สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# เครื่องบำบัดอากาศสำหรับฝุ่นละอองที่เกิดจากการเชื่อมโลหะ

# Air purifier for the welding dust

นาย ณัฐดนัย ศิริรัมย์

นาย วัลลภ เจริญเชื้อ

นาย ศุภเมธ ใหญ่มาก

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119254
วัน,เดือน,ปี 6 ส.ค. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เครื่องบำบัดอากาศสำหรับฝุ่นละอองที่เกิดจากการเชื่อมโลหะ

# Air purifier for the welding dust

นาย ณัฐดนัย ศิริรัมย์

นาย วัลลภ เจริญเชื้อ

นาย ศุภเมธ ใหญ่มาก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

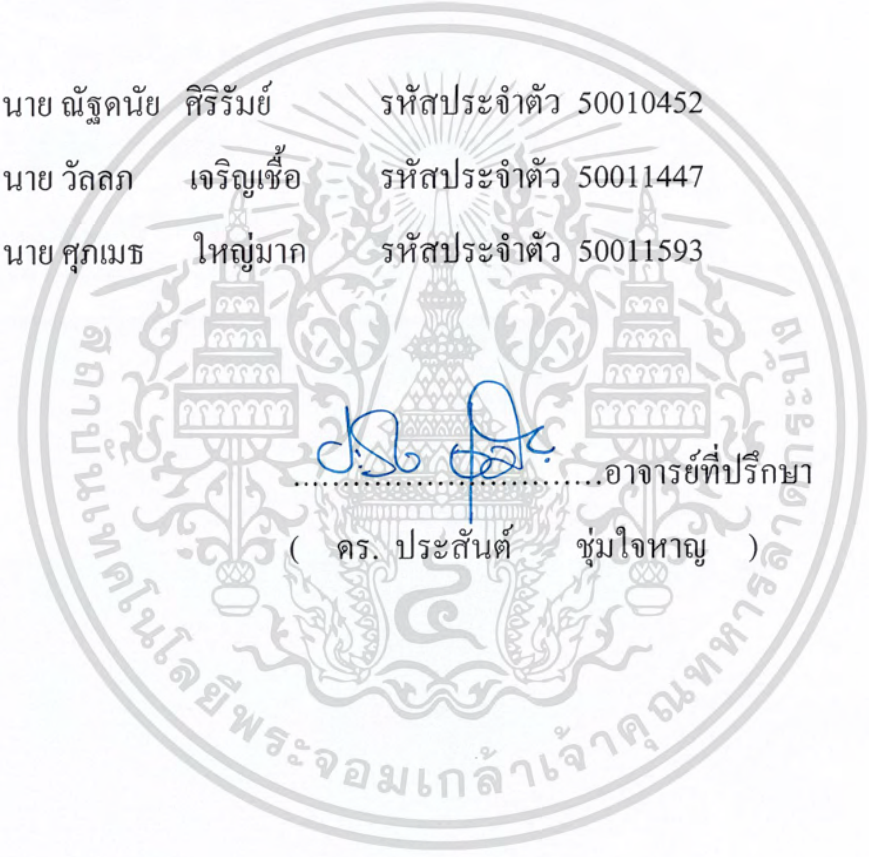
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องบำบัดอากาศสำหรับฝุ่นละอองที่เกิดจากการเชื่อมโลหะ

Air Purifier for the Welding Dust

ผู้จัดทำ

1. นาย ณัฐดนัย ศิริรัมย์ รหัสประจำตัว 50010452
2. นาย วัลลภ เจริญเชื้อ รหัสประจำตัว 50011447
3. นาย ศุภเมธ ใหญ่มาก รหัสประจำตัว 50011593



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

( ดร. ประสันต์ ชุ่มใจหาญ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เครื่องบำบัดอากาศสำหรับฝุ่นละอองที่เกิดจากการเชื่อมโลหะ

นายณัฐดนัย ศิริรัมย์ 50010452
นายวัลลภ เจริญเชื้อ 50011447
นายศุภเมธ ใหญ่มาก 50011593
ดร.ประสันต์ ชุ่มใจหาญ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2553

**บทคัดย่อ**

ในปัจจุบันปัญหาทางด้านสุขภาพของคนมีมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการได้รับอันตรายจากการบริโภค การได้รับมลพิษจากการเดินทาง หรือการประกอบกิจกรรมต่างๆ ทั้งนี้รวมไปถึงการปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งโครงงานนี้จะกล่าวถึง การปฏิบัติงานทางด้านการเชื่อม การปฏิบัติงานเกี่ยวกับการเชื่อมโลหะซึ่งทำให้เกิดมลพิษทางอากาศเป็นอันตรายกับผู้ปฏิบัติงาน และอันตรายเหล่านี้ ปัญหาหลักมักเกิดจากการได้รับสารพิษจากควันเชื่อม

โครงงานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยบำบัดมลพิษซึ่งเกิดการการเชื่อมโลหะให้มีปริมาณลดลงโดยใช้วิธีการทำที่ดูดอากาศโดยใช้พัดลมดูดอากาศ เป็นตัวดูดเอาควันเชื่อมผ่านเครื่องบำบัดอากาศซึ่งภายในเครื่องบำบัดประกอบด้วยชุดสเปรย์น้ำเพื่อให้ตะกอนฝุ่นที่มีน้ำหนักตกลงผ่านชุดฟิลเตอร์ แบบ โพลีอีสเตอร์ ชนิด AAA ด้านล่าง และ ดูดซับฝุ่นละอองขนาดเล็กด้วยชุด ผลึกถ่านคาร์บอนแบบ Activated Carbon

ผลจากการทดสอบเครื่องบำบัดอากาศสามารถลดปริมาณฝุ่นได้ โดยการทดสอบจะวัดค่าปริมาณฝุ่นทั้งหมด 4 ขั้นตอน การหาปริมาณฝุ่นที่ไม่ผ่านตัวกรอง การหาปริมาณฝุ่นโดยผ่านตัวกรอง ในอัตราการสเปร์ยของน้ำที่ต่างๆกัน ซึ่งค่าที่ได้จาการวัดมีดังนี้ ปริมาณฝุ่นที่ไม่ผ่านตัวกรองประมาณ 90 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ ปริมาณฝุ่นที่ผ่านตัวกรอง ในอัตราการสเปร์ยของน้ำ ที่ 0.017 , 0.028 , 0.039 ลิตรต่อวินาที ปริมาณฝุ่นละอองที่ออกมาจากเครื่องเท่ากับ 55.3 , 60.1 , 72.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ประสิทธิภาพในการบำบัดอากาศสำหรับฝุ่นละอองเท่ากับ 38.5 , 33.2 , 19.9 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Air purifier for the welding dust**

Natdanai Sirirum 50010452
Wanlop Charoenchua 50011447
Supamate Yaimak 50011593
Dr. Prasan Choomjaihan Adviser
2010

**Abstract**

Presently, there are increasingly of human health problems from consumptions, traveling, as well as working in the factory. This project will focus on welding in the workshop. The welding will produce air pollution that causes harm to the workers, mainly from the dust in the welding smoke.

The objective of this project is to decreasing the dust from welding work by passing the welding dust air through the treatment process. The treatment process includes a set of water spray to catch up the heavy dust to fall on the AAA polyester filter and to be adsored by the activated carbon at the bottom of the treatment tank.

The test results of this air purifier system shows that it decreases dust from welding work area. The tests done by measuring the output dust in 4 conditions: measure the dust while the filter system was not "on" and other 3 conditions with the system were "on" in different level of water spray rate. The dust concentration with the system 'off" was at 90.0 mg/cubic meter, and at 55.3, 60.1 and 72.1 mg/cbic meter when the system was "on" with the water spray rate at 0.017, 0.028 and 0.039 liter/secound, respectively. The filter efficiency are at 38.5, 33.2 and 19.9 percent , respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือของ ดร.ประสันต์ ชุ่มใจหาญ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ เป็นที่ปรึกษา ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนให้กำลังใจa ในการทำปริญญานิพนธ์ได้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณกองวิศวกรรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขที่กรุณาอุปกรณ์เครื่องมือในการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องบำบัดอากาศสำหรับฝุ่นละออง

ขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญ อันเป็นที่รักและเคารพยิ่ง คือ บิดา มารดาที่คอยเอาใจใส่ ให้กำลังใจ ห่วงใย เสียสละเวลา และคอยดูแลช่วยเหลือในทุกอย่างตลอดเวลาที่ผ่านมา

นาย ณัฐดนัย ศิริรัมย์
นายวัลลภ เจริญเชื้อ
นายศุภเมธ ใหญ่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญรูป | ฉ |
| สารบัญตาราง | ช |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 บทนำ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 3 |
| 1.3 ขอบเขตการศึกษา | 3 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | |
| 2.1 แนวคิด | 4 |
| 2.2 การออกแบบระบบระบายอากาศที่ดี | 5 |
| 2.2.1 องค์ประกอบของระบบระบายอากาศ | 6 |
| 2.3 งานเชื่อมโลหะ | 19 |
| 2.3.1 สาเหตุที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมที่ส่งผลต่อผู้ปฏิบัติงาน | 20 |
| 2.3.2 อันตรายที่เกิดจากการเชื่อม | 21 |
| 2.4 ปริมาณสารในลวดเชื่อม | 22 |
| 2.5 วิธีในการกำจัดมลพิษทางอากาศ | 24 |
| 2.5.1 วิธีการกำจัดมลพิษจากยานพาหนะ | 24 |
| 2.5.2 วิธีการกำจัดมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม | 24 |
| 2.6 วิธีที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดมลพิษทางอากาศที่เกิดการการเชื่อมโลหะ | 25 |
| บทที่ 3 การออกแบบและสร้างเครื่องบำบัดฝุ่นละออง | |
| 3.1 สถานที่ติดตั้ง | 26 |
| 3.2 การออกแบบ และโครงสร้าง เครื่องบำบัดฝุ่นละออง | 26 |
| 3.2.1 ห้องดักฝุ่น | 26 |
| 3.2.2 ระบบน้ำ | 26 |
| 3.2.3 ระบบกรอง | 26 |
| 3.2.4 ระบบถ่ายเทอากาศ | 27 |
| 3.3 รูป เครื่องกำจัด ฝุ่นละอองและ ควัน | 27 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการสร้าง 28
บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดลอง เครื่องบำบัดฝุ่นละออง
4.1 วิธีการทดลองหาปริมาณ ฝุ่นละออง แต่ละขนาด 34
4.2 ผลการศึกษา ปริมาณของฝุ่นละอองและควัน 35
4.3 การหาประสิทธิภาพ เครื่องบำบัดฝุ่นละอองและ ควัน 39
บทที่ 5 สรุปผลการทดสอบ
5.1 สรุปผลการทดสอบ 40
5.2 ข้อเสนอแนะ 40
เอกสารอ้างอิง 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป


| | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 2.1 ระบบดูดอากาศเสียแบบง่าย | 7 |
| รูปที่ 2.2 จุดที่จะดูดมลพิษอยู่ใกล้ ๆ ปากตู้ดูดอากาศมากที่สุด | 8 |
| รูปที่ 2.3 การดูดอากาศเสียที่ระเหยจากถังโดยตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนคลุมไว้ด้านบน | 10 |
| รูปที่ 2.4 Hood แบบมี Slot | 12 |
| รูปที่ 2.5 การเชื่อมโลหะ | 20 |
| รูปที่ 3.1 ทั้งระบบของเครื่องบำบัด ฝุ่นละออง | 27 |
| รูปที่ 3.2 ภาพตัดทั้งระบบของเครื่องบำบัด ฝุ่นละออง | 27 |
| รูปที่ 3.3 ภาพตัด เครื่องบำบัดฝุ่นละออง | 27 |
| รูปที่ 3.4 โครงสร้างของเครื่อง | 28 |
| รูปที่ 3.5 ถังรับน้ำ และส่วนประตู เครื่อง | 28 |
| รูปที่ 3.6 ส่วนของทางเข้า และออกของ ฝุ่นละออง | 29 |
| รูปที่ 3.7 ส่วนรองรับชุดกรอง และตะแกรงชุดกรอง | 29 |
| รูปที่ 3.8 ระบบน้ำ และ ระบบหมุนเวียนน้ำ | 30 |
| รูปที่ 3.9 หัวพ่นหมอก | 30 |
| รูปที่ 3.10 หัวสเปรย์น้ำ | 30 |
| รูปที่ 3.11 แผ่นสังกะสี | 31 |
| รูปที่ 3.12 blower ใช้ดูดฝุ่นละอองและควัน | 31 |
| รูปที่ 3.13 ท่อฟอร์ย ขนาด 8 นิ้ว เชื่อม Hood กับ เครื่องบำบัดฝุ่นละอองและควัน | 32 |
| รูปที่ 3.14 ชุดถาดผงคาร์บอน และ แผ่นกรองโพลีอีสเตอร์ | 32 |
| รูปที่ 3.15 โครงเหล็กยึด Hood กับ ผนัง | 33 |
| รูปที่ 3.16 การติดตั้งเครื่องบำบัดฝุ่นละออง | 33 |
| รูปที่ 4.1 ตำแหน่งการทดสอบหาปริมาณ ฝุ่นละออง | 34 |
| รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากการเชื่อมในอัตราการสเปรย์น้ำระดับต่างๆ | 38 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ช่วงของค่า capture velocity 10
ตารางที่ 2.2 ค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบท่อระบายอากาศเสีย 14
ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณฝุ่นละออง ในสภาวะปกติ 35
ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณฝุ่นละออง ในสภาวะทำการเชื่อม แบบไม่ผ่านการบำบัด 36
ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณฝุ่นละออง จากการเชื่อมโลหะหลังผ่านการบำบัดโดยสเปรย์เบา 36
ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณฝุ่นละออง จากการเชื่อมโลหะหลังผ่านการบำบัดโดยสเปรย์กลาง 36
ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณฝุ่นละออง จากการเชื่อมโลหะหลังผ่านการบำบัดโดยสเปรย์แรง 37
ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณฝุ่นละออง หลังผ่านการบำบัด โดยสเปรย์น้ำไหลเบา 37
ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณฝุ่นละออง หลังผ่านการบำบัด โดยสเปรย์น้ำไหลกลาง 37
ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณฝุ่นละออง หลังผ่านการบำบัด โดยสเปรย์น้ำไหลแรง 38
ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณและประสิทธิภาพของเครื่องที่สามารถลดฝุ่นละอองลงได้ 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 บทนำ

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 4 (2520 – 2524) เป็นต้นมา เริ่มให้ความสำคัญกับการ กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจังโดยได้มีการจัดทำนโยบายและมาตรการการพัฒนาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติขึ้น

ในภาพรวมประเทศไทย ผลจากการตรวจวัดคุณภาพอากาศในช่วงเกือบ 20 ปีที่ผ่านมา พบว่าคุณภาพทางอากาศในประเทศไทยมีคุณภาพดีขึ้น โดยพิจารณาได้จากค่าสูงสุดของความเข้มข้นของสารมลพิษส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นฝุ่นขนาดเล็ก และก๊าซโอโซน ทั้งนี้การที่คุณภาพอากาศของประเทศไทยมีคุณภาพดีขึ้น มีสาเหตุมาจากการลดลงของปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในช่วงวิกฤติเศรษฐกิจ และอีกส่วนหนึ่งมาจากมาตรการของรัฐที่มีส่วนทำให้มลพิษทางอากาศลดลง (ธนาคารโลก, 2002) ซึ่งได้แก่ • การรณรงค์ให้ใช้รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะแทนรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ • การบังคับใช้อุปกรณ์ขจัดมลพิษในระบบไอเสียรถยนต์ประเภท Catalytic converter และมาตรการยกเลิกการใช้น้ำมันเบนซินที่มีสารตะกั่ว

จากข้อมูลพบว่ามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสำคัญปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในเขตเมือง โดยเฉพาะกรุงเทพมหานคร และก่อให้เกิดผลกระทบด้านสุขภาพอนามัย ไม่ว่าจะเป็นด้านกลิ่น ความรำคาญ ตลอดจนผลกระทบต่อสุขภาพที่เกี่ยวกับระบบหายใจ และระบบหัวใจและปอด

จากการที่ฝุ่นละอองขนาดเล็ก และก๊าซโอโซน ยังเป็นสารมลพิษที่เป็นปัญหา ซึ่งถึงแม้จะมีแนวโน้มลดลงแต่มลพิษทั้ง 2 ตัวก็ยังสูงเกินมาตรฐาน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะฝุ่นละอองมีแหล่งกำเนิดหลากหลาย ทำให้การออกมาตรการเพื่อลดฝุ่นละอองทำได้ยาก โดยแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่สำคัญได้แก่ ยานพาหนะ ฝุ่นละอองแขวนลอยคงค้างในถนน ฝุ่นจากการก่อสร้าง และอุตสาหกรรม สำหรับในพื้นที่ชนบท แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่สำคัญ คือ การเผาไหม้ในภาคเกษตร

ในปัจจุบันกระบวนการเชื่อมโลหะนั้นนับว่ามีความสำคัญมากอย่างหนึ่งในอุตสาหกรรม ในผลิตภัณฑ์ชิ้นหนึ่งๆ อาจจะต้องมีการประกอบจากชิ้นส่วนโลหะย่อยๆเป็นสิบเป็นร้อยชิ้น การประกอบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นหากว่าไม่มีการเชื่อมโลหะแล้วอาจทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นได้มากทีเดียว และเคยมีผู้กล่าวไว้ว่า รถยนต์ที่ท่านใช้อยู่อาจจะมีราคาแพงกว่าหลายเท่าตัวถ้าไม่ใช้การเชื่อมโลหะ และพบว่า เมื่อใดที่มีการเชื่อมโลหะจะต้องมีควันเกิดขึ้นทุกครั้ง ซึ่งควันที่เกิดขึ้นมีผลต่อภาวะสุขภาพของทั้งผู้เชื่อมและสิ่งแวดล้อมรอบๆ สามารถทำให้เกิดสภาวะ "ตายผ่อนส่ง" ได้อย่างไม่รู้ตัว ช่างเชื่อมที่เชื่อมโลหะในงานบางประเภท เช่น การเชื่อมแตนเลส, เหล็กเคลือบสังกะสี หรือ ท่อเหล็กเคลือบสังกะสี หรือการเชื่อมชิ้นงานที่ผ่านการชุบเคลือบผิวมาแล้ว มักพบว่าบุคคลจำพวกนี้มีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคร้ายสูง ซึ่งในโรงประลองของภาควิศวกรรมเกษตร มีการปฏิบัติงายเชื่อมโลหะ ประกอบในวิชา Work Shop

การเชื่อมโลหะ (Welding)

ในการเชื่อมโลหะจะมี ไอระเหย (Fumes) เกิดขึ้นจากการที่โลหะได้รับความร้อน และหลอมละลาย เกิดไอระเหยของโลหะ เมื่อไอระเหยถูกควบแน่น (Condense) จะอยู่ในรูปอนุภาคของแข็งที่ละเอียดมาก (Solid fine particle) ที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน (0.001 มม.) ไอระเหยนี้มีส่วนประกอบสองส่วน คือ ไอระเหยที่มองเห็นได้ ในลักษณะเปลวควัน และในรูปของออกไซด์ของโลหะ ที่มองไม่เห็นซึ่งเป็นส่วนประกอบของแก๊ส เรียกว่าไอระเหยของแก๊ส ซึ่งเกิดจากการเชื่อม และการสลายตัวของฟลักซ์ (Flux) เนื่องจากความร้อนในการเชื่อมก็ได้

การเชื่อมโลหะก่อให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมมากมาย ตั้งแต่รังสีจากการเชื่อมด้วยไฟฟ้า หรือแก๊ส คือรังสีอุลตราไวโอเล็ต เมื่อผู้เชื่อมได้รับรังสีนาน ๆ เข้าก็อาจจะก่อให้เกิดมะเร็งที่ผิวหนังได้หรือ ทำให้ผิวหนังตกกระแก่ก่อนวัย ผิวหนังเหี่ยว แสงที่เกิดจากการเชื่อมเป็นแสงที่มีความเข้มข้นมากถ้ามองด้วยตาเปล่า สายตาอาจจะเสียหรือบอดได้ นอกจากแสงแล้วอาจจะมีสะเก็ดโลหะที่ร่อนกระเด็นเข้าสู่ตาได้

ดังนั้น เพื่อป้องกันผลกระทบจากการเชื่อมโลหะ ผู้เชื่อมจึงควรใส่อุปกรณ์ป้องกัน เช่น แว่นตาหรือหน้ากากเชื่อม ขณะเดียวกันบุคคลอื่นก็ไม่ควรเข้าไปในบริเวณที่ทำการเชื่อม นอกจากนี้การเชื่อมโลหะบางชนิด เช่น ตะกั่ว แคด เมี่ยม โครเมี่ยม ทองแดง ยังส่งผลต่อสิงแวดล้อม เช่น ควัน ฝุ่นละออง ไอแคดเมี่ยมก่อให้เกิดโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจ ไอจากการเชื่อมตะกั่วระเหยออกมา ทำให้เกิดโรคโลหิตจางและเป็นอัมพาตได้ และในกรณีที่เชื่อมโลหะที่มีการเคลือบผิวพวกสีทาวานิชแลคเกอร์ หรือสีของรถยนต์จะทำให้เกิดก๊าซพวกไฮโดรคาร์บอนที่ก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่นเดียว กัน พบว่าอันตรายที่เกิดจากการเชื่อมโลหะมีมากมาย นอกจากจะเกิดขึ้นกับตัวเองแล้วยังส่งผลให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมด้วย จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ประกอบการเชื่อมโลหะต้องช่วยกันป้องกันมลพิษต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น เช่น ควรมีห้องเชื่อมที่มีฉากหรือม่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กั้น ป้องกันการมองเห็นด้วยตาเปล่าจากผู้อื่น ควรมีระยะอยู่ห่างไกลจากบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ไม่ควรตั้งตามถนนหรือซอยที่มีคนอาศัยอยู่มาก เพราะก๊าซเสีย หรือเสียงดังจะก่อความรำคาญให้เพื่อนบ้านได้

ด้วยเหตุนี้ ทีมงานจึงมีความสนใจในการศึกษาและออกแบบเครื่องกำจัดฝุ่น และควันที่เกิดจากการเชื่อม (welding)

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อต้องการลดปริมาณฝุ่นละอองจากการเชื่อมโลหะที่ ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม
2. เพื่อลดปัญหาด้านสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

## 1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาและออกแบบอุปกรณ์เพื่อลดมลภาวะทางอากาศที่เกิดจากการเชื่อมโลหะ ในโรงปะลองเครื่องกล ของทางหลักสูตรวิศวกรรมเกษตร
2. ศึกษาปัจจัยการกรองฝุ่นละออง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 แนวคิด

มลพิษทางอากาศ หมายถึง ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่าง ๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า ก๊าซธรรมชาติอากาศเสียที่เกิดขึ้น โดยธรรมชาติเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมาก เพราะแหล่งกำเนิดอยู่ไกลและปริมาณที่เข้าสู่สภาพ แวดล้อมของมนุษย์และสัตว์มีน้อย กรณีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ มลพิษจากท่อไอเสีย ของรถยนต์จากโรงงานอุตสาหกรรมจากขบวนการผลิตจากกิจกรรมด้านการเกษตรจากการระเหย ของก๊าซบางชนิด ซึ่งเกิดจากขยะมูลฝอยและของเสีย เป็นต้น

สารมลพิษอากาศหลักที่สำคัญ คือ ฝุ่นละออง ตะกั่ว ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน และก๊าซโอโซน ระบบภาวะมลพิษอากาศ มีส่วนประกอบ 3 ส่วน ที่มีความสัมพันธ์กัน คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษ อากาศหรือบรรยากาศ และผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ [1]

มลพิษทางอากาศ หมายถึง การที่มีสิ่งแปลกปลอมซึ่งเป็นสารมลพิษปะปนเข้ามาสู่บรรยากาศ อาจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ เช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟไหม้ป่า หรือโดย การกระทำของมนุษย์โดยทางตรงและทางอ้อม บริเวณพื้นที่ใดเกิดปัญหามลพิษเป็นปริมาณมากจนเกิดผลกระทบต่อมนุษย์ สัตว์ พืช หรือวัตถุต่างๆ(เกษม จันทร์แก้ว, 2524)

สรุปว่า มลพิษทางอากาศ หมายถึง การที่มีสิ่งแปลกปลอมชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดในบรรยากาศ อาจเกิดขึ้นโดยมนุษย์เป็นผู้กระทำ หรือ เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ เป็นฝุ่น หมอก แก๊ส กลิ่น ควัน หรือ ไอในปริมาณคุณลักษณะและระยะเวลาที่เป็น อันตรายต่อมนุษย์ พืช สัตว์ หรือ ทรัพย์สินอื่น หรืออาจเป็นการรบกวนการดำรงชีวิตอันสงบสุข

มลพิษอากาศแบ่งได้ 2 ประเภท ตามลักษณะการเกิด คือ

*1. สารมลพิษอากาศปฐมภูมิ* เป็นสารมลพิษอากาศที่เกิดขึ้น และถูกระบายจากแหล่งกำเนิดโดยตรง เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ขี้เถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเขม่าควันดำที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงในยานพาหนะ และเตาเผาในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2. *สารมลพิษอากาศทุติยภูมิ* เป็นสารมลพิษอากาศที่ไม่ได้เกิดและถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดใดๆ แต่ขึ้นขึ้นในบรรยากาศทั่วๆไป จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษอากาศปฐมภูมิกับสารประกอบอื่นๆ ที่อยู่ในบรรยากาศ เช่น ก๊าซโอโซน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมี ระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ และสารมลพิษอากาศที่เป็นสารอนินทรีย์ เช่น ก๊าซไฮโดรเจซัลไฟด์ และฝุ่นตะกั่ว เป็นต้น

ในประเทศไทยได้มีการประกาศค่าปริมาณสารมลพิษที่ยอมให้ปล่อยสู่บรรยากาศ เพื่อควบคุมสารมลพิษหลักจำนวน 7 ชนิด ซึ่งเป็นสารมลพิษอากาศปฐมภูมิเป็นส่วนใหญ่ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ฝุ่นรวม ตะกั่ว ฝุ่นขนาดเล็ก และ โอโซนซึ่งเป็นมลพิษอากาศทุติยภูมิ นอกจากนี้แล้ว ยังมีสารมลพิษอากาศที่เป็นอันตราย ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง และทำให้ผลกระทบต่อสุขภาพระยะยาว โดยจะทำลาภูมิคุ้มกันระบบประสาท และทำให้เกิดความผิดปกติของระบบสืบพันธ์และต่อมไร้ท่อเป็นต้น ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการกำหนดชนิดของสารมลพิษในอากาศที่เป็นอันตราย จำนวน 189 ชนิด ซึ่งแหล่งกำเนิดที่สำคัญ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมเคมี สารกำจัดศัตรูพืช การเผาไหม้ เป็นต้น ในขณะนี้ สหรัฐอเมริกายัง ไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐานของ จากแหล่งกำเนิดให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ สำหรับในประเทศไทยยังไม่ได้กำหนดมาตรฐานของ ในบรรยากาศแต่มีนโยบายในการควบคุม จากแหล่งกำเนิด โดยใช้มาตรการ โดยใช้มาตรการในการควบคุมป้องกันการรั่วไหลของแหล่งกำเนิดได้ เช่น การป้องกันมลพิษ หรือการใช้เทคโนโลยีสะอาด เป็นต้น จากแหล่งกำเนินที่เกิดขึ้นแหล่งที่พบมลพิษทางอากาศมากสุดคือการจราจรในเมืองใหญ่ๆ ซึ่งมีทั้ง ควันขาวจากรถจักรยานยนต์ และรถยนต์ ฝุ่นละอองตามสถานที่ต่างๆ ซึ่ง ณ ปัจจุบัน ได้มีการรณรงค์ ลดมลพิษ มาตรการลดการใช้น้ำมันที่มีสารตะกั่วลง หลักเกณฑ์ออกแบบระบบระบายอากาศในเบื้องต้น

**2.2 การออกแบบระบบระบายอากาศที่ดี จะต้องมีลักษณะดังนี้ [2]**

1. สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ คือ ดูดมลพิษออกไปทางปล่อง โดยใช้ Hood หรือท่อ และทำให้คุณภาพอากาศภายในโรงงานมีความปลอดภัยตามเกณฑ์มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การดูดมลพิษต้องมีประสิทธิภาพ คือใช้ดูดปริมาตรอากาศออกไปน้อยตรงจุดที่ได้ผลที่สุด เช่น ในบริเวณที่ใกล้และครอบคลุมแหล่งกำเนิด มีการสูญเสียพลังงานในระบบดูดอากาศน้อยที่สุด เช่น ออกแบบท่อดูดในระบบ และปล่องต้องไม่มีข้องอมากหรือใช้ความเร็วลมที่สูงหรือต่ำเกินไป

**2.2.1 องค์ประกอบของระบบระบายอากาศ**

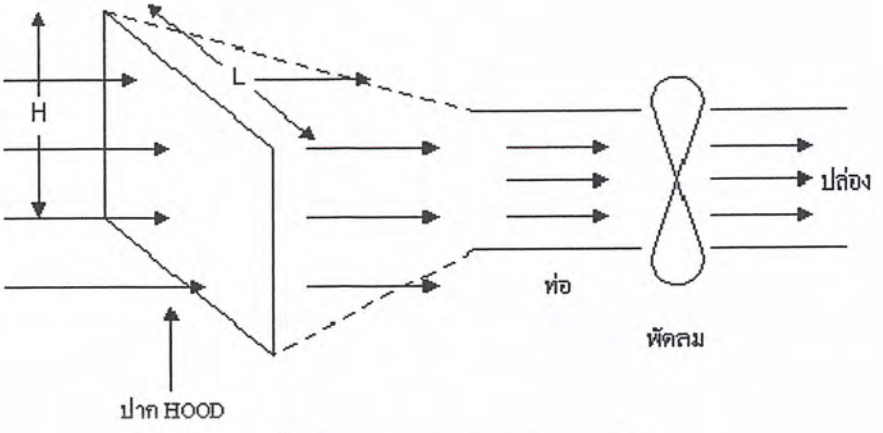
การดึงอากาศเสียเฉพาะที่นั้นใช้หลักการว่าอากาศจะเคลื่อนที่จากจุดที่มีความดันอากาศสูงไปยังที่มีความดันอากาศต่ำ ดังนั้นจึงต้องสร้างระบบที่มีความดันอากาศสูงและต่ำโดยใช้พัดลมที่ดูดอากาศจึงทำให้บริเวณหน้าพัดลมมีความดันอากาศสูงกว่าหลังพัดลม และอากาศก็จะถูกดูดออกไปด้วยกำลังแรง (เหมือนเครื่องดูดฝุ่น)

ระบบดูดอากาศเสียประกอบด้วย ปากท่อหรือปาก "Hood" หรือบางครั้งเรียกตู้ดูดอากาศเสีย ท่อที่ใช้ส่งอากาศเสีย เครื่องหรืออุปกรณ์บำบัดมลพิษ พัดลมดูดอากาศ และท่อส่งออกหรือปล่องที่ระบายออกไปนอกอาคาร

*1.* ท่อหรือปาก "Hood" หรือบางครั้งเรียกตู้ดูดอากาศเสีย

Hood เป็นตัวอุปกรณ์ที่เก็บอากาศเสียจากแหล่งกำเนิดโดยติดตั้งหรือใกล้แหล่งกำเนิดให้มากที่สุดที่จะเป็นไปได้ โดยอาศัยหลักการให้ความเร็วของอากาศที่ปาก Hood จะต้องมากพอที่จะนำมลพิษ เช่น ฝุ่นหรือก๊าซออกไปได้โดยเราเรียกความเร็วที่จำเป็นนี้ว่า "ความเร็วในการพา" หรือ Capture Velocity ดังนั้นในการออกแบบจะต้องทำให้ปากของ Hood มีขนาดเล็กเท่าที่จำเป็นเท่านั้นเพราะขนาดที่ใหญ่จะสิ้นเปลืองพลังงานมาก ความเร็วในการพามีหน่วยเป็น เมตร / วินาที และปริมาตรอากาศที่ไหลผ่านปาก Hood คิดเป็นลูกบาศก์เมตร / วินาที โดยวิธีคำนวณปริมาตรที่ไหลผ่านปาก Hood ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.1 ระบบดูดอากาศเสียแบบง่าย

$V_{air}$ = $u_{hood} \times A_{hood}$

เมื่อ $u_{hood}$ = ความเร็วในการพาวัดได้ที่ปาก Hood (Hood Face Velocity) โดยเครื่องวัดความเร็วลม เป็น เมตร/วินาที

$A_{hood}$ = พื้นที่หน้าตัดของ Hood คือ L x H เป็น ตารางเมตร

$V_{air}$ = ปริมาตรอากาศที่ไหลผ่านปาก Hood ลูกบาศก์เมตร / วินาที

จะเห็นได้ว่าปริมาตรอากาศที่ไหลผ่าน Hood กับไหลผ่านในท่อและพัดลมทางขวามือย่อมจะเท่ากัน ดังนั้นหากจะวัดความเร็วลมในท่อและคูณกับพื้นที่หน้าตัดท่อก็จะได้ผลเท่ากัน ทั้งนี้เพราะการตรวจวัดที่ปาก Hood นั้นมักจะยากกว่าการวัดที่ในท่อมาก จึงอาจตรวจวัดในท่อแล้วมาคำนวณหาความเร็วลมที่ปาก Hood แทนก็ได้

หากตรวจวัดความดันอากาศในท่อเทียบกับอากาศภายนอกจะพบว่า อากาศในท่อจะมีความดันน้อยกว่าอากาศภายนอก ทราบได้เพราะหากมีรูรั่วที่บริเวณท่อตรงก่อนถึงพัดลม อากาศภายนอกจะไหลดันเข้าไปในรูรั่วนั้นและอากาศข้างในท่อจะไม่ไหลออกมา ในทางตรงกันข้ามเมื่ออากาศผ่านพัดลมไปสู่ปล่องแล้วความดันอากาศในปล่องจะสูงกว่าอากาศภายนอก และหากมีรูรั่วก่อนถึงปลายปล่อง อากาศในปล่องจะดันออกมาตามรูรั่วนั้นได้ ดังนั้นจึงนิยมติดตั้งพัดลมไว้นอกอาคารเพื่อที่ อากาศเสีย ในระบบจาก Hood และท่อภายในอาคารจะได้ไม่รั่วไหล แม้ว่าจะมีอุบัติเหตุทำให้เกิดรูรั่วก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดันของอากาศมีหน่วยเป็นปาสคาลหรือเซนติเมตรของน้ำหรือนิ้วของน้ำ (หากเป็นแบบในประเทศสหรัฐอเมริกา) แต่ในที่นี้จะใช้หน่วยเมตริกเสมอ ( ปาสคาล )

ถึงแม้ว่าในการออกแบบเราจะพยายามที่จะให้ Hood ครอบคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษให้มากที่สุด แต่ในความเป็นจริงก็อาจกีดขวาง การทำงานได้บางครั้งต้องทำให้ Hood "ยื่น" ออกไปดูดคล้ายๆ กับเครื่องดูดฝุ่นนั้นเอง แต่ Hood แบบนี้จะใช้พลังงานมากเพราะทุกระยะทางที่ห่างจากปาก Hood (ระยะ "X") ดังรูปจะใช้พลังงานเป็นกำลังสองของระยะทางที่เพิ่มขึ้นนี้ เช่น หาก "X" มีค่า 10 เซนติเมตร จะใช้พลังงานมากกว่าเมื่อ "X" มีค่า 5 เซนติเมตร ถึง 4 เท่าตัว ถ้าจะให้ความเร็วในการพาที่จุดนั้นเท่ากัน ในการออกแบบเราอาจประหยัดพลังงานได้หากมีการเติมที่กั้นทางใดทางหนึ่ง เพื่อให้อากาศที่ไม่เกี่ยวข้องไม่ไหลเข้ามาใน Hood มากนักและเพิ่มความเร็วให้กับอากาศที่ต้องการได้

รูปที่ 2.2 จุดที่จะดูดมลพิษอยู่ใกล้ ๆ ปากตู้ดูดอากาศมากที่สุด

ปกติตู้ดูดอากาศเสียจะมีลักษณะเป็นรูปทรงครอบแหล่งกำเนิด เป็นรูปปิรามิด หรือรูปกรวยคว่ำ และการออกแบบต้องคำนวณให้ได้ปริมาณอากาศที่ดูดให้น้อยที่สุดที่จะเป็นไปได้ ในขณะที่ต้องมีประสิทธิภาพในการดูดมลพิษทางอากาศอย่างได้ผล ดังนั้น จึงต้องทำให้ตู้ดูดอากาศเสียนี้สามารถเร่งความเร็วของอากาศที่จะไหลเข้าไปให้เพียงพอที่จะดึงมลพิษทางอากาศเข้าไปได้ ความเร็วนี้จะขึ้นกับขนาดของฝุ่นละอองและก๊าซ หากฝุ่นละอองมีขนาดใหญ่จะต้องใช้ความเร็วในการดึงสูงและมีการออกแบบให้ฝุ่นละอองเข้าไปในตู้ดูดอากาศเสียอย่างมีประสิทธิภาพ ตู้ดูดอากาศเสียที่ดีจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานมีความปลอดภัยและทำให้เกิดความสะอาดด้วย

ประเภทของตู้ดูดอากาศเสียจะถูกแบ่งตามรูปร่างของตู้ดูดอากาศเสียและลักษณะการดูดมลพิษทางอากาศของตู้ดูดอากาศเสียนั้น ๆ โดยสามารถแบ่งได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• *ตู้ดูดอากาศเสียแบบปิดได้ (Enclosed Hood)* ตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้ จะง่ายต่อการก่อสร้าง ไม่ขัดขวางการทำงาน และสามารถควบคุมอัตราการไหลของอากาศเสียด้วยอัตราต่ำที่สุดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ตู้ดูดอากาศเสียแบบปิดได้เหมาะสำหรับนำไปใช้กับห้องปฏิบัติการ ห้องสเปรย์สี เป็นต้น

• *ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวน (Free-Hanging Plain Openings)* ตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้ จะมีช่องเปิดเป็นรูปกลม หรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวมากกว่า 0.3 ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนเหมาะสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดหรือบริเวณพื้นที่เล็ก ๆ และในบริเวณที่ไม่สามารถใช้ตู้ดูดอากาศเสียแบบปิดได้ เช่น การเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า การบัดกรี เป็นต้น

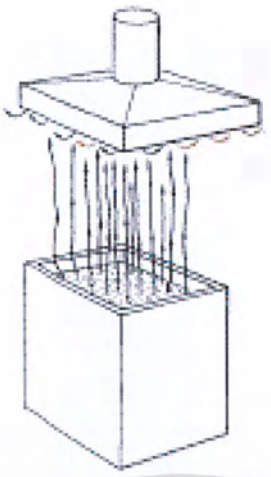
• *ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนและช่องเปิดแคบแบบ Slot (Free-Hanging Slot Openings)* ตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้ เหมาะสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่มีพื้นที่สำหรับดูดอากาศเสียในลักษณะแคบและยาว และ Slot จะมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเท่ากับหรือน้อยกว่า 0.3

• *ตู้ดูดอากาศเสียแบบระบายอากาศเสียทางด้านข้าง (Lateral Ventilation)* การออกแบบตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้ ) จะใช้ Slot ตลอดหนึ่งด้านหรือสองด้านของถังหรือโต๊ะและอาจจะมีการใช้ด้านท้ายของตู้ดูดอากาศเสียตลอดด้านหนึ่งของถังหรือโต๊ะด้วยก็ได้ ถ้าเป็นไปได้ Slot ควรวางในตำแหน่งแนวยาวของถังหรือโต๊ะ ตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้เหมาะสำหรับการทำงานที่มีการปล่อยมลพิษทางอากาศ ณ พื้นผิวลักษณะแบนราบหรือมีการปล่อยมลพิษทางอากาศทันทีทันใดเหนือพื้นผิวลักษณะแบนราบ เช่น การชุบ Degreasing การจุ่มสี เป็นต้น

• *ตู้ดูดอากาศเสียแบบดูดลงข้างล่าง (Downdraft)* ตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้ มีตะแกรงอยู่ด้านบน ตู้ดูดอากาศเสียแบบดูดลงข้างล่าง (Downdraft) เหมาะสำหรับการทำงานที่มีอากาศไหลลงผ่านแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ เช่น การเชื่อม การบัดกรี การขัดละเอียด การพ่นสี เป็นต้น ประสิทธิภาพของตู้ดูดอากาศนี้จะลดลงอันเนื่องมาจากอากาศไหลตัดขวางและอากาศร้อนไหลขึ้นข้างบน จึงมักจะใช้ตู้ประเภทนี้ก็ต่อเมื่อไม่สามารถใช้ตู้ดูดอากาศเสียประเภทอื่นได้

• *ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนคลุมไว้ด้านบน (Canopy)* ตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้ มีลักษณะเหมือนฝาครอบแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและมีท่อดูดอากาศต่อที่ข้างบนของตู้ดูดอากาศเสีย การออกแบบเช่นนี้เหมาะสมกับงานที่ผลิตอากาศร้อน เช่น เตาหลอม เพราะอากาศร้อนจะไหลขึ้นข้างบนและนำมลพิษทางอากาศขึ้นไปด้วย การออกแบบจะต้องให้มีกระแสอากาศที่ไม่ปั่นป่วน จึงมักจะให้ตู้ดูดอากาศเสียนี้มีลักษณะที่แคบเข้าเรื่อยๆ จนถึงท่อดูดอากาศ ( มุมอยู่ระหว่าง 30°C ถึง 45°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การดูดอากาศเสียที่ระเหยจากถังโดยตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนคลุมไว้ด้านบน

*1.1 ข้อมูลในการออกแบบตู้ดูดอากาศ*

การออกแบบจะต้องให้ความเร็วลมที่จุดตำแหน่งของมลพิษ เช่น บริเวณที่ไอระเหยขึ้นมาจากถังหรือบริเวณพ่นสี มีความเร็วเพียงพอที่จะพามลพิษนั้นๆ (รวมทั้งอากาศที่มลพิษปนเปื้อนอยู่ ) ไหลเข้ามาในตู้ดูดอากาศได้ ความเร็วที่เพียงพอนั้นกำหนดไว้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ช่วงของค่า Capture Velocity

| ลักษณะการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศ | ตัวอย่าง | Capture Velocity (เมตร/วินาที) |
|---|---|---|
| การปล่อยมลพิษทางอากาศโดยปราศจากความเร็วเข้าไปในอากาศที่หยุดนิ่ง | การระเหยออกจากถัง จากกระบวนการ Degreasing เป็นต้น | 0.254-0.508 |
| การปล่อยมลพิษทางอากาศด้วยความเร็วต่ำเข้าไปในอากาศที่นิ่งพอสมควร | ห้องสเปรย์ การเชื่อม และการชุบ | 0.508-1.016 |
| การกำเนิดมลพิษทางอากาศโดยปล่อยให้เข้าไปในบริเวณที่มีการเคลื่อนตัวของอากาศอย่างรวดเร็ว | การพ่นสีในห้องสเปรย์ที่มีลักษณะตื้น การเติมน้ำมัน | 1.016-2.54 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยค่าตัวเลขในช่วงค่าเริ่มต้นซึ่งมีค่าน้อยใช้สำหรับกรณีที่ไม่มีกระแสลมภายนอกหรือมีบ้างเล็กน้อยและเป็นกรณีที่มีมลพิษน้อย แต่หากต้องใช้วิธีแบบเครื่องดูดฝุ่น คือ แหล่งกำเนิดมลพิษอยู่นอกตู้แล้วดึงอากาศให้เข้าไปในตู้ พบว่าความเร็วในการพามลพิษลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อระยะทางห่างจากปากตู้ดูดอากาศเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการคำนวณให้ความเร็วเพียงพอจะสำคัญมาก เพราะหากเพิ่มระยะห่างของมลพิษจากปากตู้เป็น 2 เท่าของระยะทางเดิม ความเร็วลมจะเปลี่ยนไปมากทำให้ปริมาณอากาศที่ตู้ต้องดูดเพิ่มขึ้นถึง 4 เท่า เพื่อให้ได้ความเร็วลมเท่ากับค่าที่กำหนดไว้เดิม

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$Q = V (4 \pi x^2) = 12.57 Vx^2$$

เมื่อ Q = ปริมาณอากาศที่ตู้ดูดอากาศจะต้องดูด เป็นลูกบาศก์เมตร / วินาที

V = ความเร็วลมในการพามลพิษ ณ จุดที่มีมลพิษ เป็นเมตร / วินาที

x = ระยะทางจากตำแหน่งมีมลพิษถึงปากตู้ดูดอากาศ เป็นเมตร

$4\pi x^2$ = พื้นที่ทรงกลมของรัศมีการดูดที่ความเร็ว V

สมการตามสูตรนี้ใช้ได้กับตู้ดูดอากาศที่ปากตู้เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า หากปากตู้เป็นรูปวงกลมใช้การคำนวณพื้นที่เปิดของปากตู้ (A) เท่ากับ $\pi r^2$ เมื่อ r เป็นรัศมีของปากตู้เป็นเมตร และ $Q = V (10x^2 + A)$

ในบางครั้งด้วยเหตุที่มีพื้นที่จำกัดหรือเพื่อความเหมาะสมอย่างอื่นทำให้ต้องใช้ปากตู้ดูดอากาศที่มีลักษณะแคบมาก ถ้าอัตราส่วนความกว้างต่อความยาว (W/L) ของปากตู้มีค่าน้อยกว่า 0.2 เรียกว่า Slot Hood ซึ่งจะให้ความเร็วลมสูง แต่จะมีการสูญเสียพลังงานมากกว่าปกติเช่นกัน

*การสูญเสียพลังงานของตู้ดูดอากาศ*

ตู้ดูดอากาศจะสูญเสียพลังงานเนื่องจากขณะที่อากาศไหลเข้าปากตู้จะมีการเปลี่ยนแปลงความดันสถิตย์เป็นความดันของความเร็ว ( จาก SP เป็น VP) แต่เมื่อเข้าไปในท่อแล้ว VP จะลดลงสู่ระดับคงที่ การสูญเสียพลังงานยังเกิดจากการที่อากาศแย่งกันเข้าซึ่งมีการเร่งความเร็วในช่วงแรกและเมื่ออากาศเข้าไปในท่อแล้วความเร็วจะลดลง และคำนวณได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูญเสีย $SP_h = h_e + VP_d$

$$SP_h = (F_s)(VP_s) + (F_d)(VP_d) + VP_d \quad (4.6)$$

เมื่อ $h_e = h_s + h_d$ หมายถึง การสูญเสียพลังงานเนื่องจาก Hood หน่วยเป็นปาสคาล

$h_s = (F_s)(VP_s)$ หมายถึง การสูญเสียเนื่องจาก Slot

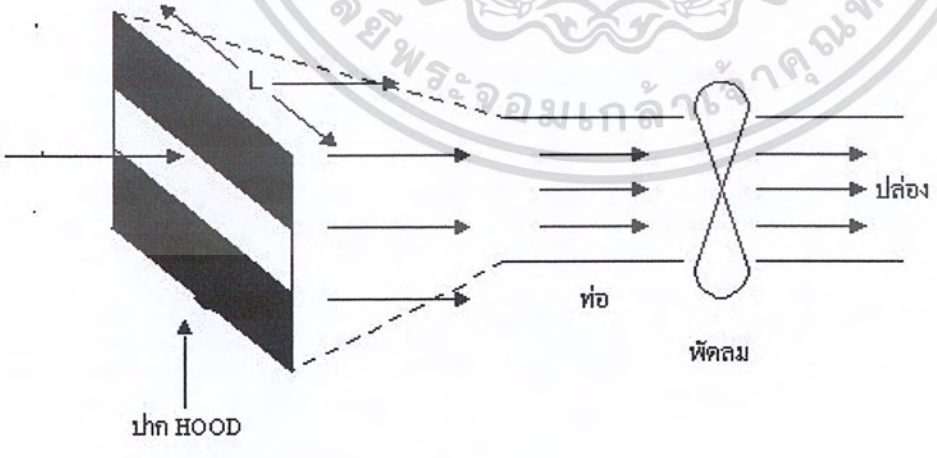
$h_d = (F_d)(VP_d)$ หมายถึง การสูญเสียเนื่องจากอากาศแย่งไหลเข้าท่อ

$F_s$ = สัมประสิทธิ์การสูญเสียของ Slot ( ไม่มีหน่วย )

$F_d$ = สัมประสิทธิ์การสูญเสียของการที่อากาศไหลเข้าท่อ ( ไม่มีหน่วย )

$VP_s$ = ความดันของความเร็วลมที่ Slot มีหน่วยเป็นปาสคาล

$VP_d$ = ความดันของความเร็วลมที่ท่อมีหน่วยเป็นปาสคาล




Hood แบบมี Slot คือ อากาศต้องผ่านช่องแค
บด้วยความเร็วสูง

รูปที่ 2.4 Hood แบบมี Slot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ท่อที่ใช้ส่งอากาศเสีย

ท่อเป็นอุปกรณ์นำอากาศไปข้างนอกและควรมีแรงต้านทานการไหลของอากาศได้น้อยที่สุด และมีความเร็วของอากาศในท่อที่เหมาะสมด้วย หากความเร็วของอากาศในท่อน้อยเกินไปฝุ่นละอองก็ตกค้างในท่อและทำให้ปิดกั้นอากาศได้ ส่วนอากาศที่ไหลเข้าไปมากก็สิ้นเปลืองพลังงานทำให้เกิดเสียงดังและความสั่นสะเทือน และฝุ่นที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วอาจกัดกร่อนได้มากขึ้น

*หลักการออกแบบระบบท่อ (Duct Design) เบื้องต้น*

ท่อดูดอากาศ (Duct) จากตู้ดูดอากาศไปสู่พัดลมและจากพัดลมไปภายนอกในรูปของปล่อง (Stack) การออกแบบที่เหมาะสม คือ ให้ความเร็วของอากาศในท่อทุกส่วนเร็วเท่ากันหมดเพื่อมิให้เกิดการตกตะกอนของฝุ่นหรือสูญเสียพลังงานในการเร่งความเร็วของอากาศโดยไม่จำเป็น สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ให้มีการสูญเสียจากการไหลของอากาศในท่อให้น้อยที่สุด โดยไม่ใช้ข้องอ ท่อลด ท่อขยาย หรือสิ่งกีดขวางการไหลโดยไม่จำเป็น

ปัจจุบันความนิยมในการออกแบบคือ ใช้พัดลมตัวเดียวและท่อดูดอากาศจากหลายๆ จุดมารวมกันออกทางปล่องระบายรวม (Common Stack) เพียงอันเดียว การออกแบบนี้ก็คือต้อง Balance ทุกๆ ท่อสาขาให้เท่าเทียมกันคือในแต่ละสาขาจะต้องมีการสูญเสียพลังงานเท่าๆ กัน หากท่อสาขาใดสูญเสียพลังงานมากกว่าสาขาอื่นๆ ลมก็จะผ่านสาขานั้นด้วยความเร็วที่ต่ำกว่าท่อสาขาอื่นๆ หรืออาจไม่ผ่านเลยก็ได้

ค่าความเร็วต่ำที่สุดที่ใช้ในการออกแบบท่อระบายอากาศเสียแล้วไม่ทำให้อนุภาคตกตะกอนและอุดตันท่อระบายอากาศเสียได้แสดงไว้ข้างล่าง การออกแบบท่อระบายอากาศเสียโดยใช้ความเร็วลมสูงๆ จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและทำให้ท่อระบายอากาศเสียสึกกร่อนอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบท่อระบายอากาศเสีย

| ประเภทและขนาดของฝุ่นละออง | ค่าความเร็วต่ำสุด (เมตร / วินาที ) |
|---|---|
| ก๊าซหรือฝุ่นละอองขนาดละเอียดมากและเบา (ขนาดแป้งทาหน้า) | 12.7 |
| ฝุ่นละอองขนาดละเอียด แห้ง และเป็นผง | 15.2 |
| ฝุ่นละอองขนาดโดยเฉลี่ยทั่วไปจากอุตสาหกรรม | 17.8 |
| ฝุ่นละอองขนาดหยาบ | 20.3-22.9 |
| ฝุ่นละอองที่มีน้ำหนักมากหรือเปียกชื้น (เช่น ผงทราย) | $\geq$ 22.9 |

ความสูญเสียในระบบท่อนี้คำนวณได้ง่ายเพราะมีค่าของผู้ผลิตท่อ รวมทั้งในส่วนของท่องอ ท่อร่วม ท่อขยาย และท่อลด

ในระบบระบายอากาศที่มีหลายสาขาให้คำนวณความสูญเสียของแต่ละท่อสาขาก่อน และทำให้ความสูญเสียเท่ากันหรือใกล้เคียงกันที่สุดก่อน หากการสูญเสียไม่เท่ากันจะต้องเพิ่มความสูญเสียของท่อที่น้อยกว่า เช่น ใช้ Gate ปิดกั้นบางส่วนของท่อหรือใช้ท่อที่เล็กลง เป็นต้น

เมื่อคำนวณความสูญเสียได้ใกล้เคียงกันแล้วให้นำค่าความสูญเสียนั้น ( ของท่อสาขาเดียว ) มาคำนวณความสูญเสียที่จุดร่วม นำไปคำนวณกำลังของพัดลมซึ่งพัดลมนอกจากจะต้องมีกำลังเพียงพอสำหรับเอาชนะความสูญเสียจากท่อที่ผ่านมาทั้งหมดแล้ว ยังต้องคำนวณสำหรับการดันอากาศออกไปทางปล่องด้วย ซึ่งก็มีความสูญเสียบ้างเหมือนกัน

หากในระบบระบายอากาศมีอุปกรณ์บำบัดอากาศเสีย ก็จะต้องบวกความสูญเสียจากอุปกรณ์เหล่านั้นเข้าไปด้วยตามที่ผู้ผลิตอุปกรณ์จะระบุไว้ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*3. เครื่องหรืออุปกรณ์บำบัดมลพิษ*

ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศมีหลายชนิด ซึ่งการใช้ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศเหล่านี้ แต่ละชนิดต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของการกำจัด, ชนิดของมลพิษที่ต้องการขจัดออก ต้นทุนของการก่อสร้างระบบและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการตัดสินใจเลือกใช้ระบบบำบัดให้เหมาะสมกับมลพิษที่เกิดขึ้นของแต่ละแหล่งกำเนิด

ระบบควบคุมประเภทฝุ่นและอนุภาค

**Gravity settling chambers** (ระบบคัดแยกโดยการตกเนื่องจากน้ำหนักฝุ่น) เป็นอุปกรณ์ที่ในการแยกฝุ่นละอองออกจากอากาศ โดยอาศัยน้ำหนักที่มากกว่าของฝุ่นทำให้ตกลงมาด้วยแรงโน้มถ่วง อากาศจะถูกดูดผ่านท่อที่มีพื้นที่ขนาดเล็กเข้ามาสู่ห้อง (chamber) ที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ ทำให้อนุภาคฝุ่นมีความเร็วลดลงและตกลงสู่ด้านล่าง ระบบคัดแยกโดยการตกเนื่องจากน้ำหนักฝุ่นใช้ในการดักฝุ่นที่มีขนาดประมาณ 40 – 60 ไมครอน มีข้อดีคือ ค่าติดตั้งและค่าดำเนินการต่ำ ใช้พลังงานต่ำมาก และมีความทนทาน แต่มีข้อเสียคือ มีขนาดใหญ่ ประสิทธิภาพต่ำ และใช้ได้เฉพาะกับฝุ่นที่มีขนาดใหญ่

**Cyclone** (การแยกฝุ่นโดยวิธีการแรงหนีศูนย์กลาง)อาศัยหลักการหนีศูนย์กลางในการแยกฝุ่นออกจากอากาศ ฝุ่นและอากาศจะถูกดูดเข้าไปในไซโคลนที่มีกระแสวนหนีศูนย์กลางเหวี่ยงอนุภาคไปยังผนัง กระแสวนจะพาอนุภาคฝุ่นเคลื่อนตัวลงไปเรื่อยๆ จนถึงปลายโคน ในขณะที่อากาศที่ไม่มีฝุ่นจะถูกหมุนกลับขึ้นไปยังส่วนบนออกไปที่ท่อออก ระบบไซโคลนใช้ในการดักฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน มีข้อดีคือ ราคาค่าติดตั้งและดำเนินการไม่สูง และสามารถใช้ได้กับฝุ่นที่มีอุณหภูมิสูง ส่วนข้อเสียคือ ความดันลดสูง และใช้ไม่ได้กับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน การออกแบบระบบไซโคลน จะเลือกจากระยะมาตรฐานซึ่งมีอยู่หลายแบบ เช่น Shepherd & Lapple, Peterson & Whitby อย่างไรก็ตาม ระยะมาตรฐานของไซโคลนที่นิยมใช้จะมี 2 แบบ คือ Stairmand และ Swift

**Wet scrubber**(การดักจับด้วยหยดน้ำ)เครื่องดักจับด้วยหยดน้ำ หรือที่ทั่วไปรู้จักในชื่อ Wet Scrubber อาศัยหลักในการใช้ของเหลวดักจับฝุ่น สามารถดักฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กมากได้ การใช้งานโดยมากอยู่ในรูปของหอ (tower) โดยทำการพ่นของเหลวที่มีขนาดเล็กจากด้านบน เพื่อให้เกิดการจับกับมวลแก๊สและฝุ่นที่ลอยมาจากด้านล่าง กลไกในการดักฝุ่น คือ การกระทบจากความเฉื่อย ซึ่งเป็นกลไก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการสกัดกั้นและการแพร่เครื่องดักจับด้วยหยดน้ำมีหลายชนิด เช่น Spray tower, Venturi scrubber ซึ่งเป็นอุปกรณ์บำบัดฝุ่นชนิดเดียวที่สามารถบำบัดแก๊ส (ที่ละลายน้ำ)และไอเสียได้ด้วย ส่วนประกอบชิ้นสำคัญที่จะขาดไม่ได้ของ wet scrubber คือ Demister (บางครั้งเรียกว่า Mist eliminator) ซึ่งอยู่ด้านบนสุดของระบบเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการดักจับฝุ่นบางส่วนที่อาจถูกละอองของเหลวพาให้ลอยออกไปด้านบน

เครื่องดักจับด้วยหยดน้ำสามารถดักจับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน มีข้อดีคือ สามารถกำจัดฝุ่นที่มีขนาดเล็กได้ และหากใส่ตัวกลาง(media)จะสามารถดักไอแก๊สได้อย่างดี และยังเป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิของแก๊สด้วย ส่วนข้อเสียคือ มีปัญหาเรื่องการผุกร่อนสูง และต้องการระบบบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำดักฝุ่น

**Fabricfilter**(ดักจับโดยถุงกรอง) กลไกที่สำคัญในการกรองฝุ่นด้วยถุงกรองคือ การชน (Impaction)แพร่ (Diffusion) และยึด (Interception) ระหว่างฝุ่นกับถุงกรอง ซึ่งกลไกหลักที่สำคัญที่สุดคือการชน ซึ่งจะเกิดขึ้นภายในถุงกรองมากกว่า 20 ครั้ง ระบบถุงกรองสามารถบำบัดฝุ่นขนาดเล็กถึง 0.1 ไมครอนได้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2547) มีข้อดีคือ ประสิทธิภาพสูงในการดักฝุ่นขนาดเล็ก ฝุ่นที่ดักได้จะเป็นฝุ่นแห้ง เช่น ฝุ่นในอุตสาหกรรมผลิตยา สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ พลังงานที่ใช้และความดันลดไม่มาก และไม่เกิดน้ำเสีย ส่วนข้อเสียคือ มักมีขนาดใหญ่ ต้องการการบำรุงรักษามาก มีข้อจำกัดกับฝุ่นที่มีอุณหภูมิสูง และหากฝุ่นมีความชื้นจะทำให้เกิดการอุดตันภายในถุงกรอง

**Electrostatic Precipitator** (ดักจับโดยไฟฟ้าสถิตย์) เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์ (ESP) อาศัยแรงทางไฟฟ้าในการแยกฝุ่นออกจากอากาศ การทำงานประกอบด้วยแผ่นที่ให้ประจุกับอนุภาคฝุ่นหรือ แผ่น Corona ทำหน้าที่ในการชาร์ตประจุลบให้กับฝุ่น และแผ่นเก็บฝุ่น หรือ Collecting plate ซึ่งมีประจุบวกทำหน้าที่จับและเก็บฝุ่นไว้ โดยฝุ่นที่ได้รับประจุลบจากแผ่น Corona จะเคลื่อนที่ไปยังแผ่น Collecting plate ที่มีขั้วบวกตามแรงทางประจุไฟฟ้า

ระบบนี้มีข้อดี คือ ประสิทธิภาพในการบำบัดฝุ่นสูง เกิดความดันลดต่ำ จึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงหลอมโลหะ โรงปูนซีเมนต์ โรงจักรไฟฟ้า และโรงงานผลิตสารเคมี เป็นต้น เนื่องจากสามารถดักฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอนได้ แต่มีข้อเสียคือ ต้องเสียค่าไฟฟ้าสูง ไม่สามารถใช้กับฝุ่นที่มีสมบัติติดไฟหรือระเบิดง่าย และการใช้งานจะผลิตแก๊สโอโซนซึ่งมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนออกมา

**Adsorption** (การดักจับด้วยวิธีการดูดซับ) ระบบการดูดซับเป็นเทคโนโลยีควบคุมสารอินทรีย์ระเหยแบบหนึ่ง ที่ใช้แพร่หลายที่สุด ระบบการดูดซับมี 2 ชนิด คือ ระบบดูดซับแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

Nonregenerable ใช้ CarbonCanisters เป็นอุปกรณ์ดูดซับ และระบบดูดซับแบบ Regenerable เช่น Fixed BedSystem ในกระบวนการของการดูดซับนั้นสารอินทรีย์จะถูกจับอยู่บนผิวของของแข็งที่มีความพรุนโดย ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เป็นสารดูดซับที่ใช้มากที่สุดสำหรับอากาศทิ้งที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ต่ำเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายต่ำในกระบวนการดูดซับ อนุภาคของสารอินทรีย์ระเหยจะถูกดูดซับออกจากอากาศที่ระบายออกจากกระบวนการผลิต โดยการจับติดที่ผิวของวัตถุของแข็งที่เรียกว่าสารดูดซับซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุน กระบวนการดูดซับเมื่อดำเนินไประยะหนึ่งผิวของสารดูดซับจะอิ่มตัวด้วยสารถูกดูดซับ ดังนั้นเพื่อให้กระบวนการดูดซับดำเนินต่อไปจะต้องไล่สารถูกดูดซับออกจากสารดูดซับ ซึ่งเรียกว่ากระบวนการฟื้นสภาพ(Regeneration) ขั้นตอนการฟื้นสภาพเริ่มจากการเพิ่มอุณหภูมิที่ชั้นของสารดูดซับซึ่งทำให้สารถูกดูดซับระเหยและหลุดออกจากสารดูดซับ จากนั้นจึงผ่านสารถูกดูดซับ (สารอินทรีย์ระเหย) ซึ่งมีความเข้มข้นสูงเข้าไปในระบบควบแน่น ในขั้นตอนนี้จะลดอุณหภูมิลงจนถึงจุดกลั่นตัวของสารถูกดูดซับเหล่านั้นและทำให้สารถูกดูดซับที่เป็นสารอินทรีย์ระเหยกลายเป็นของเหลว ซึ่งสามารถนำสารถูกดูดซับไปใช้ใหม่ได้หรือกำจัดด้วยวิธีที่เหมาะสม ทำให้เสียค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการกำจัดสารอินทรีย์ระเหยโดยใช้ระบบควบแน่นโดยตรง เนื่องจากความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยในอากาศที่ระบายออกนั้นมีความเข้มข้นต่ำรวมทั้งมีอัตราการไหลสูง ทำให้ต้องใช้ระบบควบแน่นที่มีขนาดใหญ่กว่าระบบควบแน่นที่ติดตั้งกับระบบดูดซับ สารดูดซับส่วนใหญ่ที่ใช้ในอุตสาหกรรม คือ activated carbon, silica gel, activated alumina (alumina oxide) และ zeolites (molecular sieves) สารดูดซับมีคุณสมบัติในการดูดซับขึ้นกับธรรมชาติของสารที่นำมาผลิตและขั้นตอนการผลิต activated carbon อาจทำขึ้นจากวัตถุดิบที่มีคาร์บอนหลายชนิด เช่น ไม้ ถ่านหินและ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม

**Absorption** (การดักจับด้วยวิธีการดูดกลืน) การดูดกลืนเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการบำบัดก๊าซ โดยเป็นการทำให้ก๊าซเปลี่ยนรูปไปปรากฏอยู่ในของเหลว การดูดกลืนก๊าซด้วยของเหลวจะเกิดขึ้นเมื่อมีปริมาณสารในของเหลวน้อยกว่าปริมาณที่ทำให้เกิดสมดุลความเข้มข้นของก๊าซ ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นจริงกั บความเข้มข้นสมดุลทำให้เกิดแรงขับเคลื่อนของการดูดกลืน อัตราการดูดกลืนขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซและของเหลว (เช่น การแพร่กระจาย ความเร็ว ความหนาแน่น เป็นต้น) และสภาวะของการดูดกลืน (เช่น อุณหภูมิ อัตราการไหลของก๊าซและของเหลว) กล่าวคือเมื่ออุณหภูมิต่ำลง พื้นผิวสัมผัสมากขึ้น สัดส่วนระหว่างปริมาณของเหลวต่อก๊าซสูงขึ้น ความเข้มข้นของกระแสก๊าซมากขึ้นการดูดกลืนจะเกิดได้ดีขึ้น

**Incinerator** (การเผาทำลาย) เตาเผา คืออุปกรณ์ควบคุมมลพิษชนิดหนึ่งมีหลักการทำงานคือให้ความร้อนแก่อากาศที่ระบายออกจากสายการผลิตจนทำให้อุณหภูมิของก๊าซสูงขึ้นจนเพียงพอที่ของเสียอินทรีย์สามารถ รวมตัวกับออกซิเจนได้ ประสิทธิภาพการทำงานของเตาเผาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาและระยะเวลาที่ใช้ในการเผา ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของชนิดของเตาเผาและสารอินทรีย์ที่ถูกเผา ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119254

ปัจจุบันเตาเผาที่ใช้เผาสารอินทรีย์มีใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการควบคุมการปล่อยสารมลพิษทางอากาศเตาเผา แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1) เตาเผาที่ใช้ความร้อนโดยตรง เรียกว่า ThermalIncinerator

2) Catalytic Incinerator

*4. พัดลมดูดอากาศ*

พัดลมต้องมีกำลังที่เหมาะสมในการสร้าง "ความดันอากาศ" ที่แตกต่างกันจนเพียงพอที่จะทำให้มลพิษถูกดึงเข้ามาและออกจากระบบได้

พัดลมมีประเภทหลักๆ อยู่ 2 ชนิด คือ ชนิด Axial และ Centrifugal (หอยโข่ง) โดยแบบ Axial จะมีลักษณะเหมือนใบพัดจะดึงอากาศผ่านเข้าไปโดยตรง ส่วน Centrifugal จะเหมือนกงล้อซึ่งดูดอากาศเข้าไปในแกนกงล้อและปั่นอากาศออกทางมุมฉาก พัดลมทั้งสองประเภทนี้มีการใช้งานตามความเหมาะสมที่แตกต่างกัน

พัดลมแบบ Axail ใช้มากในการดึงอากาศบริสุทธิ์เข้ามาเจือจางโดยติดไว้ที่กำแพงหรือหลังคา สามารถดึงอากาศได้เป็นจำนวนมากหากไม่มีแรงต้านมากนัก

พัดลมแบบ Centrifugal จะทนต่อแรงต้านสูงๆ จึงสามารถดึงอากาศผ่านระบบ Hood และท่อได้ดี โดยคัดเลือกพัดลมที่เหมาะกับการทำงาน เช่น แบบใบพัดชนิด Radial Blade จะทนต่อฝุ่นปริมาณมากๆ และไม่ค่อยอุดตันเมื่อมีฝุ่น

*5.ท่อส่งออกหรือปล่องที่ระบายออกไปนอกอาคาร*

ปล่องระบายต้องอยู่ห่างจากจุดที่อากาศบริสุทธิ์จะถูกดึงเข้าไปในอาคาร เช่น อย่างน้อย 16-20 เมตร และหากอยู่บนหลังคาต้องสูงจากหลังคาอย่างน้อย 3-4 เมตร เพื่อป้องกันมิให้อากาศที่ระบายออกม้วนกลับลงทางชายคาอาคาร ความเร็วลมที่ออกจากปล่องอย่างน้อยควรเป็น 15 เมตรต่อวินาทีเป็นอย่างน้อย และหมวกที่ปิดปลายปล่องก็ไม่ควรมีเพราะจะไปปิดกั้นการพุ่งขึ้นของอากาศเสีย และประสิทธิภาพของหมวกในการกันน้ำฝนสามารถใช้การออกแบบอย่างอื่นได้แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*ข้อควรระมัดระวังในการออกแบบและใช้งานระบบระบายอากาศ*

• การออกแบบที่มักจะมีข้อผิดพลาดมากที่สุดคือการออกแบบตู้ดูดอากาศ โดยเฉพาะตู้แบบแขวน (Canopy) เพราะมีประสิทธิภาพต่ำ แต่เป็นที่นิยมกันมาก ส่วนปัญหาที่พบมากอีกข้อหนึ่งคือการต่อท่อดูดอากาศเพิ่มเข้าไปในระบบ ทำให้ประสิทธิภาพของทั้งระบบลดลงจากที่ออกแบบไว้เดิม

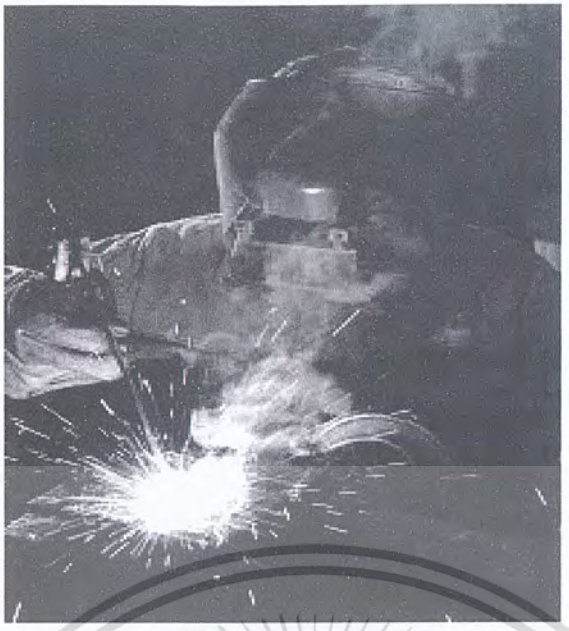
• การป้องกันการระเบิดและไฟไหม้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการออกแบบและใช้งานของท่อ ท่อซึ่งไม่เป็นโลหะอาจสะสมไฟฟ้าสถิตและควรมีสายดินต่อเชื่อมภายในของท่อ ท่อบางชนิดเช่น FRP ผู้ผลิตอาจผสมเส้นใยคาร์บอนไว้เพื่อให้ทำหน้าที่สายดิน นอกจากนั้นฝุ่นบางชนิด เช่นแป้ง อาจจะระเบิดได้เมื่อมีประกายไฟหรืออาร์คจากไฟฟ้าสถิตในท่อ ดังนั้นหากมีความเสี่ยงดังกล่าวก็อาจออกแบบประตูความดันฉุกเฉิน (Vent) เพื่อรองรับการระเบิดไว้ด้วย

เมื่อติดตั้งระบบระบายอากาศเสร็จแล้วต้องทดสอบก่อนใช้งาน และปรับแต่งแก้ไขจุดเล็กๆน้อยๆให้เรียบร้อยก่อนใช้งานจริง

**2.3 งานเชื่อมโลหะ**

การเชื่อมโลหะเป็นส่วนหนึ่งของงานผลิต ซ่อมแซมและสร้างเกี่ยวกับงานโลหะทั่วไป และยังเป็นกระบวนการที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรม แต่หากสังเกตจะพบว่าเมื่อใดที่มีการเชื่อมจะเกิดควันทุกครั้ง ควันที่เกิดขึ้นนั้นจะส่งผลต่อผู้ปฏิบัติงาน การเชื่อมบางประเภท เช่น การเชื่อมสแตนเลสเหล็กเคลือบสังกะสี และชิ้นงานที่ผ่านการชุบเคลือบผิว มักจะมีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคร้ายสูงกว่าการเชื่อมแบบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การเชื่อมโลหะ

**2.3.1 สาเหตุที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมที่ส่งผลต่อผู้ปฏิบัติงาน**

สาเหตุที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมที่ส่งผลต่อผู้ปฏิบัติงานมักจะเกิดขึ้นหลายสาเหตุ และแตกต่างกัน ซึ่งจะกล่าวสาเหตุสำคัญ ๆ ดังต่อไปนี้ [2]

1. **แสงจ้าและรังสี** งานเชื่อมทำให้เกิดแสงจ้าและรังสีอัลตร้าไวโอเลต ซึ่งเป็นอันตราย ต่อสายตา ทำให้ตาเป็นต้อได้ ผิวหนังที่ได้รับรังสีจะเกิดการอักเสบ ปวดแสบปวดร้อนหรืออาจทำให้ผิวหนังไหม้ได้การบรรเทาอาการเจ็บตาให้ใช้ยาหยอดตา หรือใช้ผ้าเย็นประคบ หรืออาจใช้เปลือกกล้วยที่สะอาดปิดเปลือกตาก็ได้

2. **ประกายไฟ** หรือลูกไฟที่เกิดขึ้นจากงานเชื่อมโลหะมีอุณหภูมิประมาณ 1200-1600 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้ผิวหนังไหม้ และอาจเป็นสาเหตุของเพลิงไหม้ งานเชื่อมในที่อับทึบ และมีละอองไอน้ำมัน ทำให้เกิดการระเบิดได้

3. **ไฟฟ้าลัดวงจร** หากมีการชำรุดของสายไฟ จุดต่อสายไฟไม่เป็นตามมาตรฐานจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ลัดวงจรได้

4. **ความเมื่อยล้า** เกิดขึ้นได้หากปฏิบัติงานในท่วงท่าที่ไม่ถูกต้อง เช่น นั่งยองๆ หรือก้มหลังเชื่อมในระยะเวลานานๆ อาจทำให้ระบบไหลเวียนของโลหิตไม่ดีอาจทำให้เกิดการเมื่อยล้าเหน็บชา หน้ามืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. **อันตรายของสารเคมีในรูปของ ฟูม** เกิดขึ้นเมื่อโลหะหลอมเหลวจนเป็นไอ และเย็นตัวลงอย่างรวดเร็วเกิดเป็นอนุภาคขนาดเล็กมาก ล่องลอย อยู่ในอากาศพบได้ ในงาน เชื่อมโลหะหลอมโลหะ บัดกรี เข้าสู่ร่างกายได้ทางระบบทางเดินหายใจ และทำให้เกิดโรคต่างๆ ได้หลายชนิด

**2.3.2อันตรายที่เกิดจากการเชื่อม**

การเชื่อมนั้นสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ทั้งระยะสั้น ระยะยาว และยังส่งผลต่อระบบอื่นๆ ในร่างกาย ดังนี้ [3]

<u>ผลระยะสั้น</u> เมื่อได้รับไอระเหยมากเกินไปจะมีอาการดังนี้

1. อาการไข้เนื่องจากได้ไอระเหยของโลหะ *(Metal fume fever)* เกิดขึ้นในผู้ที่รับไอระเหยของออกไซด์สังกะสี (Zinc oxide fume) มากเกินไป อาการที่เกิดขึ้นจะคล้ายคลึงกับอาการของไข้หวัดใหญ่ จะมีไข้ หนาวสั่น เจ็บคอ ปวดกล้ามเนื้อและอ่อนเพลีย เจ็บกระเพาะและลำไส้อาเจียน อาการเหล้านี้จะบรรเทาลงภายในหนึ่งถึงสามวัน และไม่มีผลตกค้าง

2. อาการเนื่องจากการได้รับโอโซนมากเกินไป *(Exposure to ozone)* การเชื่อมโลหะด้วยระบบ MIG หรือพลาสมา ก่อให้เกิดโอโซน และจะเกิดมากจากการเชื่อมด้วย TIG หากสูดดมมากเกินไปอาจจะมรอาการน้ำมูกไหล ปวดศรีษะ ง่วงนอน เซื่องซึม ระคายเคืองตา หรือระคายเคืองทางระบบทางเดินหายใจ เกิดการอักเสบได้ หากรุนแรงจะมีของเหลวหรือเลือดคลั่งในปอด อย่างไรก็ตามอาการเหล่านั้นจะไม่เกิดทันทีทันใด

<u>ผลระยะยาว</u> เมื่อได้รับไอระเหยการเชื่อมเป็นเวลานานๆ อาจเกิดผลต่อร่างกายดังนี้

1. ผลต่อระบบทางเดินหายใจ อาจเกิดการอักเสบหรือระคายเคืองเรื้อรัง ซึ่งเป็นอาการที่รุนแรงมากกว่าการสูบบุหรี่

2. ผลต่อระบบประสาท ซึ่งมีผลมาจากการได้รับไอระเหยของตะกั่วหรือแมงกานีสมากเกินไป

3. ระบบหายใจและหลอดเลือด เนื่องจากการได้รับคาร์บอนมอนนอกไซด์ จากการเชื่อม MIG/MAG กาซนี้จะรวมตัว กับฮีโมโกบิลในเลือด ทำให้เลือดมีการพาออกซิเจนน้อยลง ดังนั้นช่างเชื่อมจึงมีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อาการผิวหนังอักเสบ สาเหตุจากการเชื่อมสแตนเลส

5. โรคมะเร็ง มีการพิจารณาเกี่ยวกับสารก่อมะเร็งที่เกิดจากการเชื่อม และมีข้อมูลว่าช่างเชื่อมมีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งปอดกว่าบุคลทั่วไปประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์

**2.4 ปริมาณสารในลวดเชื่อม**

ในการเชื่อมโลหะจะทำให้เกิดแก๊สและสารต่างๆ รวมถึงควันที่ออกมาก็จะรวมเอาแก๊สและสารต่างๆ ออกมาด้วย สารที่ออกมาจากการเชื่อม มีดังนี้ [2]

**คาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$)** มักจะใช้ในการเชื่อม MIG ทั่วไป แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะเป็นอันตรายหากทำการเชื่อมในที่อับอากาศหรือสถานที่คับแคบซึ่งมีการระบายอากาศไม่พอเพียง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะเข้าไปแทนที่ออกซิเจน ทำให้บริเวณการเชื่อมนั้นขาดออกซิเจน และสามารถทำให้ช่างเชื่อมหมดสติได้โดยไม่รู้ตัว

**คาร์บอนมอนออกไซด์ (CO)** แก๊สชนิดนี้เกิดขึ้นจากการใช้แก๊สปกคลุมเมื่อทำการเชื่อม MIG เช่นกัน และจะมีอยู่ในบริเวณที่ทำการเชื่อม และเมื่อบริเวณนั้นมีการระบายอากาศที่ไม่ดีพอ ช่างเชื่อมจะมีโอกาสได้รับแก๊สนี้ในปริมาณสูง การได้รับแก๊สชนิดนี้มากเกินไปก่อให้เกิดอาการง่วงซึม ปวดศีรษะ อาเจียน และอาจหมดสติได้

**ฟอสจีน (phosgene)** เป็นแก๊สพิษชนิดรุนแรง ปกติแล้วจะไม่เกิดจากควันที่เกิดจากการเชื่อม แต่จะเกิดขึ้นจากการที่แสงอุลตร้าไวโอเลตที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมทำปฏิกิริยาทางเคมีกับไอระเหยของสารละลายประเภทคลอริเนต ที่อยู่ใกล้กับบริเวณการเชื่อม เช่น น้ำยาไตรโครโรเอทธิลีน, ไตรโครโรอีเธน, หรือ เปอร์โครโรเอทธีลีน การได้รับแก๊สชนิดนี้เป็นเวลานานจะก่อให้เกิดอาการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ หรือหากรุนแรงปอดอาจจะเสียหายได้

**ตะกั่ว** พบในทองเหลืองบางชนิด เหล็กกล้าผสม โลหะผสมสำหรับงานบัดกรี ตะกั่วมีผลต่อระบบประสาท ระบบเลือด และระบบทางเดินอาหาร แต่อย่างไรก็ตามในช่างเชื่อมจะพบอาการพิษจากตะกั่วน้อย แต่จะพบมากในผู้ที่ปฏิบัติงานตัดหรือเชื่อมงานที่เคลือบสีที่มีส่วนผสมของตะกั่ว เช่น การตัด-ทำลาย โครงสร้างเรือหรือสะพาน

**แคดเมี่ยม** พบมากในโลหะชุบผิวและลวดเชื่อมเงินผสมบางชนิด (Silver brazing alloy) สามารถก่อให้เกิดอันตรายรุนแรงได้จากอาการถุงลมโป่งพอง และเกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ หลอดลมอักเสบ โรคปอดอักเสบจากสารเคมี อาการอาจจะเกิดขึ้นหลังจากได้รับสารไปแล้วหลายชั่วโมง การได้รับแคดเมี่ยมออกไซด์เพียงครั้งเดียวแต่ปริมาณมาก จะก่อให้เกิดอันตรายรุนแรงถึงตายได้ การได้รับพิษจากแคดเมี่ยมเรื้อรังอาจทำให้ปอดและไตเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แมงกานีส** พบในเหล็กกล้าผสมและลวดเชื่อมพอกผิวแข็งบางชนิด แมงกานีสอาจก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบประสาทและทางเดินหายใจ การได้รับไอระเหยจากแมงกานีสในการเชื่อมเชื่อม อาจทำให้ปอดอักเสบรุนแรง หรืออาจเกิดอาการไข้เนื่องจากการได้รับอาการไข้เนื่องจากไอระเหยของโลหะ (Metal fume fever) และมีรายงานว่าพบอาการเกี่ยวกับระบบประสาทและการควบคุมกล้ามเนื้อ ในช่างเชื่อมที่ทำการเชื่อมเหล็กผสมแมงกานีสสูงและเชื่อมในสถานที่อับอากาศ

**สังกะสี** พบในโลหะบัดกรี ทองเหลือง บรอนซ์ เหล็กชุบสังกะสีหรือที่เรียกว่า เหล็กชุบกัลวาไนซ์ เมื่อทำการเชื่อมจะมีไอระเหยของสังกะสีออกไซด์ หลังจากนั้นหลายชั่วโมง จะมีอาการไข้เนื่องจากไอระเหยของโลหะ มีอาการคล้ายไข้หวัดใหญ่ แต่จะหายไปเองภายใน 24-48 ชั่วโมง

**เหล็ก** การเชื่อมโลหะมักก่อให้เกิดเหล็กออกไซด์ และมีลักษณะเป็นอนุภาคเล็กๆ สามารถเข้าสู่ปอดได้โดยผ่านทางการหายใจ หากมีปริมาณมาก อนุภาคของเหล็กออกไซด์จะตกค้างอยู่ในปอด สามารถตรวจพบได้โดยการเอกซ์เรย์ จะเห็นเป็นเม็ดเล็กๆ กระจายอยู่ในปอด อาจทำให้เกิดโรคปอดจากการได้รับฝุ่นผงเหล็กมากเกินไป

**โมลิบดีนั่ม** พบในโลหะผสมบางชนิด โมลิบดีนั่มก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจและดวงตา เมื่อได้รับในปริมาณมาก

**โคบอลต์** พบมากในเหล็กที่ทนความร้อนสูงและเหล็กที่มีความแข็งแรงสูง การสูดดมไอระเหยของโคบอลต์ก่อให้เกิดอาการหายใจเป็นช่วงสั้นๆ ไอและปอดอักเสบ

**วาเนเดียม** พบในเหล็กผสมบางชนิดและลวดเชื่อมบางชนิด การได้รับไอระเหยโดยเฉพาะกับ pentoxide ($V_2O_5$) จะทำให้ระคายเคืองตา ระบบทางเดินหายใจและลำคอ และอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดปอดอักเสบจากสารเคมี

**นิคเกิล** พบในเหล็กที่ชุบนิกเกิล , ลวดเชื่อมเหล็กกล้าผสมต่ำความแข็งแรงสูง (high-strength low-alloy steel electrodes) และเหล็กสแตนเลส ช่างเชื่อมที่ทำการเชื่อมสแตนเลสอาจจะเกิดอาการระคายเคืองระบบทางเดินหายใจได้นิกเกิลเป็นสารที่ทำให้เกิดมะเร็งจมูกและปอด

**โครเมี่ยม** เป็นธาตุผสมที่สำคัญในสแตนเลส และอาจมีในลวดเชื่อมพอกผิวแข็งบางชนิด โครเมท (Chromate) อาจจะพบได้ในควันที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมสแตนเลส หรือควันที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมด้วยลวดเชื่อม chrome-alloy ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อบุทางเดินหายใจ การรับไอระเหยของโครเมี่ยม (VI) มากเกินไปอาจจะก่อให้เกิดโรคผิวหนังหรือหิดได้ ช่างเชื่อมสแตนเลสโดยวิธี MIG จะมีโอกาสได้รับโครเมี่ยม (VI) น้อยกว่าช่างเชื่อมที่ใช้ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์

**ฟลูออไรด์** การเชื่อมจะทำให้เกิดฝุ่นของฟลูออไรด์ พบได้ทั้งการเชื่อมแบบการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดหุ้มฟลักซ์ การเชื่อมแบบฟลักซ์คอร์ และในฟลักซ์ซับเมอร์จ ฟลูออไรด์ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตา ระบบทางเดินหายใจ ฟลูออไรด์ทำให้ความหนาแน่นของกระดูกและเอ็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้นเนื่องจากการสะสมของฟลูออไรด์ แต่ไม่มีรายงานยืนยันว่าเกิดความผิดปกติของกระดูกและเอ็น

**ซิลิกอน** พบในลวดเชื่อมบางชนิดในรูปของสารประกอบโลหะหรือออกไซด์ หรือทั้งสองอย่างและสามารถอยู่ในรูปของซิลิกอนไดออกไซด์ในฟลักซ์ซับเมอร์จด้วย และอาจจะอยู่ในรูปของฝุ่นผงที่ละเอียดในถังฟลักซ์ ซึ่งฝุ่นละอองเหล่านี้สามารถเข้าสู่ร่างกายได้และทำให้เกิดโรคที่เรียกว่า Silicosis ได้

## 2.5 วิธีในการกำจัดมลพิษทางอากาศ [4]

วิธีในการกำจัดมลพิษทางอากาศมีได้หลายวิธีซึ่งแต่ละวิธีการกำจัดมลพิษต้องพิจารณาให้เหมาะสมสำหรับแหล่งก่อมลพิษแต่ละอย่างด้วย เพื่อให้ได้การจัดการมลพิษที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แหล่งก่อมลพิษทางอากาศในที่นี้แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แหล่งก่อมลพิษจากยานพาหนะ และจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีรายละเอียดวิธีการกำจัดมลพิษดังนี้

### 2.5.1 วิธีการกำจัดมลพิษจากยานพาหนะ

1. การติดตั้ง Catalatic Converter กับรถที่ใช้น้ำมันเบนซิน เพื่อเปลี่ยนไอเสีย 3 ชนิดคือ สารไฮโดรคาร์บอน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซออกซิเจน และไอน้ำ ด้วยปฏิกิริยาทางเคมีออกซิเดชัน และ รีดักชัน

2. การติดตั้งเครื่องกรองควันดำ กับรถที่ใช้ดีเซล เพื่อ ลดปริมาณ แก๊สไอเสียที่สะสมอยู่ในควัน ซึ่งประกอบด้วย แก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์(CO) แก๊สไนโตรเจน (NOx) และแก๊สไฮโดรคารบอนด์

### 2.5.2 วิธีการกำจัดมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม

1. ห้องดักฝุ่น = ฝุ่นละอองและตะกอนขนาดใหญ่ จะตกตะกอนด้วยน้ำหนักของตัวมันเอง เมื่อผ่านห้องดักฝุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไซโคลน = เป็นอุปกรณ์ดักฝุ่นโดยหนีแรงศูนย์กลางไซโคลน ใช้ดักฝุ่นขนาด 50 ไมครอนขึ้นไปได้ดี
3. ระบบผ้ากรอง = เป็นการขจัดฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยกรองด้วยถุงผ้า
4. ระบบดักฝุ่นโดยประจุไฟฟ้า = ใช้ดักฝุ่นเหมือนกับผ้ากรองแต่มีการสร้างสนามไฟฟ้าทำให้ฝุ่นละอองมีประจุไฟฟ้า
5. ระบบสเปรย์น้ำ = เป็นระบบขจัดฝุ่นละอองหรือก๊าซโดยพ่นของเหลวกับฝุ่นละอองทำให้ฝุ่นละอองหรือก๊าซมีน้ำหนัก
6. ระบบดักบนผิวตัวกลาง = อากาศเสียจะไหลผ่านตัวกลางและติดอยู่บนผิวตัวกลาง

**2.6 วิธีที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดมลพิษทางอากาศที่เกิดการการเชื่อมโลหะ**

เนื่องจาก การเชื่อมโลหะจะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ โดยทำให้เกิดฝุ่นละออง และ ควันซึ่งประกอบด้วยสารเคมี เช่น โครเมียม,เหล็ก,แมงกานีส,ทองแดง,สังกะสี,ตะกั่ว ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงการกำจัดฝุ่นละอองที่เกิดจากการเชื่อม ซึ่งมีวิธีที่เหมาะแก่การกำจัดดังนี้

1. ห้องดักฝุ่น เพื่อดักฝุ่นละอองขนาดใหญ่
2. ระบบสเปรย์ เพื่อพ่นของเหลวให้กับฝุ่นละอองและตะกอนมีน้ำหนัก
3. ระบบผ้ากรอง เพื่อกรองฝุ่นละอองและตะกอนที่มีน้ำหนักออกจากของเหลวที่พ่นลงมา
4. ระบบดักบนผิวตัวกลาง เพื่อกรองฝุ่นละอองขนาดเล็ก ออกจากอากาศที่ไหลผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# การออกแบบและการสร้างเครื่องบำบัดอากาศสำหรับฝุ่นละออง

## 3.1 สถานที่ติดตั้ง

โรงปฏิบัติงานภาควิศวกรรมเกษตร ในพื้นที่ของการเชื่อมโลหะ

## 3.2 การออกแบบ และโครงสร้าง เครื่องบำบัดฝุ่นละออง

3.2.1 ห้องดักฝุ่น

ห้องดักเพื่อรวมฝุ่นละอองในพื้นที่จำกัด ลักษณะของโครงสร้างเครื่องเป็นถัง 200 ลิตร เหตุผลที่ใช้คือ สามารถหาได้ตามท้องตลาด และยังสามารถตัดและเชื่อมต่อได้ง่าย มีช่องดูดอากาศทางเข้าอยู่ด้านบนของตัวถัง และช่องทางออกของอากาศอยู่ทางด้านล่างของตัวถัง ภายในตัวถังมีชุดกรองอากาศติดอยู่ข้างใน และด้านล้างของตัวถังเป็นที่รับน้ำ

3.2.2 ระบบน้ำ

ระบบน้ำ ทำหน้าที่ พ่นน้ำให้กับฝุ่นละอองและควันให้มีน้ำหนักและตกลงสู่ด้านล่าง ประกอบไปด้วย สปริงเกอร์แบบสเปย์น้ำ สปริงเกอร์แบบพ่นหมอก เหตุผลที่ใช้ 2 แบบคือ แบบสเปย์น้ำจะทำให้ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ตกลงมาด้านล่างแต่การกระจายของน้ำนั้นไม่สามารถทำได้ทั่วถึง ยังมีฝุ่นละอองกระจายอยู่บางส่วน จึงใช้สปริงแบบพ่นหมอกเพื่อช่วยให้ฝุ่นละอองที่กระจายอยู่ตกลงมา และยังมีปั๊มน้ำขนาด 0.5 hp จำนวน 1 ตัว ทำหน้าที่ ดูดน้ำจากถังรับน้ำขึ้นไปใช้ในชุดสเปย์น้ำอีกด้วย

3.2.3 ระบบกรอง

ระบบกรองน้ำ ทำหน้าที่ กรองฝุ่นละอองและตะกอนจากการพ่นน้ำลงมาเพื่อนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งชุดกรองน้ำจะมี 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ แผ่นกรองเส้นใยโพลีอีสเตอร์ ชนิดAAA มีคุณสมบัติกรองตะกอนที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ ชุดที่ 2 คือ ผลึกคาร์บอน ซึ่งมีคุณสมบัติในการดักจับฝุ่นละออง ควัน กลิ่น หรือ ตะกอนที่มีอนุภาคขนาดเล็กซึ่ง ผ่านแผ่นกรองเส้นใยโพลีอีสเตอร์ โดย ผลึกคาร์บอนจะทำหน้าที่ดักจับฝุ่นละออง ควัน กลิ่น หรือตะกอนให้อยู่บนผลึก ก่อนนำน้ำกลับไปใช้ใหม่

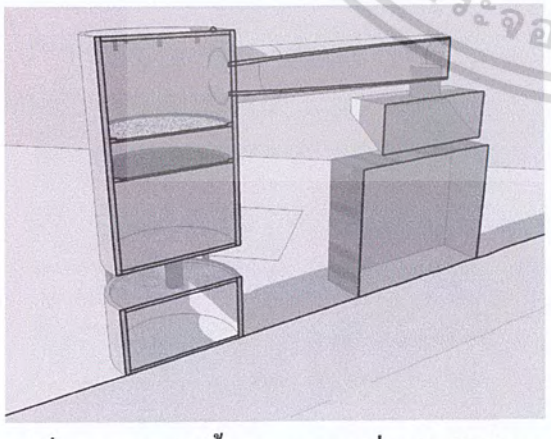
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ระบบถ่ายเทอากาศ

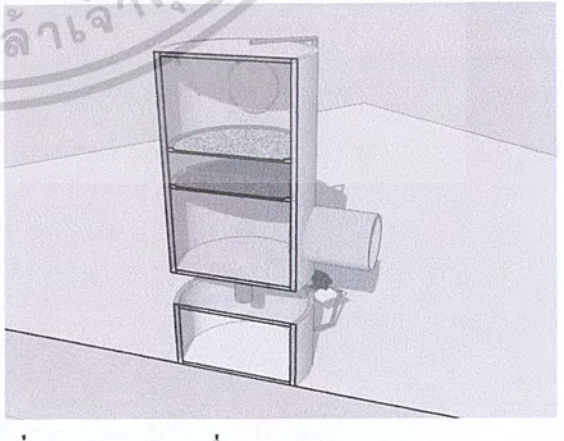
ระบบถ่ายเทอากาศ ทำหน้าที่ ดูดอากาศเข้าในระบบ แล้วถ่ายเทอากาศ ออกจากระบบโดยใช้พัดลมดูดอากาศแบบ blower ขนาด 220 โวลต์ 440 วัตต์ จำนวน 1 ตัว ความเร็วลมเท่ากับ 15.84 เมตรต่อวินาที

**3.3 รูป เครื่องกำจัด ฝุ่นละออง**

รูปที่ 3.1 ทั้งระบบของเครื่องบำบัด ฝุ่นละออง



รูปที่ 3.2 ภาพตัดทั้งระบบของเครื่องบำบัดฝุ่นละออง

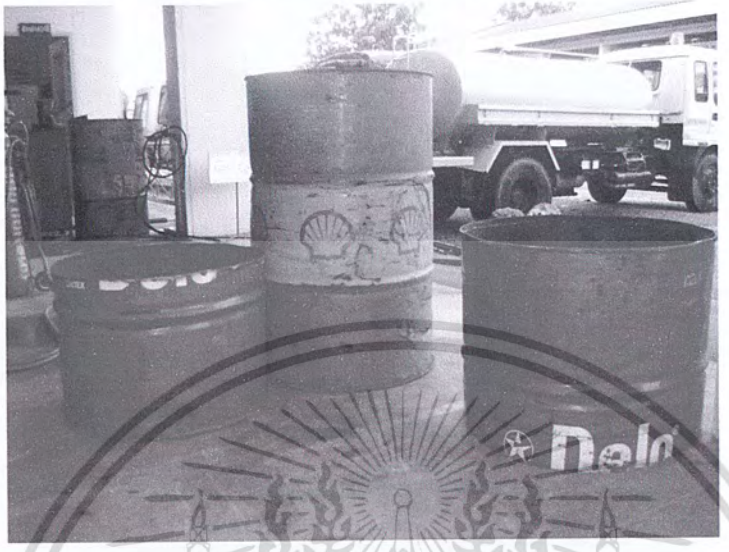


รูปที่ 3.3 ภาพตัด เครื่องบำบัดฝุ่นละออง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.4 ขั้นตอนการสร้าง**

1. นำถังน้ำมัน 200 ลิตร 2 ถัง ประกอบเป็นโครงสร้างของเครื่อง



รูปที่ 3.4 โครงสร้างของเครื่อง

2. ตัดถังเพื่อทำเป็นส่วนของประตู และทำโครงเหล็กประกอบกับส่วนรับน้ำของเครื่อง

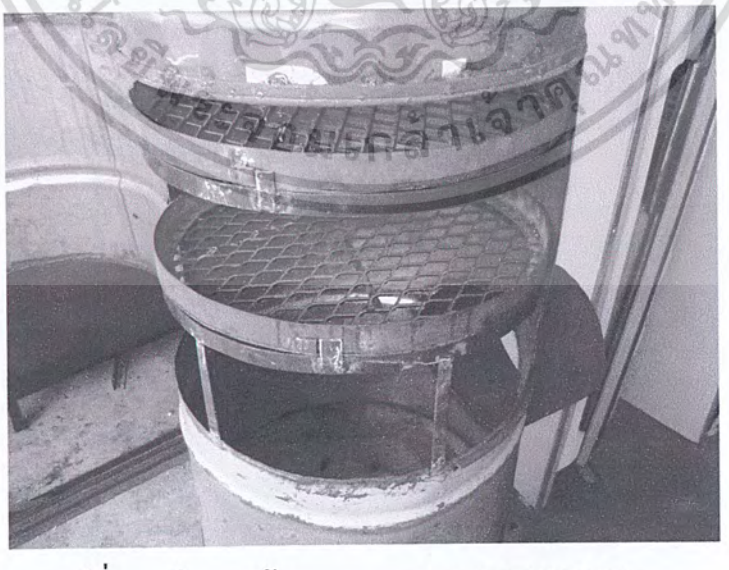
รูปที่ 3.5 ถังรับน้ำ และส่วนประตู เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เจาะรูที่ตัวถึง เพื่อติดตั้งท่อดูดทางเข้าแล้วออกของเครื่อง

รูปที่ 3.6 ส่วนของทางเข้า และออกของ ฝุ่นละออง

4 ทำโครงเหล็กภายในถังเพื่อเป็นส่วนรองรับชุดกรอง และติดตั้งตะแกรงชุดกรอง



รูปที่ 3.7 ส่วนรองรับชุดกรอง และตะแกรงชุดกรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ติดตั้ง ปั๊มน้ำ ขนาด 0.5 hp จากนั้นต่อระบบน้ำไปยังชุดสเปรย์น้ำด้านบน

รูปที่ 3.8 ระบบน้ำ และ ระบบหมุนเวียนน้ำ

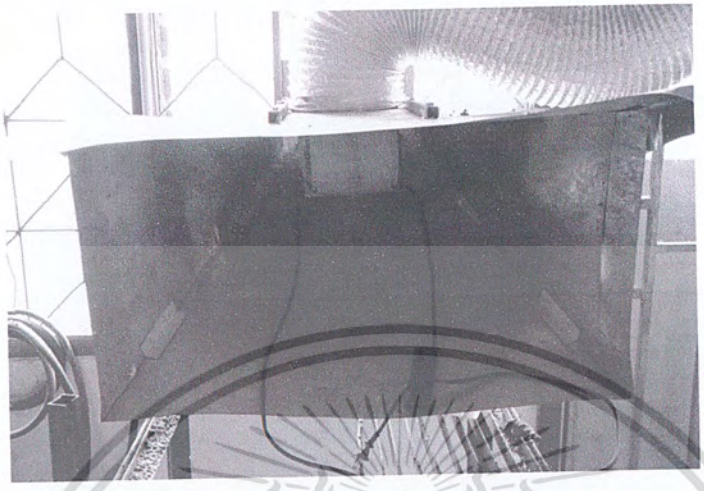
6.ติดตั้งหัวสเปรย์น้ำ FE 360 จำนวน 4 หัว และหัวพ่นหมอก 1 หัว

รูปที่ 3.9 หัวพ่นหมอก

รูปที่ 3.10 หัวสเปรย์น้ำ

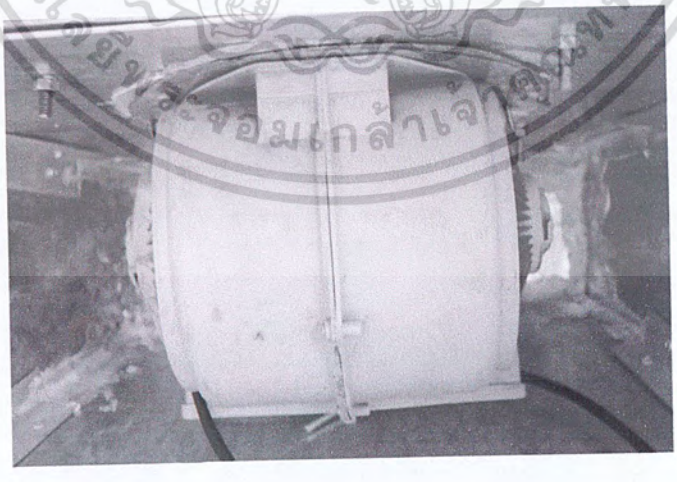
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. นำแผ่นสังกะสีมาทำ hood ขนาด 80 x 40 เซนติเมตร



รูปที่ 3.11 แผ่นสังกะสี

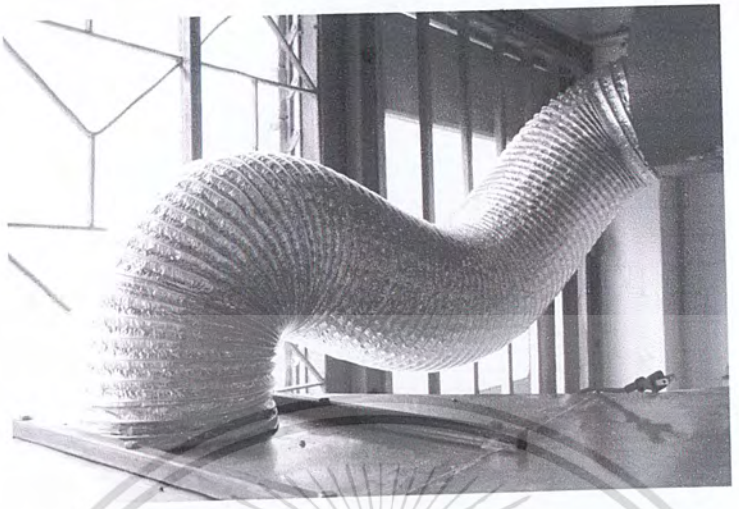
8. ประกอบ hood แล้วติดตั้ง พัดลม blower ขนาด 220 โวลล์ เข้ากับ ตัว hood ด้านใน บริเวณท่อลมดูด



รูปที่ 3.12 blower ใช้ดูดฝุ่นละอองและควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ติดท่อฟอร์ย ระหว่าง hood กับปากทางเข้าของเครื่องกำจัด ฝุ่นละออง และควัน



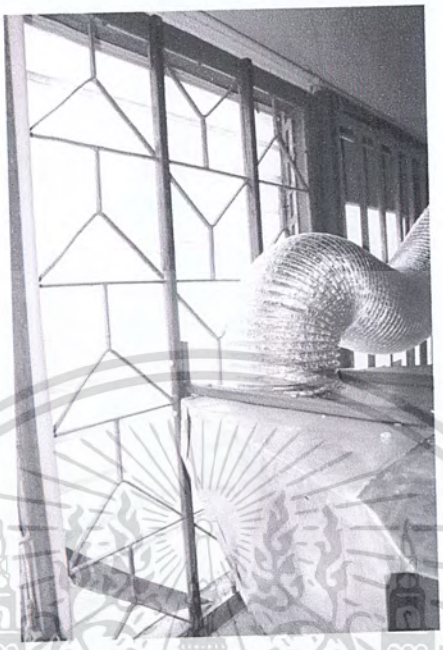
รูปที่ 3.13 ท่อฟอร์ย ขนาด 8 นิ้ว เชื่อม Hood กับ เครื่องบำบัดฝุ่นละออง

10. นำแผ่นโพลีอีสเตอร์ และผงถ่านคาร์บอนวางในตะแกรงชุดกรองโดยเกลี่ยให้ผงถ่านกระจายทั่วทั้งถาด

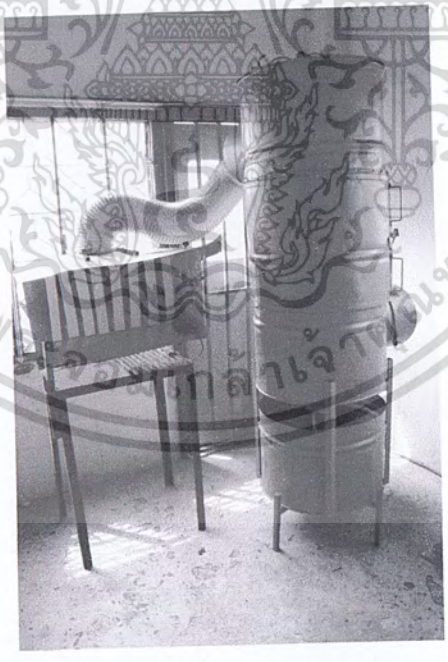
รูปที่ 3.14 ชุดถาดผงคาร์บอน และ แผ่นกรองโพลีอีสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ติดตั้งเครื่องกรองฝุ่นและควัน โดยการทำโครงเหล็กยึดและประกอบอุปกรณ์ต่างๆเข้าด้วยกัน ที่โรงประลองของภาควิชา



รูปที่ 3.15 โครงเหล็กยึด Hood กับ ผนัง



รูปที่ 3.16 การติดตั้งเครื่องบำบัดฝุ่นละออง

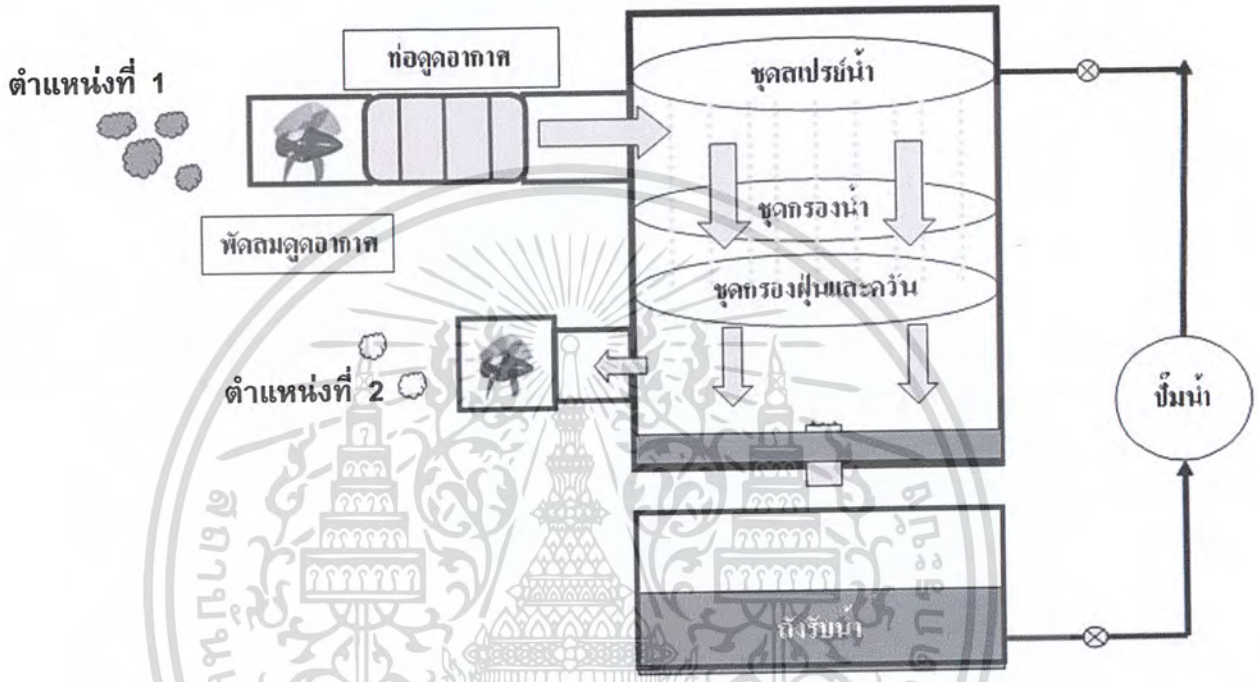
12. ทดลองและบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# การทดสอบและผลการทดลอง เครื่องบำบัดอากาศสำหรับฝุ่นละออง

## 4.1 วิธีการทดสอบหาปริมาณ ฝุ่นละออง ที่เกิดจากการเชื่อมโลหะ




รูปที่ 4.1 ตำแหน่งการทดสอบหาปริมาณ ฝุ่นละออง

การทดลองที่ 1 นำเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองมาวัดที่ตำแหน่งที่ 1 ตามรูป เปิดพัดลมโดยไม่ทำการเชื่อมโลหะ เพื่อวัดหาปริมาณฝุ่นละอองรอบๆ ในสภาวะปกติ

การทดลองที่ 2 นำเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองวัดที่ตำแหน่งที่ 1 จากนั้นทำการเชื่อมโลหะ เพื่อตัวสอบปริมาณฝุ่นละอองจากการเชื่อมโลหะก่อนจะทำการบำบัด

การทดลองที่ 3 นำเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองไว้ที่ตำแหน่งที่ 2 จากนั้นวัดปริมาณฝุ่นที่ผ่านเข้าไปในเครื่องบำบัดอากาศ แบบทำการเชื่อมโลหะ โดยทำการเปิดชุดสเปรย์น้ำ ในอัตราการไหล เท่ากับ 0.017 ลิตรต่อวินาที เพื่อหาค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ผ่านเครื่องบำบัดอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4 นำเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองไว้ที่ตำแหน่งที่ 2 จากนั้นวัดปริมาณฝุ่นที่ผ่านเข้าไปในเครื่องบำบัดอากาศ แบบทำการเชื่อมโลหะ โดยทำการเปิดชุดสเปรย์น้ำ ในอัตราการไหล เท่ากับ 0.028 ลิตรต่อวินาที เพื่อหาค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ผ่านเครื่องบำบัดอากาศ

การทดลองที่ 5 นำเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองไว้ที่ตำแหน่งที่ 2 จากนั้นวัดปริมาณฝุ่นที่ผ่านเข้าไปในเครื่องบำบัดอากาศ แบบทำการเชื่อมโลหะ โดยทำการเปิดชุดสเปรย์น้ำ ในอัตราการไหล เท่ากับ 0.039 ลิตรต่อวินาที เพื่อหาค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ผ่านเครื่องบำบัดอากาศ

การทดลองที่ 6 นำเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองไว้ที่ตำแหน่งที่ 2 จากนั้นวัดปริมาณฝุ่นที่ผ่านเข้าไปในเครื่องบำบัดอากาศ แบบไม่ทำการเชื่อมโลหะ โดยทำการเปิดชุดสเปรย์น้ำ ในอัตราการไหล เท่ากับ 0.017 ลิตรต่อวินาที เพื่อหาค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ผ่านเครื่องบำบัดอากาศ

การทดลองที่ 7 นำเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองไว้ที่ตำแหน่งที่ 2 จากนั้นวัดปริมาณฝุ่นที่ผ่านเข้าไปในเครื่องบำบัดอากาศ แบบไม่ทำการเชื่อมโลหะ โดยทำการเปิดชุดสเปรย์น้ำ ในอัตราการไหล เท่ากับ 0.028 ลิตรต่อวินาที เพื่อหาค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ผ่านเครื่องบำบัดอากาศ

การทดลองที่ 8 นำเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองไว้ที่ตำแหน่งที่ 2 จากนั้นวัดปริมาณฝุ่นที่ผ่านเข้าไปในเครื่องบำบัดอากาศ แบบไม่ทำการเชื่อมโลหะ โดยทำการเปิดชุดสเปรย์น้ำ ในอัตราการไหล เท่ากับ 0.039 ลิตรต่อวินาที เพื่อหาค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ผ่านเครื่องบำบัดอากาศ

**4.2 ผลการศึกษา ปริมาณของฝุ่นละออง**

จากการทดลองที่ 1 ในสภาวะปกติ ก่อนทำการเชื่อมโลหะ วัดค่าในตำแหน่งที่ 1

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณฝุ่นละออง ในสภาวะปกติ

| 1 | 2 | 3 | Avg |
|---|---|---|---|
| 0.666 | 0.520 | 0.541 | 0.58 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองที่ 2 ในสภาวะที่ทำการเชื่อมโลหะ แบบไม่ผ่านการบำบัด วัดค่าในตำแหน่งที่ 1

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณฝุ่นละออง ในสภาวะทำการเชื่อม แบบไม่ผ่านการบำบัด

| 1 | 2 | 3 | Avg |
|---|---|---|---|
| 99.05 | 90.12 | 80.54 | 89.90 |

จากการทดลองที่ 3 ในสภาวะที่ทำการเชื่อมโลหะ แบบผ่านการบำบัด โดยใช้อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.017 ลิตรต่อวินาที ( ไหลเบา ) วัดค่าในตำแหน่งที่ 2

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณฝุ่นละออง จากการเชื่อมโลหะ หลังผ่านการบำบัด โดยสเปรย์เบา

| 1 | 2 | 3 | Avg |
|---|---|---|---|
| 69.18 | 52.23 | 44.53 | 55.31 |

จากการทดลองที่ 4 ในสภาวะที่ทำการเชื่อมโลหะ แบบผ่านการบำบัด โดยใช้อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.028 ลิตรต่อวินาที (ไหลกลาง ) วัดค่าในตำแหน่งที่ 2

ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณฝุ่นละออง จากการเชื่อมโลหะ หลังผ่านการบำบัด โดยสเปรย์กลาง

| 1 | 2 | 3 | Avg |
|---|---|---|---|
| 66.60 | 60.35 | 53.42 | 60.12 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองที่ 5 ในสภาวะที่ทำการเชื่อมโลหะ แบบผ่านการบำบัด โดยใช้อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.039 ลิตรต่อวินาที ( ไหลแรง ) วัดค่าในตำแหน่งที่ 2

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณฝุ่นละออง จากการเชื่อมโลหะ หลังผ่านการบำบัด โดยสเปรย์แรง

| 1 | 2 | 3 | Avg |
|---|---|---|---|
| 80.11 | 70.53 | 65.76 | 72.13 |

จากการทดลองที่ 6 ในสภาวะก่อนทำการเชื่อมโลหะ แบบผ่านการบำบัด โดยใช้อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.017 ลิตรต่อวินาที (ไหลเบา ) วัดค่าในตำแหน่งที่ 2

ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณฝุ่นละออง หลังผ่านการบำบัด โดยสเปรย์เบา

| 1 | 2 | 3 | Avg |
|---|---|---|---|
| 0.154 | 0.150 | 0.146 | 0.15 |

จากการทดลองที่ 7 ในสภาวะก่อนทำการเชื่อมโลหะ แบบผ่านการบำบัด โดยใช้อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.028 ลิตรต่อวินาที (ไหลกลาง ) วัดค่าในตำแหน่งที่ 2

ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณฝุ่นละออง หลังผ่านการบำบัด โดยสเปรย์กลาง

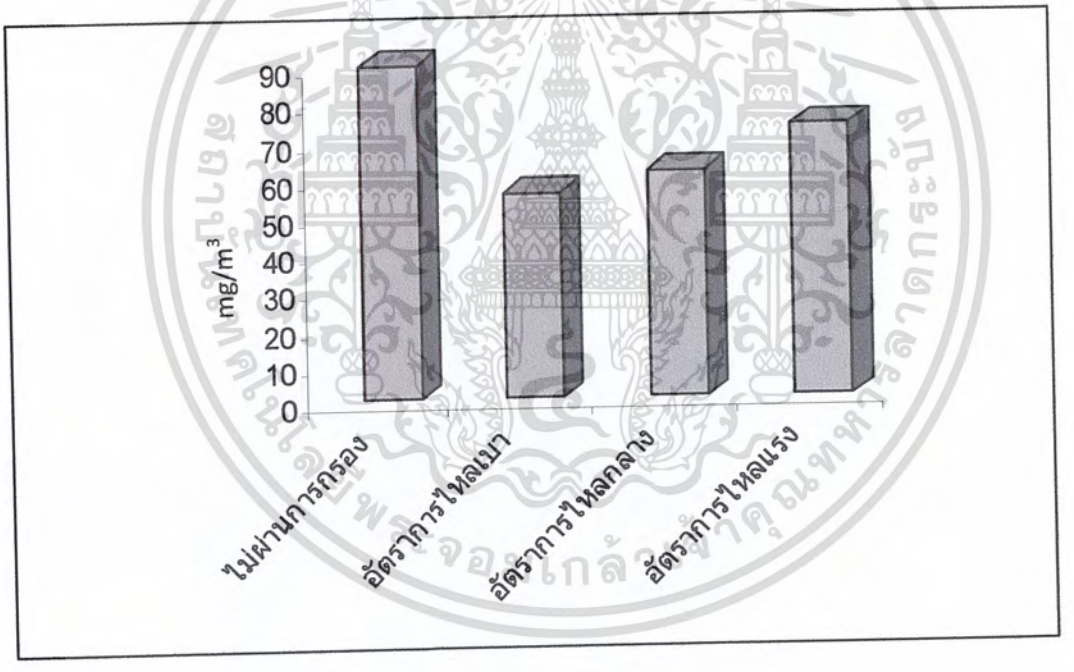
| 1 | 2 | 3 | Avg |
|---|---|---|---|
| 0.357 | 0.268 | 0.198 | 0.27 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองที่ 8 ในสภาวะก่อนทำการเชื่อมโลหะ แบบผ่านการบำบัด โดยใช้อัตราการไหลของน้ำ เท่ากับ 0.039 ลิตรต่อวินาที (ไหลแรง) วัดค่าในตำแหน่งที่ 2

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณฝุ่นละออง หลังผ่านการบำบัด โดยสเปรย์แรง

| 1 | 2 | 3 | Avg |
|---|---|---|---|
| 0.221 | 0.185 | 0.168 | 0.19 |




รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากการเชื่อมในอัตราการสเปรย์น้ำระดับต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.3 การหาประสิทธิภาพ เครื่องบำบัดฝุ่นละออง

ประสิทธิภาพในการบำบัดอากาศ = (ปริมาณฝุ่นละออง ทางเข้า - ปริมาณฝุ่นละออง ทางออก ) x 100
ปริมาณฝุ่นละอองทางเข้า

ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณฝุ่นละอองที่ลดลง และ ประสิทธิภาพของเครื่องที่สามารถลดฝุ่นละอองลงได้

| อัตราการสเปรย์ (ลิตรต่อวินาที) | ปริมาณฝุ่นละออง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) | ปริมาณฝุ่นละอองที่ลดลง (%) |
|---|---|---|
| 0.017 | 55.314 | 38.5 |
| 0.028 | 60.124 | 33.2 |
| 0.039 | 72.134 | 19.9 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# สรุปผลการทดสอบเครื่องบำบัดอากาศสำหรับฝุ่นละอองที่เกิดจากการเชื่อมโลหะ

## 5.1 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบเครื่องบำบัดอากาศสำหรับฝุ่นละอองและควัน ที่ได้ทำการออกแบบ คือ ใช้ Hood ขนาด 80x40 เซนติเมตร โดย blower ขนาด 440 วัตต์ มีอัตราการไหลของอากาศ เท่ากับ 15.84 เมตรต่อวินาที ซึ่งการเชื่อมโลหะมีปริมาณฝุ่นละอองก่อนจะทำการบำบัดอากาศ เท่ากับ 89.9 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อถูกระบบสเปรย์น้ำจากด้านบน โดยที่อัตราการสเปรย์ของน้ำที่ต่างๆกัน ซึ่งประกอบด้วย อัตราการสเปรย์ 3 ระดับคือ 0.017 , 0.028 , 0.039 ลิตรต่อวินาที จะสามารถลดปริมาณฝุ่นละอองเหลือ 55.31 , 60.12 , 72.13 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าเมื่ออัตราการสเปรย์ของน้ำในระบบมีลักษณะเบาจะทำให้น้ำที่ถูกสเปรย์ออกมามีลักษณะเป็นฝอย ซึ่งจะมีความสามารถในการจับตัวกับฝุ่นละอองได้ดีกว่าอัตราการสเปรย์ของน้ำที่มีลักษณะแรง และผ่านการกรองในระบบอีก 2 ชั้น ประกอบไปด้วย แผ่นกรองโพลีอีสเตอร์ ชนิด AAA และผลึกคาร์บอนแบบ Activated carbon

ส่วนประสิทธิภาพของเครื่องบำบัดอากาศสำหรับฝุ่นละอองจากการเชื่อมโลหะที่อัตราการสเปรย์น้ำในลักษณะเบาจะมีประสิทธิภาพในการกรองเท่ากับ 38.5% ซึ่งดีกว่าอัตราการสเปรย์ระดับอื่นๆ

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ระยะเวลาในการบำบัดอากาศ ควรจะมีระยะเวลาที่ยาวกว่านี้ เพื่อให้ปริมารฝุ่นละอองถูกบำบัดออกหมดจากอากาศ
2. รอยรั่วของถังเป็นสิ่งสำคัญซึ่งทำให้ฝุ่นละอองและควันรั่วออกมาได้ ฉะนั้นควรจะอุดรอยรั่วต่างๆ ทำให้ด้านในของเครื่องเป็นสูญญากาศ
3. การวัดเก็บค่าและการทดลองที่ตัดพัดลมดูดอากาศควรจะปรับความเร็วรอบในระดับต่างๆ เพื่อสามารถวัดประสิทธิภาพการดูดควันและฝุ่นละออง เพื่อตรวจสอบความเร็วรอบที่ดีที่สุดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

[1] นพภาพร พานิช และคณะ. " ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ " จัดทำโดย กรมโรงงานอุตสาหกรรม ร่วมกับศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มีนาคม 2547

[2] http://www.pcd.go.th/info_serv/Datasmell/design_ventilation.htm

[3] เชิดเชลง ชิตชวนกิจ ยงยุทธ เสริมสุธีอนุวัฒน์ ดร.อัตถกร กลั่นความดี ศาสตราจารย์ ดร. โตชิเอโอกูมูระ , วิศวกรรมการเชื่อม , 2524

[4] วิชัย มาแสง ศศิวิมล มาแสง , การเชื่อมโลหะเบื้องต้น , 2533

[5] http://www.school.net.th/library/snet6/envi4/c_air/techno.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้