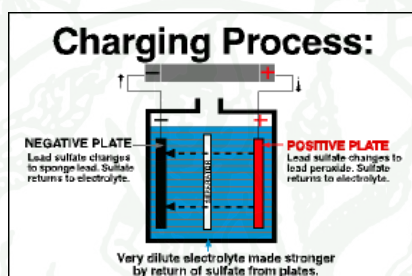
- ความถ่วงจำเพาะ 1.280
- 48 V.
- 1170 Kg.



ภาพที่ 7 คุณลักษณะทั่วไปของแบตเตอรี่

ที่มา: ห้องประจุแบตเตอรี่ ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

เมื่อกระแสไฟฟ้าภายในแบตเตอรี่ได้กระจายไปยังเครื่องยนต์ จึงทำให้กระแสไฟฟ้าเสื่อมลงจึงต้องทำการบรรจุกระแสไฟฟ้าครั้งใหม่ ดังภาพที่ 8 และ 9 เป็นการบรรจุกระแสไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ โดยนำแบตเตอรี่ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ของแบตเตอรี่ โลหะต่างชนิด 2 ชนิด เช่น แผ่นธาตุบวกและลบ จุ่มอยู่ในสารละลายไฟฟ้า (Sulphuric acid) ประกอบกันขึ้นเป็นแบตเตอรี่และให้แรงดันไฟฟ้า ซึ่งแบตเตอรี่รถยนต์โดยทั่วไปมีแรงดันไฟฟ้าต่อเซลล์ 2.1 โวลท์ พลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างโลหะทั้งสองและสารละลายไฟฟ้า ปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดขึ้นและมีกระแสไหลเมื่อมีวงจรต่อระหว่างขั้วบวกและลบ (เช่น ไฟหน้ารถเมื่อต่อเข้ากับแบตเตอรี่)

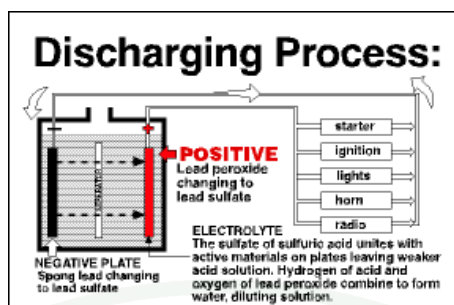


ภาพที่ 8 ขั้นตอนการบรรจุแบตเตอรี่ทั่วไป 1

ที่มา: Battery Council International (2009)

การทำงานของแบตเตอรี่รถยนต์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ

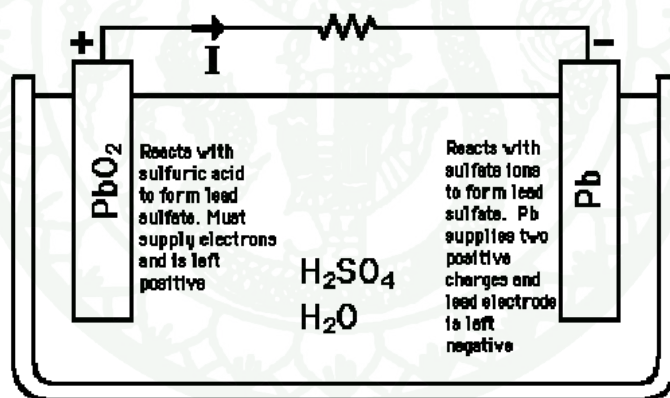
1. Lead dioxide (PbO_2) ลีดไดออกไซด์บนแผ่นธาตุบวก
2. Sponger lead (Pb) ฟองตะกั่วบนแผ่นธาตุลบ
3. Sulphuric acid (H_2SO_4)



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการบรรจุแบตเตอรี่ทั่วไป 2

ที่มา: Battery Council International (2009)

สารละลายไฟฟ้าเป็นผลให้แบตเตอรี่สามารถนำมาใช้งานได้อีก แต่ในการบรรจุประแสไฟฟ้านี้ จะเกิดไอกรดซัลฟริกจำนวนหนึ่ง โดยก๊าซชนิดนี้สามารถรวมกับความชื้นได้ดี และกลายเป็น กรดซัลฟริก กลับคืนมาอีกครั้งหนึ่ง

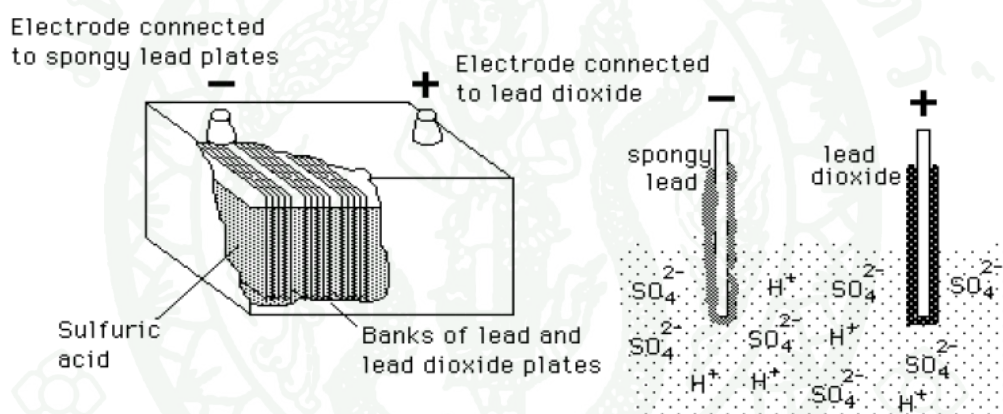


ภาพที่ 10 การไหลของกระแสไฟฟ้าภายในแบตเตอรี่เมื่อมีการจ่ายไฟฟ้า

ที่มา: Battery Council International (2003)

ขั้นตอนและปฏิกิริยาทางเคมีเมื่อทำการอัดประจุไฟฟ้า การอัดประจุไฟฟ้าจะเกิดขึ้นตามปฏิกิริยา ตามภาพที่ 10 เมื่อแบตเตอรี่มีการอัดประจุเต็มและจะนำไปใช้งานการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่เครื่องใช้ไฟฟ้า บริเวณขั้วลบ จะประกอบด้วย แผ่นตะกั่ว และเมื่อระหว่างทำการจ่ายไฟฟ้า แผ่นตะกั่วจะจ่ายอิเล็กตรอนให้แก่ขั้วบวก

จากภาพที่ 11 เมื่อแบตเตอรี่ต่อเข้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้า แผ่นตะกั่วภายในแบตเตอรี่จะทำปฏิกิริยากับสารละลาย เมื่อเกิดการสูญเสียอิเล็กตรอน ประจุซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) ทดแทนเกิดเป็นรูป ตะกั่วซัลเฟต (PbSO_4) และแผ่นตะกั่วออกไซด์ที่อยู่ด้านข้างจะปล่อยออกไซด์ไอออน ออกมารวมตัวกับไฮโดรเจนไอออน ที่อยู่ในสารละลายซัลฟริกเกิดเป็นน้ำระหว่างนั้นประจุซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) จะเข้ามาแทนที่ที่เกิดการรวมตัวกลายเป็นตะกั่วซัลเฟต (PbSO_4) จนทั้งสองขั้วไม่มีค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า จึงไม่มีการถ่ายเทอิเล็กตรอน ซึ่งถือว่าเป็นการหมด 1 รอบการจ่ายกระแสไฟฟ้า จากนั้นเมื่อแบตเตอรี่ไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้แล้ว ต้องทำการบรรจุกระแสไฟฟ้าให้แก่แบตเตอรี่ใหม่ โดยต่อแบตเตอรี่เข้ากับวงจรไฟฟ้าดังภาพที่ 12 จากนั้นพลังงานจากแบตเตอรี่และออกซิเจนในน้ำจะทำให้ตะกั่วซัลเฟตที่เกาะบนแท่งตะกั่วออกไซด์และแท่งตะกั่ว หลุดออก ทำให้แบตเตอรี่ สามารถนำกลับมาใช้งานได้



ภาพที่ 11 ปฏิกิริยาการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มาต่อพ่วงกับแบตเตอรี่

ที่มา: Battery Council International (2009)

เมื่อแบตเตอรี่ประจุไฟเต็ม (Charged) จะมีแรงดันต่อเซลล์เท่ากับ 2.1 Volts และค่าความถ่วงจำเพาะ หรือ ถ.พ. ของน้ำกรดจะสูงขึ้นจนได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เช่น 1.280 เป็นต้น ต่อมาเมื่อแบตเตอรี่ถูกนำมาใช้งาน (Discharged) อนุโมล ซัลเฟตจะแยกตัวและถูกดูดซับเข้าไปในแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบ ทำให้ความเข้มข้นและ ถ.พ.ของน้ำกรดลดต่ำลงจนมีค่าใกล้เคียง 1.150 ซึ่งจะทำให้ค่าแรงดันของแบตเตอรี่ลดตามลงไปด้วย เมื่อนำแบตเตอรี่กลับมา ประจุไฟใหม่ (Recharge) เครื่องประจุไฟ (Charger) จะจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังตัวแบตเตอรี่เพื่อขับไล่ อนุโมลซัลเฟตที่อยู่ใน แผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบให้กลับมาผสมกับน้ำทำให้ ความถ่วงจำเพาะ และแรงดัน ของแบตเตอรี่เพิ่มกลับขึ้นมาใหม่อีกครั้งหนึ่ง

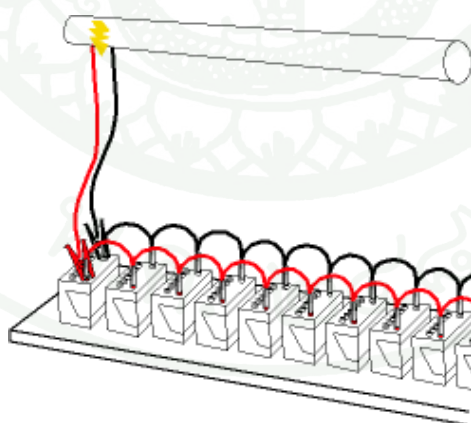
ภายในระบบของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ จะประกอบด้วยกรดซัลฟูริกและน้ำ เป็นส่วนประกอบ ซึ่งกรดซัลฟูริกส่วนหนึ่งจะระเหย ออกจากสารละลาย ทำให้พนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่ภายในบริเวณดังกล่าว รู้สึกระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ

หน้าที่ของแบตเตอรี่เมื่อนำมาใช้งานกับรถยนต์ไฟฟ้า

- ให้กำลังไฟฟ้ากับมอเตอร์ปั๊มไฮดรอลิก
- ให้กำลังไฟฟ้ากับมอเตอร์ขับเคลื่อน
- ให้กำลังไฟฟ้ากับมอเตอร์พวงมาลัย
- ให้กำลังไฟฟ้ากับระบบแสงสว่าง , สัญญาณต่างๆ และระบบควบคุม
- เป็นน้ำหนักถ่วงในขณะยกของ (Counterbalance)

อายุของแบตเตอรี่ โดยปกติอายุของแบตเตอรี่จะกำหนดเป็นจำนวน Cycles (1 Cycles หมายถึง การใช้งาน (Discharge) 1 ครั้งและประจุไฟกลับคืน (Recharge) 1 ครั้ง)

- แบตเตอรี่ชนิดแผ่นหลอด = 1200 – 1500 Cycles
- แบตเตอรี่ชนิดเรียบ = 700 – 800 Cycles



After a battery is made, it is charged with electricity.

ภาพที่ 12 การประจุไฟฟ้าจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่แบตเตอรี่

ที่มา: Battery Council International (2009)

ข้อเสนอแนะในการใช้แบตเตอรี่เพื่อการบำรุงรักษา

สิ่งที่ควรปฏิบัติ

1. ตรวจสอบระดับของน้ำกลั่นให้อยู่ในระดับอยู่เสมอ
2. ใช้น้ำกลั่นบริสุทธิ์เท่านั้น เติมลงในแบตเตอรี่
3. บำรุงรักษาแบตเตอรี่ให้สะอาดอยู่เสมอ เพื่อป้องกันการรั่วไหลของ กระแสไฟฟ้า
4. สวมถุงมือและแว่นตา เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
5. ให้รับประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ทันทีเมื่อใช้งานแบตเตอรี่เสร็จแล้ว
6. เปิดจุกปิดฝาในขณะที่ประจุไฟ เพื่อระบายความร้อนและแก๊สได้ดียิ่งขึ้น
7. ประจุไฟให้เต็มทุกครั้ง ก่อนนำไปใช้งาน (ถ.พ. 1.270 - 1.280)
8. เมื่อประจุไฟเต็มแล้วก่อนนำออกใช้ควรทิ้งไว้ประมาณ 30 นาทีเพื่อให้อุณหภูมิลดลง
9. ปิดฝารอบจุกแบตเตอรี่ให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันการลัดวงจร
10. ตรวจสอบอุปกรณ์ของแบตเตอรี่อยู่เสมอ หากชำรุดควรแก้ไขหรือแจ้งให้ผู้รับผิดชอบ

ก่อน

ทราบ

สิ่งที่ไม่ควรปฏิบัติ

1. ใช้แบตเตอรี่เกินอัตราที่กำหนด ถ.พ. ต่ำกว่า 1.150
2. ประจุไฟเกิน (Over Charger) อัตราที่กำหนด
3. เติมน้ำกลั่นน้อยหรือมากเกินไป
4. ใช้เครื่องมือที่เป็นโลหะโดยไม่มีฉนวนหุ้ม
5. สูดบุหรี่ หรือทำให้เกิดประกายไฟใดๆ ใกล้แบตเตอรี่
6. เปลี่ยนหรือเคลื่อนย้ายแบตเตอรี่โดยไม่ระมัดระวัง อาจเกิดอันตราย กับผู้ปฏิบัติงาน หรือ ตัวแบตเตอรี่ได้

2. ผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานเกี่ยวกับกรดซัลฟูริก

ประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ (Sources of Air Pollution) แหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.1 แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural Sources)

เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดสารมลพิษอากาศตามกระบวนการทางธรรมชาติ ไม่มี การกระทำของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องแต่อย่างใด เช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟป่า ทะเล และมหาสมุทร ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของละอองเกลือ เป็นต้น

2.2 แหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Man-Made Sources)

เป็นแหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ที่ทำให้มีการระบายสารมลพิษอากาศ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

(1) แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Source) ได้แก่ รถยนต์ เรือยนต์ เครื่องบิน เป็นต้น

(2) แหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ (Stationary Sources) หมายถึง แหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งสารมลพิษอากาศเกิดจากการใช้เชื้อเพลิง และเกิดจากกระบวนการการผลิตต่างๆ ดังแสดงในตัวอย่างตาราง โดยสรุปได้ดังนี้

(ก) กระบวนการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ เตาเผาซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการก่อให้เกิดพลังงานความร้อน เช่น เตาเผาเพิ่มความร้อน เตาเผากำจัดของเสีย นอกจากจะทำให้เกิด SO_2 , NO_x เหม่า และ CO แล้วบางครั้งก็ยังมีไฮโดรคาร์บอน ไฮโดรเจนคลอไรด์ และไดออกซินเกิดขึ้นอีกด้วย

(ข) การถลุง และ แปลรูปโลหะ ในกระบวนการถลุงแร่ เช่น การเผาและอบ จะเกิดการแพร่กระจายของทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี แคดเมียม ปรอทและธาตุอื่นๆ ในสินแร่ ในการอบแร่ที่ปนอยู่กับกำมะถัน นอกจากจะเกิด SO_2 เป็นจำนวนมากแล้ว ก็ยังมี NO_x และเหม่าเกิดขึ้นอีกด้วย

(ค) การทำงานที่เกี่ยวข้องกับวัสดุที่มีลักษณะเป็นผง เช่น การบดวัตถุดิบ การคัดแยก การผสม แปรรูปและการขนส่งที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง

(ง) การกลั่นเชื้อเพลิงเหลว ซึ่งการใช้สารละลายและสีจะทำให้เกิดไฮโดรคาร์บอน

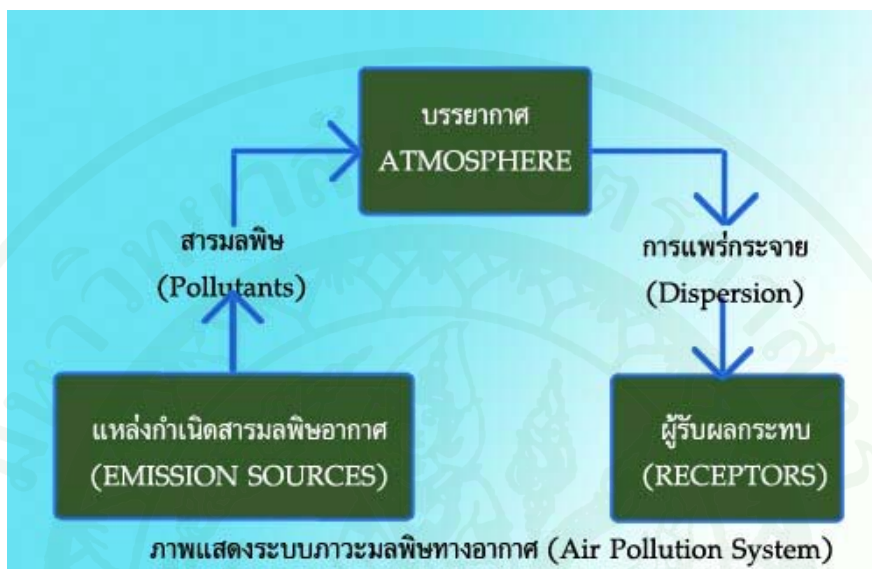
(จ) การแพร่กระจายของก๊าซพิษเกิดจากการจัดการที่ขาดความระมัดระวัง การกระจายของสารเคมีทางการเกษตร เช่น ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าหญ้า เป็นต้น

(ฉ) การก่อสร้างทำให้เกิดฝุ่นละออง

ตารางที่ 1 ตัวอย่างมลพิษอากาศกับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

ประเภทอุตสาหกรรม	ชื่อสารมลพิษอากาศ
อุตสาหกรรมปุ๋ย อุตสาหกรรมเซรามิก อุตสาหกรรมอลูมิเนียม	ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ : HF
ดรงกลั่นน้ำมัน อุตสาหกรรมก๊าซ แอมโมเนียและเยื่อกระดาษ	ไฮโดรเจนซัลไฟด์ : H ₂ S
โรงถลุงโลหะ อุตสาหกรรมเคมี	เซเลเนียมไดออกไซด์ : SeO ₂
อุตสาหกรรมโซดาไฟ กระบวนการผลิตพลาสติก	ไฮโดรเจนคลอไรด์ : HCl
การผลิตกรดดินประสิว อุตสาหกรรมต่างๆที่มีการสันดาป	ไนโตรเจนไดออกไซด์ : NO ₂
การผลิตกรดกำมะถัน อุตสาหกรรมให้น้ำมันเตา-ถ่านหิน	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ : SO ₂
อุตสาหกรรมปุ๋ย	ซิลิกอนฟลูออไรด์ : SiF ₄
อุตสาหกรรมย้อมสี การสังเคราะห์สตรอนทีย	ฟอสจีน (PHOSGENE) : COCl ₂
การผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ ตัวทำลาย การฆ่าเชื้อของพืช	คาร์บอนไดซัลไฟด์ : CS ₂
การผลิตกรด Hydrocyanic, การผลิตเหล็ก อุตสาหกรรมก๊าซ	ไฮโดรเจนไซยาไนด์ : HCN
อุตสาหกรรมเคมี	
อุตสาหกรรมผลิตปุ๋ย การชุบโลหะ เวชภัณฑ์อินทรีย์ การทำพิมพ์เขียว	แอมโมเนีย : NH ₃
การผลิตเวชภัณฑ์ ฟอสฟอรัสไดคลอไรด์	ฟอสฟอรัสไตรคลอไรด์ : PCl ₃
การผลิตกรดกรดฟอสฟอริก ปุ๋ยฟอสฟอริก	ไฮโดรเจนฟอสไฟด์ : PH ₄
โรงกลั่นน้ำมัน การผลิตฟอร์มาลีน ตัวทำลายอินทรีย์	เบนซีน : C ₆ H ₆
การผลิตเมธานอล การผลิตฟอร์มาลีน อุตสาหกรรมสี อุตสาหกรรมยาง	เมธานอล : CH ₃ OH
สังเคราะห์ ทำเซลล์	
อุตสาหกรรมปิโตรเคมีโรงกลั่นปิโตร	นิกเกิลคาร์บอนิก : Ni(CO) ₄
การผลิตกรดกำมะถัน อุตสาหกรรมปุ๋ย โรงงานสารอินทรีย์	กรดกำมะถัน : H ₂ SO ₄
สีย้อม เวชภัณฑ์ สารเคมีเกษตร	โบรมีน : Br ₂
อุตสาหกรรมก๊าซ การถลุงโลหะ การสันดาปภายใน	คาร์บอนมอนอกไซด์ : CO
อุตสาหกรรมทาร์ ยาเคมี อุตสาหกรรมสี ยางสังเคราะห์	ฟีนอล : C ₆ H ₅ OH
อุตสาหกรรมยา สารเคมี	Pyridine : C ₅ H ₅ N
อุตสาหกรรมปิโตรเลียม อุตสาหกรรมเภสัชกรรม	Mercaptan : C ₂ H ₅ SH
อุตสาหกรรมผลิตหลังคาไฟเบอร์	สไตรีน : C ₆ H ₅ CHCH ₂
อุตสาหกรรมโซดาไฟ อุตสาหกรรมเคมีอื่นๆ	คลอรีน : Cl ₂

ระบบภาวะมลพิษอากาศ (Air pollution System) มีส่วนประกอบ 3 ส่วน ที่มีความสัมพันธ์กัน คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษ (Emission Sources) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) และผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ (Receptor) แสดงเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ ดังรูปที่ 13



ภาพที่ 13 ภาพแสดงระบบมลพิษทางอากาศ

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (ม.ป.ป.)

1. แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ (Emission Sources)

เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและระบายออกสู่อากาศภายนอก โดยที่ชนิดและปริมาณของสารมลพิษอากาศ ที่ถูกระบายออกสู่อากาศขึ้นอยู่กับประเภทของแหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศ และวิธีการควบคุมการระบายสารมลพิษอากาศ

2. อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere)

เป็นส่วนของระบบที่รองรับสารมลพิษอากาศ ที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดต่างๆ และเป็นตัวกลาง (Medium) ให้สารมลพิษอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศ มีการแพร่กระจายออกไป โดยมีปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความเร็ว และทิศทางกระแสลม รวมทั้ง

ลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูเขา หุบเขา และอาคารบ้านเรือน เป็นตัวกำหนดลักษณะการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศ

3. ผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ (Receptors)

เป็นส่วนของระบบที่สัมผัสกับสารมลพิษในอากาศ ทำให้ได้รับความเสียหาย หรืออันตรายโดยผู้รับผลเสียอาจเป็นสิ่งที่มีชีวิต เช่น คน พืช และสัตว์ หรือเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น เสื้อผ้า อาคาร บ้านเรือน วัสดุและสิ่งก่อสร้างต่างๆ ความเสียหาย หรือผลกระทบที่เกิดขึ้น จะมีความรุนแรงมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ของสารมลพิษในอากาศและระยะเวลาที่สัมผัส

จากส่วนประกอบของระบบภาวะมลพิษอากาศ ที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าปริมาณ และ ชนิดของสารมลพิษที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด (Emissions) สภาพทางอุตุนิยมวิทยา (Meteorology) และสภาพภูมิประเทศ (Topography) จะเป็นตัวกำหนดชนิด ปริมาณ และ ความเข้มข้นของสารมลพิษที่เจือปนอยู่ในอากาศที่อยู่ห่างไกลออกไป ส่วนคุณภาพอากาศจะเป็นตัว กำหนดถึงลักษณะ และ ความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น (Air Pollution Effects) อีกทอดหนึ่ง ระดับความปลอดภัยในการทำงานที่พนักงานผู้ปฏิบัติงาน จำเป็นต้องสัมผัสกับก๊าซที่จัดอยู่ในข่ายการเกิดอันตราย Battery Council International (2009) ไอกรดซัลฟูริก และก๊าซไฮโดรเจน เป็นก๊าซที่สามารถเกิดขึ้นได้จากการชาร์จประจุไฟฟ้าใหม่ สำหรับแบตเตอรี่ขนาดใหญ่ เนื่องจากภายใน แบตเตอรี่ ชนิด Lead Acid จะบรรจุด้วย Sulfuric Acid Solution ซึ่งสามารถระเหยออกมาจากสารละลายกรดได้ ซึ่งดูได้จากการคำนวณค่า Vapor pressure ของกรดซัลฟูริก ที่ละลายในน้ำ ซึ่งค่อนข้างมีความซับซ้อนมากในการที่จะคำนวณให้ถูกต้อง วิธีการหนึ่งที่ทาง OSHA (Occupational And Safety Health Administration) ได้แนะนำวิธีการหาปริมาณไอกรดซัลฟูริก โดยการใช้เครื่องมือ วิเคราะห์ก๊าซภาคสนาม (Gas Detector Tube) จากกระบวนการประจุไฟ แบตเตอรี่ นอกจากนี้ไอกรดซัลฟูริกที่เกิดขึ้นมาจากกระบวนการ ทางเคมีซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของพนักงานผู้ที่ต้องปฏิบัติงานภายในห้อง และผู้ปฏิบัติงาน บริเวณใกล้เคียงแล้ว ยังพบว่า กระบวนการทางเคมีดังกล่าวยังมีก๊าซไฮโดรเจนเกิดขึ้นด้วยซึ่งก๊าซ ไฮโดรเจนนี้จะเป็นอันตรายในเรื่องของการระเบิดหากมีประกายไฟเกิดขึ้น

Sulfuric acid (H_2SO_4) เป็นของเหลว ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น สามารถละลายในน้ำได้ดี ความเข้มข้น มีผลในการกัดกร่อน อาจเกิดปฏิกิริยาที่รุนแรง / เป็นอันตรายเมื่อทำปฏิกิริยากับโลหะ, เนื้อเยื่อของสัตว์, พืช

อันตรายต่อร่างกาย เมื่อสูดดมละอองลอย ก่อให้เกิดอันตรายต่อเยื่อเมือกที่สัมผัสสาร เมื่อถูกผิวหนัง เกิดแผลไหม้อย่างรุนแรงและเกิดสะเก็ดแผล เมื่อเข้าตา เกิดแผลไหม้, แผลในกระจกตา เมื่อกลืนกิน เจ็บปวดอย่างรุนแรง (อาจทำให้เกิดการกัดจนทะลุ), คลื่นเหียน, อาเจียน และท้องร่วง หลังระยะแฝงเป็นเวลาหลายสัปดาห์ อาจทำให้ส่วนปลายกระดูกเปราะ ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ ผลกระทบทางชีวภาพ เป็นพิษต่อ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในน้ำ ส่งผลที่เป็นอันตรายเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพีเอช เป็นพิษต่อปลาและสาหร่าย มีฤทธิ์กัดกร่อนแม้ในสภาพที่เจือจาง ไม่ทำให้เกิดการขาดออกซิเจนทางชีวภาพ ทำให้แหล่งน้ำดื่มเป็นพิษถ้าปล่อยให้เข้า สู่ดินหรือน้ำในปริมาณมาก ควรทำให้เป็นกลางในระบบบำบัดน้ำเสีย

3. มาตรฐานไอกรดในอากาศและอันตรายต่อสุขภาพ

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทั่วไปของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2SO_4)

ชื่อเคมีทั่วไป	Sulfuric acid
สูตรเคมี	H_2SO_4
ชื่อพ้องอื่นๆ	Oil of vitriol; BOU; Dipping Acid; Vitriol Brown Oil; Sulfuric; Acid Mist; Hydrogen sulfate; Sulfur acid; Sulfuric acid, spent;
รหัส IMO	
สูตรโครงสร้าง	
มวลต่อหนึ่งโมล	98.08 g mol ⁻¹
ลักษณะทางกายภาพ	ของเหลว

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชื่อเคมีทั่วไป	Sulfuric acid
สี	ไม่มี
กลิ่น	ไม่มี
จุดเดือด	276 °C
จุดหลอมเหลว	-1 °C
ความถ่วงจำเพาะ	1.84 g/cm ³
ความหนืด(mPa.sec)	26.9 ความดันไอ (มม.ปรอท)
ความหนาแน่นไอ	3.4 (อากาศ=1)
ความเป็นกรด (pK _a)	3
จุดวาบไฟ	Non-flammable
ความสามารถในการละลาย	ละลายน้ำได้ (กรัม/100 มล. ที่ 20 องศาเซลเซียส)
LD ₅₀ (มก./กก.) :	2140 (หนู)
LC ₅₀ (มก./ม ³)	510/2 ชั่วโมง (หนู)
- สารที่เข้ากันไม่ได้	เบสแก่ น้ำ สารอินทรีย์ โลหะอัลคาไลน์

สารเคมีอันตรายที่เกิดจากการสลายตัว : เมื่อทำปฏิกิริยากับโลหะจะเกิดออกไซด์ของกำมะถันและไฮโดรเจน สารนี้ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ทำให้เกิดเพลิงไหม้และการระเบิด

ความหนาแน่นไอ (Vapor density)

คือน้ำหนักของไอระเหยหรือก๊าซเมื่อเทียบกับอากาศในปริมาตรที่เท่ากัน (อากาศ = 1) ถ้าความหนาแน่นมากกว่า 1 สารเคมีนั้นจะหนักกว่าอากาศ และเกิดการสะสมในที่ต่ำ หรือแพร่กระจายบนพื้น แต่ถ้าความหนาแน่นน้อยกว่า 1 สารเคมีนั้นเบากว่าอากาศ ก็จะลอยขึ้นที่สูง ความหนาแน่นไอมีประโยชน์ในการพิจารณาติดตั้งพัดลมระบายอากาศ การอพยพหนีหกรั่วไหล เช่น หากมีการหกรั่วไหลของสารเคมีที่มีความหนาแน่นมากกว่า 1 ให้หลีกเลี่ยงการอยู่ในที่ต่ำบนพื้น หรือที่อากาศ เป็นต้น

ความดันไอ (Vapor Pressure)

คือแนวโน้มของของแข็งหรือของเหลวที่จะระเหยกลายเป็นไอ ในอากาศปกติ ถ้าจุดเดือดต่ำ ความดันไอสูงจะสามารถระเหยออกสู่อากาศได้เร็วและก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ง่าย และถ้าเก็บสารเคมีที่มีความดันไอสูงในภาชนะบรรจุปิดสนิทอาจเสี่ยงต่อการเกิด ระเบิดได้ง่ายกว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และสารเคมีที่มีจุดเดือดสูง ค่าความดันไอก็จะต่ำ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท

ขีดจำกัดความไวไฟ (Flammable limits)

คือช่วงของส่วนผสมของไอระเหย/ก๊าซกับอากาศที่สามารถจุดติดไฟได้ระหว่างค่าขีดจำกัดบน (Upper Flammable Limit ; UFL) และค่าขีดจำกัดล่าง (Lower Flammable Limit; LFL) ความเข้มข้นที่สูงเกินไปก็จะไม่ติดไฟและความเข้มข้นต่ำเกินไปหรือเจือจางเกินไป (Lean) ก็จะไม่ติดไฟเช่นกัน ช่วงขีดจำกัด LFL และ UFL ของสารเคมีแต่ละตัวจะไม่เท่ากันจึงเรียกช่วงนี้ว่า ช่วงขีดจำกัดความไวไฟ (Flammable range)

LD₅₀ (Lethal Dose fifty)

หมายถึง ปริมาณ (dose) ของสารเคมีซึ่งคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองที่ได้รับสารนั้นเพียงครั้งเดียว ตายไปเป็นจำนวนครึ่งหนึ่ง (50 %) ของจำนวนเริ่มต้น LD₅₀ เป็นค่าที่คำนวณได้จากผลการศึกษา ซึ่งให้สัตว์ทดลองหลายกลุ่มได้รับสารเคมีที่ปริมาณต่าง ๆ กัน ระยะเวลาที่เฝ้าสังเกตการตายของสัตว์ ประมาณ 2-3 วัน แต่จะไม่เกิน 2 สัปดาห์ เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบความเป็นพิษของสารเคมีในสัตว์ต่างชนิด ซึ่งมีน้ำหนักตัวแตกต่างกันได้ จึงรายงานค่า LD₅₀ เป็นน้ำหนักของสารเคมีต่อน้ำหนักของสัตว์ทดลอง เช่น LD₅₀ (oral) ของ benzene ในหนู rat เท่ากับ 4,900 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 3 ค่า LD₅₀

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

LC₅₀ (Lethal Concentration fifty)

ความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศซึ่งคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองที่สุดคมในระยะ เวลา ที่ระบุไว้ตายไปเป็นจำนวนครึ่งหนึ่ง (50%) ของจำนวนเริ่มต้น (LC₅₀) เป็นค่าที่คำนวณได้จาก ผลการศึกษา การทดลอง ทำโดยแบ่งสัตว์ทดลองออกเป็นกลุ่ม จำนวนสัตว์ในแต่ละกลุ่มเท่าๆ กัน กลุ่มละ 10 ตัว หรือมากกว่าให้สัตว์ทดลองสุดคม ดังนั้นการรายงานค่า LC₅₀ จึงต้องระบุระยะเวลา ของการทดลองด้วย

ตารางที่ 4 ค่า LC₅₀

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

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ค่า LC ₅₀		ระดับความเป็นพิษ
ก๊าซ	ฝุ่นละออง	
LC ₅₀ > 10,000 ppm	LC ₅₀ < 200 มก./ลิตร	ในทางปฏิบัติถือว่าสารนี้ไม่เป็นพิษ (Practical non-Toxic)

ตารางที่ 5 ความเป็นพิษเมื่อสัมผัส

ลักษณะการสัมผัส	ความเป็นพิษ
สัมผัสทางหายใจ	- การหายใจเข้าไป สารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อนและก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้มีอาการน้ำท่วมปอด เจ็บคอ ไอ หายใจติดขัด และหายใจถี่เร็ว การหายใจเอาสารที่มีความเข้มข้นสูง อาจทำให้เสียชีวิตได้
สัมผัสทางผิวหนัง	- การสัมผัสผิวหนัง สารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้เป็นแผลไหม้ และปวดแสบปวดร้อน
กินหรือกลืนเข้าไป	- การกลืนหรือการกินเข้าไป ทำให้คลื่นไส้ อาเจียน แต่ไม่มีผลต่อเนื้อเยื่อ
สัมผัสลูกตา	- การสัมผัสลูกตา สารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้ตาแดง ปวดตา และสายตาทึบมัว
การก่อมะเร็ง ความผิดปกติ,อื่น ๆ	- สารนี้มีผลทำลายฟัน ระบบหลอดเลือดเลี้ยงหัวใจ

การเก็บรักษา/สถานที่เก็บ/เคลื่อนย้าย/ขนส่ง

- เก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดมิดชิด
- เก็บในบริเวณที่เย็นและแห้ง
- เก็บในบริเวณที่มีการระบายอากาศเพียงพอ
- เก็บห่างจากแสง ไอน้ำ เบสแก่ สารประกอบอินทรีย์
- เก็บภาชนะบรรจุสารไว้ในบริเวณเก็บสารเคมีที่เหมาะสม

- หลีกเลี่ยงการหายใจและการสัมผัสถูกผิวหนังและตา
- ชื่อในการขนส่ง : Sulphuric acid
- ประเภทอันตราย : 8

การกำจัดกรณีรั่วไหล

- วิธีการปฏิบัติในกรณีเกิดการหกรั่วไหลให้กั้นบริเวณสารหกแยกจากบริเวณอื่น
- ให้ดูดซับสารที่หกรั่วไหลด้วยสารอัลคาไลด์ เช่น โซดาแอช สารอนินทรีย์ หรือดิน
- เก็บส่วนที่หกรั่วไหลในภาชนะบรรจุที่ปิดมิดชิดเพื่อนำไปกำจัด
- ล้างบริเวณสารหกรั่วไหล หลังจากสารเคมีถูกเก็บกวาดเรียบร้อยแล้ว
- ป้องกันไม่ให้สารเคมีที่หกรั่วไหล ไหลลงสู่ท่อระบายน้ำ แม่น้ำ และแหล่งน้ำอื่นๆ
- ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เหมาะสม
- การพิจารณาการกำจัด : ปฏิบัติให้เป็นไปตามกฎระเบียบที่ทางราชการกำหนด

4. การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)

ความเสี่ยง หมายถึง โอกาสที่จะเกิดความผิดพลาด ความเสียหาย การรั่วไหล ความสูญเปล่า หรือเหตุการณ์ซึ่งไม่พึงประสงค์ที่ทำให้งานไม่ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนด

การประเมินความเสี่ยง หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการระบุและวิเคราะห์ความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อการบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กร รวมทั้งการกำหนดแนวทางที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมความเสี่ยง หรือการบริหารความเสี่ยง

การกำหนดวัตถุประสงค์(Objectives Setting) เป็นเงื่อนไขที่จำเป็นประการแรกสำหรับการควบคุมภายใน ถ้าหน่วยรับตรวจไม่มีวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการดำเนินงาน ก็ไม่มีความจำเป็นต้องมีการควบคุมภายใน ในเบื้องต้นทุกองค์กรจะต้องกำหนดภารกิจเพื่อกำหนดทิศทางในการดำเนินงานขององค์กร หลังจากนั้นผู้บริหารควรกำหนดวัตถุประสงค์ขององค์กรให้สอดคล้องกับภารกิจที่ได้กำหนดไว้ โดยทั่วไปวัตถุประสงค์ขององค์กรอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ระดับ คือ

วัตถุประสงค์ในระดับองค์กร (Entity – level objectives) เป็นวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานในภาพรวมขององค์กร โดยทั่วไปวัตถุประสงค์ในระดับองค์กรจะระบุไว้ในแผนกลยุทธ์ และแผนการปฏิบัติงานประจำปีขององค์กรเช่นเดียวกับ ภารกิจ (Mission) และกลยุทธ์ในภาพรวมขององค์กร

วัตถุประสงค์ในระดับกิจกรรม (Activity – level objectives) เป็นวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานที่เฉพาะเจาะจงลงไปสำหรับแต่ละกิจกรรมที่องค์กรกำหนดเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กร ซึ่งวัตถุประสงค์ของแต่ละกิจกรรมจะต้องสนับสนุนและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในระดับองค์กร

การกำหนดวัตถุประสงค์ขององค์กรควรมีลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กำหนดภารกิจขององค์กร
2. กำหนดวัตถุประสงค์ในระดับองค์กรให้สอดคล้องกับภารกิจที่กำหนดไว้
3. กำหนดกิจกรรมที่ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ในระดับองค์กร
4. กำหนดวัตถุประสงค์ในระดับกิจกรรม

วัตถุประสงค์ที่กำหนดขึ้นในแต่ละระดับ ควรมีการกำหนดเป้าหมายและตัวชี้วัดความสำเร็จที่ชัดเจนและสามารถวัดผลได้ระบบการควบคุมภายในที่ดีจะต้องให้ความมั่นใจอย่างสมเหตุสมผลว่า สามารถช่วยให้องค์กรบรรลุวัตถุประสงค์ด้านการดำเนินงาน การรายงานทางการเงิน การปฏิบัติตามกฎหมาย กฎ ระเบียบ ที่ต้องปฏิบัติทั้ง 3 ด้านดังกล่าว เป็นเป้าหมายของการควบคุมภายใน ดังนั้นวัตถุประสงค์ขององค์กรจึงควรระบุไว้ด้วยว่าแต่ละวัตถุประสงค์ที่กำหนดเป็นวัตถุประสงค์การควบคุมภายในด้านใด

ตามมาตรฐานฯ กำหนดให้ฝ่ายบริหารต้องประเมินความเสี่ยง เพื่อให้ทราบว่า การดำเนินงานขององค์กรมีความเสี่ยงที่สำคัญในเรื่องใดและในขั้นตอนใดของการปฏิบัติงานที่มีผลกระทบต่อวัตถุประสงค์ เป้าหมาย หรือผลสำเร็จของการปฏิบัติงาน การทราบจุดเสี่ยงที่สำคัญจะเป็นประโยชน์ในการกำหนดแนวทางการควบคุมเพื่อป้องกันหรือลดความเสี่ยงตามระดับของ

ความเสี่ยง เช่น มีความเสี่ยงมากควบคุมมาก ซึ่งจะทำให้เกิดความมั่นใจตามสมควรว่าความเสียหายหรือความผิดพลาดจะไม่เกิดขึ้น หรือหากเกิดขึ้นจะอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้

วัตถุประสงค์ของการประเมินความเสี่ยง

เพื่อให้ทราบถึงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ที่มีอยู่ทั้งหมดในบริษัท และจะได้ร่วมกันหามาตรการควบคุมความเสี่ยงที่มีอยู่ ก่อนที่จะเกิดอุบัติเหตุและการสูญเสีย

คำจำกัดความ

การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) หมายถึง กระบวนการ การประมาณระดับความเสี่ยง และการตัดสินใจ ว่าความเสี่ยงนั้นอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่

ความเสี่ยง (Risk) หมายถึง ผลลัพธ์ของความน่าจะเป็นเกิดอันตราย และผลจากอันตราย (อุบัติเหตุหรืออุบัติการณ์)

การชี้บ่งอันตราย (Hazard Identification) หมายถึง กระบวนการ ในการรับรู้ถึงอันตรายที่มีอยู่ และการกำหนดลักษณะของอันตราย

อันตราย (Hazard) หมายถึง แหล่งหรือสถานการณ์ที่อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือความเจ็บป่วย ความเสียหายของทรัพย์สินความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งต่างๆ เหล่านี้รวมกัน

อุบัติเหตุ (Accident) หมายถึง เหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดคิดไว้ล่วงหน้า ซึ่งมีผลให้เกิดการเสียชีวิต ความเจ็บป่วย การบาดเจ็บ ความเสียหาย หรือความสูญเสียอื่นๆ

ความเจ็บป่วยจากการทำงาน หมายถึง ความเจ็บป่วยที่ได้พิจารณาว่า มีสาเหตุจากกิจกรรมการทำงาน หรือสิ่งแวดล้อมของการทำงาน

การประเมินความเสี่ยง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนพื้นฐาน คือ

1. การชี้บ่งอันตราย
2. ประมาณค่าความเสี่ยงของอันตรายแต่ละอย่าง ความเป็นไปได้ และความรุนแรงของ
ความเสียหาย
3. ตัดสินว่าความเสี่ยงใดที่ยอมรับได้

การประเมินที่ดำเนินไปโดยปราศจากการวางแผนที่ดี หรือประเมินด้วยความเชื่อว่าเป็นเรื่องยุ่งยากจะทำให้เสียเวลา และไม่สามารถเปลี่ยนแปลงอะไรได้ องค์กรไม่ควรยึดติดอยู่กับการประเมินในรายละเอียดมากเกินไป ทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการดำเนินการ การประเมินความเสี่ยงจะให้ได้มาซึ่งแผนงาน เพื่อเป็นแนวทางที่จะนำไปใช้เป็นมาตรฐานควบคุม

ผู้ประเมินความเสี่ยงที่ยังขาดประสบการณ์อาจขาดความรอบคอบ ปกติบุคคลที่อยู่ใกล้ชิดกับงานมากเกินไปอาจจะมองข้ามอันตราย หรือตัดสินว่าเป็นความเสี่ยงที่ไม่สำคัญ เพราะเข้าใจว่าไม่มีใครเคยได้รับอันตราย ควรจะให้ทุกคนประเมินความเสี่ยงด้วยมุมมองใหม่ๆ และโดยการใช้คำถาม

การประเมินความเสี่ยงควรดำเนินการโดยบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถ ซึ่งมีความรอบรู้ในกิจกรรมการดำเนินงาน โดยเฉพาะมีการอบรมให้ความรู้ในการประเมินความเสี่ยงด้วย

กระบวนการประเมินความเสี่ยง ขั้นตอนพื้นฐานของการประเมินความเสี่ยง



การประเมินความเสี่ยงอย่างมีประสิทธิภาพ องค์กรควรจะดำเนินการตามเกณฑ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. กำหนดประเภทของกิจกรรมของงาน

ให้เขียนชนิดของกิจกรรมที่ปฏิบัติหน้าที่อยู่ และให้เขียนขั้นตอนปฏิบัติงาน ของแต่ละกิจกรรม โดยให้ครอบคลุม สถานที่ทำงาน เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ บุคลากร รวมทั้งทำการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าว

2. ชีบ่งอันตราย

ชีบ่งอันตรายทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง แต่ละกิจกรรมของงาน พิจารณาว่าใครจะได้รับอันตรายและจะได้รับอันตรายอย่างไร

3. กำหนดความเสี่ยง

ประมาณความเสี่ยงจากอันตรายแต่ละอย่าง โดยสมมุติว่ามีการควบคุมตามแผน หรือตามขั้นตอนการทำงานที่มีอยู่ ผู้ประเมินควรพิจารณาประสิทธิผลของการควบคุม และผลที่เกิดจากความล้มเหลวของการควบคุม

4. ตัดสินว่าความเสี่ยงยอมรับได้หรือไม่

ตัดสินว่าแผนหรือการระวังป้องกันด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยที่มีอยู่ (ถ้ามี) เพียงพอที่จะจัดการอันตรายให้อยู่ภายใต้การควบคุมและเป็นไปได้ตามข้อกำหนดตามกฎหมายหรือไม่

5. เตรียมแนวปฏิบัติการควบคุมความเสี่ยง (ถ้าจำเป็น)

หากพบว่า ขั้นตอนปฏิบัติข้อใดมีความหละหลวม ไม่ถูกต้อง และต้องการปรับปรุงแก้ไข เพื่อลดระดับหรืออันตรายความเสี่ยงลงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ เตรียมแผนงานที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ที่พบในการประเมิน หรือที่ควรเอาใจใส่ องค์กรควรแน่ใจว่าการควบคุมที่จัดทำใหม่ และที่มีอยู่มีการนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ทบทวนความเพียงพอของแผนปฏิบัติการ

ประเมินความเสี่ยงใหม่ด้วยวิธีการควบคุมที่ได้มีการปรับปรุง และตรวจสอบว่าความเสี่ยงนั้นอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

การประเมินความเสี่ยงในทางปฏิบัติ

กระบวนการประเมินความเสี่ยงนี้ จะครอบคลุมอันตรายของระบบอาชีพอนามัยและความปลอดภัยทั้งหมดเป็นการที่จะรวบรวมการประเมินความเสี่ยงทั้งหมดเข้าไว้ด้วยกัน ไม่ควรแยกแผนการประเมินอันตรายเกี่ยวกับสุขภาพอนามัย การเคลื่อนย้าย การขนส่งวัสดุสิ่งของด้วยแรงคน อันตรายจากเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์อื่น ๆ ถ้าเราแยกการประเมินออกเป็นเรื่องๆ โดยใช้วิธีการที่แตกต่าง การจัดลำดับความสำคัญของการควบคุมความเสี่ยงจะทำได้ยากขึ้น

หัวข้อประเมินความเสี่ยงต่อไปนี่ที่จำเป็นต้องได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบตั้งแต่เริ่มแรก

1. การกำหนดรูปแบบง่าย ๆ สำหรับใช้ในการประเมินความเสี่ยง
2. เกณฑ์ของการแบ่งกิจกรรมของงาน และข้อมูลที่เป็นของแต่ละกิจกรรม
3. วิธีการชี้บ่งและการจัดลำดับความรุนแรงของอันตราย
4. ขั้นตอนการกำหนดความเสี่ยง
5. คำอธิบายการประมาณระดับความเสี่ยง
6. เกณฑ์การตัดสินใจว่า ความเสี่ยงนี้ยอมรับได้หรือไม่ และมาตรการที่วางแผนไว้หรือที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่
7. กำหนดช่วงเวลาในการปรับปรุงแก้ไขตามความจำเป็น
8. วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมความเสี่ยง
9. เกณฑ์ของการทบทวนความเพียงพอของแผนงาน

รูปแบบการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment Pro-Forma)

องค์กรควรมีการเตรียมรูปแบบง่าย ๆ ที่สามารถใช้เพื่อการบันทึกสิ่งที่ค้นพบจากการประเมินโดยทั่วไป จะครอบคลุมถึง

1. กิจกรรมของงาน (Work Activity)
2. อันตรายที่อาจเกิดขึ้น (Hazards)
3. มาตรการควบคุมที่มีอยู่ (Control in place)
4. บุคคลที่มีโอกาสเสี่ยง (Personnel at risk)
5. สิ่งที่น่าจะก่อให้เกิดอันตราย (ความเป็นไปได้ในการเกิดอันตรายนั้นมีมากน้อยเพียงใด)
6. ความรุนแรงของอันตราย
7. ระดับความเสี่ยง
8. สิ่งที่ต้องการทำภายหลังการประเมิน
9. รายละเอียดทั่วไป เช่น ชื่อผู้ประเมิน วันที่ประเมิน ฯลฯ

องค์กรควรมีการพัฒนาทุกขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง และทบทวนระบบอย่างต่อเนื่อง

1. จำแนกประเภทของกิจกรรมของงาน (Classify work activities)

ขั้นตอนเริ่มต้นที่จำเป็นของการประเมินความเสี่ยง คือ การทำรายการกิจกรรมเพื่อแบ่งกลุ่มอย่างเหมาะสม และสามารถบริหารข้อมูลนั้นได้ วิธีการแบ่งแยกประเภทกิจกรรมให้พิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้

- ลักษณะภูมิประเทศภายใน หรือภายนอกสถานที่ทำงาน
- ขั้นตอนในกระบวนการผลิต หรือการให้บริการ
- แผนงานและผลของงาน
- กำหนดภารกิจ เช่น การประกอบรถจักรยานยนต์ การผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์

เป็นต้น

ข้อมูลที่เป็นของกิจกรรมของงาน

ข้อมูลที่เป็นสำหรับแต่ละกิจกรรม ควรจะครอบคลุมกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. งานที่ปฏิบัติ ระยะเวลาที่ปฏิบัติ และความถี่ของการปฏิบัติ
2. สถานที่ปฏิบัติงาน
3. ผู้รับผิดชอบทั้งในเวลาปกติ หรือปฏิบัติเป็นครั้งคราว
4. บุคคลอื่นที่อาจจะได้รับผลกระทบจากงาน เช่น ผู้ที่มาเยี่ยมชมโรงงาน ผู้รับเหมา ผู้ผลิต
ชิ้นส่วน บุคคลภายนอกที่เข้ามาติดต่อกับบริษัท ฯลฯ
5. การฝึกอบรมพนักงานที่ปฏิบัติงาน
6. ขั้นตอนการปฏิบัติงานมีเขียนไว้หรือไม่สำหรับงานนั้น ๆ
7. อาคารสถานที่ และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีการใช้งาน
8. เครื่องมือทุ่นแรงที่ใช้มีอะไรบ้าง
9. คู่มือการใช้งาน และการบำรุงรักษา ตามคำแนะนำของผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่าย
สำหรับอาคารสถานที่ เครื่องจักร อุปกรณ์ และเครื่องมือทุ่นแรง
10. ขนาคูปร่าง ลักษณะพื้นผิว และน้ำหนักของวัตถุที่ทำการเคลื่อนย้าย
11. ระยะทางและความสูงที่ทำการเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยมือ
12. การบริการต่าง ๆ ที่ใช้ เช่น เก้าอี้ การเดินน้ำยาดับเพลิง เป็นต้น

13. สารที่ใช้หรือที่เกี่ยวข้องในการทำงาน

14. ลักษณะทางกายภาพของสารที่ใช้ หรือที่เกี่ยวข้อง เช่น ควัน แก๊ส ไอ ของเหลว ฝุ่น/ผง ของแข็ง เป็นต้น

15. รายละเอียดและเอกสารแนะนำ ถึงอันตรายที่เกิดจากสารที่ใช้หรือที่เกี่ยวข้อง

16. ข้อกำหนดตามกฎหมาย ข้อบังคับและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับงานที่ปฏิบัติ อาคาร สถานที่และเครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้ และสารที่ใช้หรือที่เกี่ยวข้อง

17. มาตรการควบคุมที่มีอยู่

18. ข้อมูลที่ได้จากการตรวจติดตาม ตรวจสอบ ประเมินจากอุบัติการณ์ อุบัติเหตุและความเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารที่ใช้ ซึ่งเป็นข้อมูลทั้งจากภายใน และภายนอก

19. ข้อมูลการประเมินความเสี่ยงที่มีอยู่ ซึ่งสัมพันธ์กับกิจกรรมของงาน

การชี้บ่งอันตรายควรพิจารณาจากคำถาม 3 ข้อ ดังนี้

1. มีแหล่งกำเนิดของอันตรายหรือไม่
2. ใคร หรืออะไร ที่ได้รับอันตราย
3. อันตรายจะเกิดขึ้นอย่างไร

อันตรายที่ไม่ปรากฏผลเด่นชัด หรือมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดอันตรายน้อยมาก ไม่จำเป็นต้องเขียนขั้นตอนปฏิบัติเป็นเอกสาร หรือจำเป็นต้องดำเนินการอะไรต่อไป

การแบ่งแยกประเภทของอันตรายอย่างกว้าง ๆ

เพื่อช่วยในการบ่งชี้อันตราย ควรแบ่งแยกประเภทของอันตรายในลักษณะต่าง ๆ เช่น อาจแบ่งตามหัวข้อดังนี้

1. เครื่องจักรกล อันตรายจากเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ปั่นจั่น หม้อน้ำ
2. ไฟฟ้า อันตรายจากกระแสไฟฟ้า เครื่องใช้ อุปกรณ์ไฟฟ้า
3. รังสี อันตรายจากสารที่มีกัมมันตภาพรังสี
4. สารเคมี อันตรายจากสารเคมีอันตราย วัตถุอันตราย หรือสารเคมีอื่น ๆ
5. อัคคีภัย และการระเบิดอันตรายจากไฟไหม้ แก๊ส LPG ระเบิด , สารเคมีและวัตถุอันตราย ระเบิด อันตรายจากธรรมชาติ เช่น ฝนตก น้ำท่วม ไฟร้อง ไฟผ่า แผ่นดินไหว
6. อื่น ๆ ได้แก่ อันตรายจากมลภาวะต่าง ๆ เช่น อากาศเป็นพิษ ระดับเสียงเกินกว่าที่กำหนด แสงสว่างต่ำกว่าหรือเกินมาตรฐานอันตรายจากการกระทำที่ไม่ปลอดภัยและสภาพการทำงานที่ไม่ ปลอดภัย ได้แก่ การหยอกล้อเล่นกันในขณะทำงาน, การฝ่าฝืนกฎระเบียบความปลอดภัย, มีคราบน้ำมันบนพื้น, การใช้ยานพาหนะที่ชำรุดเสียหายอันตรายจากที่สูง

รายการอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น

อันตรายที่เกิดจากการทำงานโดยทั่ว ๆ ไป จะมีดังต่อไปนี้

1. การลื่นหกล้ม เช่น มีน้ำมัน/น้ำนองพื้น ทำให้ลื่นหกล้ม, การสะดุดหกล้มพื้นต่างระดับ หรือสะดุดหกล้ม เนื่องจากมีวัตถุสิ่งของกีดขวาง เป็นต้น
2. การตกจากที่สูง
3. การตกหล่นของเครื่องมือ วัตถุ อุปกรณ์ ฯลฯ จากที่สูง เช่น ประแจ ไขควงหล่นตก ในขณะที่ซ่อมท่อด้านบนหลังคา เป็นต้น

4. บริเวณที่วางเนื้อสัตว์ไม่เพียงพอ
5. อันตรายที่เกิดจากการยก/หีบจับ เครื่องมือ วัตถุดิบ ฯลฯ ได้แก่ สิ่งของตกหล่น กระแทกเท้า หยิบอะไหล่ ที่มีความคมทำให้ถูกบาด
6. อันตรายจากอาคารสถานที่ และเครื่องจักรอุปกรณ์ ขณะทำการประกอบ การนำมาใช้งาน การปฏิบัติงาน การบำรุงรักษา การปรับเปลี่ยน การซ่อมแซมและการรื้อถอน
7. อันตรายจากยานพาหนะ ทั้งในการขนส่งภายใน และภายนอกหน่วยงาน ได้แก่ การเงินรถใส่ชิ้นงาน 2 คัน ทำให้กระแทกนิ้วมือ, อันตรายจากการขับรถ Fork Lift เป็นต้น
8. การเกิดอัคคีภัยและการระเบิด เช่น การเกิดไฟไหม้ในจุดที่มีการใช้วัตถุไวไฟ จุดที่มีการพ่นสี ผสมสี ห้องสต็อกสี ทินเนอร์ บริเวณเก็บถังแก๊สไวไฟ และ LPG เป็นต้น
9. เหตุการณ์หรือสถานการณ์รุนแรงที่เกิดขึ้นกับพนักงาน
10. สารที่อาจเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ ไอระเหยของสารเคมี เช่น สี ทินเนอร์ น้ำยา Coolant ฝุ่น คาร์บอน ไอจากการเชื่อมโลหะ ฝุ่นเหล็กจากการขัดเจียร เป็นต้น
11. สารเคมีหรือวัตถุที่อาจทำอันตรายต่อนัยน์ตา ได้แก่ สารเคมีกระเด็น เศษเหล็กจากการเจียร ตัด กระเด็นเข้าตา
12. สารที่อาจจะทำให้เกิดอันตราย เมื่อมีการสัมผัส หรืออาจจะถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง ได้แก่ สี ทินเนอร์ น้ำยา Coolant น้ำมัน เป็นต้น
13. สารที่อาจจะทำให้เกิดอันตรายจากการกลืนกินเข้าไป ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิง, สี ทินเนอร์, น้ำยา Coolant กรด, ด่าง, น้ำยาทำความสะอาด เป็นต้น

14. พลังงานที่เป็นอันตราย เช่น ไฟฟ้า รังสี เสียง ความสั่นสะเทือน ได้แก่ ไฟฟ้าดูด ไฟฟ้าช็อต เสียงดังจากเครื่องจักรและในสถานที่ทำงานที่เกินค่ามาตรฐานกำหนด ความสั่นสะเทือนจากการใช้เครื่องเจาะ เป็นต้น

15. อาการความผิดปกติ ของมือ และแขน เนื่องจากการทำงาน ที่เป็นผลมาจากการที่ทำซ้ำๆ กัน เช่น การพิมพ์งานโดยใช้เครื่องพิมพ์ดีดหรือคอมพิวเตอร์ การประกอบชิ้นส่วนในจุดเดิม เป็นต้น

16. อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น ร้อนเกินไป เย็นเกินไป เป็นต้น

17. ระดับของแสงสว่าง เช่น แสงสว่างเกินไป หรือน้อยเกินไป ไม่ตรงตามที่มาตรฐานกำหนด

18. การลื่น การสะดุดพื้นผิวที่ไม่เรียบ

19. มีราวกัน หรือราวบันไดไม่เพียงพอ

20. การปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง ผู้รับเหมา ผู้ผลิตชิ้นส่วน

รายการที่แสดงไว้ข้างต้น องค์กรควรที่จัดทำรายการอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น โดยการพิจารณา ตามลักษณะของงาน และสถานที่ที่ทำงานนั้น

ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง

1. การชี้บ่งอันตราย

คือการแจกแจงความเป็นอันตรายที่แอบแฝงอยู่ในสถานที่ทำงานในการประกอบกิจกรรมทั้งหมด ตั้งแต่การเก็บ การขนถ่าย การใช้วัสดุดิบ เชื้อเพลิง สารเคมี ผลิตภัณฑ์ เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนกระบวนการผลิต และขั้นตอนวิธีปฏิบัติงาน ต้องมีการชี้บ่งโดยการทำ

1.1 Checklist

เป็นวิธีที่ใช้ในการชี้บ่งอันตราย โดยการนำแบบตรวจไปใช้ในการตรวจสอบการดำเนินงานในโรงงาน เพื่อค้นหาอันตราย ซึ่งแบบตรวจ ประกอบด้วยหัวข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่าได้ปฏิบัติตามมาตรฐานการออกแบบ มาตรฐานการปฏิบัติงาน หรือกฎหมาย เพื่อนำผลจากการตรวจสอบมาทำการชี้บ่งอันตราย

1.2 What-if Analysis

เป็นกระบวนการในการศึกษา วิเคราะห์ และทบทวนเพื่อชี้บ่งอันตรายในการดำเนินงานต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมโดยการใช้คำถาม “จะเกิดอะไรขึ้น.....ถ้า.....” (What if) และหาคำตอบในคำถามเหล่านั้นเพื่อชี้บ่งอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในการดำเนินงานในโรงงาน

1.3 HAZOP (Hazard and Operability Study)

เป็นเทคนิคการศึกษา วิเคราะห์ และทบทวนเพื่อชี้บ่งอันตรายและค้นหาปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินงานในโรงงาน โดยการวิเคราะห์หาอันตรายและปัญหาของระบบต่างๆ ซึ่งอาจเกิดจากความไม่สมบูรณ์ในการออกแบบที่เกิดขึ้น โดยไม่ได้ตั้งใจ ด้วยการตั้งคำถามที่สมมติสถานการณ์ของการผลิตในภาวะต่าง ๆ

1.4 Fault Tree Analysis

เป็นเทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่เน้นถึงอุบัติเหตุ หรืออุบัติภัยร้ายแรงที่เกิดขึ้น หรือคาดว่าจะเกิดขึ้นเพื่อนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดเหตุ เป็นเทคนิคในการคิดย้อนกลับที่อาศัยหลักการทางตรรกวิทยาในการใช้หลักการและเหตุผล เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ หรืออุบัติภัยร้ายแรง โดยเริ่มวิเคราะห์จากการเกิดอุบัติเหตุหรืออุบัติภัยร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือคาดว่าจะเกิดขึ้น เพื่อพิจารณาหาเหตุการณ์แรกที่เกิดขึ้นก่อน แล้วนำมาแจกแจงขั้นตอนการเกิดเหตุการณ์ว่ามาจากเหตุการณ์ย่อยอะไรได้บ้าง และเหตุการณ์ย่อยเหล่านั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร การสิ้นสุดการวิเคราะห์เมื่อพบว่าสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์ย่อยเป็นผลเนื่องจากความบกพร่องของเครื่องจักรอุปกรณ์ หรือความผิดพลาดจากการปฏิบัติงาน

1.5 FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)

เป็นเทคนิคการชี้บ่งอันตรายในการวิเคราะห์ในรูปแบบความล้มเหลว และผลที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการตรวจสอบชิ้นส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์ ในแต่ละส่วนของระบบแล้วนำมาวิเคราะห์หาผลที่จะเกิดขึ้น เมื่อเกิดความล้มเหลวของเครื่องจักรอุปกรณ์

1.6 Event Tree Analysis

เป็นเทคนิคการชี้บ่งอันตรายเพื่อวิเคราะห์และประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อเนื่อง เมื่อเกิดเหตุการณ์แรกขึ้น (initiating event) ซึ่งเป็นการคาดการณ์ล่วงหน้าเพื่อวิเคราะห์หาผลสืบเนื่องที่จะเกิดขึ้น เมื่อเครื่องจักรอุปกรณ์เสียหายหรือคนทำงานผิดพลาด เพื่อให้ทราบสาเหตุว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร และมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด รวมทั้งเป็นการตรวจสอบว่าระบบความปลอดภัยที่มีอยู่มีปัญหหรือไม่อย่างไร

2. การประเมินความเสี่ยง

คือการวิเคราะห์พิจารณาถึงโอกาส และความรุนแรงของอันตรายที่ชี้บ่งออกมาได้ ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดเพลิงไหม้ การระเบิด การรั่วไหลของสารเคมี การประเมินความเสี่ยงเป็นการจัดระดับของความเสี่ยง ว่าเป็นการเสี่ยงเล็กน้อย หรือ ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ความเสี่ยงสูง หรือ ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ เพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการดำเนินงานควบคุมความเสี่ยง การประเมินความเสี่ยงให้ใช้หลักเกณฑ์พิจารณาดังนี้

2.1 พิจารณาถึงโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยจัดระดับโอกาสเป็น 4 ระดับ คือ การจัดระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ

ตารางที่ 6 ระดับโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์

การจัดระดับโอกาส ในการเกิดเหตุการณ์ ต่าง ๆ ระดับ	รายละเอียด
1	มีโอกาในการเกิดยาก เช่น ไม่เคยเกิดเลยในช่วงเวลาตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป
2	มีโอกาในการเกิดน้อย เช่น ความถี่ในการเกิด 1 ครั้ง ในช่วง 5-10 ปี
3	มีโอกาในการเกิดปานกลาง เช่น ความถี่ในการเกิด 1 ครั้ง ในช่วง 1-5 ปี
4	มีโอกาในการเกิดสูง เช่น ความถี่ในการเกิด มากกว่า 1 ครั้งในปี

2.2 พิจารณาถึงความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่จะก่อให้เกิดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อบุคคล ชุมชน ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อมมากน้อยเพียงไร โดยจัดระดับความรุนแรงเป็น 4 ระดับ

ตารางที่ 7 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล

การจัดระดับความ รุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อ บุคคล	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	มีการบาดเจ็บเล็กน้อยในระดับปฐมพยาบาล
2	ปานกลาง	มีการบาดเจ็บที่ต้องได้รับการรักษาทางการแพทย์
3	สูง	มีการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยที่รุนแรง
4	สูงมาก	ทุพพลภาพหรือเสียชีวิต



ภาพที่ 14 อันตรายจากการสัมผัสสารเคมี

ที่มา: สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ (ม.ป.ป.)

ตารางที่ 8 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อชุมชน

การจัดระดับความรุนแรง ของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ ส่งผลกระทบต่อชุมชน	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	ไม่มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงาน หรือ ผลกระทบเล็กน้อย
2	ปานกลาง	มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงาน และแก้ไข ได้ในระยะเวลานั้น
3	สูง	มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงาน และต้องใช้ เวลาในการแก้ไข
4	สูงมาก	มีผลกระทบรุนแรงต่อชุมชนเป็นบริเวณกว้าง หรือหน่วยงานของรัฐต้องเข้าดำเนินการแก้ไข



ภาพที่ 15 ตัวอย่างภาพความรุนแรง ที่มีผลกระทบต่อชุมชน

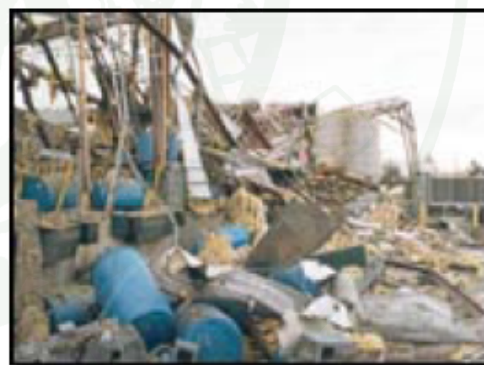
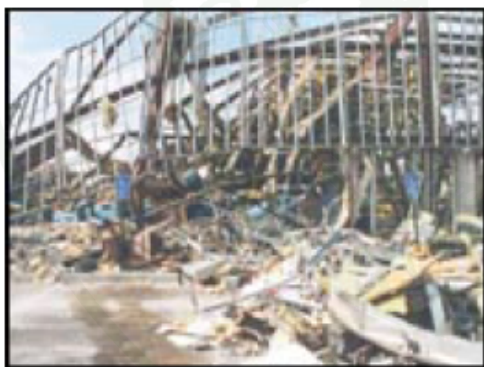
ที่มา: สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ (ม.ป.ป.)

ตารางที่ 9 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การจัดระดับความรุนแรงของ เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเล็กน้อย สามารถควบคุมหรือแก้ไขได้
2	ปานกลาง	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมปานกลาง สามารถแก้ไขได้ในระยะเวลาสั้น
3	สูง	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรง ต้องใช้เวลาในแก้ไข
4	สูงมาก	มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรงมาก ต้องใช้ทรัพยากรและเวลานานในการแก้ไข

ตารางที่ 10 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สิน

การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สิน	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	ทรัพย์สินเสียหายน้อยมาก หรือไม่เสียหายเลย
2	ปานกลาง	ทรัพย์สินเสียหายปานกลางและสามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้
3	สูง	ทรัพย์สินเสียหายมากและต้องหยุดการผลิตในบางส่วน
4	สูงมาก	ทรัพย์สินเสียหายมากและต้องหยุดการผลิตทั้งหมด



ภาพที่ 16 ภาพตัวอย่างระดับความเสียหายที่เกิดขึ้น

ที่มา: สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ (ม.ป.ป.)

จัดระดับความเสี่ยง โดยพิจารณาถึงผลลัพธ์ของระดับโอกาสคูณกับระดับความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อบุคคล ชุมชน ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม หากระดับความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อบุคคล ชุมชน ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม มีค่าแตกต่างกันให้เลือกระดับความเสี่ยงที่มีค่าสูงกว่าเป็นผลของการประเมินความเสี่ยงในเรื่องนั้นๆ ระดับความเสี่ยงจัดเป็น 4 ระดับ

ตารางที่ 11 การจัดระดับความเสี่ยงอันตราย ระดับความเสี่ยง

การจัดระดับความเสี่ยง อันตราย ระดับความเสี่ยง	ผลลัพธ์	รายละเอียด
1	1-2	ความเสี่ยงน้อย
2	3-6	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ต้องมีการทบทวน มาตรการควบคุม
3	8-9	ความเสี่ยงสูง ต้องมีการดำเนินงานเพื่อลดความ เสี่ยง
4	12-16	ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ ต้องหยุดดำเนินการ และปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยงลงทันที

3. แผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง

แผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง คือ แผนงานลดความเสี่ยง และแผนงานควบคุมความเสี่ยง ซึ่งผู้ประกอบการโรงงานต้องดำเนินการจัดทำแผนงานเพื่อกำหนดมาตรการความปลอดภัยที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ในการลดและควบคุมความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดจากการประกอบกิจการ ดังต่อไปนี้

3.1 หากผลการประเมินความเสี่ยงของสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตรายเป็นระดับความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ ผู้ประกอบการโรงงานต้องหยุดดำเนินการทันที และทำการปรับปรุงแก้ไข เพื่อลดความเสี่ยง ก่อนดำเนินการต่อไป โดยจัดทำแผนงานลดความเสี่ยง และแผนงานควบคุมความเสี่ยง

3.2 หากผลการประเมินความเสี่ยงของสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย เป็นระดับความเสี่ยงสูง ผู้ประกอบการโรงงานต้องจัดทำแผนงานลดความเสี่ยง และแผนงานควบคุมความเสี่ยง

3.3 หากผลการประเมินความเสี่ยงของสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย เป็นระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องจัดทำแผนควบคุมความเสี่ยง

3.4 แผนงานลดความเสี่ยง เป็นแผนงานปรับปรุงแก้ไขการดำเนินงานในเรื่องต่างๆ ในการลดความเสี่ยงให้อยู่ระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ซึ่งต้องประกอบด้วยมาตรการ หรือ กิจกรรมหรือการดำเนินการเพื่อลดความเสี่ยง โดยระบุรายละเอียดของขั้นตอนการปฏิบัติ ผู้รับผิดชอบ ระยะเวลา ในการดำเนินงาน รวมทั้งการตรวจติดตามการดำเนินงาน

3.5 มาตรการหรือกิจกรรมหรือการดำเนินการเพื่อลดความเสี่ยง ประกอบด้วย

- มาตรการป้องกันและควบคุมสาเหตุของการเกิดอันตราย
- ลดหรือกำจัดอันตรายด้วยวิธีการทางวิศวกรรม
- กำหนดวิธีการทำงานหรือการปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ถูกต้อง
- กำหนดวิธีการทดสอบ ตรวจสอบ และการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ และระบบความปลอดภัย
- กำหนดกระบวนการ วิธีการ หรือขั้นตอนสำหรับการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต วัตถุดิบ เครื่องจักรอุปกรณ์ โดยให้มีการพิจารณาทบทวนการชี้บ่งอันตราย และการประเมินความเสี่ยงก่อนเริ่มดำเนินการ
- จัดให้มีการฝึกอบรม
- จัดให้มีการตรวจประเมินความปลอดภัย
- กำหนดวิธีควบคุมให้มีการปฏิบัติตามข้อกำหนด

- จัดให้มีการทบทวนการชี้บ่งอันตราย และการประเมินความเสี่ยง
- ดำเนินการอื่นๆ เพื่อป้องกันและควบคุมการเกิดอันตราย

มาตรการระงับและฟื้นฟูเหตุการณ์ ได้แก่

- จัดทำและจัดให้มีการซ้อมแผนฉุกเฉิน
- จัดให้มีการสอบสวนอุบัติเหตุและอุบัติการณ์
- จัดให้มีแผนฟื้นฟูโรงงาน ชุมชน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นผลจากการชี้บ่งอันตราย และการประเมินความเสี่ยง

3.6 แผนงานควบคุมความเสี่ยง เป็นแผนงานในการควบคุม และตรวจสอบมาตรการป้องกันและควบคุมสาเหตุของการเกิดอันตราย และมาตรการระงับและฟื้นฟูเหตุการณ์ ให้คงประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการป้องกัน ลด และควบคุมความเสี่ยง ซึ่งเป็นการควบคุมและตรวจสอบการดำเนินงานเพื่อรักษาความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตลอดเวลา ซึ่งประกอบด้วย

- มาตรการ หรือกิจกรรมหรือการดำเนินการเพื่อลดความเสี่ยงหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่เป็นความเสี่ยง
- ผู้รับผิดชอบ
- หัวข้อเรื่องที่ควบคุม
- เกณฑ์หรือค่ามาตรฐานที่ใช้ควบคุม
- ผู้ตรวจติดตาม

ควรมีการทบทวนแผนปฏิบัติการก่อนนำไปใช้งานจริง โดยการตอบคำถามต่อไปนี้

1. เมื่อมีการปรับปรุงแล้ว ระดับความเสี่ยงลดลงจนยอมรับได้หรือไม่
2. ผลจากการปรับปรุงตามข้อ 1 ก่อให้เกิดอันตรายขึ้นใหม่หรือไม่
3. ได้เลือกวิธีการแก้ไขปัญหาคู่ค้าที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลหรือไม่
4. มาตรการควบคุมที่ใช้นั้นเป็นที่ยอมรับของผู้ปฏิบัติงาน และสามารถนำไปปฏิบัติได้หรือไม่
5. จะมีการนำมาตรการนี้ไปใช้ และจะไม่ถูกละเลยเมื่อเผชิญหน้ากับภาวะต่างๆ หรือไม่
ถ้ามีงานเร่งด่วนอาจจะละเลยมาตรการที่ต้องปฏิบัติ นั้น เป็นต้น

5. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสม

ขอแนะนำการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล(PPE) :

การป้องกันระบบหายใจ:	จำเป็น เมื่อมีไอระเหย/ละออง
การป้องกันตา:	จำเป็น
การป้องกันมือ:	จำเป็น
	ควรสวมใส่ชุดป้องกันที่เหมาะสมกับบริเวณทำงาน โดยพิจารณาจากความเข้มข้นและปริมาณสารอันตรายที่ใช้ ควรมีการตรวจสอบความทนทานต่อสารเคมีของชุดป้องกันโดยตัวแทนจำหน่าย
อุปกรณ์ป้องกันอื่นๆ:	ชุดป้องกันที่ทนกรด
ข้อควรปฏิบัติ	เปลี่ยนเสื้อผ้าที่เปื้อนสารเคมี แช่ตัวในน้ำ ทาครีมป้องกันผิวหนัง ล้างมือและหน้าหลังทำงานกับสาร

การเลือกประเภทถุงมือ : แนะนำให้ใช้ถุงมือที่ทำมาจากวัสดุประเภท Laminated film ซึ่งควรมีระยะเวลาที่จะทำให้เกิดการซึมผ่านผนังของถุงมือ (Permeation Breakthrough time) มากกว่า 480 นาที และควรมีอัตราการเสื่อมสภาพของถุงมือ (Degradation Rating) อยู่ในระดับ และไม่แนะนำให้ใช้ถุงมือที่ทำมาจากวัสดุประเภท Nitrile , Supported Polyvinyl Alcohol, Natural Rubber, Neoprene/Natural Rubber Blend

ข้อเสนอแนะในการเลือกประเภทหน้ากากป้องกันระบบหายใจ

สารที่ช่วงความเข้มข้นไม่เกิน 15 mg/m^3 ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจประเภทที่ใช้การส่งอากาศสำหรับการหายใจ ซึ่งมีอัตราการไหลของอากาศแบบต่อเนื่อง โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF = 25 หรือ ให้ใช้อุปกรณ์ทำให้อากาศบริสุทธิ์ (Air - purifying respirator) ซึ่งมี Cartridge สำหรับป้องกันก๊าซของสารจำพวกกรด และอุปกรณ์กรองอนุภาคประสิทธิภาพสูง (HEPA filter) ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน หรือการเข้าไปสัมผัสกับสารที่ไม่ทราบช่วงความเข้มข้น หรือการเข้าไปในบริเวณที่มีสภาวะอากาศที่เป็น IDLH : ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดที่มีถังอากาศในตัว (SCBA) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า ซึ่งมีการทำงานแบบความดันภายใน เป็นบวก

ในกรณีการหลบหนีออกจากสถานการณ์ฉุกเฉิน: ให้ใช้อุปกรณ์ทำให้อากาศบริสุทธิ์ (Air - purifying respirator) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า (gas mask) ซึ่งมี Canister สำหรับป้องกันก๊าซของสารจำพวกกรด และอุปกรณ์กรองอนุภาคประสิทธิภาพสูง หรือให้ใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับในกรณีการหลบหนีออกจากสถานการณ์ฉุกเฉิน พร้อมอุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดที่มีถังอากาศในตัว (SCBA)

การควบคุมการสัมผัสสารสำหรับกรดซัลฟูริก 1 มิลลิกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร



ภาพที่ 17 ลักษณะของผ้าปิดจมูกที่แจกให้กับพนักงาน

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

จากประกาศกระทรวงแรงงานประกาศกระทรวงแรงงาน เรื่อง กำหนดชนิดของโรค ซึ่งเกิดขึ้นตามลักษณะ หรือ สภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงานได้กำหนดให้ โรคที่เกิดจาก ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือกรดซัลฟูริก เป็นโรคที่เกิดจากการทำงาน และพนักงานต้องได้รับเงินทดแทนจากกองทุนเงินทดแทน (ภาคผนวก 1)

พนักงานที่ทำงานประจำในห้องประจุแบตเตอรี่ เฉลี่ยแล้วต้องอยู่ในห้องดังกล่าว วันละ 8 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการเปลี่ยนแบตเตอรี่ และนำไปประจุในแต่ละลูก ครั้งละประมาณ 5 นาที ซึ่งในปัจจุบัน ได้มีการจัดผ้าปิดจมูกให้พนักงาน เป็นแบบผ้าธรรมดา ใช้ในการกรองฝุ่นและอนุภาคขนาดใหญ่เท่านั้น

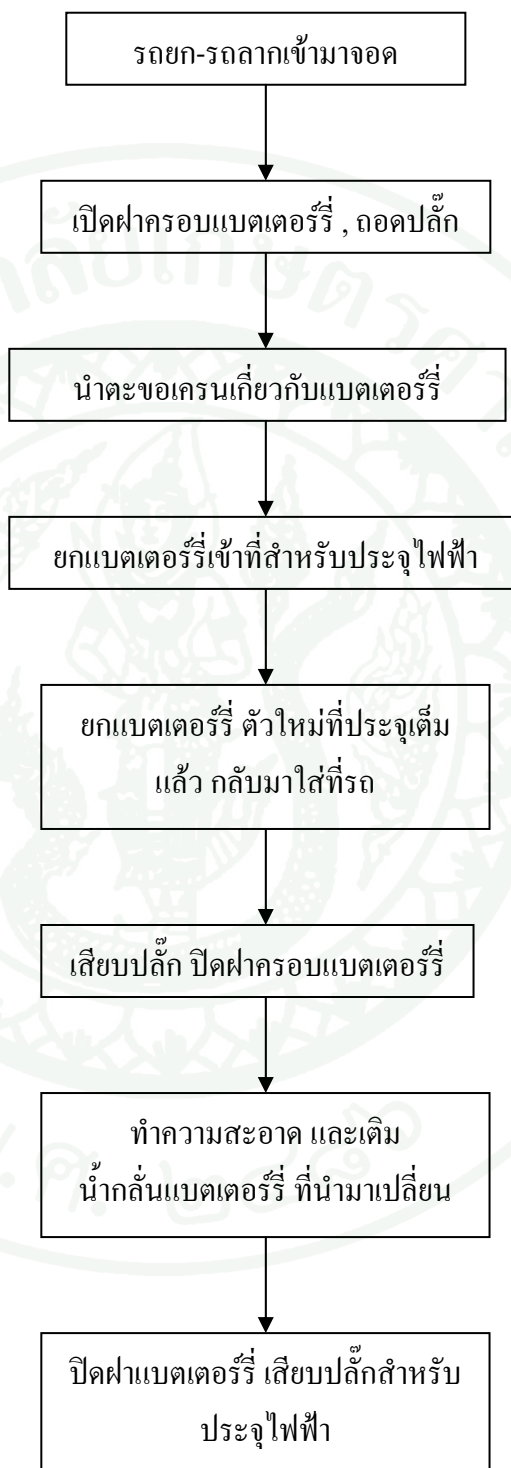
โดยที่ช่วงความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ไม่เกิน 100 ppm ให้ใช้อุปกรณ์ทำให้อากาศบริสุทธิ์ (Air - purifying respirator) ซึ่งใช้สารเคมีประเภทที่เหมาะสมเป็นตัวดูดซับในการกรอง (Cartridge) โดยแนะนำให้ใช้ตัวดูดซับป้องกันไอระเหยของสารอินทรีย์ และแนะนำให้เปลี่ยนไส้กรองทุก 3 เดือน หรือตามแต่บริษัทผู้ผลิตให้คำแนะนำ



ภาพที่ 18 หน้ากากกันสารเคมีชนิดต่างๆ

ที่มา: North Safety product U.S.A (2009)

ขั้นตอนการทำงานของพนักงานในห้องแบตเตอรี่



จากขั้นตอนการทำงานอธิบายโดยละเอียดได้ดังนี้

1. ขับรถเข้าจอดในห้องแบตเตอรี่และจอดในจุดที่ปลอดภัย กดสวิทช์กุญแจและสวิทช์ฉุกเฉิน ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 การจอดรถอย่างปลอดภัยโดยกดสวิทช์ฉุกเฉิน

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

2. เปิดฝาครอบแบตเตอรี่ขึ้น ดึงปลั๊กแบตเตอรี่ออก ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 การเปิดฝาที่ครอบ และดึงขั้วแบตเตอรี่ออกจากรถลาก

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

3. ใช้สายยึดกับเครน เกี่ยวกับตัวแบตเตอรี่ทั้งสองข้าง ตรวจสอบความแน่นก่อนยก ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 การใช้เครนยกแบตเตอรี่

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

4. เคลื่อนย้ายแบตเตอรี่ เข้าไปในช่องประจุไฟฟ้าที่ว่าง ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 การเคลื่อนย้ายแบตเตอรี่ เข้าในช่องที่ว่าง

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

5. นำแบตเตอรี่ที่เต็มแล้ว กลับไปใส่ให้รถยก รถลาก ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 การเคลื่อนย้ายแบตเตอรี่เข้าไปใส่ในรถ

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

6. เสียบปลั๊กกับตัวรถ ปิดที่ล็อกแบตเตอรี่ ปิดฝาครอบ พนักงานขับรถ สามารถนำรถกลับไปได้ ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 การเสียบปลั๊ก และ ปิดฝาที่ครอบแบตเตอรี่

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

7. พนักงานประจำห้องแบตเตอรี่ ทำการตรวจเช็คแบตเตอรี่ และเติมน้ำกลั่น เสร็จแล้ว เช็ดทำความสะอาดด้านบนของแบตเตอรี่ ดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 พนักงานเติมน้ำกลั่นและทำความสะอาดแบตเตอรี่

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

8. เสียบปลั๊กเพื่อประจุแบตเตอรี่ ต้องรอให้แบตเตอรี่ประจุไฟได้เต็ม ประมาณ 4 ชั่วโมง จึงนำแบตเตอรี่ลูกดังกล่าว ไปเปลี่ยนให้รถคันอื่นใช้งานได้ ดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 พนักงานเสียบปลั๊กเพื่อประจุแบตเตอรี่

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)



ภาพที่ 27 ระบบระบายอากาศในห้องประจุแบตเตอรี่

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

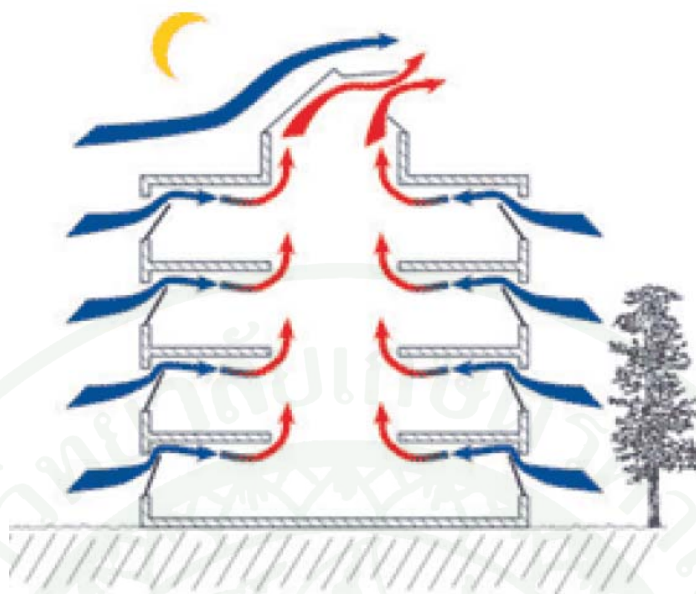
เครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจวัดที่สำคัญเพื่อทดสอบระบบ ได้แก่

1. เครื่องวัดความเร็วลม
2. อุปกรณ์วัดความดัน
3. อุปกรณ์วัดความเร็วรอบของพัดลม
4. อุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า ความดันไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า
5. อุปกรณ์อื่นๆ

การระบายอากาศ เป็นมาตรการที่ถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมความเข้มข้นของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ทัศนคติที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและชนิดที่เป็นอันตรายทางกายภาพ (เช่น การระเบิด เพลิงไหม้) นอกจากนี้การระบายอากาศยังช่วยลดความร้อนซึ่งเป็นสาเหตุของความเมื่อยล้า ความรู้สึกรีดร้อนไม่สบายของคน ตลอดจนควบคุมปัญหาเรื่องกลิ่น ความชื้นและคุณภาพอากาศในอาคาร

การระบายอากาศแบบทั่วไป การระบายอากาศประเภทนี้แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- 1) การระบายอากาศโดยวิธีกล (Mechanism ventilation)
- 2) การระบายอากาศแบบธรรมชาติ (Natural ventilation)



ภาพที่ 28 ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ

ที่มา: วันทนีย์ (2549)

การระบายอากาศโดยวิธีกล เป็นวิธีการระบายอากาศที่ต้องอาศัยอุปกรณ์หรือเครื่องกล เช่น พัดลมช่วยให้อากาศเคลื่อนไหว หมุนเวียน ในขณะที่การระบายอากาศแบบธรรมชาติ อาศัยธรรมชาติทำให้เกิดความดันบรรยากาศที่แตกต่างกันในสองพื้นที่ อากาศจึงเคลื่อนที่จากที่ซึ่งมีความดันบรรยากาศสูงไปยังที่ที่มีความดันบรรยากาศต่ำ

หลักการของการระบายอากาศแบบทั่วไป

1. อากาศที่เข้าสู่พื้นที่ที่มีสารปนเปื้อน ต้องมีอัตราการไหล ที่สามารถเจือจางสารปนเปื้อนให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้
2. ช่องระบายอากาศออก ต้องอยู่ใกล้แหล่งของสารปนเปื้อนมากที่สุด
3. ช่องอากาศเข้า และช่องระบายอากาศออก ต้องอยู่ในตำแหน่งที่ทำให้อากาศสามารถไหลผ่านแหล่งปนเปื้อนได้

4. คนต้องอยู่ระหว่างช่องอากาศเข้า และแหล่งสารปนเปื้อน
5. อากาศที่เข้ามาเจือจางต้องมีมากพอและไหลอย่างสม่ำเสมอ
6. อากาศที่ถูกระบายออกจากพื้นที่ทำงานแล้ว ต้องไม่ถูกนำกลับเข้ามาในพื้นที่อีก

องค์ประกอบและหน้าที่ของระบบระบายอากาศเฉพาะที่

ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ เป็นการออกแบบมาเพื่อรวบรวมสารปนเปื้อนที่แหล่ง หรือ ในกระบวนการผลิต ก่อนที่สารจะฟุ้งกระจายหรือระเหยขึ้นสู่อากาศในระดับหายใจของผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นระบบระบายอากาศเฉพาะที่จึงมีมาตรการควบคุมสารปนเปื้อนที่แหล่งที่มีประสิทธิภาพสูง และประหยัดพลังงานเนื่องจากมีอัตราการไหลออกสู่ภายนอกต่ำ จึงใช้พลังงานในการเคลื่อนที่อากาศต่ำ ซึ่งองค์ประกอบสำคัญในการระบายอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม มีดังนี้

1. ฮูด (Hood)
2. ท่อนำอากาศ (Duct)
3. อุปกรณ์ทำความสะอาด (Air Cleaner)
4. พัดลม (Fan)

การออกแบบและเลือกฮูด

หลักสำคัญในการออกแบบระบบระบายอากาศ สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ออกแบบให้มีข้อต่อข้อง่อน้อยที่สุดเพื่อลดค่าการสูญเสียในท่อ
2. ใช้ค่าความเร็วในการดูดจับมลพิษที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการปั่นป่วนของสารมลพิษ
3. ออกแบบให้ความดันทางเข้าระบบและหน้าพัดลมมีค่าเป็นลบ และความดันหลังพัดลมมีค่าเป็นบวกเสมอ

หลักสำคัญในการพิจารณาเลือกแบบสูด ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. ชนิดของสารมลพิษในกรณีที่สารมลพิษเป็นอนุภาค ชนิดของสูดดูดอากาศที่ใช้สามารถดูดจับอนุภาคจากทางด้านล่างได้และจะทำให้ใช้พลังงานของระบบระบายอากาศลดลง หรือกรณีที่สารมลพิษเป็นไอของสารมีพา สูดที่ใช้ควรมีการติดตั้งด้านข้างและมีทิศทางการไหลของอากาศไม่ผ่านอากาศที่หายใจ (Breathing Zone) เป็นต้น

2. ลักษณะงาน / ตำแหน่งที่พนักงานยืนทำงานสูดที่ติดตั้งควรปิดคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษ และไม่กีดขวางต่อการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

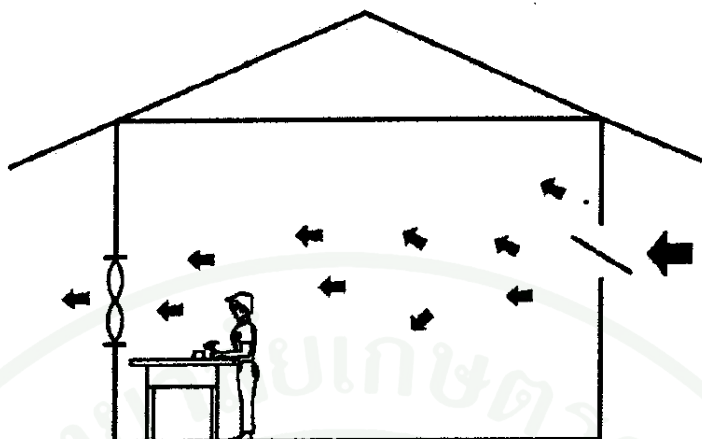
3. ความถี่ / ระยะเวลาการทำงานมีผลในการคำนวณปริมาณของมลพิษ และการใช้พลังงานในการทำงานของระบบ

4. ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศการเคลื่อนที่ของอนุภาคขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ความเร็วอากาศที่หมุนเวียนรอบบริเวณ ซึ่งจะมีผลในการกำหนดความเร็วลมและลักษณะของสูด

5. ความเร็วลมในการจับอนุภาค (Capture velocity) และความเร็วหน้าสูด (Face velocity)

ตัวอย่างการติดตั้งพัฒนาระบบอากาศ

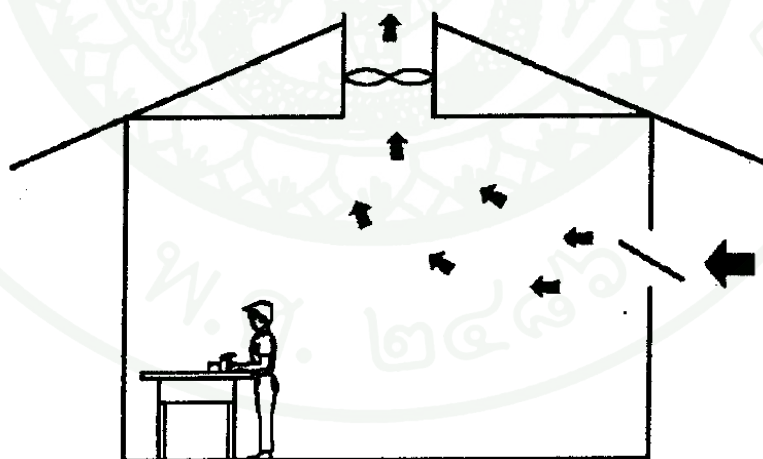
1. การติดตั้งพัฒนาระบายอากาศด้านหน้าผู้ทำงาน โดยให้มีช่องให้อากาศเข้าด้านหลังผู้ปฏิบัติงาน



ภาพที่ 29 การระบายอากาศโดยวิธีกล (Mechanism ventilation)

ที่มา: วันทนีย์ (2549)

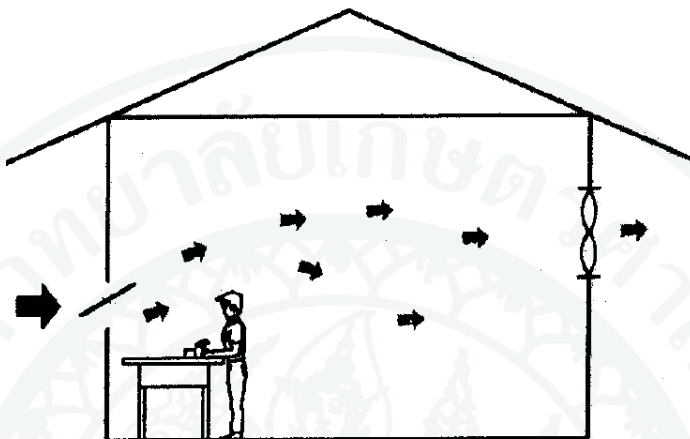
2. การคิดพัฒนาระบายอากาศที่หลังคา จากภาพ 30 จะเห็นว่า อากาศที่ไหลเข้ามาจากภายนอก จะไหลขึ้นด้านบนหลังคา ทำให้ไม่มีการไหลเวียนอากาศในบริเวณของผู้ปฏิบัติงาน



ภาพที่ 30 การระบายอากาศโดยคิดพัฒนาระบายอากาศที่หลังคา

ที่มา: วันทนีย์ (2549)

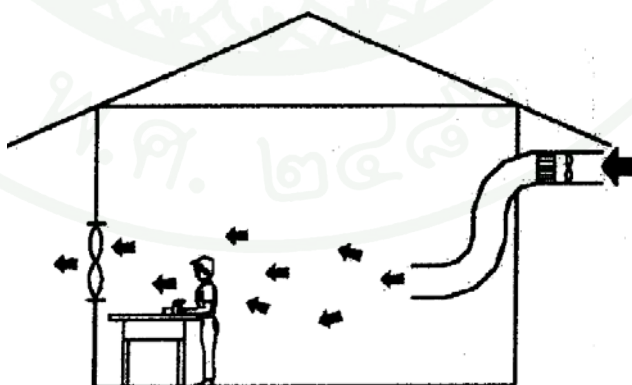
3. การติดพัดลมระบายอากาศด้านหลังผู้ปฏิบัติงาน โดยให้ช่องลมจากภายนอกเข้ามาที่ด้านหลังผู้ปฏิบัติงาน การติดระบบระบายอากาศแบบนี้ ไม่เหมาะกับกรณีที่ระบบมีสารที่เป็นพิษในห้อง เพราะจะทำให้ ผู้ปฏิบัติงาน ได้รับสารพิษโดยตรง



ภาพที่ 31 การระบายอากาศโดยติดพัดลมระบายอากาศด้านหลังผู้ปฏิบัติงาน

ที่มา: วันทนีย์ (2549)

4. กรณีที่ ช่องเปิดให้ลมเข้าอยู่สูง อาจมีการต่อท่อ ให้ลมมาในระดับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดการระบายอากาศที่ดีขึ้น



ภาพที่ 32 การระบายอากาศโดยติดพัดลมระบายอากาศด้านหน้าผู้ปฏิบัติงาน

ที่มา: วันทนีย์ (2549)

ระบบการดูดอากาศ พัดลมดูดอากาศสามารถแบ่งได้ตามระบบการดูดอากาศได้ดังนี้

1. พัดลมแบบดูดแนวตรง หรือ axial fan

มีอยู่ 3 ชนิดคือ Propeller Fan, Tubeaxial fan และ Vanaxial Fan Propeller Fan หรือพัดลมระบายอากาศ ลักษณะของพัดลมชนิดนี้จะเหมือนพัดลมทั่วไป อาจประกอบด้วยใบพัด 1 หรือ 2 ใบพัด โดยพัดลมแบบนี้จะสามารถทำให้อากาศเคลื่อนที่ได้จำนวนมาก แต่แรงอัดอากาศจะน้อย



ภาพที่ 33 Propeller Fan

ที่มา: Safety Knowledge Thai-Safety (2552)

Tubeaxial Fan ลักษณะของพัดลมชนิดนี้จะมีขนาดท่อพัดลมค่อนข้างยาว แต่ขนาดใบพัดจะสั้นกว่าแบบ Propeller Fan พัดลมแบบนี้จะมีแรงอัดอากาศสูง สามารถควบคุมทิศทางลมได้ง่าย แต่มีข้อเสียคือ ขนาดใหญ่และหนักมาก เคลื่อนย้ายได้ลำบาก



ภาพที่ 34 Tubeaxial Fan

ที่มา: Safety Knowledge Thai-Safety (2552)

Vanaxial Fan เป็นพัดลมที่พัฒนามาจาก Tubeaxial Fan โดยจะมีช่วงท่อพัดลมที่สั้นกว่า แต่ใช้ใบพัดแบบพิเศษช่วยทำให้แรงดันอากาศที่สูงกว่า ทำให้พัดลมชนิดนี้เหมาะสมอย่างมากในการใช้ในสถานที่อับอากาศ



ภาพที่ 35 Vanaxial Fan

ที่มา: Safety Knowledge Thai-Safety (2552)

พัดลมแบบดูดแนวแกนหมุน หรือ Centrifugal fan พัดลม ชนิดนี้จะดูดอากาศโดยใช้ใบพัดแบบวงล้อ โดยทั่วไปพัดลมประเภทนี้จะทำให้อากาศเคลื่อนตัวช้ากว่าแบบแนวตรง แต่มีความดันอากาศที่สูงกว่าซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากในการใช้คู่กับท่ออากาศ



ภาพที่ 36 Centrifugal fan

ที่มา: Safety Knowledge Thai-Safety. (2552)

อุปกรณ์เร่งความดันอากาศ (Flow Amplifier)

อุปกรณ์นี้จะทำหน้าที่เหนี่ยวนำอากาศให้เคลื่อนไหลไปในแนวของอุปกรณ์เพื่อเพิ่มแรงลม โดยอุปกรณ์นี้จะทำงานโดยเพียงแค่ใช้ท่ออากาศที่มาจากเครื่องอัดอากาศไหลสู่ อุปกรณ์ในส่วนฐานของอุปกรณ์ อุปกรณ์จะทำหน้าที่ควบคุมลมเคลื่อนที่ออกมาผ่านช่องลมที่ออกแบบมาเพื่อเพิ่ม ความแรงอากาศ



ภาพที่ 37 Flow Amplifier

ที่มา: Safety Knowledge Thai-Safety (2552)

อุปกรณ์นี้เหมาะสำหรับใช้ในสถานที่อันตรายหรือเสี่ยงต่อการเกิดประกายไฟ เนื่องจากไม่มีส่วนที่เคลื่อนไหลในอุปกรณ์ โดยการใช้งานควรมีการยึดกับพื้นและมีเชื่อมต่อที่มั่นคง เพื่อป้องกันการเกิดการสะสมของประจุไฟฟ้าสถิตย์

เครื่องอัดอากาศ (Air Compressor)

การใช้เครื่องอัดอากาศนี้โดยทั่วไปจะใช้ในกรณีเมื่อสถานที่ทำงานมีข้อจำกัดในการเข้าถึง หรือมีทางเข้าที่เล็ก ท่ออากาศปกติเข้าไม่ได้ จำเป็นต้องใช้ท่อที่มีขนาดเล็ก แต่การใช้เครื่องอัดอากาศนี้มีข้อจำกัดคือห้ามใช้ในสถานที่ที่เสี่ยงต่อการ ติดไฟ เนื่องจากเป็นแหล่งที่อาจทำให้เกิดประกายไฟได้

กลไกการกำจัดไอกรด

เมื่อไอกรดถูกดูดด้วยระบบระบายอากาศออกไปภายนอกอาคารแล้ว พบว่า ไม่มีระบบระบายอากาศภายนอก ซึ่งอากาศที่ถูกปล่อยออกไป อาจเป็นอันตรายต่อชุมชน และบุคคลที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงดังนั้นควรมีระบบบำบัดอากาศเพิ่มเติม

ในระบบสครับเบอร์แบบแห้ง กลไกการกำจัดก๊าซไอกรดจะใช้กระบวนการดูดซับและดูดซึม การดูดซับเมื่อเกิดโมเลกุลของก๊าซไอกรดเข้าเกาะติดที่พื้นที่ผิวของสารดูดซับชนิดแข็ง (Solid Sorbent) ส่วนการดูดซึมเกิดเมื่อไอกรดละลายเข้าไปในหยดของเหลว ในท้ายที่สุดของกระบวนการทั้งสองกระบวนการ การนี้แล้วก๊าซไอกรดจะทำปฏิกิริยากับสารดูดซับด่าง (Alkaline sorbent) ในรูปของเกลือ การฉีดพ่นผงแห้งในกระบวนการดูดซับเป็นกลไกในการทำปฏิกิริยาเบื้องต้น เมื่อนำก๊าซไอกรดไปสัมผัสกับสารดูดซับชนิดแข็งแล้วก๊าซไอกรดจะถูกดูดซับบนพื้นผิวทำปฏิกิริยาเป็นรูปของเกลือแข็ง

ในระบบที่ใช้หัวฉีดพ่นผงแห้ง จะมีการดูดซึมและดูดซับเกิดขึ้นทั้งสองกระบวนการ โดยก๊าซไอกรดจะถูกดูดซับด้วยการทำปฏิกิริยาของละอองหยดของเหลวและถูกละลายในวัสดุต่าง ส่วนการดูดซับเกิดขึ้นเมื่อของเหลวเกิดการระเหย และก๊าซไอกรดดูดซับ ด้วยสารดูดซับชนิดแข็ง ทั้งนี้ วัสดุดูดซับต่างที่ใช้ในระบบสครับเบอร์แบบผงแห้งต้องมีการจัดเตรียมให้เหมาะสม เนื่องจากสารนี้จะเข้าไปทำปฏิกิริยากับก๊าซไอกรด หรือปรับก๊าซไอกรดให้เป็นกลาง โดยวัสดุที่ใช้เป็นแคลเซียม (Calcium) หรือ โซเดียมเบส (Sodium Base) ซึ่งเป็นของแข็งที่มีความละเอียดมีรูพรุนมีความสามารถในการดูดซับก๊าซไอกรดสูง

กระบวนการดูดซับและดูดซึมทั้งสอง เป็นกระบวนการถ่ายเทมวลที่ทำปฏิกิริยากับก๊าซไอกรดที่แพร่กระจายในกระแสก๊าซในระบบสครับเบอร์แบบแห้ง ซึ่งระบบนี้จะมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นได้ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. มีพื้นที่สัมผัสมากพอสำหรับการทำปฏิกิริยา ซึ่งพื้นที่สัมผัสนั้นจะ หมายถึง ลักษณะรูพรุนของวัสดุดูดซับชนิดแข็งและหยดละอองของเหลวสำหรับทำปฏิกิริยาที่มีขนาดเล็ก

2. การผสมกันระหว่างก๊าซและของแข็ง-ของเหลวที่ดี โดยก๊าซไอกรดที่ถูกนำเข้าไปจะต้อง สัมผัสอย่างผสมกลมกลืนกับวัสดุดูดซับชนิดแข็งหรือเหลว(เป็นค่า)

3. มีเวลาทำปฏิกิริยาพอเพียง จำเป็นต้องออกแบบให้เวลาสำหรับการทำปฏิกิริยาในห้อง หรือเวลากักเก็บในระบบเพื่อเกิดความเหมาะสม

ระบบบำบัดอากาศ ได้แก่

1. ระบบบำบัดอากาศด้วยละอองน้ำ (L/G Ratio Adjustable Wet Scrubber)

เครื่องพ่นจับแบบเปียก (wet scrubber) เป็นการนำสิ่งเจือปนในกระแสอากาศออก โดยให้มีการสัมผัสกับของเหลว แต่เดิมนั้นในเครื่องพ่นจับแบบเปียกอนุภาคจะถูกดักเก็บโดยหยดของเหลวหรือเมฆของเหลวที่ไหลอย่างต่อเนื่องในรูปแบบของกำแพงกั้นที่เปียก แผ่นของเหลว (liquid sheet) เป็นต้น ละอองของเหลวในเครื่องพ่นจับแบบเปียกเป็นหนึ่งในหลายๆ วิธีที่มักนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการควบคุมมลพิษทางอากาศซึ่งอาจจะทำให้เกิดการรวมกันของก๊าซอนุภาคที่ต้องการควบคุมและสถานะของก๊าซ (ทั้งอุณหภูมิ และความชื้น)

ข้อจำกัดของระบบมีดังนี้

1.1 สารที่ต้องการนำออกจากอากาศ (Pollute) ต้องสามารถละลายในสารที่จะนำมาละลายได้ดี (Solubility performance)

1.2 ไม่ก่อให้เกิดสารที่มีอันตรายมากกว่า เมื่อเกิดการถ่ายเทมวลสารจากก๊าซสู่ของเหลว หากผ่านเงื่อนไขดังกล่าวแล้ว สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาการเลือกระบบที่เหมาะสมได้แก่ ประสิทธิภาพการบำบัด, พลังงานที่จำเป็นต้องใช้ในการเดินระบบ, ราคาค่าต้นทุนสำหรับการก่อสร้าง, การดูแลรักษา

Wet Scrubber โดยทั่วไป มีส่วนประกอบหลักดังนี้

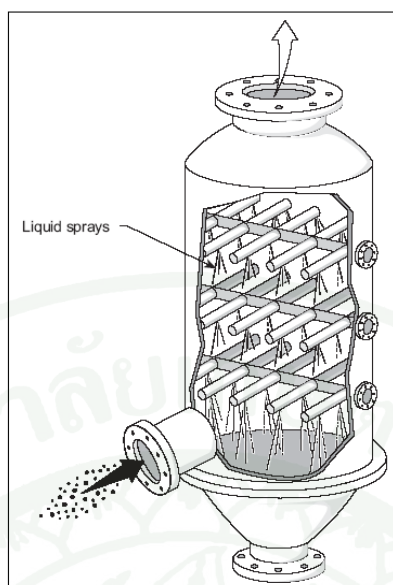
- สารละลายที่นำมาลดความเป็นพิษจากก๊าซ (Scrubber solution)
- ส่วนเพิ่มพื้นที่ผิวเพื่อสัมผัสกับก๊าซ (Media)
- ถังพักสารละลายเพื่อนำมาหมุนเวียน
- ปั๊มหมุนเวียน เพื่อส่งสารละลายเข้าสู่ระบบ
- ส่วนกำจัดความชื้นส่วนเกินก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอก (Mist eliminator)

ระบบบำบัดแบบเปียก ได้แก่

1. Spray chamber

มีลักษณะเป็นหอ (Column) (ดังภาพที่ 28) ในแนวตั้ง หรือนอน ภายในเป็นช่องว่าง สารละลายที่นำมาลดความเป็นพิษจากก๊าซ (Scrubber solution) จะถูกพ่นเข้าไปในหอโดยผ่านหัวฉีดฝอย (Spraynozzle) ซึ่งจะเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างก๊าซกับของเหลว ก๊าซสกปรกที่ถูกผ่านเข้ามาภายในหอจะผ่านช่วงของละอองสารละลาย

และถ่ายเทสารมลพิษจากสถานะของก๊าซไปยังสถานะของของเหลวลักษณะการสัมผัสกันทั้งสองสถานะเป็นแบบ Counter Current ก๊าซและของเหลวไหลสวนทางกันหรือ Cross Current คือ ทิศทางของละอองน้ำตั้งฉากกับแกนแนวการไหลของก๊าซ



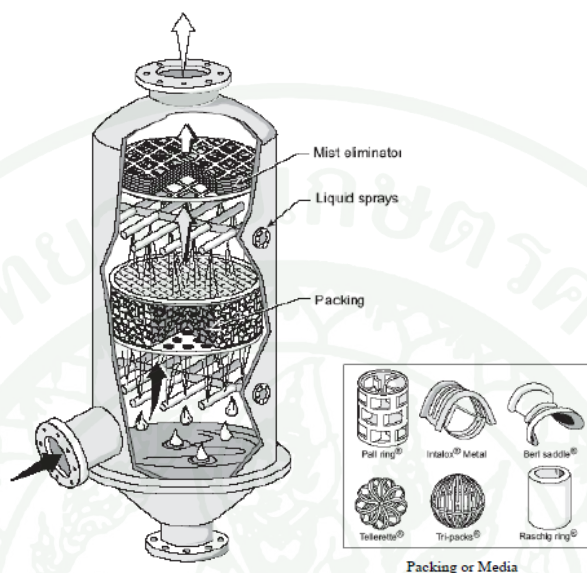
ภาพที่ 38 ลักษณะของ Spray chamber

ที่มา: Industrial Extension Service College of Engineering North Carolina State University (2001)

เครื่องพ่นจับที่มีการใช้พลังงานต่ำโดยส่วนใหญ่เป็นหอดูดซับแบบสเปรย์จับโดยแรงถ่วง (gravity spray towers) โดยให้หยดของเหลวตกผ่านก๊าซและจัดออกทางด้านล่างของอุปกรณ์หยดของเหลวโดยปกติได้จากการใช้หัวฉีดให้เป็นละอองน้ำ หอดูดซับแบบสเปรย์จับในแนวดิ่งความเร็วที่สัมพัทธ์ระหว่างหยดของเหลวและก๊าซมีความสำคัญที่จะหลีกเลี่ยงการฟุ้งคืน (สู่อากาศ) ของหยดของเหลว ความเร็วในการตกของหยดน้ำอาจจะมากกว่าความเร็วของกระแสก๊าซที่ลอยสูงขึ้น ในทางปฏิบัติความเร็วของก๊าซในรูปแบบที่เป็นแนวดิ่งอยู่ในช่วง 2 ถึง 5 ฟุต/วินาที และต้องการหยดที่มีขนาดใหญ่กว่า 100 ไมโครเมตร ความเร็วในการตกของหยดขนาด 100 ไมโครเมตร เป็น 0.8 ฟุตต่อวินาที สำหรับความเร็วที่สูงกว่า อาจจะนำมาใช้เพื่อลดการเกิดหมอกหรือไอที่ส่วนบนของหอ (tower) แม้ว่าอุปกรณ์นี้จะต้องการพื้นที่ที่มากพอ แต่ก็มีราคาไม่แพงและใช้เป็นอุปกรณ์เบื้องต้นสำหรับการดักเก็บอนุภาคอย่างหยาบๆ (มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 25 ไมโครเมตร)

2. Packed Tower (Wet Scrubber)

มีลักษณะเป็นหอ (Column) ในแนวตั้ง ภายในบรรจุ Packing ซึ่งจะเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส



ภาพที่ 39 ลักษณะของ Packed Tower

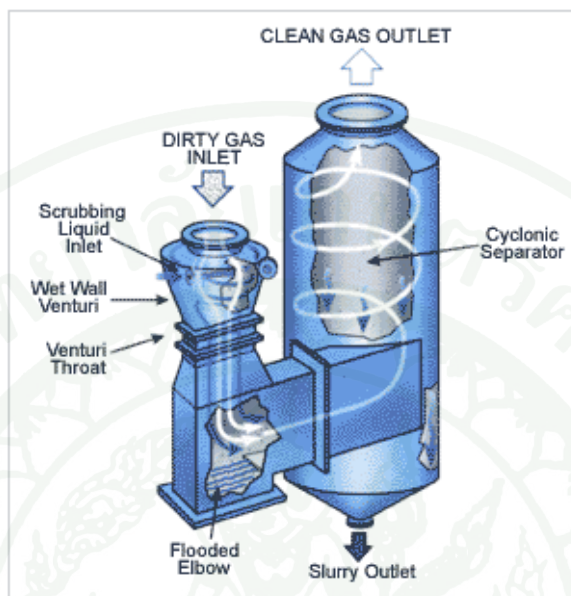
ที่มา: Industrial Extension Service College of Engineering North Carolina State University (2001)

ซึ่ง Packing จะเพิ่มอัตราการสัมผัสระหว่างก๊าซกับของเหลว โดยของเหลวจะถูกสเปรย์เข้าไปในหอ ปกคลุมไปบนผิวของตัว Packing เพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสระหว่างก๊าซสกปรกกับของเหลวโดยก๊าซสกปรกที่ถูกผ่านเข้ามาภายในหอจะ ผ่านชั้น Packing และสัมผัสกับของเหลวที่ปกคลุมอยู่บนตัว Packing และถ่ายเทสารมลพิษจากสถานะของก๊าซไปยังสถานะของของเหลว ลักษณะการสัมผัสกันทั้งสองสถานะเป็นแบบ Counter Current คือก๊าซและของเหลวไหลสวนทางกัน

3. เครื่องพ่นจับแบบเวนจูรี (Venturi Scrubbers)

เครื่องพ่นจับแบบเวนจูรี (Venturi Scrubbers) ใช้กันอย่างกว้างขวางในการใช้เป็นอุปกรณ์เพื่อต้องการประสิทธิภาพในการดักเก็บอนุภาคสูง ทำให้ได้ก๊าซที่สะอาดออกมาจากอุปกรณ์ การทำงานของระบบนี้คือคอคอเวนจูรี (Venturi throat) เป็นที่ซึ่งก๊าซสัมผัสกับหยด

ของเหลว โดยมีความเร็ว 200-600 ฟุตต่อวินาทีจากนั้นจึงผ่านส่วนที่ขยายกว้างออก ซึ่งจากส่วนนี้ ก๊าซจะเข้าสู่ห้อง(chamber) ขนาดใหญ่และแยกอนุภาคออกได้



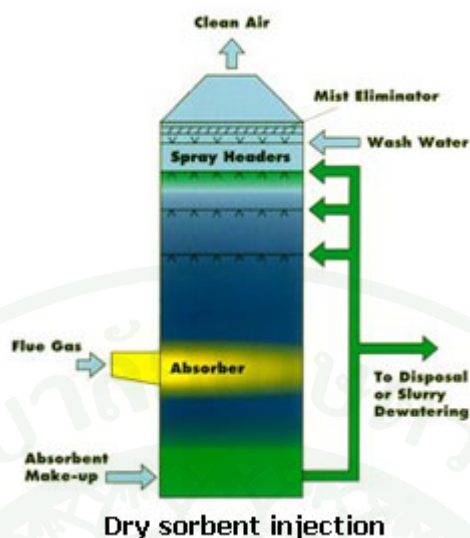
ภาพที่ 40 ลักษณะของ Venturi Scrubbers

ที่มา: MikroPul Venturi Scrubber (2008)

พื้นฐานในการเก็บอนุภาค ซึ่งน้ำถูกฉีดเข้าสู่ช่วงคอคออด (Throat) ในส่วนนี้ทำให้ก๊าซที่ไหลขึ้นสู่ด้านบนปะทะกับละอองน้ำที่ฉีดเข้าไป บริเวณคอคออดนี้ แรงเฉือนของของไหลจะมีค่าสูงเป็นสาเหตุให้มีการแตกกระจายของกระแสน้ำก่อให้เกิดเป็นหยดน้ำ (ละอองขนาดเล็ก) และเริ่มทำการเก็บปะทะกับอนุภาคในก๊าซที่ไหลย้อน

4. เครื่องพ่นสารดูดซึมแบบแห้ง (Dry sorbent injection, DSI)

เครื่องพ่นสารดูดซึมแบบแห้ง (Dry sorbent injection, DSI) จะกำจัดก๊าซไอกรดจากการสัมผัสโดยตรงระหว่างสารดูดซึมต่างและก๊าซไอกรด ก๊าซไอกรดจะถูกดูดซึมด้วยอนุภาคสารดูดซึมชนิดแห้ง และสารต่างทำปฏิกิริยาเป็นก๊าซไอกรดเป็นเกลือของแข็ง การพ่นสารดูดซึมแบบแห้ง จะเป็นการพ่นผสมสารต่าง เพื่อให้สามารถสัมผัสกับก๊าซไอกรดได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ พื้นที่ผิวของสารดูดซึมจะเป็นอีกตัวแปรสำคัญที่มีความสัมพันธ์กับการทำปฏิกิริยากับก๊าซไอกรด



ภาพที่ 41 ลักษณะของ Dry sorbent injection

ที่มา: เทคนิค ฉบับที่ 276 สรุปหัวข้อ สำหรับวางที่หน้าแรกของเวปไซด์ แนวทางการพิจารณา
สำหรับการเดินระบบสครับเบอร์แบบเปียกและแบบแห้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการ
กับมลพิษทางอากาศ (2550)

สำหรับระบบที่มีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องฟุ้งสารดูดซึมแบบแห้ง คือ Spray dryer absorber (SDA) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้สารดูดซึมต่างผสมกับน้ำ และฟุ้งสารนั้นเข้าไปทำปฏิกิริยาในเครื่องสครับเบอร์ การทำให้น้ำมีอุณหภูมิเย็น และการทำให้กระแสดำชมีความชื้นเพิ่มขึ้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการทำปฏิกิริยา เครื่องฟุ้งละอองสารกึ่งเหลวจะทำการสร้างหยดละอองของเหลว สารต่างที่มีความละเอียด ซึ่งจะเป็นการเพิ่มการสัมผัสกันระหว่างก๊าซไอกรดกับสารดูดซึม

การเก็บรวบรวมอนุภาคฝุ่น

เครื่องสครับเบอร์แบบเปียกฟุ้ง จะใช้หยดละอองของเหลวขนาดใหญ่ในการจับอนุภาคฝุ่น โดยหยดละอองของเหลวนี้จะมีขนาดใหญ่กว่าของสครับเบอร์ทั่วไป 50 μm (ไมโครเมตร) (สครับเบอร์ทั่วไปใช้หยดละอองของเหลวขนาด 50 – 100 μm จะเห็นภาพได้ง่ายเมื่อเทียบกับเส้นผม ซึ่งมีขนาด 50 -100 μm) ส่วนการกระจายตัวของขนาดอนุภาคฝุ่นจะขึ้นกับแหล่งกำเนิดของฝุ่น

ยกตัวอย่างเช่น จากเครื่องจักรประเภทเครื่องบด เครื่องโม่ จะมีขนาดใหญ่กว่า $10\ \mu\text{m}$

ส่วนอนุภาคที่เกิดจากการเผาไหม้หรือปฏิกิริยาทางเคมีจะมีขนาดเล็กกว่า $5\ \mu\text{m}$ และขนาดอนุภาคที่เป็นจุดวิกฤตจะอยู่ระหว่าง $0.1 - 0.5\ \mu\text{m}$ เพราะสกรับเบอร์แบบเปียกทำการพ่นจับได้ยากมาก

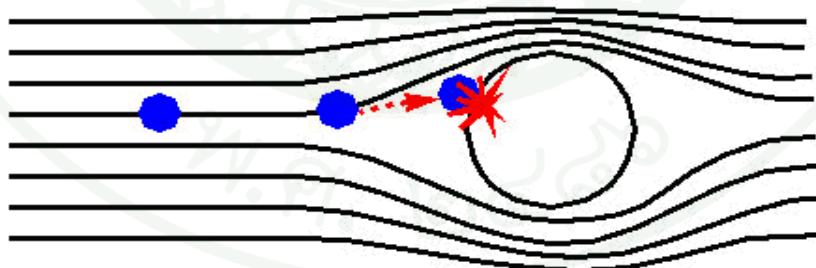
การสร้างหยดละอองของเหลวสามารถทำได้หลายวิธีต่อไปนี้

1. พ่นของเหลวด้วยแรงดันสูงผ่านหัวพ่น (Nuzzles) ที่ได้รับการออกแบบพิเศษ
2. พ่นอนุภาคที่หนาแน่นในกระแสก๊าซผ่านภาชนะบรรจุของเหลว
3. จุ่มปั๊มดูดของเหลวในภาชนะบรรจุของเหลว

การสร้างหยดของเหลวสำหรับรวบรวมอนุภาคฝุ่นอาจจะใช้เพียงกลไกเดียวหรือหลายกลไกร่วมกัน คือ การกระทบ, การสกัดโดยตรง, การแพร่, การดึงดูดด้วยไฟฟ้าสถิต, การควบแน่น, แรงแหนีสวนย์ และ แรงโน้มถ่วง สำหรับรายละเอียดจะได้อธิบายดังนี้

1. การกระทบ (Impaction)

ในระบบสกรับเบอร์แบบเปียก อนุภาคฝุ่น ในกระแสก๊าซที่ผ่านเข้าไปพร้อมกับก๊าซไอเสีย เมื่อหยดของเหลวถูกนำเข้าสู่กระแสก๊าซไอเสีย



ภาพที่ 42 ลักษณะของ Dry sorbent injection

ที่มา: เทคนิค ฉบับที่ 276 สรุปหัวข้อ สำหรับวางที่หน้าแรกของเว็บไซต์ แนวทางการพิจารณา
สำหรับการเดินระบบสกรับเบอร์แบบเปียกและแบบแห้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการ
กับมลพิษทางอากาศ (2550)

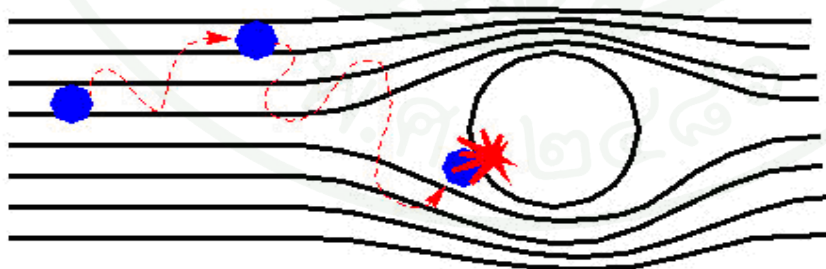
อนุภาคฝุ่นในกระแสก๊าซจะอยู่ล้อมรอบละอองหยดของเหลว ดังแสดงในรูปที่ 1 จากนั้นอนุภาคฝุ่นจะปะทะกับหยดของเหลว ทำให้อนุภาคฝุ่นถูกรวบรวมออกจากกระแสก๊าซจากการกระทบหรือชนกับหยดของเหลวนั้น

ถ้าหากอนุภาคฝุ่นมีเพิ่มมากขึ้น ก็มีโอกาที่จะกระทบกับหยดของเหลวมากขึ้น และมีผลต่อความสัมพันธ์กัน ระหว่างความเร็วในการกระทบกันของอนุภาคฝุ่นกับหยดของเหลวอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จะไม่สามารถเคลื่อนที่ไปตามกระแสก๊าซ ที่มีละอองหยดน้ำล้อมรอบเต็มไปได้ทั้งหมด อนุภาคที่เคลื่อนที่เร็วกว่าหยดของเหลวจะมีโอกาสชนกับหยดของเหลวมากขึ้น

ปรากฏการณ์การชนหรือการกระทบด้วยแรงเฉื่อยจึงเป็นกลไกหลัก ในการรวบรวมอนุภาคฝุ่น ของเครื่องสครับเบอร์ ที่กระแสก๊าซความเร็วมากกว่า 0.3 เมตร/วินาที (1 ฟุตต่อวินาที) ทั้งนี้เครื่องส่วนมากจะเดินระบบ ได้ดีด้วยกระแสก๊าซ ที่เร็วกว่า 0.3 เมตร ต่อ วินาที

ดังนั้น กลไกการรวบรวมแบบชนหรือแบบกระทบด้วยแรงเฉื่อย และด้วยความเร็วนี้ จะทำให้อนุภาคฝุ่นมีขนาดเพิ่มขึ้นได้มากกว่า $1.0 \mu\text{m}$ การกระทบของอนุภาคฝุ่นกับหยดละอองของเหลว จะทำให้ขนาดหยดของเหลวลดลง และจำนวนของขนาดหยดที่ลดลงนี้ จะเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจำนวนหยดของเหลวนี้จะทำให้เกิดการชนกันระหว่างอนุภาคฝุ่นกับหยดของเหลวต่อไป

2. การแพร่ (Diffusion)



ภาพที่ 43 การแพร่

ที่มา: เทคนิค ฉบับที่ 276 สรุปหัวข้อ สำหรับวางที่หน้าแรกของเว็บไซต์ แนวทางการพิจารณา

สำหรับการเดินระบบสครับเบอร์แบบเปียกและแบบแห้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการกับมลพิษทางอากาศ (2550)

อนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า $0.1 \mu\text{m}$) มีการเคลื่อนไหวแบบไร้ทิศทางอยู่ในกระแสก๊าซ การเคลื่อนที่ของอนุภาคเหล่านี้ เกิดจากการถูกชน หรือ กระแทกโดยโมเลกุลของก๊าซที่เคลื่อนที่ในกระแสก๊าซไอเสีย ซึ่งการชนกระแทก (หรือกระหน่ำชน) ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่โดยไม่มีเป้าหมายแพร่ผ่านไปยังกระแสก๊าซ

การเคลื่อนที่แบบไม่สม่ำเสมอนี้ จะทำให้อนุภาคไปปะทะกับหยดของเหลว และจะถูกรวบรวมไว้ ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งการแพร่ของอนุภาคนี้ เป็นกลไกเบื้องต้นของการรวบรวมอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า $0.1 \mu\text{m}$ ในสกรับเบอร์แบบเปียก อัตราการแพร่ขึ้นกับเงื่อนไขต่อไปนี้

- 1) ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอนุภาคฝุ่นและหยดของเหลว
- 2) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคฝุ่น
- 3) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดละอองของเหลว

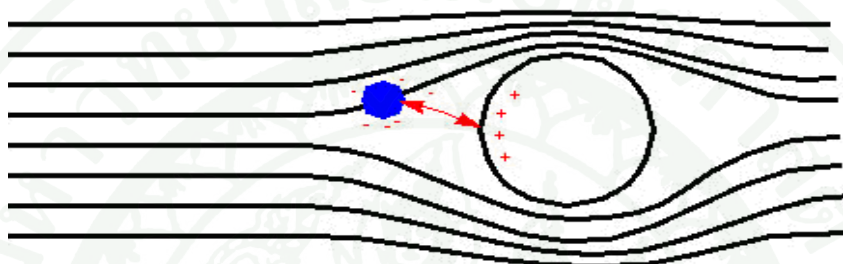
กลไกการรวบรวมแบบการกระทบและการแพร่ จะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความเร็วสัมพันธ์ (เพิ่มความดันของก๊าซ หรือของเหลว) และลดขนาดของหยดละอองของเหลว

นอกจากนี้กลไกการรวบรวมแบบการแพร่จะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เมื่อขนาดของอนุภาคฝุ่นลดลง กลไกการรวบรวมแบบการแพร่นี้มีผลทำให้ความสามารถของสกรับเบอร์มีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุภาคที่มีขนาดเล็กมากๆ ได้ (เล็กกว่า $0.1 \mu\text{m}$) ถ้าขนาดของอนุภาคมีขนาดอยู่ในช่วงประมาณ 0.1 ถึง $1 \mu\text{m}$ การรวบรวมขนาดของอนุภาคฝุ่นช่วงนี้จะเกิดกลไกอย่างใดอย่างหนึ่งในสองกลไกนี้ (การกระทบหรือการแพร่)

3. กลไกการรวบรวมแบบอื่นๆ

การออกแบบระบบสกรับเบอร์ได้มีการพัฒนาการรวบรวมแบบอื่นๆ อีก เพื่อให้การใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น ซึ่งกลไกเหล่านั้นก็มี เช่น การดึงดูดด้วยไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Attraction) ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพในการรวบรวมฝุ่นโดยไม่สิ้นเปลืองพลังงานมาก

กลไกแบบดึงดูดด้วยไฟฟ้าสถิต อนุภาคฝุ่นจะถูกรวบรวมหรือถูกจับด้วย การสร้างประจุไฟฟ้าขึ้น เมื่ออนุภาคเกิดประจุไฟฟ้าแล้วจะเกิดการดึงดูดระหว่างอนุภาคด้วยกันเอง ทำให้อนุภาคมีขนาดใหญ่ขึ้น จากนั้นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่จะถูกรวบรวมด้วยแผ่นรวบรวม กลไกแบบควบแน่น ไอน้ำที่เกิดจากการควบแน่นจะไปเกาะติดกับอนุภาคฝุ่น ซึ่งจะทำให้เป็นผลดีต่อประสิทธิภาพในการรวบรวมเพิ่มขึ้น สำหรับกลไกอื่นๆ เช่น แรงโน้มถ่วง แรงหนีศูนย์กลาง และการสกัดโดยตรง มีผลต่อการรวบรวมอนุภาคเพียงเล็กน้อยเท่านั้น



ภาพที่ 44 การดึงดูดด้วยไฟฟ้าสถิต

ที่มา: เทคนิค ฉบับที่ 276 สรุปหัวข้อ สำหรับวางที่หน้าแรกของเว็บไซต์ แนวทางการพิจารณา สำหรับการเดินระบบสกรับเบอร์แบบเปียกและแบบแห้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการ กับมลพิษทางอากาศ (2550)

4. การสกัดตรง (Direct Interception)

เป็นการกักอนุภาคขนาดเล็กกว่าหรือใหญ่กว่าที่เคลื่อนที่เข้าหาวัสดุกันหรือหยดของเหลว

การบำบัดก๊าซมลพิษ

กระบวนการละลายก๊าซมลพิษในของเหลว คือ การดูดซึม (Absorption) หมายถึง การกระบวนการถ่ายเทมวล (Mass-transfer) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของเฟสหนึ่งไปเป็นแบบอื่น

การถ่ายเทมวลสามารถเทียบได้กับการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้น นั่นคือ ระบบพยายามจะปรับให้เข้าสู่ภาวะสมดุล (Equilibrium Condition) ตัวอย่างเช่น ในระบบการถ่ายเทความร้อน ถ้ามีวัสดุร้อนวางบนวัสดุที่เย็น ความร้อนจะถ่ายเทจากวัสดุร้อนไปสู่วัสดุที่เย็นจนกระทั่งวัสดุทั้งสองมีอุณหภูมิที่เท่ากันในกระบวนการดูดซึมมวลก็คือ ความร้อนที่มีการถ่ายเท ที่อยู่ในรูปแบบของความเข้มข้น ที่แตกต่างกัน เหมือนกันกับพลังงานความร้อนที่แตกต่างกัน การดูดซึมเป็นการละลายก๊าซมลพิษที่เป็นสารปนเปื้อนในกระแสก๊าซออกอย่างต่อเนื่องที่ความเข้มข้นแตกต่างกันในกระแสก๊าซมลพิษและของเหลวที่ใช้กำจัด การกำจัดก๊าซมลพิษด้วยวิธีการดูดซึม กระทำได้โดยการผ่าน กระแสก๊าซไอเสียให้สัมผัสกับหยดของเหลว

กระบวนการดูดซึมมีอยู่ 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ก๊าซมลพิษแพร่กระจาย (Diffuses) จากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงในรูปของเฟสก๊าซไป ยังผิวสัมผัสระหว่างก๊าซ-ของเหลว

ขั้นที่ 2 ก๊าซมลพิษเคลื่อนที่ผ่านข้ามผิวสัมผัส (Interface) ไปยังเฟสของเหลว (ถ่ายเท) ขั้นตอนนี้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในระดับโมเลกุลของก๊าซมลพิษที่บริเวณผิวสัมผัส

ขั้นที่ 3 ก๊าซมลพิษแพร่กระจาย ก๊าซมลพิษแพร่กระจายเข้าไปในของเหลว การเพิ่มโมเลกุลของก๊าซมลพิษเข้าไปในเหลวด้วยการดูดซึม (การถ่ายเทมวลของสารมลพิษจากเฟส ก๊าซไปเป็นเฟสของเหลว) ขึ้นกับอัตราการแพร่กระจายของก๊าซมลพิษในเฟสก๊าซ (ขั้นที่ 1) และในเฟสของเหลว (ขั้นที่ 3)

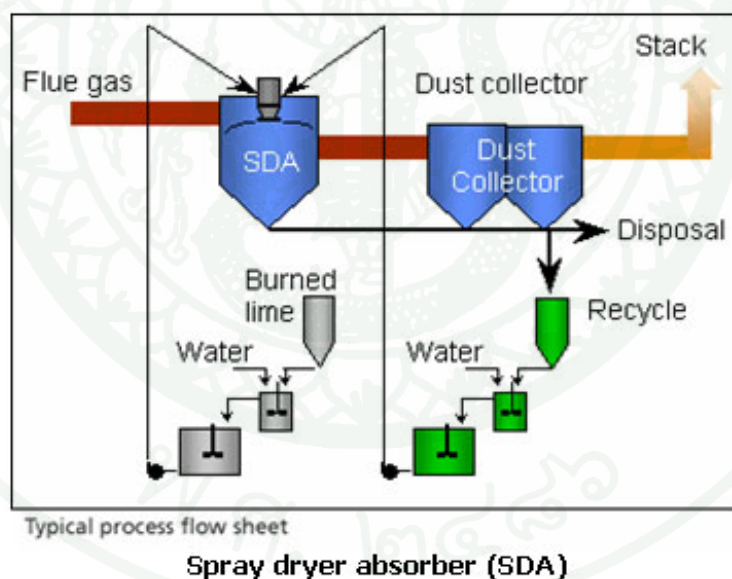
การออกแบบสกรับเบอร์เพื่อให้มีการแพร่กระจายการดูดซึมได้มากขึ้น กระทำได้ดังนี้

1. จัดเตรียมพื้นที่สัมผัสให้มีจำนวนมากสำหรับการสัมผัสกันระหว่างก๊าซมลพิษกับของเหลว (เช่น การสร้างหยดละอองที่มีขนาดเล็ก)
2. จัดเตรียมการผสมที่ดี ระหว่างเฟสก๊าซกับของเหลว (การปั่นป่วน)
3. ปลอ่ยให้เวลาในการทำปฏิกิริยาหรือเวลาในการสัมผัสพอเพียงระหว่างเฟสก๊าซกับเฟสของเหลว

กลไกการดูดซึมก๊าซมลพิษให้ดีขึ้นจะต้องประกอบด้วยตัวแปร คือ มีพื้นที่สัมผัสที่มาก และการผสมผสานที่ดีสครับเบอร์จึงจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซมลพิษสูง

ส่วนอีกตัวแปร คือ เวลาในการทำปฏิกิริยาที่พอเพียง ซึ่งการเพิ่มเวลาการสัมผัส จะมีผลทำให้ความเร็วของก๊าซและกระแสน้ำของเหลวลดลง ประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซมลพิษและอนุภาคฝุ่น จึงมีความแตกต่างกันโดยระบบสครับเบอร์ ไม่สามารถทำให้ก๊าซมลพิษละลายในของเหลวได้ฉับพลัน ดังนั้นการรวบรวมอนุภาคฝุ่นจึงเป็นสถานะที่ตรงข้ามกับเวลาการสัมผัสของการกำจัดก๊าซมลพิษ

การละลายได้ (Solubility) เป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อความสามารถในการดูดซึมก๊าซมลพิษ การละลายได้ขึ้นกับของเหลวที่ต้องการ (อัตราส่วนของของเหลวต่อก๊าซ) และเวลาสัมผัสที่จำเป็น การละลายของก๊าซบางชนิดต้องการของเหลวจำนวนน้อย ก๊าซบางชนิดจะถูกดูดซับได้รวดเร็ว นอกจากนี้ ความดันและอุณหภูมิของระบบเป็นตัวแปรที่มีผลต่อการละลายได้



ภาพที่ 45 Spray dryer absorber

ที่มา: เทคนิค ฉบับที่ 276 สรุปหัวข้อ สำหรับวางที่หน้าแรกของเว็บไซต์ แนวทางการพิจารณา

สำหรับการเดินระบบสครับเบอร์แบบเปียกและแบบแห้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการกับมลพิษทางอากาศ (2550)

เมื่อลดอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความสามารถในการดูดซึมก๊าซด้วยของเหลว จะลดลง นั่นคือ จากกฎของก๊าซในอุดมคติ (Ideal Gas Law) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาตรของก๊าซเพิ่มขึ้นตาม จึงมีผลต่อการดูดซึมของก๊าซได้น้อยลง จากเหตุผลนี้ ทำให้การดูดซึมบางระบบจะต้องทำการลดอุณหภูมิก๊าซไอเสียก่อนเข้าระบบด้วยหัวพ่นละออง (Spray) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการดูดซึม ส่วนความดันจะมีผลกระทบต่ออัตราการละลายได้ของก๊าซมลพิษเมื่อความดันเพิ่มขึ้นจะทำให้ก๊าซมลพิษถูกดูดซึมได้มากขึ้น

สครับเบอร์สามารถเก็บรวบรวมได้ทั้งอนุภาคฝุ่น และกำจัดก๊าซพิษ หรือกำจัดก๊าซไอรก โดยจะกำจัดอนุภาคฝุ่นด้วยการใช้หยดของเหลวในการจับ และกำจัดก๊าซพิษด้วยการละลายหรือดูดซึมก๊าซพิษด้วยหยดของเหลว แนวทางการออกแบบสครับเบอร์ ไม่ได้มีเฉพาะการกำจัดในสิ่งที่ต้องการเท่านั้น แต่ยังต้องคำนึงถึงสถานะที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของการรวบรวมอนุภาคฝุ่นและก๊าซพิษ

การกำจัดอนุภาคฝุ่นออกจากกระแสก๊าซของสครับเบอร์จะใช้หยดละอองน้ำในการรวบรวมฝุ่น หรือใช้ของเหลวพ่นจับแบบเป็นแผ่นผืน (Sheets) ซึ่งของเหลวที่ใช้พ่นมักจะเป็นน้ำ จากนั้นจึงทำการแยกหยดน้ำออกจากกระแสก๊าซ สิ่งที่มีผลกระทบต่อความสามารถในการจัดอนุภาคมีอยู่หลายตัวแปร เช่น ขนาดอนุภาค ขนาดหยดน้ำ และความสัมพันธ์ด้านความเร็วระหว่างอนุภาคฝุ่น กับหยดของเหลว ขนาดของอนุภาคนั้นจะมีผลต่อกระบวนการของสครับเบอร์อย่างมาก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วอนุภาคขนาดใหญ่จะรวบรวมได้ง่ายกว่าอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า

การเพิ่มประสิทธิภาพในการรวบรวมอนุภาคของเครื่องสครับเบอร์แบบเปียก ควรพิจารณาถึงการทำให้หยดละอองน้ำมีขนาดเล็ก อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการทำให้หยดละอองน้ำมีขนาดเล็กและมีความหนาแน่น จะทำให้ความสามารถในการรวบรวมอนุภาคขนาดเล็กทำได้ดี แต่ก็ต้องแลกกับการใช้พลังงานมากขึ้น เพื่อรักษาประสิทธิภาพการทำงานของสครับเบอร์ เนื่องจากต้องใช้พลังงานสำหรับการผลิตละอองน้ำให้เกิดความเร็วเชิงสัมพันธ์กันระหว่างอนุภาคฝุ่นกับละอองน้ำ (โดยปกติอนุภาคฝุ่นเคลื่อนที่ได้รวดเร็วเมื่อเทียบกับละอองน้ำ)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ Toshiba Protégé Intel Core 2 Duo 2.6 GHz, 1.99 GB of RAM
2. เครื่องพิมพ์ชนิดเลเซอร์ HP Laser Jet 2420 series
3. เครื่องมือตรวจวัดสำหรับ วัดปริมาณการระเหยของกรดซัลฟูริกในอากาศ
4. เครื่องมือตรวจวัดสำหรับวัดอัตราการไหลของอากาศ
5. โปรแกรม Fire Dynamic สำหรับออกแบบจำลองการไหลของไอกรด
6. โปรแกรม Microsoft Office 2003 สำหรับจัดทำเอกสาร

ขั้นตอน

1. ประเมินผลกระทบความเสี่ยงด้วยวิธีการ Risk Assessment Analysis
2. ศึกษาลักษณะสภาพแวดล้อมของห้องประจุแบตเตอรี่ (Dip Room) ขนาด 15x10x10 เมตร เพื่อใช้ตั้งเกตุอนุภาการระเหยของแบตเตอรี่ ในขณะที่ประจุไฟฟ้า
3. ศึกษารูปแบบการกระจายตัวของอนุภาการสารเคมี
4. วิเคราะห์รูปแบบทิศทางกระจายตัวของไอระเหยเพื่อปรับปรุงระบบระบายอากาศให้อยู่ในระดับที่สามารถควบคุมระดับไอระเหยของสารเคมีไม่ให้เกินมาตรฐาน TLV ตามมาตรฐาน ACGIH
5. ตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีในห้องประจุแบตเตอรี่
6. เสนอแนะอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

วิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เพื่อเป็นการศึกษาการจัดการระบบระบายอากาศที่เหมาะสมภายในห้องประจุแบตเตอรี่ โดยมีการสะสมของไอกรดน้อยที่สุด และไม่เกินกว่ามาตรฐานสากล โดยไม่ลงรายละเอียดในระบบท่อต่างๆ

เริ่มต้นโดยทำการประเมินความเสี่ยง ตามข้อร้องเรียนของพนักงาน เนื่องจากความระคายเคือง เมื่อต้องทำงานในห้องประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ โดยประเมินว่าเกิดเนื่องจากการทำงานในส่วนใด โดยประเมินตั้งแต่ขั้นตอนการทำงานขั้นแรก เมื่อนำรถยกเข้ามาประจุไฟฟ้าจนถึงขั้นสุดท้าย เมื่อเสร็จสิ้นการประจุไฟฟ้า และนำรถออกไปใช้งาน

ตารางที่ 12 การประเมินความเสี่ยง

Health and Safety Risk Assessment List of DC Bangbuathong

Date: 4 August 2009 Rev. 6

Area/Facility/Activity	Hazard	Risk=SxP				Next Steps	Who	Status	Reference
		S	P	Risk Value	Risk				
1. Maintenance Shop & Battery Charger	Slip on wet floor. พนักงาน ลื่นล้มเนื่องจากพื้นมีน้ำมัน	3	2	6	Low	Housekeeping after finished work ทำความสะอาดพื้น หลังเลิกงาน จัดเตรียมวัสดุดูดซับไว้ที่ห้อง	FM	Done	
	Been nip by the cover of battery. พนักงานถูกฝาครอบ แบตเตอรี่ทับ	3	2	6	Low	Repair and lifting by technician. ซ่อมและยกโดย ช่างเท่านั้น	FM	Done	
						Provide work instruction at working area. จัดทำขั้นตอน การปฏิบัติงานติดที่ห้อง แบตเตอรี่	FM	Done	

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Health and Safety Risk Assessment List of DC Bangbuathong

Date: 4 August 2009 Rev. 6

Area/Facility/Activity	Hazard	Risk=SxP				Next Steps	Who	Status	Reference
		S	P	Risk Value	Risk				
	Battery fall from broken crane. แบตเตอรี่หล่นจากเครนทำให้เกิดสารเคมีหกทั่วไหล ทับคน	3	2	6	Low	Use safety latch at hook อุปกรณ์ป้องกันหลุดที่ตะขอเกี่ยว	FM	Done	
						Conduct inspection by engineer for every 3 month. ตรวจเช็คโดยวิศวกรทุก 3 เดือน	FM	Done	
	Electric shock by touching or come in contact with both terminal. เกิดการช็อตเนื่องจากมีโลหะสัมผัสขั้วแบตเตอรี่	4	2	16	Low	Implement procedure & training for battery charging safely. อบรมวิธีการทำงานอย่างปลอดภัยให้พนักงาน	FM	Done	

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Health and Safety Risk Assessment List of DC Bangbuathong

Date: 4 August 2009 Rev. 6

Area/Facility/Activity	Hazard	Risk=SxP				Next Steps	Who	Status	Reference
		S	P	Risk Value	Risk				
1. Maintenance Shop & Battery Charger	Electric shock by touching or come in contact with both terminal. เกิดการช็อตเนื่องจากมีโลหะสัมผัสขั้วแบตเตอรี่					Insulate the terminal. หุ้มฉนวนที่ขั้วแบตเตอรี่	FM	Done	
						Implement procedure & training for battery charging safely. อบรมวิธีการทำงานอย่างปลอดภัยให้พนักงาน	FM	Done	
	Staff splashed with sulfuric acid when fill the distill water in battery. สัมผัสสารเคมีขณะเติมน้ำกลั่น	3	4	12	Medium	Provide PPE in Battery charge area. จัดหา PPE ให้พนักงาน	FM	Done	

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Health and Safety Risk Assessment List of DC Bangbuathong

Date: 4 August 2009 Rev. 6

Area/Facility/Activity	Hazard	Risk=SxP				Next Steps	Who	Status	Reference
		S	P	Risk Value	Risk				
	Breath in acid gas while pour the distill water in the battery. สูดดมไอระเหยสารเคมี	4	2	8	Low	Implement procedure & training for battery charging safely. อบรมวิธีการทำงานอย่างปลอดภัยให้พนักงาน	FM	Done	
						Exhaust installation ติดที่ดูดอากาศ Provide Mask จัดหาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (หน้ากาก) Workplace measurement ตรวจวัดสารเคมีในพื้นที่ทำงาน	FM	Done	

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Health and Safety Risk Assessment List of DC Bangbuathong

Date: 4 August 2009 Rev. 6

Area/Facility/Activity	Hazard	Risk=SxP				Next Steps	Who	Status	Reference
		S	P	Risk Value	Risk				
	Explosion of hydrogen from battery charging where gas not extracted by ventilation canopy เกิดการสะสมของก๊าซไฮโดรเจนเนื่องจากระบบระบายอากาศไม่ทำงานทำให้เกิดการระเบิด	3	2	6	Low	Check ventilation system before working ใช้ระบบระบายอากาศก่อนเริ่มงาน PM Hood	FM	Done	

ผลการวิจารณ์

ซึ่งจากการประเมินความเสี่ยง พบว่า อันตรายที่อาจจะเกิดในห้องประจุแบตเตอรี่ ส่วนใหญ่หลังจากการประเมิน อยู่ในระดับต่ำ มีเพียง อันตรายจากการสัมผัสสารเคมี ในขณะเติมน้ำกลั่น ซึ่งมีผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง ซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุ ที่ทำให้พนักงานเกิดความระคายเคือง เมื่อเข้าปฏิบัติงานในห้องประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ ดังนั้นควรได้รับการตรวจสอบ และดูแล เป็นพิเศษในขั้นตอนการทำงานดังกล่าว

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาลักษณะการระเหยของกรดซัลฟูริก

1. แบบจำลอง ลักษณะการไหลของไอกรด ในห้องแบตเตอรี่

ทำโดยจำลองแบบห้องประจุแบตเตอรี่ในโปรแกรม Pyrosim 2010 แทนค่าการระเหยของสาร โดยคิดระบบระบายอากาศให้เสมือนห้องจริง

- ที่อุณหภูมิแบตเตอรี่ 50 °C
- ขนาดห้อง 15x10x10
- มีการประจุไฟฟ้าตลอดเวลา
- ทดสอบในระยะเวลา 10 นาที เทียบเท่ากับการเปลี่ยนแบตเตอรี่รถแต่ละครั้ง

เริ่มทำการจำลอง โดยการวาดห้องประจุแบตเตอรี่ ลงในโปรแกรม Pyrosim ในมาตราส่วน 1:1 เพื่อทำการจำลอง ให้มองเห็นการลอยตัวของอนุภาคไอกรด ภายในห้อง ซึ่งในสภาพจริงอนุภาคของกรดซัลฟูริกไม่สามารถ มองเห็นได้ในอากาศ

หาอัตราการระเหยของไอกรดซัลฟูริก จากสมการของ Kawamura and Mackay (เอกสารอ้างอิง 13)

$$E = A \times K_m \times \{(M_w \times P_v)/(R \times T)\} \quad \text{_____} \quad (1)$$

โดย $K_m = 0.0048 \times U^{(7/9)} \times Z^{(-1/9)} \times Sc^{(-2/3)}$ เมตรต่อวินาที (m/s)

$$Sc = (v/D_m)$$

เมื่อ	E	คือ อัตราการระเหย กิโลกรัมต่อวินาที (kg/s)
	A	คือ พื้นที่ผิวการระเหย ตารางเมตร (m ²)
	Km	คือ ค่าคงที่การไหลของอากาศ เมตรต่อวินาที (m/s)
	Mw	คือ น้ำหนักโมเลกุลของสาร (kg/kmol)
	Pv	คือ ค่าแรงดันอากาศของสาร (Pa)
	R	คือ ค่าคงที่ของก๊าซ (กรดซัลฟูริก 8314 J/(kmol K))
	T	คือ อุณหภูมิ เคลวิน (K)
	U	คือ อัตราลมที่ความสูง 10 เมตร ในหน่วย เมตรต่อวินาที (m/s)
	Z	คือ ค่าคงที่ของอากาศ
	Sc	คือ คงที่การไหลของอากาศ เมื่ออากาศไหลในลักษณะสม่ำเสมอ
	v	คือ อัตราค่าคงที่การไหลของอากาศ ที่อุณหภูมินั้นๆ (m ² /s)
	Dm	คือ จำนวนความหนาแน่นของสารเคมีในอากาศ ตารางเมตรต่อวินาที (m ² /s)

วิธีการคำนวณมีดังนี้

$$E = A \times Km \times \{(Mw \times Pv)/(R \times T)\}$$

แทนค่าคงที่ต่างๆลงในสมการ โดยใช้ค่าอุณหภูมิของกรดซัลฟูริก ในขณะประจุฟ้าซึ่งมีอุณหภูมิ 50 °C และใช้อัตราความเร็วของลมที่อากาศนิ่งคือ 1 เมตร/วินาที พื้นที่หน้าตัดของแบตเตอรี่ 1.5x0.5 เมตร ค่าความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกในแบตเตอรี่ คือ 33.55% และค่าอื่นๆสรุปได้ดังนี้

$$T = 50 \text{ }^{\circ}\text{C} = 323 \text{ K}$$

$$U = 9.83 \text{ m/s (เทียบอัตราการดูดของพัดลมกับขณะประจุไฟฟ้า หน้า 82)}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 33.55 \% \text{ wet}$$

$$A = 0.75 \text{ m}^2$$

$$Mw = 98 \text{ kg/kmol}$$

$$R = 8314 \text{ J/(kmol K)}$$

$$Z = 1.5$$

หาค่า P_v จากสมการหาค่าคงที่ของแรงดันปรอท เพื่อนำมาแทนค่าในสมการหาอัตราการระเหย

$$\log_{10} P = A + BT + C \log_{10} T + DT + ET^2 \quad \text{_____} \quad (2)$$

เมื่อ $A = 2.0582$

$$B = -4192.4$$

$$C = 3.2578$$

$$D = -0.00122$$

$$E = 5.54E-07$$

$$\log_{10} P = -3.078$$

$$P_v = 10^{\log_{10} P}$$

$$P_v = 0.001 \text{ mmHg}$$

$$P_v = 0.11 \text{ Pa}$$

หาค่า D_m เพื่อนำมาแทนค่าในสมการหาอัตราการระเหย

เมื่อ $D(H_2O) = \text{the molecular diffusivity of water} = 2.40E-05 \text{ m}^2/\text{s at } 8^\circ\text{C}$

$$D_m = D(H_2O) * [M_w(H_2O)/M_w]^{(1/2)} (\text{m}^2/\text{s}) \quad \text{_____} \quad (3)$$

$$D_m = 2.40E-05 \times (18/98)^{(1/2)}$$

$$D_m = 2.40E-05 \times 0.428$$

$$D_m = 1.03E-05 \text{ m}^2/\text{s}$$

หาค่า Sc เพื่อนำมาแทนค่าในสมการหาอัตราการระเหย

$$Sc = (v/D_m) \quad \text{_____} \quad (4)$$

$$Sc = 1.83E-05 / 1.03E-05$$

$$Sc = 1.78$$

หาค่า K_m เพื่อนำมาแทนค่าในสมการหาอัตราการระเหย

$$K_m = 0.0048 * U^{(7/9)} * Z^{(-1/9)} * Sc^{(-2/3)} \quad \text{_____} \quad (5)$$

$$K_m = 0.0048 \times 9.83^{7/9} \times 1.5^{(-1/9)} \times 1.78^{(-2/3)}$$

$$K_m = 0.03 \text{ m/s}$$

นำค่าที่ได้จากสมการที่ (2) (3) (4) มาแทนค่าในสมการที่ (1) หาอัตราการระเหยของสาร

$$E = A \times K_m \times \{(M_w \times P_v) / (R \times T)\}$$

$$E = 0.75 \times 0.03 \times \{(98 \times 0.11) / (8314 \times 323)\}$$

$$E = 9.36 \text{ E-08 kg/s}$$

เปรียบเทียบความถูกต้องโดยเทียบกับปริมาณไอกรดที่วัดได้จริงในห้องประจุแบตเตอรี่

ตรวจวัดโดยใช้ Ion Chromatography Method วางที่หน้าแบตเตอรี่เป็นเวลา 1 ชม.



ภาพที่ 46 ลักษณะการเก็บอากาศและนำไปทดสอบหาปริมาณกรดโดยวิธี

Ion Chromatography Method

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

ตารางที่ 13 ผลการตรวจวัดกรดซัลฟูริกในอากาศ

Customer Name : Test Tech Co., Ltd.
Address : 10/188 Moo 3 Soi Watsisuk, Rama 2 Road, Bangmod, Jomthong, Bangkok
Project Name : เทสโก้ โลตัส (DC – บางบัวทอง)
Sampling Source : Work Place Air **Sample Condition** : Good
Sampling Time : 10:05 – 11:05 **Analytical Date** : November 19, 2008
Sampling Method : NIOSH **Analysis No.** : WA362/2551

Item	Sampling Area	Parameter	Method of Analysis	Unit	Result	Standard	
						Thai ^{1/}	ACGIH ^{2/}
1.	ห้องชาร์ตแบตเตอรี่ จุดที่ 1	Sulfuric Acid ^{3/}	Ion Chromatography Method	mg/m ³	0.002	1	0.2
2.	ห้องชาร์ตแบตเตอรี่ จุดที่ 2	Sulfuric Acid ^{3/}	Ion Chromatography Method	mg/m ³	0.001	1	0.2

หมายเหตุ ^{1/} Notification of the Ministry of Interior, issued under the Announcement of the Revolutionary Party, No.103, dated May 30, B.E.2520 (1977), published in the Royal Government Gazette No.94 Part 64 dated July 12, B.E.2520 (1977).

^{2/} ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2007.

^{3/} Analyzed Sample by The Reference Laboratory and Toxicology Center, Bureau of Occupational and Environmental Diseases, Department of Diseases Control, Ministry of Public Health.

เปรียบเทียบความถูกต้องโดยเทียบกับปริมาตรไอกรดที่วัดได้จริงในห้องประจุแบตเตอรี่

เนื่องจากอัตราความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกที่วัดได้ เป็นค่าเฉลี่ยที่วัดได้ต่อปริมาตรห้อง ดังนั้น จึงนำมาเปรียบเทียบกับอัตราการระเหยที่คำนวณได้คิดที่แบตเตอรี่ 100 ลูก

ค่าความเข้มข้นที่ได้จากการตรวจวัดไอกรดซัลฟูริกในอากาศคือ 0.002 mg/m^3

คิดเป็น kg/s จะได้เป็น $[(0.002/10^6) \times 100 \times (15 \times 10 \times 10)]/3600 = 8.33 \text{ E-09 kg/s}$

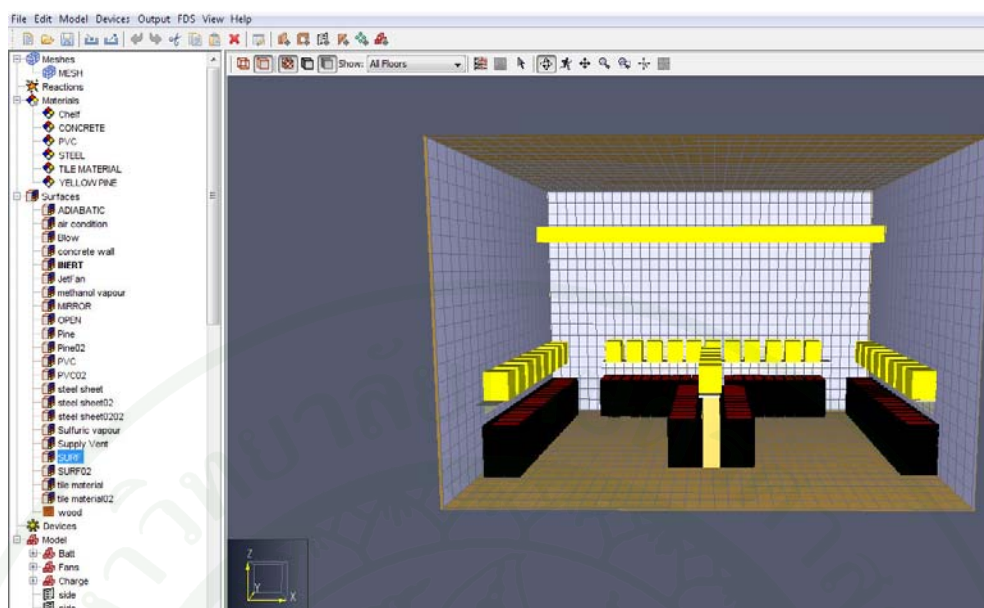
อัตราการระเหยที่คิดได้จากการคำนวณคือ 9.36 E-08 kg/s

อัตราการระเหยที่ได้จากการคำนวณคือ 9.36 E-08 kg/s ค่าที่ตรวจวัดได้คือ 8.33 E-09 kg/s ค่าที่ได้มีความแตกต่างกันที่ 8.53 E-08 ค่าความแตกต่างดังกล่าวอาจจะเนื่องมาจาก ความสูงของการวัดซึ่งอยู่ห่างจากผิวของแบตเตอรี่ จึงทำให้ค่าที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ อย่างไรก็ตาม สามารถอัตราการระเหยที่ได้ดังกล่าวไปแทนค่าในโปรแกรม Program pyrosim อัตราการระเหย ต่อหน้าตัด ที่แต่ละวินาที คือ

$$E = 9.36 \text{ E-08} / 0.75 \text{ (ขนาดหน้าตัดของแบตเตอรี่)}$$

$$E = 1.25 \text{ E-07 kg/m}^2 \cdot \text{s}$$

1.1 ทำการจำลองโดยใช้โปรแกรม Fire dynamic Pyrosim 2010 ในขณะไม่เปิดพัดลมระบายอากาศ



ภาพที่ 47 แบบจำลองห้องประชุมแบบเตอรัรี

- ทำการตรวจวัดการกระจายของแรงลมในห้องประชุมแบบเตอรัรี ในขณะที่เปิดระบบระบายอากาศ โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม

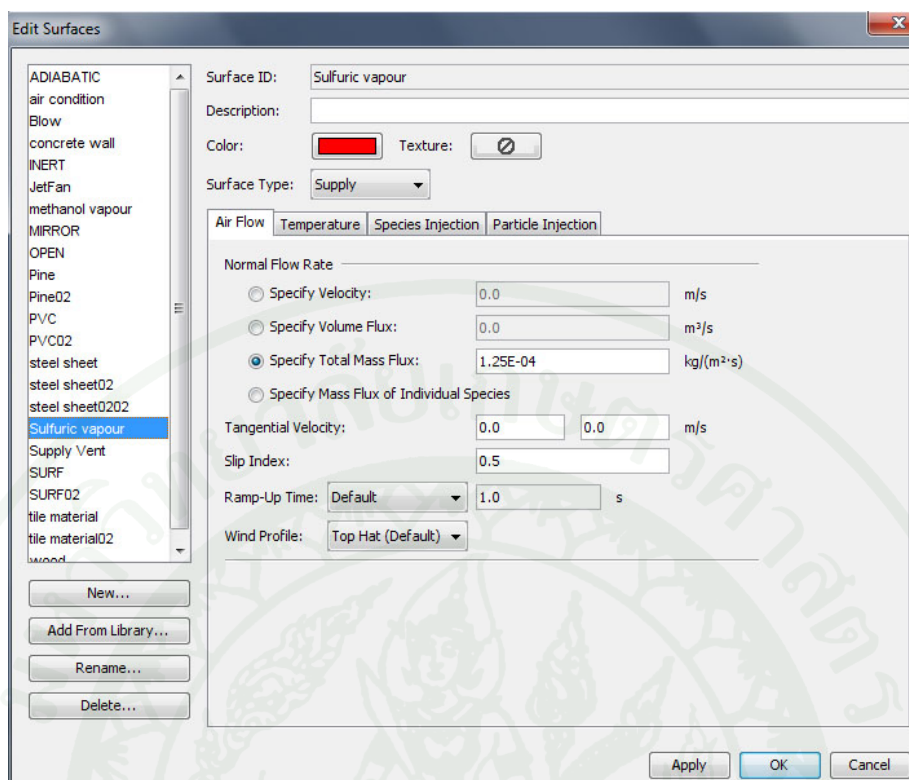
- อัตราเร็วของลมในห้องประชุมแบบเตอรัรี เป็น 0 m/s

- อัตราการดูดของระบบระบายอากาศเป็น 0 m/s เนื่องจากไม่เปิดระบบ

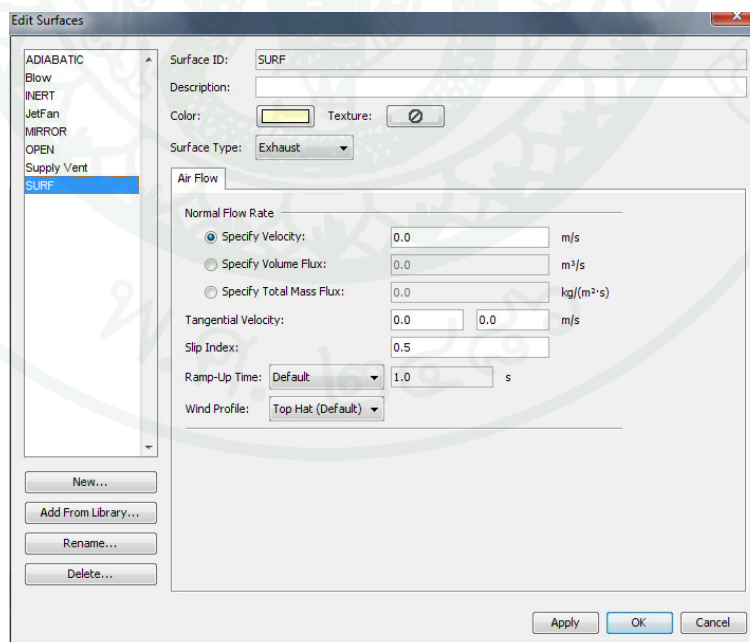
แต่เมื่อแทนค่าจำเพาะของกรดซัลฟูริกที่คำนวณได้ ลงในโปรแกรม พบว่าโปรแกรมไม่สามารถแสดงค่าอัตราการระเหย ให้เห็นเป็นภาพได้ เนื่องจากอัตราการระเหยของกรดมีค่าน้อยมาก ดังนั้น เพื่อให้โปรแกรม สามารถแสดงค่าให้มองเห็นทิศทางการไหลของไอกรดได้ จึงจำเป็นต้องเพิ่มความเข้มข้นของกรดมากขึ้นเป็น 1000 เท่า ทั้งนี้ในการคำนวณส่วนอื่น ต้องลดลง 1000 เท่า ให้มีค่าเท่าของจริง

$E = 1.25 \text{ E-07 kg/m}^2.\text{s}$ คิดที่ 1000 เท่า อัตราการระเหยคือ $1.25 \text{ E-04 kg/m}^2.\text{s}$

แทนค่าอัตราการระเหยลงในโปรแกรม



ภาพที่ 48 แทนค่าจำเพาะของกรดซัลฟูริก ลงในโปรแกรม



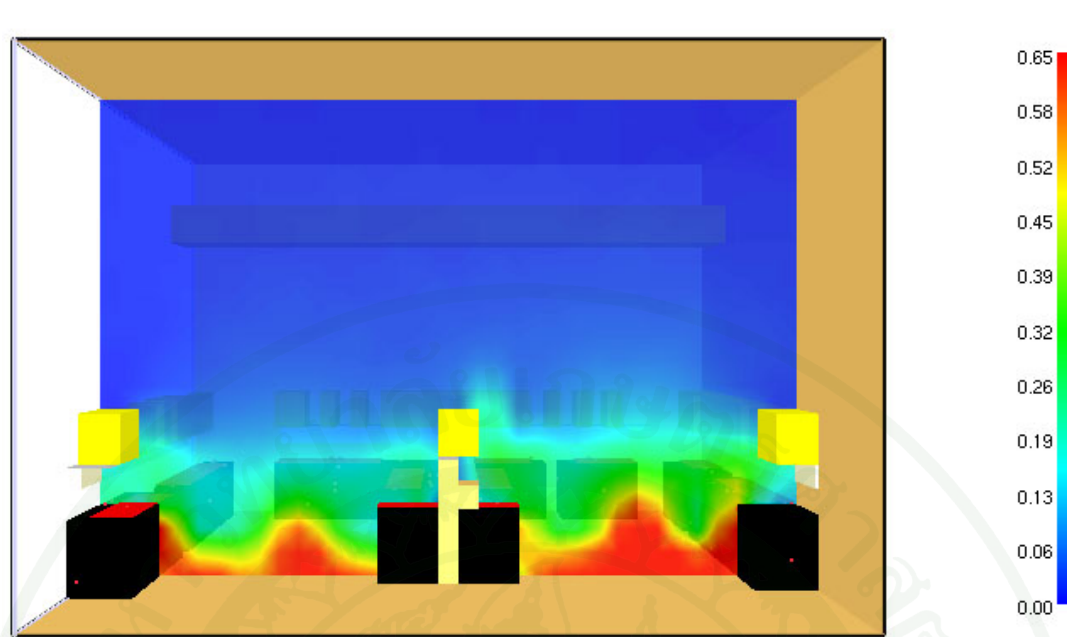
ภาพที่ 49 แทนค่าอัตราการเร็วในการดูดอากาศในโปรแกรม

จากแบบจำลองจะเห็นได้ว่า พบว่า ไอกรดส่วนใหญ่ลอยลงพื้นด้านล่าง เมื่อไม่เปิดระบบระบายอากาศ และมีการสะสมอยู่ที่ผิวของแบตเตอรี่



ภาพที่ 50 ภาพแสดงการลอยตัวของไอกรด เมื่อประจุไฟฟ้า

เมื่อวิเคราะห์แบบจำลองโดยดูจากค่าความเข้มข้น เทียบกับความหนาแน่นของ ไอกรด พบว่าไอกรดจำนวนมาก ลอยอยู่ในระดับใกล้กับพื้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้พนักงานเกิด ความระคายเคืองที่ผิวหนัง ซึ่งในการทำงาน พนักงานจะต้องทำการเปิดฝาแบตเตอรี่ และเติมน้ำ ถังน้ำซึ่งจะต้องทำงาน ใกล้กับบริเวณดังกล่าว



ภาพที่ 51 ภาพแสดงวิเคราะห์แบบจำลอง โดยดูจากค่าความเข้มสี ขณะไม่เปิดพัดลมระบายอากาศ

1.2 ทำการจำลองโดยใช้โปรแกรม Fire dynamic Pyrosim 2010 ในขณะเปิดพัดลมระบายอากาศ

โดยจำลองการไหลของไอกรดในขณะเปิดระบบระบายอากาศ คิดในกรณีที่มียา
กรดมากที่สุด คือเปิดฝาทันทีที่แบตเตอรี่ทุกลูก ทั้ง 100 ลูก

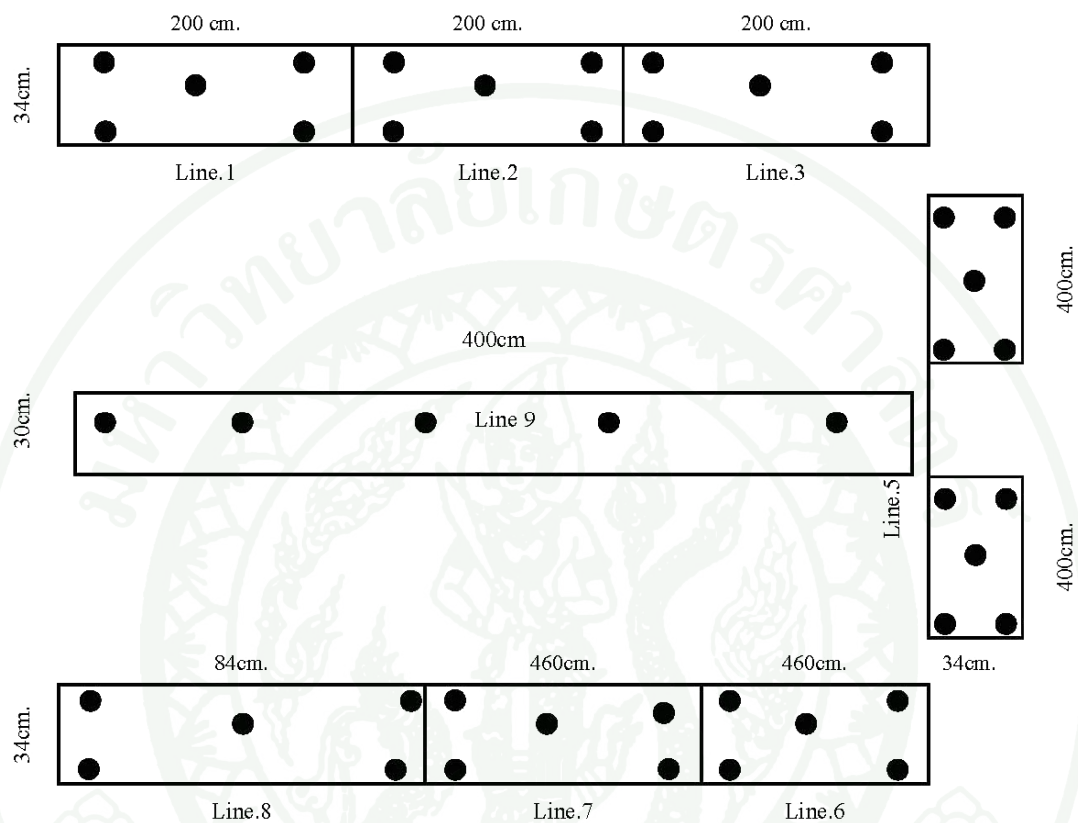
ทำการวัดระบบความสามารถของพัดลมระบายอากาศ โดยวัดจริงจากหน้างาน



ภาพที่ 52 การตรวจวัดอัตราการไหลของอากาศ

ที่มา: ศูนย์กระจายสินค้าเทสโก้โลตัส (2552)

แบ่งพื้นที่หน้าพัดลมระบายอากาศเป็น 5 จุด และทำการตรวจวัดเพื่อหาค่าความสามารถในการดูดอากาศ ของพัดลมดูดอากาศ พบว่าได้ผลการตรวจวัดเป็นดังนี้



ตารางที่ 14 วัดอัตราการไหลของอากาศ

Line	Total(ft/min)	Average (ft/min)	Area(Ft ²)	Flow(cfm)
1	800	160	7.32	1,170.51
2	370	74	7.32	541.36
3	1150	230	7.32	1,682.61
4	980	196	14.63	2,867.76
5	980	196	14.63	2,867.76
6	1300	260	16.83	4,374.80
7	1060	212	16.83	3,567.14
8	800	160	3.07	491.62
9	480	96	17.21	1,652.49

จากข้อมูลในเครื่องตรวจวัด ให้ผลออกมาเป็นอัตราการไหลของอากาศ
ที่ $\text{ft}^3/\text{minute}$ นำมาคิดเป็นอัตราการไหลของอากาศ ที่ เมตรต่อวินาที ได้ดังนี้

คำนวณอัตราการไหลของอากาศ

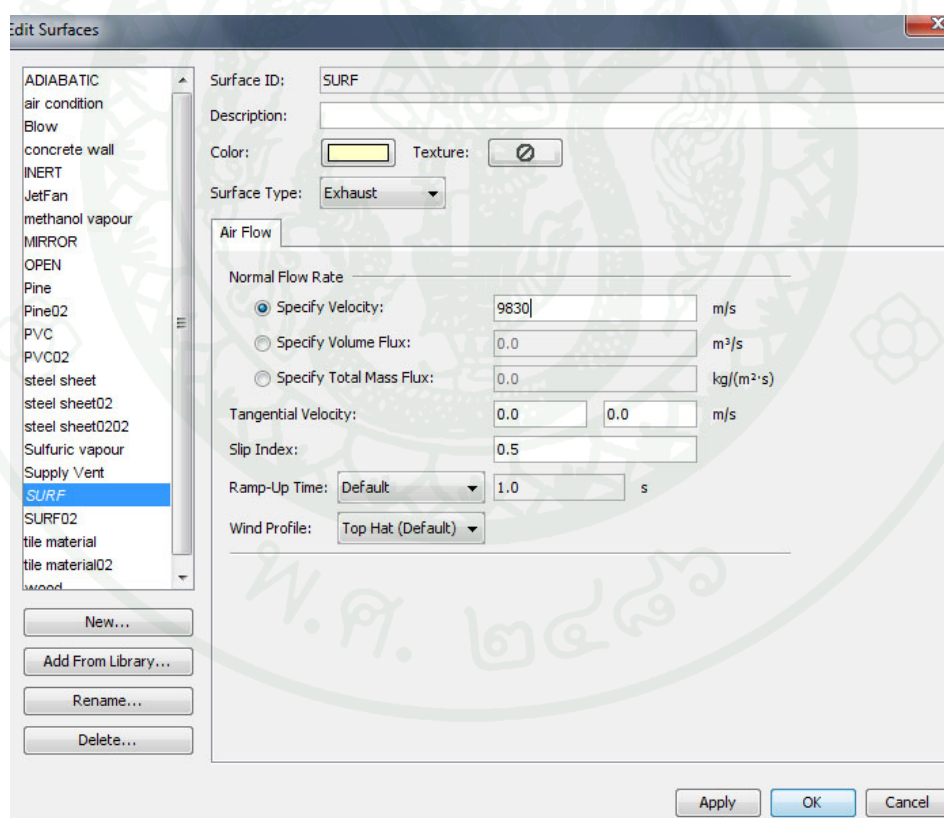
จากการตรวจวัดอัตราการไหลของอากาศโดยเฉลี่ย คือ $19,216.05 \text{ cfm}$

พื้นที่หน้าตัด ของพัดลมระบายอากาศโดยเฉลี่ย คือ 11.68 ft^2

ค่าเฉลี่ยอัตราการดูดอากาศ ของระบบ อยู่ที่ $(19,216.05/11.68) \times (0.3048/60) =$

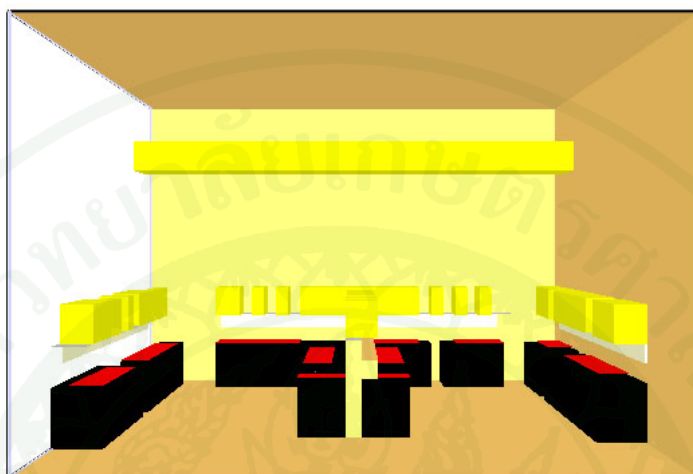
9.83 m/s

แทนค่าอัตราการเร็วในการดูดอากาศในโปรแกรม คัดที่ 1000 เท่าเช่นเดียวกับ
อัตราการระเหย



ภาพที่ 53 แทนค่าอัตราการเร็วในการดูดอากาศในโปรแกรม

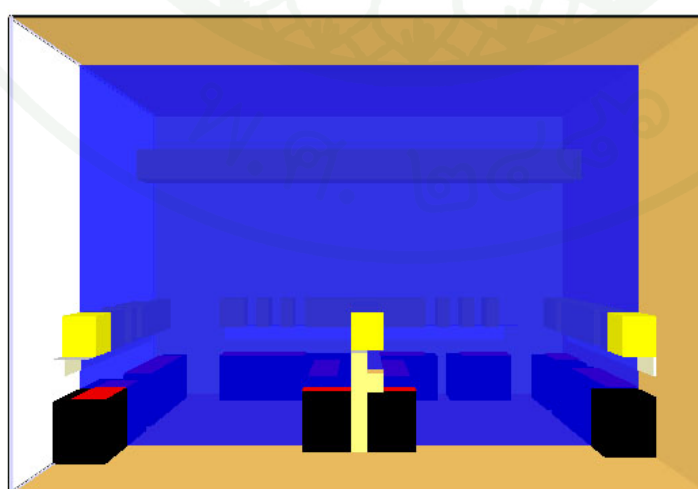
เมื่อเปรียบเทียบกับภาพที่ 50 ซึ่งเป็นแบบจำลองการระเหยของไอกรด ขณะไม่เปิดระบบระบายอากาศ พบว่า เมื่อเปิดระบบระบายอากาศ สามารถกำจัดไอกรดได้เป็นจำนวนมาก มีไอกรดอยู่น้อยมากจนไม่สามารถแสดงในแบบจำลองได้ ดังแสดงในภาพที่ 54 และ 55



ภาพที่ 54 ภาพแสดงการลอยตัวของไอกรด เมื่อประจุไฟฟ้า ที่อัตราการดูดอากาศ 9.83 m/s

และเมื่อวิเคราะห์แบบจำลองโดยดูจากค่าความเข้มข้น เทียบกับความหนาแน่นของไอกรด เทียบกับภาพที่ 51 ซึ่งไม่เปิดพัดลมระบายอากาศ พบว่า พัดลมระบายอากาศ สามารถ ลดไอกรดที่สะสมในอากาศได้ดี ดังภาพที่ 55

Smokeyview 5.2.7 - Nov 4 2008



Slice
vel
m/s

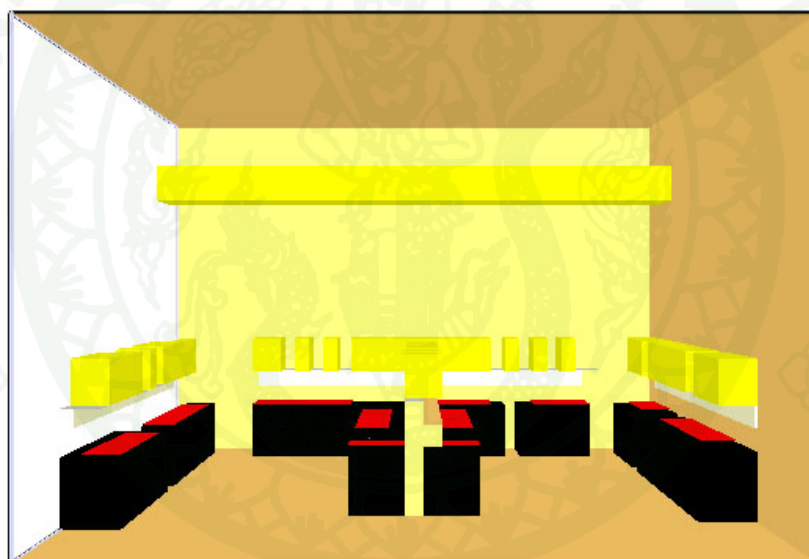


ภาพที่ 55 ภาพแสดงวิเคราะห์แบบจำลองโดยดูจากค่าความเข้มข้น ขณะประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่

1.3 ทำการจำลองโดยลดกำลังของพัดลมดูดอากาศลง 50%

เมื่อสังเกตการระเหยของไอกรดซัลฟูริกจากแบบจำลอง และจากผลการตรวจวัดค่าความเข้มข้นในอากาศ พบว่า ประสิทธิภาพของพัดลมดูดอากาศ มีประสิทธิภาพดีมาก ทำให้ไอกรดที่สะสมในอากาศมีค่าน้อยกว่ามาตรฐานหลายเท่า ดังนั้น เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จึง ทดลองทำแบบจำลอง โดยลดกำลังของพัดลมระบายอากาศลง 50% เพื่อดูการระเหยของไอกรดซัลฟูริกที่เกิดขึ้น

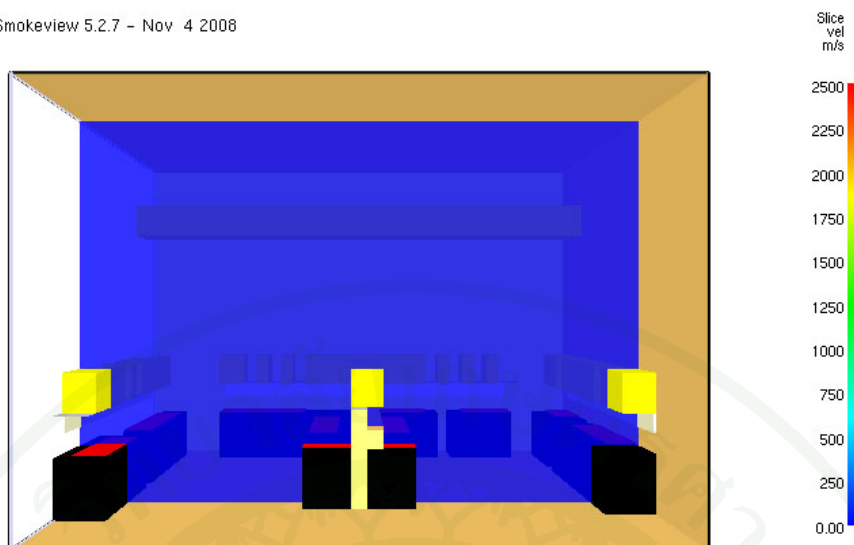
โดยจำลองการไหลของไอกรดในขณะที่เปิดระบบระบายอากาศ คิดในกรณีที่มไอกรดมากที่สุด คือเปิดฝาที่เติมน้ำกลั่นที่เบตเตอร์รี่ทุกลูก



ภาพที่ 56 ภาพแสดงการลอยตัวของไอกรด เมื่อประจุไฟฟ้า เมื่ออัตราการดูดอากาศลดลง 50%

จากแบบจำลองพบว่า เมื่อทำการลดขนาดพัดลมดูดอากาศ ลง 50% ระบบยังสามารถทำงานได้ดี ดังภาพที่ 56 และ 57 จึงเป็นการประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และอากาศไม่เป็นพิษ

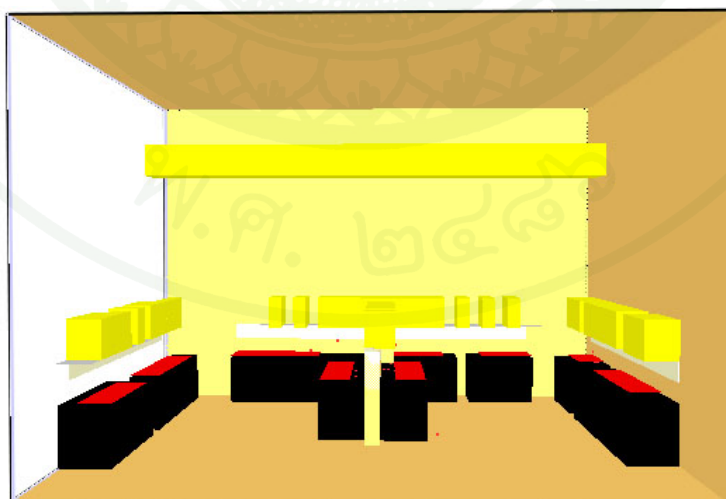
Smokeview 5.2.7 - Nov 4 2008



ภาพที่ 57 ภาพแสดงวิเคราะห์แบบจำลองโดยดูจากค่าความเข้มข้นประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ เมื่อลดกำลังพัฒนาระบายอากาศลง 50%

1.4 ทำการจำลองโดยคิดพัฒนาระบายอากาศ ที่กำลังพัฒนาคูอากาศลง 75%

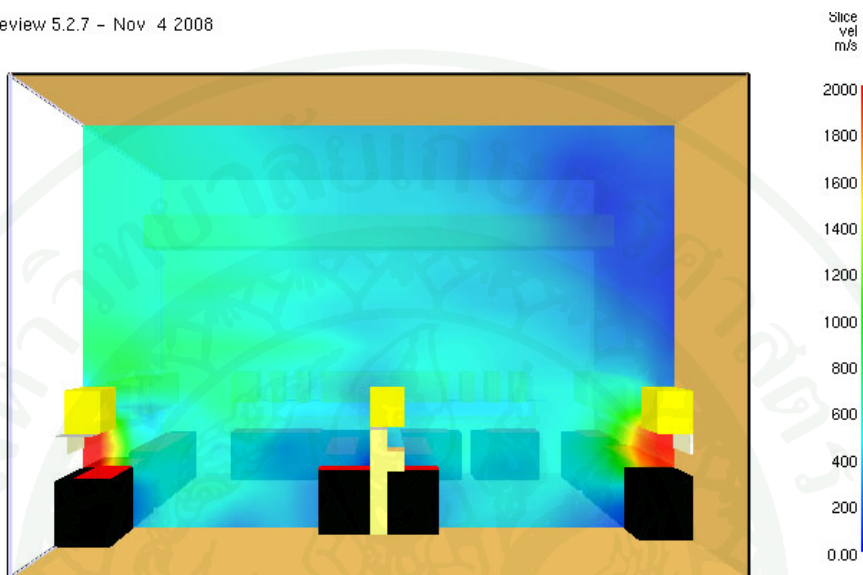
เนื่องจากเมื่อลดกำลังพัฒนาคูอากาศลง 50% พบว่าระบบยังสามารถทำงานได้ดี จึงการประหยัดพลังงาน โดยการลดกำลังของพัฒนาคูอากาศลงอีก โดยลงลง 75%



ภาพที่ 58 ภาพแสดงการลอยตัวของไอกรด เมื่อประจุไฟฟ้า เมื่ออัตราการคายอากาศลดลง 75%

จากแบบจำลองเมื่อลดกำลังของพัดลมดูดอากาศลง 75% พบว่า มีไอรกคลอยอยู่ในอากาศจำนวนหนึ่ง ดังภาพที่ 58 และ 59 ซึ่งไอรกคดังกล่าว อาจจะมีผลต่อการระคายเคืองทางผิวหนัง และ ผลต่อระบบทางเดินหายใจของผู้ปฏิบัติงาน

Smokeview 5.2.7 - Nov 4 2008



ภาพที่ 59 ภาพแสดงวิเคราะห์แบบจำลองโดยดูจากค่าความเข้มข้นเมื่ออัตราการดูดอากาศลดลง 75%

1.5 ทำการจำลองโดยขนาดพัดลมระบายอากาศที่เหมาะสม

จากแบบจำลองเมื่อลดอัตราการดูดของพัดลมระบายอากาศลง 75% พบว่ามีไอรกคสะสมในอากาศมากขึ้น ดังนั้นเพื่อหาอัตราการดูดอากาศที่เหมาะสม ซึ่งจากการจำลองห้องแบตเตอรี่ในข้อ 1.3 พบว่าที่กำลังพัดลมลดลง 50% พัดลมยังมีประสิทธิภาพในการบำบัดอากาศได้ดี แต่ที่ 75% ประสิทธิภาพในการกำจัดไอรกคลดลง

จึงทำแบบจำลองขนาดพัดลมลดลงจากเดิมที่ 70% , 65% และ 60% ซึ่งพบว่าที่กำลังพัดลมที่ 60% ทำให้ไม่มีไอรกคลอยอยู่ในอากาศอีกเลย และประหยัดพลังงานมากที่สุด

เมื่อลดพัดลมละ 60% ค่า U จะเปลี่ยนจาก 9.83 m/s เป็น 3.93 m/s

$$K_m = 0.0048 * U^{(7/9)} * Z^{(-1/9)} * S_c^{(-2/3)} \quad \text{_____} \quad (5)$$

$$K_m = 0.0048 * 3.93^{7/9} * 1.5^{(-1/9)} * 1.78^{(-2/3)}$$

$$K_m = 0.012 \text{ m/s}$$

นำค่าที่ได้จากสมการที่ (2) (3) (4) (หน้า 74) มาแทนค่าในสมการที่ (1) หาอัตรา
การระเหยของสาร

$$E = A * K_m * \{(M_w * P_v) / (R * T)\}$$

$$E = 0.75 * 0.012 * \{(98 * 0.11) / (8314 * 323)\}$$

$$E = 3.74 \text{ E-08 kg/s}$$

จะเห็นว่า เมื่อพัดลมระบายอากาศลดกำลังลง อัตราการระเหยจะน้อยลง แต่เมื่อ
คิดเป็นอัตราการสะสมในอากาศ จะได้ดังนี้

ที่พัดลมระบายอากาศ 100% ความเข้มข้นของไอกรดที่ 1 ชม.

$$\text{คือ } 9.36 * 10^6 * 3600 / (15 * 10 * 10) = 2.24 \text{ mg/m}^3$$

ไอกรดที่วัดได้ในอากาศ ที่ 1 ชม คือ 0.002 mg/m³ ต่างจากที่คำนวณได้ 1000 เท่า

ที่พัดลมระบายอากาศ 60% ความเข้มข้นของไอกรดที่ 1 ชม.

$$\text{คือ } 3.74 * 10^6 * 3600 / (15 * 10 * 10) = 0.893 \text{ mg/m}^3$$

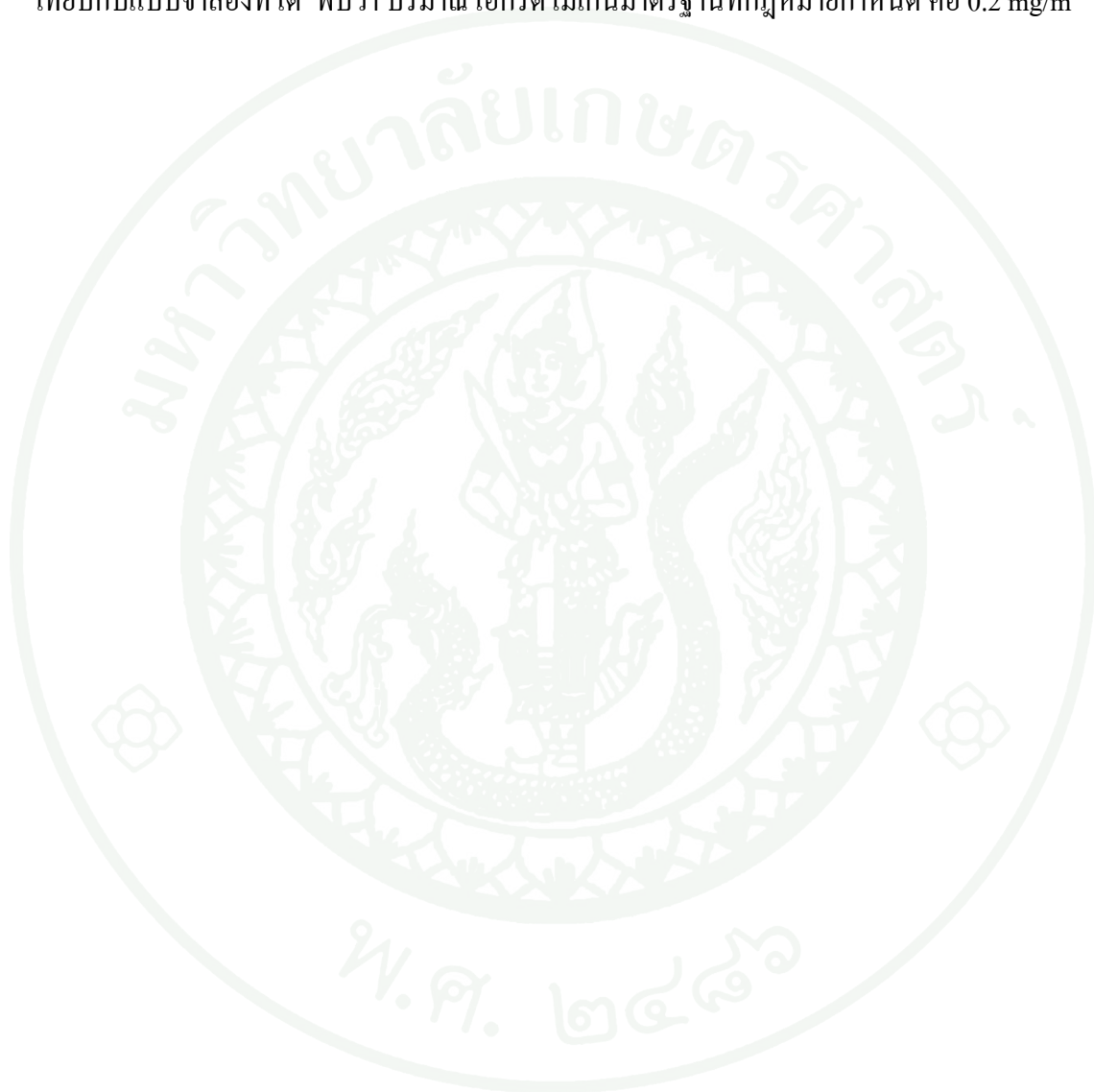
คิดค่าความแตกต่างจากไอกรดที่วัดได้ในอากาศ 1000 เท่า จะได้ 0.0089 mg/m³

อย่างไรก็ตาม หากคิดโดยเทียบอัตราความเข้มข้นของไอกรดที่วัดได้คือ 0.002
mg/m³

หากคิดโดยให้สมมติฐานว่า อัตราการระเหยของกรด เป็นไปในแบบคงที่
ในตลอดเวลา จะมีไอกรดเพิ่มขึ้น 60%

คำนวณได้ดังนี้ ปริมาณไอกรดที่เพิ่มขึ้น 60% $(0.002 \times 0.6) + 0.002 = 0.014$
 mg/m^3

จากการคำนวณปริมาณไอกรดที่เพิ่มขึ้นเมื่อลดขนาดพัดลมระบายอากาศลง 60%
 เทียบกับแบบจำลองที่ได้ พบว่า ปริมาณไอกรดไม่เกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด คือ 0.2 mg/m^3



สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยนี้ ศึกษาการกระจายตัวของไอกรดซัลฟูริกในห้องประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ ซึ่งต้องมีผู้ปฏิบัติงานอยู่ในห้องตลอดเวลา ทั้งนี้เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานแจ้งว่า เมื่อทำงานเกิดความระคายเคืองต่อผิวหนังและการหายใจ โดยใช้โปรแกรม Pyrosim 2010 และการตรวจวัดไอกรดในอากาศด้วยวิธี Ion Chromatography ในการศึกษา เพื่อให้ทราบว่าไอกรดลอยกระจายอยู่ในอากาศ ที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานหรือไม่

1. จากการจำลองแบบการกระจายตัวไอกรด พบว่า ไอกรดมีลักษณะการลอยตัวอยู่ใกล้กับผิวของแบตเตอรี่ และบางส่วนลอยต่ำอยู่ใกล้พื้น ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงาน เกิดความระคายเคือง
2. เมื่อไม่เปิดระบบระบายอากาศ จะมีไอกรด กระจายอยู่ในห้องประจุแบตเตอรี่เป็นจำนวนมาก แต่เมื่อเปิดระบบระบายอากาศที่ 100% พบว่าไม่มีไอกรดเหลืออยู่เลย
3. เมื่อเทียบผลการตรวจวัดโดยเครื่องมือ กับ การทำแบบจำลอง มีผลไปในทิศทางเดียวกัน คือมีไอกรดกระจายอยู่ในอากาศเล็กน้อย มีผลทำให้เกิดความระคายเคืองกับผู้ปฏิบัติงาน แต่ไม่เกินมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด
4. พนักงานอาจเกิดความระคายเคืองเนื่องจากถูกกรดกระเด็นใส่ผิวหนัง ในขั้นตอนการเติมน้ำกลั่น ตามผลการประเมินความเสี่ยง ดังนั้นควรจัดให้มีถุงมือให้พนักงานสวมใส่ขณะปฏิบัติงาน และควรเป็นถุงมือยาวปิดถึงศอก
5. เมื่อทำการจำลอง โดยลดกำลังพัดลมระบายอากาศลง 75% พบว่าไม่มีไอกรดสะสมอยู่ในอากาศจนมองเห็นได้ในแบบจำลอง ซึ่งไอกรดดังกล่าว อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ และเกิดความระคายเคืองต่อผู้ปฏิบัติงานในห้องประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่

6. เมื่อทำการจำลองโดยลดกำลังพัฒนาระบายอากาศลง 60% พบว่าไม่พบไอกรดในแบบจำลอง แสดงให้เห็นว่าระบบระบายอากาศยังสามารถทำงานได้ดี และมีค่าไอกรดที่สะสมมากขึ้นเพิ่มเป็น 0.014 mg/m^3 ไม่เกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด คือ 0.2 mg/m^3 ซึ่งสามารถนำไปเป็นแนวทางในการติดตั้งระบบระบายอากาศที่ประหยัดพลังงานมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงผู้ปฏิบัติงานเป็นหลัก

ข้อเสนอแนะ

1. จัดให้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เหมาะสม เช่น หน้ากากกรองก๊าซสำหรับกรองสารเคมี โดยเฉพาะ ก๊าซมีเอทานอล และ แว่นตากันสารเคมี เป็นต้น
2. ควรมีการตรวจวัดไอกรดจากพื้นที่จริง โดยตั้งเครื่องตรวจวัดให้ใกล้ผิวของเบตเตอร์รี และทำการปิดคลุมพื้นที่ ให้ได้ปริมาณไอกรดที่ถูกต้องที่สุด
3. ปริมาณไอกรดที่ถูกปล่อยออกสู่ภายนอก ผ่านปล่องระบายอากาศ ยังไม่มีการตรวจวัด ทั้งนี้ควรมีการตรวจวัดเพิ่มเติม เนื่องจากอาจก่อผลกระทบ เป็นมลพิษต่อชุมชนได้ และเสนอให้มีการติดตั้งระบบบำบัดอากาศ หากพบว่า ปริมาณก๊าซพิษที่ออกจากปล่อง มีปริมาณเกินกว่ามาตรฐานกำหนด
4. ควรมีระบบบำบัดอากาศ ก่อนปล่อยอากาศออกสู่ภายนอก เช่น หอสเปรย์น้ำ
5. อาจมีการทดลองโดยทำแบบจำลองให้ละเอียดยิ่งขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2547. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป. ม.ป.ท.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2543 . ระเบียบว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง. ม.ป.ท.
- เจริญ คงเจริญ. 2548. การลดปริมาณก๊าซอันตรายที่เกิดจากกระบวนการอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่รถยนต์ โดยวิธีจับด้วยละอองน้ำให้อยู่ในมาตรฐานความปลอดภัยสากล สำหรับ คลังสินค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ชัชวาล จิตติเรืองเกียรติ. ม.ป.ป. การประเมินความเสี่ยงจากอัคคีภัย กลุ่มงานป้องกันและปราบปรามการระงับภัย ศูนย์เทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม. ม.ป.ท.
- นพภาพร พานิช. 2547. ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ. กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- ประกาศ มติคณะกรรมการวัตถุอันตราย. 2545. เรื่องการขนส่งวัตถุอันตรายทางบก. ม.ป.ท.
- วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์. 2549. การระบายอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม. ม.ป.ท.
- ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์. 2549. ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์. แหล่งที่มา: <http://msds.pcd.go.th>, 29 มกราคม 2552.
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2540. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม. ม.ป.ท.
- เทคนิค ฉบับที่ 276. 2550. สรุปหัวข้อ สำหรับวางที่หน้าแรกของเว็บไซต์ แนวทางการพิจารณาสำหรับการเดินระบบสกรีนเบอร์แบบเปียกและแบบแห้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการกับมลพิษทางอากาศ. ม.ป.ท.

- Battery Council International. 2009. **How a Battery is Made**. Available Source: <http://www.batterycouncil.org/LeadAcidBatteries/HowaBatteryisMade/tabid/107/Default.aspx>, March 11, 2009.
- Brighton, P. W. M. 1985. Evaporation from a plane liquid surface into a turbulent boundary layer. **J. Fluid Mechanics** 159: 323-345.
- Industrial Extension Service College of Engineering North Carolina State University. 2001. **Industrial Extension Service College of Engineering North Carolina State University**. n.p.
- Kawamura and Mackay. 2003 . **Evaporation Calculator to estimate the evaporation rate**. Available Source: http://www2.arnes.si/~gljsentvid10/doc_evapo.html, March 11, 2009.
- Merck Ltd., Thailand. 1998-1999. **Safety data sheet According to EC Directive 91/155/EEC**. Available Source: <http://www.chemtrack.org/MSDSSG/Merck/msdse/1007/100709.htm>, March 11, 2009.
- Microbelife Education Resources. 2009. **Ion Chromatography**. Available Source: http://serc.carleton.edu/microbelife/research_methods/biogeochemical/ic.html, March 11, 2009.
- Occupational Safety and Health Administration. 2004. **Battery Charging and Changing. Regulation (Standard-29 CFR)**. Available Source: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10421, February 10, 2005.
- Safety Knowledge. 2552. **Thai-Safety**. Available Source: http://www.thai-safetywiki.com/index.php?option=com_content&view=article&id=87:ventilator-choose&catid=47:confine-space&Itemid=53, March 11, 2009





การตรวจวัดปริมาณสารเคมี ด้วยวิธี โครมาโตกราฟี

โครมาโตกราฟี เป็นวิธีทำสารให้บริสุทธิ์ หรือเป็นวิธีแยกสารออกจากกัน วิธีหนึ่ง
โครมาโตกราฟีใช้แยกสารได้และใช้วิเคราะห์สารได้อีกด้วย ระยะทางที่สารเคลื่อนที่

อัตราการเคลื่อนที่ของสารบนตัวดูดซับ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายของสารนั้น
ใน ตัวทำละลาย และความสามารถในการถูกดูดซับของตัวดูดซับที่มีต่อสารนั้น

สารที่ละลายได้ดี และถูกดูดซับได้น้อย สารนั้นจะเคลื่อนที่ได้เร็ว

สารที่ละลายได้น้อย และถูกดูดซับได้ดี สารนั้นจะเคลื่อนที่ได้ช้า

$$R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}}$$

ข้อดีของโครมาโตกราฟี

1. แยกสารที่มีปริมาณน้อย ๆ ได้
2. ใช้ได้ทั้งในแง่ของคุณภาพวิเคราะห์และปริมาณวิเคราะห์
3. ใช้แยกสารหลาย ๆ ชนิด (อาจจะมีสีหรือไม่มีสีก็ได้) ที่ผสมกันอยู่ ออกจากกัน

ข้อจำกัดของโครมาโตกราฟี

ไม่สามารถจะแยกสารที่เคลื่อนที่ไปบนตัวดูดซับได้เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

วิธีไอออนโครมาโตกราฟี

วิธีนี้วิเคราะห์โดยใช้เครื่องไอออนโครมาโตกราฟี ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถวิเคราะห์
แอนไอออนชนิดอื่น เช่น ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนเตรต หรือ ฟอสเฟอรัส ได้พร้อมกันในครั้งเดียว
ส่วนข้อเสียของวิธีนี้คือ ถ้า ความเข้มข้นของไอออนชนิดใดชนิดหนึ่งสูงกว่าความเข้มข้นของไอออน

ที่ต้องการ วิเคราะห์มาก จะทำให้สัญญาณของ ไอออนนั้นซ้อนทับสัญญาณของไอออนที่ต้องการวิเคราะห์ ดังนั้นวิธีนี้จึงเหมาะกับการวิเคราะห์ซัลเฟตที่สกัดด้วยน้ำ ใน กรณีที่ต้องการวิเคราะห์ซัลเฟตที่สกัดด้วยสารละลาย จำเป็นต้องมีกระบวนการกำจัดหรือลดความเข้มข้นของแอนไอออนที่ใช้สกัดเสียก่อน



ภาพผนวกที่ ก1 ลักษณะของ เครื่องไอออนโครมาโทกราฟี (Ion Chromatograph)

ที่มา: Microbelife Education Resources (2009)

ลักษณะของ เครื่องไอออนโครมาโทกราฟี (Ion Chromatograph)

เป็นเครื่องที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณสารที่อยู่ในรูปประจุ มีความสามารถในการแยกและวิเคราะห์ประจุลบประจุบวก Cyanide และอื่นๆ ในสารละลายโดยอาศัยหลักการของไอออนโครมาโทกราฟี ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ซึ่งทุกส่วนสามารถควบคุมการทำงานได้จากเครื่องควบคุมและประมวลผล ดังนี้

1. ตู้โครมาโทกราฟี (Chromatography module) เป็นตู้ที่ใช้บรรจุส่วนต่าง ๆ เช่น ส่วนที่ฉีดสารตัวอย่าง (injection) ส่วนที่บรรจุ Column สำหรับแยกสาร และเครื่องตรวจวัด (detector) มีคุณสมบัติดังนี้

1.1 มี Injection valve ทำจาก PEEK ชนิด 6 port ไม่น้อยกว่า 2 ชุด

1.2 สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง 15 - 40 องศาเซลเซียส ปรับละเอียดได้ 0.1 องศาเซลเซียส

มีค่าความเที่ยงตรง (Precision) ไม่เกิน + 0.2 องศาเซลเซียส

ค่าความถูกต้อง (accuracy) ไม่เกิน + 0.5 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิมีค่าคงที่ (Temperature Stability) ไม่เกิน + 0.2 องศาเซลเซียส

1.3 มีระบบตรวจสอบการรั่วของสารละลาย

2. ป้อนความดันสูง สามารถใช้แยกและวิเคราะห์สารได้ทั้งระบบ Isocratic และ Gradient มีรายละเอียดดังนี้

2.1 โครงสร้างทำด้วยวัสดุชนิดทนการกัดกร่อนจากสารเคมี หัวปั๊มและท่อต่าง ๆ ของเครื่องทำด้วยวัสดุชนิด metal-free PEEK สามารถใช้ได้กับสารละลายของน้ำ (aqueous eluent) ในช่วง pH 0 - 14 และตัวทำละลาย ที่เป็น Reversed phase eluents

2.2 เป็นปั๊มชนิด 2 ลูกสูบ (Serial dual- piston)

2.3 ปรับค่าความดันได้ในช่วง 50- 5,000 psi

2.4 สามารถปรับอัตราไหล (Flow rate range) ได้ในช่วง 0.001 - 10 มิลลิลิตรต่อนาที หรือดีกว่า

2.5 สามารถเลือกสารละลายได้อย่างน้อย 4 ชนิดมาผสมกันเป็น eluent สำหรับการวิเคราะห์ด้วยระบบ Gradient

2.6 มีระบบกำจัดฟองอากาศ

2.7 มีระบบหยุดการทำงานในกรณีที่ความดันสูงเกินกำหนด

2.8 มีระบบล้างหัวป้อนอัตโนมัติ

3. เครื่องตรวจวัด (Detector) มี 2 ชนิด คือ

3.1 เครื่องตรวจวัดชนิด Conductivity Detector พร้อม cell จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

3.1.1 สามารถตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารตัวอย่างได้

3.1.2 ควบคุมการทำงานด้วยระบบ digital microprocessor

3.1.3 มีค่า linearity 1% ที่ 1000 ไมโครซีเมน

3.1.4 สามารถตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของประจุลบและประจุบวกได้ตั้งแต่ 0 ถึง 15,000 ไมโครซีเมน

3.1.5 ตัว cell body ทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนจากสารเคมี

3.1.6 Cell มีค่าความเสถียรของอุณหภูมิ (Temperature Stability) น้อยกว่า 0.001 องศาเซลเซียส

3.2 เครื่องตรวจวัดชนิด Electrochemical Detector พร้อม 3629 ออม cell และ Working Electrode ชนิด Ag สำหรับวิเคราะห์ Cyanide , Sulfide และ ชนิด Au สำหรับวิเคราะห์น้ำตาล อย่างละ 1 ชุดดังมีคุณลักษณะดังนี้

3.2.1 สามารถทำการตรวจวัดได้ทั้งแบบ DC Amperometry และ Integrated Amperometry

3.2.2 ควบคุมการทำงานด้วยระบบ digital microprocessor

3.2.3 สามารถตรวจวัดสัญญาณได้ทั้ง ระบบ Digital และ Analog

3.2.4 Reference Electrode เป็นชนิด pH-Ag/AgCl

4. ส่วนผลิตสารละลาย (Eluent Generator)

ใช้ผลิตสารละลาย เพื่อใช้เป็นสารละลายเคลื่อนที่ (mobile phase) มีคุณลักษณะดังนี้

4.1 สามารถผลิตโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) บริสุทธิ์ และผลิตสารมีเทนซัลฟอนิกแอซิด (MSA) เพื่อใช้เป็นสารละลายเคลื่อนที่ในการวิเคราะห์ โดยใช้น้ำบริสุทธิ์เป็นสารเริ่มต้นผลิตได้ในช่วงความเข้มข้น 0.1 - 100 มิลลิโมลาร์

4.2 ปรับอัตราการไหลของสารละลายเคลื่อนที่ได้ในช่วง 0.1 - 3.0 มิลลิลิตรต่อนาที และทนความดันในการใช้งานได้ถึง 3,000 psi

4.3 ใช้งานร่วมกับระบบการวิเคราะห์ทั้งระบบได้

5. เครื่องฉีดสารตัวอย่างอัตโนมัติ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 มีระบบควบคุมฉีดสารตัวอย่างชุดและปล่อยแบบ full-loop และ partial-loop

5.2 ความเที่ยงตรงของ fixed loop น้อยกว่า 0.3% RSD ที่ 20 ไมโครลิตร

5.3 สามารถฉีดสารตัวอย่างเข้าเครื่องไอออนโครมาโทกราฟีได้พร้อมกันอย่างน้อย 2 เครื่อง โดยการฉีดเข้าเครื่องทั้งสองต้องเป็นอิสระต่อกัน

5.4 มีระบบการล้างแบบอัตโนมัติเพื่อป้องกันการปนเปื้อนระหว่างตัวอย่าง

5.5 สามารถบรรจุขวดบรรจุตัวอย่างขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวนอย่างน้อย 49 ขวด

5.6 สามารถใช้งานร่วมกับระบบวิเคราะห์ทั้งระบบ โดยสามารถควบคุมการทำงานได้จากตัวเครื่องและส่วนควบคุมและประมวลผล

6. อุปกรณ์ช่วยขยายสัญญาณการตรวจวัดสารตัวอย่างและลดสัญญาณรบกวน (Suppressor)

6.1 อุปกรณ์ช่วยขยายสัญญาณการตรวจวัดสารตัวอย่างและลดสัญญาณรบกวน ชนิดประจุลบไม่น้อยกว่า 2 ชุด และชนิดประจุบวกไม่น้อยกว่า 1 ชุด

6.2 สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และ Regenerate ตัวเองได้โดยอัตโนมัติด้วยน้ำ

7. เครื่องควบคุม บันทึก และประมวลผล

7.1 มีโปรแกรม (Software) พร้อมลิขสิทธิ์ถูกต้อง สามารถควบคุม รับสัญญาณประมวลผล และรายงานผลการวิเคราะห์ได้ ทำงานภายใต้การปฏิบัติการ Windows XP หรือดีกว่า

7.2 ทำการควบคุม ตรวจสอบสถานะ และ บันทึกการทำงานของเครื่องตลอดการทำงาน

7.3 มีระบบค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูลและมีระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

7.4 มีระบบตรวจสอบความถูกต้องในการคำนวณ และ การทำงานของระบบโปรแกรม

7.5 มีโปรแกรมตรวจสอบคุณภาพของเครื่อง

7.6 เครื่องคอมพิวเตอร์ ติดตั้งโปรแกรมประมวลผลใช้โปรเซสเซอร์ Core 2 Duo หรือดีกว่า

- ความเร็วไม่ต่ำกว่า 2.4 GHz หน่วยความจำกลาง (RAM) อย่างน้อย 2048 MB
- หน่วยความจำสำรอง Hard disk ไม่ต่ำกว่า 320 GB
- มี DVD-RW Drive 16X หรือดีกว่า พร้อม Sound Card, LAN Card และ Speaker
- มีจอภาพสี ขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว แบบ LCD พร้อม keyboard mouse และ
แผ่น รอง mouse
- มีเครื่องพิมพ์แบบ laser ทำงานได้ทั้งตัวอักษรและกราฟิก จำนวนไม่น้อย
กว่า 1 เครื่องพร้อมหมึกสำรองอย่างน้อย 1 ชุด
- มี External HARDDISK, 320 GB, USB 2.0 พร้อมอุปกรณ์
จำนวน 1 ชุด

8. อุปกรณ์ประกอบ มีดังนี้

- 8.1 คอลัมน์ พร้อม guard Column สำหรับวิเคราะห์ประจุลบ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 8.2 คอลัมน์ พร้อม guard Column สำหรับวิเคราะห์ประจุบวก จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 8.3 คอลัมน์ พร้อม guard Column สำหรับวิเคราะห์ Cyanide และ Sulfide จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 8.4 คอลัมน์ พร้อม guard Column สำหรับวิเคราะห์น้ำตาล จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 8.5 สารมาตรฐานชนิดผสม พร้อมใบ Certificate สำหรับประจุลบ ประจุบวก และ
น้ำตาล อย่างละไม่น้อยกว่า 100 มิลลิกรัม

8.6 ขวดพลาสติก ขนาด 2 ลิตร ไม่น้อยกว่า 4 ขวด และขวดพลาสติกขนาด 4 ลิตร ไม่น้อยกว่า 2 ขวด

8.7 ชุดอุปกรณ์สำหรับเตรียมตัวอย่างโดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถเตรียมตัวอย่างทางด้านอาหารเพื่อวิเคราะห์ประจุลบได้ โดยการแยกสิ่งเจือปนออก เช่น พวกโลหะ หรือ พวกสารอินทรีย์โดยสามารถควบคุมการทำงานได้จากชุดโปรแกรมควบคุม

8.8 อุปกรณ์สำหรับกลั่นตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ Cyanide ion ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

8.9 กระบอกฉีดสารตัวอย่างขนาด 10 มิลลิลิตร ไม่น้อยกว่า 100 อัน

8.10 แก๊สไนโตรเจนพร้อมถังและอุปกรณ์ควบคุมความดัน ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

8.11 UPS ขนาด 3 KVA ไม่น้อยกว่า 1 เครื่อง

8.12 ชุดกรองน้ำบริสุทธิ์ ผลิตน้ำบริสุทธิ์ โดยมีค่าความต้านทาน 18.2 megohm-cm ได้อย่างน้อย 0.5 ลิตรต่อนาที จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เครื่อง

8.13 ขวดใส่สารตัวอย่างขนาด 10 มิลลิลิตร พร้อมฝาขวด และ septa จำนวนไม่น้อยกว่า 200 ขวด

8.14 อุปกรณ์กรองสารตัวอย่าง ชนิด Cellulose acetate ไม่น้อยกว่า 500 อัน

8.15 อุปกรณ์แยกสิ่งเจือปนในอาหาร จำนวนไม่น้อยกว่า 8 อัน



**กฎหมายความปลอดภัยในการทำงาน
(สารเคมีอันตราย)**

**ประกาศกระทรวงมหาดไทย
เรื่อง ความปลอดภัยในการทำ งานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย**

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 2 (7) แห่งประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103 ลงวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2515 กระทรวงมหาดไทยจึงกำหนดสวัสดิการเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยสำหรับลูกจ้างที่ทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตรายไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ประกาศนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหกสิบวัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ 2 ในประกาศนี้

“สารเคมีอันตราย” หมายความว่า สาร สารประกอบ สารผสม ซึ่งอยู่ในรูปของ ของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ที่มีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างดังต่อไปนี้

- (1) มีพิษ กัดกร่อน ระคายเคือง ทำให้เกิดการแพ้ ก่อมะเร็ง หรือทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัย
- (2) ทำให้เกิดการระเบิด เป็นตัวทำ ปฏิกิริยาที่รุนแรง เป็นตัวเพิ่มออกซิเจนหรือไวไฟ
- (3) มีกัมมันตภาพรังสี

ทั้งนี้ ตามชนิดและประเภทที่อธิบดีประกาศกำหนด

“ผลิต” หมายความว่า ทำ ผสม ปรง ปรงแต่ง เปลี่ยนรูป แปรรูป และหมายความรวมถึง การบรรจุ เก็บเคลื่อนย้าย และการติดฉลากหรือตราหรือสัญลักษณ์บนหีบห่อ ภาชนะบรรจุ หรือสิ่งห่อหุ้มสารเคมีอันตราย

“นายจ้าง” หมายความว่า ผู้ซึ่งตกลงรับลูกจ้างเข้าทำงาน โดยจ่ายค่าจ้างให้ และหมายความรวมถึงผู้ซึ่งได้รับมอบหมายให้ทำงานแทนนายจ้าง ในกรณีที่นายจ้างเป็นนิติบุคคล หมายความว่าผู้มีอำนาจกระทำการแทนนิติบุคคลนั้น และหมายความรวมถึงผู้ซึ่งได้รับมอบหมายให้ทำงานแทนผู้มีอำนาจกระทำการแทนนิติบุคคล

“ลูกจ้าง” หมายความว่า ผู้ซึ่งตกลงทำงานให้แก่นายจ้างเพื่อรับค่าจ้างไม่ว่าจะเป็นผู้รับค่าจ้างด้วยตนเองหรือไม่ก็ตาม

“อธิบดี” หมายความว่า อธิบดีกรมแรงงาน

หมวด 1

การทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย

ข้อ 3 การขนส่ง เก็บรักษา เคลื่อนย้าย และกำจัด หีบห่อ ภาชนะบรรจุ หรือวัสดุห่อหุ้มสารเคมีอันตราย ให้นายจ้างปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่อธิบดีกำหนด

ข้อ 4 ห้ามมิให้นายจ้างขนส่ง เก็บรักษา เคลื่อนย้าย หรือนำ สารเคมีอันตรายเข้าไปในสถานประกอบการจนกว่านายจ้างจะได้จัดให้มีฉลากขนาดใหญ่พอสมควรปิดไว้ที่หีบห่อภาชนะบรรจุ หรือวัสดุห่อหุ้มสารเคมีอันตรายทุกชิ้นฉลากนั้นจะต้องมีรายละเอียดอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 108 ตอนที่ 167 วันที่ 24 กันยายน 2534

กฎหมายความปลอดภัยในการทำงาน

(สารเคมีอันตราย)

(1) สัญลักษณ์ที่แสดงถึงอันตราย และคำ ว่า “สารเคมีอันตราย” หรือ “วัตถุมีพิษ” หรือคำอื่นที่แสดงถึงอันตรายตามชนิดสารเคมีอันตรายนั้น เป็นอักษรสีแดงหรือดำ ขนาดใหญ่กว่าอักษรอื่นซึ่งเห็นได้ชัดเจน

(2) ชื่อทางเคมีหรือชื่อทางวิทยาศาสตร์ของสารเคมีอันตราย

(3) ปริมาณและส่วนประกอบของสารเคมีอันตราย

(4) อันตรายและอาการเกิดพิษจากสารเคมีอันตราย

(5) คำเตือนเกี่ยวกับวิธีเก็บ วิธีใช้ วิธีเคลื่อนย้ายสารเคมีอันตรายและวิธีกำจัด หีบห่อภาชนะบรรจุหรือวัสดุห่อหุ้มสารเคมีอันตรายอย่างปลอดภัย ทั้งนี้ ให้มีสาระสำคัญโดยสรุปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่อธิบดี กำหนดตามข้อ 3

(6) วิธีปฐมพยาบาลเมื่อมีอาการหรือความเจ็บป่วยเนื่องจากสารเคมีอันตราย และคำแนะนำ ให้รับส่งผู้ป่วยไปหาแพทย์

สำหรับรายละเอียดตาม (4) (5) และ (6) จะพิมพ์ไว้ในใบแทรกกำกับในภาชนะบรรจุที่ได้ฉลากและใบแทรกกำกับให้จัดทำ เป็นภาษาไทย เว้นแต่รายละเอียดตาม (2) และ (3) จะใช้เป็นภาษาอังกฤษก็ได้

ข้อ 5 ให้นายจ้างที่มีสารเคมีอันตรายในสถานประกอบการแจ้งรายละเอียดต่ออธิบดี ผู้ว่าราชการจังหวัดหรือผู้ซึ่งได้รับมอบหมายภายในเจ็ดวันนับแต่วันที่มีสารเคมีอันตรายไว้ในครอบครอง

การแจ้งตามวรรคหนึ่งให้เป็นไปตามแบบที่อธิบดีกำหนด

ข้อ 6 ให้นายจ้างที่มีสารเคมีอันตรายในสถานประกอบการจัดทำ รายงานความปลอดภัยและประเมินการกักอันตรายของสารเคมีอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง และแจ้งให้อธิบดี ผู้ว่าราชการจังหวัดหรือผู้ซึ่งได้รับมอบหมายภายในสิบห้าวันนับแต่วันที่ประเมินการแจ้งตามวรรคหนึ่งให้เป็นไปตามแบบที่อธิบดีกำหนด

ข้อ 7 นายจ้างจะต้องดูแลหรือแก้ไขปรับปรุงมิให้มีปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีอันตรายภายในสถานที่ที่ให้อุปกรณ์ทำงานเกินกว่าที่กระทรวงมหาดไทยกำหนด

ในกรณีที่ได้มีการกำหนดปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีอันตรายใดไว้ในกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ไว้แล้ว ให้เป็นไปตามนั้น

ข้อ 8 ให้นายจ้างจัดสถานที่ทำงานของลูกจ้างซึ่งเกี่ยวข้องกับสารเคมีอันตรายให้มีสภาพและคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- (1) ถูกสุขลักษณะ สะอาดและเป็นระเบียบเรียบร้อย
- (2) มีการระบายอากาศที่เหมาะสม โดยเฉพาะออกซิเจนต้องมีไม่ต่ำกว่าร้อยละสิบแปดโดยปริมาตรของบรรยากาศ
- (3) มีระบบป้องกันและกำจัด เช่น ใช้ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ ระบบเปียก การปิดคลุม เพื่อมิให้มีสารเคมีอันตรายในบรรยากาศเกินปริมาณที่กำหนด

ข้อ 9 นายจ้างจะต้องแจ้งและปิดประกาศไว้ในที่เปิดเผยห้ามลูกจ้างเข้าพักในสถานที่ทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย สถานที่เก็บรักษาสารเคมีอันตราย หรือยานพาหนะขนส่งสารเคมีอันตราย

ข้อ 10 ให้นายจ้างจัดให้มีป้ายแจ้งข้อความว่า “สถานที่เก็บสารเคมีอันตราย ห้ามเข้าโดยไม่ได้รับอนุญาต”

กฎหมายความปลอดภัยในการทำงาน

(สารเคมีอันตราย)

ปิดประกาศไว้ที่ทางเข้าสถานที่นั้นให้เห็นชัดเจนตลอดเวลา

ข้อ 11 ให้นายจ้างปิดประกาศ หรือจัดทำ ป้ายแจ้งข้อความ “ห้ามลูกจ้างสูบบุหรี่ ดื่มเครื่องดื่ม รับประทานอาหาร หรือเก็บอาหาร” ด้วยตัวอักษรขนาดที่เห็นได้ชัดเจนติดไว้บริเวณที่

เก็บรักษาที่ผลิตหรือที่ขนย้ายสารเคมีอันตราย และจะต้องควบคุมดูแลมิให้ลูกจ้างกระทำการตามข้อห้ามนั้นด้วย

ข้อ 12 ให้นายจ้างจัดชุดทำ งานสำหรับลูกจ้างที่ทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย และจัดให้มีที่เก็บชุดทำ งานนั้นแยกไว้โดยเฉพาะ

ข้อ 13 ให้นายจ้างจัดให้มีที่ชำระล้างสารเคมีอันตราย เช่น ฝักบัว ที่ล้างตา ไว้ในบริเวณที่ลูกจ้างทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย เพื่อให้ลูกจ้างสามารถใช้ได้ทันทีเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

ข้อ 14 ให้นายจ้างจัดที่ล้างมือ ล้างหน้า สำหรับลูกจ้างที่ทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตรายไว้โดยเฉพาะ ไม่น้อยกว่าหนึ่งที่ต่อลูกจ้างสิบห้าคน และให้เพิ่มจำนวนขึ้นตามสัดส่วนของลูกจ้างส่วนที่เกินเจ็ดคนให้ถือเป็นสิบห้าคน เพื่อใช้ก่อนรับประทานอาหาร ก่อนดื่มเครื่องดื่ม และก่อนออกจากที่ทำงานทุกครั้ง

ข้อ 15 ให้นายจ้างจัดให้มีห้องอาบน้ำสำหรับลูกจ้างที่ทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตรายไว้โดยเฉพาะ เพื่อใช้ชำระร่างกาย ไม่น้อยกว่าหนึ่งห้องต่อลูกจ้างสิบห้าคนและให้เพิ่มจำนวนขึ้นตามสัดส่วนของลูกจ้าง ส่วนที่เกินเจ็ดคนให้ถือเป็นสิบห้าคน ทั้งนี้ จะต้องจัดของใช้ที่จำเป็นสำหรับการชำระล้างสารเคมีอันตรายออกจากร่างกายให้เพียงพอและมีใช้ตลอดเวลา

ข้อ 16 ให้นายจ้างจัดให้มีการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีอันตรายในบรรยากาศบริเวณสถานที่ทำงานและสถานที่เก็บเป็นประจำ ทั้งนี้ ตามสภาพหรือคุณลักษณะของสารเคมีอันตราย ซึ่งอย่างช้าที่สุดจะต้องไม่เกินหกเดือนต่อหนึ่งครั้ง และให้รายงานผลการตรวจตามแบบที่อธิบดีกำหนดต่ออธิบดี ผู้ว่าราชการจังหวัดหรือผู้ซึ่งได้รับมอบหมายภายในสามสิบวันนับแต่วันตรวจ

ข้อ 17 ให้นายจ้างจัดให้มีการอบรมลูกจ้างที่ทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตรายหรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต เพื่อให้ทราบและเข้าใจถึงกระบวนการผลิต การเก็บรักษา การขนส่งอันตรายที่เกิดจากสารเคมีวิธีการควบคุมและป้องกัน วิธีกำจัดมลภาวะ วิธีอพยพเคลื่อนย้ายลูกจ้างออกจากบริเวณที่เกิดอันตราย และวิธีปฐมพยาบาลผู้ได้รับอันตราย

ข้อ 18 ในกรณีที่สารเคมีอันตรายรั่วไหลหรือฟุ้งกระจาย หรือเกิดอัคคีภัยหรือเกิดการระเบิด อันอาจทำให้ลูกจ้างประสบอันตราย เจ็บป่วย หรือตายอย่างเฉียบพลัน นายจ้างต้องให้ลูกจ้างทุกคน ที่ทำงานในบริเวณนั้นหรือในบริเวณใกล้เคียงหยุดทำงานทันที และออกไปให้พ้นรัศมีที่อาจได้รับ อันตราย และให้นายจ้างดำ เนินการให้ผู้ที่เกี่ยวข้องตรวจสอบโดยมิชักช้า ให้นายจ้างแจ้งการเกิด เหตุตามวรรคหนึ่งเป็นหนังสือให้อธิบดี ผู้ว่าราชการจังหวัด หรือผู้ซึ่งได้รับมอบหมายทราบภายใน ยี่สิบสี่ชั่วโมง และรายงานสาเหตุ สารเคมีอันตรายที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการดำ เนินการแก้ไขป้องกัน ภายในสิบห้าวันนับแต่วันที่เกิดเหตุ

ข้อ 19 ให้นายจ้างจัดให้มีการตรวจสอบสุขภาพลูกจ้างที่ทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่อธิบดีกำหนด การตรวจสอบสุขภาพทุกครั้งให้นายจ้างปฏิบัติดังต่อไปนี้

(1) ให้รายงานผลการตรวจสอบสุขภาพของลูกจ้างตามแบบที่อธิบดีกำหนดต่ออธิบดี ผู้ว่า ราชการจังหวัด หรือกฎหมายความปลอดภัยในการทำงาน(สารเคมีอันตราย) ผู้ซึ่งได้รับมอบหมายภายในสามสิบวันนับแต่วันที่ทราบผลการตรวจ

(2) เก็บผลการตรวจสอบสุขภาพของลูกจ้างไว้ ณ สถานที่ประกอบการพร้อมที่จะให้พนักงาน เจ้าหน้าที่ตรวจสอบได้ เป็นเวลาไม่น้อยกว่าสองปีนับแต่วันสิ้นสุดของการจ้างของลูกจ้างแต่ละราย เว้นแต่มีการร้องทุกข์ว่านายจ้างไม่ปฏิบัติตามประกาศนี้ หรือมีการฟ้องร้องคดี แม้จะพ้นเวลาที่ กำหนด ให้นายจ้างเก็บรักษาเอกสารนั้นไว้จนกว่าจะมี คำสั่งหรือคำ พิพากษาถึงที่สุดเกี่ยวกับเรื่อง ดังกล่าว

ข้อ 20 การตรวจสอบสุขภาพของลูกจ้างตามข้อ 19 หากพบความผิดปกติในร่างกายของลูกจ้าง หรือลูกจ้างเกิดเจ็บป่วยเนื่องจากการทำ งานเกี่ยวข้องกับสารเคมีอันตรายให้นายจ้างจัดการให้ ลูกจ้างได้รับการรักษาพยาบาลทันที

หมวด 2

การคุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

ข้อ 21 ให้นายจ้างจัดอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ รองเท้าหุ้มแข้ง กระบังหน้า ที่กันอันตรายจากสารเคมีกระเด็น ที่กรองอากาศ เครื่องช่วยหายใจ หรืออุปกรณ์อื่นที่จำเป็น ซึ่งทำ จากวัสดุที่มีคุณสมบัติสามารถป้องกันสารเคมีอันตราย เพื่อให้ลูกจ้างที่ทำ งานเกี่ยวกับ สารเคมีอันตรายใช้หรือสวมใส่ ทั้งนี้ตามความเหมาะสมแก่สภาพและคุณลักษณะของสารเคมี อันตรายแต่ละชนิดลูกจ้างที่ทำ งานเกี่ยวกับสารเคมีอันตรายต้องใช้หรือสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครอง ความปลอดภัยส่วนบุคคลที่นายจ้างจัดไว้ให้ตามวรรคหนึ่ง ถ้าลูกจ้างไม่ใช้หรือไม่สวมใส่อุปกรณ์ ดังกล่าวให้นายจ้างสั่งหยุดการทำงาน ของลูกจ้างทันทีจนกว่าจะได้ใช้หรือสวมใส่

ข้อ 22 ให้นายจ้างจัดอุปกรณ์และเวชภัณฑ์ที่จำเป็นแก่การปฐมพยาบาลลูกจ้างที่ได้รับ อันตรายจากสารเคมีทั้งนี้ ตามที่อธิบดีกำหนด

หมวด 3

เบ็ดเตล็ด

ข้อ 23 ให้นายจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการดำ เนินการให้เกิดความปลอดภัยตามประกาศ
นี้

ข้อ 24 เมื่อปรากฏว่านายจ้างฝ่าฝืน หรือไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดในประกาศนี้ พนักงาน เจ้าหน้าที่อาจให้คำ เตือนให้นายจ้างได้ปฏิบัติตามให้ถูกต้องภายในเวลาที่กำหนดไว้ในคำเตือน เสียก่อนก็ได้

ประกาศ ณ วันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2534

พลเอก อีสระพงศ์ หนูนักดี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อสกุล	นางสาวสุรிகานต์ โตไทยะ
เกิดวันที่	10 กุมภาพันธ์ 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดสกลนคร
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ศูนย์กระจายสินค้า เทสโก้ โลตัส บางบัวทอง
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-