

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

โครงการป้องกันและกำจัดกลิ่นที่เกิดจากสถานประกอบการ
(Odor Protection and Eradicate in Company Project)

โดย

นางสาวปวีตนา เมืองแวง

B4605287

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ผศ.ดร.บุญชัย วิจิตรเสถียร

อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ผู้ประสานงานฝ่ายสถานประกอบการ

คุณอุษากนก ขำสะอาด

ปฏิบัติงาน ณ

บริษัท เอสทีดี. โปรดักชั่น จำกัด

160 ม.5 ซ.สุขาภิบาล 2 ถ.พุทธมณฑลสาย 5

ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74130

หนังสือรับรอง

รายงานสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ
ภาคการศึกษาที่ 1/2550

ของ

นักศึกษา.....ทางสาขา.....แห่ง.....
ชื่อสถานประกอบการ.....บริษัท เซลท์โก้ โปรดักชั่น จำกัด.....

ข้าพเจ้า (.....นายสุเทพ เทพประทีป.....) ในฐานะของผู้ประสานงานได้
ตรวจสอบรายงานฉบับนี้แล้ว เมื่อวันที่..... 9 สิงหาคม 2550.....และขอรับรองว่ารายงาน
ดังกล่าวมีความสมบูรณ์ และถูกต้องในเนื้อหาทุกประการ

ลงชื่อ.....
(.....นายสุเทพ เทพประทีป.....)
วันที่..... 9 / ..ส.ค./2550

ลงชื่อ.....
(.....)
วันที่..... / /2550

** สถานประกอบการที่เป็นนิติบุคคล กรุณาแนบสำเนา "หนังสือรับรอง" ของบริษัทฯ มา
พร้อมกับหนังสือฉบับนี้ เพื่อประกอบในรายงานฉบับสมบูรณ์ของนักศึกษา

หนังสือยินยอมให้เผยแพร่รายงาน

เพื่อเป็นการส่งเสริมและพัฒนาการศึกษาของประเทศ ข้าพเจ้าในฐานะตัวแทนบริษัท/ห้าง
หุ้นส่วน/โรงงาน.....บริษัท เซลล์ทัก โปลาทิกซ์ จำกัด..... มีความ
ยินดีให้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เผยแพร่เนื้อหาในรายงานสรุปผลโครงการของนักศึกษา
ภายใต้โครงการสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ ประจำปี 2550 ณ สถานประกอบการของข้าพเจ้า
ในส่วนของ "นักศึกษาทำโครงการประจำปี 2550" "บทคัดย่อ" และ "ข้อเสนอแนวคิด
โครงการ" ได้โดย

อนุญาตให้ระบุชื่อบริษัท/ห้างหุ้นส่วน/โรงงาน

อื่นๆ (ระบุ)

ลงชื่อ.....ผู้มีอำนาจกระทำการแทน
(.....นายสุเทพ เทพประทีฐ.....) นิติบุคคล/ผู้ประกอบการ

ลงชื่อ.....ผู้มีอำนาจกระทำการแทน
(.....) นิติบุคคล/ผู้ประกอบการ

วันที่..... 9เดือน..... สิงหาคม..... พ.ศ..... 2550

** สถานประกอบการที่เป็นนิติบุคคล กรุณาแนบสำเนา "หนังสือรับรอง" ของบริษัทฯ มา
พร้อมกับหนังสือฉบับนี้ เพื่อประกอบในรายงานฉบับสมบูรณ์ของนักศึกษา

บริษัท เอสทีดี โปรดักชั่น จำกัด
160-160/1 หมู่ 5 ซ.สุขาภิบาล 2
ถ.พุทธมณฑลสาย 5 ต.อ้อมน้อย
อ.กระทุ่มแบบ จ.สมุทรสาคร 74130

4 สิงหาคม 2550

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน ผศ.ดร.บุญชัย วิจิตรเสถียร อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวปวีตนา เมืองแวง นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา (432491) ระหว่างวันที่ 2 พฤษภาคม ถึง 17 สิงหาคม 2550 ในตำแหน่งผู้ช่วยเจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม ณ บริษัท เอสทีดี โปรดักชั่น จำกัด และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและจัดทำรายงาน เรื่อง “การป้องกันและกำจัดกลิ่นที่เกิดจากสถานประกอบการ” และรายงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่ออธิบายงานที่ได้รับมอบหมายของข้าพเจ้า

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้วข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับค่าที่ปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวปวีตนา เมืองแวง)

นักศึกษาสหกิจศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท เอสทีดี โปรดักชั่น จำกัด ตั้งแต่วันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2550 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานสหกิจศึกษานี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. คุณสุเทพ เทพประดิษฐ์ กรรมการผู้จัดการ ที่เห็นความสำคัญของระบบการศึกษาแบบสหกิจศึกษาและได้ให้โอกาสที่มีคุณค่ายิ่งแก่ข้าพเจ้า
2. คุณเจิมชัย พูลสวัสดิ์ ผู้จัดการโรงงาน
3. คุณสุรพล พุดทองคำ ผู้จัดการแผนกบุคคล
4. คุณจรูญ หารินชัย ผู้จัดการแผนกควบคุมคุณภาพ
5. คุณอุษากนก ข้าสอาด เจ้าหน้าที่ safety เป็น Job Supervisor
6. คุณชนิษฐา ปัญญาคารวะ เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม
7. คุณมลจิรา พวงสด ผู้จัดการฝ่ายผลิต

และบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการจัดทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง ซึ่งข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นางสาวปัทมา เมืองแวง

ผู้จัดทำรายงาน

4 สิงหาคม 2550

บทคัดย่อ

(Abstract)

บริษัท เอสทีดี โปรดักชั่น จำกัด เป็นโรงงานอุตสาหกรรมตกแต่งผิวเหล็ก และโลหะด้วยการพ่น – ชุบสี รวมไปถึงการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่อง press จากการที่ปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาศึกษา ได้รับมอบหมายให้จัดทำโครงการป้องกันและกำจัดกลิ่นที่เกิดจากสถานประกอบการ จากการที่ได้เข้ามาปฏิบัติงานพบว่าสาเหตุสำคัญที่เป็นตัวการที่ทำให้เกิดกลิ่นมีอยู่ 2 ประการคือกลิ่นที่มาจากห้องพ่นสีและห้องอบสี (ทำการศึกษาที่ไลน์ EDP)

จากการศึกษากระบวนการของไลน์ EDP พบว่าส่วนประกอบที่ใช้ในกระบวนการนี้คือผงสี และตัวทำละลาย ซึ่งตัวทำละลายเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดกลิ่น ซึ่งส่วนประกอบหลักที่ใช้ในตัวทำละลายนี้เรียกว่าสารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compound) จัดอยู่ในกลุ่มของ Aromatic Hydrocarbon

ซึ่งในการตรวจวัดสารระเหยได้ทำการเก็บตัวอย่างของสารระเหยและเลือกทำการวิเคราะห์ค่าออกมา 4 ค่า ด้วยวิธี Gas Chromatography คือ Toluene, Benzene, Ethyl Benzene และ Acetone จากค่าความเข้มข้นที่วิเคราะห์ออกมาได้มีค่าไม่เกินมาตรฐาน ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) กำหนด แต่กลิ่นเหม็นนี้ก็ก่อให้เกิดความรำคาญ จึงได้คิดทำการเปรียบเทียบแนวทางในการควบคุมมลพิษอากาศแบบต่างๆ และทำการออกแบบระบบบำบัดเบื้องต้น เพื่อเป็นการแก้ไขป้องกันกลิ่นที่เกิดขึ้น

สรุปผลว่าการใช้ Activated Carbon แบบเกล็ด (ถ่านกัมมันต์) เป็นตัวกลางในการดูดซับกลิ่นเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมที่สุด เพราะเนื่องมาจากออกแบบและควบคุมระบบได้ง่าย ซึ่งสามารถทำการ Regenerate (ฟื้นฟูสภาพ) ตัวกลางได้เมื่อความสามารถในการดูดซับต่ำลง แต่ในกรณีนี้ที่ไอสารอินทรีย์ระเหยมีความเข้มข้นต่ำ จึงไม่จำเป็นต้องมีการ Regenerate ตัวกลาง เพียงแค่เตรียมชั้นดูดซับให้เพียงพอกับการใช้ในระยะเวลา 3 – 6 เดือนและใช้วิธีการเปลี่ยนชั้นดูดซับใหม่เข้ามาแทนที่

สารบัญ

	หน้า
หนังสือรับรอง	ก
หนังสือยินยอมให้เผยแพร่รายงาน	ข
จดหมายนำส่งรายงาน	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
บทคัดย่อ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่ 1 แนะนำสถานประกอบการ	
1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	1
1.2 ลักษณะการประกอบการ	1
1.3 การบริหารการจัดการองค์กร	2
1.4 แผนผังโรงงาน	3
1.5 กระบวนการผลิต	9
1.5.1 กระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนประเภทเหล็ก	9
1.5.2 กระบวนการผลิตชิ้นงานอลูมิเนียมด้วยการพ่นสี	14
1.5.3 กระบวนการผลิตชิ้นงานเหล็กด้วยการชุบสี	19
1.5.4 กระบวนการผลิตชิ้นงานเหล็กด้วยวิธีการ Press ชิ้นงาน	23
1.6 แหล่งกำเนิดของเสียในกระบวนการผลิต	24
1.6.1 การตกแต่งผิวชิ้นงานเหล็กด้วยการพ่นสี	24
1.6.2 การตกแต่งผิวชิ้นงานอลูมิเนียมด้วยการพ่นสี	27
1.6.3 การตกแต่งผิวชิ้นงานเหล็กด้วยการชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า	30
บทที่ 2 รายละเอียดเกี่ยวกับงานที่ปฏิบัติ	
2.1 ตำแหน่งหน้าที่ที่รับผิดชอบ	33
2.2 ลักษณะและรายละเอียดงานประจำที่ได้รับมอบหมาย	33
2.3 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	34
2.4 ระยะเวลาปฏิบัติงาน	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	35
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงานโครงการ	
3.1 ความเป็นมาของโครงการ	36
3.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	36
3.3 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	36
3.3.1 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการเคลือบผิว	36
3.3.2 Volatile Organic Compounds	38
3.3.3 การควบคุมและการป้องกันมลพิษอากาศประเภทแก๊ส	40
3.3.4 สารอินทรีย์ไอระเหย (Volatile Organic Compounds) กับสุขภาพ	62
3.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานโครงการ	66
3.4.1 ขั้นตอนในการปฏิบัติงาน	66
3.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บสารระเหย	67
3.4.2 วิธีการทดลอง	68
3.5 ผลการดำเนินโครงการ	70
3.5.1 ผลการเก็บสารระเหย	70
3.5.2 แนวทางการแก้ไข	71
3.6 สรุปผลการดำเนินงาน	79
3.7 ข้อเสนอแนะสำหรับโครงการในอนาคต	79
บทที่ 4 สรุปผลการปฏิบัติงาน	
4.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	82
4.1.1 ด้านสังคม	82
4.1.2 ด้านทฤษฎีและปฏิบัติ	82
4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	83
4.2.1 ปัญหา	83
4.2.2 ข้อเสนอแนะ	84

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ค

ภาคผนวก ง

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ค่าควบคุมต่าง ๆ ในขั้นตอนการล้าง-เคลือบฟอสเฟตชิ้นงานเหล็ก	12
ตารางที่ 1.2 ปริมาณน้ำแต่ละกระบวนการในขั้นตอนการล้าง-เคลือบฟอสเฟตชิ้นงานเหล็ก	13
ตารางที่ 1.3 ค่าควบคุมต่าง ๆ ในขั้นตอนการล้าง-เคลือบฟอสเฟตชิ้นงานอลูมิเนียม	17
ตารางที่ 1.4 ปริมาณน้ำแต่ละกระบวนการในขั้นตอนการล้าง-เคลือบ Non – chrome ชิ้นงานอลูมิเนียม	18
ตารางที่ 1.5 ค่าควบคุมต่าง ๆ ในขั้นตอนการล้าง-เคลือบฟอสเฟตชิ้นงานเหล็กด้วยการชุบสีด้วย กระแสไฟฟ้า	21
ตารางที่ 1.6 ปริมาณของน้ำแต่ละกระบวนการในขั้นตอนการล้าง-เคลือบฟอสเฟตชุบชิ้นงาน เหล็กด้วยกระแสไฟฟ้า	22
ตารางที่ 3.1 ตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบควบคุมมลพิษอากาศแต่ละระบบ	59
ตารางที่ 3.2 บันทึกผลการเก็บ-วิเคราะห์สารระเหยบริเวณห้องอบสี	68
ตารางที่ 3.3 บันทึกผลการเก็บ-วิเคราะห์สารระเหยบริเวณห้องอบสี	71

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 แผนผังโรงงาน 1 ชั้น 1	4
รูปที่ 1.2 แผนผังโรงงาน 1 ชั้น 2	5
รูปที่ 1.3 แผนผังโรงงาน 2 ชั้น 1	6
รูปที่ 1.4 แผนผังโรงงาน 2 ชั้น 2	7
รูปที่ 1.5 แผนผังโรงงาน 3 ชั้น 1	8
รูปที่ 1.6 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการล้าง-เคลือบผิวฟอสเฟต	24
รูปที่ 1.7 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการพ่นสี	25
รูปที่ 1.8 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการตรวจสอบหลังการอบสี	26
รูปที่ 1.9 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการล้าง-เคลือบ Non-chrome ชิ้นงานอลูมิเนียม	27
รูปที่ 1.10 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการพ่นสีชิ้นงานอลูมิเนียม	28
รูปที่ 1.11 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการตรวจสอบหลังการอบสี	29
รูปที่ 1.12 ของเสียที่ออกมา ของขั้นตอนการล้าง-เคลือบฟอสเฟตชิ้นงานเหล็กด้วยการ ชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า	30
รูปที่ 1.13 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการชุบสีชิ้นงานเหล็กด้วยการชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า	31
รูปที่ 1.14 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการตรวจสอบหลังการอบสีชิ้นงานเหล็กด้วย การชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า	32
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนกระบวนการดูดซับ	41
รูปที่ 3.2 ตัวอย่าง Isotherm การดูดซับ Toluene ของตัวดูดซับ	43
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างระบบการดูดซับด้วยคาร์บอนแบบ Fixed-bed	44
รูปที่ 3.4 ตัวอย่าง Fixed-bed	44
รูปที่ 3.5 ความเข้มข้นของมลสารในแก๊สภายใน bed	45
รูปที่ 3.6 Breakthrough Curve	46
รูปที่ 3.7 ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความสามารถการดูดซับที่แท้จริง ณ ตำแหน่งต่างๆ ของ bed	47
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างของตัวกลางแบบต่างๆ	48
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างของหอบบรรจุตัวกลาง	48
รูปที่ 3.10 ตัวอย่างระบบการดูดซึมและดึงแก๊สออก (Adsorption and Stripping)	49
รูปที่ 3.11 ตัวอย่างเส้นสมดุลของระบบ $SO_2 - H_2O$	50
รูปที่ 3.12 การไหลของแก๊สและของเหลวเข้า - ออก หอบบรรจุตัวกลาง	51

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.13 ตัวอย่างระบบ Forced-oxidation Limestone Wet Scrubber	54
รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ	64
รูปที่ 3.15 วิธีการทดลอง	66
รูปที่ 3.16 รูปแสดงจุดที่ทำการเก็บสารระเหยตัวอย่างบริเวณโรงงาน 2 ชั้น 2 (Line EDP)	69
รูปที่ 3.17 Canopy Hood	72
รูปที่ 3.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพื้นที่หน้าตัดของแผ่นกรองและอัตราการไหลของอากาศ	73
รูปที่ 3.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนที่ต้องการและอัตราการไหลของอากาศสำหรับโรงงานพ่นหรือเคลือบสี	74
รูปที่ 3.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางปล่องและอัตราการไหลของอากาศภายในปล่อง	75
รูปที่ 3.21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสูงปล่องและอัตราการไหลของอากาศในปล่องสำหรับโรงงานพ่นหรือเคลือบสี	76
รูปที่ 3.22 ห้องบำบัดกลิ่นแบบเบื้องต้นโดยมี Activated Carbon เป็นตัวกลางในการดูดซับ	78

บทที่ 1

แนะนำสถานประกอบการ

1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

ชื่อบริษัท : บริษัท เอสทีดี. โปรดักชั่น จำกัด
ที่ตั้ง : อยู่บนพื้นที่ประมาณ 7 ไร่
เลขที่ 160 – 160 / 1 ม. 5 ซอยสุขาภิบาล 2
ถนนพุทธมณฑลสาย 2 ตำบลอ้อมน้อย อำเภอกระทุ่มแบน
จังหวัดสมุทรสาคร 74130
กิจการ : ฟัน-ชุบสีเหล็ก, อลูมิเนียมและการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยการปั๊ม

• ประวัติการก่อตั้งโรงงาน

- 26 กันยายน พ.ศ. 2532 : ก่อตั้งบริษัทด้วยทุนจดทะเบียน 1,000,000 บาท ประกอบกิจการทำชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ และฟันสี
- 26 กันยายน พ.ศ. 2543 : เพิ่มทุนจดทะเบียนเป็น 20,000,000 บาท ขยายการผลิต การฟันชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ขึ้นส่วนประเภทเหล็ก
- 24 มกราคม พ.ศ. 2545 : ขยายการผลิตเพิ่ม เป็นการฟันชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ขึ้นส่วนประเภทอลูมิเนียม และขึ้นส่วนประเภทเหล็ก
- 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2547 : ขยายการผลิตเพิ่ม เป็นการชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า (ไร้สารตะกั่ว)
- ปัจจุบัน : ขยายการผลิตเพิ่ม เป็นการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยการปั๊ม (เครื่อง Press)

• ผู้ถือหุ้น

1. นายสุเทพ เทพประดิษฐ์
2. นายเชียวชาญ คงลิ้ม
3. นายเสกสม ศรีวัฒนานุกุลกิจ

1.2 ลักษณะการประกอบการ

• ความสามารถของบริษัทในการผลิต

1. การผลิตชิ้นส่วนมือจับ (Pipe handle) ของรถจักรยานยนต์

=====

2. การพ่นสีชิ้นส่วนประเภทเหล็ก โลหะผลิตสามารถพ่นสีที่มีชิ้นส่วนขนาดใหญ่สุด (กว้าง x ยาว x สูง) 60 x 60 x 90 cm น้ำหนักสูงสุด 80 kg
3. การพ่นสีประเภทอลูมิเนียมและพลาสติก โลหะผลิตสามารถพ่นสีชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่สุด (กว้าง x ยาว x สูง) 60 x 60 x 90 cm น้ำหนักสูงสุด 30 kg
4. การชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า สีชนิดไม่มีสารตะกั่ว โลหะผลิตสามารถพ่นสีชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่สุด (กว้าง x ยาว x สูง) 60 x 60 x 90 cm น้ำหนักสูงสุด 30 kg

1.3 การบริหารการจัดการองค์กร

- ผู้ถือหุ้น (Shareholder)

1. นายสุเทพ เทพประดิษฐ์
2. นายเชียวชาญ คงลิ้ม
3. นายเสกสม ศรีวัฒนานุกุลกิจ

- การบริหารกิจการ (Administration)

เริ่มก่อตั้งกิจการ – ปัจจุบัน (พ.ศ. 2550) โดยมีประธานกรรมการบริษัท คือ นายสุเทพ เทพประดิษฐ์ ลักษณะการทำงานจะแบ่งออกเป็น

1. การเงินและการบัญชี
2. ทรัพยากรบุคคล
3. การวางแผนและจัดส่ง
3. การผลิต
4. การประกันคุณภาพ

ปัจจุบัน บริษัท เอสทีดี โปรดักชั่น จำกัด (STD Production Co.,Ltd) มีจำนวนพนักงานทั้งหมด 263 คน โดยแบ่งออกเป็น มีพนักงานหญิงมีทั้งหมด 36 คน ส่วนพนักงานชายมีทั้งหมด 227 คน (สำรวจจำนวนพนักงาน วันที่ 23 มิถุนายน 2550)

- การรับรอง พ.ศ. 2548

การบริหารกิจการคุณภาพ ISO 9001:2000 เมื่อวันที่ 4 กันยายน 2545 จากสถาบัน RWTUV เลขที่ใบรับรอง 0410020020300

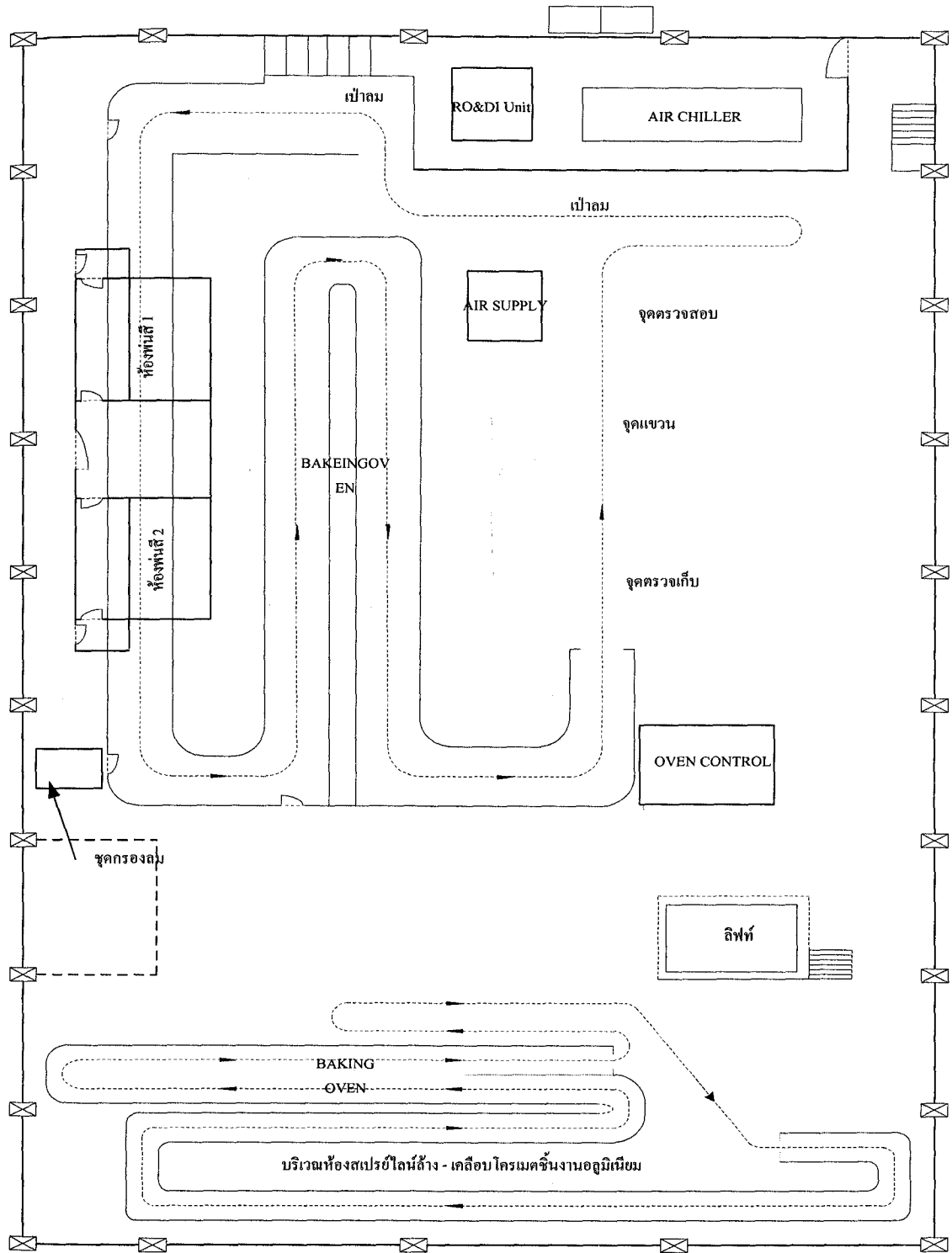
=====

• ลูกค้า

1. บริษัท ไทยฮอนด้าเมนูแพคเจอรัง จำกัด : THM
2. บริษัท เอเชียฮอนด้าเมนูแพคเจอรัง จำกัด: ASH
3. บริษัท เอเชียฮอนด้าพาร์ท จำกัด: AAP
4. บริษัท เซียวชาญอินดัสทรี (1998) จำกัด: CCI
5. บริษัท เอส.เอส.เค กลการ จำกัด: SSK
6. บริษัท ซี.เอ.เอส โอโต้พาร์ท จำกัด: CASH
7. บริษัท บางกอกเมทัลเวิร์ค จำกัด: BMW
8. บริษัท เอ็นโด โลทติ้ง (ประเทศไทย) จำกัด: ENDO
9. บริษัท เบสเท็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด: BESTEX
10. บริษัทฮาโอยามาไทย จำกัด: ATC
11. บริษัท อีวาตานิอินเตอร์ เนชั่นแนลคอร์ปอเรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด
12. บริษัท เดโซโมลด์แอนดีโดคาสติ้ง จำกัด: DMD
13. บริษัท เกียรติเจริญซิติพาร์ท จำกัด: CAP
14. SIRILUCK PRECISION COMPANY

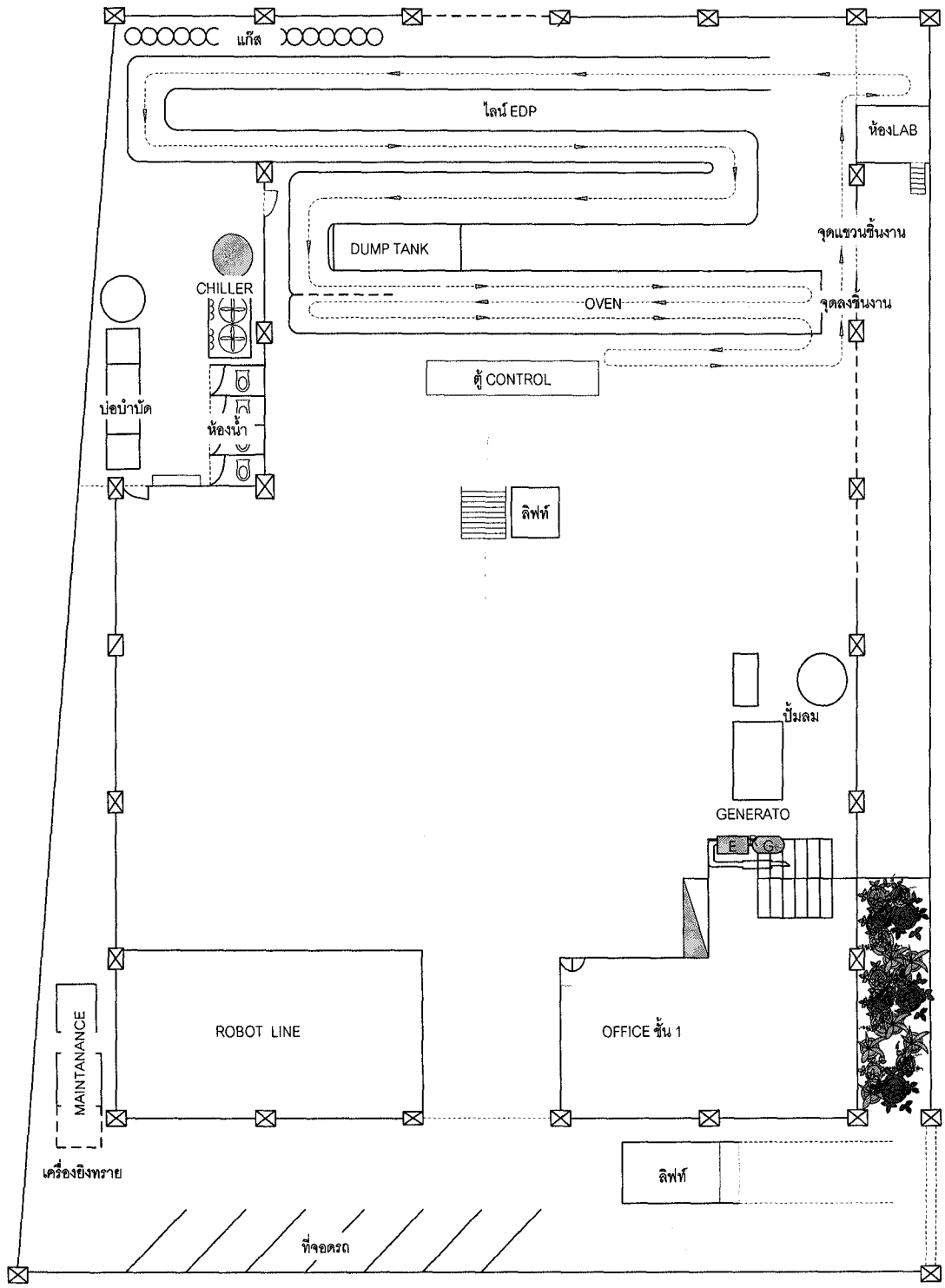
1.4. แผนผังโรงงาน

บริษัท เอสทีดี โปรดักชั่น จำกัด แบ่งเป็นอาคาร 3 หลัง โดยในโรงงานหลังที่ 1 จะมีการแบ่งออกเป็น 2 ชั้น โดยในชั้นที่ 1 จะมีกระบวนการพ่นสีชิ้นงานเหล็ก และการป้อนชิ้นงานเหล็ก ชั้นที่ 2 จะเป็นกระบวนการพ่นสีชิ้นงานอลูมิเนียม ส่วนโรงงานหลังที่ 2 แบ่งออกเป็น 2 ชั้นเช่นกัน ชั้นที่ 1 จะมีกระบวนการชุบสีชิ้นงานเหล็กแบบกระแสไฟฟ้า และชั้นที่ 2 จะเป็นพื้นที่การเก็บชิ้นงาน ส่วนโรงที่ 3 เป็นโรงงานใหม่มีกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่อง press และการชุบชิ้นงานด้วยกระแสไฟฟ้าดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 และ 1.5

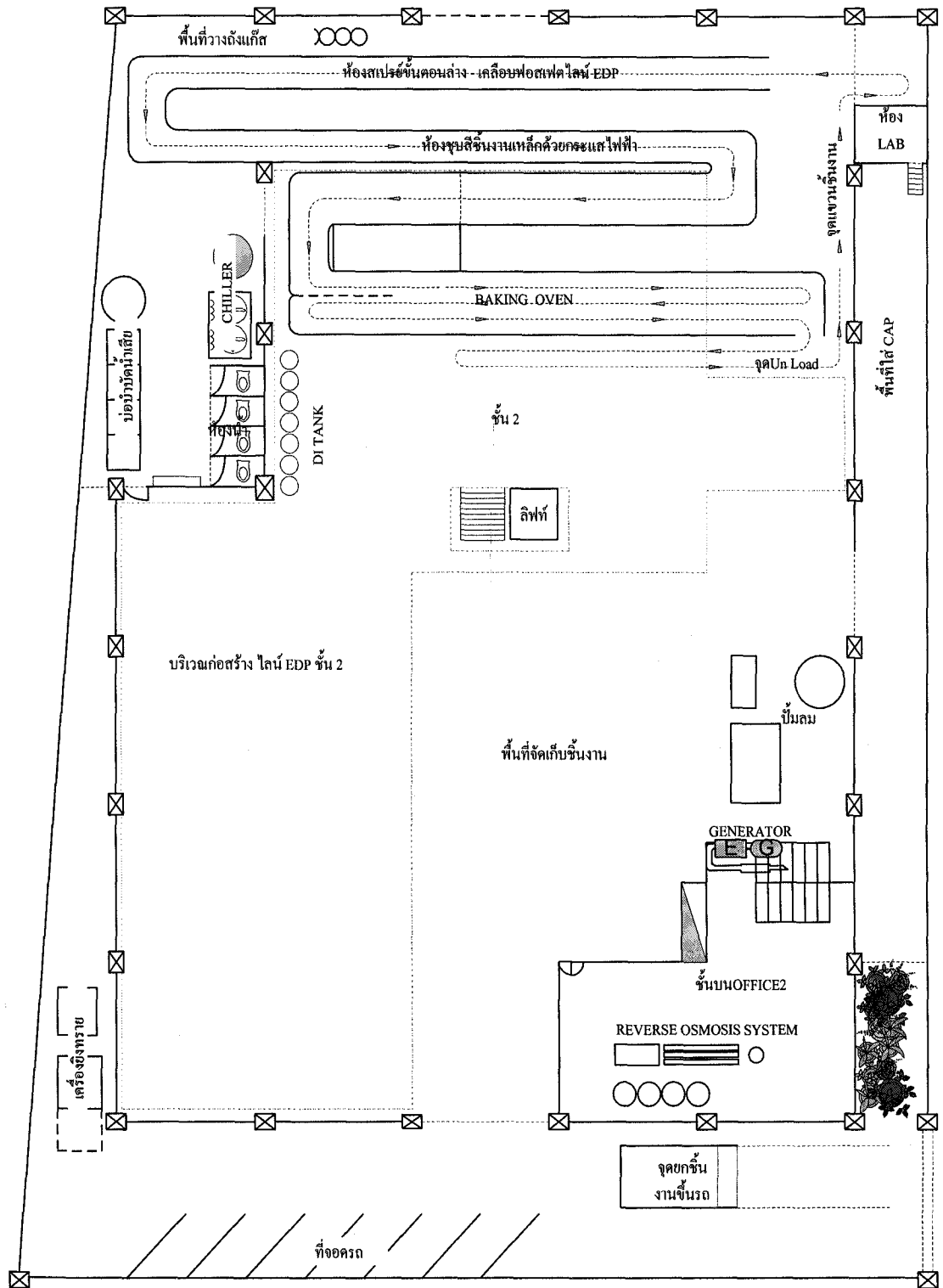


Remark : NO Scale

รูปที่ 1.2 แผนผังโรงงาน 1 ชั้น 2

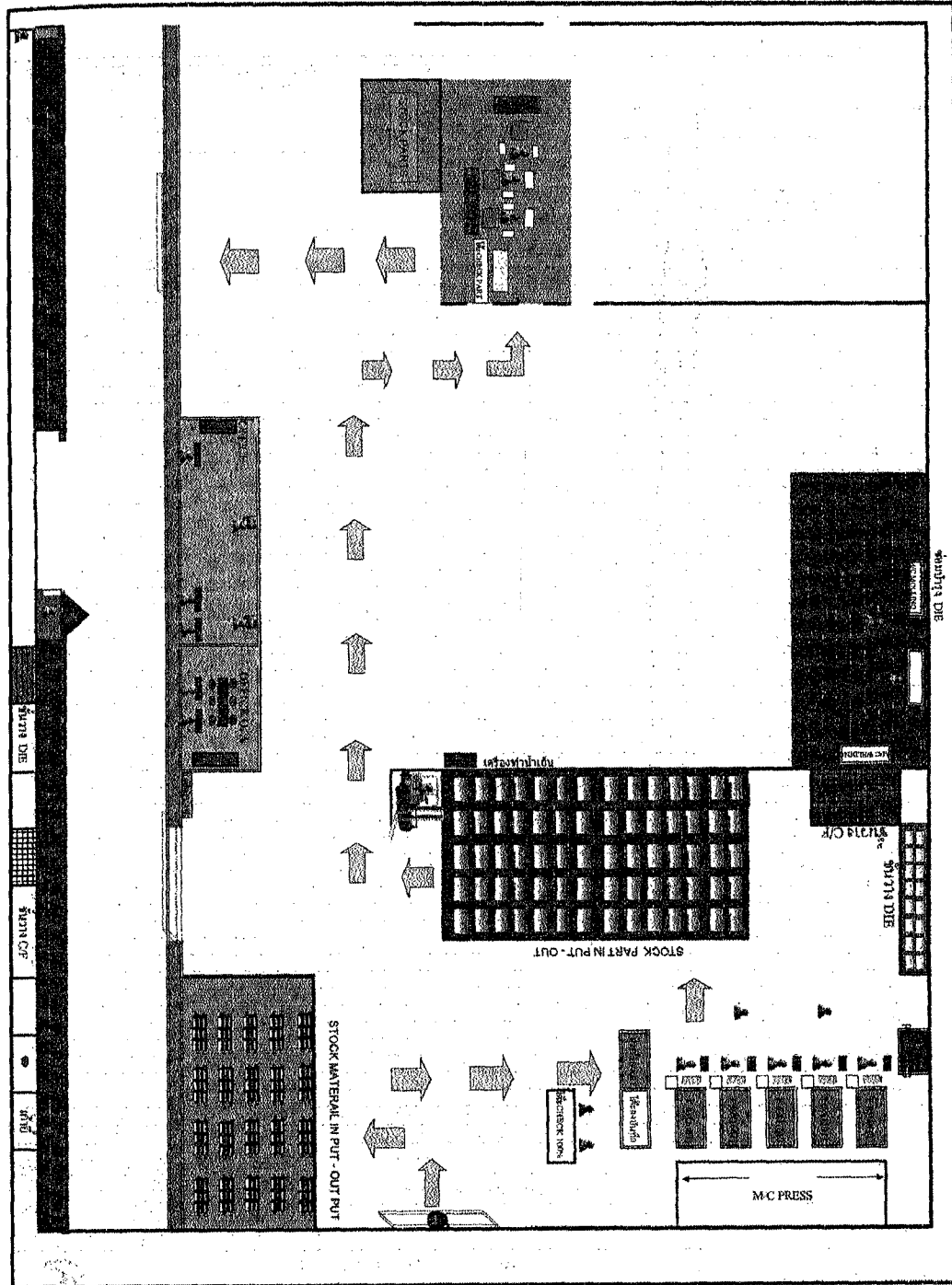


รูปที่ 1.3 แผนผังโรงงาน 2 ชั้น 1



Remark : No Scale

รูปที่ 1.4 แผนผังโรงงาน 2 ชั้น 2



รูปที่ 1.5 แผนผังโรงงาน 3 ชั้น 1

1.5 กระบวนการผลิต

บริษัท เอสทีดี โปรดักชั่น จำกัด เป็นบริษัทประกอบกิจการที่เกี่ยวข้องกับการชุบ - พ่นสีและป้อนชิ้นรูปขึ้นส่วนรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ตลอดถึงชิ้นส่วนทนความร้อนและชิ้นงานพลาสติก ซึ่งจะแบ่งกระบวนการผลิตออกเป็น 4 กระบวนการดังนี้

1.5.1 กระบวนการพ่นสีขึ้นส่วนประเภทเหล็ก

1. ขั้นตอนการล้าง – เคลือบฟอสเฟต

- บ่อล้างน้ำร้อน : เป็นการเตรียมผิวชิ้นงานก่อนพ่นสีโดยล้างด้วยน้ำร้อน เพื่อกำจัดคราบไขมันที่ติดอยู่กับชิ้นงานอ่อนตัว โดยทำการล้างน้ำร้อนด้วยระบบสเปร์ย อุณหภูมิของน้ำอยู่ประมาณ 40-60°C แรงดันสเปร์ย 0.5-0.7 Bar เวลาในการล้างชิ้นงาน 0.25-0.30 นาที
- บ่อล้างไขมัน 1 : วิธีการล้างไขมัน 1 ด้วยการสเปร์ยจะใช้น้ำยา SURFCLEANER SE-136 เป็นสารละลายซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 25-30 ml โดยอุณหภูมิของน้ำประมาณ 40-60°C แรงดันสเปร์ย 0.5-0.7 Bar เวลาในการล้างชิ้นงาน 1.0-1.2 นาที
- บ่อล้างไขมัน 2 : ห้องล้างไขมัน 2 จะใช้ระบบการล้างแบบสเปร์ย ใช้น้ำยา SURFCLEANER SE -136 เป็นสารละลายซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 20-25 ml อุณหภูมิของน้ำประมาณ 40-60°C แรงดันสเปร์ย 0.5-0.7 Bar เวลาในการล้าง 2.0 - 2.4 นาที
- บ่อน้ำล้าง 1 : เป็นการล้างคราบน้ำยาที่ติดมากับชิ้นงานล้างด้วยน้ำประปา ทำการล้างด้วยระบบสเปร์ย แรงดันสเปร์ยเท่ากับ 0.5-0.6 Bar เวลาในการล้าง 0.75-0.90 นาที ค่าปนเปื้อน ≤ 7 ml. จะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำล้างเมื่อมีค่าการปนเปื้อนมากกว่า 7 ml.
- บ่อน้ำล้าง 2 : เป็นการล้างคราบน้ำยาที่ตกค้างอยู่จากการล้างของบ่อน้ำล้าง 1 ด้วยระบบสเปร์ยแรงฉีด สเปร์ย = 0.5-0.6 Bar ใช้เวลาในการล้าง 1.05-1.26 นาที ค่าปนเปื้อน ≤ 2 ml. จะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำล้างเมื่อมีค่าการปนเปื้อนมากกว่า 2 ml.
- บ่อปรับสภาพผิว : เป็นการปรับสภาพผิวชิ้นงานให้เป็นกลาง เพื่อเตรียมเข้าห้องปรับสภาพผิวด้วยการล้างแบบสเปร์ย จะใช้น้ำยา SURFFINE 5N-5 แรงดันสเปร์ย = 0.4-0.5 Bar ความเข้มข้นของเคมีเท่ากับ 1.5-3.5 ml ค่า pH อยู่ในช่วง 8.0 - 9.5
- บ่อเคลือบผิวฟอสเฟต : เป็นการเคลือบผิวชิ้นงานเพื่อช่วยในการยึดเกาะของสีกับชิ้นงาน บ่อเคลือบผิวฟอสเฟตด้วยการล้างแบบสเปร์ยจะใช้น้ำยาเคมี SURFDINE # 164,

PRIMER # 40, TONER # 30 ความเข้มข้นของน้ำยา T.A. = 13 - 17 ml. F.A. = 0.3 - 0.7 ml. T.V. = 1.0-2.0 ml. อุณหภูมิของน้ำ เท่ากับ 40-60°C แรงดันสเปร์ย์ 0.6-0.8 Bar เวลาในการล้าง 3.0 - 3.6 นาที

- บ่อน้ำล้าง 3 : เป็นการล้างคราบน้ำยาที่ติดมากับชิ้นงาน ล้างด้วยระบบสเปร์ย์ ใช้แรงดัน สเปร์ย์เท่ากับ 0.5-0.7 Bar เวลาที่ใช้ในการล้าง 0.75-0.90 นาที ค่าการปนเปื้อน ≤ 5 ml.
- บ่อน้ำล้าง 4 : เป็นการล้างคราบน้ำยาให้สะอาดยิ่งขึ้น ล้างด้วยระบบสเปร์ย์ ใช้แรงดันสเปร์ย์ 0.5-0.7 Bar เวลาในการล้าง 0.75 -0.90 นาที ค่าปนเปื้อนน้ำยาเคมี ≤ 2 ml.
- บ่อน้ำล้าง DI : เป็นการล้างน้ำด้วยน้ำสะอาดบริสุทธิ์ ห้องล้างด้วยระบบสเปร์ย์ ด้วยแรงดัน สเปร์ย์ 0.5-1.0 Bar เวลาในการล้าง 0.25-0.30 นาที น้ำไหลล้นตลอดเวลา ควบคุมค่า Conductivity ของน้ำไม่น้อยกว่า 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- บ่อน้ำล้าง DI ร้อน : เป็นการล้างชิ้นงานให้สะอาดชิ้นงาน ห้องล้างน้ำ DI ร้อน ด้วยระบบ สเปร์ย์ อุณหภูมิ 45-60°C แรงดันสเปร์ย์ 0.5-1.0 Bar เวลาในการล้าง 0.25-0.30 นาที การใช้ความร้อนเข้าช่วยในการระเหยของน้ำที่เกาะกับชิ้นงานให้เร็วขึ้น

2. ขั้นตอนการพ่น - อบสี

- การเป่าลม : เป็นการขจัดน้ำออกจากชิ้นงาน
- อบชิ้นงาน : ระบบลมร้อน (Hot air) เพื่อให้ชิ้นงานแห้งด้วยอุณหภูมิ 115 °C -125 °C ระยะเวลาในการอบใช้เวลา 31.3-37.6 นาที
- การตรวจสอบคุณภาพเคลือบผิวและการอบแห้ง : ตรวจสอบชิ้นงานรายการที่ใช้เคมี ดังนี้ สนิม, น้ำขัง, การเคลือบออกสีเทาตลอดชิ้นงาน, ไม่มีน้ำมัน, ไม่มีคราบน้ำ
- การใส่ Cap : เป็นขั้นตอนในข้อตกลงกับลูกค้าในกรณีที่ไม่ต้องการให้จุดต่าง ๆ ของชิ้นงานมีสีติด ฉะนั้นในการใส่ Cap ต้องใส่ให้ครบทุกจุดและทุกชิ้นงานที่ระบุและการใส่ต้องไม่ผิดพลาด
- การพ่นสี 1 (Under coat): การพ่นสี ต้องพ่นให้ทั่วชิ้นงาน พ่นเก็บจุดอับของชิ้นงาน รวมถึงความหนาของสีที่พ่นชิ้นงานต้องได้มาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยแรงลมของปืนพ่นสีประมาณ 4.0-6.0 Bar แรงดันสี 1.0-2.0 Bar และในการพ่นสีเป็นการใช้กระแสแรงคลื่นไฟฟ้า 30-35 μA

- ห้องพักสี : ใช้เวลาประมาณ 23-28 นาที เพื่อให้สีที่พ่นระเหยและแห้ง
- ห้องพ่นสี 2 (Top coat) : เป็นการพ่นเก็บรายละเอียด การเคลือบเงาของสีบนชิ้นงาน ใช้แรงพ่นสี 4.0-6.0 Bar แรงดันสี 1.0-2.0 Bar และใช้กระแสแรงเคลื่อนไฟฟ้า 30-35 μ A
- ห้องพักสี 2 : เพื่อให้สีแห้ง ก่อนผ่านเข้าห้องอบ
- การอบสี : เพื่อให้สีที่พ่นติดกับชิ้นงานแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 150^oC - 160^oC ระยะเวลาในการอบ 33-40 นาที

3. ขั้นตอนการตรวจสอบหลังอบสี

- การตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานเบื้องต้น : เช่น สีข้อย, สีบาง, ฟองอากาศ, เม็ดฝุ่น, และสีที่พ่นออกมาแล้วต้องเหมือนต้นแบบ ส่วนชิ้นงานที่เสียแล้วไม่สามารถแก้ไขได้ก็จะต้องส่งกลับไปให้ลูกค้า ส่วนชิ้นงานใดที่สามารแก้ไขได้ก็จะต้องส่งไปขัดซ่อมสี
- การตรวจสอบขั้นสุดท้าย : ตรวจสอบความแข็งของสี, ความหนาของสี, Tone สี, การยึดเกาะ
- การบรรจุ (Packing) : ในการบรรจุชิ้นงานก็จะต้องมีการบรรจุตามจำนวน แยกรุ่น รวมถึงการติด Tag แสดงสถานะชิ้นงาน
- การจัดเก็บ (Stock) : ก็จะมีการแยกชิ้นงานแต่ละ Maker เรียงลำดับก่อนหลังการผลิต
- การจัดส่ง : จะมีการตรวจสอบจำนวนตามบิลการจัดส่ง รวมถึงการส่งให้ทันเวลาตาม Maker กำหนด

ตารางที่ 1.1 ค่าควบคุมต่าง ๆ ในขั้นตอนการล้าง-เคลือบฟอสเฟตชิ้นงานเหล็ก

ลำดับ	ขั้นตอน	ค่าควบคุม					ระยะเวลาการเปลี่ยนถ่าย
		ความเข้มข้นเคมี	ค่าปนเปื้อน	แรงดันสเปรย์(kg/cm ²)	เวลาในการล้าง (min)	อุณหภูมิ (°C)	
1.	ล้างน้ำร้อน	pH > 8	-	0.5-0.7	0.25-0.30	40-60	ทุกวัน
2.	ล้างไขมัน 1	Tall : 25-30 ml.	-	0.5-0.7	1.00-1.20	40-60	ทุก 3เดือน/ครั้ง
3.	ล้างไขมัน 2	20-25 ml.	-	0.5-0.7	2.00-2.40	40-60	ทุก 3เดือน/ครั้ง
4.	ล้างน้ำ 1	Tall ≤ 7 ml	-	0.5-0.6	1.05-1.26	<45	ทุกวัน
5.	ล้างน้ำ 2	Tall ≤ 2 ml	-	0.5-0.6	1.05-1.26	<45	ทุกวัน
6.	ปรับสภาพผิว	Tall :1.5-3.5 ml pH : 8.0-9.5	-	0.4-0.5	0.75-0.9	RT	ทุกวัน
7/1.	เคลือบ ฟอสเฟต	T.A. : 13-17 F.A. : 0.3-0.7 T.V. : 1.0-2.0	-	0.6-0.8	0.60-0.80	45-55	ทุก 2 สัปดาห์ ล้างตะกอน ฟอสเฟต
7/2	เคลือบ ฟอสเฟต	T.A. : 13-17 F.A. : 0.3-0.7 T.V. : 1.0-2.0	-	0.6-0.8	0.60-0.80	45-55	ทุก 2 วัน/ครั้ง
8.	ล้างน้ำ 3	Tall ≤ 5 ml	-	0.5-0.7	0.50-0.70	45-55	ทุก 2 วัน/ครั้ง
9.	ล้างน้ำ 4	T.A.I ≤ 2 ml	-	0.5-0.7	0.50-0.70	<45	ทุก 2 วัน/ครั้ง
10.	ล้างน้ำ DI	-	Conductivity <100	0.5-1.0	0.25-0.30	RT	ทุก 2 วัน/ครั้ง
11.	ล้างน้ำ DI ร้อน	-	Conductivity <100	0.5-1.0	0.25-0.30	40-60	ทุก 2 วัน/ครั้ง

ที่มา : จากข้อมูลกระบวนการล้างชิ้นงานเหล็กด้วยวิธีการพ่นสี

=====
ตารางที่ 1.2 ปริมาณน้ำแต่ละกระบวนการในขั้นตอนการล้าง-เคลือบฟอสเฟตชิ้นงานเหล็ก

ลำดับที่	กระบวนการ	ขนาดบ่อล้าง (cm) กxยxส	ระดับน้ำ (cm)	ปริมาณน้ำ สุทธิ (L)	ลักษณะของน้ำ
1	ล้างน้ำร้อน	122x200x106	71	1,733	น้ำประปา
2	ล้างไขมัน1	180x200x106	58	2,088	น้ำประปา
3	ล้างไขมัน2	180x200x106	58	2,088	น้ำประปา
4	ล้างน้ำ 1	122x200x106	68	2,001	น้ำประปา
5	ล้างน้ำ 2	122x 200x106	73	1,781	น้ำประปา
6	ปรับสภาพผิว	122x200x106	43	1,049	น้ำ RO
7/1	เคลือบซิงค์ฟอสเฟต	180x200x106	54	1,944	น้ำ RO
7/2	เคลือบซิงค์ฟอสเฟต	180x200x106	54	1,944	น้ำ RO
8	ล้างน้ำ 3	122x200x106	55	1,342	น้ำ RO
9	ล้างน้ำ 4	122x200x106	63	1,537	น้ำ RO
10	ล้างน้ำ DI	60x200x106	68	816	น้ำ RO
11	ล้างน้ำ DI ร้อน	122x200x106	73	1,781	น้ำ RO

ที่มา : จากข้อมูลกระบวนการล้างชิ้นงานเหล็กด้วยวิธีการพ่นสี

1.5.2 กระบวนการผลิตชิ้นงานอลูมิเนียมด้วยการพ่นสี

1. ขั้นตอนการล้าง-เคลือบ Non-chrome

- บ่อน้ำล้างร้อน : เป็นการทำให้คราบไขมันและสิ่งสกปรกที่เกาะอยู่ที่ผิวชิ้นงานอ่อนตัว ควบคุม อุณหภูมิที่ใช้ 50-60 °C, ใช้เวลาในการล้าง 1-3 นาที, แรงดันสเปรย์ 0.8-1.2 kg/cm²
- บ่อน้ำล้างไขมัน 1 : ด้วยระบบสเปรย์ อุณหภูมิที่ใช้ 50-60 °C, ความเข้มข้นของสารเคมี 25-30 ml, แรงดันสเปรย์ 0.8-1.2 kg/cm², ใช้เวลาในการล้าง 1-3 นาที การเปลี่ยนถ่าย ค่า Oil content > 4000 mg/L
- บ่อน้ำล้างไขมัน 2 : ด้วยระบบสเปรย์ อุณหภูมิที่ใช้ 50-60 °C, ความเข้มข้นของสารเคมี 25-30 ml, แรงดันสเปรย์ 0.8-1.2 kg/cm², ใช้เวลาในการล้าง 1-3 นาที การเปลี่ยนถ่าย ค่า Oil content > 4000 mg/L
- บ่อน้ำล้าง 1 : ใช้น้ำประปาล้างชิ้นงานให้สะอาด โดยให้น้ำไหลตลอดเวลา มีการควบคุม การใช้แรงดันสเปรย์ 0.8-1.2 Kg/cm², T.AI < 0.7 ml, เวลาในการล้าง 0.5-1.0 นาที ระยะเปลี่ยนถ่าย T.AI > 0.7 ml
- บ่อน้ำล้าง 2 : เพื่อล้างคราบน้ำยาที่ติดอยู่กับชิ้นงานออกให้หมด มีการควบคุม แรงดันสเปรย์ 0.8-1.2 kg/cm², ค่าปนเปื้อน < 0.2 ml, เวลาในการล้าง 0.5-1.0 นาที ระยะเปลี่ยนถ่าย T.AI > 0.2 ml
- Dioxide : เพื่อขจัดสิ่งสกปรกที่เกาะแน่นบนผิวชิ้นงานออก ควบคุมความเข้มข้นสารเคมี 15 – 20 ml. แรงดันสเปรย์ 0.8 – 1.2 kg/cm², เวลาในการล้าง 2 – 3 นาที
- บ่อน้ำล้าง 4 : เพื่อล้างน้ำยาที่เกาะอยู่ที่ผิวชิ้นงานออกให้หมดโดย ควบคุมค่า ปนเปื้อน ≤ 2.0 ml., เวลาในการล้าง 0.5-1.0 นาที, แรงดันสเปรย์ = 0.8 – 1.2 kg/cm²
- บ่อน้ำล้าง 5 : เพื่อล้างน้ำยาที่เกาะอยู่ที่ผิวชิ้นงานออกให้หมดโดย ควบคุมค่า ปนเปื้อน ≤ 2.0 ml., เวลาในการล้าง 0.5-1.0 นาที, แรงดันสเปรย์ = 0.8 – 1.2 kg/cm²
- การล้างเคลือบ Non-chrome : มีค่าควบคุมดังนี้ RP Titration = 6.0 – 9.0 ml, A-RP Titration = 1.4 – 3.0, pH 3.6 – 3.9, Conductivity 1500 – 2300 μS / cm, อุณหภูมิ 40 -45 °C, แรงดันสเปรย์ 0.6 – 0.9 kg/cm², ระยะเปลี่ยนถ่าย 6 เดือน / ครั้ง
- บ่อน้ำล้าง 6 : เป็นการล้างคราบน้ำยาเคมี ที่ติดอยู่กับชิ้นงานสเปรย์ = 0.8 – 1.2 kg/cm², ควบคุมค่า ปนเปื้อน ≤ 0.3 ml.
- บ่อน้ำล้าง 7 : เพื่อล้างน้ำยาที่ตกค้างอยู่ที่ผิวชิ้นงานออก โดยมีการใช้ แรงดันสเปรย์

= 0.8 – 1.2 kg/cm², ควบคุมค่า ปนเปื้อน ≤ 0.2,

- ป้อนน้ำล้าง 8 : ใช้แรงดันสเปิร์ย = 0.8 – 1.2 kg/cm², ควบคุมค่า Conductivity < 200 μS/cm, เวลาในการล้าง 0.5 – 1.0 นาที ระยะเวลาเปลี่ยนถ่าย Conductivity > 200 μS/cm

2. ขั้นตอนการพ่น - ออบสี

- การเป่าลม : เป็นการขจัดน้ำออกจากชิ้นงาน
- อบชิ้นงาน : ระบบลมร้อน (Hot air) เพื่อให้ชิ้นงานแห้งด้วยอุณหภูมิ 115 °C -125 °C ระยะเวลาในการอบใช้เวลา 31.3-37.6 นาที
- การตรวจสอบคุณภาพเคลือบผิวและการอบแห้ง : ตรวจสอบชิ้นงานรายการที่เช็คมี ดังนี้ สนิม, น้ำขัง, การเคลือบออกสีเทาตลอดชิ้นงาน, ไม่มีน้ำมัน, ไม่มีคราบน้ำ
- การใส่ Cap : เป็นขั้นตอนในข้อตกลงกับลูกค้าในกรณีที่ไม่ต้องการให้จุดต่าง ๆ ของชิ้นงานมีสีติด ฉะนั้นในการใส่ Cap ต้องใส่ให้ครบทุกจุดและทุกชิ้นงานที่ระบุและการใส่ต้องไม่ผิดรุ่น
- การพ่นสี 1 (Under coat) : การพ่นสี ต้องพ่นให้ทั่วชิ้นงาน พ่นเก็บจุดอับของชิ้นงาน รวมถึงความหนาของสีที่พ่นชิ้นงานต้องได้มาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยแรงลมของปืนพ่นสีประมาณ 4.0-6.0 Bar แรงดันสี 1.0-2.0 Bar และในการพ่นสีเป็นการใช้กระแสแรงคลื่นไฟฟ้า 30-35 μA
- ห้องพักสี : ใช้เวลาประมาณ 23-28 นาที เพื่อให้สีที่พ่นระเหยและแห้ง
- ห้องพ่นสี 2 (Top coat) : เป็นการพ่นเก็บรายละเอียด การเคลือบเงาของสีบนชิ้นงาน ใช้แรงปืนพ่นสี 4.0-6.0 Bar แรงดันสี 1.0-2.0 Bar และใช้กระแสแรงคลื่นไฟฟ้า 30-35 μA
- ห้องพักสี 2 : เพื่อให้สีแห้ง ก่อนผ่านเข้าห้องอบ
- การอบสี : เพื่อให้สีที่พ่นติดกับชิ้นงานแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 150 °C - 160 °C ระยะเวลาในการอบ 33-40 นาที

3. ขั้นตอนการตรวจสอบหลังอบสี

- การเก็บออก : เมื่อผ่านการอบสีแล้ว จะเก็บชิ้นงานออกจากจี้ก แล้วติด Tag ชี้บ่งสถานะของชิ้นงาน ระบุวันที่ผลิต รุ่น, Lot, จำนวน, เวลาเก็บชิ้นงานออก
- ตรวจสอบคุณภาพลักษณะภายนอก : ต้องมีการเช็คเรื่องสีบาง, สีย้อย, สีไม่แห้ง, สีเป็นเม็ดฝุ่นสีเป็นฟองอากาศ, สีไม่เหมือนชิ้นงานมีรอยตำหนิหรือไม่ ถ้าชิ้นงานมีข้อบกพร่องต้องมีการคัดแยกออกเพื่อนำไปแก้ไข
- การตรวจเช็คคุณภาพเพื่อประกันคุณภาพชิ้นงาน : ด้วยใช้วิธีการสุ่มเช็คในส่วนของความหนา ความแข็ง การยึดเกาะในจุดต่างๆ และสภาพทั่วไปของผิวสี เมื่อชิ้นงานที่ผ่านการการตรวจเช็คคุณภาพเพื่อประกันคุณภาพชิ้นงาน
- การบรรจุ (Packing) : เมื่อบรรจุเรียบร้อยแล้วต้องมีการติด Tag แล้วส่งมอบให้ลูกค้า

ตารางที่ 1.3 ค่าควบคุมต่าง ๆ ในขั้นตอนการล้าง-เคลือบฟอสเฟตชิ้นงานอลูมิเนียม

ลำดับ	ขั้นตอน	ค่าควบคุม					
		ความเข้มข้นเคมี	ค่า pH	แรงดันสเปร์ย์(kg/cm ²)	เวลาในการล้าง (min)	อุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลาเปลี่ยนถ่าย
1.	ล้างน้ำร้อน		-	0.8-1.2	1.0-3.0	50-60	ทุกวัน
2.	ล้างไขมัน 1	T.AI : 25-30 ml.	-	0.8-1.2	1.0-3.0	50-60	Oil Content > 4000 mg/L
3.	ล้างไขมัน 2	T.AI : 25-30 ml.	-	0.8-1.2	1.0-3.0	50-60	Oil Content > 4000 mg/L
4.	ล้างน้ำ 1	T.AI < 0.7 ml	-	0.8-1.2	0.5-1.0	RT	F.AI > 0.7 ml
5.	ล้างน้ำ 2	T.AI < 0.2 ml	-	0.8-1.2	0.5-1.0	RT	F.AI > 0.2 ml
6.	Deoxide	F.A : 15-20 ml	-	0.8-1.2	2.0-3.0	RT	3 เดือน / ครั้ง
7.	ล้างน้ำ 3	F.A : < 0.2 ml	-	0.8-1.2	0.5-1.0	RT	F.AI > 2.0 ml
8.	ล้างน้ำ 4	F.A : < 0.2 ml	-	0.8-1.2	0.5-1.0	RT	F.AI > 2.0 ml
9.	ล้างน้ำ 5	-	Conductivity < 200 µs/cm	0.8-1.2	0.5-1.0	RT	EC > 200 µs/cm
10.	Non-chrome	-	-	0.6 – 0.9	0.5-1.0	40-45	6 เดือน
11.	ล้างน้ำ 6	F.A < 0.3 ml		0.8 – 1.2	0.5-1.0	RT	F.A > 0.3 ml
12.	ล้างน้ำ 7	F.A < 0.2 ml		0.8 – 1.2	0.5-1.0	RT	F.A > 0.2 ml
13.	ล้างน้ำ 8	-	Conductivity < 20 µs/cm	0.8 – 1.2	0.5-1.0	RT	EC > 20 µs/cm

ที่มา : จากข้อมูลกระบวนการล้างชิ้นงานอลูมิเนียมด้วยวิธีการพ่นสี

=====
ตารางที่ 1.4 ปริมาณน้ำแต่ละกระบวนการในขั้นตอนการล้าง-เคลือบ Non - chrome
ชิ้นงานอลูมิเนียม

ลำดับที่	กระบวนการ	ขนาดบ่อล้าง (cm) กxยxส	ระดับน้ำ (cm)	ปริมาตรน้ำสุทธิ (L)
1	ล้างน้ำร้อน	150x193x102	2,754	น้ำประปา
2	ล้างไขมัน1	180x180x102	3,305	น้ำประปา
3	ล้างไขมัน2	180x180x102	3,305	น้ำประปา
4	ล้างน้ำ 1	80x180x120	1,469	น้ำประปา
5	ล้างน้ำ 2	80x180x120	1,469	น้ำประปา
6	Deoxide	150x180x102	3,754	น้ำ DI
7	ล้างน้ำ 3	80x180x102	1,469	น้ำ RO หรือ น้ำDI
8	ล้างน้ำ 4	80x180x102	1,469	น้ำ RO หรือ น้ำDI
9	ล้างน้ำ 5	80x180x102	1,469	น้ำDI
10	Non - chrome	150x180x102	2,754	น้ำDI
11	ล้างน้ำ 6	80x180x102	1,469	น้ำDI
12	ล้างน้ำ 7	80x180x102	1,469	น้ำDI
13	ล้างน้ำ 8	80x180x102	1,469	น้ำDI

ที่มา : จากข้อมูลกระบวนการล้างชิ้นงานอลูมิเนียมด้วยวิธีการพ่นสี

1.5.3 กระบวนการผลิตชิ้นงานเหล็กด้วยการชุบสี

1. ขั้นตอนล้าง – เคลือบฟอสเฟต

- ปอล้างน้ำร้อน : เป็นการล้างสิ่งสกปรก ที่ติดอยู่กับชิ้นงานออก ที่อุณหภูมิ 50-60°C ด้วยแรงดันสเปร์ย์ 0.8-1.0 kg/cm²
- ปอล้างไขมัน 1 : เป็นการล้างคราบน้ำมันที่ติดมากับชิ้นงานออก ที่อุณหภูมิ 50-60°C ด้วยแรงดันสเปร์ย์ 0.8-1.0 kg/cm², ความเข้มข้นของสารเคมี 10-15 ml, ค่า Oil content < 4000 ppm.
- ปอล้างไขมัน 2 : เป็นการล้างพวกสิ่งสกปรก รวมทั้งคราบน้ำมันที่หลงเหลืออยู่ที่ผิวของชิ้นงานออก ที่อุณหภูมิ 50-60°C ด้วยแรงดันสเปร์ย์ 0.8-1.0 kg/cm², ความเข้มข้นของสารเคมี 10-15 ml. ค่า Oil content < 4000 ppm.
- ปอน้ำล้าง 1 : เพื่อให้ น้ำยาที่ติดมากับชิ้นงานออก ในขั้นตอนจะมีการควบคุม แรงดันสเปร์ย์ 0.8-1.0 kg/cm², ความเข้มข้นของสารเคมี ≤ 7 ml.
- ปอน้ำล้าง 2 : เป็นการล้างคราบ น้ำยาที่หลงเหลืออยู่ ออก มีการควบคุม แรงดันสเปร์ย์ 0.8-1.0 kg/cm², ความเข้มข้นของสารเคมี ≤ 5 ml. , ค่าปนเปื้อน > 5 ml.
- ปอน้ำล้าง 3 : เป็นการล้างคราบ น้ำยาที่หลงเหลืออยู่ ออก มีการควบคุม แรงดันสเปร์ย์ 0.8-1.0 kg/cm², ความเข้มข้นของสารเคมี < 3 ml. , ค่าปนเปื้อน > 3 ml.
- ปอน้ำล้าง 4 : เป็นการล้างน้ำ เพื่อต้องการให้ชิ้นงานไม่เหลือพวกคราบ น้ำมันอยู่ ควบคุมแรงดันสเปร์ย์ 0.8-1.0 kg/cm², ความเข้มข้นของสารเคมี < 2 ml, ค่าปนเปื้อน > 2 ml.
- ปอปรับสภาพผิว : การปรับสภาพผิวชิ้นงานก่อนการชุบสี มีการเติม SURFINE 5N-10, ควบคุมแรงดันสเปร์ย์ 0.6-0.8 kg/cm², pH 7.5-9.0 , ความเข้มข้นของสารเคมี 1.5-3.0 ml, ค่าปนเปื้อน > 2 ml.
- ปอเคลือบฟอสเฟต : เป็นการเคลือบผิวชิ้นงานเพื่อช่วยในการยึดเกาะของสี ความเข้มข้นของสารเคมี ค่า F.A. (0.4-0.6) ml, ค่า T.A.(18-25) ml, T.V.(2.0-3.0) ml.
- ปอน้ำล้าง 5 : เป็นการล้างคราบ น้ำยาออก เพราะถ้าล้างคราบ น้ำยาออกไม่หมด หรือไม่สะอาด จะทำให้หลังชุบจะพองลอกได้ การควบคุมความเข้มข้น น้ำยา < 5 ml. แรงดันสเปร์ย์ 0.2-0.4 kg/cm²
- ปอน้ำล้าง 6 : เป็นการล้าง น้ำยาออกอีกครั้ง โดยควบคุมความเข้มข้น น้ำยาที่ < 5 ml แรงดันสเปร์ย์ 0.2-0.4 kg/cm²

- บ่อน้ำล้าง DI : ในขั้นตอนนี้ใช้แรงดันสเปร์ย์ = $0.2-0.4 \text{ kg/m}^2$, ค่า Conductivity > 50

2. ขั้นตอนการชุบ – อบสี

- การชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า : เป็นการจุ่มชิ้นงานที่ต้องการลงในสีที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายและฟิล์มสีจะเคลือบชิ้นงานโดยการใช้กระแสตรง (DC) ในบ่อชุบสีจะมีการหมุนเวียนของสี ค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity) 400 -600, pH 5.9-6.3, ความเร็วโรตารี 1000- 1400 rpm., อุณหภูมิจะอยู่ที่ $15 - 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- บ่อน้ำล้าง UF1 : เป็นการล้างสีที่ไม่เกาะชิ้นงานออก ด้วยแรงดันสเปร์ย์ $0.2-0.3 \text{ kg/cm}^2$ ควบคุมอุณหภูมิและแรงดัน ถ้าอุณหภูมิสูงจะทำให้ตัวทำละลายระเหย ถ้าแรงดันมากเกินไปจะทำให้ละอองน้ำจับตัวกับอากาศแล้วเกิดฟองในถัง
- บ่อน้ำล้าง UF2 : เป็นการล้างพวกสีที่หลงเหลืออยู่ออกจากชิ้นงานที่ผ่านการชุบสี ด้วยแรงดันสเปร์ย์ $0.2-0.3 \text{ kg/cm}^2$
- บ่อน้ำล้าง DI : เป็นการล้างทำความสะอาดชิ้นงานก่อนทำการอบสี กำหนดให้ แรงดันสเปร์ย์ $0.2-0.4 \text{ kg/cm}^2$, pH 5.5-7.0, ค่า Conductivity < $50 \text{ } \mu\text{s/cm}$
- อบสี : เพื่อให้สีที่ติดกับชิ้นงานแห้ง โดยมีการใช้อุณหภูมิในการอบสี $180 - 190 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ใช้เวลาในการอบ 45 นาที

3. ขั้นตอนการตรวจสอบหลังอบสี

- การเก็บชิ้นงานออก : แล้วถอด Masking ออกจากชิ้นงาน
- การตรวจสอบชิ้นงาน : ว่าชิ้นงานบกพร่องหรือไม่ การตรวจสอบก็จะมีดังนี้ สีขี้ขุย, สีบาง, ฟองอากาศ, เม็ดฝุ่น เป็นต้น
- การบรรจุ (Packing) : ในการบรรจุชิ้นงานก็จะต้องมีการบรรจุตามจำนวน แยกกรู่น รวมถึงการติด Tag แสดงสถานะชิ้นงาน แล้วส่งมอบให้กับ ลูกค้า

ตารางที่ 1.5 ค่าควบคุมต่าง ๆ ในขั้นตอนการล้าง-เคลือบฟอสเฟตชิ้นงานเหล็กด้วยการชุบสีด้วย
กระแสไฟฟ้า

ลำดับ ↑	ขั้นตอน ↑	ค่าควบคุม →					
		ความเข้มข้นเคมี	ค่าปนเปื้อน ↑	แรงดันสเปร์ย (kg/cm ²)	เวลาในการล้าง (min)	อุณหภูมิ (°C) ↑	ระยะเวลาการเปลี่ยนถ่าย
1.	ล้างน้ำร้อน		-	0.8-1.0	1.0-2.0	50-60	1 ครั้ง / วัน
2.	ล้างไขมัน 1 แบบสเปร์ย	F.AI : 10-15 ml	-	0.8-1.0	1.0-2.0	50-60	Oil content: >4,000 mg/L
3.	ล้างไขมัน 2 แบบสเปร์ย	F.AI : 10-15 ml	-	0.8-1.0	1.0-2.0	RT	Oil content: >4,000 mg/L
4.	ล้างน้ำ 1	F.AI: ≤7 ml	-	0.8-1.0	1.0-2.0	RT	F.AI: >7 ml
5.	ล้างน้ำ 2	F.AI: ≤5 ml	-	0.8-1.0	1.0-2.0		F.AI: >2 ml
6.	ล้างน้ำ 3	F.AI: ≤3 ml	-	0.8-1.0	0.5-1.0	RT	F.AI: >2 ml
7.	ล้างน้ำ 4	F.AI: ≤2 ml		0.8-1.0	0.5-1.0	RT	F.AI: >2 ml
8.	ปรับสภาพผิว	F.AI: 1.5-3.0 ml	-	0.6-0.8	0.5-1.0	RT	1 อาทิตย์ต่อครั้ง
9.	เคลือบฟอสเฟต	T.A : 18-25 ml F.A : 0.4-0.6 ml T.V : 2.0-3.0 ml		0.6-0.9	1.0-2.0	40-45	ล้างตะกอนฟอสเฟตทิ้ง
10.	ล้างน้ำ 5	T.A: ≤5 ml	Conductivity <500	0.2-0.4	0.5-1.0	RT	T.A: >5 ml

ที่มา : จากข้อมูลกระบวนการล้างชิ้นงานเหล็กด้วยวิธีการชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า

=====
ตารางที่ 1.6 ปริมาตรของน้ำแต่ละกระบวนการในขั้นตอนการล้าง-เคลือบฟอสเฟตชุบชิ้นงานเหล็กด้วยกระแสไฟฟ้า

ลำดับที่	กระบวนการ	ขนาดบ่อล้าง (cm) กxยxส	ระดับน้ำ (cm)	ปริมาตรน้ำ สุทธิ (L)	ลักษณะของน้ำ
1.	ล้างน้ำร้อน	102 x140 x108	73	1,043	น้ำประปา
2.	ล้างไขมัน 1 แบบสเปรย์	-	-	1,934	น้ำประปา
3.	ล้างไขมัน 2 แบบสเปรย์	142x151x110	-	1,866	น้ำประปา
4.	ล้างน้ำ 1	-	-	2,359	น้ำประปา
5.	ล้างน้ำ 2	142x151x110	80	1,715	น้ำประปา
6.	ล้างน้ำ 3	90x141x108	75	952	น้ำประปา
7.	ล้างน้ำ 4	90x141x108	87	1,104	น้ำประปา
8.	ปรับสภาพผิว	90x141x108	-	1,371	น้ำประปา+น้ำDI
9.	เคลือบซิงค์ฟอสเฟต	140.5x210.5x112	87	2,573	น้ำDI
10.	ล้างน้ำ 5	90x141x108	65	825	น้ำDI
11.	ล้างน้ำ 6	90x141x108	73	926	น้ำDI
12.	ล้างน้ำ DI	90x141x108	87	1,104	น้ำDI
13.	ชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า	-	-	11,000	น้ำDI
14.	ล้างน้ำสี UF1	90x141x108	91	1,155	น้ำDI
15.	ล้างน้ำสี UF2	90x141x108	95	1,206	น้ำDI
16.	ล้างน้ำ DI	90x141x108	75	952	น้ำDI

ที่มา : จากข้อมูลกระบวนการล้างชิ้นงานเหล็กด้วยวิธีการชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า

=====

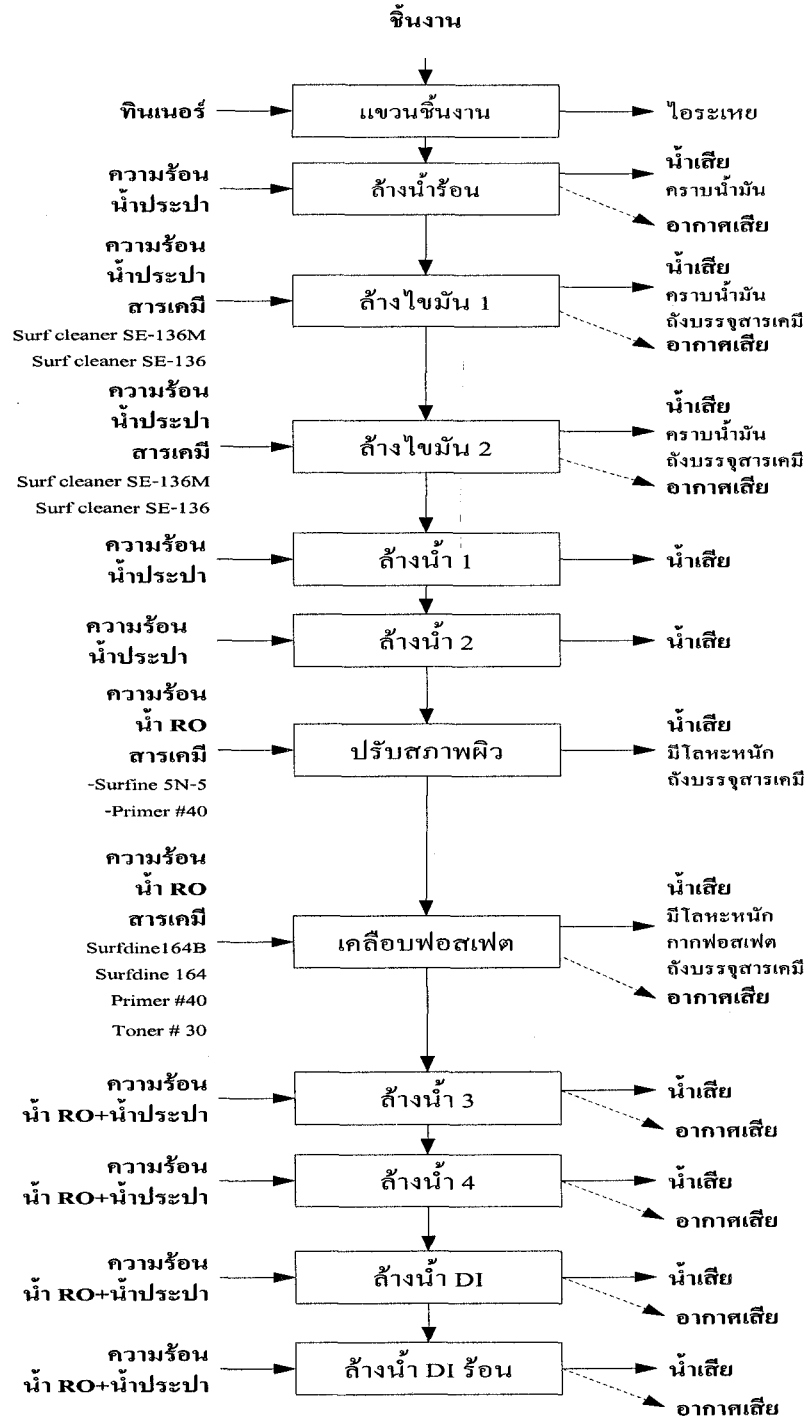
1.5.4 กระบวนการผลิตชิ้นงานเหล็กด้วยวิธีการ Press ชิ้นงาน

- เริ่มจากการรับชิ้นงานมา
- นำแผ่นเหล็กหรือม้วนเหล็กมาตัดออกให้พอดีตามขนาดของชิ้นงานเพื่อรอการปั๊มชิ้นงาน
- การ Press ชิ้นงาน ด้วยเครื่อง Press จะทำการ Press ชิ้นงานประเภทเหล็ก เครื่อง Press สามารถ Press ด้วยแรงที่สูงสุด 200 ตัน ซึ่งจะ Press ชิ้นงานออกมาเป็นรูปตามแบบที่กำหนด
- บรรจุชิ้นงานเข้ากล่องเพื่อรอการส่งมอบหรือเพื่อรอการผลิตในกระบวนการต่อไป เช่น การเชื่อม การพ่นหรือชุบสี

1.6 แหล่งกำเนิดของเสียในกระบวนการผลิต

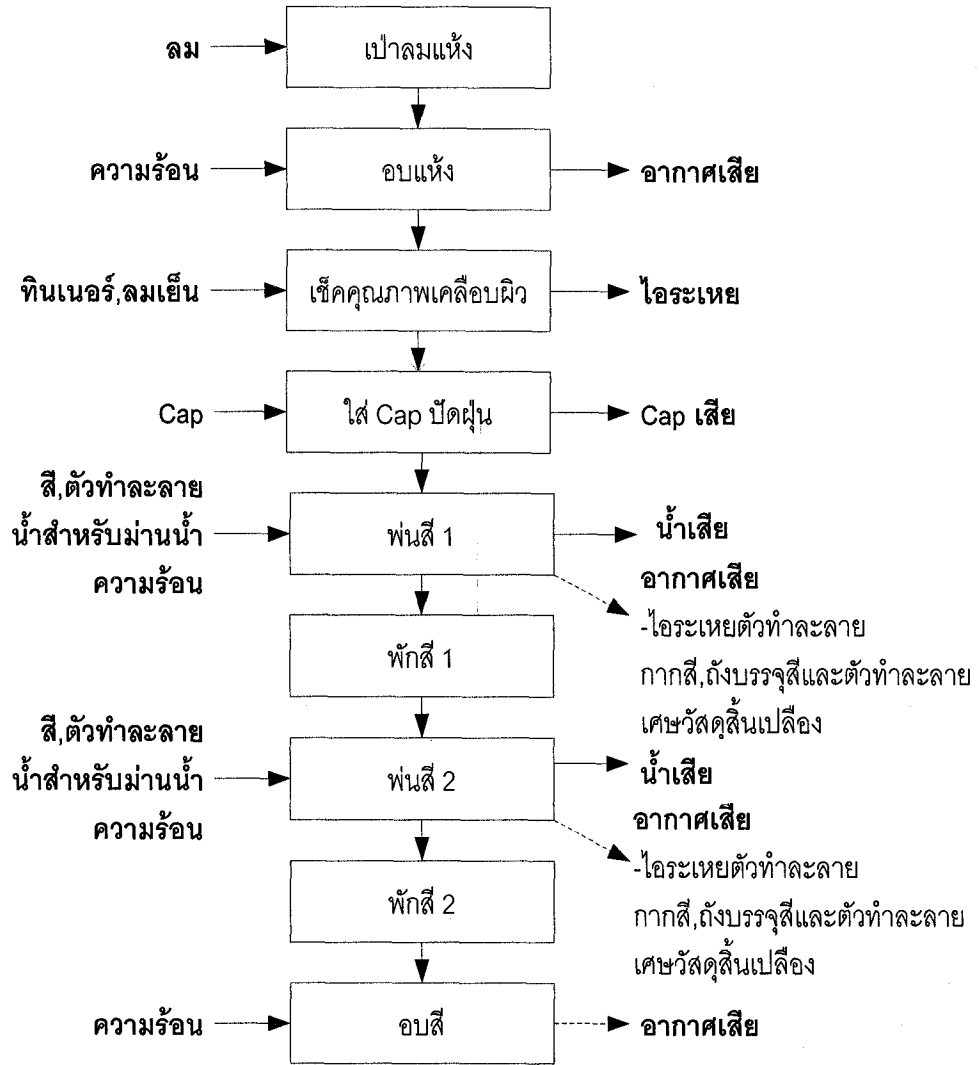
1.6.1 การตกแต่งผิวชิ้นงานเหล็กด้วยการพ่นสี แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ขั้นตอนการล้างเคลือบ-ฟอสเฟต จะเกิดของเสียออกมาในแต่ละขั้นตอนดังรูป 1.5



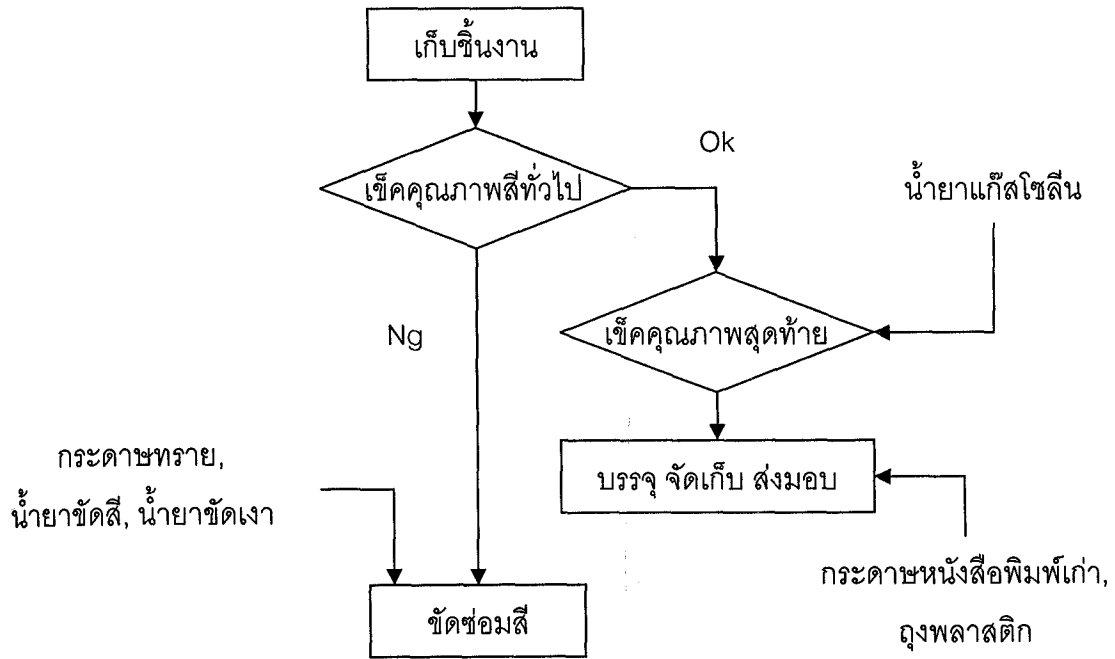
รูปที่ 1.6 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการล้าง-เคลือบผิวฟอสเฟต

2. ขั้นตอนการพ่น – อบสีจะเกิดของเสียออกมาในแต่ละขั้นตอนดังรูป 1.6



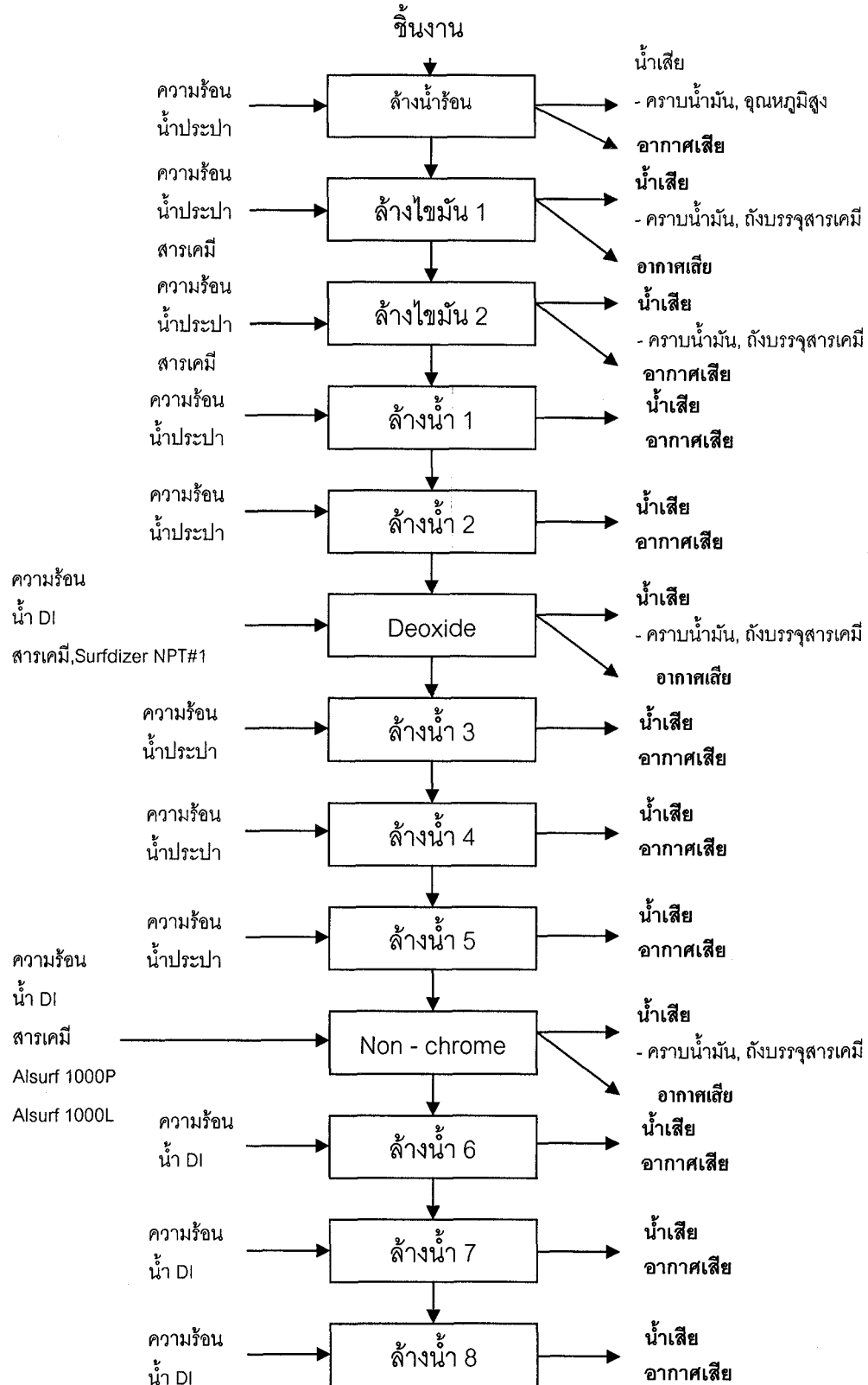
รูปที่ 1.7 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการพ่นสี

3. ขั้นตอนการตรวจสอบหลังอบสี จะเกิดของเสียออกมาในแต่ละขั้นตอนดังรูป 1.7



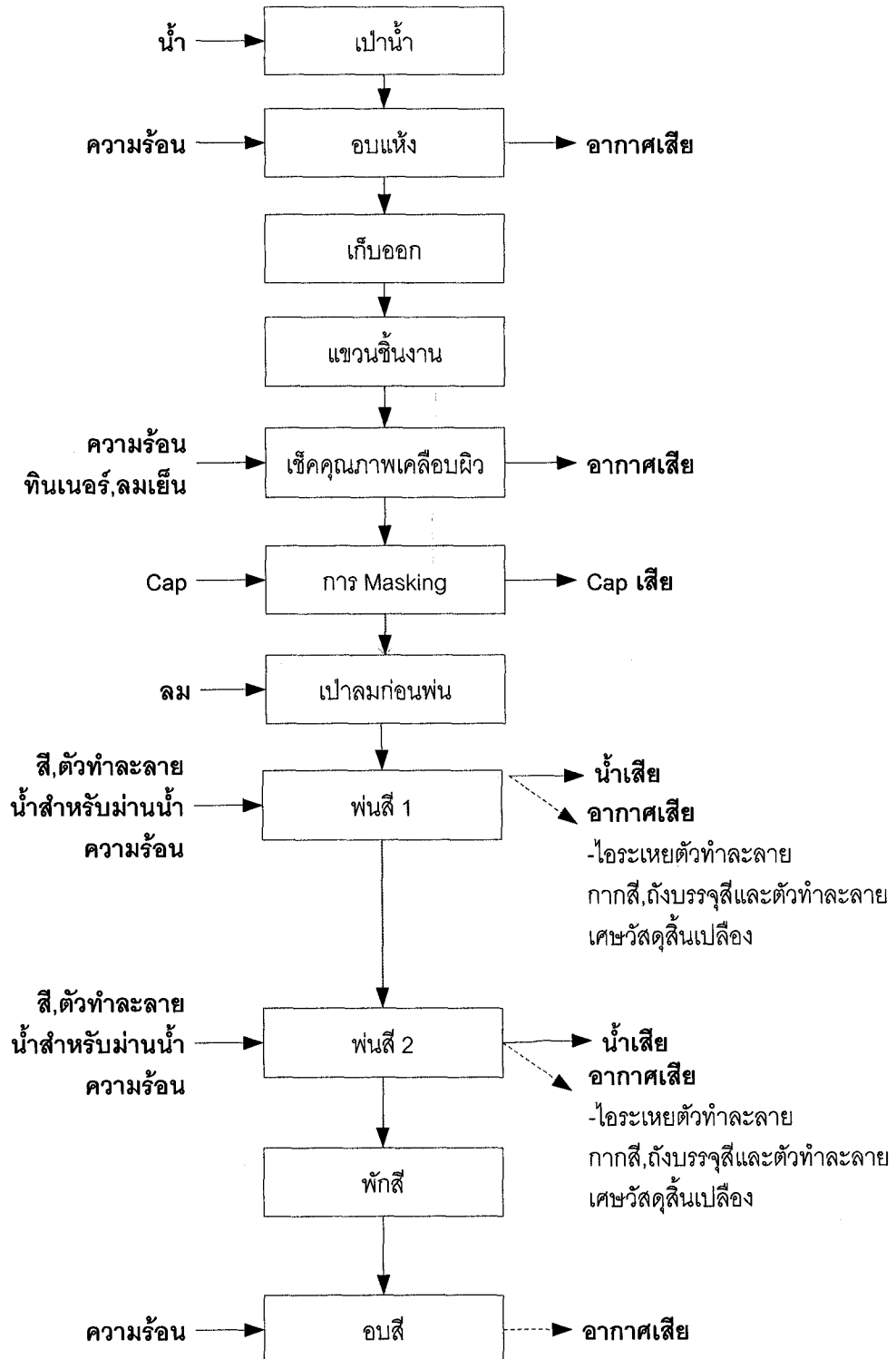
รูปที่ 1.8 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการตรวจสอบหลังการอบสี

1.6.2 การตกแต่งผิวชิ้นงานอลูมิเนียมด้วยการพ่นสี แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้



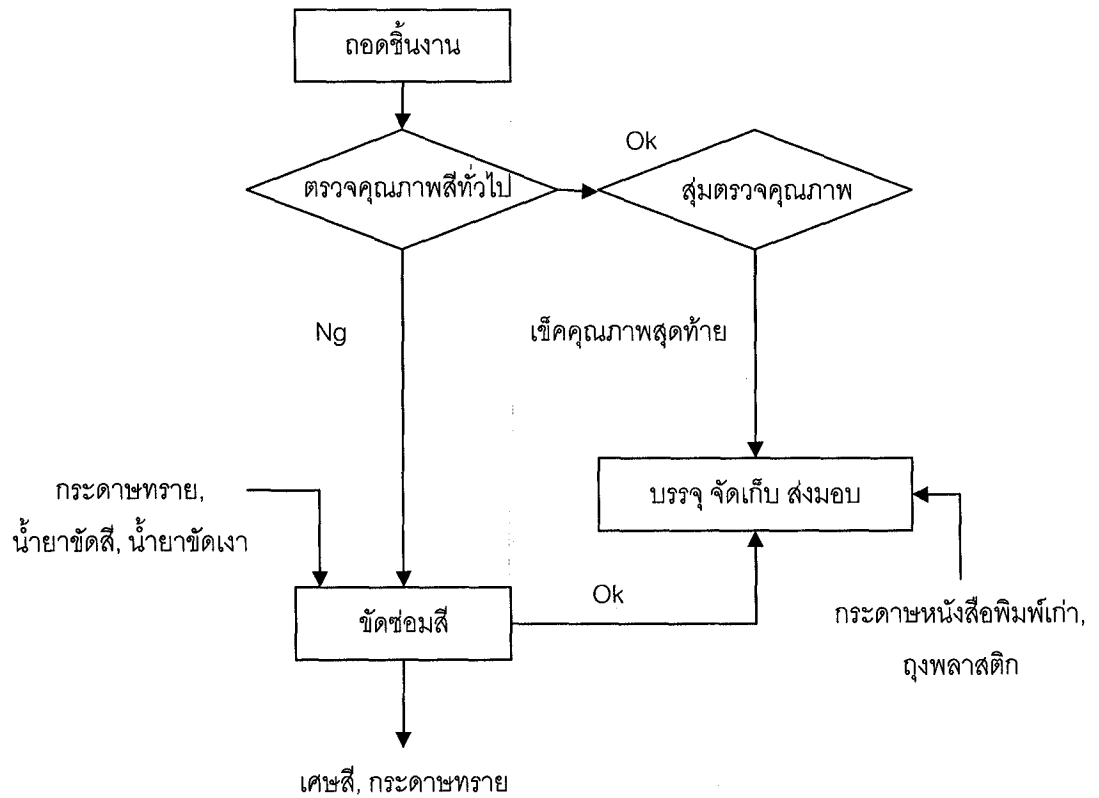
รูปที่ 1.9 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการล้าง-เคลือบ Non-chrome ชิ้นงานอลูมิเนียม

2. ขั้นตอนการพ่น - อบสี จะเกิดของเสียออกมาในแต่ละขั้นตอนดังรูป 1.9



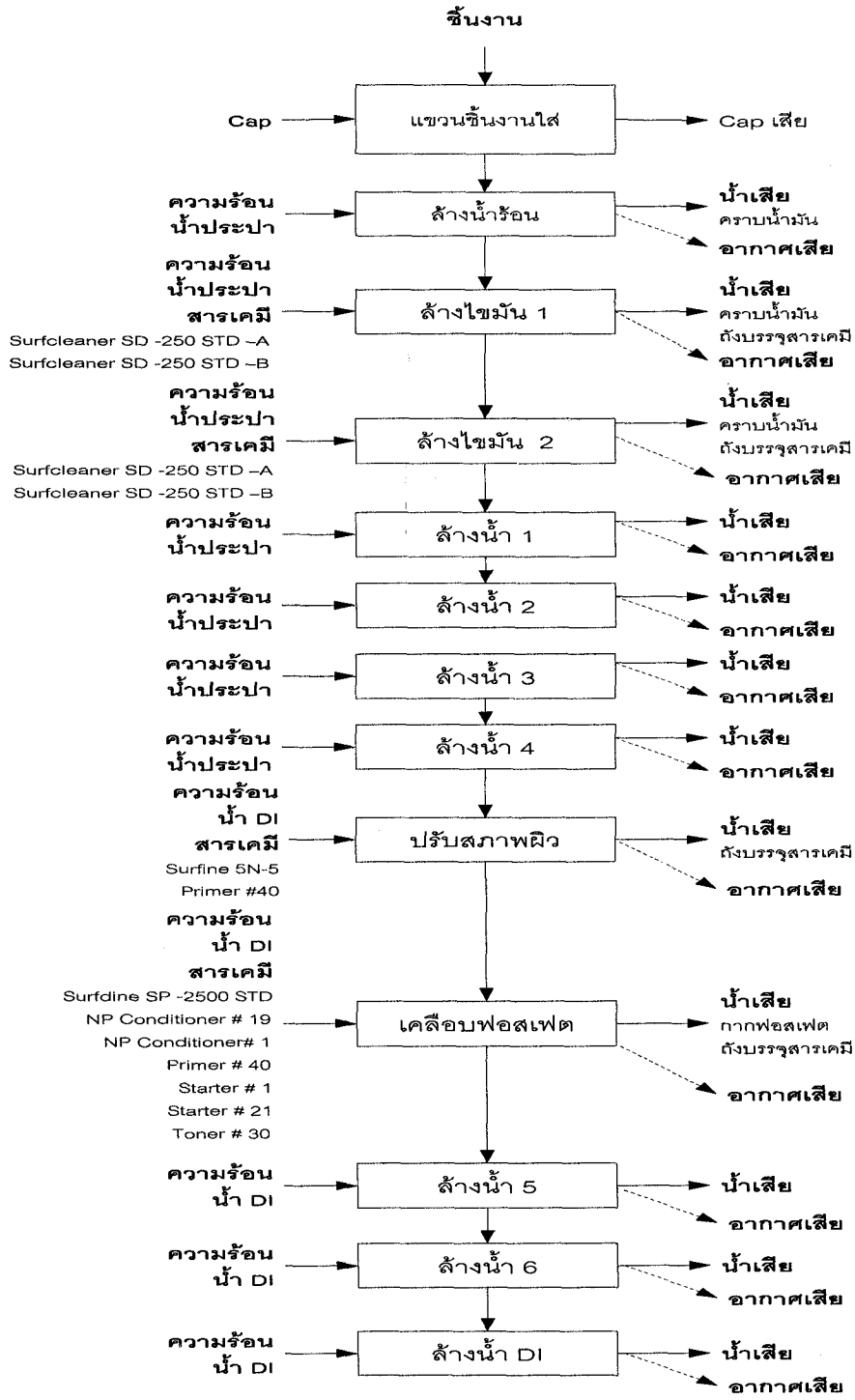
รูปที่ 1.10 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการพ่นสีขึ้นงานอลูมิเนียม

3. ขั้นตอนการตรวจสอบหลังอบสี จะเกิดของเสียออกมาในแต่ละขั้นตอนดังรูป 1.10



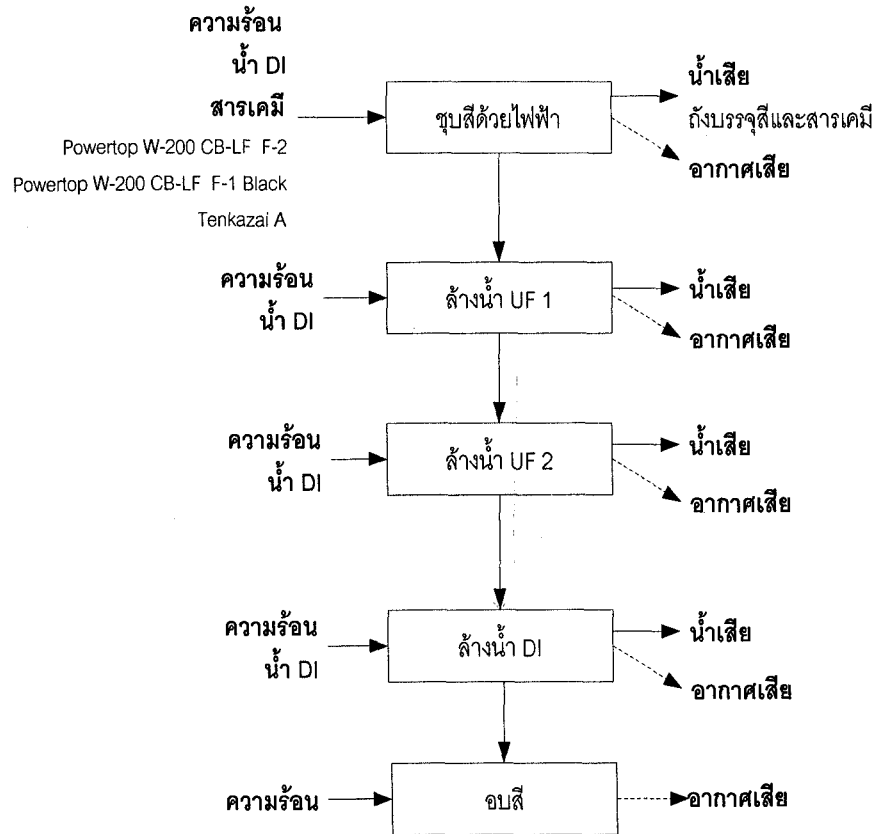
รูปที่ 1.11 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการตรวจสอบหลังการอบสี

1.6.3 การตกแต่งผิวชิ้นงานเหล็กด้วยการชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า แบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้
 1. ขั้นตอนการล้างเคลือบ-ฟอสเฟต จะเกิดของเสียออกมาในแต่ละขั้นตอนดังรูป 1.11



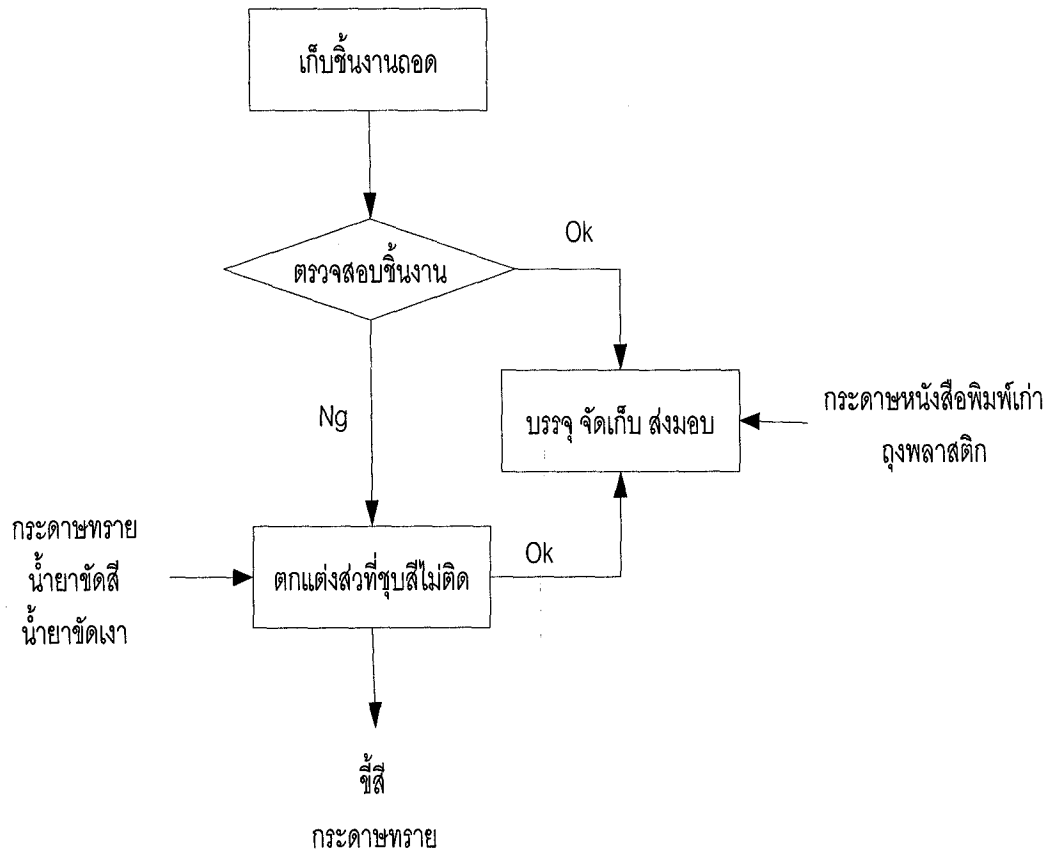
รูปที่ 1.12 ของเสียที่ออกมา ของขั้นตอนการล้าง-เคลือบฟอสเฟตชิ้นงานเหล็กด้วยการชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า

2. ขั้นตอนการชุบสีชิ้นงานเหล็กด้วยกระแสไฟฟ้า จะเกิดของเสียออกมาในแต่ละขั้นตอน ดังรูป 1.12



รูปที่ 1.13 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการชุบสีชิ้นงานเหล็กด้วยการชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า

3. ขั้นตอนการตรวจสอบหลังอบสีจะเกิดของเสียออกมาในแต่ละขั้นตอนดังรูป 1.13



รูปที่ 1.14 ของเสียที่ออกมาของขั้นตอนการตรวจสอบหลังการอบสีชิ้นงานเหล็กด้วยการชุบสีด้วย กระแสไฟฟ้า

บทที่ 2

รายละเอียดเกี่ยวกับงานที่ปฏิบัติ

2.1 ตำแหน่งหน้าที่ที่รับผิดชอบ

- ผู้ช่วยเจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม

2.2 ลักษณะและรายละเอียดงานประจำที่ได้รับมอบหมาย

1. ศึกษากระบวนการผลิตแผนกต่าง ๆ ภายในบริษัท เอสทีดี โปรดักชั่น จำกัด :

ศึกษากระบวนการผลิตและกระบวนการทำงาน ทั้งหมดภายในบริษัท ซึ่งประกอบไปด้วย

- SP Line
- AL Line
- Hood cap Line
- Pipe Line
- EDP Line
- Robot Line
- Press Line

2. ศึกษางานด้านสิ่งแวดล้อมภายในบริษัท เอสทีดี โปรดักชั่น จำกัด :

ศึกษาลักษณะงานด้านสิ่งแวดล้อมและปัญหางานสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการผลิตแผนกต่าง ๆ ภายในบริษัท เอสทีดี โปรดักชั่น จำกัด ซึ่งปัญหาที่ได้ทำการตรวจพบคือ

- น้ำเสีย บริษัทได้มีการจัดการโดยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเคมี คือรวบรวมน้ำเสียจากทุกกระบวนการผลิตมาไว้ที่ถังบำบัดน้ำเสีย แล้วทำการปั๊มขึ้นไปยังบ่อ จากนั้นก็จะมีสารเคมี ซึ่งสารเคมีที่ใช้ปรับสภาพน้ำมี Polymer และปูนขาว จากนั้นจึงปล่อยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยเคมีปล่อยลงสู่บ่อทราย 3 บ่อด้วย จึงทำการปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ
- อากาศ จากการที่ได้ทำการศึกษา ข้าพเจ้าได้รับมอบหมายให้เข้ามาทำการศึกษาในเรื่องของการป้องกันและกำจัดกลิ่นอันเนื่องมาจากห้องอบสีของกระบวนการผลิตไลน์ EDP ที่ผ่านมาได้ส่งกลิ่นรบกวน อันเนื่องมาจากส่วนผสมที่เรียกว่าตัวทำละลายที่ใช้ในการผสมสี ซึ่งตอนนี้บริษัทอยู่ในระหว่างนำระบบบำบัดกลิ่นแบบใช้ถ่านกัมมันต์มาทดลองใช้

- ชยะอันตราย บริษัทได้ใช้ระบบการจัดการดังนี้ ในส่วนของสารเคมีที่ได้มีการใช้แล้วก็ทำการจัดส่งให้บริษัทรับกำจัดกากของเสียอันตรายมารับไปกำจัด และเศษเหล็กที่เหลือจากการบีบขึ้นรูปก็มีบริษัทมารับซื้อไป

3. ศึกษางานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานภายในบริษัท เอสทีดี โปรดักชั่น จำกัด :

ศึกษางานด้านความปลอดภัยในการทำงานของแต่ละกระบวนการผลิต

- ต้องทำการเดินตรวจโรงงานวันละ 1 ครั้ง เพื่อเป็นการตรวจเช็ค
 - ความสะอาดของพื้นที่ที่ทำการปฏิบัติงาน
 - การแต่งกายของพนักงาน ว่าสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายครบถ้วน ตรงตามลักษณะงานที่ปฏิบัติ
 - ถังดับเพลิง ได้อยู่ประจำตามจุดงาน มีสิ่งกีดขวาง เกยตก ถูกเคลื่อนย้าย
 - สายดินห้องพ่นสี ติดตั้งครบหรือไม่
 - การจัดวาง Gas ณ Stock Gas มีการคล้องโซ่เรียบร้อยหรือไม่
 - Store สี สารเคมี วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ จัดวางเป็นระเบียบเรียบร้อยหรือไม่
 - สายไฟตามจุดงานต่างๆ
 - แสง กลิ่น อากาศ มีสิ่งผิดปกติไปจากเดิมหรือไม่
 - รวมถึงการสอบถามพนักงานตามจุดต่างๆ ว่ามีสิ่งทีคาดว่าจะเกิดอันตรายกับตัวพนักงานหรือไม่

4. ศึกษางานด้านธุรการภายในบริษัทรวมถึงการช่วยงานเอกสารต่าง ๆ เช่น การพิมพ์งานเอกสารต่าง ๆ การช่วยเช็คชั่วโมงความปลอดภัยในการทำงาน เป็นต้น

2.3 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

คุณอุษากนก ข้ำสอาด

เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย

2.4 ระยะเวลาปฏิบัติงาน

ตั้งแต่วันที่ 17 เมษายน พ.ศ.2550 ถึง วันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ.2550 การปฏิบัติงานรวมระยะเวลาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์

2.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

- มีความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการผลิตของแต่ละไลน์การผลิต
- สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ในการทำงานจริง
- เรียนรู้การทำงานจริงและเข้าใจการทำงานของแต่ละฝ่ายการผลิต
- ได้ร่วมงานกับผู้อื่น และรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม
- สร้างการมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีแก่เพื่อนร่วมงาน
- เสริมสร้างควมมีระเบียบวินัย รอบคอบ และรู้จักความอดทนในการทำงาน

บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงานโครงการ

จากการได้เข้ามาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาที่บริษัท เอสทีดี โปรดักชั่น จำกัด โครงการที่ข้าพเจ้าได้รับมอบหมายจากที่ปรึกษาโครงการให้ทำการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ “โครงการป้องกันและกำจัดกลิ่นที่เกิดจากห้องอบสี” ซึ่งรายละเอียดต่างๆ ของโครงการจะกล่าวดังต่อไปนี้

3.1 ความเป็นมาของโครงการ

ปัจจุบันนี้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของโลกเรานั้นจะทวีความรุนแรงขึ้นไปทุกขณะ ต้นเหตุของปัญหาเหล่านี้ก็มาจากกิจกรรมภาคต่างๆ ที่มนุษย์ปฏิบัติและสร้างขึ้นมานั้น โรงงานอุตสาหกรรมก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญมาก ที่ก่อให้เกิดปัญหาและส่งผลกระทบต่อโลกของเรา ยิ่งตอนนี้ประเด็นสำคัญก็อยู่ที่ “โลกร้อน” จึงทำให้ทุกคนหันมาตระหนักถึงปัญหานี้มากขึ้น โรงงานอุตสาหกรรมแต่ละแห่งก็ต้องหันมาใส่ใจกับเรื่องนี้กันมากขึ้น

จากที่ได้ศึกษากระบวนการผลิตทั้งหมดของบริษัท พบปัญหาทางด้านมลพิษอากาศเรื่องกลิ่นเหม็นที่ออกมาจากห้องอบสีของ Line EDP ซึ่งต้นเหตุของกลิ่นนั้นคาดว่าน่าจะมาจากสารตัวทำละลายที่ใช้ผสมสี จึงได้มีแนวความคิดที่จะทำการตรวจวัดระดับของสารระเหยจากบริเวณห้องอบสีว่ามีค่าเกินระดับมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะได้มีการป้องกันผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับตัวพนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่บริเวณใกล้เคียงและประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณโดยรอบและประกอบกับสถานประกอบการเองได้ให้ความสำคัญกับการจัดการเรื่องกลิ่นด้วย

3.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อเป็นการตรวจวิเคราะห์ถึงปริมาณกลิ่นที่ระเหยออกมาจากห้องอบสี
2. เพื่อศึกษาหาแนวทางในการกำจัดกลิ่นที่มาจากห้องอบสี
3. เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันการลดผลกระทบด้านมลพิษอากาศที่จะส่งผลกระทบต่อพนักงานที่ปฏิบัติงานและชุมชนใกล้เคียง

3.3 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.3.1 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการเคลือบผิว

องค์ประกอบของวัสดุเคลือบผิวประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. Pigment (ผงสี)
2. Solvent (ตัวทำละลาย)

3. Film Formers หรือ Binders ได้แก่ พอลิเมอร์หรือเรซินชนิดต่างๆ
4. Plasticizers และ Additive (สารปรับแต่งเพื่อให้สีมีประสิทธิภาพตามที่ลูกค้าต้องการ)

สารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนการเคลือบผิวของกระบวนการชุบสีด้วยกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยสารเคมีดังต่อไปนี้

Solvent	1. ชื่อสารเคมี Tenkazai A
	Ingredients = water(30-35%) + acetic acid (65-75%)
	2. ชื่อสารเคมี Tenkazai S
	Ingredients = epoxy resin(15-20%) + ethylene glycol monobutyl ether(45-50%) + ethylene glycol monoethyl ether(30-35%)
Pigment	3. ชื่อสารเคมี power top w- 200 CB - F1
	Ingredients = dibutyltin oxide+ hexyl cellosolve + butyl cellosolve
	4. ชื่อสารเคมี power top w- 200 CB - F2
	Ingredients = hexyl cellosolve + butyl cellosolve

*Note - ในการผสมสีทุกครั้งต้องมีทินเนอร์ที่เป็นตัวทำละลายหลัก (ประมาณ 20-30%)

จะเห็นได้ว่าในขั้นตอนกระบวนการชุบสีนั้นย่อมก่อให้เกิดสารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds) มาจากสารเคมีที่เรียกว่า ตัวทำละลาย หรือ Solvent ซึ่งตัวทำละลายสามารถระเหยและเป็นไอได้ง่ายที่อุณหภูมิและความดันปกติ ยิ่งเมื่อถูกความร้อน (ในที่นี้คือการนำชิ้นงานที่ผ่านการชุบสีเข้าไปอบที่อุณหภูมิ 180 - 200 °C) ก็จะทำให้ระเหยเป็นไอได้มากขึ้นกว่าสถานะปกติ

สารระเหยสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ


1. กลุ่มอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (Aromatic hydrocarbons) ได้แก่ Toluene, Benzene, Xylene ซึ่งสารในกลุ่มนี้มักเป็นองค์ประกอบหลักที่ใช้ในตัวทำละลาย
2. กลุ่มเอสเทอร์ (Esters) ได้แก่ Methyl acetate, Ethyl acetate, n-butyl acetate, sec-butyl acetate
3. กลุ่มคีโตน (Ketones) ได้แก่ Acetone, Methyl ethyl ketone, Methyl isobutyl ketone

4. กลุ่มอีเทอร์ (Ethers) ได้แก่ Ethylene glycol ether, Ethylene glycol monomethyl ether, Ethylene glycol monobutyl ether, Ethylene glycol monoethyl ether acetate

และเมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบจะพบว่า

➤ Toluene, Benzene และ Xylene จัดเป็นสารประกอบหลักที่อยู่ในทินเนอร์ ซึ่งใช้เป็นตัวทำละลายหลัก นับว่ามีความเป็นพิษที่รุนแรงกว่ากลุ่มของ Ethers มากกว่า

➤ Ketones เป็นสารในกลุ่ม Vinyl Resin Based ทำหน้าที่เป็นตัวประสานให้ Pigment และ Solvent เข้าผสมเป็นเนื้อเดียวกันได้ดียิ่งขึ้น

➤ Epoxy Resin สูตรโครงสร้าง  คือ Film Former หรือ Binders ซึ่งเป็นสารที่ทำหน้าที่ยึดประสานอนุภาคของสารประกอบสีเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้เกิดฟิล์มของของสีติดแน่นกับพื้นผิวที่ถูกเคลือบ เพิ่มความเงางามให้กับชิ้นงาน

➤ Ethylene Glycol Monobutyl Ether ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) และ Ethylene Glycol Monohexyl Ether ($\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายที่จัดอยู่ในสาร Volatile Organic Compound กลุ่มอีเทอร์

➤ Cellosolve ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) จัดเป็นตัวทำละลายเคมีที่ละลายในน้ำ เพื่อทำให้สีที่ไม่ละลายในน้ำละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

3.3.2 Volatile Organic Compounds : สารอินทรีย์ไอระเหย

สารประกอบอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds : VOCs) ซึ่งมีอันตรายต่อมนุษย์และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กล่าวคือสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายมีผลต่อชั้นโอโซนของโลก เมื่อโอโซน (O_3) อยู่ในบรรยากาศชั้นสูง โอโซนจะทำหน้าที่กรองแสงอุลตราไวโอเล็ต คลื่นสั้นที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตไม่ให้เกิดกัมมันตภาพรังสีโลก แต่เมื่อโอโซนอยู่ในกับบรรยากาศชั้นใกล้โลกกลับเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต กล่าวคือ O_3 สามารถทำให้เกิดอันตรายเฉียบพลันต่อสุขภาพ ทำให้เจ็บไข้ ไม่สบาย เจ็บคอ หายใจไม่สะดวกเกิดการระคายเคืองต่อสายตา แก้วตา จมูก คอ ทรวงอก หรือมีอาการไป ปวดศีรษะ เป็นต้น ถ้าได้รับเป็นเวลานานเนื้อเยื่อปอดจะถูกทำลายอย่างถาวรและมีผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันของมนุษย์ นอกจากนี้โอโซนยังเป็นตัวออกซิไดส์อย่างแรง ทำให้สิ่งก่อสร้างชำรุด เป็นตัวพอก

=====
สี และทำให้ผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำอีกด้วย สารประกอบอินทรีย์ระเหยจะมีคาร์บอน เป็นองค์ประกอบหลัก และมีไฮโดรเจน, ฟลูออไรด์, คลอไรด์, โบรไมด์, ซัลเฟอร์, หรือ ไนโตรเจน ประกอบกันเป็นพวก อะลิฟาติก (Aliphatic) หรืออะโรมาติก (Aromatic) รวมถึงกลุ่มคาร์บอนิล (อัลดีไฮด์, คีโตน) และกลุ่มอัลกอฮอล์ มีความดันไอมากกว่า 0.14 mm.Hg @ 25 °c โดยทั่วไปจะเป็น สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนคาร์บอน 2-12 อะตอม ระเหยกลายเป็นกลายเป็นไอหรือก๊าซได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง มีคุณสมบัติที่ดีเป็นตัว ทำละลายที่ดี สารประกอบอินทรีย์ระเหยหรือ VOCs ในบรรยากาศ จัดเป็นอากาศพิษ (Toxic Air) จึงต้องมีการควบคุม ดูแลอย่างเคร่งครัดเมื่อมีการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ VOCs ตัวอย่างของตัวทำละลายที่จัดเป็นสารประกอบอินทรีย์ระเหย เช่น เบนซีน ไชลีน โทลูอีน สเตรีน ฟอรั่มัลดีไฮด์ เปอร์คลโรเอทิลีน Rubber Solvent และ White Spirit เป็นต้น ในกระบวนการผลิตตัวทำละลายดังกล่าว ส่วนใหญ่เป็นระบบปิดทั้งหมด กล่าว คือ เป็นหอกลับ การส่งสารละลายและวัสดุผ่านในแต่ละขั้นตอนใช้ระบบท่อและวาล์ว ทั้งหมด ในขั้นตอนการผลิตจึงไม่มีไอระเหยของ VOCs ที่ก่อให้เกิดอันตรายเล็ดลอดออกสู่อากาศได้

สรุปอย่างง่ายได้ว่าสารอินทรีย์ไอระเหย (Volatile Organic Compounds, VOCs) คือกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ระเหยเป็นไอกระจายทั่วไปในอากาศได้ในอุณหภูมิ และความดันปกติ โมเลกุลส่วนใหญ่ประกอบด้วยอะตอมคาร์บอนและไฮโดรเจน อาจมี ออกซิเจนหรือคลอรีนร่วมด้วย ซึ่งสามารถระเหยเป็นไอได้ที่อุณหภูมิห้อง ในชีวิตประจำวัน เราได้รับ VOCs จากผลิตภัณฑ์หลายอย่าง เช่น สีทาบ้าน, ควันบุหรี่, น้ำยาฟอกสี, สารตัว ทำละลายในพิมพ์, จากอุปกรณ์สีรถยนต์, โรงงานอุตสาหกรรม, น้ำยาซักแห้ง, น้ำยาล้างรถ ย่อมผมและน้ำยาดัดผม, สารฆ่าแมลง, สารที่เกิดจากการเผาไหม้และปะปนในอากาศ น้ำ ต้ม เครื่องดื่ม อาหาร สารอินทรีย์ ไอระเหยที่สะสมไว้มากนานๆ จะมีผลกระทบทางชีว ภาพและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ซึ่งสามารถแบ่ง VOCs ออกตามลักษณะของโมเลกุลเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1) Non-chlorinated VOCs หรือ Non-halogenated hydrocarbons

ได้แก่ กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล ประกอบด้วย Aliphatic hydrocarbons (เช่น Fuel oils, ก๊าซไชลีน (Gasoline), Hexane, Industrial solvents, ในอุตสาหกรรม Alcohols, Aldehydes, Ketone, Hexane) และกลุ่มสาร Aromatic hydrocarbons (เช่นสารตัวทำละลาย – Toluene, Benzene, Ethyl benzene, Xylenes, Styrene, Phenol) สาร VOCs กลุ่มนี้มาจากสิ่งแวดล้อม การเผาไหม้กองขยะ

พลาสติก วัสดุ สารตัวทำละลาย สีทาวัสดุ เป็นต้น มีผลเสียต่อสุขภาพดังนี้ พนักงานดับเพลิง คนงานเผาขยะ คนเผาถ่าน มักป่วยเป็นด้วยโรคทางเดินหายใจบ่อย เพราะได้รับ VOCs ประมาณ 144 ชนิด เป็นประจำจากควันไฟแลเชื้อเพลิงในรูปของ Benzene, Toluene, Naphthalene propane, และ 1,3-Butadiene, Styrene และ Alkyl-substituted benzene compounds อื่น ๆ Xylenes, 1-Butene/2-methylpropene, Propane, 2-methylbutane, Ethyl benzene, Isopropyl benzene รวมกันในปริมาณสูงถึง 76.8% ของ VOCs ทั้งหมดที่วัดได้

2) Chlorinated VOCs หรือ Halogenated hydrocarbons

ได้แก่ กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล ได้แก่ สารเคมีที่สังเคราะห์ใช้ในอุตสาหกรรมสาร Chlorinated VOCs นี้มีความเป็นพิษมากกว่าและเสถียรตัวในสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารกลุ่มแรก (Non-chlorinated VOCs) เพราะมีโครงสร้างที่มีพันธะระหว่างคาร์บอนและธาตุกลุ่มฮาโลเจนที่ทนทานมาก ยากต่อการสลายตัวในธรรมชาติ ทางชีวภาพ ทางกายภาพ หรือโดยทางวิเคมีทั่วไป มีความคงตัวสูงและสะสมได้นาน สลายตัวทางชีวภาพได้ยาก ครอบคลุมการทำงานของสารพันธุกรรม หรือยับยั้งปฏิกิริยาชีวเคมีในเซลล์ และมีฤทธิ์ในการก่อมะเร็ง หรือกระตุ้นการเกิดมะเร็งได้

3.3.3 การควบคุมและการป้องกันมลพิษอากาศประเภทแก๊ส

มลสารที่เป็นแก๊สมีได้มากมายหลายประเภท แต่ประเภทที่มีความสำคัญต่อการเกิดมลพิษอากาศ อาจแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds, VOCs) ซัลเฟอร์ออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ โดยส่วนใหญ่การควบคุม VOCs จะใช้วิธีทางกายภาพ แต่ซัลเฟอร์ออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ไม่มีความเหมาะสมสำหรับวิธีเหล่านั้น การควบคุมจึงเน้นวิธีการทางเคมีมากกว่าทางกายภาพ ซึ่งวิธีการควบคุมแก๊สที่สำคัญที่กล่าวถึงมีอยู่ 2 วิธี คือการดูดซับ (Adsorption) และการดูดซึม (Absorption) ซึ่งเป็นวิธีการทางกายภาพและเคมีตามลำดับ หลังจากนั้นจะกล่าวถึงวิธีการควบคุมอื่นๆ ซึ่งเป็นวิธีการควบคุมเฉพาะของแก๊สทั้ง 3 กลุ่ม ตามลำดับ

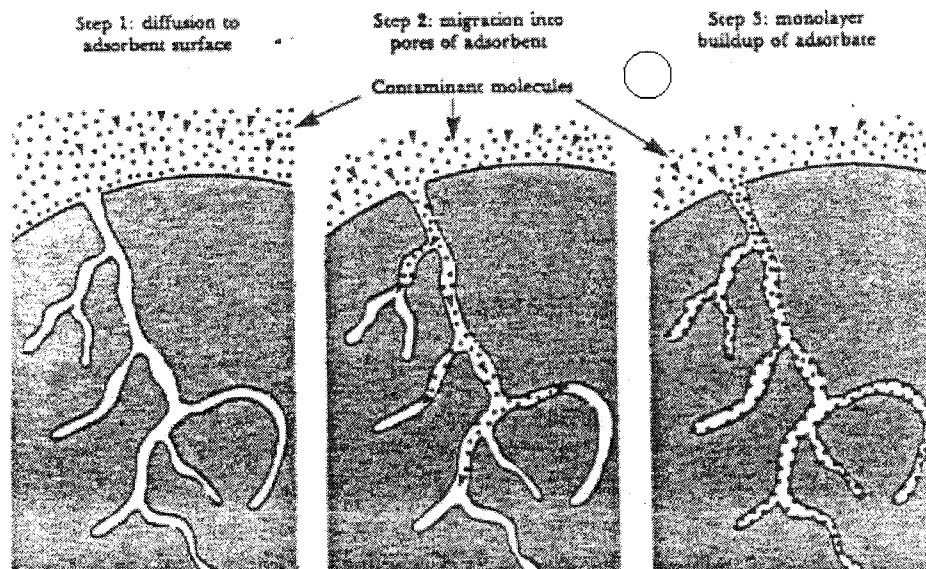
3.3.3.1 การดูดซับ (Adsorption)

การดูดซับ ใช้หลักการที่มลสารที่ก๊าซอาจจะแยกออกได้โดยดูดซับด้วยผิวของของแข็ง ซึ่งอาจใช้แรงทางกายภาพหรือทางเคมี กลไกทางกายภาพเกิดจากแรง Van de Waals ซึ่งเป็นแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของของแข็งกับของแข็ง

เป็นกลไกที่ปล่อยความร้อนออก (Exothermic) ซึ่งแรงดูดทางกายภาพนี้สามารถเอาชนะได้ด้วยการให้ความร้อนหรือการลดความดัน ส่วนกลไกทางเคมี (Chemisorptions) เกิดจากแรงยึดทาเคมีจากปฏิกิริยาระหว่างแก๊สกับของแข็ง ซึ่งไม่สามารถทำให้ย้อนกลับได้โดยง่าย

ขั้นตอนกระบวนการดูดซับแสดงดังรูปที่ 3.1

- 1) โมเลกุลของแก๊สจะฟุ้งกระจายจากเนื้อแก๊ส (Bulk Gas) ไปยังผิวของของแข็ง
- 2) โมเลกุลของแก๊สจะฟุ้งเข้าไปในช่องว่าง (Pores) ของของแข็ง
- 3) โมเลกุลจะถูกดูดติดที่ผิวของของแข็งนั้น



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนกระบวนการดูดซับ

ของแข็งที่ใช้เรียกว่า Adsorbent ส่วนไอของมลสารเรียกว่า Adsorbate ซึ่งของแข็งที่เหมาะสมสำหรับการดูดซับนี้จะต้องมีอัตราส่วนผิวต่อปริมาตรสูงหรือพรุนมาก ของแข็งที่มีคุณสมบัติเหล่านี้ได้แก่ activated carbon และ silica gel สารดูดซับมีคุณสมบัติในการดูดซับขึ้นกับธรรมชาติของสารที่นำมาผลิตและขั้นตอนการผลิต คุณสมบัตินี้รวมถึงพื้นที่ผิวของสารดูดซับรูปร่างและขนาดของช่องว่าง ปริมาตรของช่องว่าง คุณสมบัติที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในการดูดซับของสารดูดซับคือ ประจุไฟฟ้าที่ผิวสัมผัส ถ้าสารดูดซับมีประจุไฟฟ้าจะทำให้ไอสามารถเกาะและรบกวนกระบวนการดูดซับสารอินทรีย์ระเหย เนื่องด้วยความชื้นพบได้ทั่วไปในอากาศ ดังนั้นการใช้สารดูดซับที่มีประจุที่ผิวจึงมักใช้ไม่ได้ผล

สำหรับระบบการควบคุมมลพิษอากาศ สำหรับ activated carbon เป็นสารดูดซับที่ไม่มีประจุจึงไม่ถูกรบกวนโดยไอน้ำที่ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 50% ปริมาณโมเลกุลของน้ำจะเพิ่มขึ้นและเริ่มแข่งกับโมเลกุลสารที่ถูกดูดซับในกระบวนการดูดซับ การลดลงของความสามารถและประสิทธิภาพของระบบการดูดซับดังกล่าวนี้ อาจจำเป็นต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อเอาความชื้นออก หรือเพิ่มอุณหภูมิ เพื่อลดความชื้นสัมพัทธ์

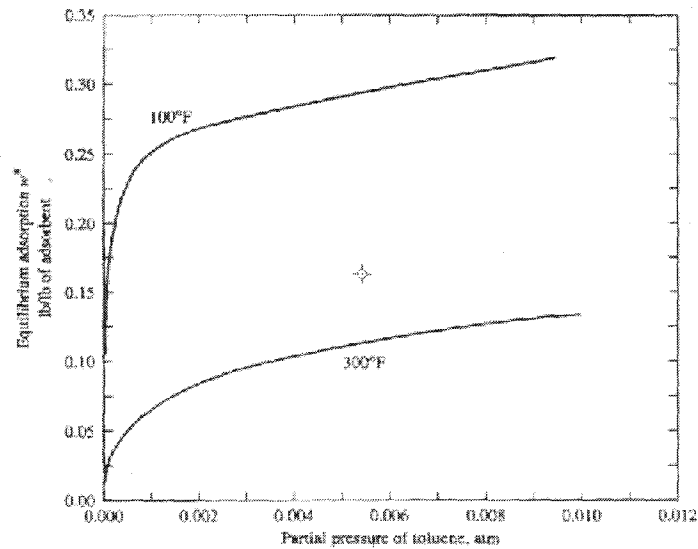
ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของตัวดูดซับออกได้ดังนี้

1) ของแข็งที่ไม่มีขั้ว (Nonpolar Solids) การดูดซับจะเป็นแบบกายภาพ เป็นส่วนใหญ่ ของแข็งที่สำคัญคือ คาร์บอน ที่มีประสิทธิภาพในการดูดโมเลกุล เช่น ไฮโดรคาร์บอน ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ที่ใช้ในการแยกไฮโดรคาร์บอน กลิ่นและสิ่งเจือปนที่มีปริมาณน้อยจากกระแสก๊าซ ซึ่งถ่านกัมมันต์เป็นที่นิยมมากที่สุด โดยอาจทำมาจากวัสดุที่มีคาร์บอน เช่น ถ่านหิน ไม้ หรือกระดูก พื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์อยู่ในช่วง 800 – 1200 ตร.ม.ต่อกรัม

2) ของแข็งที่มีขั้วมีขั้ว (Polar Solids) การดูดซับจะเป็นแบบเคมี แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุล หรือผิวที่เกิดขึ้น ที่ใช้โดยทั่วไปเป็นพวกออกไซด์ของซิลิกอน หรือของโลหะ เช่น อะลูมินัม สารเหล่านี้จะดูดโมเลกุลทั้งมีขั้วและไม่มีขั้ว แต่ว่าจะดูดพวกที่มีขั้วได้ดีกว่า ซิลิกอน และพวกอะลูมินัมออกไซด์ ใช้ดูดโมเลกุลที่มีขั้ว เช่น น้ำ แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

3) ผิวดูดซับทางเคมี (Chemical Adsorbing Surfaces) ซึ่งดูดโมเลกุลต่างๆ แล้วปล่อยออกหลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้ว ซึ่งอาจเป็นแบบมีตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) หรือเป็นแบบไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

ความสามารถของของแข็งที่จะดูดซับแก๊สชนิดหนึ่ง มีชื่อเฉพาะเรียกว่า Isotherm ซึ่งมักจะแสดงในรูปกราฟดังรูปที่ 3.2 ซึ่งมีแกน Y เป็นน้ำหนักแก๊สที่ดูดซับได้ต่อน้ำหนักของแข็งที่สภาวะสมดุล และแกน X เป็นความดันย่อยของแก๊ส ซึ่งเส้นกราฟแต่ละเส้นแสดงความสามารถของของแข็งที่จะดูดซับแก๊สที่อุณหภูมิต่างๆ กัน

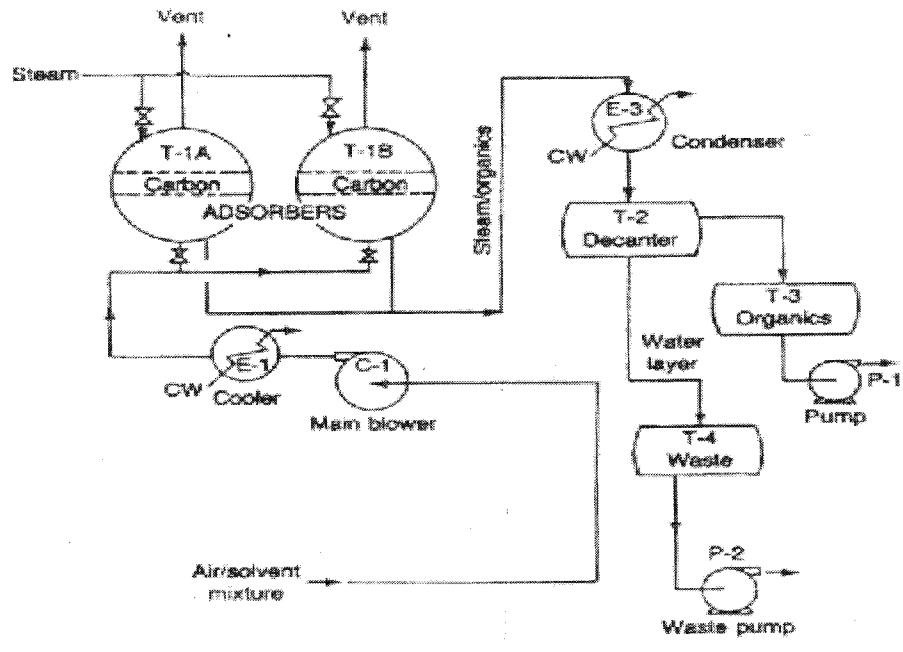


รูปที่ 3.2 ตัวอย่าง Isotherm การดูดซับ Toluene ของตัวดูดซับ

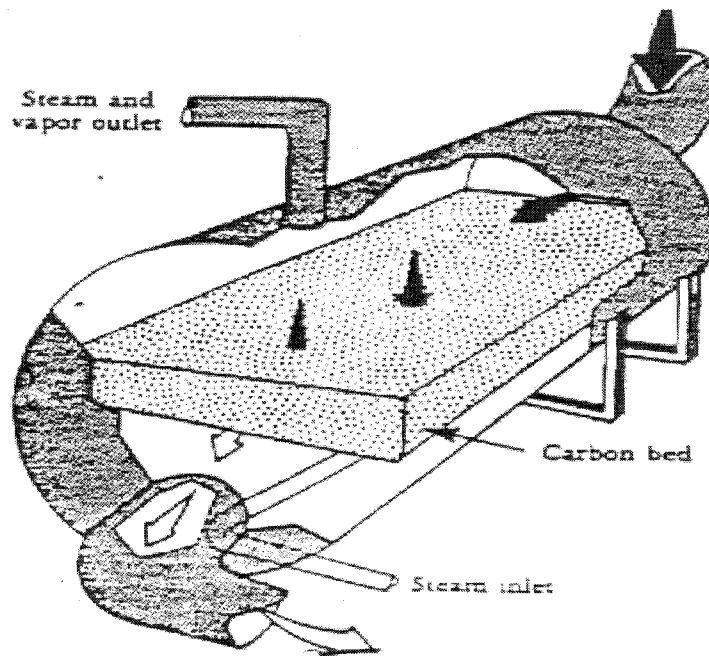
นอกจากนี้ Isotherm ยังสามารถแสดงในรูปของสมการคณิตศาสตร์ โดย Isotherm พื้นฐานที่เป็นที่นิยมได้แก่ Langmuir Isotherm ซึ่งมีรูปเป็นสมการดังนี้

Langmuir Isotherm

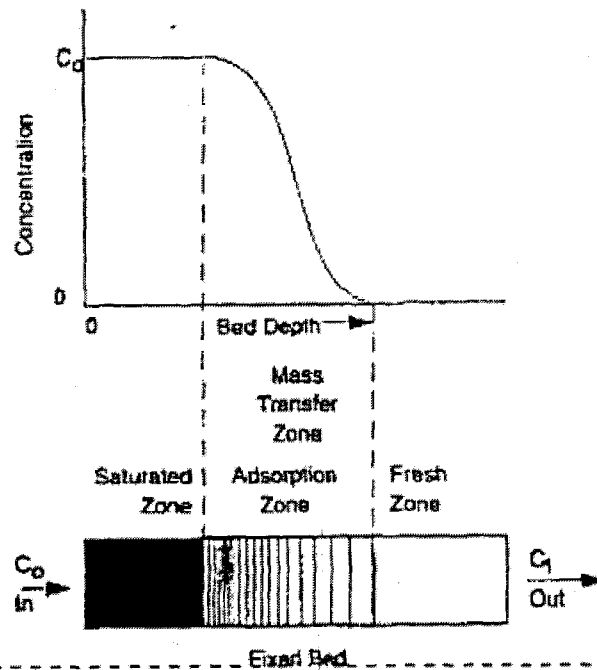
ตัวอย่างระบบการดูดซับด้วยคาร์บอนแบบ Fixed-bed แสดงในรูปที่ 3.3 และตัวอย่าง Fixed-bed แสดงในรูปที่ 3.4 หากพิจารณา ณ เวลาหนึ่งในระหว่างการทำงานของระบบ และหาความเข้มข้นของมลสารในแก๊สภายใน bed จะแสดงได้ในรูปที่ 3.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแบ่งเป็น 3 ส่วน คือส่วนต้นทางซึ่งของแข็งดูดซับมลสารไว้จนเต็มความสามารถแล้ว หรือ Saturated Zone ความเข้มข้นของมลสารในแก๊สในส่วนนี้จะเท่ากับความเข้มข้นที่เข้า ส่วนถัดมาคือส่วนที่มีการดูดซับเกิดขึ้นอยู่ เรียกว่า Active Adsorption Zone (AZ) หรือ Mass Transfer Zone (MTZ) ซึ่งจะเคลื่อนที่จากด้านที่แก๊สเข้าไปยังด้านที่แก๊สออก และส่วนสุดท้ายซึ่งของแข็งยังไม่ได้ถูกใช้งาน หรือ Fresh Zone เนื่องจากมลสารถูกดูดซับไว้ในสองส่วนหน้าจนไม่มีหลุดรอดมาจนถึงส่วนนี้ ความเข้มข้นของมลสารในแก๊สส่วนนี้จะเท่ากับศูนย์



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างระบบการดูดซับด้วยคาร์บอนแบบ Fixed-bed

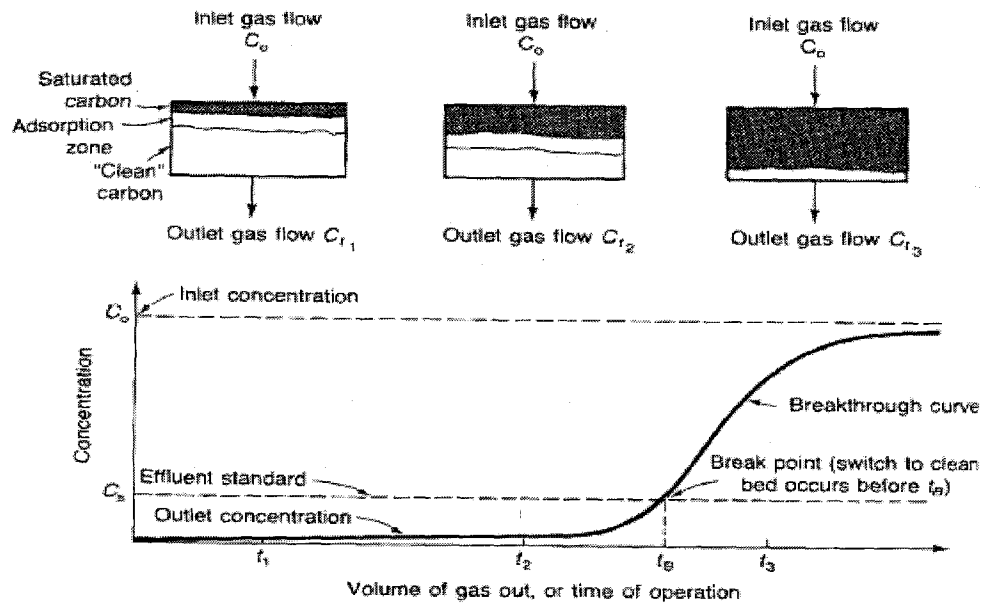


รูปที่ 3.4 ตัวอย่าง Fixed-bed



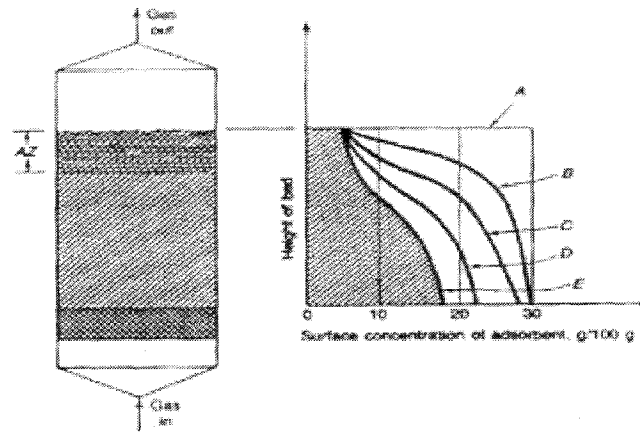
รูปที่ 3.5 ความเข้มข้นของมลสารในแก๊สภายใน bed

หากพิจารณาความเข้มข้นของมลสารที่ออกจาก Bed เทียบกับเวลา จะแสดงได้ดังรูปที่ 3.6 ซึ่งกราฟนี้มีชื่อเรียกว่า Breakthrough Curve โดยเมื่อเวลาผ่านไปในการเดินระบบ ส่วนที่มีการดูดซับ หรือ MTZ จะเคลื่อนที่จากด้านที่แก๊สเข้าไปยังด้านที่แก๊สออก ในกรณีนี้คือเคลื่อนที่จากบนลงล่าง ความเข้มข้นของมลสารในแก๊สตรงขอบบนของ MTZ มีค่าใกล้เคียงความเข้มข้นที่เข้าระบบ ความกว้างของ MTZ เป็นฟังก์ชันของอัตราการถ่ายโอนมลสารจากแก๊สสู่ผิวของของแข็ง ถ้า MTZ แคบจะทำให้สามารถใช้พื้นที่ของ bed ได้ดีกว่า



รูปที่ 3.6 Breakthrough Curve

จาก Breakthrough Curve นี้จะเห็นว่าในรอบของการทำงานของ bed หนึ่งๆ ในระยะแรกจะได้รับความเข้มข้นที่ออกเท่ากับหรือใกล้เคียงศูนย์ แต่เมื่อเวลาผ่านไปเรื่อยๆ ขอบล่างของ MTZ จะเริ่มเข้าใกล้ด้านทางออกของแก๊ส ความเข้มข้นของมลสารในแก๊สที่ออกมาจะเริ่มมีค่าสูงขึ้นจนถึงค่าหนึ่งที่สูงเกินไปจะยอมรับได้ซึ่งโดยปกติก็คือค่ามาตรฐานที่ยอมปล่อยออกได้ เวลาจากเริ่มจนถึงจุดนี้ เรียกว่า Breakthrough Time และเมื่อถึงจุดนี้ระบบการดูดซับด้วยคาร์บอนจะต้องหยุดการใช้งาน bed นี้ และเปลี่ยนไปใช้ bed อันใหม่ ส่วน bed ที่ถึงจุด Breakthrough เพื่อให้มลสารที่ถูกดูดซับไว้หลุดออกมาและสามารถเริ่มการใช้งาน bed นี้ได้อีกรอบหนึ่ง ดังนั้น ในทางปฏิบัติเราจะใช้งาน bed เพียง 30-40 % ของความสามารถที่ได้จาก Isotherm เท่านั้น นอกจากประเด็นที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีสาเหตุอื่นอีกหลายประการ ดังแสดงในรูปที่ 3.7



- A) – theoretical saturation under equilibrium conditions
- B) – loss due to adsorption zone
- C) – loss due to heat wave
- D) – loss due to moisture in gas
- E) – loss due to residual moisture on carbon

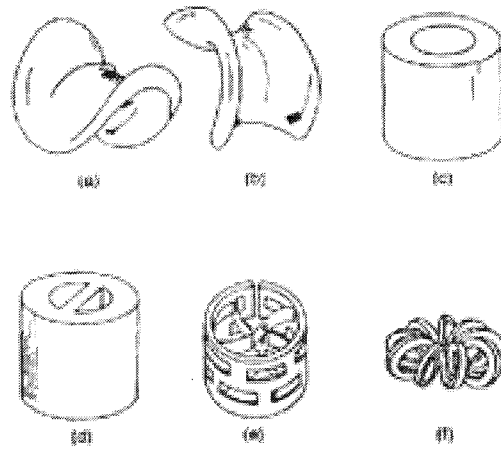
รูปที่ 3.7 ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความสามารถการดูดซับที่แท้จริง ณ ตำแหน่งต่างๆ ของ bed

3.3.3.2 การดูดกลืน (Adsorption)

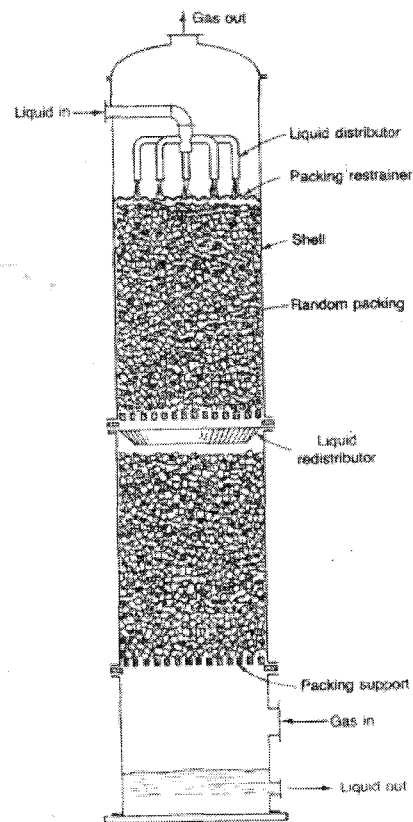
ในกระบวนการดูดซับก๊าซ อากาศเสียที่มีก๊าซที่ต้องการแยกออก จะถูกนำไปสัมผัสกับของเหลว ซึ่งก๊าซที่ต้องการแยกออกละลายได้ดีในของเหลวที่มีมลสารนั้นถูกแยกออกพอที่จะแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

- โมเลกุลของมลสารฟุ้ง (diffuse) ผ่านเนื้อของก๊าซไปยังผิวของของเหลวที่ใช้ดูดซับ (absorbing liquid)
- โมเลกุลนั้นจะละลายเข้าไปในของเหลวที่ผิวสัมผัส
- การฟุ้งของมลสารที่ละลายนั้นจากผิวสัมผัสเข้าไปในเนื้อของของเหลว

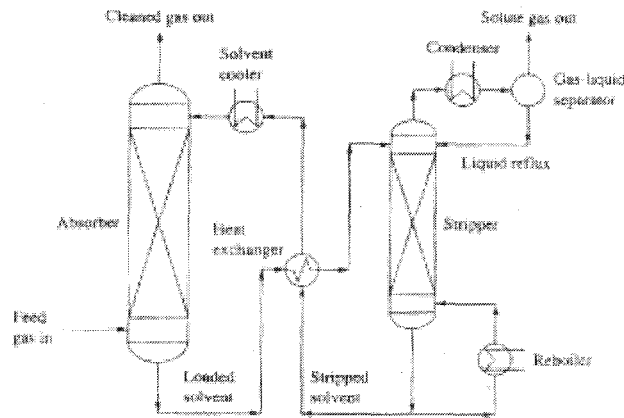
การดูดซับก๊าซมักจะทำในหอตัวกลาง (Packing Tower) ก๊าซที่ต้องการทำให้สะอาดจะเข้าทางด้านล่างไหลทวนกับของเหลวที่สะอาด ซึ่งเข้าทางด้านบน ในหอจะบรรจุตัวกลาง (packing) เพื่อช่วยให้กระแสทั้งสองกระจายและสัมผัสได้ดีขึ้น รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างของตัวกลางแบบต่างๆ ซึ่งอาจทำจากเซรามิกส์ แก้ว โลหะ หรือพลาสติก ทั้งนี้คุณสมบัติของตัวกลางคือ ต้องมีพื้นผิวเปียกต่อปริมาตรสูง มีน้ำหนักเบา ทนต่อสารเคมี ไม่อุ้มน้ำ ทำให้เกิดความดันตกน้อย และมีราคาต่ำ ตัวอย่างของหอบรรจุตัวกลางที่ใช้ในระบบการดูดซับ แสดงในรูปที่ 3.9 และ



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างของตัวกลางแบบต่างๆ a) Barl saddle b) Intalox saddle
c) Rasching ring d) Lessing ring e) Pall ring f) Tellerette



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างของหอบรรจุตัวกลาง



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างระบบการดูดซึมและดึงแก๊สออก (Adsorption and Stripping)

การคำนวณเกี่ยวกับระบบดูดซึมแก๊ส ต้องใช้พื้นฐานเกี่ยวกับสมมูลของมวลสารระหว่าง 2 สถานะ คือ ของเหลวและแก๊ส ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวอธิบายโดย Henry's Law

$$p^* = H \cdot x$$

- Where:
- p^* = partial pressure of solute at equilibrium
 - x = mole fraction of solute in the liquid
 - H = Henry's Law Constant, Pa/mole fraction

Henry's Law Constant จะมีค่าที่เปลี่ยนไปตามหน่วยที่ใช้ เช่น หากเรานำความดันบรรยากาศหารตลอด ด้านซ้ายสมการจะได้เป็นสัดส่วนโมลในสถานะแก๊ส และ H จะเป็นค่าใหม่ที่มีหน่วยเป็นสัดส่วนโมลในสถานะแก๊สต่อสัดส่วนโมลในสถานะของเหลว (หรือจะคิดว่าไม่มีหน่วยก็ได้)

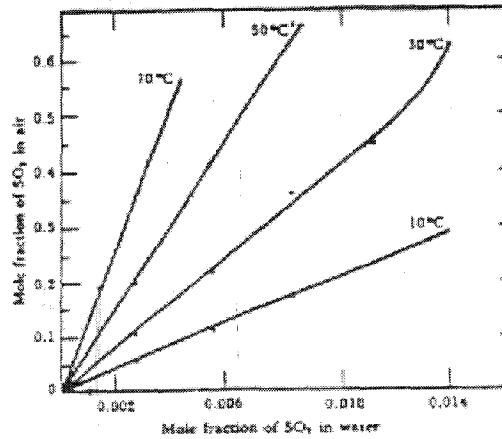
$$y^* = H \cdot x$$

- Where:
- y^* = mole fraction in gas phase in equilibrium with liquid
 - H = Henry's Law Constant, mole fraction in vapor/mole Fraction in liquid

Note : H is now dependent on the total pressure.

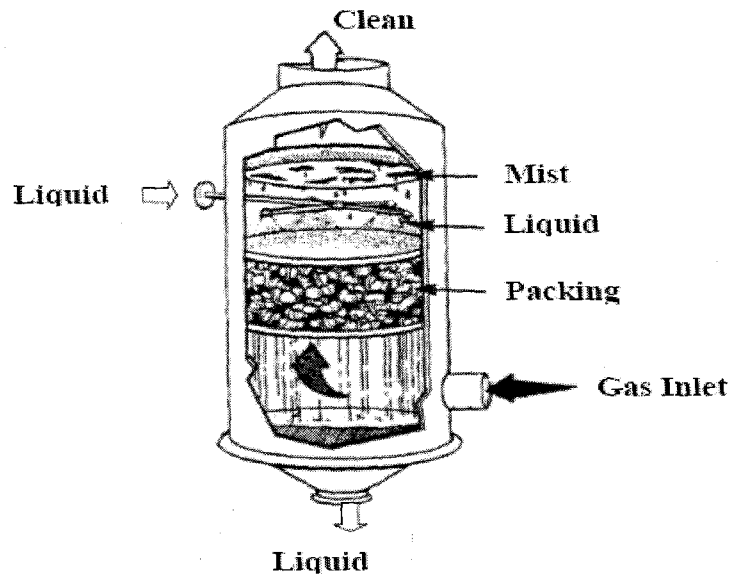
Henry's Law Constant สามารถหาได้จากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนโมลของมลสารในน้ำและสัดส่วนโมลของมลสารในอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 3.11 ซึ่งจะเห็นความชันของเส้นกราฟก็คือค่า Henry's Law Constant นั้นเอง

Equilibrium lines for SO₂-H₂O system



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างเส้นสมดุลของระบบ SO₂ - H₂O

หลักการที่สำคัญในการออกแบบระบบดูดซับแก๊สพิษ คือการใช้สัดส่วนของของเหลวต่อแก๊ส หรือ L/G ratio ซึ่งใช้พิจารณาสมดุลของมลสารที่เข้าและออกระบบ โดยจากรูปที่ 3.12 แสดงหอบรรจุตัวกลางที่มีการไหลของแก๊ส (Y) เข้าจากด้านล่างและออกที่ด้านบนในขณะที่ของเหลว (X) ไหลจากข้างบนลงข้างล่าง ลูกศรสีขาวแสดงการไหลของของเหลวหรือแก๊สที่สะอาดหรือมีมลสารอยู่น้อย ลูกศรสีดำแสดงการไหลของของเหลวหรือแก๊สที่สกปรกหรือมีมลสารอยู่มาก ทั้งนี้กำหนดให้ด้านล่างและด้านบนของ tower แทนด้วยตัวห้อย 1 และ 2 ตามลำดับ สมดุลของมลสารที่เข้าและออกระบบแสดงได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.12 การไหลของแก๊สและของเหลวเข้า - ออก หอบรรจุตัวกลาง

โดยที่ ;

- Gas Inlet = Y_1
- Clean = Y_2
- Liquid Outlet = X_1
- Liquid Inlet = X_2

โมลเข้า = โมลออก

$$G_m (\text{in}) + L_m (\text{in}) = G_m (\text{out}) + L_m (\text{out})$$

โดยที่ L_m และ G_m คืออัตราการไหลของมวลสารในของเหลวและในแก๊สในหน่วยโมลต่อชั่วโมง ตามลำดับ

$$G_{m,1} + L_{m,2} = G_{m,2} + L_{m,1}$$

$$G_{m,1} - L_{m,2} = G_{m,2} - L_{m,1}$$

$$G_m (Y_1 - Y_2) = L_m (X_1 - X_2)$$

$$L/G = (Y_1 - Y_2) / (X_1 - X_2)$$

3.3.3.3 การควบคุมแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์

หลักการพื้นฐานในการควบคุมได้แก่ (1) การใช้เชื้อเพลิงที่มีปริมาณซัลเฟอร์น้อยๆ (2) การแยกซัลเฟอร์ออกจากเชื้อเพลิงก่อนใช้ และ (3) การแยกแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกจากแก๊สที่ปล่อยออกมาหลังการสันดาป

1) การใช้เชื้อเพลิงทดแทน

การใช้เชื้อเพลิงที่มีซัลเฟอร์น้อยหรือไม่มีเลย อาจเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการควบคุมการปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แต่ข้อจำกัดคือเชื้อเพลิงดังกล่าวมีไม่เพียงพอ และเครื่องมือที่ออกแบบไว้สำหรับเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งๆ อาจทำการเปลี่ยนให้ใช้เชื้อเพลิงอื่นได้ยาก

2) การแยกซัลเฟอร์ออกจากเชื้อเพลิง

ถ่านหิน

ถ่านหินโดยทั่วไปมีซัลเฟอร์ประมาณ 2-7% โดยน้ำหนักแห้ง ถ่านหินที่มีซัลเฟอร์สูงกว่า 3% เรียกว่าถ่านหินที่มีซัลเฟอร์สูง ซัลเฟอร์ที่อยู่ในถ่านหินจะมีอยู่ 3 รูปคือ pyrites (FeS_2) สารประกอบอินทรีย์และซัลเฟต โดยปกติซัลเฟตจะมีจำนวนน้อยมาก ในถ่านหินที่มีซัลเฟอร์สูง ซัลเฟอร์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูป FeS_2 ซึ่งเกิดในแบบอนุภาคละเอียด หรือเป็นชั้นๆ ซัลเฟอร์ที่เป็นสารประกอบอินทรีย์จะรวมอยู่ในโมเลกุลของถ่านหินและไม่สามารถแยกออกได้ถ้าไม่ทำให้ถ่านหินเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

FeS_2 อาจแยกออกจากถ่านหินโดยใช้ความแตกต่างของความถ่วงจำเพาะ FeS_2 มีถ.พ. ประมาณ 5 และถ่านหินสะอาดมี ถ.พ. ประมาณ 125 การแยกทำโดยล้างด้วยน้ำหลังจากบดถ่านหินให้ละเอียด ถ่านหินที่ใช้ในการเผาส่วนมากจะถูกบดลงจนขนาดเล็กลงกว่า 100 ไมครอน ซึ่งจะทำให้อนุภาค FeS_2 หลุดออกมา และอาจแยกได้โดยวิธีการที่เหมาะสม เช่น

- ใช้วิธีการแห้ง ได้แก่ การแยกด้วยอากาศ (Air classification) และการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าสถิตย์
- การทำถ่านหินให้เปียของเหลว (Liquefaction) โดยการเติม H_2 (Hydrogenation)
- การทำถ่านหินให้เป็นก๊าซ (Gasification) เป็นกระบวนการที่ให้ถ่านหินทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ไอน้ำ ไฮโดรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อ

ทำผลิตภัณฑ์ที่เป็นก๊าซที่เหมาะสมจะใช้เป็นเชื้อเพลิง Gasification เกี่ยว
กับการทำให้ Carbon ring แตกตัวแล้วทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนซัลไฟด์

น้ำมัน

น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดหนัก หรือน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหลือจากการกลั่นจะมีซัล
เฟอร์อยู่จาก 0.5-5% ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดและกระบวนการแยก โดยกระบวนการ
การแยกจะทำให้ซัลเฟอร์เข้มข้นในผลิตภัณฑ์ที่มีจุดเดือดสูง เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง
ที่เหลือจากการกลั่น น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีซัลเฟอร์น้อยกว่า 1% เรียกว่าน้ำมันเชื้อ
เพลิงที่ซัลเฟอร์ต่ำ

กระบวนการแยกซัลเฟอร์ออกจากน้ำมันเชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาของ
น้ำมันเชื้อเพลิงกับก๊าซไฮโดรเจนที่ความดันสูงในขณะมีตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ เรียก
ว่ากระบวนการ Hydrodesulfuration

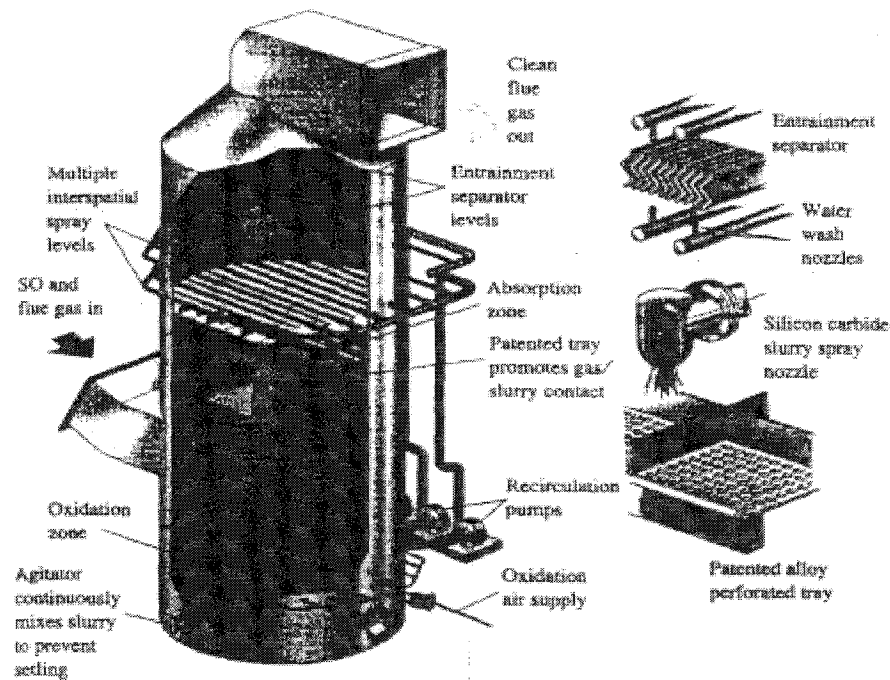
3) การแยกซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากก๊าซที่ปล่อยออกมา

การแยกซัลเฟอร์ไดออกไซด์ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของก๊าซที่ปล่อย
ออกมาต้องการทำความสะอาด ปัญหาในการแยกนี้อาจแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

- การแยกซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากก๊าซที่มีความเข้มข้นของซัลเฟอร์ได
ออกไซด์ต่ำ เช่น แก๊สที่ปล่อยออกมาจากโรงไฟฟ้า โดยทั่วไปมีความเข้ม
เข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่ำ (น้อยกว่า 0.5% โดยปริมาตร) แต่มีอัตรา
ไหลสูง
- การแยกซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากก๊าซที่มีความเข้มข้นของซัลเฟอร์ได
ออกไซด์สูง แต่มีอัตราการไหลต่ำ เช่น จากการถลุงแร่ (smelter)

3.1) การแยกซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากก๊าซที่มีความเข้มข้นของซัลเฟอร์ได ออกไซด์ต่ำ

การใช้ต่างแบบไม่คืนสภาพ (nonregenerative alkaline) ในกรณีนี้ที่
ตัวกระทำที่ใช้มีราคาถูกลงมาก เมื่อใช้ทำปฏิกิริยาเคมีกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์
แล้วก็จะทิ้งเลย เช่น การใช้ Limestone, Lime, Dolomite และ Solid
carbide waste จากการผลิต Acetylene รูปที่ 1.13 แสดงตัวอย่างระบบ
Forced-oxidation Limestone Wet Scrubber ซึ่งเป็นระบบที่นิยมใช้มากที่สุด
หรือเรียกว่าระบบ Flue Gas Desulfurization



Internal details of the scrubber module, which has one sieve tray without downcomers, several levels of spray nozzles, two levels of entrainment separators, and a large sump that serves as a forced oxidation reactor. For large installations there will often be several such modules operating in parallel. (Courtesy of The Babcock and Wilcox Company, Barberton, Ohio.)

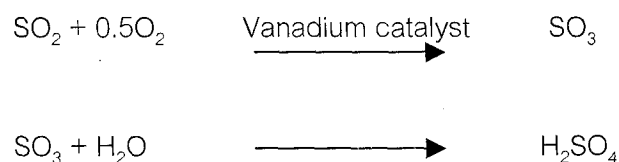
รูปที่ 3.13 ตัวอย่างระบบ Forced-oxidation Limestone Wet Scrubber

- การอัดฉีดเข้าเตาเผา (Furnace Injection) วิธีนี้ก็เป็นวิธีแบบใช้แล้วทิ้งเลยเช่นกัน แต่ตัวกระทำถูกฉีดเข้าไปในเตาเผาโดยตรง ซัลเฟตที่เกิดขึ้นจะถูกแยกออกจากก๊าซ โดยให้สัมผัสกับน้ำ
- การใช้ด่างแบบคืนสภาพ (Regenerative Alkaline) วิธีนี้ใช้ตัวกระทำที่เป็นด่างจับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกจากก๊าซที่ออกมาจากการสันดาป โดยการทำปฏิกิริยาทางเคมีกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์และตามด้วยการคืนสภาพ ซึ่งจะช่วยให้ตัวกระทำฟื้นสภาพและสามารถนำกลับมาใช้ได้ อีก ส่วนก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก็จะได้กลับคืนมาในรูปของซัลเฟอร์ไดออกไซด์เหลวหรือกรดซัลฟูริก ตัวกระทำที่ใช้มี Magnesium Oxide, Sodium Sulfites, Metal Carbonates และ Magnesium Dioxide เป็นต้น

- การใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาไปเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ SO₂ ให้เป็น SO₃ วิธีนี้จะได้ H₂SO₄ กลับมา วิธีนี้ต้องการอุณหภูมิสูง ใช้ได้ดีกับก๊าซที่ปล่อยออกมาที่อุณหภูมิสูง
- การดูดซับด้วยของแข็งแบบคืนสภาพ (Regenerative Solid Adsorption) ในวิธีนี้ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะถูกดูดซับบน Activated Char เมื่อความสามารถในการดูดซับหมดลง ก็ทำ Desorption ซึ่งจะได้ H₂SO₄ ออกมา ส่วน Activated Char ก็นำกลับไปใช้ได้อีก
- การดูดกลืนด้วยสารอินทรีย์แบบคืนสภาพ (Regenerative Organic Adsorption) วิธีนี้ผิดกับการดูดกลืนด้วยด่าง (Alkaline Absorption) ตรงที่ใช้ตัวดูดกลืนที่เป็นสารอินทรีย์

3.2) การแยกซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากก๊าซที่มีความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูง

กรณีก๊าซที่มีความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงอาจสามารถนำมาผลิตกรดซัลฟูริกได้อย่างคุ้มค่าโดยทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อไปนี้



3.3.3.4 การควบคุมก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)

การควบคุมไนโตรเจนออกไซด์จากแหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ แบ่งออกได้ดังนี้ คือ การดัดแปลงสภาพการทำงาน การดัดแปลงสภาพที่ออกแบบไว้ และการแยกไนโตรเจนออกไซด์จากก๊าซที่ปล่อยออกมา โดยการดัดแปลงสภาพการสันดาปและการดัดแปลงการออกแบบเป็นวิธีที่ประหยัดที่สุด

1) การดัดแปลงสภาพการทำงาน

การดัดแปลงสภาพการทำงาน เพื่อให้เกิดผลดีที่สุดนั้น ควรเป็นการใช้วิธีต่างๆ ร่วมกัน โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

- การสันดาปโดยใช้อากาศเกินเล็กน้อย (Low-excess-air-combustion) ในวิธีการนี้ อากาศจะถูกควบคุมให้มีปริมาณใกล้เคียงกับ

ปริมาณที่ต้องการตามหลักมวลสารสัมพันธ์ ดังนั้น ปริมาณออกซิเจนที่ทำให้เกิดไนตริกซ็อกไซด์จะถูกจำกัด วิธีการนี้ใช้ได้ผลดีกับการสันดาปก๊าซและน้ำมัน การสันดาปของถ่านหินด้วยวิธีนี้อาจทำให้เกิดการไม่สมดุลระหว่างอากาศและเชื้อเพลิง ทำให้เกิดปัญหาเชื้อเพลิงที่ยังไม่ได้เผาไหม้หรือคาร์บอนมอนอกไซด์ถูกปล่อยออกมา ซึ่งทำให้วิธีนี้มีขอบเขตการใช้จำกัด

- การสันดาปแบบสองขั้น (Two-stage-air Combustion) วิธีการนี้อากาศขั้นแรกจะถูกจ่ายในปริมาณต่ำกว่าตามหลักมวลสารสัมพันธ์ให้กับเตาเผาในการสันดาปน้ำมันหรือก๊าซ จากนั้นอากาศขั้นที่สองที่อุณหภูมิต่ำกว่าจะถูกฉีดเข้าไป เพื่อให้เชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้ไปบางส่วนและสารที่เกิดจากการสันดาปเย็นลงก่อนที่การสันดาปจะสมบูรณ์ ดังนั้นจึงสามารถหลีกเลี่ยงการทำปฏิกิริยาระหว่าง N_2 และ O_2 ซึ่งเกิดที่อุณหภูมิสูงๆ การสันดาปส่วนใหญ่จะเกิดภายใต้สภาพที่มีส่วนของเชื้อเพลิงมาก (Flue-rich) ปัญหาสำคัญในการสันดาปแบบนี้คือการหลีกเลี่ยงการผลิต CO, HC และอนุภาคไม่ให้เกิดมากเกินไป
- การเวียนกลับของก๊าซที่เกิดจากการสันดาป (Flue-gas recirculation) ในวิธีนี้ ส่วนหนึ่งของก๊าซที่เกิดจากการสันดาปประมาณ 10-20% จะเวียนกลับไปยังเขตสันดาปเพื่อลดอุณหภูมิของเปลวไฟและลดปริมาณออกซิเจนที่ใช้ได้ ผลของการเวียนกลับจะขึ้นอยู่กับจุดที่ฉีดก๊าซเข้าไปและปริมาณของก๊าซที่เวียนกลับ อุณหภูมิของเปลวไฟจะลดลงได้มากที่สุดด้วยการผสมก๊าซกับอากาศที่ใช้ในการสันดาปโดยตรง มลสารที่ปล่อยออกมาอาจลดได้ถึง 80%

2) การดัดแปลงสภาพการออกแบบ

รูปร่างของหัวเตา (Burner) ในหม้อน้ำอาจมีอิทธิพลต่อการเกิดของ NO อย่างมาก เช่น แบบหัวเตาที่ใช้กับ Tangentially fired boiler เปลวไฟและสารที่เกิดจากการสันดาปจะหมุนขึ้นแบบเกลียวรอบๆ ผนังเตา ส่วนใน Horizontally fired furnace เปลวไฟจะตั้งฉากกับผนังของเตานั้น ก๊าซที่ร้อนจะรวมตัวกันอยู่ทำให้อุณหภูมิของเปลวไฟสูงและมีไนตริกซ็อกไซด์มากขึ้น ดังนั้นรูปร่างของหัวเตาที่ทำให้เกิดการสันดาปเข้ม

ชั้นขึ้นและมีอุณหภูมิสูง จะทำให้เกิดไนตริกออกไซด์มากขึ้นกว่าที่เกิดจากการสันดาปที่มีพื้นที่มากกว่า

การสันดาปด้วย Fluidized-bed เป็นวิธีที่ทำให้เกิดไนตริกออกไซด์ต่ำ ในกระบวนการนี้ ถ่านหินที่บดละเอียด (หรือน้ำมัน หรือก๊าซ) อาจเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 750-1000 °c ภายในชั้นของหินปูน Dolomite ซึ่เถ้า หรืออนุภาคเฉื่อยซึ่งลอยอยู่ด้วยอยู่ด้วยอัตราการไหลขึ้นของอากาศและสารที่เกิดจากการสันดาป Fluidized-bed นี้ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงมากซึ่งทำให้เกิดการสันดาปที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้หินปูนหรือ Dolomite จะดูดกลืนซัลเฟอร์ส่วนใหญ่มที่มีอยู่ในเชื้อเพลิง และปริมาณของอนุภาคที่เกิดขึ้นก็ลดลงด้วยเพราะการปนของถ่านหิน

3) การแยกไนโตรเจนออกไซด์จากก๊าซที่ปล่อยออกมา

การแยกไนโตรเจนออกไซด์ยากกว่าการแยกซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เพราะไนโตรเจนออกไซด์ซึ่งเป็นส่วนประกอบใหญ่ของไนโตรเจนออกไซด์ในก๊าซนั้นค่อนข้างจะคงที่และไม่ทำปฏิกิริยา นอกจากนั้น ในก๊าซที่เกิดจากการสันดาปที่มีไนโตรเจนออกไซด์จะมีน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ในปริมาณที่เข้มข้นกว่า และก๊าซเหล่านี้จะทำปฏิกิริยาได้ง่ายกว่าไนโตรเจนออกไซด์ ดังนั้นจึงเป็นการบวนการแยกไนโตรเจนออกไซด์

การแยกไนโตรเจนออกไซด์ออกจากก๊าซ มีวิธีดังนี้

- การแตกตัวโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Decomposition)
- รีดักชันโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Reduction)
 - แบบ Nonselective ใน Net Reducing Environment
 - แบบ Selective ใน Net Oxidizing Environment
- ปฏิกิริยาดูดซับด้วยของแข็ง
- ปฏิกิริยาดูดกลืนด้วยของเหลว
- การแยกทางฟิลิกส์

ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์แตกตัวได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำ แต่อย่างไรก็ดีก็ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมก็ยังเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับช่วยการแตกตัว

การ Reduction ของ NO ให้เป็น N_2 โดยในตัวเร่งปฏิกิริยาโดยใช้วิธี Selective และ Nonselective ใช้ได้กับก๊าซที่ปล่อยออกมาจากการผลิตกรดไนตริก ในกรรมวิธี Nonselective Reduction ภายใต้สภาวะ Reducing โดยทั่วไปจะต้องเติม CO, H_2 หรือ CH_4 เข้าไปในก๊าซก่อนเข้า Catalytic Reactor หรือใช้อัตราไหลของอากาศที่ต่ำกว่าที่ต้องการ วิธี Nonselective Reduction นี้ไม่ดีนักเพราะว่าประสิทธิภาพของโรงจักรจะลดลงและในขณะเดียวกันก็ให้ CO ออกมาในปริมาณมากขึ้น ส่วนวิธี Nonselective Reduction นี้ไม่ดีนัก เพราะประสิทธิภาพของโรงจักรจะลดลงและในขณะเดียวกันก็ให้ CO ออกมาในปริมาณที่มากขึ้น ส่วนวิธี Selective Reduction ก็จำเป็นต้องเติมสารบางชนิดโดยทั่วไปแล้วก็ใช้แอมโมเนีย ซึ่งจะเลือกรีดิวส์ไนโตรเจนออกไซด์ในสภาวะแวดล้อมที่มีออกซิเจน วิธีนี้เป็นวิธีที่น่าสนใจเพราะซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาอาจควบคุมได้โดยวิธีเดียวกัน

การใช้ตัวดูดที่เป็นของแข็งเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการแยกไนโตรเจนออกไซด์จากก๊าซ ตัวอย่างตัวดูดซับได้แก่ Silica Gel, Alumina, Molecular Sieves, Char และ Ion-Exchange Resins แต่ละตัวมีความสามารถต่างๆ กันที่จะออกซิไดส์ NO ให้เป็น NO_2 แล้วดูดซับ NO_2 แต่อย่างไรก็ดี ความสามารถของตัวดูดซับเหล่านี้ยังต่ำมากที่ความเข้มข้นของ NO ที่มีอยู่ทั่วไป

การแยกทางฟิสิกส์ซึ่งขึ้นอยู่กับทางคุณสมบัติทางโมเลกุลของ NO เช่น ขนาดของโมเลกุล อุณหภูมิที่ทำให้ NO กลายเป็นของเหลวและความไวต่อกระแสแม่เหล็ก เป็นวิธีที่ได้ผลน้อยมาก เพราะคุณสมบัติเหล่านี้คล้ายคลึงกับก๊าซชนิดอื่นๆ ที่มีอยู่ปริมาณมากกว่าในก๊าซที่เกิดจากการสันดาป

การใช้ตัวดูดกลืนที่เป็นของเหลวเป็นวิธีที่ดีที่สุดในขณะที่ใช้สำหรับการควบคุมไนโตรเจนออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมา โดยปกติใช้สารละลายต่างหรือกรด H_2SO_4 ในวิธีนี้ จำนวนโมเลกุล NO และ NO_2 ในก๊าซควรจะเท่ากัน เนื่องจากการดูดกลืนของออกไซด์รวม N_2O_3 นั้นดีที่สุด การเวียนกลับของ NO_2 ในก๊าซเป็นวิธีที่ดีที่สุด

สุดท้ายทำให้เกิดการสมดุลนี้ การเวียนกลับของ NO₂ อาจทำได้โดย ออกซิไดส์ NO ที่คืนสภาพจากตัวดูดกลืน

3.3.3.4 ข้อดีและข้อเสียของระบบควบคุมมลพิษทางอากาศแต่ละระบบ

ตารางที่ 3.1 ตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบควบคุมมลพิษทางอากาศแต่ละระบบ

ระบบบำบัด	ข้อดี	ข้อเสีย
1. ระบบเผาทำลาย -เตาเผาที่ใช้ ความร้อนโดยตรง	-ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ระเหยสูง -ง่ายต่อการควบคุมการทำงาน -ค่าติดตั้งและออกแบบไม่สูงมาก	-ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง -สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง -เกิดมลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง
-เตาเผาแบบมีสารเร่งปฏิกิริยา	-ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำ เนื่องจากปฏิกิริยาเกิดที่อุณหภูมิต่ำกว่ากรณีใช้อุณหภูมิเผาไหม้	-อุปกรณ์มีราคาแพง -เปลี่ยนตัวเร่งปฏิกิริยาทุก 2 ปี
2. ระบบดูดซับ	-ควบคุมการทำงานได้ง่าย -ออกแบบง่าย	-อัตราการไหลของอากาศจะต้องมีค่าไม่สูงมาก

	-การลดลงของอัตราการไหลของอากาศไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบ	-กากของเสียที่เกิดขึ้นต้องมีกระบวนการกำจัดตามที่กฎหมายระบุ -ต้องมีระบบป้องกันอัคคีภัย
3. ระบบดูดกลิ่น	-กำจัดได้ทั้งฝุ่นและกลิ่นในขณะเดียวกัน	-เนื่องจากสารอินทรีย์ระเหยไม่ละลายน้ำจึงต้องใช้สารเคมีในการดูดกลิ่น เช่น กรด ด่าง หรือ สารลดแรงตึงผิว -มีน้ำเสียเกิดขึ้นและต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย
4. ระบบกรองชีวภาพ	-ต้นทุนในการดำเนินงานต่ำ -ไม่มีกากของเสีย	-เดินระบบยาก -ต้องมีอากาศเข้าระบบอย่างต่อเนื่อง -ขนาดและน้ำหนักของระบบค่อนข้างสูง ทำให้เสียพื้นที่ในการติดตั้ง

3.3.3.5 ขั้นตอนที่ต้องจัดการควบคุมกับสารอินทรีย์ระเหย

1) การควบคุมไอระเหยของตัวทำละลายที่โรงงานผลิต

การควบคุมไอระเหยของตัวทำละลายที่โรงงานผลิตเป็นการควบคุมการแพร่กระจายของไอระเหยของตัวทำละลายออกสู่บรรยากาศ ในขณะที่บรรจุตัวทำละลายจากสายการผลิตลงสู่ถังเก็บของโรงงาน โดยการเก็บไอระเหยของตัวทำละลายจากถังเก็บขณะที่ทำการบรรจุ และต้องนำไปผ่านกระบวนการการนำกลับมาใช้ใหม่ (Vapor Recovery) โดยไม่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก

2) การควบคุมไอระเหยของตัวทำละลายขณะตัวทำละลายขณะบรรจุตัวทำละลายสู่ถังเก็บของลูกค้า

การควบคุมในขั้นตอนนี้เป็นการควบคุมการแพร่กระจายของไอระเหยของตัวทำละลายไปสู่บรรยากาศ ในขณะที่ถ่ายเทตัวทำละลายจากรถขนส่งลงสู่ถังเก็บของลูกค้า โดยการเก็บไอระเหยที่สะสมในถังเก็บผ่านระบบท่อเข้าสู่ถังของรถขนส่ง นำกลับไปยังโรงงานผู้ผลิต เพื่อเข้าสู่ระบบการนำกลับมาใช้ใหม่ หรืออาจกำจัดทิ้งอย่างถูกต้องต่อไป

3) การควบคุมไอระเหยของตัวทำละลายที่รถขนส่ง

รถขนส่ง เป็นตัวกลางที่นำตัวทำละลายจากโรงงานผลิตส่งไปยังสถานประกอบกิจการหรือโรงงานของลูกค้าที่นำตัวทำละลายนั้นไปใช้ ในขณะเดียวกันต้องนำไอระเหยของตัวทำละลายจากโรงงานลูกค้ากลับมายังโรงงานผู้ผลิต ปัจจุบันการถ่ายเทตัวทำละลายของรถขนส่งเป็นแบบ Top Loading ซึ่งต้องเปิดช่องคนลง (Man Hole) ด้านบน แล้วจึงเติมตัวทำละลาย ทำให้ไอระเหยทั้งหมดที่อยู่ในถังของรถขนส่งที่เกิดขึ้นระหว่างการเติม ฟุ้งกระจายออกสู่อากาศในการควบคุมไอระเหยจึงควรใช้ระบบเติมตัวทำละลายจากด้านล่าง (Bottom Loading) พร้อมติดตั้งระบบควบคุมไอระเหยเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

ระบบควบคุมไอระเหยของตัวทำละลายขณะถ่ายเทใส่รถบรรทุก (Tank Truck) หลักการที่สำคัญคือ

- รถบรรทุกจะรับตัวทำละลายทางด้านล่าง (Bottom Loading)
- ไอระเหยภายในรถจะเข้าสู่ระบบ Vapor Recovery ผ่านกระบวนการแยกอากาศและไอระเหยของตัวทำละลาย โดยอากาศจะระบายทิ้งสู่อากาศ ส่วนไอระเหยของตัวทำละลายจะถูกทำให้เป็นของเหลว แล้วกลับสู่แท็งก์หรือถังเก็บ

3.3.3.6 ระบบการนำไอระเหยกลับมาใช้ใหม่ (Vapor Recovery)

ระบบการนำไอระเหยกลับมาใช้ใหม่ หมายถึง ระบบที่นำไอระเหยของตัวทำละลาย ซึ่งเป็นสารพวกไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) จากการจ่าย การบรรจุ หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ เพื่อป้องกันไม่ให้ไอระเหยของตัวทำละลายออกสู่ภายนอก เพื่อคุณภาพอากาศและสภาพแวดล้อมที่ดี

ระบบการนำไอระเหยกลับมาใช้ใหม่นั้น มีหลายวิธี เช่น กระบวนการดูดซับและการควบแน่น (Absorption-Condensation) กระบวนการดูดซับและดูดซึม (Absorption-Absorption) กระบวนการดูดซึม 2 ชั้น (Absorption-Absorption) กระบวนการแพร่โดยผ่านตัวกลางและดูดซึม (Membrane-Absorption) เป็นต้น ซึ่งทุกวิธีโดยหลักการจะเป็นการรวบรวมเฉพาะไอระเหยของไฮโดรคาร์บอน อาจด้วยวิธีดูดซับ (การติดบนผิวบางๆ ที่ผิวของ Solid Body) หรือการดูดซึม (การดูดเข้าไปข้างในของแผ่นดูดซึม) อากาศจะผ่านออกไป จากนั้นจะแยกไอระเหยของไฮโดรคาร์บอนออกจากตัวดูดซับหรือตัวดูดซึมนั้น โดยการควบคุมความดันหรืออุณหภูมิ แล้วแต่กรณี ระบบการนำไอระเหยกลับ

มาใช้ใหม่นี้ ในระบบจะบรรจุด้วยตัวทำลายกับอากาศซึ่งอาจเกิดระเบิดได้ จึง
ต้องมีการระมัดระวังในการทำงานดังนี้

- 1) เมื่อเกิดปัญหากับระบบการนำไอระเหยกลับมาใช้ใหม่ ควรมีระบบปิด
อัตโนมัติ และการจัดการแก้ไขโดยเร็ว
- 2) ควรตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้แน่ใจว่าระบบการนำไอระเหย
กลับมาใช้ใหม่ทำงานอยู่ในขีดจำกัดที่ได้ออกแบบไว้
- 3) ในบริเวณระบบต้องไม่มีแหล่งที่ก่อให้เกิดประกายไฟ
- 4) ควรติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง (Flame Arrestor) เพื่อป้องกันไม่ให้
เกิดเปลวไฟลุกลาม สู่วาล์วหรือถังจัดเก็บ หากเกิดประกายไฟขึ้น
- 5) ควรต่อ Grounding หรือ Bonding ที่ท่อทุกท่อ

3.3.4 สารอินทรีย์ไอระเหย (Volatile Organic Compounds) กับสุขภาพ

ในบรรดาสารกลุ่ม Halogenated VOCs นี้ trichloroethylene (TCE) ซึ่งเป็นสาร
ตัวทำลายในน้ำยาซักแห้ง น้ำยาละลายคราบน้ำมัน หรือคราบไขมัน และเรซินต่าง ๆ ที่
ใช้ในอุตสาหกรรม พบปนเปื้อนได้บ่อยและได้รับการศึกษาค้นคว้าวิจัยมานานมากกว่า 30
ปี ในด้านผลกระทบต่อสุขภาพของสัตว์ทดลองและมนุษย์ TCE เป็นก่อมะเร็งร้ายแรงชนิด
หนึ่ง (Group 2A carcinogen (probably carcinogenic to humans) ตามนิยามและการ
ยอมรับของ International Agency for Research on Cancer (IARC) และ World
Health Organization (WHO)

สาร VOCs เข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางคือ 1 การหายใจ ได้รับทางปอด 2 การกิน-ดื่มน้ำ
ทางปาก และ 3 การสัมผัสทางผิวหนัง หลังจากการเข้าสู่ร่างกายแล้วจะผ่านเข้าสู่ตับ ซึ่ง
จะมีเอนไซม์และวิถีทาง เมตาบอลิซึม (metabolism) หลากหลายที่แตกต่างกัน จะ
ทราบกลไกการเกิดพิษของสาร VOCs ต้องอาศัยความรู้ด้านเภสัชวิทยาและพิษจุลศาสตร์
เช่น สารพิษถูกเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึมในตับ ในระยะแรก โดยอาศัยเอนไซม์ใน
ระบบ P450 และในระยะหลังรวมตัวกับสาร glutathione ชนิดเอนไซม์ P450 ที่ใช้จะแตก
ต่างกันแล้วแต่ชนิดของ VOCs เช่น เอนไซม์ชนิด CYP2E1 มีบทบาทมากต่อเมตาบอลิซึม
ของ trichloroethylene ซึ่งจะกลายเป็น chloral hydrate และต่อมาถูกเอนไซม์ชนิด
CYP2B เร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็น trichloroethanol ซึ่งในที่สุดจะถูกขับทิ้งทางปัสสาวะใน
รูปของ trichloroacetic acid; เซลล์ตับจะทำให้ toluene กลายเป็น benzyl alcohol และ

benzoic acid ละลายในน้ำได้ง่าย แล้วถูกขับออกทางปัสสาวะ ซึ่งความเป็นพิษต่อร่างกายจะมากขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

- 1) ช่วงครึ่งชีวิตของสาร VOCs ในร่างกาย
- 2) สภาพความสมบูรณ์ของร่างกาย
- 3) ระบบการขับถ่ายของเสีย

❖ **ปัจจัยที่ทำให้สาร VOCs เกิดอันตรายมีความรุนแรงและอาการป่วยมากหรือน้อยมีดังนี้**

- 1) ช่วงชีวิตครึ่งของสาร VOCs ในเลือดการตรวจวัดสารระเหย VOCs ในเลือดสามารถบอกประวัติการได้รับ หรือ การสัมผัส VOCs ในประชากรได้
- 2) ขึ้นอยู่กับสภาวะภายในร่างกาย และปฏิกิริยาชีวเคมีทางเมตาบอลิซึมในตับและเนื้อเยื่อ แปรสภาพให้เป็นพิษมากขึ้นหรือน้อยลงได้ และขึ้นอยู่กับปริมาณอัลกอฮอล์หรือสารเคมีอื่นในกระแสเลือดและเนื้อเยื่อด้วย ตัวอย่างเช่น การดื่มเหล้าหรือเครื่องดื่มที่มีอัลกอฮอล์จะเพิ่มการดูดซึมและเพิ่มระดับของ 2-butanone และ acetone ในเลือดของนักดื่มเหล้าทั้งหลาย
- 3) การขับสารพิษทั้งสาร VOCs ถูกขับโดยตรงผ่านไตออกมาทางปัสสาวะทางลมหายใจ และโดยทางอ้อมผ่านตับ และน้ำดี ถ้าสารนั้นถูกขับออกทิ้งได้ง่าย ความเป็นพิษจะน้อยลงกว่าสารเคมีที่ถูกขับออกทิ้งได้ยาก ตัวอย่าง ผลกระทบของสารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนระบบต่าง ๆ มีดังนี้

● ผลกระทบต่อด้านภูมิคุ้มกัน

สารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนหลายชนิดทำให้ระบบภูมิคุ้มกันถูกรบกวนหรือทำลาย ศักยภาพทางการป้องกันโรคการติดเชื้อจะลดและพร้อมลงจากเดิม เช่น ในการศึกษาในประชากร 302 คน (อายุ 40-59ปี) ที่ Aberdeen, North Carolina และบริเวณใกล้เคียงโดยการ ตรวจเลือด ตรวจฉีดยาและสัมภาษณ์ พบว่ามีสาร Dichlo (DCE) ในเลือด ในคนที่อยู่ใกล้ที่ทิ้งขยะสารเคมีพิษ (pesticide dump sites) ในระดับเฉลี่ย 4.05 ppb เทียบกับระดับเฉลี่ย 2.95 ppb ($p=0.01$) กลุ่มควบคุมคนที่อยู่ไกลมากกว่ายังมีระดับ DCE สูงกว่า ยิ่งอยู่ในบริเวณนาน ๆ ยิ่งได้รับมากขึ้น แตกต่างกับอย่างชัดเจน นอกจากนี้เม็ดเลือดขาวของประชากรดังกล่าวจะมีคุณสมบัติทางภูมิคุ้มกัน (mitogere-induced lymphoproliferativity) ต่ำกว่าเม็ดเลือดขาวในกลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด

● ผลกระทบต่อระบบประสาท

การได้รับสารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนจะทำให้เกิดอาการทางอาการกดประสาทหลายอย่าง เช่น การง่วงนอน วิงเวียนปวดศีรษะ ซึมเศร้า หรือหมดสติได้ ในการทดลองกับหนูเพศชาย และหนูถีบจักรพบว่า การได้รับ 1,1,1-trichloroethane (TRI) 5000 ppm ทางลมหายใจนาน 40 นาที ทำให้การส่งกระแสประสาทผิดปกติได้ หนูมีการเรียนรู้สิ่งเร้าในสิ่งแวดล้อม ลดลง กลไกคือ TRI ทำให้สาร cyclic GMP ซึ่งเป็นสารทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้เซลล์ประสาททำงาน นั้นมีระดับลดลงและ medulla oblongata คือลดลงจากกลุ่มควบคุม ถึง 55-58 % และระดับ cyclic GMP จะลดมากเมื่อได้รับสารระเหยนานมากขึ้นเป็น 100 นาที

- ผลกระทบเสียหายต่อสุขภาพด้านอื่น ๆ

สารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอน อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพระบบอื่น ๆ ได้แก่ ระบบพันธุกรรม ระบบฮอร์โมน ระบบสืบพันธุ์ และระบบประสาท อาจทำให้เกิดโรค มะเร็งบางชนิดได้ และโรคทางระบบสืบพันธุ์ เช่น เป็นหมัน ความพิการของเด็ก มีการกลายเพศ เป็นต้น

□ การป้องกันและการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอน

การควบคุมสารเคมีอินทรีย์ระเหยได้ดีที่สุด คือ การป้องกันมิให้มีการใช้สารที่อันตรายสูงต่อสุขภาพโดยไม่จำเป็น หรือหากจำเป็นใช้ ก็ต้องมีวิธีการลดอันตราย ความเสี่ยง และความเป็นพิษให้เหลือน้อยที่สุด โดยมีให้สารเคมี มีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ในน้ำ อากาศ ดิน อาหาร และเครื่องดื่ม เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค มีสาร VOCs 8 ชนิดที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อม (EPA) สหรัฐอเมริกา ได้ออกกฎหมายควบคุมมิให้มีหรือมีระดับเกิดค่า maximum contaminant level (MCL) ในน้ำดื่มของแต่ละชนิด

การทำลาย VOCs ทางเคมี ได้มีการนำสาร oxidizers หลายชนิด เช่น ก๊าซโอโซน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต มาใช้เพื่อทำลายสาร VOCs โดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ VOCs หลายกลุ่ม สลายตัว และหมดสภาพความเป็นพิษได้

การทำงานทางชีวภาพ มีการวิจัย co - metabolism method ที่จะใช้จุลินทรีย์หลายชนิดรวมกันที่สามารถทำปฏิกิริยาทางชีวเคมีกับสารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอน โดยอาศัยเอนไซม์ของแบคทีเรียทั้งชนิด anaerobic และ aerobic จะทำให้เกิด

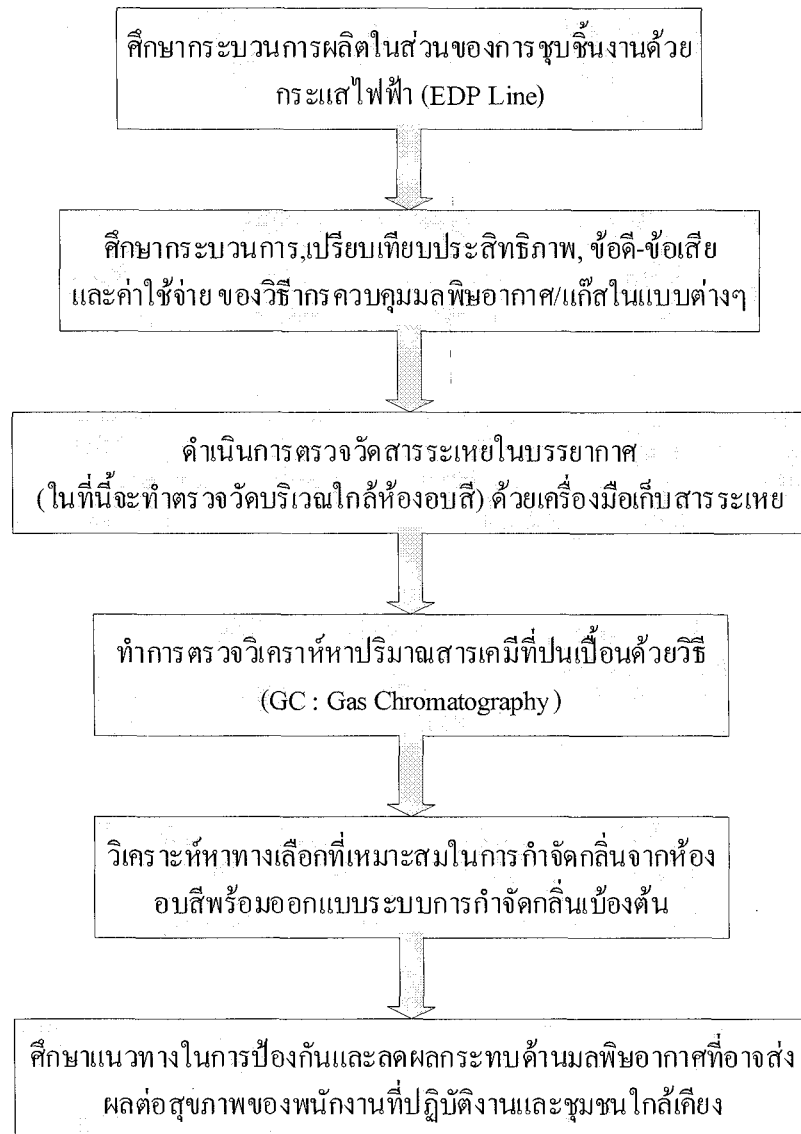
oxidation, reduction, dehalogenation ฯลฯ และ สาร VOCs (TCE, PCE, DCM, benzene, toluene) จะถูกทำลายและหมดความเป็นพิษได้

ในทางการแพทย์ได้มีการรักษาผู้ป่วยที่ได้รับสารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนเข้าไปในร่างกายและเกิดมีอาการป่วย ต้องใช้วิธีการล้างออก การขับออกในทุกรูปแบบ ทั้งทางกายภาพ ทางเคมีและทางชีวภาพ ให้ช่วงที่ ก่อนที่สารเคมีนั้นจะสะสมและเกิดความเป็นพิษ วิธีการรักษานั้นกระทำได้ยากและสิ้นเปลืองการรักษา

3.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานโครงการ

ในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้ ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในตำแหน่งหน้าที่ผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ดำเนินโครงการ "การป้องกันและกำจัดกลิ่นที่มาจากห้องอบสีของไลน์ EDP" มีขั้นตอนในการปฏิบัติงาน และแผนในการดำเนินงานและดังนี้

3.4.1 ขั้นตอนในการปฏิบัติงาน



รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

3.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บสารระเหย

- | | |
|---------------------------------|--------|
| 2. Personal Pump ขนาด 10 liters | 1 ชุด |
| 3. Charcoal Tube | 2 หลอด |
| 4. อุปกรณ์วัดความเร็วลม | 1 ชุด |
| 5. ขาดั่ง | 1 ชุด |

Note :

➤ การสอบเทียบ (Calibration) เพื่อหาอัตราไหลของ Pump

1. 0.729 Liters / Min

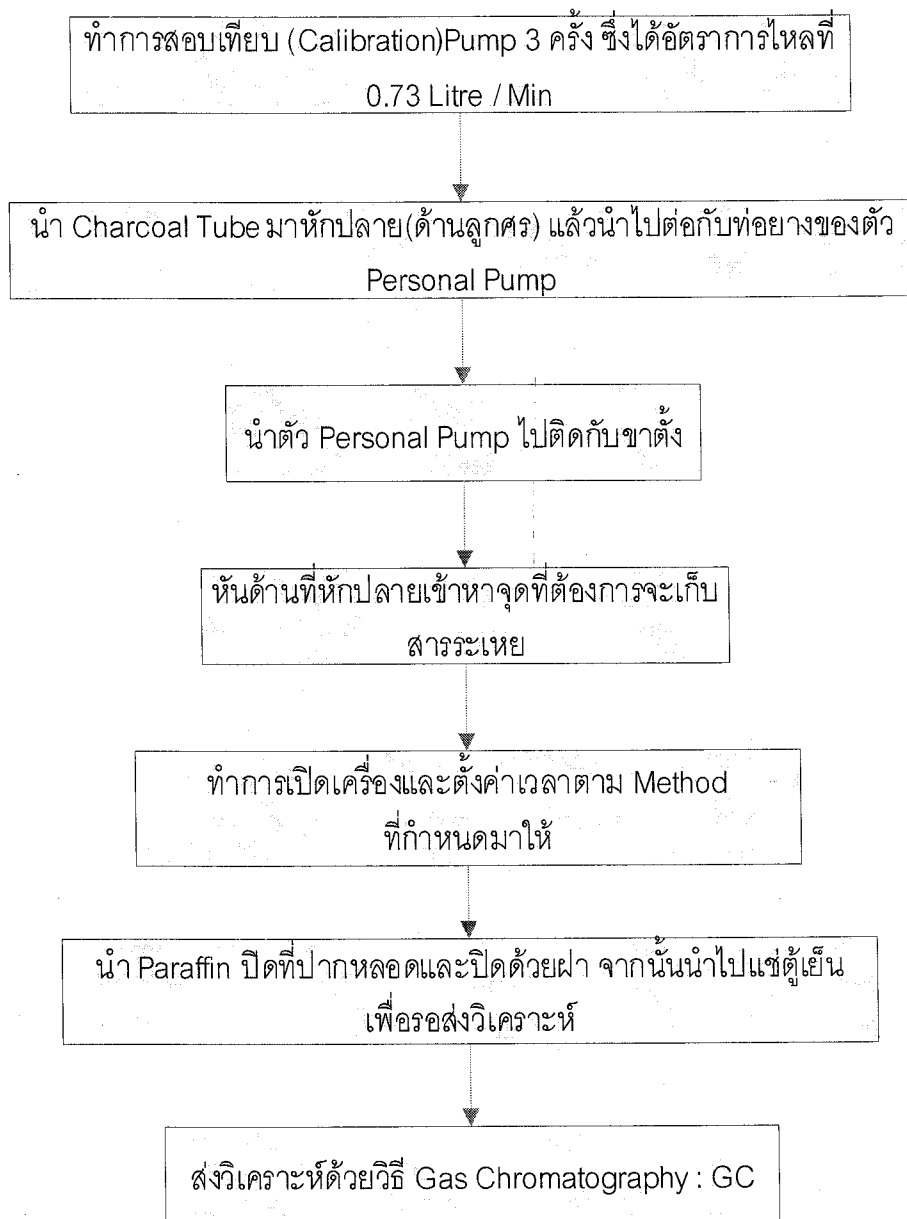
2. 0.733 Liters / Min

3. 0.733 Liters / Min

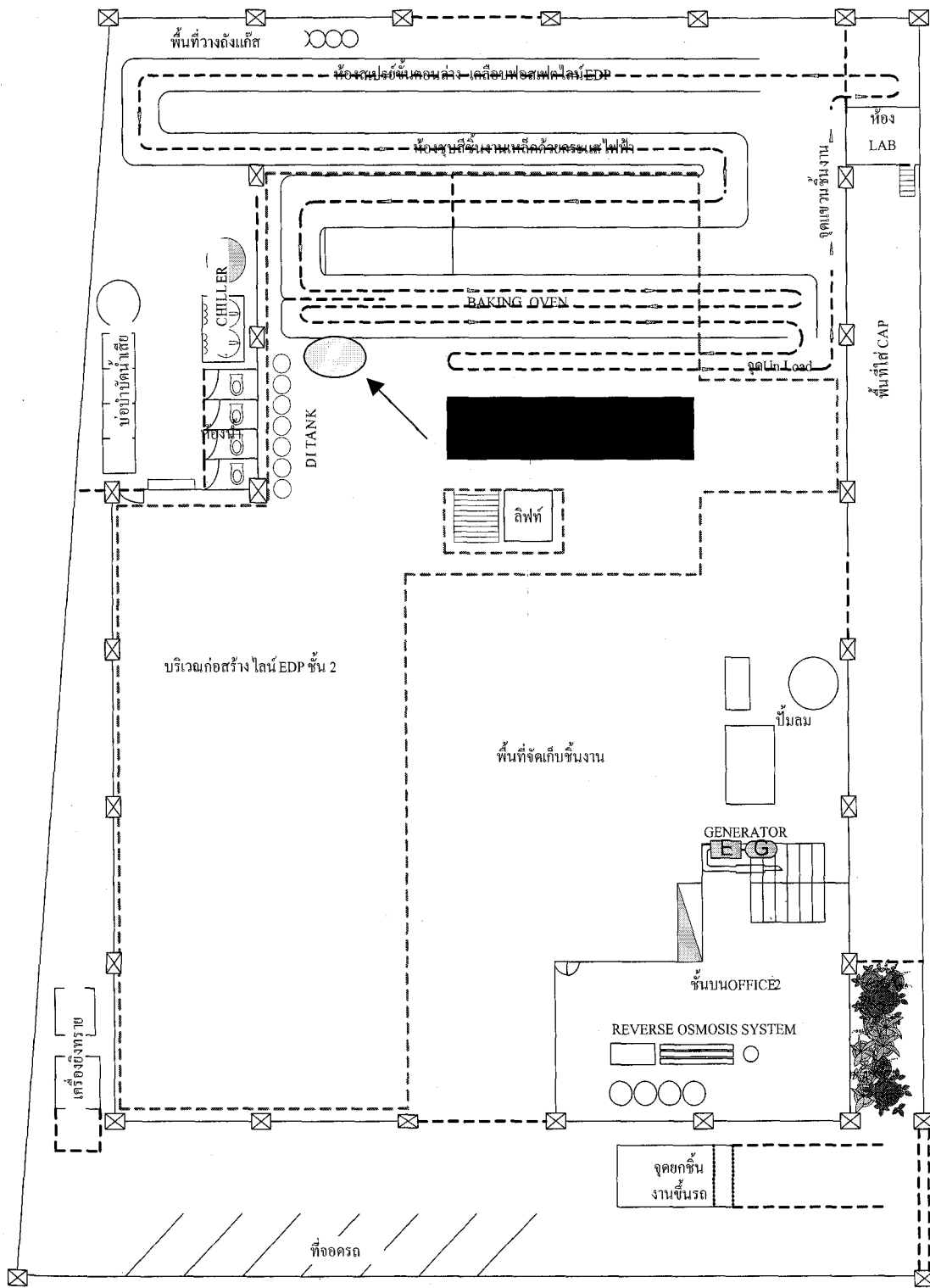
ใช้อัตราการไหลที่ 0.73 Liters / Min

➤ อัตราการไหลที่ใช้ดูตาม NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM)** ซึ่งใช้อัตราการไหลไม่เกิน 1 Liters / Min

3.4.3 วิธีการทดลอง



รูปที่ 3.15 วิธีการทดลอง



รูปที่ 3.16 รูปแสดงจุดที่ทำการเก็บสารระเหยตัวอย่างบริเวณโรงงาน 2 ชั้น 2 (Line EDP)

3.5 ผลการดำเนินโครงการ

3.5.1 ผลการเก็บสารระเหยที่ได้จากการส่งวิเคราะห์ด้วยวิธี Gas Chromatography

- ตารางที่ 3.2 บันทึกผลการเก็บ - วิเคราะห์สารระเหยตัวอย่าง ณ บริเวณห้องอบ
สีตรงจุดเป่าลม(Line EDP)
: วันที่ 27 มิ.ย.2550 เวลา 14:15-14:25 น.

พารามิเตอร์ที่ต้องการ วิเคราะห์	Sample 1 (ppm)	ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของ ACGIH (ppm)
1. Acetone	< 0.001	500
2. Ethyl benzene	0.051	100
3. Xylenes	0.09	100
4. Toluene	2.381	50

- ตารางที่ 3.3 บันทึกผลการเก็บ - วิเคราะห์สารระเหยตัวอย่าง ณ บริเวณห้องอบ
สีตรงจุดเป่าลม(Line EDP)
: วันที่ 27 มิ.ย.2550 เวลา 14:30-14:40 น.

พารามิเตอร์ที่ต้องการ วิเคราะห์	Sample 2 (ppm)	ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของ ACGIH* (ppm)
1. Acetone	< 0.001	500
2. Ethyl benzene	0.046	100
3. Xylenes	0.088	100
4. Toluene	2.786	50

อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ค่าทั้ง 2 ตัวอย่าง พบว่าค่า Acetone เฉลี่ยอยู่ที่ < 0.001 ppm, Ethyl benzene เฉลี่ยอยู่ที่ 0.049 ppm, Xylenes เฉลี่ยอยู่ที่ 0.089 ppm และ Toluene เฉลี่ยอยู่ที่ 2.583 ppm และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่ามีย่าน้อยมาก

3.5.2 แนวทางการแก้ไข

ในการตรวจวัดสารระเหยได้ทำการเลือกวิเคราะห์ค่าสารระเหยเป็นจำนวน 4 ค่าด้วยกันคือ Toluene, Benzene, Ethyl Benzene และ Acetone ซึ่งเหตุผลที่เลือกเพราะสาร 4 ตัวนี้เป็นสารหลักที่อยู่ในตัวทำละลายสี ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าสารระเหยทั้ง 4 ตัวนี้จัดอยู่ในองค์ประกอบของตัวทำละลายที่เรียกว่าทินเนอร์ ซึ่งนับว่ามีความรุนแรงกับการเกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ที่สัมผัสสูงกว่าในกลุ่มของ Ethers (ดูจากปริมาณสัดส่วนจะพบว่าในกลุ่มของ Ethers มีอัตราของส่วนผสมที่มากกว่า)

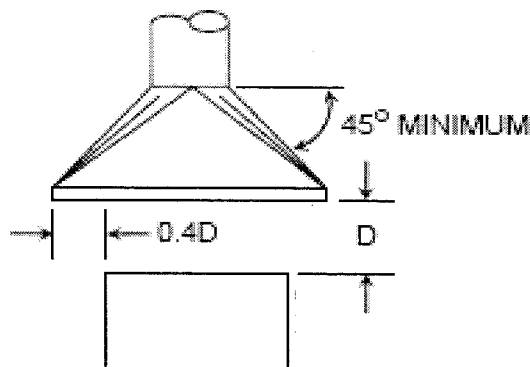
จากผลการส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ค่าด้วยวิธี Gas Chromatography พบว่าค่าที่ได้ออกมาจากที่ 2 ตัวอย่าง มีค่าไม่เกินมาตรฐาน ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) กำหนด แต่กลิ่นเหม็นจากสารระเหยอินทรีย์นี้ก็ทำให้ความรำคาญและเป็นอันตรายต่อร่างกายของผู้ที่ใช้ชีวิตประจำวันในบริเวณใกล้เคียง หากได้รับเป็นระยะเวลานาน จึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบควบคุมมลพิษอากาศแบบต่างๆ เพื่อนำออกแบบห้องบำบัดกลิ่นเบื้องต้นเพื่อเป็นการลดปริมาณสารระเหยอินทรีย์ที่ทำให้เกิดกลิ่น

จากตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบควบคุมมลพิษในแบบต่าง (ตารางที่ 3.3) สามารถเลือกให้ระบบดูดซับ โดยใช้ Activated Carbon เป็นตัวกลางในการดูดซับ ซึ่งเป็นระบบที่เหมาะสมที่สุด

3.5.2.2 การออกแบบห้องบำบัดกลิ่นเบื้องต้น

1) การเลือกใช้ Hood ดูดอากาศแบบที่เหมาะสม

Hood ดูดอากาศมีอยู่ด้วยกันหลายแบบต่างๆ กัน แล้วแต่การใช้แต่ละประเภท แต่ในที่นี้จะทำการเลือก Hood แบบเหนือชิ้นงาน (Canopy Hood)



รูปที่ 3.17 Canopy Hood

$$Q = 1.4 PDV$$

โดย P = ความยาวรอบถัง, m.

D = ระยะห่างระหว่างปากฮูดและชิ้นงาน, m.

V = ความเร็วของอากาศที่ผิวชิ้นงาน (0.5-1 m/s)

จากสูตรข้างต้นสามารถนำไปหาอัตราการไหลได้ดังนี้

$$\begin{aligned} Q &= (1.4) (1.22 \times 4 \text{ m}^2) (1 \text{ m}) (0.8 \text{ m/sec}) \\ &= (5.46 \text{ m}^3/\text{sec}) (60 \text{ sec/min}) \\ &= 327.6 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

- เลือกใช้อัตราการไหลของอากาศที่ 350 m³/min เพื่อเป็นการออกแบบเผื่อไว้ (Over Design)

2) ชนิดของ Activated Carbon ที่ใช้เป็นตัวดูดซับ

Activated Carbon แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ

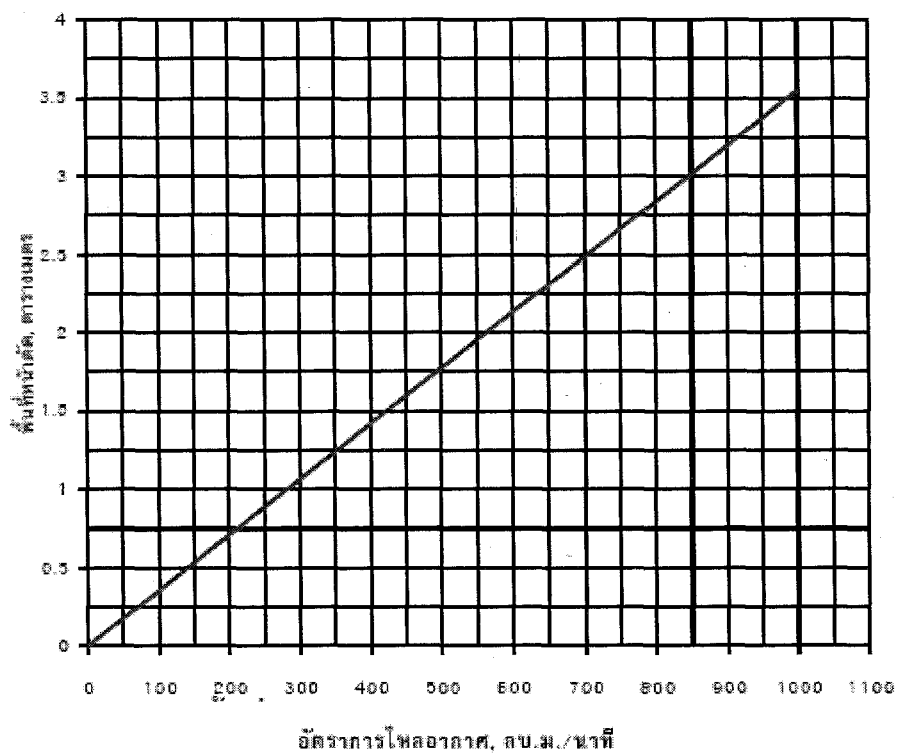
- Granular Activated Carbon เป็นคาร์บอนแบบเกล็ด
- Powder Activated Carbon เป็นคาร์บอนแบบผง

- จึงได้เลือกใช้แบบ Granular Activated Carbon ซึ่งเป็นแบบเกล็ด เป็นที่นิยม ใช้กับสารที่ต้องการกำจัดที่เป็นสารระเหย, ก๊าซ, ก๊าซพิษ มากกว่า

แบบผง และระยะเวลาการใช้งาน Activated Carbon แบบเกล็ดมีอายุ
การใช้งานนานกว่า Activated Carbon แบบผง

3) การหาพื้นที่หน้าตัดของแผ่นกรอง

การหาพื้นที่หน้าตัดที่เหมาะสม สามารถหาได้จากอัตราการไหล ฉะนั้น
เราจึงสามารถนำอัตราการไหลที่คำนวณได้ข้อที่ 1 เพื่อนำมาหาพื้นที่หน้าตัดของ
แผ่นกรอง จากอัตราการไหลของอากาศที่ $350 \text{ m}^3/\text{min}$ สามารถหาพื้นที่หน้าตัด
ของแผ่นกรองได้จากกราฟ

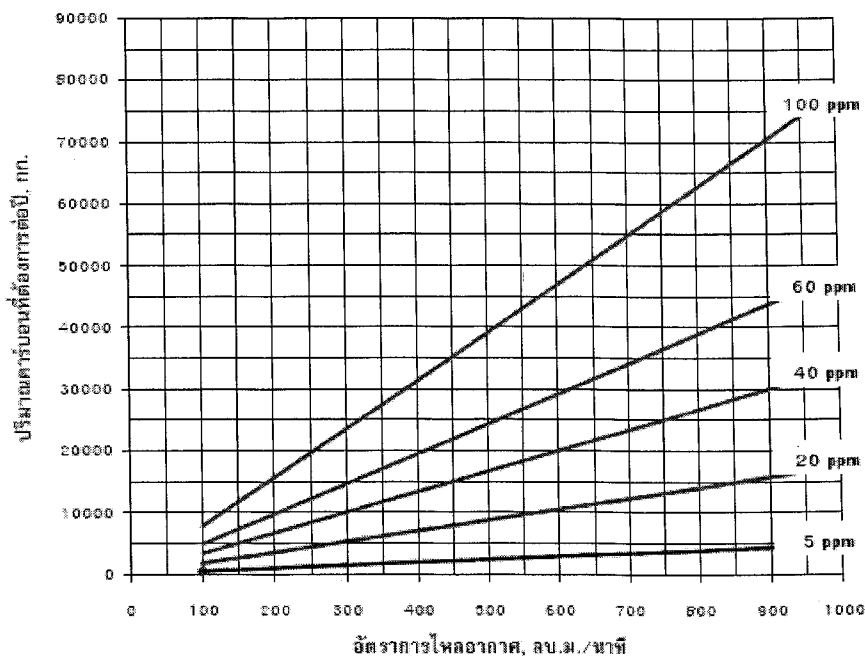


รูปที่ 3.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพื้นที่หน้าตัดของแผ่นกรองและ
อัตราการไหลของอากาศ

- จากกราฟเมื่อทราบอัตราการไหลของอากาศที่ $350 \text{ m}^3/\text{min}$ จะได้พื้นที่
หน้าตัดของแผ่นกรองเท่ากับ 1.25 m^2

4) การหาปริมาณ Activated Carbon ที่ต้องการใช้

ปริมาณคาร์บอนที่ต้องการใช้ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับประเภทของสถานประกอบการ ซึ่งโรงงานนี้เป็นประเภทพ่นหรือเคลือบสีชิ้นส่วนรถ จึงสามารถหาปริมาณคาร์บอนที่ต้องการใช้จากกราฟ เมื่อทราบอัตราการไหลของอากาศ

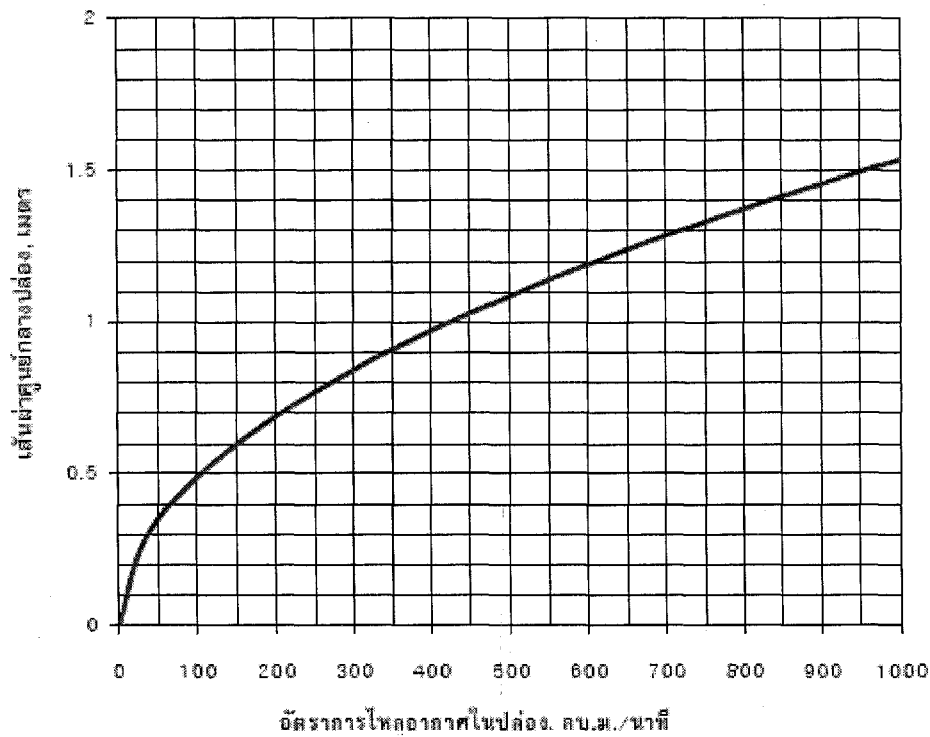


รูปที่ 3.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนที่ต้องการและอัตราการไหลของอากาศ สำหรับโรงงานพ่นหรือเคลือบสี

- จากกราฟเมื่อทราบอัตราการไหลของอากาศที่ $350 \text{ m}^3/\text{min}$ ปริมาณคาร์บอนที่ได้คือ 5000 kg/year

5) ขนาดของปล่องระบายอากาศออกสู่บรรยากาศ

ขนาดของปล่อง (เส้นผ่าศูนย์กลาง) ที่เหมาะสมสามารถกำหนดจากความเร็วในปล่องที่เหมาะสมที่ไม่ทำให้เกิดการกวาดลงต่ำของอากาศที่ปล่อยออกจากปลายปล่อง (stack tip downwash) จากช่วงอัตราการไหลของอากาศจากระบบ ซึ่งเป็นผลจากการสำรวจทำให้มีข้อเสนอแนะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล่องได้ดังกราฟนี้



รูปที่ 3.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางปล่องและอัตราการไหลของอากาศภายในปล่อง

- จากกราฟความสัมพันธ์ข้างต้นที่อัตราการไหลของอากาศภายในปล่องที่ $350 \text{ m}^3/\text{min}$ จะได้น้ำหนักของปล่อง (เส้นผ่านศูนย์กลาง) เท่ากับ 0.9 m.

6) ความสูงของปล่องระบายอากาศ

สำหรับโรงงานพ่นหรือเคลือบสีมีสารมลพิษหลักคือ Xylenes มีความเข้มข้นสูงสุดที่พบคือ 10.3 ppm ระดับความเข้มข้นเริ่มต้นที่ได้กลิ่นคือ 0.05 ppm ซึ่งจากการที่ทำการตรวจวัดปริมาณสารระเหย พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารระเหย (Xylenes) อยู่ที่ 0.09 ppm

$$\left(\frac{C_H}{Q}\right)_{\text{max}} = \exp[a + b(\ln H) + c(\ln H)^2 + d(\ln H)^3]$$

โดยที่

C คือ ความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมให้มีได้ที่ระดับผิวพื้น

Toluene = 0.64 mg/m³ (0.17 ppm) และ

Xylenes = 0.22 mg/m³ (0.05 ppm)

Q คือ อัตราการระบายสารมลพิษ

Toluene อยู่ในช่วง 1,636-18,480 mg/s และ

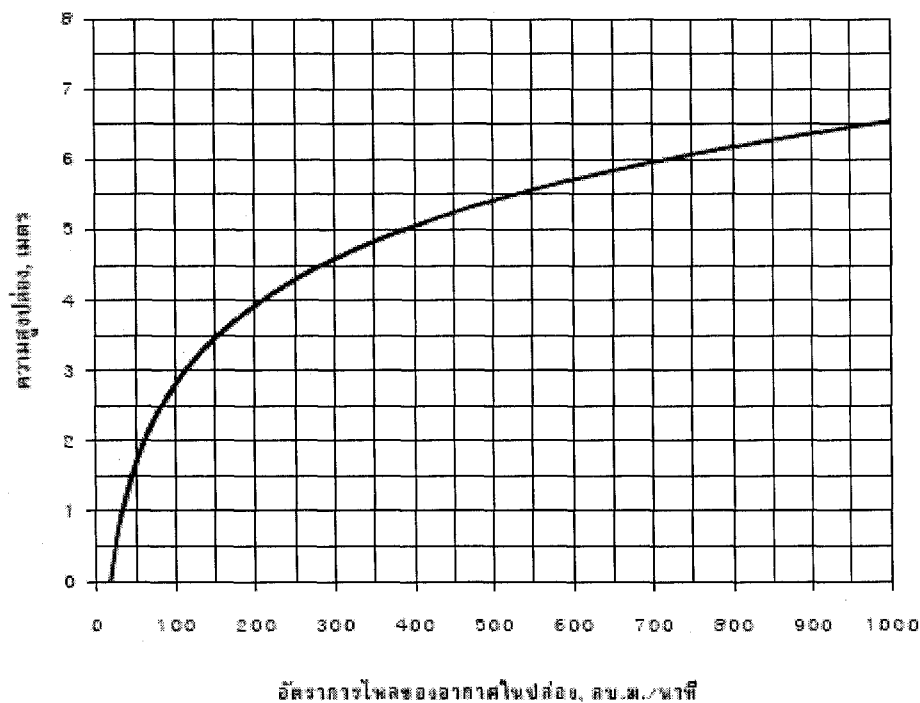
Xylenes อยู่ในช่วง 23.6 – 311.2 mg/s

H คือ ความสูงของปล่อง (m)

u คือ ความเร็วลมในขณะนั้นกำหนดให้เท่ากับ 6 m/s

a, b, c และ d คือ ค่าคงที่ที่ขึ้นกับสภาวะความคงตัวของบรรยากาศ สำหรับค่า
ออกแบบใช้ความคงตัวแบบ D ซึ่ง a = -2.5302, b = -1.5610, c = -0.0934 และ
d = 0

จากสมการข้างต้นสามารถประมาณความสูงปล่องที่อัตราการไหลของ
อากาศในปล่องได้



รูปที่ 3.21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสูงปล่องและอัตราการไหลของ
อากาศในปล่องสำหรับโรงงานพ่นหรือเคลือบสี

➤ จากกราฟเมื่อทราบอัตราการไหลของอากาศที่ 350 m³/min จะได้ความ
สูงของปล่องประมาณ 5 m แต่ในความเป็นจริงกรณีความสูงที่คิดได้ตาม

หลักเกณฑ์นี้มีค่าต่ำมาก ซึ่งในทางปฏิบัติจะกำหนดความสูงของปล่องให้พ้นจากสิ่งปลูกสร้างโดยรอบ

➤ ความเร็วที่ใช้ในการระบายมลพิษออกจากปล่องคือ

$$\text{จาก } Q = AV$$

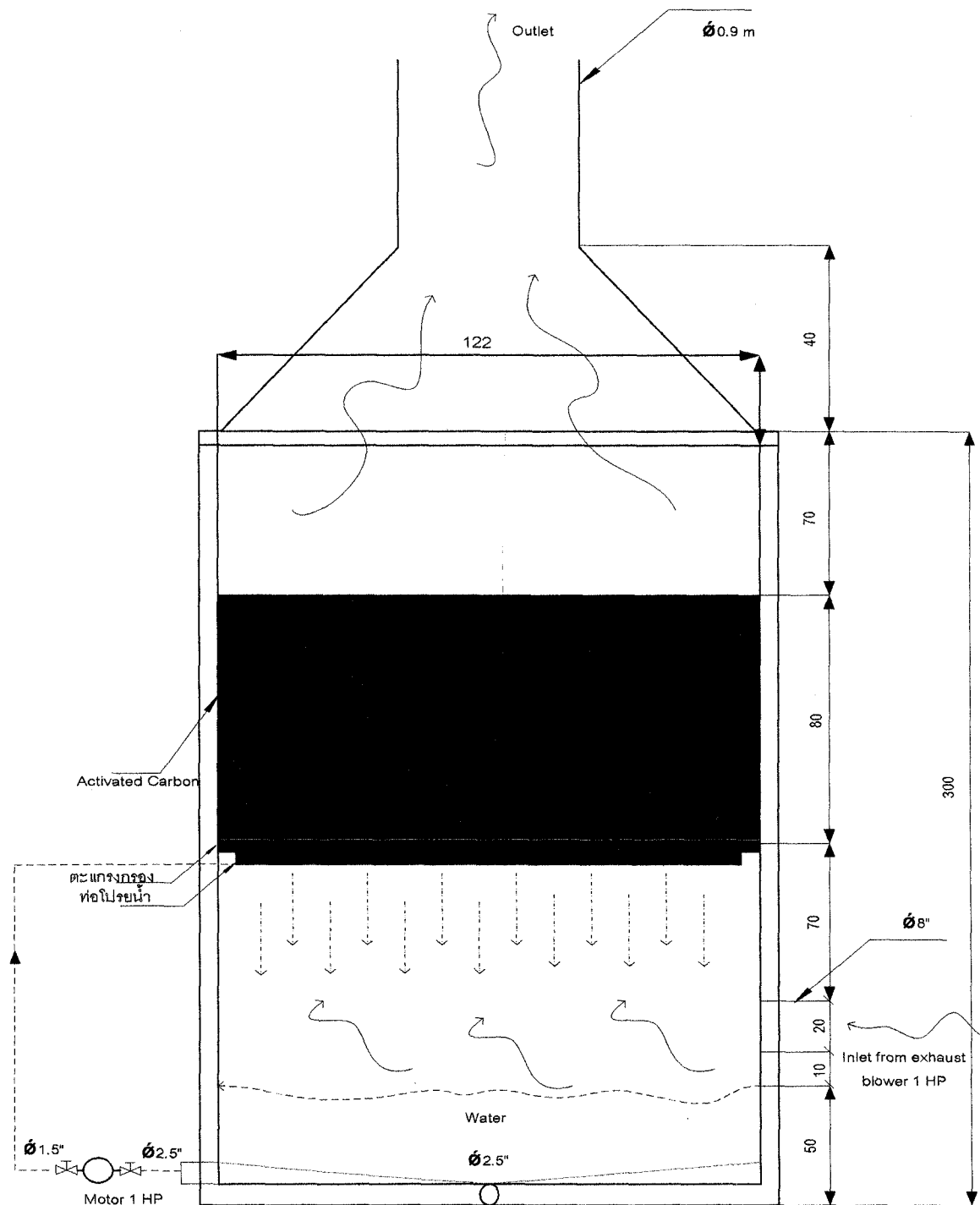
$$V = 350 / 0.9 = 388.89 \text{ m/min หรือ } 6.48 \text{ m/sec}$$

ประมาณความเร็วที่ใช้ระบายมลพิษออกจากปล่องคือ 400 m/min

7) ระยะเวลาในการ Regenerate Activated Carbon

ในระบบที่มีความเข้มข้นของไอสารอินทรีย์ต่ำ เช่นในกรณีของกลิ่น ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นในการทดลองนี้ ค่าที่ได้ออกมาอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ทางเลือกที่จะไม่ต้องมีระบบฟื้นฟูสภาพ (Regenerate) ชั้นของสารดูดซับ คือการเตรียมชั้นดูดซับให้เพียงพอกับการใช้งานในช่วงเวลานานๆ เช่น 3 เดือน หรือ 6 เดือน และใช้วิธีเปลี่ยนชั้นดูดซับชุดใหม่เข้าแทนที่ ในกรณีนี้ มักมีข้อตกลงกับผู้ขายชั้นดูดซับที่จะต้องนำเอาชั้นสารดูดซับที่ใช้แล้วไปบำบัดด้วย

8) ห้องบำบัดกลิ่นแบบเบื้องต้น



รูปที่ 3.23 ห้องบำบัดกลิ่นแบบเบื้องต้นโดยมี Activated Carbon เป็นตัวกลางในการดูดซับ

*หมายเหตุ - อ้างอิงจาก "คู่มือเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศ สำหรับอุตสาหกรรมเคลือบผิว" กรมโรงงานอุตสาหกรรม

3.6 สรุปผลการดำเนินงาน

1) จากผลการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยทั้ง 4 ค่าคือ Toluene, Benzene, Ethyl Benzene และ Acetone พบว่าค่าที่ได้ออกมาไม่เกินมาตรฐาน ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) แต่ก็ต้องทำการป้องกันและแก้ไข เนื่องจากสารอินทรีย์ระเหยดังกล่าวมีอันตรายต่อร่างกายเมื่อได้รับเป็นระยะเวลาติดต่อกันนานๆ ประกอบกับสถานประกอบการนั้นมีความมุ่งมั่นที่จะจัดการกับปัญหาเรื่องกลิ่น

2) ผลจากการเปรียบเทียบระบบควบคุมมลพิษแบบต่างๆ พบว่า ระบบควบคุมมลพิษแบบ ระบบดูดซับโดยใช้ Activated Carbon เป็นตัวดูดซับ เป็นทางเลือกหนึ่งที่ดีที่สุด เพราะเนื่องจาก ระบบดังกล่าวสามารถทำงานและออกแบบได้ง่าย อีกทั้งถ้าเมื่ออัตราการไหลของระบบลดลงก็ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบอีกด้วย

3) จากการออกแบบห้องบำบัดกลิ่นแบบเบื้องต้นนี้ได้ทำการออกแบบแบบ Over Design เพื่อเป็นการเผื่อ เมื่อความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยเข้าระบบมีค่ามากกว่าที่ตรวจวัดได้

4) ในระบบนี้ถือว่าเป็นกรณีที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยในปริมาณต่ำ ทางเลือกที่จะไม่ Regenerate (การฟื้นฟูสภาพ) ชั้นดูดซับคือการเตรียมสารดูดซับให้มีปริมาณเพียงพอกับระยะเวลาประมาณ 3 – 6 เดือน แล้วจึงทำการเปลี่ยนชั้นดูดซับใหม่เข้ามาแทนที่

5) ในส่วนที่ต้องใช้ท่อน้ำ spray น้ำตรงบริเวณทางเข้าของห้องบำบัด เพื่อเป็นการลดปริมาณเศษฝุ่นละอองต่างๆ ที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

7) ปล่องที่ใช้ในการปล่อยก๊าซพิษที่ผ่านการบำบัดขึ้นสู่บรรยากาศ ถ้าดูตามเกณฑ์การออกแบบแล้วถือว่ามีค่าที่ต่ำมาก ซึ่งในที่นี้คิดได้ประมาณ 5 เมตร แต่ในทางปฏิบัติถือว่าให้ทำการออกแบบปล่องให้สูงกว่าสิ่งก่อสร้างที่อยู่ข้างเคียง

8) การออกแบบนี้ถือว่าเป็นการลดอันตรายอันจะก่อให้เกิดผลเสียแก่ร่างกายของผู้ที่สัมผัสก๊าซพิษก็จริง แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ต้องมาจากความร่วมมือของสถานประกอบการและตัวพนักงานเองด้วย ที่ต้องเอาใส่ใจและปฏิบัติตามกฎระเบียบอย่างเคร่งครัดกับเรื่องการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการปฏิบัติงาน

3.7 ข้อเสนอแนะสำหรับโครงการในอนาคต

- 1) อาจทำการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของอากาศที่ถูกระบายออกทางปล่อง
- 2) ในการตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์ระเหยครั้งต่อไป อาจทำการตรวจวัดที่บริเวณห้องพ่นสีและห้องอบสีของไลน์การผลิตอื่นๆ ด้วยเพื่อนำค่าทั้งหมดที่ได้มาออกแบบระบบบำบัดให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นไป

=====

3) กรณีที่ทำการตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์ระเหย (จากข้อ 2) แล้วอาจพบว่าปริมาณความเข้มข้นสูง ต้องการให้มีการ Regenerate เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่นั้น อาจต้องมีการนำถ่านกัมมันต์มาทดลองหาอัตราการดูดซับเพื่อนำไปใช้ออกแบบค่าความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์

4) เมื่อทำการออกแบบระบบเสร็จสมบูรณ์อาจคำนวณค่าใช้จ่ายที่ใช้ในระบบดูดซับเพื่อนำไปหาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ว่าสามารถนำมาใช้ได้จริง

บทที่ 4

สรุปผลการปฏิบัติงาน

4.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท เอสทีดี โปรดักชั่น จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทรับขึ้นรูปและตกแต่งผิวชิ้นงานเหล็กและโลหะด้วยการพ่น – ชุบสี ส่งผลให้ได้รู้จักนำความรู้ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และประสบการณ์ต่างๆ ที่เพิ่มมากขึ้นดังนี้

4.1.1 ด้านสังคม

- ได้เห็น และสัมผัส กับบรรยากาศของการทำงานจริงภายในบริษัท
- ได้เข้าใจถึงลักษณะของการทำงาน และชีวิตประจำวันในการทำงาน
- ได้รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น และการทำงานเป็นกลุ่ม
- ได้รู้จักบุคคลต่างๆมากขึ้น ทั้งในแผนกและต่างแผนก
- ได้รับความรู้ในการศึกษาขั้นตอนการทำงานอย่างมีระบบ
- เสริมสร้างควมมีระเบียบวินัย รอบคอบ และรู้จักความอดทนในการทำงาน

4.1.2 ด้านทฤษฎีและปฏิบัติ

1) กระบวนการผลิต

ศึกษาถึงกระบวนการในการพ่น – ชุบสี เหล็กและโลหะ รวมถึงการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่อง Press ทำให้มีความเข้าใจถึงกระบวนการผลิตและปัญหาที่เกิดขึ้น

2) ด้านสิ่งแวดล้อม

ระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระบบบำบัดโดยการเติมเคมี เพื่อปรับสภาพน้ำให้เป็นไปตามค่ามาตรฐานน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ส่วนของขยะก็มีการแยกขยะอันตรายและนำไปส่งให้กับบริษัทรับกำจัด ด้านอากาศทางบริษัทอยู่ในขั้นตอนการพัฒนา ระบบบำบัด

3) ด้านความปลอดภัยในการทำงาน

ได้รับมอบหมายให้ทำการตรวจเช็คความปลอดภัยในการทำงานของพนักงาน โดยจะต้องทำการเดินตรวจโรงงานวันละ 1 ครั้ง

4) ด้านการดำเนินโครงการป้องกันและกำจัดกลิ่นที่เกิดจากสถานประกอบการ

จากการที่ได้ทำการศึกษา ทดลอง และวิเคราะห์ พบว่าในกระบวนการต่างๆ ในลักษณะนี้ย่อมจะก่อให้เกิดมลพิษมากมาย ซึ่งมลพิษอากาศเป็นมลพิษที่อันตรายหากไม่มีการจัดการที่ดี อาจก่อให้เกิดความรำคาญ เพื่อเป็นการป้องกันจึงได้ทำการศึกษาถึงกระบวนการที่ก่อให้เกิดกลิ่นในไลน์ EDP พบว่าในกรณีนี้ตัวสารสำคัญที่ก่อให้เกิดกลิ่นคือตัวทำละลาย (Solvent) สี ซึ่งส่วนประกอบหลักที่พบในสารตัวทำละลายเรียกว่า สารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compound) จัดอยู่ในกลุ่มของ Aromatic Hydrocarbon จึงได้ทำการเก็บตัวอย่างของสารระเหยและทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี Gas Chromatography ซึ่งผลที่ออกมาคือค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยมีค่าไม่เกินมาตรฐาน แต่ก็อาจก่อให้เกิดผลกระทบแก่ร่างกายเมื่อสัมผัสเป็นระยะเวลาติดต่อกันนานๆ

จึงทำการเปรียบเทียบระบบควบคุมมลพิษแบบต่างๆ ผลปรากฏว่าระบบดูดซับเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด โดยมี Activated Carbon เป็นตัวกลางในการดูดซับ และในระบบนี้ถือว่าเป็นกรณีที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยในปริมาณต่ำ ทางเลือกที่จะต้องไม่มีการ Regenerate ถ่านกัมมันต์คือเตรียมชั้นดูดซับให้เพียงพอกับการใช้งานในระยะเวลา 3 - 6 เดือน แล้วจึงเปลี่ยนชั้นดูดซับใหม่เข้ามาแทนที่ และเหตุที่ต้องมีการ Spray น้ำตรงทางเข้าของก๊าซพิษก็เพื่อเป็นการลดปริมาณฝุ่นละออง ส่วนของปล่องระบายอากาศในการออกแบบตามทฤษฎีนั้น จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้มีค่าต่ำมาก ซึ่งในทางปฏิบัติต้องทำการออกแบบปล่องให้สูงกว่าสิ่งปลูกสร้างข้างเคียง

ท้ายที่สุดแล้วตัวพนักงานเองใส่ใจและปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ทางบริษัทกำหนดในเรื่องของการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตราย อย่างเคร่งครัด

4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

4.2.1 ปัญหา

1) ในส่วนของการเก็บสารระเหยตัวอย่างถ้าเป็นไปได้ควรเก็บที่ทางออกของปล่องระบายออกด้วย แต่เนื่องจากลักษณะของสถานที่ไม่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดอันตรายกับนักศึกษา ทำให้ต้องมีการออกแบบเผื่อ (Over Design)

2) ในการออกแบบพบว่าค่าที่นำมาออกแบบมีไม่ครบทุกค่า จึงทำการนำข้อมูลของทางบริษัท (ที่ได้ให้บริษัท เพาเดอร์เทค เอ็นจิเนียริง จำกัด ออกแบบห้องบำบัดกลิ่นมาทดลองใช้) มาเป็นส่วนประกอบ

4.2.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) อาจให้มีการเก็บตัวอย่างของสารระเหยในช่วงระยะเวลาสม่ำเสมอ
- 2) การตรวจวัดในครั้งต่อไป อาจทำการตรวจวัดในทุก ๆ จุดที่ก่อให้เกิดกลิ่น รวมถึงปล่อยระบายด้วย แต่ต้องให้ความสำคัญระวังในการเก็บตัวอย่าง

บรรณานุกรม

- นพภาพร พานิช และคณะ .2547 ตำราบำบัดมลพิษอากาศ . กรมโรงงานอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 1 ; กรุงเทพมหานคร
- เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา Air Pollution Engineering
- สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2547, คู่มือเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศ สำหรับอุตสาหกรรมเคลือบผิว. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม โรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 1
- McGraw-Hill International Editions. Air Pollution Control Engineering, Second Edition, 2000.
- www.google.com

ภาคผนวก ก

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

เพื่อกำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ แก้ไขโดยมาตรา ๑๑๔ แห่งพระราชกฤษฎีกาแก้ไขบทบัญญัติให้สอดคล้องกับการโอนอำนาจหน้าที่ของส่วนราชการ ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. ๒๕๔๕ พ.ศ. ๒๕๔๕ อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๕ มาตรา ๔๘ มาตรา ๕๐ และมาตรา ๕๑ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้ โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมายรัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ และโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติจึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

“โรงงานอุตสาหกรรม” หมายความว่า โรงงานจำพวกที่ ๒ และโรงงานจำพวกที่ ๓ ตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

“การประกอบกิจการโรงงาน” หมายความว่า การทำ ผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อม ซ่อมบำรุง ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพ ล้างเรียง เก็บรักษา หรือทำลายสิ่งใด ๆ ตามลักษณะกิจการของโรงงานแต่ไม่รวมถึง การทดลองเดินเครื่องจักร

“กระบวนการผลิต” หมายความว่า การประกอบกิจการโรงงานอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ

“กระบวนการผลิตที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง” หมายความว่า การประกอบกิจการโรงงานในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งที่มีกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิง หรือการสันดาป และมีการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ

“เชื้อเพลิงชีวมวล” หมายความว่า เชื้อเพลิงที่ได้มาจากอินทรีย์สารหรือสิ่งมีชีวิต รวมทั้งผลผลิตจากการเกษตร การปศุสัตว์ และการทำป่าไม้ เช่น ไม้ฟืน เศษไม้ แกลบ ฟาง ชานอ้อย ต้นอ้อยใบอ้อย ใบปาล์ม กะลาปาล์ม ทะลายปาล์ม กะลามะพร้าว ไยมะพร้าว เศษพืช มูลสัตว์ ก๊าซชีวภาพ กากตะกอน หรือของเสียจากโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เป็นต้น

ข้อ ๒ อากาศเสียแต่ละชนิดที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต้องมีค่าไม่เกินกว่ามาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ ดังต่อไปนี้

ชนิดของอากาศเสีย	แหล่งที่มาของอากาศเสีย	ค่าปริมาณของอากาศเสียที่ปล่อยทิ้งจาก	
		กระบวนการผลิตที่ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง	กระบวนการผลิตที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง
๑. ฝุ่นละออง (Total Suspended Particulate) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	๑.๑ หม้อไอน้ำ หรือแหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้เชื้อเพลิง ดังนี้ (๑) น้ำมันเตา (๒) ถ่านหิน (๓) ซีวมวล (๔) เชื้อเพลิงอื่นๆ ๑.๒ การถลุง หล่อหลอม รีดตีง และ/หรือผลิต อะลูมิเนียม ๑.๓ กระบวนการผลิต	- - - - ไม่เกิน ๓๐๐	ไม่เกิน ๒๔๐ ไม่เกิน ๓๒๐ ไม่เกิน ๓๒๐ ไม่เกิน ๓๒๐ ไม่เกิน ๒๔๐
๒. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide) (ส่วนในล้านส่วน)	๒.๑ หม้อไอน้ำ หรือแหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้เชื้อเพลิง ดังนี้ (๑) น้ำมันเตา (๒) ถ่านหิน (๓) ซีวมวล (๔) เชื้อเพลิงอื่นๆ ๒.๒ กระบวนการผลิต	- - - - ไม่เกิน ๕๐๐	ไม่เกิน ๙๕๐ ไม่เกิน ๗๐๐ ไม่เกิน ๖๐ ไม่เกิน ๖๐
๓. ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนซึ่งคำนวณในรูปของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (Oxides of nitrogen as Nitrogen dioxide) (ส่วนในล้านส่วน)	หม้อไอน้ำ หรือแหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้เชื้อเพลิง ดังนี้ (๑) น้ำมันเตา (๒) ถ่านหิน (๓) ซีวมวล (๔) เชื้อเพลิงอื่นๆ	- - - -	ไม่เกิน ๒๐๐ ไม่เกิน ๔๐๐ ไม่เกิน ๒๐๐ ไม่เกิน ๒๐๐
๔. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide) (ส่วนในล้านส่วน)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน ๘๗๐	ไม่เกิน ๖๙๐

ชนิดของอากาศเสีย	แหล่งที่มาของอากาศเสีย	ค่าปริมาณของอากาศเสียที่ปล่อยทิ้งจาก	
		กระบวนการผลิตที่ไม่มี การเผาไหม้เชื้อเพลิง	กระบวนการผลิตที่มี การเผาไหม้เชื้อเพลิง
๕. ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide) (ส่วนในล้าน ส่วน)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน ๑๐๐	ไม่เกิน ๘๐
๖. ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (Hydrogen Chloride) (มิลลิกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน ๒๐๐	ไม่เกิน ๑๖๐
๗. กรดกำมะถัน (Sulfuric acid) (ส่วนในล้านส่วน)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน ๒๕	-
๘. ไซลีน (ส่วนในล้านส่วน)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน ๒๐๐	-
๙. ครีซอล (Cresol) (ส่วนในล้านส่วน)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน ๕	-
๑๐. พลวง (Antimony) (มิลลิกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน ๒๐	ไม่เกิน ๑๖
๑๑. สารหนู (Arsenic) (มิลลิกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน ๒๐	ไม่เกิน ๑๖
๑๒. ทองแดง (Copper) (มิลลิกรัมต่อลูก บาศก์เมตร)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน ๓๐	ไม่เกิน ๒๔
๑๓. ตะกั่ว (Lead) (มิลลิกรัมต่อลูก บาศก์เมตร)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน ๓๐	ไม่เกิน ๒๔
๑๔. คลอรีน (Chlorine) (มิลลิกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน ๓๐	ไม่เกิน ๒๔
๑๕.ปรอท (Mercury) (มิลลิกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน ๓	ไม่เกิน ๒.๔

=====
 ข้อ ๓ การรายงานผลการตรวจวัดอากาศเสีย ให้รายงานผล ดังต่อไปนี้

(๑) กระบวนการผลิตที่ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง ให้คำนวณผลที่ความดัน ๑ บรรยากาศ หรือที่ ๗๖๐ มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) โดยมีปริมาตรอากาศเสียที่ออกซิเจน (%O₂) ณ สภาวะจริงในขณะตรวจวัด

(๒) กระบวนการผลิตที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง ให้คำนวณผลที่ความดัน ๑ บรรยากาศ หรือที่ ๗๖๐ มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) โดยมีปริมาตรอากาศเสียที่ออกซิเจน (%O₂) ร้อยละ ๗

ข้อ ๔ การตรวจวัดอากาศเสียแต่ละชนิดตามข้อ ๒ ให้ใช้วิธี ดังต่อไปนี้

(๑) การตรวจวัดค่าปริมาณฝุ่นละออง ให้ใช้วิธี Determination of Particulate Matter Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๒) การตรวจวัดค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ให้ใช้วิธี Determination of Sulfur Dioxide Emissions from Stationary Sources หรือวิธี Determination of Sulfuric Acid and Sulfur Dioxide g8Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกาคำหนดไว้หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๓) การตรวจวัดค่าก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ให้ใช้วิธี Determination of Nitrogen Oxide Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกาคำหนดไว้หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๔) การตรวจวัดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ให้ใช้วิธี Determination of Carbon Monoxide Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกาคำหนดไว้หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๕) การตรวจวัดค่าก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ให้ใช้วิธี Determination of Hydrogen Sulfide, Carbonyl Sulfide and Carbon Disulfide Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกาคำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

=====

=====

(๖) การตรวจวัดค่าก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ ให้ใช้วิธี Determination of Hydrogen Halide and Halogen Emissions from Stationary Sources Non-Isokinetic หรือวิธี Determination of Hydrogen Halide and Halogen Emissions from Stationary Sources Isokinetic ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๗) การตรวจวัดค่ากรดกำมะถัน ให้ใช้วิธี Determination of Sulfuric Acid and Sulfur Dioxide Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๘) การตรวจวัดค่าไฮลีน ให้ใช้วิธี Measurement of Gaseous Organic Compound Emissions by Gas Chromatography ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๙) การตรวจวัดค่าครีซอล ให้ใช้วิธี Measurement of Gaseous Organic Compound Emissions by Gas Chromatography ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดไว้หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๑๐) การตรวจวัดค่าพลวง ให้ใช้วิธี Determination of Metals Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๑๑) การตรวจวัดค่าสารหนู ให้ใช้วิธี Determination of Metals Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๑๒) การตรวจวัดค่าทองแดง ให้ใช้วิธี Determination of Metals Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๑๓) การตรวจวัดค่าตะกั่ว ให้ใช้วิธี Determination of Metals Emissions from Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๑๔) การตรวจวัดค่าคลอรีน ให้ใช้วิธี Determination of Hydrogen Halide and Halogen Emissions from Stationary Sources Non-Isokinetic หรือวิธี Determination of Hydrogen Halide and

=====

=====

Halogen Emissions from Stationary Sources Isokinetic ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่ง
ประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศใน
ราชกิจจานุเบกษา

(๑๕) การตรวจวัดค่าสารปรอท ให้ใช้วิธี Determination of Metals Emissions from
Stationary Sources ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่
คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นชอบโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ข้อ ๕ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับกับแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีการกำหนดมาตรฐานควบคุมการ
ปล่อยทิ้งอากาศเสีย ตามกฎหมายว่าด้วยส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติไว้เป็น
การเฉพาะแล้ว

ข้อ ๖ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๕ เมษายน พ.ศ. ๒๕๔๗

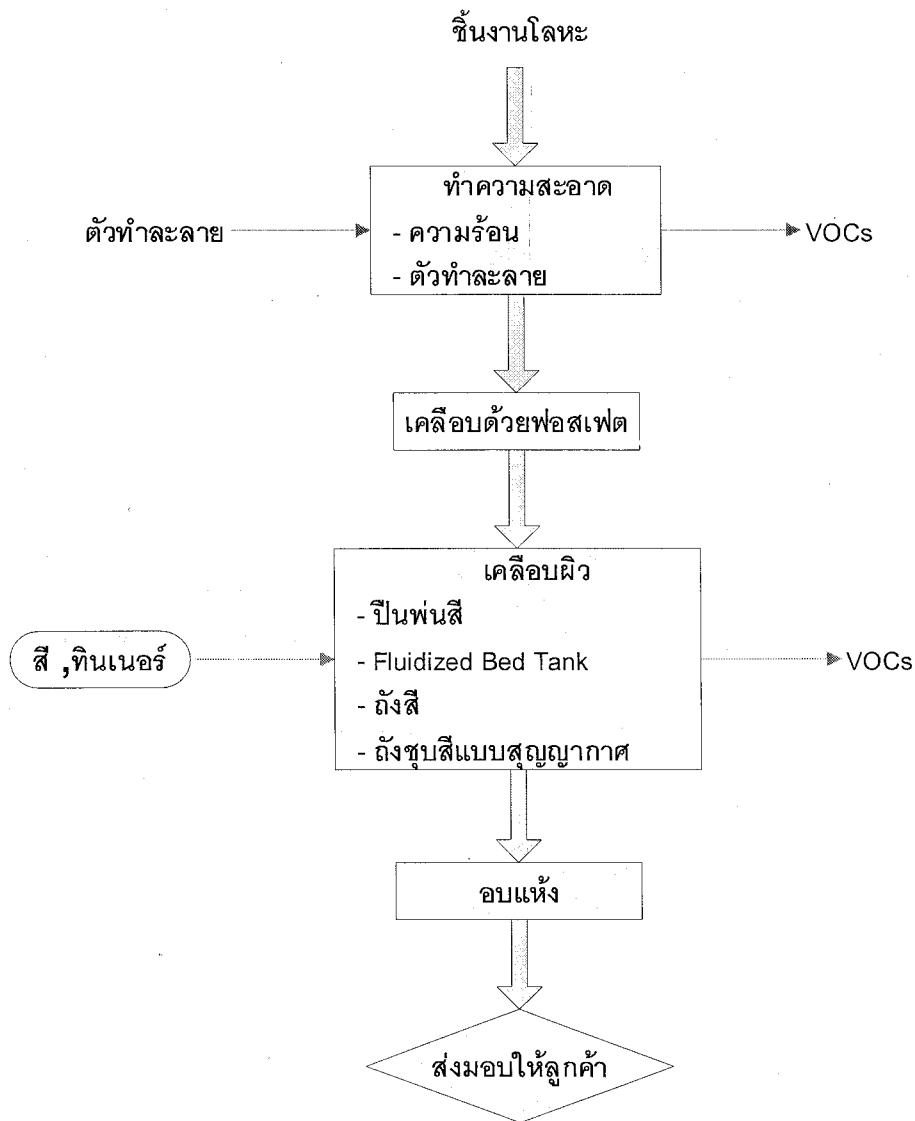
ยงยุทธ ตียะไพรัช

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ภาคผนวก ข

1. กระบวนการพ่นหรือเคลือบสีและแหล่งกำเนิดมลสารทางอากาศ

โรงงานพ่นหรือเคลือบสี (ดูรูปที่ 1) เริ่มจากนำชิ้นส่วนโลหะที่ขึ้นรูปเรียบร้อยแล้วจากลูกค้า มาทำความสะอาดชิ้นงานเพื่อกำจัดคราบไขมัน สนิมต่าง ๆ จนสะอาดและตากแห้ง จากนั้นนำมาเคลือบพอสเฟตและเคลือบสีด้วยวิธีการต่าง ๆ คือ การพ่นด้วยปืนพ่นสีหรือชุบสี โดยเครื่องชุบอัตโนมัติ(เช่น ถังชุบสี, ถังชุบสีแบบ Fluidized bed, ถังชุบสีแบบสูญญากาศ เป็นต้น) ขั้นตอนต่อมา นำชิ้นส่วนมาอบแห้ง โดยใช้ความร้อนในเตาอบที่อุณหภูมิประมาณ 180-250 °C ทิ้งให้เย็นจากนั้นบรรจุชิ้นงานและส่งมอบให้ลูกค้าต่อไป



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตของโรงงานพ่นหรือเคลือบสี

=====

2. เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศสำหรับอุตสาหกรรมเคลือบผิว

2.1 มาตรฐานการปล่อยสารอินทรีย์ระเหย

มาตรฐานหรือกฎหมายการปล่อยสารอินทรีย์ระเหย มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมการระบายและการรั่วไหลของสารอินทรีย์ระเหยจากสถานประกอบการ ซึ่งแต่ละประเทศมีรูปแบบของค่ามาตรฐานและค่ามาตรฐานดังนี้

2.1.1 รูปแบบของค่ามาตรฐาน

รูปแบบของการกำหนดค่ามาตรฐานสามารถสรุปได้ 3 รูปแบบคือ

- 1) การกำหนดค่าสูงสุดของสารอินทรีย์ระเหยในสารเคลือบผิว(Maximum VOC Content in Coatings)ประเทศที่กำหนดรูปแบบนี้ เช่น สหรัฐอเมริกา (U.S. EPA) และแคนาดา
- 2) การกำหนดเป็นค่าความเข้มข้นที่ปล่อยประเทศที่กำหนดรูปแบบนี้ เช่น ไต้หวัน และญี่ปุ่น
- 3) การกำหนดอัตราการระบายก๊าซที่ปล่อยประเทศที่กำหนดรูปแบบนี้ คือ ญี่ปุ่น โดยที่อัตราการระบายที่ยอมให้ปล่อยนี้จะขึ้นอยู่กับความสูงของปล่องที่ปรับแก้แล้ว (Corrected Height of Stack) และค่าความเข้มข้นสูงสุดที่อนุญาตให้มีได้ที่บริเวณริมรั้วของสถานประกอบการ

2.1.2 ค่ามาตรฐาน

ค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการกำหนด โดยใช้ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของโรงงานแสดงดังตารางที่ 1

=====

ตารางที่ 1 ค่ามาตรฐานปริมาณสารอินทรีย์ระเหยที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของโรงงาน

ประเทศ/หน่วยงาน	ที่ปล่อยระบาย	ที่ขอบเขตรั้ว ของโรงงาน (ppm)				ภายในสถานประกอบการ (ppm)					
		1	2	3	4	1	2	3	4	5	6
1. ประกาศกระทรวง อุตสาหกรรม 2. ประกาศ กระทรวงมหาดไทย 3. ได้เห็น 4. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) 5. ญี่ปุ่น	Xylene 870 mg/m ³ (200 ppm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	10	200	100	-	-	-
	VOC 60 mg/m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	10	50	100	150	400	100
	อัตราการระบาย Benzene (mg/m ³)										
	ขนาด	โรงงานเล็ก	โรงงานใหญ่								
	A	200	100		-	10-60	1-5	-	-	-	100
	B	100	50		-	-	-	-	-	-	-

- หมายเหตุ :
- 1 = Benzene ค่า Threshold ของกลิ่น = 4.68 ppm
 - 2 = Toluene ค่า Threshold ของกลิ่น = 0.17 ppm
 - 3 = Xylenes ค่า Threshold ของกลิ่น = 0.05 ppm
 - 4 = n-Butyl Acetate ค่า Threshold ของกลิ่น = 10 ppm
 - 5 = Ethyl Acetate ค่า Threshold ของกลิ่น = 1 ppm
 - 6 = Ethyl benzene = 140 ppm
 - A = 1,000 ≤ Flow Rate < 3,000 m³/hr
 - B = Flow Rate ≤ 3,000 m³/hr

ตารางที่ 2 ความสามารถในการดูดซับ (We) สำหรับไอสารบางชนิดบน Activated Carbon ขนาด 6x10 mesh

Vapor	Liquid density, ρ_L (g/cm ³)	W _e (kg pollutant/kg carbon)
Acetamide	1.159	0.494
Acrylonitrile	0.8060	0.357
Benzene	0.8761	0.409
Carbon tetrachloride	1.5881	0.741
Chloroform	1.4832	0.688
bis(Chloromethyl) ether	1.315	0.608
Chloromethyl methyl ether	1.0605	0.480
1,2-Dibromo-3-chloropropane	2.09311	0.992
1,1-Dibromoethane	2.0555	0.962
1,1-Dibromoethane	2.1792	1.020
1,2-Dibromoethane	1.2492	0.575
1,2-Dichloroethane	1.1157	0.510
Diepoxy butane (meso)	0.791	0.359
1,1-Dimethyl hydrazine	0.8274	0.375
1,2-Dimethyl hydrazine	1.332	0.615
Dimethyl sulfate	1.0333	0.475
p-Dioxane	0.8321	0.354
Ethylenimine	1.0083	0.380
Hydrazine	1.2943	0.595
Methyl methane sulfonate	1.229	0.585
1-Naphthylamine	1.0614	0.506
2-Naphthylamine	0.9422	0.442
N-Nitrosodiethylamine	1.0059	0.458
N-Nitrosodimethylamine	1.133	0.534
N-Nitroso-N-methylurethane	1.0631	0.501
N-Nitrosopiperidine	0.9163	0.434
N-Nitrosopropylamine	1.39310	0.646
1,3-Propane sultone	1.1460	0.508
β-Propiolactone	0.802	0.361
Propylenimine	1.096	0.522
Safrole	0.9862	0.456
Urethane	0.9114	0.404
Vinyl chloride		

ที่มา : Sansone and Jonas, 1981

=====
ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการใช้งานจริงสำหรับ ระบบ Carbon Adsorption ในสหรัฐอเมริกา

Application	VOC makeup	Inlet (ppmv)	Outlet (ppmv)	Removal (%)
Ink production	Toluene, MEK, IPA, etc.	350	10	98.2
Semiconductor	Phenol	200	0.05	>99
Semiconductor	Phenol, solvent blend	100	0.05	>99
Semiconductor	Naphthalene, mixed solvents	100	0.05	>99
LSI	Phenol, DCB	250	10	96
Magnetic tape production	Terpenes, mixed solvents	30	0.01	>99

ตารางที่ 4 ผลการสำรวจในสหรัฐอเมริกาสำหรับค่าใช้จ่ายของ Carbon Adsorption โดยไอสารอินทรีย์คือเบนซีนก่อนเข้าระบบไม่เกิน 100 ppm

Cost item	Suggested factor	Cost	Cost/unit	Total Cost
Direct annualized costs, DC				
Op. Labor				
Operator	0.5 h/shift	25	B/h	8,900
Supervisor	15% op. labor	--		1,335
Maintenance				
Labor	0.5 h/shift	45	B/h	16,020
Materials	100% maint. labor	--		16,020
Carbon Regeneration	146,971 kg/yr	60	B/kg	8,818,260
Electricity	13.5 kWh ¹	2.5	B/kWh	270,000
Total DC				9,130,535
Indirect annualized costs, IC				
Overhead	60% of sum of op., supv., and maintenance labor and maintenance materials			25,365
Admin.	2% TCI			80,032
Prop. taxes	1% TCI			40,016
Insurance	1% TCI			40,016
Capital recovery	(10%/10 years, or 16.275% of TCI)			651,244
Total IC				836,673
Total annualized cost (rounded)				9,967,208
Cost effectiveness (B/kg OV removed)				201.17

¹ Based on 7 in. H₂O pressure drop for fan. Electricity for the fan is the only cost accounted for here.

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพและค่าใช้จ่ายของระบบควบคุมมลพิษทางอากาศแต่ละระบบ

ระบบบำบัด	ประสิทธิภาพของระบบ (%)	การบำรุงรักษา	ค่าใช้จ่าย*			
			ติดตั้ง (บาท/ลบ.ม./ชม.)	ดำเนินการ (บาท/1,000 ลบ.ม.)	ค่าแรงในการบำรุงรักษา (บาท/ปี)	ราคาต่อประสิทธิภาพ (บาท/กก.ของ VOCs)
1. ระบบการเผาทำลาย (Incineration)						
1.1 เตาเผาใช้ความร้อนโดยตรง (Thermal Incinerator)	99	- ซ่อมอุปกรณ์ 1 ครั้งต่อปี	967.6	21.25	32,040	127.77
1.2 เตาเผาแบบมีสารเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Incinerator)	95->99	- เปลี่ยนสารเร่งปฏิกิริยาทุก 2 ปี	1,012.7	34.0	32,040	164.90
2. ระบบการดูดซับ (Adsorption)	95->99	- เปลี่ยนสารดูดซับทุก 6 เดือน	235.5	66.9	32,040	201.17
3. ระบบการดูดกลืน (Absorption)	60-85	- ทำความสะอาดปีละครั้ง - เปลี่ยนตัวกลางทุก 1 ปี	3,643.5	5.3	32,040	269.01
4. ระบบกรองชีวภาพ (Biofiltration)	80-90	- เติมน้ำเข้าระบบตลอดเวลา	60	3.0	32,040	-

หมายเหตุ : * เทียบจากการกำจัดเบนซีน (Benzene) ที่ความเข้มข้น 100 ดมในล้านส่วน

3. แนวทางการปรับปรุงและออกแบบระบบควบคุมมลพิษทางอากาศ

3.1 แนวทางการปรับปรุงระบบควบคุมมลพิษทางอากาศ

จากการศึกษาสถานการณ์ในเรื่องสารอินทรีย์ระเหย (VOCs) ของโรงงานอุตสาหกรรมเคลือบผิว สามารถสรุปปัญหาหลักของการควบคุม VOCs ได้เป็น 4 กรณีดังนี้

- 1) โรงงานไม่มีระบบรวบรวมสารมลพิษ (Hood) และระบบควบคุมมลพิษทางอากาศ
- 2) โรงงานมีระบบรวบรวมสารมลพิษ แต่ไม่มีระบบควบคุมมลพิษทางอากาศ
- 3) โรงงานมีระบบรวบรวมสารมลพิษและมีระบบควบคุมละออง (Mist) แต่ไม่มีระบบควบคุม VOCs
- 4) โรงงานมีระบบรวบรวมสารมลพิษ และมีระบบควบคุมละออง (Mist) และระบบควบคุม VOCs แต่ระบบควบคุม VOCs ยังมีประสิทธิภาพไม่ดี

ซึ่งจากการตรวจวัดการระบายสารอินทรีย์ระเหยจากปล่องของโรงงานอุตสาหกรรมเคลือบผิว พบว่าไม่สามารถสรุปประสิทธิภาพของระบบควบคุมสารอินทรีย์ระเหยที่โรงงานใช้อยู่ได้

เนื่องจากไม่สามารถตรวจวัดค่าสารอินทรีย์ระเหยก่อนเข้าระบบ (Inlet) ได้ อย่างไรก็ตามสามารถสรุปการระบายสารอินทรีย์ระเหยที่ผ่านระบบควบคุมต่างๆ ดังนี้

ชนิดของระบบควบคุม	ค่าความเข้มข้นสูงสุดของสารอินทรีย์ระเหยที่ตรวจวัดได้ (ส่วนในล้านส่วน)
1. ระบบม่านน้ำ	116.511
2. ระบบกรองใยแก้วและถ่านกัมมันต์	12.970
3. ระบบกรองใยมะพร้าว	7.525
4. ระบบกรองใยแก้ว	30.354
5. การใช้สีฝุ่น	ตรวจไม่พบ

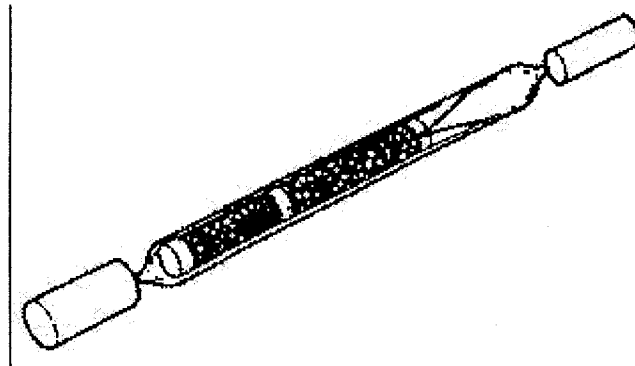
จะเห็นได้ว่าค่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้นั้นมีค่าไม่สูงมากนัก เนื่องจากเป็นลักษณะเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรมเคลือบผิว คือ มีค่าความเข้มข้นของมลพิษต่ำ (Low Concentration) แต่มีปริมาณก๊าซที่ต้องบำบัดมากซึ่งจากการสำรวจพบว่าค่าสูงสุดของอัตราการไหลของก๊าซ 950 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ซึ่งดัชนีของสารอินทรีย์ระเหยที่ควรใช้เป็นตัวแทนสารอินทรีย์ระเหยทั้งหมดสำหรับอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ ครอบคลุมตัวถังรถยนต์ และอุตสาหกรรมพ่นหรือเคลือบสี คือ Toluene และ Xylenes ตามลำดับ

การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบดูดซับ

ในการตรวจสอบเพื่อให้ทราบว่าระบบควบคุมสารอินทรีย์ระเหยหรือระบบดูดซับที่ใช้งานอยู่ทำงานได้มีประสิทธิภาพหรือไม่ ขั้นตอนแรกอาจใช้ร่างกายสัมผัส เช่น การดมกลิ่น ในกรณีที่ไม่สามารถทดสอบด้วยคนได้ มีวิธีการอื่น ๆ ที่สามารถทดสอบประสิทธิภาพของระบบซึ่งทำได้ดังนี้

ก. Solid Sorbent Tube

เป็นหลอดบรรจุวัสดุดูดซับเช่น แอกติเวตเตดคาร์บอน ซิลิกาเจล หรือวัสดุอื่น ๆ ใช้สำหรับ เก็บตัวอย่าง ก๊าซหรือ ไอ ที่ระบายออกจากระบบควบคุม โดยดูดอากาศผ่านหลอดบรรจุวัสดุดูดซับโดยใช้อัตราการดูด และปริมาตรที่ดูดผ่านหลอด ตามวิธีการมาตรฐานที่อ้างอิงได้เช่น NIOSH หรือ U.S.EPA. เป็นต้น เมื่อเก็บตัวอย่างแล้วจะมีจุกปิดหัวและท้าย แล้วนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป ซึ่งการตรวจสอบด้วยวิธีนี้เป็นวิธีการที่เชื่อถือได้ มีความละเอียดและความถูกต้องแม่นยำสูง และต้องอาศัยเครื่องมือวิเคราะห์ที่ค่อนข้างเฉพาะทาง คือ เครื่องโครมาโทกราฟี ทำให้ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบค่อนข้างมีราคาแพง รวมถึงต้องมีวิธีการเก็บตัวอย่างที่ถูกต้องด้วยเช่นกัน



รูปที่ 1 Sorbent Tube

ข. ระบบ dry chemical detector

เป็นระบบตรวจวัดสารถูกดูดซับในอากาศอย่างหยาบโดยการดึงอากาศผ่านหลอดแก้วที่บรรจุสารเคมีที่เฉพาะเจาะจงไว้เฉพาะแต่ละก๊าซ ที่จะเปลี่ยนสีไปตามความเข้มข้นของก๊าซหรือไอที่สอดคล้องกัน สามารถอ่านค่าความเข้มข้นของก๊าซได้ทันทีจากความยาวของการเปลี่ยนสี หลอดแก้วบรรจุสารเคมีดังกล่าวจะใช้ได้ครั้งเดียวแต่มีราคาไม่สูงนัก ซึ่งเหมาะและสะดวกในการนำมาใช้การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมเพื่อทำการปรับปรุงหรือนำมาบำรุงรักษาต่อไป



รูปที่ 2 ระบบ dry chemical detector

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมคือ จุดทางเข้าของอากาศก่อนผ่านระบบควบคุม และจุดทางออกของอากาศที่ผ่านระบบควบคุมแล้ว เมื่อได้ผลการตรวจวัดทั้งสองจะได้ค่าประสิทธิภาพของระบบ โดยที่ประสิทธิภาพของระบบคำนวณได้จาก

$$\text{ประสิทธิภาพของระบบ (\%)} = \frac{\text{ความเข้มข้นที่ทางเข้า} - \text{ความเข้มข้นที่ทางออก}}{\text{ความเข้มข้นที่ทางเข้า}} \times 100$$

ค่าที่ได้ควรมีค่าสูงกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่าระบบควบคุมที่ใช้งานอยู่มีประสิทธิภาพในการควบคุมสารอินทรีย์ระเหยจากการฟั่นเคลือบสี หรือในอีกกรณีหนึ่งให้ใช้ปริมาณที่อ่านหรือวิเคราะห์ได้ของความเข้มข้นที่ทางออกเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดขึ้น ซึ่งบ่งบอกได้ว่าโรงงานหรืออุตสาหกรรมเหล่านั้นมีการปล่อยสารมลพิษเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ รวมทั้งสามารถบ่งบอกได้ว่าระบบควบคุมที่ใช้งานอยู่จะต้องมีการบำรุงรักษาเพื่อให้ค่าที่ตรวจวัดได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน



รูปที่ 3 ตำแหน่งการวัดโดยใช้ dry chemical detector

ภาคผนวก ค

ตารางบันทึกผลการตรวจวัดความเร็วลม (โครงการต่อนักศึกษารุ่นที่แล้ว)

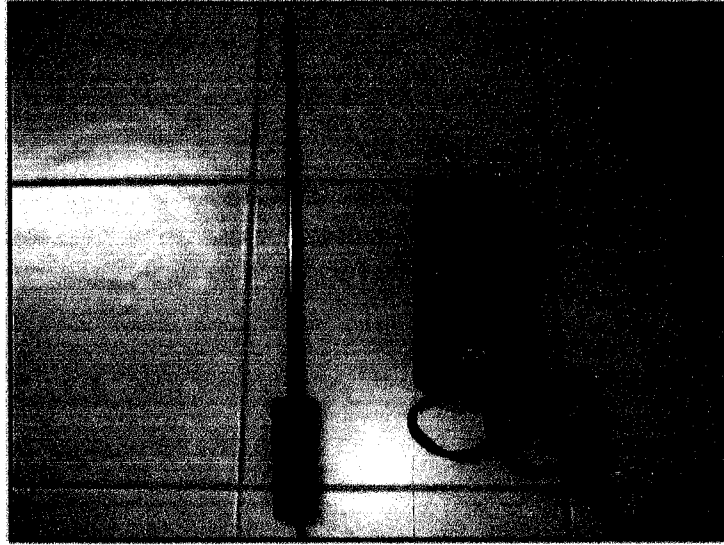
- ตารางบันทึกผลการตรวจวัดความเร็วลม(โครงการต่อนักศึกษารุ่นที่แล้ว) :
 บริเวณLine เหล็ก
 : วันที่ 28 มิ.ย. 2550 เวลา 14.20 -14.40 น.

จุดที่ทำการตรวจวัด	ความเร็วลม (m/s)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
จุดที่ 1 : หน้าจุดแขวนชิ้นงาน	0.80	0.78	0.82	0.80
จุดที่ 2 : หน้าห้องพ่นสี	0.54	0.56	0.53	0.54

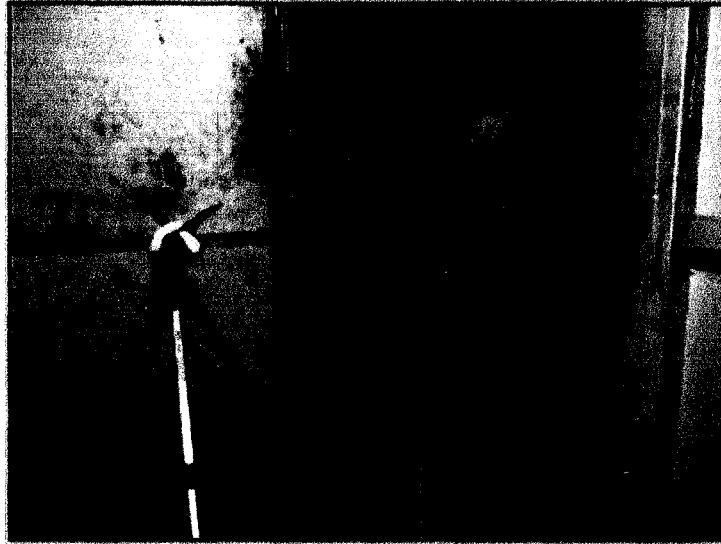
- ตารางบันทึกผลการตรวจวัดความเร็วลม(โครงการต่อนักศึกษารุ่นที่แล้ว) :
 บริเวณLine อลูมิเนียม
 : วันที่ 28 มิ.ย.2550 เวลา 14.55 -15.15 น.

จุดที่ทำการตรวจวัด	ความเร็วลม (m/s)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
จุดที่ 1 : หน้าจุดเป่าลม	0.45	0.44	0.40	0.43
จุดที่ 2 : หน้าห้องพ่นสี	0.47	0.49	0.51	0.49

ภาคผนวก ง



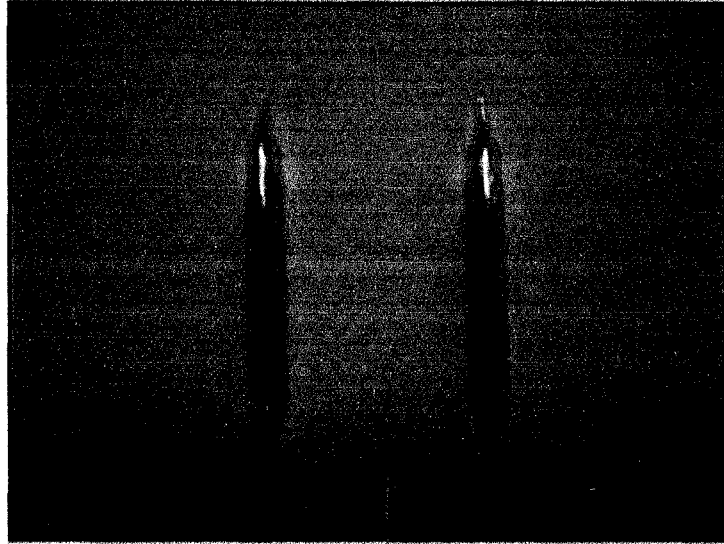
รูปที่ 5 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดความเร็วลม



รูปที่ 3 จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างบริเวณเป่าลมบริเวณห้องอบสี (Line EDP)



รูปที่ 4 จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างบริเวณเป่าลมบริเวณห้องอบสี (Line EDP)



รูปที่ 1 หลอด Charcoal Tube ที่ใช้เก็บสารระเหย



รูปที่ 2 จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างบริเวณเป่าลมบริเวณห้องอบสี (Line EDP)