ชุดดักฝุ่นปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย

กรณีศึกษา โรงงานเกษตรบ้านกร่าง

THE DUST EXHAUST PIPE OF THE MIXED FERTILIZER

CASE STUDY : BAN KRANG FARMING FACTORY

นายณรรธน เหลืองทอง รหัส 52370682

นายปิยะณัฐ สุจารี รหัส 52370811

i 6875691

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2557

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ชุดดักฝุ่นปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย กรณีศึกษา โรงงานเกษตรบ้านกร่าง			
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายณรรธน	เหลืองทอง	รหัส	52370682
	นายปิยะณัฐ	สุจารี	รหัส	52370811
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น			
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ			
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ			
ปีการศึกษา	2557			

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน)

.....กรรมการ
(อาจารย์เกตุชนา บุญฤทธิ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ชุดดักฝุ่นปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย กรณีศึกษา โรงงานเกษตรบ้านกร่าง			
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายณรรธน	เหลืองทอง	รหัส	52370682
	นายปิยะณัฐ	สุจารี	รหัส	52370811
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น			
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ			
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ			
ปีการศึกษา	2557			

.....

บทคัดย่อ

การจัดทำโครงงานผู้ดำเนินโครงงานได้เข้าไปสำรวจที่โรงงานเกษตรบ้านกร่าง ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นโรงงานที่ทำอุตสาหกรรมเกี่ยวกับปุ๋ยใช้ในการเกษตร พบว่า ขั้นตอนการผลิตบางขั้นตอนจะมีฝุ่นเกิดขึ้น และลอยอยู่ในอากาศก่อนที่จะตกลงมา ผลกระทบของการเกิดฝุ่นละอองเหล่านี้ คือ ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในการทำงานของพนักงาน และผู้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง และเป็นปัญหาสำคัญของผู้ผลิตอุตสาหกรรมปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตร ที่อาจส่งผลกระทบในอนาคต เพราะถ้าฝุ่นละอองเหล่านี้ส่งผลก่อให้เกิดอันตราย จะทำให้ผู้บริโภคเกิดความไม่น่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์นั้นหมดไป และอาจส่งผลให้โรงงานหมดความน่าเชื่อถือไปด้วย

เนื่องจากขั้นตอนการผลิตบางขั้นตอนจะมีฝุ่นเกิดขึ้น และลอยอยู่ในอากาศก่อนจะตกลงมา ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในการทำงานของพนักงาน และผู้อยู่ในบริเวณใกล้เคียง จึงได้ศึกษาระบบศึกษาระบบชุดดักฝุ่น และใช้ชุดดักฝุ่นที่เหมาะสม ออกแบบ และติดตั้งชุดดักฝุ่นบริเวณปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย โรงงานเกษตรบ้านกร่าง

ผลของการติดตั้งชุดดักฝุ่นบริเวณปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย จะเห็นได้ว่าปริมาณฝุ่นที่ออกไปในบรรยากาศมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นน้อยกว่าปริมาณฝุ่นที่เข้ามาในตอนแรกลดลงร้อยละ 61.53 เปรียบเทียบจากจุดก่อนทางเข้าไซโคลน และบริเวณปากออกบนของไซโคลนจึงทำให้ปริมาณฝุ่นที่หลุดไปในบรรยากาศมีค่าลดลง และส่วนนี้จะไม่สามารถนำมารีไซเคิลได้

กิตติกรรมประกาศ

ชุดดักฝุ่นปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย กรณีศึกษา โรงงานเกษตรบ้านกร่างประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณ ท่านอาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์เกตุชนา บุญฤทธิ์ ที่แนะนำการใช้เครื่องมือ และครูช่างประเทือง โมรารายอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่ให้คำปรึกษา และแนะนำในการทำโครงงานนี้อย่างดีตลอดมา

ขอขอบคุณคณาจารย์ และบุคลากรภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และคณะกรรมการทุกท่าน ซึ่งได้รับความกรุณาให้คำแนะนำเสนอแนวทางการศึกษา ค้นคว้า ให้คำปรึกษา แก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนเป็นผลให้โครงงานฉบับนี้สมบูรณ์ สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัว ญาติพี่น้อง เพื่อนๆ ทุกคนที่คอยเป็นห่วง และให้กำลังด้วยดีมาตลอด จนกระทั่งทำโครงงานเสร็จลุล่วงได้

คณะผู้ดำเนินโครงงาน
นายณรรธน เหลืองทอง
ปิยะณัฐ สุจารี
เมษายน 2558

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output) 1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome) 2
1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน 2
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน 2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน 2
1.8 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 หลักการทั่วไปของระบบระบายอากาศ 4
2.2 ระบบจ่ายอากาศ (Supply System) 4
2.3 ปากท่อดูด (Hood) 6
2.4 เครื่องดักฝุ่น 8
2.5 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ทำไซโคลน 16
2.6 การวัดค่าอัตราความเร็วลมของไซโคลน 18
2.7 การใช้งานเครื่องวัดความเร็วลมมัลติฟังก์ชั่น รุ่น TESTO 435 19
2.8 การใช้งานเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล (Personal Pump Air Sapler) รุ่น Gillian GilAir 3 20

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.9 ท่อนำอากาศ 21

2.10 ลักษณะการจัดวางอุปกรณ์ในระบบกำจัดฝุ่น 22

2.11 การเก็บรวมรวมฝุ่น 23

2.12 ฝุ่น 27

2.13 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) 28

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 31

3.1 การตรวจสอบสภาพปัญหา และการศึกษาสภาพปัญหาการเกิดฝุ่นละอองของบริเวณปลายท่อระบายอากาห้องผสมปุ๋ย 31

3.2 แนวความคิดในการออกแบบระบบกำจัดฝุ่น 31

3.3 การเตรียมการ และการออกแบบระบบกำจัดฝุ่น 31

3.4 ทดลองการใช้ชุดดักฝุ่น และนำค่าไปวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราการลดของปริมาณฝุ่น 32

3.4.1 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 32

3.4.2 การทำการทดลอง 32

3.5 วิธีวัดผลการทดลอง 33

3.6 วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง 33

3.7 จัดทำรูปเล่มรายงาน และนำเสนอผลงาน 33

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ 34

4.1 จัดทำข้อเสนอโครงงาน 34

4.2 การใช้งานเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล (Personal Pump Air Sampler) รุ่น Gillian GilAir 3 34

4.3 การคำนวณหาขนาดพื้นที่ของไซโคลน 35

4.4 ผลการทดลองแสดงค่าปริมาณฝุ่นโดยเครื่อง (Personal Pump Air Sampler) 40

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 44

บทที่ 5 สรุป และข้อเสนอแนะ 46

5.1 สรุป 46

5.2 ข้อเสนอแนะ 48

เอกสารอ้างอิง 49

ภาคผนวก 50

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน....3

1.2 ข้อดี และข้อจำกัดไซโคลน.... 16

2.1 แสดงลักษณะของไซโคลน และขนาดต่างๆ ของไซโคลน.... 17

4.1 แสดงผลของค่าการคำนวณฝุ่นบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลน.... 40

4.2 แสดงผลของค่าการคำนวณฝุ่นบริเวณหน้าทางเข้าของไซโคลน.... 41

4.3 แสดงผลของค่าการคำนวณฝุ่นบริเวณปากทางออกด้านบนของไซโคลน.... 42

4.4 แสดงผลของค่าการคำนวณฝุ่นบริเวณปากทางออกด้านล่างของไซโคลน.... 43

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ลักษณะทั่วไปของวอร์เทค และการไหลวนในไซโคลนธรรมดา 9

2.2 ชนิดของไซโคลนที่อากาศไหลเข้าในแนวสัมผัส และไซโคลนที่อากาศไหลเข้าตามแนวแกน 10

2.3 ระบบคัดแยกที่อาศัยการตกเนื่องจากน้ำหนักฝุ่น (Gravity Setting) 11

2.4 เครื่องดักจับด้วยหยดน้ำหรือสครับเบอร์ (Wet Collectors or Scrubbers) 12

2.5 เครื่องเก็บแบบเปียก 15

2.6 รูปแสดงกระบวนการทำงานของไซโคลน 16

2.7 รูปแสดงลักษณะของไซโคลน และขนาดต่างๆของไซโคลน 17

2.8 รูปแสดงจุดของการวัดอัตราเร็วลมของไซโคลน 19

2.9 เครื่องวัดความเร็วลม มัลติฟังก์ชัน รุ่น TESTO 435 19

2.10 ตัวอย่างการใช้เครื่องวัดความเร็วลม มัลติฟังก์ชัน รุ่น TESTO 435 20

2.11 เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล (Personal Pump Air Sampler) 20

2.12 กลไกในการจับอนุภาคในลักษณะต่างๆ 23

2.13 เครื่องเก็บฝุ่นแบบแรงโน้มถ่วง 24

2.14 ลักษณะทั่วไปของวอร์เทค และการไหลวนในไซโคลนธรรมดา 25

2.15 ตัวอย่างของเครื่องเก็บฝุ่นแบบแรงเฉื่อย ชนิดไหลกระทบ 25

2.16 ตัวอย่างของเครื่องเก็บฝุ่นแบบแรงเฉื่อย ชนิดไหลวน 26

4.1 เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล (Personal Pump Air Sampler) 40

4.2 แสดงบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลน 41

4.3 แสดงบริเวณหน้าทางเข้าของไซโคลน 42

4.4 แสดงบริเวณปากทางออกด้านบนของไซโคลน 39

4.5 แสดงบริเวณปากทางออกด้านล่างของไซโคลน 43

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของโครงงาน

เศรษฐกิจของประเทศไทยในปัจจุบันมีแนวโน้มที่ดีขึ้น การขยายตัวทางเศรษฐกิจสูงขึ้น ภาคอุตสาหกรรมมีการขยายตัว เพื่อเตรียมพร้อมกับการแข่งขัน อุตสาหกรรมปุ๋ยใช้ในการเกษตรเช่นกัน มีการเพิ่มการผลิต เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของตลาด และถึงแม้ว่าประเทศจะอยู่ในช่วงเศรษฐกิจตกต่ำแต่ความต้องการปุ๋ยใช้ในการเกษตรยังมีมาก เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เพื่อการผลิตอาหารมาให้มนุษย์ได้รับประทาน

จากการที่กลุ่มผู้ดำเนินโครงงานได้เข้าไปสำรวจที่โรงงานเกษตรบ้านกร่าง ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นโรงงานที่ทำอุตสาหกรรมเกี่ยวกับปุ๋ยใช้ในการเกษตร พบว่าขั้นตอนการผลิตบางขั้นตอนจะมีฝุ่นเกิดขึ้น และลอยอยู่ในอากาศก่อนที่จะตกลงมา ผลกระทบของการเกิดฝุ่นละอองเหล่านี้ คือ ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในการทำงานของพนักงาน และผู้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง และเป็นปัญหาสำคัญของผู้ผลิตอุตสาหกรรมปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตรที่อาจส่งผลกระทบในอนาคต เพราะถ้าฝุ่นละอองเหล่านี้ส่งผลก่อให้เกิดอันตราย จะทำให้ผู้บริโภคเกิดความไม่น่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์นั้นหมดไป และอาจส่งผลให้โรงงานหมดความน่าเชื่อถือไปด้วย

ดังนั้น โครงงานที่ศึกษานี้จะมุ่งศึกษาระบบชุดดักฝุ่น การเลือกใช้ชุดดักฝุ่นที่เหมาะสม การเลือกพัดลมที่ใช้ในชุดดักฝุ่น การออกแบบชุดดักฝุ่นปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย โรงงานเกษตรบ้านกร่าง ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อลดปริมาณของฝุ่นละอองที่จะออกไปสู่ภายในอากาศ และมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในการทำงานของพนักงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษา และออกแบบชุดดักฝุ่นปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย

1.2.2 เพื่อศึกษาระบบชุดดักฝุ่น และการเลือกใช้ชุดดักฝุ่นที่เหมาะสม

1.2.3 เพื่อช่วยลดฝุ่นบริเวณปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

ได้ชุดดักฝุ่นปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ยสำหรับโรงงานเกษตรบ้านกร่าง ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

ปัญหาฝุ่นละอองบริเวณปากออกด้านบนไซโคลนของห้องผสมปุ๋ยลดลงร้อยละ 5

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

1.5.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของเครื่องดักฝุ่นที่ใช้ในระบบชุดดักฝุ่น

1.5.2 ศึกษาออกแบบระบบชุดดักฝุ่นบริเวณปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ยโรงงานเกษตรบ้านกร่าง ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

1.6.1 โรงงานเกษตรบ้านกร่าง ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

1.6.2 อาคารปฏิบัติการภาควิชาอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

ตั้งแต่เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2555 ถึง เดือน มกราคม พ.ศ. 2558

1.8 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน

	การดำเนินโครงงาน	2555	2556	2557	2558
		ม.ค. – ธ.ค.	ม.ค. – ธ.ค.	ม.ค. – ธ.ค.	ม.ค. – ธ.ค.
1.8.1	ศึกษาข้อมูลระบบชุดดักฝุ่น	←→			
1.8.2	เก็บรวบรวมข้อมูล	←→			
1.8.3	ทดลอง	←	→	→	
1.8.4	ประเมิน			←→	
1.8.5	จัดทำรูปเล่มโครงงาน			←→	

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

มีกระบวนการทางอุตสาหกรรมจำนวนมากที่ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศแก่สิ่งแวดล้อม มลภาวะที่กล่าวนี้ เกิดจากการที่สารปนเปื้อนจากกระบวนการทางอุตสาหกรรมเข้าไปปะปนในอากาศหากในการทำงาน และถ้าสารปนเปื้อนเหล่านั้นก่อให้เกิดอันตรายกับชุมชนบริเวณใกล้เคียง อาจจะส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของโรงงาน

ดังนั้น จึงต้องทำการลดความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในอากาศให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยเสียก่อน ซึ่งวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ การระบายอากาศ (Ventilation) นั่นเอง

โดยทั่วไประบบระบายอากาศที่ใช้กันในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถแบ่งออกได้เป็นสองชนิด คือ ระบบจ่ายอากาศ (Supply System) และระบบดูดอากาศ (Exhaust System)

2.1 หลักการทั่วไปของระบบระบายอากาศ

การวัดอัตราการไหลในระบบอากาศมักนิยมวัดในลักษณะของการไหลของปริมาตร (Volume Flow Rate) เมื่ออากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วจะทำให้มีความดันเกิดขึ้นซึ่งจะเรียกว่า ความดันเนื่องจากความเร็ว (Velocity Pressure : VP)

2.2 ระบบจ่ายอากาศ (Supply System)

ระบบจ่ายอากาศจะถูกนำมาใช้ เพื่อวัตถุประสงค์สองประการ คือ ประการแรก เพื่อทำให้เกิดความสบายของคนงานที่ทำอยู่ในโรงงาน ประการที่สองก็ เพื่อจ่ายอากาศเข้ามาแทนที่อากาศที่ถูกระบายออกไป ระบบนี้มักนำไปใช้ในการควบคุมอุณหภูมิในอาคารสำนักงานต่างๆ คุณลักษณะที่สำคัญของระบบระบายอากาศชนิดนี้ คือ ต้องใช้อากาศในปริมาณมาก หรืออัตราการไหลมาก

2.3 ปากท่อดูด (Hood)

ปากท่อดูด เป็นส่วนที่ดูดอากาศที่มีสารมลพิษปนเปื้อนอยู่เข้ามาสู่ระบบระบายอากาศท่อดูดอากาศที่ใช้อาจมีรูปร่างต่างๆ กัน ซึ่งท่อดูดอากาศเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญ เพราะเป็นส่วนแรกที่สารมลพิษจะต้องถูกดูดเข้ามาในปากท่อดูดอากาศ การสร้างปากท่อดูดไม่ว่าจะลงทุนสร้างท่อนำอากาศให้ดี หรือจะใช้พัดลมดูดอากาศใหญ่ขนาดไหน ถ้าสารมลพิษไม่ถูกดูดเข้าไปในท่อดูดอากาศระบบบายอากาศก็จะไม่มีประโยชน์ ดังนั้น ปากท่อดูดอากาศจึงเป็นส่วนที่สำคัญมาก

2.3.1 ชนิดของปากท่อดูดอากาศ

ปากท่อดูดอากาศ ที่ใช้กันอยู่ในอุตสาหกรรมจะมีลักษณะรูปร่างอยู่หลายรูปแบบ แต่โดยทั่วไปสามารถแบ่งได้เป็นสองชนิดใหญ่ๆ กล่าวคือ ท่อดูดอากาศปิดล้อม (Enclosing Hood) และท่อดูดอากาศภายนอก (External Hood) โดยท่อดูดอากาศทั้งสองชนิดจะทำงานด้วยหลักการที่แตกต่างกัน รวมถึงความเหมาะสมต่อการใช้งานในลักษณะที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียด ดังนี้

2.3.1.1 ท่อดูดอากาศปิดล้อม

ปากท่อดูดชนิดนี้จะติดตั้งในลักษณะครอบแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อนทั้งหมด หรือบางส่วนเอาไว้ สารปนเปื้อนจะถูกกักเอาไว้ภายในปากท่อดูด และอาจถูกดูดเข้าสู่ระบบผ่านทางช่องเปิดของปากท่อดูด ข้อดีของปากท่อดูดที่เห็นได้ชัด คือ ปริมาณอากาศที่ใช้จะค่อนข้างน้อย ซึ่งหมายถึง การใช้พลังงานน้อยเช่นกัน แต่ว่าปากท่อดูดปิดล้อมไม่ได้ถูกออกแบบมา เพื่อดึงสารปนเปื้อนที่มีแหล่งกำเนิดอยู่ภายนอก (ในกรณีของปากท่อดูดปิดล้อมบางส่วน) ทั้งนี้เนื่องจากความเร็วของอากาศจะไม่เพียงพอที่ จะดึงสารปนเปื้อนเข้าสู่ปากท่อดูดได้ลักษณะเช่นนี้ต้องใช้ปากท่อดูดภายนอก ลักษณะของปากท่อดูดปิดล้อม

2.3.1.2 ปากท่อดูดภายนอก

ปากท่อดูดภายนอกจะติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อน โดยไม่มีการปิดล้อมแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อน เช่น ปากท่อดูดปิดล้อม สารปนเปื้อนจะถูกดูดให้เข้าสู่ท่อดูดโดยอาศัยความเร็วของอากาศ ซึ่งไหลผ่านปากท่อดูดในปริมาณที่มากพอ

ปากท่อดูดภายนอกนี้มีข้อเสียตรงที่จะใช้ปริมาณอากาศที่ค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับปากท่อดูดปิดล้อม นั่นหมายความว่าต้องใช้พลังงานมากกว่า รวมถึงตำแหน่งของปากท่อดูดก็ไม่สามารถอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อนระยะทางมากๆ ได้ ถึงแม้ว่าจะมีข้อเสียดังที่กล่าว แต่ปากท่อดูดชนิดนี้ก็ยังถูกนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลายสำหรับระบบระบายอากาศเฉพาะที่ โดยลักษณะของปากท่อภายนอก

ปากท่อดูดภายนอกอาจติดตั้งได้หลายรูปแบบ รวมถึงมีลักษณะของช่องทางเข้าได้หลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละแบบก็จะเหมาะสมกับลักษณะงานที่แตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่น ปากท่อดูดภายนอกแบบดูดด้านข้าง (Side Draft Hood) ปากท่อดูดแบบดูดลง (Down Draft Hood) หรือปากท่อดูดแบบช่องแคบ (Slot Hood) เป็นต้น

ในกรณีของสารปนเปื้อนที่มีขนาดใหญ่ และมีการแพร่กระจายไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งที่แน่นอน เช่น ฝุ่น หรือเศษโลหะที่เกิดจากกระบวนการเจียระไน ซึ่งมีพลังงานจลน์ค่อนข้างมาก การใช้ปากท่อดูดภายนอกที่ติดตั้งในลักษณะดังกล่าวตอนต้นอาจไม่สามารถดึงสารปนเปื้อนให้เข้าสู่ปากท่อดูดได้ หรือถ้าได้ก็ต้องใช้อากาศในปริมาณมาก ทั้งนี้ เนื่องจากสารปนเปื้อนมีมวลมาก วิธีการที่ดีกว่าสำหรับกรณีนี้ คือ การติดตั้งปากท่อดูดให้อยู่ในแนวการแพร่กระจายของสาร

ปนเปื้อนมีมวลมาก เพื่อที่สารปนเปื้อนจะได้เคลื่อนที่เข้าสู่ปากท่อดูดด้วยตัวมันเองซึ่งก็ส่งผลให้ปริมาณอากาศที่ใช้มีค่าลดลง โดยทั่วไปเราเรียกปากท่อดูดที่ติดตั้งในลักษณะข้างต้นนี้ว่าปากท่อดูดรับ (Receiving Hood)

ปากท่อดูดรับจะนำมาใช้บ่อยในกรณีที่สารปนเปื้อนเกิดการแพร่กระจายในทิศทางที่ลอยขึ้นสู่ด้านบน เช่น ในกระบวนการชุบโลหะที่ไอโลหะซึ่งอุณหภูมิสูงจะลอยขึ้นด้านบนด้วยแรงลอยตัวอันเนื่องมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิ โดยปากท่อรับซึ่งมีลักษณะเป็นฝาครอบ (Canopy Hood) จะถูกติดตั้งอยู่ด้านบนของแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อน เพื่อให้สารปนเปื้อนอุณหภูมิสูงลอยเข้าท่อดูดด้วยตัวมันเอง ซึ่งก็ส่งผลให้ปริมาณอากาศที่ใช้ลดลง

2.3.2 รูปแบบของความเร็วที่เกี่ยวข้องกับปากท่อดูด

เนื่องจากปากท่อดูดมีลักษณะแตกต่างกันมากมายดังกล่าวในหัวข้อที่ผ่านมา ดังนั้นการทราบถึงรูปแบบ และนิยามของความเร็วของอากาศ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของปากท่อดูดจึงเป็นสิ่งสำคัญ

2.3.2.1 ความเร็วด้านหน้า (Face Velocity : V_f) คือ ความเร็วของอากาศที่ช่องเปิดดูดที่มีค่ามากพอสำหรับดึงสารปนเปื้อนที่อยู่ภายในปากท่อดูดปิดล้อมให้เข้าสู่ระบบท่อได้ โดยความเร็วด้านหน้านี้จะมีความสำคัญเฉพาะกับการออกแบบท่อดูดปิดล้อมเท่านั้น

2.3.2.2 ความเร็วที่ช่องแคบ (Slot Velocity : V_s) คือ ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านช่องแคบ (Slot) โดยช่องแคบจะมีลักษณะเป็นช่องเปิดปากเรียบที่มีอัตราส่วนของความกว้างต่อความยาวหรืออัตราส่วนด้าน (Aspect Ratio) ของช่องเปิดน้อยกว่า หรือเท่ากับ 0.2 สำหรับวัตถุประสงค์ของการใช้ปากท่อดูดแบบช่องแคบนี้ก็ เพื่อต้องการให้อากาศที่ไหลผ่านด้านหน้าของปากท่อดูดมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ (Uniform Distribution)

2.3.2.3 ความเร็วในตู้ครอบ (Plenum Velocity) คือ ความเร็วของอากาศภายในตู้ครอบ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ความเร็วในตู้ครอบสูงสุด สำหรับปากท่อดูดแบบช่องแคบควรมีค่าเป็นครึ่งหนึ่ง (หรือน้อยกว่า) ของความเร็วที่ช่องแคบ ทั้งนี้ก็ เพื่อให้เกิดการกระจายตัวของอากาศที่ดี

2.3.2.4 ความเร็วในท่อ (Duct Velocity : V_d) คือ ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านหน้าตัดท่อในกรณีที่มีสารปนเปื้อนในรูปอนุภาคของแข็ง เช่น ฝุ่น หรือเศษโลหะปะปนมากับอากาศ ความเร็วในท่อต้องมีค่าเท่ากับ หรือมากกว่าความเร็วต่ำสุดที่ต้องการ สำหรับการพาสารปนเปื้อนดังกล่าวให้ไหลไปพร้อมกับอากาศได้โดยไม่ต้องเกิดการตกค้างในระบบ

2.3.2.5 ความเร็วจัดขึ้น (Capture Velocity) คือ ความเร็วของอากาศบริเวณด้านหน้าปากท่อที่ใช้สำหรับดึงสารปนเปื้อนที่อยู่ภายนอกให้เข้าสู่ปากท่อดูด ซึ่งจะมีค่ามากพอด้วยเหตุผลนี้ ความเร็วจับยึดจึงเป็นตัวกำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านปากท่อดูดรวมถึงรูปร่างของปากท่อดูดด้วย โดยค่าของความเร็วจับยึดที่ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบปากท่อดูด

หากอากาศในสิ่งแวดล้อมซึ่งอยู่รอบปากท่อดูดมีความเร็วไม่มาก หรือส่งเสริมให้สารปนเปื้อนไหลเข้าสู่ปากท่อดูดได้ง่าย สารปนเปื้อนไม่มีลักษณะเป็นพิษ มีอัตราการผลิตต่ำ และกระบวนการเกิดขึ้นเป็นช่วงๆ รวมถึงปากท่อดูดมีขนาดใหญ่ ซึ่งอากาศไหลผ่านปริมาณมาก เราสามารถเลือกใช้ความเร็วจับยึดในช่วงค่าต่ำได้ แต่ถ้าการไหลของอากาศในอากาศมีลักษณะปั่นป่วนหรือไม่ส่งเสริมให้สารปนเปื้อนไหลเข้าสู่ปากท่อดูดได้ง่าย สารปนเปื้อนมีลักษณะเป็นพิษ มีอัตราการผลิตสูง และกระบวนการเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง รวมถึงปากท่อดูดที่ใช้มีขนาดเล็ก เราควรเลือกใช้ความเร็ว ความเร็วจับยึดในช่วงค่าสูง เพื่อเป็นการรับประกันว่าสารปนเปื้อนจะถูกดึงเข้าสู่ปากท่อดูดได้

2.3.3 อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านปากท่อดูด

พิจารณาการไหลของอากาศเข้าสู่ปากท่อดูดภายนอกแบบปากท่อเปิด ซึ่งโดยทฤษฎีแล้ว แรงดูดจากพัดลมจะพยายามดึงอากาศจากภายนอก (และสารปนเปื้อน) ให้เข้าสู่ปากท่อเปิดทุกทิศทาง โดยเราอาจจินตนาการให้อาณาบริเวณที่ความเร็วจับยึดมีค่ามากพอที่จะดึงอากาศเข้าสู่ปากท่อเปิดได้ (Capture Zone) มีลักษณะเป็นทรงกลม โดยสารปนเปื้อนที่อยู่ภายนอกก็จะเล็ดลอดออกสู่สิ่งแวดล้อม หากอาณาบริเวณดังกล่าวมีรัศมีเท่ากับ r อากาศที่ไหลเข้าสู่ปากท่อเปิดก็จะต้องไหลผ่านพื้นผิวของอาณาบริเวณที่มีรัศมีเท่ากับ r ด้วย ซึ่งก็ คือ พื้นผิวทรงกลม ($A = 4\pi r^2$) นั่นเอง ดังนั้น เราจึงสามารถหาความเร็วจับยึด (V) ที่จุดใดๆ บนพื้นผิวทรงกลมที่จินตนาการนี้ได้จากความสัมพันธ์ $V = Q/A$ โดยอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่อาณาบริเวณนี้ (Q) จะมีค่า ดังสมการที่ 2.1

$$Q = AV = 4\pi r^2 V \qquad \textbf{(2.1)}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลของอากาศ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที : m^3/s)

A = $4\pi r^2$ = พื้นที่ผิวของทรงกลม (ตารางเมตร : m^2)

V = อัตราความเร็ว (เมตรต่อวินาที : m/s)

r = รัศมีของทรงกลม (เมตร : m)

จะเห็นได้ว่า ความเร็วจับยึดจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างปากท่อเปิดกับตำแหน่งของสารปนเปื้อน กล่าวคือ ความเร็วจับยึดจะมีค่าลดลงเมื่อระยะห่างระหว่างปากท่อเปิด และสารปนเปื้อนเพิ่มขึ้น หรือกล่าวง่ายๆ ว่าสารปนเปื้อนเพิ่มขึ้น หรือกล่าวง่ายๆ ว่าสารปนเปื้อนอยู่ห่างจากปากท่อเปิดมากๆ ก็จะไม่สามารถถูกดูดเข้ามาได้ ด้วยเหตุนี้เราจึงควรติดตั้งปากท่อดูดภายนอกให้อยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อนให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ อัตราการไหลของ

อากาศในสมการข้างต้นเป็นเพียงอัตราการไหลทางทฤษฎีเท่านั้น โดยในทางปฏิบัติแล้ว จุดที่อากาศและสารปนเปื้อนไหลเข้าสู่ระบบระบายอากาศจะมีลักษณะแตกต่างกัน โดยมีรูปร่างตามชนิดของปากท่อ ซึ่งส่งผลให้พื้นผิวของการไหลไม่ได้เป็นทรงกลมตามทฤษฎี

2.3.4 การกระจายของอากาศในปากท่อดูด

ปากท่อดูดแบบช่องแคบได้ถูกนำมาใช้ เพื่อทำให้อากาศภายนอกไหลเข้าสู่ปากท่อดูด ด้วยการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งส่งผลให้ความเร็วจับยึดของอากาศในตำแหน่งที่ห่างจากปากท่อดูดมีค่ามากพอที่จะดึงสารปนเปื้อนเข้าสู่ปากท่อดูดได้ อย่างไรก็ตาม การไหลของอากาศผ่านปากท่อดูดแบบช่องแคบนี้ จะทำให้เกิดการสูญเสียความดันค่อนข้างมาก นั่นหมายความว่าต้องใช้พลังงานที่มากขึ้นในการทำให้อากาศไหลผ่านช่องแคบ โดยทั่วไปปากท่อดูดแบบนี้จะประกอบอยู่กับตู้ครอบ ซึ่งควรมีความลึกมากๆ

โดยปกติ ความเร็วสูงสุดของอากาศในตู้ครอบ ควรจะมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วอากาศที่ไหลผ่านช่องแคบ (V_s) สำหรับการออกแบบปากท่อดูดแบบช่องแคบส่วนใหญ่ที่ต้องการให้มีการกระจายตัวของอากาศที่ดี และมีการสูญเสียความดันไม่มากนัก ความเร็วที่ช่องแคบจะมีค่าประมาณ 200 fpm ในขณะที่ความเร็วในตู้ครอบมีค่าประมาณ 1,000 fpm ในกรณีที่ตู้ครอบมีขนาดใหญ่ และมีความลึกมาก ความเร็วที่ช่องแคบสามารถมีค่าต่ำถึง 1,000 fpm ได้ในขณะที่ความเร็วในตู้ครอบมีค่า 500 fpm

ในบางกรณีอาจมีการติดตั้งแผ่นบังคับทิศทางการไหลของอากาศ (Splitter Vane) ภายในตู้ครอบแทนการใช้ปากท่อดูดแบบช่องแคบ แต่วิธีการดังกล่าวอาจทำให้เกิดปัญหาการกัดกร่อน และการกัดเซาะ รวมถึงทำให้เกิดการสะสมตัวของสารปนเปื้อนภายในตู้ครอบได้

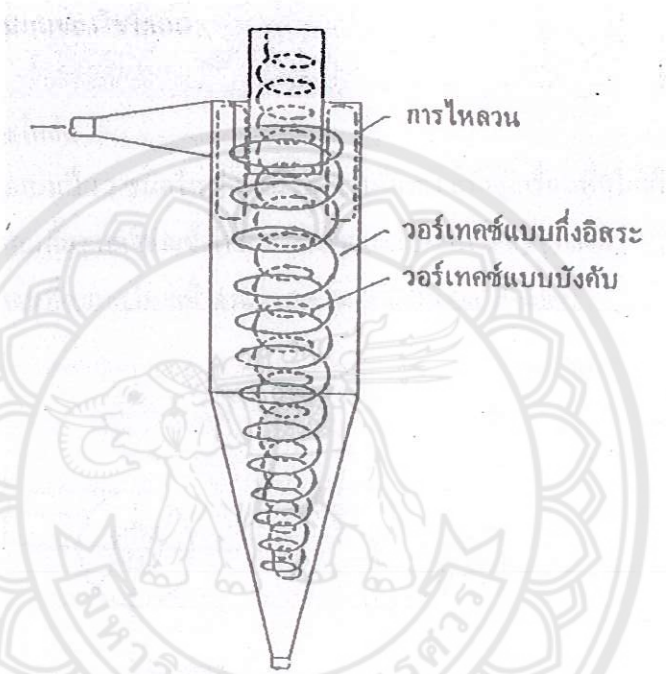
สำหรับปากท่อดูดมีหน้าตัดวงกลม (Round Hood) หรือสี่เหลี่ยม (Rectangular Hood) การกระจายตัวของอากาศสามารถทำได้ด้วยการติดตั้งปากท่อดูดอีกอันหนึ่ง ที่มีลักษณะเรียวลงทีละน้อย (Taper) หรือมีลักษณะเป็นกรวย (Cone) ไว้ที่ด้านบนก่อนถึงท่อ ในกรณีที่ปากท่อดูดแบบนี้ครอบคลุมพื้นที่ดูด (แหล่งกำเนิดสารปนเปื้อน) ที่มีความยาวมาก เช่น ปากท่อดูดที่ใช้ดูดฝุ่นบนสายพานสำเลียงที่จุดเปลี่ยนถ่าย (Transfer Point) เราจัดให้มีจุดระบายออก (ปากท่อดูดที่มีลักษณะเป็นกรวย) หลายจุดได้

2.4 เครื่องดักฝุ่น

เครื่องดักฝุ่น คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แยกฝุ่นออกจากกระแสอากาศ ก่อนที่อากาศสะอาดจะถูกระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม แม้ว่าเครื่องดักฝุ่นที่ใช้กันจะมีอยู่หลายชนิด แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะชนิดที่มีใช้งานกันอย่างกว้างขวางเท่านั้นซึ่ง ได้แก่ ไซโคลน (Cyclone) และเครื่องดักฝุ่นแบบถุงกรอง (Bag Filter or Bag House)

2.4.1 เครื่องดักฝุ่นแบบไซโคลน (Cyclone)

ไซโคลน เป็นเครื่องมือสำหรับแยกอนุภาคออกจากอากาศโดยใช้แรงหนีศูนย์กลาง ซึ่งเกิดจากการทำให้กระแสอากาศหมุนวน (Vortex) จึงสามารถแยกอนุภาคออกจากอากาศได้ การเกิดกระแสวนทำได้โดยการให้อากาศไหล เข้าสู่ไซโคลนในแนวสัมผัส หรือแนวแกนโดยผ่าน Vanes แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ลักษณะทั่วไปของวอร์เทค และการไหลวนในไซโคลนธรรมดา

ที่มา : วงศ์พันธ์, นิตยา และธีระ, (2540)

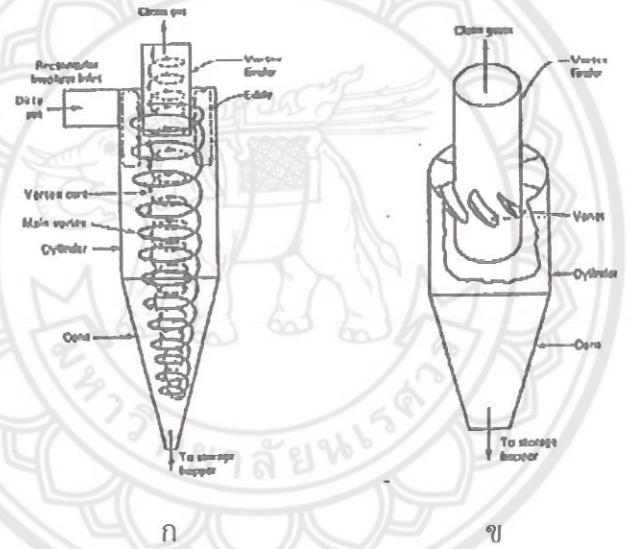
กลไกการจับอนุภาค (Collection Mechanisms) ที่ใช้เก็บอนุภาคในไซโคลนมี 2 อย่าง ดังนี้

2.4.1.1 แรงหนีศูนย์กลาง หรือแรงเหวี่ยง ซึ่งเกิดจากการหมุน ทำให้กระแสอากาศมีการหมุนทำให้อนุภาคถูกเหวี่ยงไปยังผนังของไซโคลน

2.4.1.2 แรงถ่วง คือ เมื่ออนุภาคเคลื่อนถึงผนังของไซโคลนแล้ว อนุภาคที่หนักจะได้รับแรงถ่วงทำให้อนุภาคตกลงไปที่ถังพักข้างล่าง

ไซโคลน ประกอบด้วยส่วนรูปทรงกระบอก และมีปลายเป็นรูปโคน (รูปที่ 2.1) อากาศเคลื่อนเข้าสู่ไซโคลนในแนวสัมผัสที่ใกล้ส่วนบนของเครื่องมือด้วยความเร็วประมาณ 30 เมตรต่อวินาที เมื่ออากาศผ่านเข้ามาในไซโคลนก็จะเกิดกระแสวน (เรียกว่า Main Vortex) ขึ้น ซึ่งทำให้เกิดแรงหนีศูนย์กลางเหวี่ยงอนุภาคไปยังผนังไซโคลน กระแสวนนั้นจะเคลื่อนที่ลงจนถึงจุดหนึ่งที่อยู่เกือบปลายโคลน อากาศจะหมุนกลับเป็นกระแสวนที่เล็กกว่าเดิม (เรียกว่า Core Vortex) และเคลื่อนขึ้นไปตามตัวไซโคลน จนออกไปทางท่อออกที่อยู่ส่วนบนของไซโคลน

ชนิดของไซโคลน แบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ ตามวิธีการให้อากาศเข้าสู่เครื่อง เพื่อให้เกิดการหมุนวน คือ ไซโคลนที่อากาศไหลเข้าในแนวสัมผัส (Tangential Entry Cyclone) และไซโคลนที่อากาศไหลเข้าตามแนวแกน (Axial Entry)

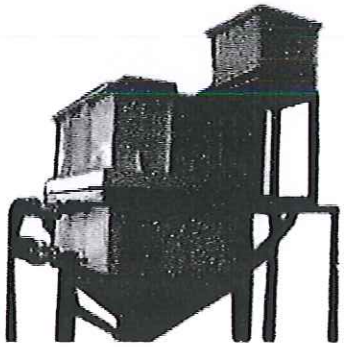


ก ข

รูปที่ 2.2 ชนิดของไซโคลนที่อากาศไหลเข้าในแนวสัมผัส และไซโคลนที่อากาศไหลเข้าตามแนวแกน

ที่มา : วงศ์พันธ์, นิตยา และธีระ, (2540)

2.4.2 ระบบคัดแยกที่อาศัยการตกเนื่องจากน้ำหนักฝุ่น (Gravity Setting)



รูปที่ 2.3 ระบบคัดแยกที่อาศัยการตกเนื่องจากน้ำหนักฝุ่น (Gravity Setting)
ที่มา : http://www.thaieditorial.com

ห้องตกอนุภาค (Gravity Setting Chambers) เป็นอุปกรณ์แบบแรกๆ ที่ใช้ดักฝุ่นละออง เป็นห้องที่ขยายขนาดให้อนุภาคมีความเร็วลดลง และตกด้วยแรงโน้มถ่วง ใช้แยกอนุภาคขนาดใหญ่ 40-60 μ ประสิทธิภาพต่ำ จึงมักใช้เป็นการบำบัดขั้นต้น (Precleaner) ในการกำจัดฝุ่นขนาดใหญ่ก่อน

Setting Chambers แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

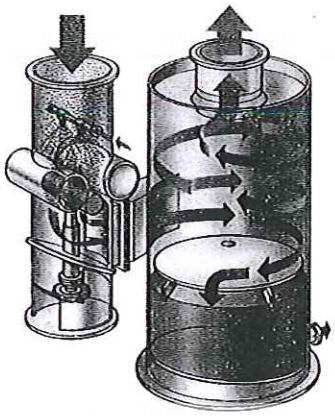
2.4.2.1. Horizontal Flow Gravity Setting Chamber เป็นห้องยาวตามแนวนอน มีทางเข้าออกของก๊าซ และถังพักเก็บฝุ่น (Hopper) ความเร็วของกระแสก๊าซอยู่ในช่วง 0.3-3 m/s ปกติความเร็วของก๊าซต่ำ ที่ให้ฝุ่นตกดี แต่ต้องไม่ต่ำจนทำให้ห้องใหญ่เกินไป

2.4.2.2. Multiple-Tray Chambers or Howard Setting Chamber อุปกรณ์ชนิดนี้จะใส่ถาดเพิ่มหลายชั้น เพื่อลดระยะการตกของอนุภาค มีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุภาคขนาดเล็ก (≈15μ) แต่มีปัญหาเนื่องจากระยะห่างระหว่างถาดแคบ ทำให้เอาฝุ่นออกยาก และถ้าก๊าซร้อนเข้ามาจะทำให้ถาดโค้งงอ จึงไม่นิยม

2.4.2.3. Baffle Chamber จัดเป็น Inertial Separator ภายในเครื่องจะติดตั้งแผ่นกั้น Baffle ก๊าซจะถูกเปลี่ยนทิศทางการไหล ทำให้ดักอนุภาคขนาดใหญ่ด้วยแรงโน้มถ่วง และแรงเฉื่อย สามารถดักฝุ่นขนาด 20-40 μ ได้

การใช้ Setting Chamber เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบง่าย ควบคุมดูแล และบำรุงรักษาง่าย แต่ไม่นิยม เนื่องจากสิ้นเปลืองเนื้อที่ และประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำร้อยละ 20-60 แต่แรงดันสูญเสียน้อย จึงมักใช้เป็น Precleaner ฝุ่นขนาดใหญ่ก่อน และต่อด้วยอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงต่อไป

2.4.3 เครื่องดักจับด้วยหยดน้ำ



รูปที่ 2.4 เครื่องดักจับด้วยหยดน้ำ

ที่มา : http://www.thaieditorial.com/

หลักการทำงาน เครื่องจับฝุ่นแบบเปียก (Wet Collectors) หรือ สครับเบอร์ (Scrubbers) ใช้ของเหลวดักจับฝุ่น หรืออนุภาคขนาดเล็ก และสามารถจับก๊าซมลพิษได้ในขณะเดียวกัน โดยการฉีดละอองของเหลว เป็นฝอยสู่กระแสก๊าซ หรือให้กระแสก๊าซไหลผ่านฟิล์มของเหลว โดยอาศัยกลไกของการสกัดกั้น การกระทบเนื่องจากความเฉื่อย และการแพร่หยดน้ำที่จับกับอนุภาคจะถูกแยกโดยแรงโน้มถ่วงหรือแรงเหวี่ยง

2.4.3.1 การดักจับฝุ่นด้วยสครับเบอร์ มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

ก. อนุภาคสัมผัส และดักจับด้วยหยดของเหลว

ข. แยกหยดของเหลวออกจากกระแสก๊าซ

ค. บำบัดของเหลว (น้ำเสีย) ก่อนระบายทิ้ง

2.4.3.2 ชนิดของสครับเบอร์มี 4 ชนิด ดังนี้

ก. สครับเบอร์แบบสเปรย์ (Spray Tower Scrubbers) มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ปกติก๊าซไหลสวนทิศกับของเหลวส่งนบนของหอ มีแผ่นดักละอองน้ำ Demister เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานต่ำ เหมาะกับฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 5 μ และสามารถกำจัดก๊าซมลพิษได้อีกด้วย

ข. สครับเบอร์แบบหอบรรจุ หรือหอแพค (Packed Bed Scrubbers) ปกตินิยมใช้กำจัดก๊าซ และไอแต่สามารถจับฝุ่นได้ด้วย เป็นหอที่บรรจุชิ้นวัสดุไว้เต็มแล้วฉีดของเหลวให้ไหลผ่านวัสดุลงด้านล่าง กระแสก๊าซจะไหลสวนทิศกับของเหลว อนุภาค หรือก๊าซจะชน และแพร่ผ่านฟิล์มของเหลวที่เคลือบวัสดุอยู่แล้วไหลสู่ด้านล่าง

ค. สครับเบอร์แบบถาด หรือเพลท (Tray or Plate Scrubbers) เป็นหอที่มีเพลทที่ถูกเจาะรูวางอยู่ภายใน ก๊าซจะไหลสวนทางแล้วผ่านรูของเพลท โดยจะให้ของเหลวไหลผ่าน

เพลทลงมาด้านล่าง มีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุภาคปานกลาง เหมาะสมกับฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 μ (ไมครอน)

ง. สครับเบอร์แบบเวนทูรี (Venturi Scrubbers) เป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้มากที่สุดชนิดหนึ่ง เนื่องจากประสิทธิภาพสูงมากในการรับอนุภาคขนาดเล็กโดยเฉพาะเล็กกว่า 1 μ และสามารถรับก๊าซได้ โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ส่วนคอคอด (Converging Section) ส่วนคอ (Throat) และส่วนขยาย (Diverging Section) การทำงานของเวนทูรีสครับเบอร์ ก๊าซที่ไหลเข้าจะมีของเหลวพ่นตรงส่วนคอด หรือส่วนคอ ซึ่งเป็นช่วงที่ก๊าซมีความเร็วสูง 60-244 เมตร/วินาที ก๊าซที่ไหลด้วยความเร็วสูงจะทำให้ของเหลวแตกออกเป็นละอองฝอย และมีความเร็วสูง ทำให้ประสิทธิภาพของ Venturi Scrubbers มีค่าสูง แต่จะมีค่าความดันสูญเสียสูง ตามด้วยการจับฝุ่นแบบสครับเบอร์มีข้อได้เปรียบกว่าแบบแห้ง คือ ใช้พื้นที่น้อย และลดการติดไฟ และการระเบิดของฝุ่นแห้ง และก๊าซที่อาจติดไฟ และสามารถกำจัดฝุ่น และก๊าซได้พร้อมกัน สามารถรับกระแสก๊าซที่มีอุณหภูมิสูง แต่มีข้อเสียเรื่องการผุกร่อน การสูญเสียแรงดัน ใช้พลังงานสูง และต้องบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการจับฝุ่น หรือก๊าซ

2.4.4 เครื่องเก็บฝุ่นแบบถุงกรอง (Fabric Filters)

การกรองเป็นวิธีการแยกอนุภาคออกจากกระแสก๊าซที่เก่าแก่ และใช้แพร่หลายมากวิธีหนึ่ง โดยทั่วไปเครื่องกรอง คือ โครงสร้างที่เป็นรูพรุน ประกอบด้วยสารที่เป็นเม็ดเล็ก หรือเส้นใย ซึ่งจะกักกันอนุภาคไว้ และให้ก๊าซไหลผ่านช่องว่างของเครื่องกรอง เครื่องกรองปัจจุบันสามารถกำจัดอนุภาคต่างๆ ที่มีขนาดต่างๆ กัน ตั้งแต่มองไม่เห็นจนถึงขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอนโดยเสียค่าใช้จ่ายไม่มาก

สำหรับถุงกรองโดยปกติทำด้วยผ้าทอ (Woven Fabric) หรือผ้าสักหลาด (Felted Fabric) ชั้นฝุ่นที่สะสมอยู่บนผ้ากรองนี้จะช่วยกรองอนุภาคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผ้ากรองแบบถุงนี้ต้องทำความสะอาดเป็นครั้งคราว

กลไกในการจับอนุภาคเมื่ออนุภาคเคลื่อนเข้าหาผ้ากรอง อนุภาคจะถูกจับเนื่องจากกลไกหลายอย่าง ได้แก่ การสกัดกั้น การกระทบ การแพร่ การตกตะกอนด้วยแรงไฟฟ้า ความร้อน หรือแรงถ่วง และการลอดผ่าน (Sieving) ซึ่งเป็นกลไกที่อนุภาคถูกกัก เพราะมีขนาดใหญ่เกินที่จะลอดผ่านช่องว่างได้

กลไกสำคัญที่สุดในการจับอนุภาคด้วยเส้นใย คือ การสกัดกั้น การกระทบ และการแพร่ ส่วนแรงถ่วง และแรงเนื่องจากความร้อนมีผลน้อย และแรงไฟฟ้าอาจมีความสำคัญ หรือไม่ก็ได้ แต่ไม่มีกลไกการลอดผ่าน สำหรับเครื่องกรองแบบถุงนั้นส่วนใหญ่การจับอนุภาคเกิดขึ้นในมวลของอนุภาคที่สะสมเป็นเค้กอยู่บน และในผ้ากรอง คือ กลไกหลักในการจับอนุภาค (การสกัดกั้น การกระทบ และ

การแพร่) จะมีผลในช่วงเวลาอันสั้น ในระหว่างการกรองของแต่ละวงจรนั้น เมื่อมีเค้กสะสมขึ้น การลอดผ่านจะเป็นกลไกที่สำคัญที่สุด

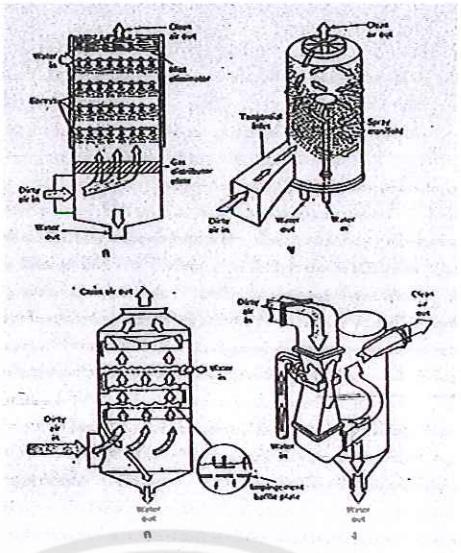
2.4.5 เครื่องสัมผัสหรือเครื่องเก็บแบบเปียก (Scrubbers or WetCollectors)

ในเครื่องเก็บแบบเปียกใช้ของเหลวซึ่งโดยปกติแล้วเป็นน้ำที่เป็นตัวจับอนุภาค หรือฝุ่น และเพิ่มขนาดของละอองไอ (Aerosols) ในกรณีทั้งสองนี้จะทำให้ขนาดมวลสารเพิ่มขึ้น และช่วยแยกมวลสารออกจากกระแสก๊าซง่ายขึ้น ของเหลว หรือน้ำจะถูกฉีดให้เป็นละออง เพื่อช่วยให้การสัมผัสระหว่างอนุภาคกับน้ำดีขึ้น สำหรับอนุภาคขนาดใหญ่ๆ จะมีการแยกที่เกิดจากแรงถ่วงของโลก ส่วนอนุภาคเล็กๆ ก็จะมีการแยกเนื่องจากแรงที่เกิดจากไฟฟ้าสถิต หรือแรงที่เกิดจากความร้อนด้วย เครื่องเก็บแบบเปียกนี้สามารถแยกอนุภาคเล็กๆ ที่เป็นของแข็ง และของเหลวที่มีขนาดระหว่าง 0.1 ไมโครเมตร ถึง 20 ไมโครเมตร ได้ดี และมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบแห้งเพราะอนุภาคเล็กๆ จะมีน้อย เพราะอนุภาคจะเปียก และถูกกักไว้ในชั้นของของเหลว (Liquid Film)

ข้อดีที่สำคัญของเครื่องเก็บแบบเปียก ก็คือ มีหลายแบบ ทำให้สามารถเลือกเครื่องที่เหมาะกับปัญหาที่พิจารณา ข้อเสียของเครื่อง ก็คือ มีความดันลดสูง ดังนั้น จึงต้องการพลังงานมาก นอกจากนี้ก็ต้องขนถ่าย และทิ้งของเหลวที่ผ่านการสัมผัสซึ่งมีปริมาณมาก

2.4.6 แบบของเครื่องสัมผัสแบบเปียก

เครื่องสัมผัสแบบเปียกมีหลายรูปแบบ แสดงเครื่องสัมผัสแบบที่ใช้กันโดยทั่วไป 4 แบบ คือ (ก) Spray Tower (ข) Cyclone Spray Tower (ค) Impingement Scrubber (ง) Venturi Scrubber ใน 4 แบบนี้ Spay Tower เป็นแบบที่ง่ายที่สุด ในเครื่องสัมผัสแบบนี้น้ำจะถูกฉีดออกมาจากหัวฉีดเป็นฝอย เพื่อให้น้ำสัมผัสกับอนุภาคที่ติดมากับก๊าซได้ดี ทิศทางการไหลของน้ำ และก๊าซอาจเป็นแบบทวนกระแส (Counter Current) ตามกระแส (Cocurrent) หรือตัดกระแส (Cross Flow) การไหลแบบทวนกระแสเป็นแบบที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 เครื่องเก็บแบบเปียก

(ก) Spray Tower (ข) Cyclone Spray tower

(ค) Impingement Scrubber (ง) Venturi Scrubber

ที่มา : คานาโอกะ และวิวัฒน์, (2535)

การประยุกต์ใช้ไซโคลน เนื่องจากในปัจจุบันไซโคลนถูกนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมหลายประเภท เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ ที่อาศัยหลักทางกลศาสตร์อย่างง่ายๆ ใช้พื้นที่น้อยกว่า ห้องตกอนุภาค โดยทั่วไปไซโคลนเหมาะสำหรับใช้กักเก็บอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 μ ขึ้นไป แต่ถ้าออกแบบให้เป็นไซโคลนประเภทสิทธิภาพสูงก็สามารถดักจับอนุภาคที่มีขนาดเล็กลงถึง 5 ไมโครเมตรได้ อย่างไรก็ตาม นิยมใช้ไซโคลนเป็นอุปกรณ์บำบัดเบื้องต้น ก่อนเข้าสู่อุปกรณ์ ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า เช่น ถุงกรอง สครับเบอร์ หรือเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต เพื่อลดภาระบรรทุก ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของอุปกรณ์ ที่มีประสิทธิภาพสูง

นอกจากนี้ การใช้งานของไซโคลนแบบอากาศไหลเขาตามแนวสัมผัสมักใช้งานเป็นแบบตัวเดียว แต่ถ้ามีอัตราการไหลสูงทำให้ค่าความดันสูญเสียสูงอาจจำเป็นต้องใช้ไซโคลนหลายตัวต่อกันแบบอนุกรม โดยอากาศที่ปล่อยออกจากตัวไซโคลนตัวแรกจะเข้าสู่ไซโคลนตัวที่สอง ซึ่งโดยทั่วไปประสิทธิภาพของไซโคลนตัวที่สองนี้จะน้อยกว่าตัวแรก ดังนั้น จึงเลือกใช้แบบไซโคลน แสดงดังตารางที่ 2.1

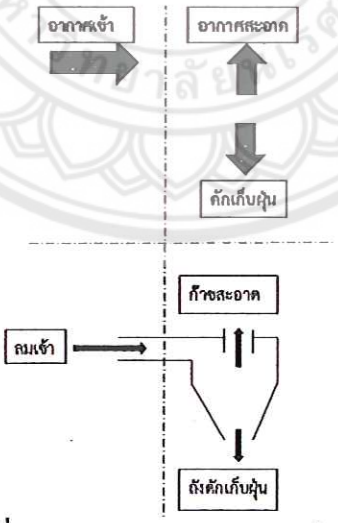
ตารางที่ 2.1 ข้อดี และข้อจำกัดไซโคลน

ข้อดี	ข้อเสีย
-ค่าลงทุน และค่าเดินเครื่องต่ำ -ไม่มีส่วนใดของอุปกรณ์ ที่ต้องเคลื่อนที่ ทำให้ปัญหาในการบำรุงรักษาน้อย -ค่าความดันสูญเสียค่อนข้างต่ำ -เป็นอุปกรณ์ที่รวบรวม และกำจัดอนุภาคแบบแห้ง -การก่อสร้างค่อยข้างใช้พื้นที่น้อย -สามารถออกแบบให้เหมาะสมกับช่วงขนาดของอนุภาคได้	-ประสิทธิภาพในการเก็บกักสำหรับอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ยังค่อนข้างต่ำ -ไม่สามารถใช้ได้อนุภาคที่มีลักษณะหนืดเหนียว -อาจมีปัญหาเกี่ยวกับการกัดกร่อน

2.5 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ทำไซโคลนดักฝุ่น

เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบไซโคลนดักจับฝุ่น

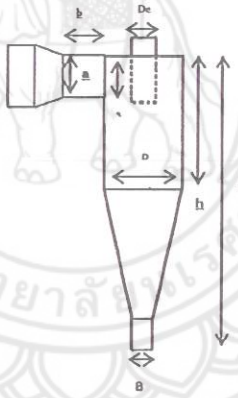
การออกแบบระบบไซโคลน จะเลือกจากระยะมาตรฐานของไซโคลนซึ่งมีอยู่หลายแบบ เช่น Shepherd & Lapple, Peterson & Whitby อย่างไรก็ตาม ระยะมาตรฐานของไซโคลนที่นิยมใช้จะมี 2 แบบ คือ Stairmand และ Swift ซึ่งค่าออกแบบต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.2 และรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 รูปแสดงกระบวนการทำงานของไซโคลน

ตารางที่ 2.2 แสดงลักษณะของไซโคลน และขนาดต่างๆ ของไซโคลน

สัญลักษณ์	ความหมาย	Formula	Stairmand	Swift
D	Body diameter		1	1
a	Inlet height	Ka = a/D	0.5	0.44
b	Inlet width	Kb = b/d	0.2	0.21
s	Outlet width	KS = S/D	0.5	0.5
De	Gas Outlet diameter	KD =De/D	0.5	0.4
h	Cylinder height	Kh = h/D	1.5	1.4
H	Overall height	KH = H/D	4	3.9
B	Outlet diameter	KB = B/D	0.375	0.4
K	Configuration		551.3	699.2
Nh	Inter velocity head		3.67	3.57
Surf	Surface parameter		23.5	21.2



รูปที่ 2.7 รูปแสดงลักษณะของไซโคลน และขนาดต่างๆ ของไซโคลน

ที่มา : วรพจน์ กนกกันทพงษ์ วารสาร มฉก.วิชาการ 79 ปีที่ 11 ฉบับที่ 22 มกราคม –มิถุนายน 2551

เมื่อ

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของไซโคลน; mm.

a = ความสูงบริเวณทางเข้าของไซโคลน; mm.

b = ความกว้างบริเวณทางเข้าของไซโคลน; mm.

S = ความยาวของท่อทางออกในไซโคลน; mm.

De = เส้นผ่านศูนย์กลางท่อทางออกของไซโคลน; mm.

h = ความยาวทรงกระบอกของไซโคลน; mm.

H = ความยาวทั้งหมดของไซโคลน; mm.

B = เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณทางออกของอนุภาค; mm.

ในการออกแบบขนาดต่างๆ ของไซโคลน จะบอกแต่ขนาดของไซโคลน (D) เพียงอย่างเดียว ส่วนขนาดของตัวอื่นๆ (a, b, s, etc) จะใช้จากตารางได้เลย ตัวอย่างเช่น ไซโคลนขนาด 1 เมตร เมื่อใช้ระยะมาตรฐานของ Stairmand ก็จะได้ระยะ h และ H เป็น 1.5 เมตร และ 4 เมตร ตามลำดับ หรือหากเลือกใช้ระยะมาตรฐาน Swift ก็จะได้ระยะ h และ H เป็น 1.4 เมตร และ 3.9 เมตร ตามลำดับ

2.6 การวัดค่าอัตราความเร็วลมของไซโคลน

การวัดค่าอัตราความเร็วลมของไซโคลนจะแบ่งการวัดออกเป็น 4 จุด ดังนี้

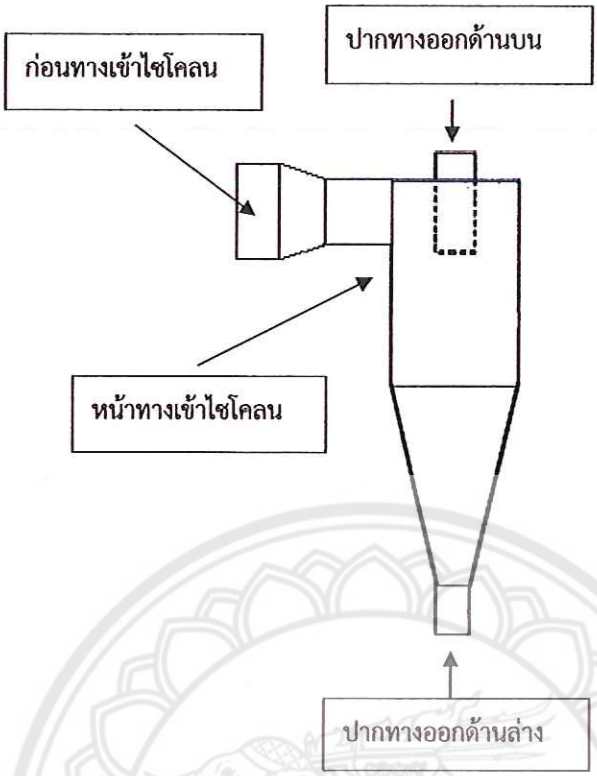
2.6.1 การวัดค่าอัตราความเร็วลมบริเวณก่อนทางเข้าไซโคลน

2.6.2 การวัดค่าอัตราความเร็วลมบริเวณหน้าทางเข้าไซโคลน

2.6.3 การวัดค่าอัตราความเร็วลมบริเวณปากทางออกด้านล่างของไซโคลน

2.6.4 การวัดค่าอัตราความเร็วลมบริเวณปากทางออกด้านบนของไซโคลน

การวัดค่าอัตตราความเร็วลมของไซโคลนจะแบ่งการวัดออกป็น 4 จุด ดังรูปที่ 2.8

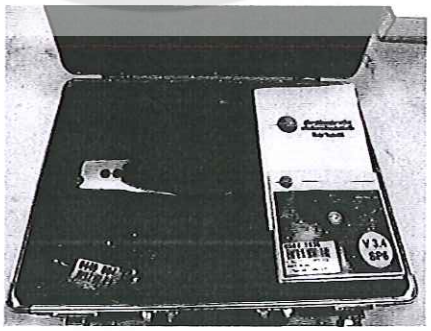


รูปที่ 2.8 รูปแสดงจุดของการวัดอัตราเร็วลมของไซโคลน

2.7 การใช้งานเครื่องวัดความเร็วลมมัลติฟังก์ชั่น รุ่น TESTO 435

เป็นเครื่องวัดความเร็วลม ที่มีขนาดเล็ก กะทัดรัด เป็นอุปกรณ์วัดชนิด มัลติฟังก์ชั่น สำหรับวัดอุณหภูมิ ความชื้น และอัตราการไหล ซึ่งเหมาะสำหรับนำไปวัดอัตราการไหลภายในท่อ โดยการวัดค่าที่ได้สามารถนำมาบันทึกลง Computer เพื่อวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยได้

เครื่องวัดความเร็วลมมัลติฟังก์ชั่น รุ่น TESTO 435 แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เครื่องวัดความเร็วลม มัลติฟังก์ชั่น รุ่น TESTO 435

รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการใช้เครื่องวัดความเร็วลม มัลติฟังก์ชั่น รุ่น TESTO 435

2.8 การใช้งานเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล (Personal Pump Air Sapler) รุ่น Gillian GilAir 3

เป็นเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศมีขนาดเล็กกะทัดรัด เหมาะสมกับการใช้งานใช้ระบบการทำงานใช้หลักการดูดของอากาศ โดยมีกระดาษกรองเป็นตัวดักฝุ่น ซึ่งเหมาะสำหรับงานวัดฝุ่นในที่แคบโดยค่าที่ได้นำมาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าเฉลี่ย แสดงดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล

2.9 ท่อนำอากาศ

เมื่อฝุ่นละอองถูกดูดเข้าไปที่ปากท่อดูดแล้วจะส่งอากาศไปที่ท่อนำอากาศ ซึ่งทำหน้าที่ส่งอากาศออกจากปากท่อดูดไปที่อุปกรณ์เก็บรวบรวมฝุ่น เมื่ออากาศผ่านปากท่อดูดจะมีการใช้พลังงาน เพื่อต้านทานแรงเสียดทาน เมื่อทราบปริมาณลมที่ต้องใช้จากปากดูดตามจุดต่างๆ ที่ต้องการ สิ่งที่ต้องทำตามมา คือ การคำนวณหาท่อนำอากาศ อากาศที่ไหลมาตามท่อนำอากาศต้องอาศัยกำลังจากพัดลมในการดูดอากาศ ซึ่งกำลังของพัดลมที่เลือกนั้น จะพิจารณาจากความสูญเสียความดัน เนื่องจากความเสียดทานในท่อนำอากาศ และตามข้อต่อ ข้อเลี้ยวเป็นต้น ในการควบคุมปริมาณลมตามจุดจ่ายต่างๆ จะควบคุมให้ได้ปริมาณตามต้องการ โดยติดตั้งแดมเปอร์ (Damper) สำหรับความเร็วลมในท่อนำอากาศที่เหมาะสมกับมลพิษชนิดต่างๆ

2.9.1 ความหมายของความเร็วอากาศในท่อนำอากาศ

ความเร็วของอากาศในท่อนำอากาศ (Duct Velocity) ที่ควรทราบความหมาย ดังนี้

2.9.1.1 ความดันสถิติ (Static Pressure : SP)

เป็นความดันสถิติที่เกิดขึ้นจากพัดลม และพลังงานในระบบ ความดันสถิตินี้จะเกิดขึ้นเท่าเทียมกันในทุกทิศทาง ความดันสถิตินี้อาจเป็นค่าบวก หรือลบก็ได้ ความดันสถิติจะเปลี่ยนเป็นความดันเนื่องจากความเร็ว (Velocity Pressure) และทำให้เกิดความร้อนในรูปของเสียดทาน และการสูญเสียแบบอื่นๆ

2.9.1.2 ความดันเนื่องจากความเร็ว (Velocity Pressure : VP)

เป็นความดันที่เกิดจากการไหลของอากาศ มีทิศทางเดียวกับการไหลของอากาศ และมีค่าเป็นบวกเสมอ ทำให้อากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่กำหนด ความดันเนื่องจากความเร็วเกิดจากการเปลี่ยนความดันสถิติให้เป็นการเคลื่อนที่ของอากาศในท่อ

2.9.1.3 ความดันรวม (Total Pressure : TP)

เป็นผลรวมของความดันสถิติ และความดันเนื่องจากความเร็วที่เกิดขึ้นในท่อ ความดันรวมจะวัดในทิศทางการไหลของอากาศ

2.9.2 ความสูญเสียเนื่องจากความดันในท่อ

วิธีการคำนวณความสูญเสียเนื่องจากความดันสามารถทำได้โดยวิธี Velocity Pressure Method หรือวิธี Equivalent Food Method ซึ่งแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

2.9.2.1 Velocity Pressure Method

เป็นวิธีที่นิยมใช้เพราะเป็นวิธีการคำนวณที่รวดเร็ว และครอบคลุมในส่วนต่างๆ ของระบบท่อ ข้อต่อ ข้องอ และความสูญเสียความดันที่ปากท่อดูด การคำนวณสามารถทำได้โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของท่อ แต่ละจุดคูณกับความเร็วต่อเนื่องจากความดันในจุดนั้น โดย

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสำหรับปากท่อดูด ท่อตรง ข้องอ ทางเข้าของท่อแยก สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานในท่อของวิธีนี้สามารถคำนวณได้

2.9.2.2 Equivalent Foot Method

เป็นวิธีที่คล้ายกับวิธี Velocity Pressure Method ในสองขั้นตอนแรกของการคำนวณสำหรับข้อแตกต่าง คือ ในวิธีนี้การคำนวณหาแรงเสียดทานในท่อ ข้อต่อ ข้องอ และส่วนประกอบต่างๆ สามารถทำได้โดยนำข้อต่อ ข้องอ และส่วนประกอบต่างๆ มาปรับเป็นระยะเทียบเป็นความยาวสมมูลของท่อตรง และเทียบเป็นแรงเสียดทานของท่อตรง การหาแรงเสียดทานทำได้โดยการนำสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน คูณกับความยาวที่ปรับเป็นความยาวสมมูลของท่อแล้วหารด้วย 100

2.10 ลักษณะการจัดวางอุปกรณ์ในระบบกำจัดฝุ่น

ก่อนอื่นเราจำเป็นต้องทราบลักษณะการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบกำจัดฝุ่นเสียก่อน โดยปกติ การจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบกำจัดฝุ่นสำหรับงาน แต่ละประเภทอาจมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะ หรือความสามารถของอุปกรณ์เหล่านั้น แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว ความแตกต่างดังกล่าวมักอยู่ที่ตำแหน่งการจัดวางเครื่องดักฝุ่น และพัดลม ซึ่งสามารถจำแนกได้ ดังนี้

2.10.1 การจัดวางแบบดั้งเดิม (Traditional Arrangement)

สำหรับระบบกำจัดฝุ่นที่จัดวางอุปกรณ์ลักษณะนี้ฝุ่น และอากาศซึ่งถูกดูดเข้าสู่ระบบผ่านหัวดูดจะไหลผ่านพัดลมก่อนที่ฝุ่นจะถูกแยกออกจากอากาศที่เครื่องดักฝุ่น ด้วยเหตุที่ฝุ่นต้องถูกลำเลียงผ่านพัดลม พัดลมที่ใช้จึงต้องทำจากวัสดุที่สามารถต้านทานการขัดสีของฝุ่นได้ดี การจัดวางอุปกรณ์ลักษณะนี้พบมากในระบบกำจัดฝุ่นสำหรับกระบวนการแปรรูปไม้

2.10.2 การจัดวางแบบปกติ (General Arrangement)

ระบบกำจัดฝุ่นที่จัดวางอุปกรณ์ลักษณะนี้จะใช้เครื่องดักฝุ่นเพียงตัวเดียวติดตั้งไว้หน้าพัดลม ฝุ่นจะถูกแยกออกจากอากาศก่อนที่อากาศสะอาดจะไหลเข้าสู่พัดลม และระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ลักษณะ เช่นนี้จึงทำให้สามารถใช้พัดลมที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าได้ ส่งผลให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบกำจัดฝุ่นส่วนมากที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน มักจัดวางอุปกรณ์ในลักษณะดังกล่าวนี้

2.10.3 การจัดวางแบบใช้เครื่องดักฝุ่นสองชุด (Primary/Secondary Arrangement)

การจัดวางอุปกรณ์ลักษณะนี้จะคล้ายกับการจัดวางแบบปกติ แต่จะแตกต่างกันตรงที่มีการติดตั้งเครื่องดักฝุ่นเพิ่มขึ้นมาอีก 1 ตัว เครื่องดักฝุ่นตัวแรกจะทำหน้าที่เป็นเครื่องดักฝุ่นขั้นต้น

ในขณะที่เครื่องดักฝุ่นตัวถัดมาทำหน้าที่เป็นเครื่องดักฝุ่นหลักซึ่งมีประสิทธิภาพการแยก (Separation Efficiency) สูงกว่า เครื่องดักฝุ่นขั้นต้นจะทำหน้าที่แยกฝุ่นหยาบออกจากอากาศก่อนในช่วงแรก จากนั้นฝุ่นส่วนที่เหลือ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นฝุ่นละเอียดจะถูกแยกออกจากอากาศที่เครื่องดักฝุ่นหลักการจัดวางอุปกรณ์ลักษณะนี้จะใช้เมื่อปริมาณฝุ่นในระบบมีมาก ซึ่งจำเป็นต้องแยกฝุ่นบางส่วนออกก่อนที่จะไหลไปยังเครื่องดักฝุ่นหลักทั้งนี้ เพื่อเป็นการลดภาระการทำงานของเครื่องดักฝุ่นหลักซึ่งเป็นการเพิ่มอายุการใช้งานให้กับเครื่องดักฝุ่นหลัก

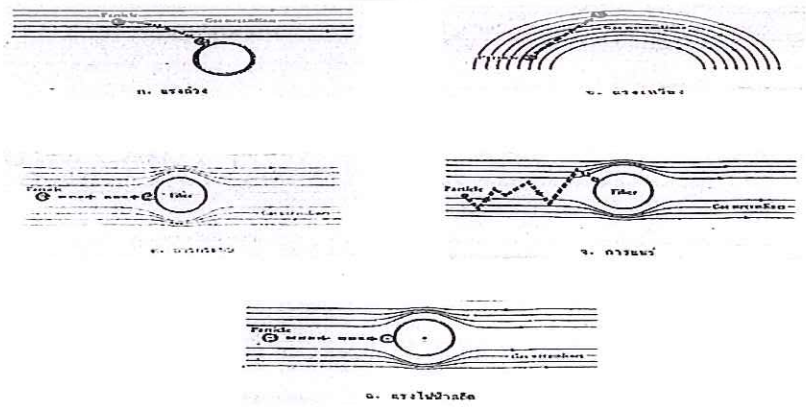
2.11 การเก็บรวบรวมฝุ่น

เมื่อปริมาณของฝุ่น (มวลสารอนุภาค) ที่เกิดจากแหล่งผลิตมีปริมาณมาก ซึ่งอาจติดไปกับผลิตภัณฑ์ เมื่อถึงมือผู้บริโภคจะส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ หรือมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในการทำงานของพนักงาน เรามีความจำเป็นที่ต้องใช้วิธีการเก็บรวบรวมฝุ่นที่เหมาะสม

ในเครื่องมือกำจัดอนุภาคทุกชนิด จะต้องอาศัยกลไก หรือแรงในการแยกอนุภาคจากกระแสก๊าซ กลไกในการจับอนุภาคมี 3 อย่างด้วยกัน ดังนี้

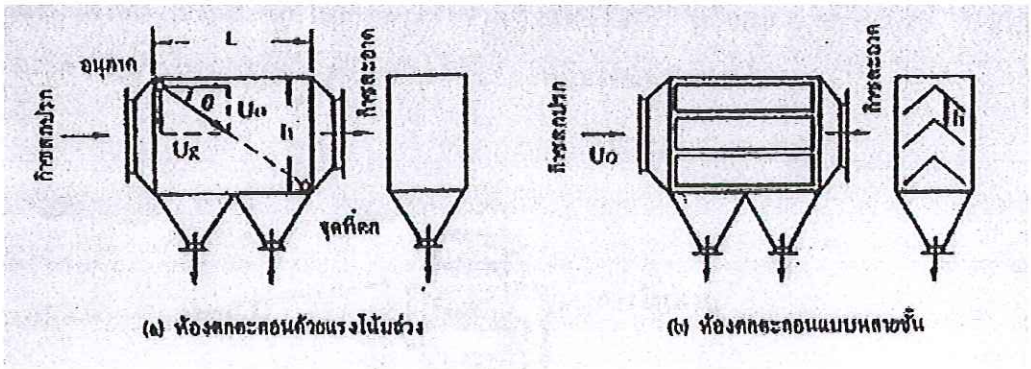
2.11.1 การแยกโดยแรงถ่วง (Gravity)

เป็นกลไกที่ง่ายที่สุด อนุภาคขนาดใหญ่จะเคลื่อนเข้ามาในกระแสก๊าซ และถูกจับเนื่องจากแรงถ่วง มักใช้แรงถ่วงสำหรับแยกอนุภาคในเครื่องมือง่ายๆ เช่น ถังตกอนุภาค (Settling Camber) เครื่องเก็บฝุ่นแบบแรงโน้มถ่วง แบ่งออกได้เป็น ประเภทห้องตกตะกอนด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravity Settling Camber) และประเภทห้องตกตะกอนแบบหลายชั้น (Multi–Stage Settling Camber) แสดงดังรูปที่ 2.12 และ รูปที่ 2.13



รูปที่ 2.12 กลไกในการจับอนุภาคในลักษณะต่างๆ

ที่มา : คานาโอกะ และวิวัฒน์, (2535)



รูปที่ 2.13 เครื่องเก็บฝุ่นแบบแรงโน้มถ่วง

ที่มา : คานาโอกะ และวิวัฒน์, (2535)

ลักษณะสมบัติของเครื่องเก็บฝุ่นแบบแรงโน้มถ่วง มีดังต่อไปนี้

2.11.1.1 ถ้าความเร็วของก๊าซยิ่งช้าจะเก็บอนุภาคที่ละเอียดขึ้นได้

2.11.1.2 ถ้าห้องตกตะกอนยิ่งยาว และยิ่งสูงประสิทธิภาพในการเก็บฝุ่นจะยิ่งสูงขึ้น

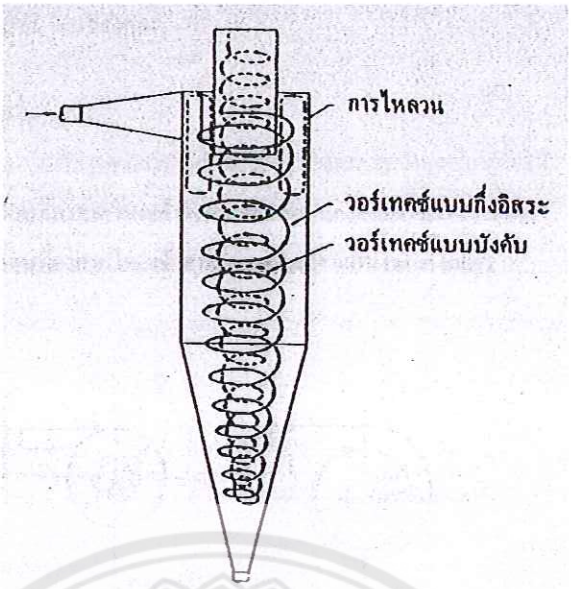
2.11.1.3 ถ้าการไหลของก๊าซภายในห้องตกตะกอนยิ่งมีความเร็วสม่ำเสมอ ประสิทธิภาพในการเก็บฝุ่นจะยิ่งสูงขึ้นนั่น คือ ประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อเกิดการผสมของก๊าซในระหว่างที่ไหลอยู่

2.11.2 การแยกโดยแรงเหวี่ยง (Centrifugal Force)

การแยกโดยแรงเหวี่ยงใช้ในไซโคลน โดยให้กระแสก๊าซหมุนวนภายในไซโคลน ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงอนุภาคไปยังผนังของเครื่องเนื่องจากโมเมนตั้ม อนุภาคจะสูญเสียพลังงานจลน์ที่นั่นและแยกออกจากกระแสก๊าซ แล้วอนุภาคได้รับแรงถ่วงเคลื่อนที่ลงสู่ถังพัก ทั้งแรงถ่วง และแรงเหวี่ยงเป็นแรงที่ใช้แยกอนุภาคในไซโคลน

ไซโคลน เป็นเครื่องมือสำหรับแยกอนุภาคออกจากอากาศโดยใช้แรงหนีศูนย์กลาง ซึ่งเกิดจากการทำให้กระแสอากาศหมุนวน จึงสามารถแยกอนุภาคออกจากอากาศได้ การเกิดกระแสวนทำได้โดยการให้อากาศไหล เข้าสู่ไซโคลนในแนวสัมผัส หรือแนวแกนโดยผ่าน Vanes แสดงดังรูปที่ 2.14

1.687571



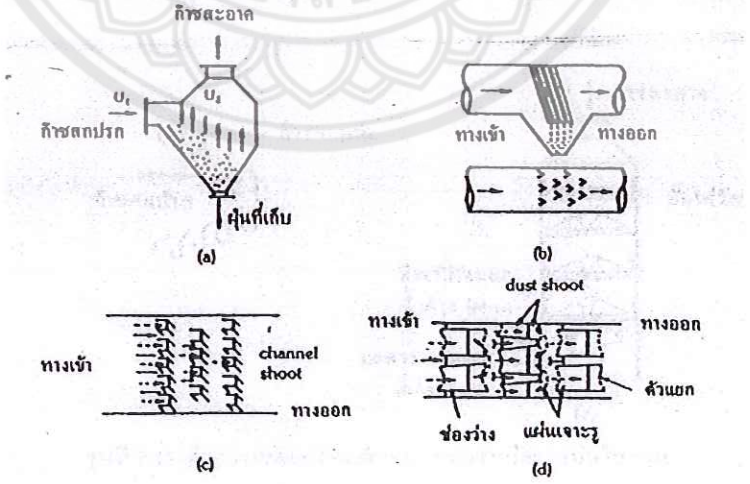
รูปที่ 2.14 ลักษณะทั่วไปของวอร์เทค และการไหลวนในไซโคลนธรรมดา

ที่มา : วงศ์พันธ์, นิตยา และธีระ, (2540)

2.11.3 การกระทบเนื่องจากความเฉื่อย (Inertial Impaction)

กลไกของการเก็บฝุ่น

เมื่อกระแสก๊าซเกิดการเปลี่ยนทิศทางการไหลอย่างกะทันหัน อนุภาคที่มีความเฉื่อยมากจะไม่สามารถเปลี่ยนเส้นโคจรตามเส้นการไหลของก๊าซได้ทัน เครื่องเก็บฝุ่นแบบแรงเฉื่อย (Inertial Dust Collector) เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยหลักการนี้ในการเก็บฝุ่น แสดงดังรูปที่ 2.15

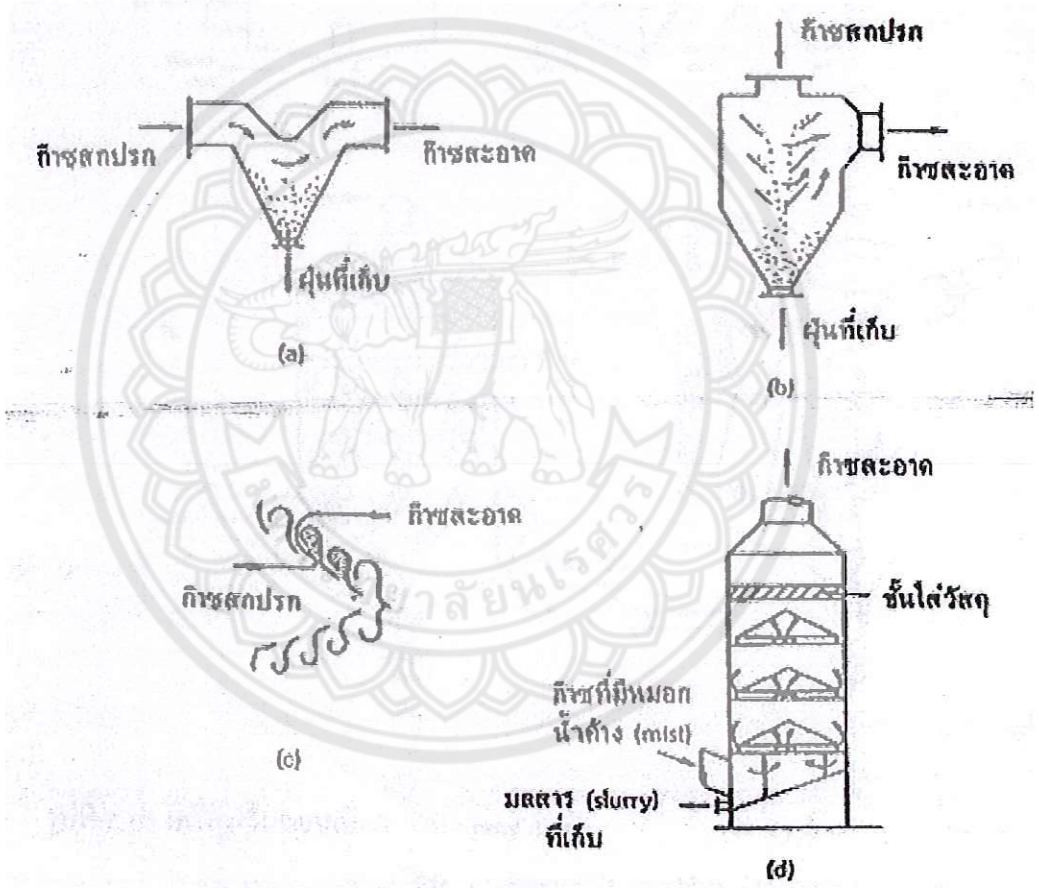


รูปที่ 2.15 ตัวอย่างของเครื่องเก็บฝุ่นแบบแรงเฉื่อย ชนิดไหลกระทบ

ที่มา : คานาโอกะ และวิวัฒน์, (2535)

(Multi - Stage) (b) แชนแนล (Channel) ของแบบ (c) และหัวฉีด (Nozzle) ของแบบ (d) ซึ่งมีชื่อเรียกแบบแรนดอม (Random) ต่างก็ถูกวางเยื้องกัน (Zigzag) ในทางผ่านของก๊าซ เมื่อก๊าซไหลปะทะกับแผ่นกั้นแชนแนล หรือหัวฉีดเหล่านี้ ฝุ่นที่มีอยู่ในกระแสก๊าซจะถูกแยกออก โดยทั่วไปความดันสูญเสียของแบบหลายชั้น และแบบแรนดอม จะมีค่าสูงกว่าแบบชั้นเดียว เช่นถ้าความดันสูญเสียมีค่ายิ่งมาก ประสิทธิภาพในการเก็บฝุ่นจะยิ่งสูงขึ้น

ในกรณีที่ใช้แบบแรนดอมในการกำจัดเขม่า และควันเครื่องเก็บฝุ่นมีแนวโน้มที่จะเต็มเพียบด้วยขี้เถ้า เนื่องจากการเกาะติดบนผิวเก็บฝุ่น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องกำจัดฝุ่นที่เกาะออกมาโดยการเคาะ หรือการใช้มาตรการทำนองเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างของเครื่องเก็บฝุ่นแบบแรงเฉื่อย ชนิดไหลวน

ที่มา : คานาโอกะ และวิวัฒน์, (2535)

ทิศทางการไหลของก๊าซจะวกเปลี่ยน เพื่อแยกอนุภาคที่มีความเฉื่อยสูง ส่วนแบบ (d) ซึ่งมีแผ่นกั้นเป็นรูปตัว V หลายชั้นภายในห้องว่างเปล่า จะใช้จับหมอกน้ำค้าง (Mist) เป็นส่วนใหญ่ ในกรณีที่ต้องการกำจัดหมอกน้ำค้างละเอียด ซึ่งจะมีขนาดของหยดเท่ากับ 1 ไมครอนหรือเล็กกว่า โดยปกติจะติดตั้งชั้นวัสดุ (Packed Layer) ไว้หน้าทางออกของก๊าซสะอาด

ลักษณะสมบัติทั่วไปของเครื่องเก็บฝุ่นแบบแรงเฉื่อย มีดังนี้

2.11.3.1 ในกรณีของชนิดไหลกระทบ ความเร็วของก๊าซก่อนหน้าการชนพอดีจะมีค่าสูงมาก ถ้าความเร็วของก๊าซสะอาดที่ออกของเครื่องมีค่ายิ่งน้อย ปริมาณของฝุ่นที่หนีตามออกไปจะยิ่งน้อย และประสิทธิภาพในการเก็บฝุ่นจะยิ่งสูง

2.11.3.2 ในกรณีของชนิดไหลวก ถ้ารัศมีของการไหลวกของก๊าซที่แผ่นเบนทิศทางมีค่ายิ่งน้อยจะเก็บฝุ่นได้ขนาดละเอียดขึ้น เช่นถ้าจำนวนของแผ่นเบนทิศทางมียิ่งมาก ความดันสูญเสียจะมียิ่งมาก และประสิทธิภาพในการเก็บฝุ่นจะมียิ่งสูง

2.12 ฝุ่น

ฝุ่น เป็นอนุภาคในอากาศที่มีแหล่งที่มาจากหลายๆ ที่ เช่นฝุ่นจากดินที่ถูกลมพัดขึ้นมา ฝุ่นจากการระเบิดของภูเขาไฟ หรือจากมลภาวะต่างๆ ฝุ่นในที่พักอาศัย สำนักงาน หรือแม้แต่ ละอองเกสรของพืช เส้นผม หรือขนของคน และสัตว์ สิ่งทอ เส้นใย เศษผิวหนังของมนุษย์ สิ่งหลงเหลือจากอุกกาบาต และจากอีกหลายอย่าง หลายวัตถุ ในสภาพแวดล้อมทั่วไป

2.12.1 แหล่งที่มาของฝุ่น

แหล่งที่มาของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

2.12.1.1 ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle)

เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติ ทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า ฝุ่นเกลือจากทะเล

2.12.1.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์ (Man-made Particle)

การคมนาคมขนส่ง รถบรรทุกหิน ดิน ทราย ซีเมนต์ หรือวัตถุที่ทำให้เกิดฝุ่นหรือดินโคลนที่ติดอยู่ที่ล้อรถ ขณะแล่นจะมีฝุ่นตกอยู่บนถนน แล้วกระจายตัวอยู่ในอากาศ ไอเสียจากรถยนต์ เครื่องยนต์ดีเซลปล่อยเขม่า ฝุ่น ควันดำ ออกมา ถนนที่สกปรก มีดินทรายตกค้างอยู่มาก หรือมีกองวัสดุข้างถนนเมื่อรถแล่นจะทำให้เกิดฝุ่นปลิวอยู่ในอากาศ การก่อสร้างถนนใหม่ หรือการปรับปรุงผิวจราจร ทำให้เกิดฝุ่นมาก ฝุ่นที่เกิดจากยางรถยนต์ และผ้าเบรค

การก่อสร้าง การก่อสร้างหลายชนิด มักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่าย เช่น อาคาร สิ่งก่อสร้าง การปรับปรุงสาธารณูปโภค การก่อสร้างอาคารสูง ทำให้ฝุ่นปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกมาจากอาคารการรื้อถอน ทำลาย อาคารหรือสิ่งก่อสร้าง

โรงงานอุตสาหกรรม การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน ฟืน แกลบ เพื่อนำพลังงานไปใช้ในการผลิต กระบวนการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การปั่นฝ้าย การเจียรโลหะ การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ

2.12.2 ผลกระทบของฝุ่น

2.12.2.1 ผลกระทบต่อมนุษย์

ฝุ่นที่มีอนุภาคขนาดใหญ่มักจะไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์มากนัก เนื่องจากจมูกของคนเราสามารถกรองฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ประมาณ 10 ไมครอนขึ้นไป ส่วนฝุ่นที่มีขนาดเล็กสามารถผ่านเข้าสู่ปอดได้ มีผลงานวิจัยในสหรัฐอเมริการะบุว่า ผู้ที่อาศัยในบริเวณที่มีฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน อยู่ในปริมาณมากจะทำให้มีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหอบหืด นอกจากนี้ฝุ่นที่มีขนาดเล็กในทุกปริมาณ 10 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร จะทำให้อัตราการเสียชีวิตจากโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 อาการกำเริบของโรคหอบหืดก็เพิ่มขึ้นร้อยละ 3 เช่นกัน นอกจากฝุ่นละอองจะทำให้เกิดอาการระคายเคืองตาแล้ว ยังทำอันตรายต่อระบบหายใจเมื่อเราสูดเอาอากาศที่มีฝุ่นละอองเข้าไป โดยอาการระคายเคืองนั้นจะเกิดขึ้นตามส่วนต่างๆ ของระบบทางเดินหายใจขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นละออง โดยฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ร่างกายจะดักไว้ได้ที่ขนจมูก ส่วนฝุ่นที่มีขนาดเล็กนั้นสามารถเล็ดลอดเข้าไปในระบบหายใจ ทำให้ระคายเคืองแสบจมูก ไอ จาม มีเสมหะ หรือมีการสะสมของฝุ่นในถุงลมปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมลง

2.12.2.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น ทำให้ทัศนวิสัยไม่ดี เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นอนุภาคของแข็งที่ดูดซับ และทำให้เกิดหักเหแสงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่น และองค์ประกอบของฝุ่นละออง ฝุ่นละอองที่ตกลงมา นอกจากจะทำให้เกิดความสกปรกเลอะเทอะแก่บ้านเรือน อาคาร สิ่งก่อสร้างแล้ว ยังทำให้เกิดการทำลาย และกัดกร่อนผิวหน้าของโลหะ หินอ่อน หรือวัตถุอื่นๆ เช่น รั้วเหล็ก หลังคาสังกะสี รูปปั้น

2.13 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10)

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle Matter หรือ PM) มีอยู่ 2 ขนาด คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กว่า 10 ไมครอน (PM10) และฝุ่นละอองทีมีขนาดเล็กว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ฝุ่นละอองขนาดเล็ก สามารถผ่านเข้าไปในทางเดินหายใจได้ลึก โดยระบบทางเดินหายใจ เช่นขนจมูกไม่สามารถที่จะกรอง เพื่อไม่ให้เข้าไปในส่วนลึกของระบบทางเดินหายใจได้ จึงมีอันตรายมากกว่าฝุ่นละอองขนาดใหญ่ มีหลักฐานแน่ชัดว่าฝุ่นละอองขนาดเล็กมีผลกระทบต่อสุขภาพทั้งในเมืองของประเทศที่พัฒนาแล้ว และประเทศที่กำลังพัฒนา โดยมีผลต่อระบบทางเดินหายใจ และระบบหัวใจ และหลอดเลือด ไม่มากก็น้อย สำหรับประชาชนที่สูดดมเข้าไป โดยเฉพาะในกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ เด็ก และคนชรา และคนที่มีโรคของระบบทางเดินหายใจ เช่นโรคภูมิแพ้ โรคหอบหืด เป็นต้น ปัจจุบันยังไม่สามารถหาได้ว่าปริมาณที่ไม่เกินเท่าไรถึงปลอดภัย และไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพต่อทุกคน ได้มีการศึกษาในสหรัฐอเมริกา และยุโรปเพื่อหาขนาดของฝุ่นละอองงขนาดเล็กว่าปริมาณน้อยสุดที่มีผลกระทบต่อสุขภาพเท่ากับเท่าไร พบว่า ปริมาณของ PM2.5 ปริมาณที่มากกว่า 3-5 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

สามารถมีผลสุขภาพ นักระบาดวิทยาสามารถแสดงหลักฐานผลกระทบต่อสุขภาพ เมื่อสัมผัสทั้งในระยะสั้น และระยะยาว และสรุปว่าปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็ก และความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพนั้นมีความแตกต่างกันในแต่ละคน เป็นการยากที่จะกำหนดมาตรฐานค่าใดค่าหนึ่งที่จะสามารถคุ้มครองประชาชนทุกคนให้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ ถ้าเป็นไปได้มาตรฐานของปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ควรต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ ภายใต้ข้อจำกัดของแต่ละพื้นที่ และการเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว การทำ Quantitative Risk Assessment โดยการจำลองภาพว่าเมื่อใช้ค่ามาตรฐานของปริมาณ PM10 และ PM2.5 ค่าต่างๆ กัน จะมีความเสี่ยงต่อสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับฝุ่นละอองขนาดเล็กอย่างไร เป็นวิธีการที่ Environmental Protection Agency (EPA) ของสหรัฐอเมริกา และ European Commission ใช้กันเพื่อทบทวนค่ามาตรฐานที่เหมาะสมว่าควรเป็นเท่าไร โดยพิจารณาปริมาณของ PM ที่จะทำให้อัตราการตายเพิ่มขึ้น ซึ่งนักระบาดวิทยาส่วนใหญ่ใช้ PM10 ในการศึกษา เนื่องจาก PM10 นั้นจะรวม PM2.5 นั้นประกอบด้วยฝุ่นละอองขนาดเล็กว่า 2.5 ไมครอน และฝุ่นละอองขนาด 2.6–9.9 ไมครอนเข้าไปด้วย

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก เกิดจากกิจกรรมต่างๆ เช่น การก่อสร้าง ฝุ่นละอองบนท้องถนน และการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งสัดส่วนของ PM2.5 และ PM10 ก็แตกต่างกันไปแล้วแต่พื้นที่ โดยในเขตเมืองของประเทศกำลังพัฒนา สัดส่วนของ PM2.5 / PM10 มีค่าประมาณ 0.5 แต่ในเขตเมืองของประเทศพัฒนาแล้วประมาณ 0.5-0.8 แม้ว่า PM10 จะได้รับการใช้ในวงกว้าง แต่การศึกษาของ WHO ใช้ค่า PM 2.5 และคำนวณกลับมาเป็น PM 10 ได้จากการประมาณการว่า ค่า สัดส่วนระหว่าง PM2.5 / PM10 มีค่าประมาณ 0.5

จากผลกระทบทางสุขภาพที่ได้ทำการศึกษามาก่อนหน้านี้ จำเป็นต้องมีค่ามาตรฐานทั้งระยะสั้น 24 ชั่วโมง และระยะยาวคือ 1 ปี โดยค่าเฉลี่ยระยะยาว 1 ปีของ PM 2.5 นั้นกำหนดระดับต่ำสุดที่ 10 g/m3 ซึ่งเป็นค่าที่เริ่มมีผลทำให้อัตราการตายสูงขึ้น โดยอิงข้อมูลจาก American Cancer Society's (ACS) study (Pope et al., 2002) และ Harvard Six-Cities data (Dockery et al., 99 ; Pope et al., 1995; HEI, 2000, Pope et al., 2002, Jerrett, 2005) โดยจากการศึกษาพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างการสัมผัส PM2.5 ในระระยาว กับอัตราการตาย โดยปริมาณค่าเฉลี่ยของ PM2.5 ที่ผ่านมาเท่ากับ 18 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (11.0–29.6 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ใน 6 เมืองที่ทำการศึกษา และจากการศึกษาของ ACS ค่าเฉลี่ยของ PM 2.5 ที่สัมพันธ์กับอัตราตายที่เพิ่มขึ้น คือ 20 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (9.0–33.5 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) แต่ทั้งการศึกษายังไม่สามารถกำหนดค่า Threshold ได้ว่าค่าที่ปลอดภัยสำหรับประชากรทุกคนควรเป็นเท่าไร แต่จากศึกษา ของ Donkey et al. (1993) Study พบว่าความเสี่ยงต่ออัตราการตายที่เพิ่มขึ้นยังเหมือนเดิมในเมืองที่ทำการศึกษาที่มีค่าความเข้มข้นระยะยาวของ PM2.5 ต่ำสุด คือ 11-12.5 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร. จึงสรุปได้ว่า ปริมาณของ PM2.5 ที่มีผลต่อสุขภาพที่ต่ำสุด คือ 11-15 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ดังนั้น WHO AQG จึงกำหนดค่ามาตรฐานที่ 10 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่าดังกล่าว

ได้ทำการศึกษาทั้งการสัมผัสในระยะสั้น และระยะยาว ซึ่งพบว่ามีความปลอดภัยในระดับหนึ่ง และสามารถลดความเสี่ยงลงไปได้อย่างมีนัยสำคัญ แม้จะไม่สามารถที่จะรับรองความปลอดภัยของทุกคน

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

ชุดดักฝุ่นปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย กรณีศึกษาโรงงานเกษตรบ้านกร่าง ปัญหาของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นบริเวณปลายท่อพ่นฝุ่นปุ๋ยเป็นปัญหาที่สำคัญของผู้ผลิต เพราะถ้าฝุ่นเหล่านี้ส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียง อาจส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ และส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานของพนักงาน ดังนั้น จึงต้องมีการศึกษา และออกแบบระบบกำจัดฝุ่นที่เหมาะสม เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้น สำหรับขั้นตอนในการออกแบบระบบกำจัดฝุ่นมีดังนี้

3.1 การตรวจสอบสภาพปัญหา และการศึกษาสภาพปัญหาการเกิดฝุ่นละอองบริเวณปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย

สภาพปัญหาของการเกิดฝุ่นละอองบริเวณปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย มีสาเหตุมาจากการที่ ไม่มีชุดดักฝุ่นในบริเวณปากท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย ซึ่งฝุ่นปุ๋ยส่วนใหญ่มาจากการที่โม่ผสมปุ๋ยเป็นตัวทำให้ปุ๋ยผสมในอัตราส่วนที่เท่ากันทำให้เกิดการเสียดสีเป็นฝุ่นละอองพ่นออกมาทางท่อระบายอากาศ

3.2 แนวความคิดในการออกแบบระบบกำจัดฝุ่น

แนวความคิดในการออกแบบระบบกำจัดฝุ่นสำหรับปลายท่อระบายอากาศห้องผสมปุ๋ย คือ การกำจัดฝุ่นที่เกิดในกระบวนการผสมปุ๋ย ซึ่งจะฟุ้งกระจายในอากาศ โดยใช้ชุดดักฝุ่นบริเวณปลายท่อระบายอากาศ โดยในการรวบรวมฝุ่นละอองดังกล่าว และใช้ระบบไซโคลน ในการเก็บอนุภาคฝุ่นที่รวบรวมมาจากปากท่อดูด เพราะระบบไซโคลนนี้เหมาะสำหรับการดักฝุ่นแบบอนุภาค

3.3 การเตรียมการ และการออกแบบระบบกำจัดฝุ่น

ขั้นตอนในการเตรียมการ และการออกแบบระบบกำจัดฝุ่นเบื้องต้น

3.1.1 ศึกษาลักษณะของพื้นที่ หรือส่วนประกอบของโครงสร้างต่างๆ ที่จะทำการติดตั้งชุดดักฝุ่น

3.1.2 เขียนแบบของชุดดักฝุ่น จุดแยกแต่ละจุดจากปลายท่อหลัก จุดที่จะทำการติดตั้งชุดดักฝุ่น

3.1.3 เลือกปากท่อดูดที่จะใช้ในระบบกำจัดฝุ่นแต่ละจุดให้มีความเหมาะสม

3.1.4 หาขนาดของท่อแยก และข้องอลักษณะต่างๆ ที่จะใช้ในระบบ

3.1.5 เลือกระบบเก็บรวบรวมฝุ่นที่จะใช้ในการออกแบบ

3.1.6 การสร้าง และติดตั้งชุดดักฝุ่นปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย

3.4 ทดลองการใช้ชุดดักฝุ่น และนำค่าไปวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราการลดของปริมาณฝุ่น

วิธีการเปรียบเทียบอัตราการลดของปริมาณฝุ่นในแบบปัจจุบันมี ดังนี้

3.4.1 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.4.1.1 ชุดดักฝุ่น

3.4.1.2 เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล (Personal Pump Air Sampler)

3.4.1.3 เครื่องวัดอัตราเร็วลม

3.4.1.4 ห้องผสมปุ๋ย

3.4.2 การทำการทดลอง

3.4.2.1 เตรียมความพร้อมในห้องผสมปุ๋ย และเครื่องที่ใช้ในการผสมปุ๋ย

3.4.2.2 เตรียมชุดดักฝุ่น

3.4.2.3 ติดตั้งชุดดักฝุ่นบริเวณปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย

3.4.2.4 ตรวจสอบความเรียบร้อยในการติดตั้งชุดดักฝุ่นปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย

3.4.2.5 ติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล บริเวณปากทางออกของไซโคลนของห้องผสมปุ๋ย

3.4.2.6 เริ่มการทำงานของเครื่องผสมปุ๋ยภายในห้องผสมปุ๋ย

3.4.2.7 จดบันทึกปริมาณฝุ่นที่พ่นออกมา และถ่ายรูปขั้นตอนในการทำงาน

3.4.2.8 นำฝุ่นที่ผ่านการดักได้ไปวิเคราะห์ เพื่อหาอัตราส่วน

3.5 วิธีวัดผลการทดลอง

เก็บข้อมูลปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นที่ได้จาการวัดค่าทั้ง 4 จุดของไซโคลน และเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของฝุ่นทั้ง 4 จุดว่าปริมาณฝุ่นลดลงไปเท่าใด (ใช้กำลังการผลิต และสถานที่เดียวกันในการวัดผล)

3.6 วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง

วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นบริเวณปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย

3.7 จัดทำรูปเล่มรายงาน และนำเสนอผลงาน

จัดทำรูปเล่มรวบรวมข้อมูลทฤษฎี วิธีการทำงาน และผลการทดลองพร้อมสรุปผลอย่างละเอียด พร้อมนำเสนอผลงาน

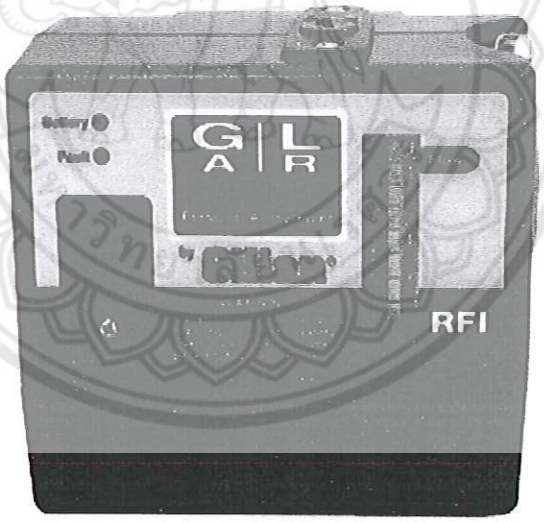
บทที่ 4
ผลการดำเนินโครงงาน

4.1 จัดทำข้อเสนอโครงงาน

จากการที่ได้ทำการคัดเลือก และศึกษาหัวข้อโครงงานที่จะดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งได้หัวข้อที่จะศึกษา คือ ชุดดักฝุ่นปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย กรณีศึกษาโรงงานเกษตรบ้านกร่าง เพื่อใช้ในการทดลอง และวิเคราะห์ศึกษา และออกแบบระบบชุดดักฝุ่นบริเวณปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย

4.2 การใช้งานเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล รุ่น Gillian GilAir 3

เป็นเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศมีขนาดเล็กกะทัดรัด เหมาะสมกับการใช้งานใช้ระบบการทำงานใช้หลักการดูดของอากาศ โดยมีกระดาษกรองเป็นตัวดักฝุ่น ซึ่งเหมาะสำหรับงานวัดฝุ่นในที่แคบโดยค่าที่ได้นำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล

4.2.1 การคำนวณหาค่าปริมาณฝุ่นของกระดาษกรองที่วัดจากเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล ดังสมการที่ 4.1

ค่าปริมาณฝุ่น (mg) = (ค่าน้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดปริมาณฝุ่น–ค่าน้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดปริมาณฝุ่น) x 10^3 **(4.1)**

4.2.2 การคำนวณหาค่าอัตราการดูดของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล

อัตราการดูดของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคลมีค่ามาตรฐานตั้งแต่ 1.75 – 2L แต่ในที่นี้ใช้ค่า 2L / min ดังสมการที่ 4.2

การแปลงหน่วย $2L / min \times 1 hr \times \frac{60min}{1hr} = 120L \times \frac{m^3}{1000}$ **(4.2)**

ค่าอัตราการดูดของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ $= 0.120\ m^3$

4.2.3 ค่าความเข้มข้นของฝุ่น

ค่าความเข้มข้นของฝุ่น (mg/m^3) ดังสมการที่ 4.3

$$= \frac{\text{ค่าปริมาณฝุ่น (mg)}}{\text{ค่าอัตราการดูดของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ } (m^3)} \quad \textbf{(4.3)}$$

4.3 การคำนวณหาขนาดพื้นที่ของไซโคลน

4.3.1 การคำนวณหาขนาดพื้นที่ทางเข้าของไซโคลน

ในการคำนวณหาขนาดพื้นที่ของไซโคลนจะต้องกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Dc) ของไซโคลน ซึ่งในพื้นที่ที่ติดตั้งไซโคลนมีความสูงจำกัดเท่ากับ 2400 mm ทำให้หาเส้นผ่านศูนย์กลาง (Dc) ได้ จากสมการ

ความสูงจำกัด 2400 mm เท่ากับ 4 เท่าของ Dc

เพราะฉะนั้นเส้นผ่านศูนย์กลาง (Dc) = 2400/4

เส้นผ่านศูนย์กลาง (Dc) = 600 mm

ดังนั้น จึงสามารถคำนวณขนาดของปากทางเข้าไซโคลนได้ ดังนี้

ความสูงปากทางเข้า (Inlet height) a = 0.5 * Dc

= 0.5 * 600 mm

= 300 mm

ความกว้างปากทางเข้า (Inlet width) b = 0.2 * Dc

= 0.2 * 600 mm

= 120 mm

4.3.2 การคำนวณหาขนาดทางออกของก๊าซสะอาด

การคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทางออกด้านบน ซึ่งเป็นทางออกของก๊าซสะอาด สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

ความลึกของท่อทางออก S = 0.5 * Dc

= 0.5 *600 mm

= 300 mm

เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (Gas Outlet diameter) De

= 0.5 * Dc

= 0.5 * 600 mm

= 300 mm

4.3.3 การคำนวณหาขนาดความสูงของไซโคลน

ซึ่งสามารถคำนวณหาความสูงของทรงกระบอกไซโคลน และความสูงของกรวยไซโคลน ได้จากสมการต่อไปนี้

ความสูงทั้งหมดของไซโคลน (Overall height) H= 4* 600 mm

= 2400 mm

ความสูงช่วงทรงกระบอก (Cylinder height) h

= 1.5 * Dc

= 1.5 * 600 mm

= 900 mm

ความสูงช่วงกรวย = H – h

= 2400 – 900

= 1500 mm

4.3.4 การคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านล่างที่ใช้ระบายฝุ่นลงสู่ถังกักเก็บ ซึ่งสามารถคำนวณหาขนาดได้จากสมการต่อไปนี้

เส้นผ่านศูนย์กลางด้านล่าง (Outlet diameter) B = 0.375 * Dc

= 225 mm

4.3.5 หลักการทดลองการทำซ้ำ

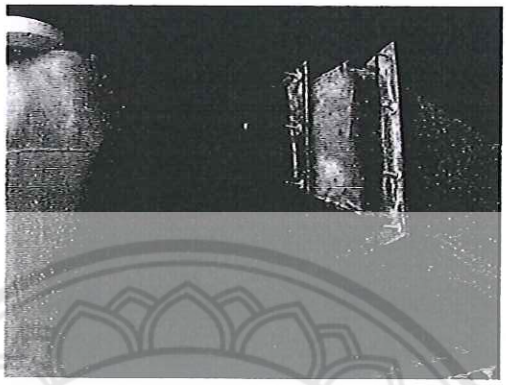
การทำซ้ำ (Replication) คือ วิธีการต่างๆ ที่กระทำต่อหน่วยทดลองหนึ่งๆ ปรากฏในหน่วยทดลองมากกว่า 1 ครั้ง อย่างน้อยต้อง 3 ครั้ง เพื่อจะได้มีความน่าเชื่อถือ เพื่อเพิ่มความเที่ยงตรง และแน่นอนของการทดลอง ทำให้สามารถประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองได้ และทำให้สรุปผลการทดลองได้กว้างขึ้น

เนื่องจากในการทดลองนี้กระดาษกรองมีราคาสูงมาก ในที่นี้จึงเลือกทำการทดลองจำนวน 4 ครั้ง เนื่องจากทฤษฎีกำหนดให้อย่างน้อยต้อง 3 ครั้ง จึงทำให้การทดลองมีความเพียงพอ และมีความเที่ยงตรง แน่นอนของการทดลอง ทำให้สรุปผลการทดลองได้กว้างขึ้น

4.4 ผลการทดลองแสดงค่าปริมาณฝุ่นโดยเครื่อง Personal Pump Air Sampler

4.4.1 บริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลน

เนื่องจากบริเวณนี้เป็นบริเวณปลายท่อทางออกของฝุ่น และลมที่ออกมาค่อนข้างแรง จึงทำให้บริเวณนี้จะมีฝุ่นหนาแน่นมาก แสดงดังรูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.2 แสดงบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลน

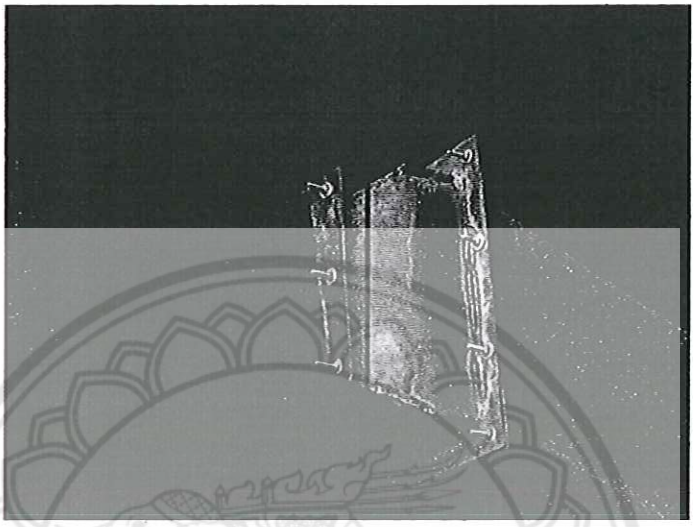
ตารางที่ 4.1 แสดงผลของค่าการคำนวณฝุ่นบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลน

ครั้งที่	น้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดค่าปริมาณฝุ่น (mg)	น้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดค่าปริมาณฝุ่น (mg)	ค่าปริมาณฝุ่น (mg)	ค่าความเข้มข้นของฝุ่น (mg/m^3)
1	59.79	65.78	5.99	49.91
2	58.77	64.25	5.48	45.66
3	58.93	65.07	6.14	51.16
4	60.30	65.20	4.90	40.83
ค่าเฉลี่ย	59.45	65.07	5.62	46.89

หมายเหตุ ค่าความเข้มข้นของฝุ่น (mg/m^3) = $\frac{\text{ค่าปริมาณฝุ่น (mg)}}{\text{ค่าอัตราการดูดของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ } (m^3)}$

4.4.2 บริเวณหน้าทางเข้าของไซโคลน

บริเวณนี้จะเป็นบริเวณของท่อลดขนาดจากปากปลายท่อเข้าสู่ปากทางเข้าไซโคลน จะเป็นบริเวณที่มีฝุ่นค่อนข้างมากเช่นกัน เพราะบริเวณนี้จะลดขนาดของท่อลงมาทำให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณฝุ่นหนาแน่น แสดงดังรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.3 แสดงบริเวณหน้าทางเข้าของไซโคลน

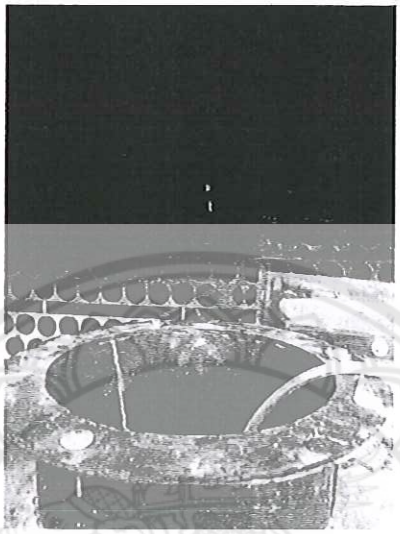
ตารางที่ 4.2 แสดงผลของค่าการคำนวณฝุ่นบริเวณหน้าทางเข้าของไซโคลน

ครั้งที่	น้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดค่าปริมาณฝุ่น (mg)	น้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดค่าปริมาณฝุ่น (mg)	ค่าปริมาณฝุ่น (mg)	ค่าความเข้มข้นของฝุ่น (mg/m^3)
1	59.02	64.93	5.91	49.25
2	58.79	65.73	6.94	57.83
3	58.52	65.45	6.93	57.75
4	59.82	64.06	4.24	35.33
ค่าเฉลี่ย	59.04	65.04	6.00	50.04

หมายเหตุ ค่าความเข้มข้นของฝุ่น (mg/m^3) = $\frac{\text{ค่าปริมาณฝุ่น (mg)}}{\text{ค่าอัตราการดูดของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ } (m^3)}$

4.4.3 บริเวณปากทางออกด้านบนของไซโคลน

บริเวณนี้จะเป็นทางออกของลมซึ่งลมจะเข้ามาในทางเข้าไซโคลน ซึ่งลมจะหมุนฝุ่นลงไปทางปากออกด้านล่าง และลมเปล่าจะออกมาทางปากด้านบน ทำให้บริเวณนี้ฝุ่นจะค่อนข้างน้อย กว่าบริเวณอื่น แสดงดังรูปที่ 4.4 และตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.4 แสดงบริเวณปากทางออกด้านบนของไซโคลน

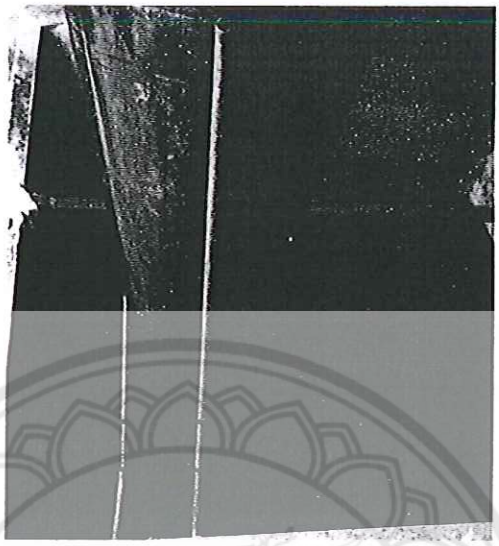
ตารางที่ 4.3 แสดงผลของค่าการคำนวณฝุ่นบริเวณปากทางออกด้านบนของไซโคลน

ครั้งที่	น้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดค่าปริมาณฝุ่น (mg)	น้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดค่าปริมาณฝุ่น (mg)	ค่าปริมาณฝุ่น (mg)	ค่าความเข้มข้นของฝุ่น (mg/m^3)
1	60.48	61.89	1.41	11.75
2	57.83	59.92	2.09	17.41
3	58.11	60.99	2.88	24
4	58.74	61.02	2.28	19
ค่าเฉลี่ย	58.79	60.95	2.16	18.04

หมายเหตุ ค่าความเข้มข้นของฝุ่น $(mg/m^3) = \frac{\text{ค่าปริมาณฝุ่น (mg)}}{\text{ค่าอัตราการดูดของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ } (m^3)}$

4.4.4 บริเวณปากทางออกด้านล่างของไซโคลน

บริเวณนี้เป็นทางออกของฝุ่นที่ผ่านตัวไซโคลนมาจึงทำให้บริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีฝุ่นมารวมตัวกันมากที่สุด แสดงดังรูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.4



รูปที่ 4.5 แสดงบริเวณปากทางออกด้านล่างของไซโคลน

ตารางที่ 4.4 แสดงผลของค่าการคำนวณฝุ่นบริเวณปากทางออกด้านล่างของไซโคลน

ครั้งที่	น้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดค่าปริมาณฝุ่น (mg)	น้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดค่าปริมาณฝุ่น (mg)	ค่าปริมาณฝุ่น (mg)	ค่าความเข้มข้นของฝุ่น (mg/m^3)
1	60.51	63.36	2.85	23.75
2	60.93	63.23	2.3	19.16
3	60.19	64.25	4.06	33.83
4	59.63	62.93	3.3	27.5
ค่าเฉลี่ย	60.31	63.44	3.13	26.06

หมายเหตุ ค่าความเข้มข้นของฝุ่น (mg/m^3) = $\frac{\text{ค่าปริมาณฝุ่น (mg)}}{\text{ค่าอัตราการดูดของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ } (m^3)}$

4.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.5.1 วิเคราะห์ผลการทดลองบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลน

จากตารางที่ 4.1 แสดงน้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดปริมาณฝุ่น และน้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดปริมาณฝุ่น

น้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดค่าปริมาณฝุ่นจะมีค่าเฉลี่ย 59.45 mg

น้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดค่าปริมาณฝุ่นจะมีค่าเฉลี่ย 65.07 mg

ค่าปริมาณฝุ่นเฉลี่ยบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลนมีค่า 5.62 mg

คิดเป็นร้อยละ 9.46

มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นเฉลี่ย 46.89 mg/m^3

เนื่องจากบริเวณนี้เป็นบริเวณปลายท่อทางออกของห้องผสมปุ๋ยจึงมีปริมาณฝุ่นมาก

4.5.2 วิเคราะห์ผลการทดลองบริเวณหน้าทางเข้าของไซโคลน

จากตารางที่ 4.2 แสดงน้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดปริมาณฝุ่น และน้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดปริมาณฝุ่น การวัดค่าปริมาณฝุ่นในการทดลอง

น้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดค่าปริมาณฝุ่นมีค่าเฉลี่ย 59.04 mg

น้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดค่าปริมาณฝุ่นมีค่าเฉลี่ย 65.04 mg

ค่าปริมาณฝุ่นเฉลี่ยบริเวณหน้าทางเข้าของไซโคลนมีค่า 6.00 mg

คิดเป็นร้อยละ 9.23

มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นเฉลี่ย 50.04 mg/m^3

เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีข้อต่อลดจึงทำให้บริเวณนี้มีปริมาณฝุ่นมาก

4.5.3 วิเคราะห์ผลการทดลองบริเวณปากทางออกด้านบนของไซโคลน

จากตารางที่ 4.3 แสดงน้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดปริมาณฝุ่น และน้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดปริมาณฝุ่น การวัดค่าปริมาณฝุ่นในการทดลอง

น้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดค่าปริมาณฝุ่นมีค่าเฉลี่ย 58.79 mg

น้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดค่าปริมาณฝุ่นมีค่าเฉลี่ย 60.95 mg

ค่าปริมาณฝุ่นเฉลี่ยปากทางออกด้านบนของไซโคลนมีค่า 2.16 mg

คิดเป็นร้อยละ 3.54

มีความเข้มข้นของฝุ่นเฉลี่ย 18.04 mg/m^3

เนื่องจากบริเวณนี้เป็นบริเวณทางออกของลมที่ผ่านไซโคลนมาแล้วลมจะหมุนฝุ่นที่มีน้ำหนักลงไปปากทางออกด้านล่างของไซโคลน ส่วนลมที่ไม่หมุนฝุ่นจะออกทางปากทางออกด้านบนของไซโคลน ทำให้ลมที่ออกบริเวณนี้จะมีฝุ่นน้อยที่สุด

4.5.4 วิเคราะห์ผลการทดลองบริเวณปากทางออกด้านล่างของไซโคลน

จากตาราง 4.4 แสดงน้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดปริมาณฝุ่น และน้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดปริมาณฝุ่น การวัดค่าปริมาณฝุ่นในการทดลอง

น้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดค่าปริมาณฝุ่นมีค่าเฉลี่ย	60.31 mg
น้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดค่าปริมาณฝุ่นมีค่าเฉลี่ย	63.44 mg
ค่าปริมาณฝุ่นเฉลี่ยปากทางออกด้านล่างของไซโคลนมีค่า	3.13 mg
คิดเป็นร้อยละ	4.93
ความเข้มข้นของฝุ่นเฉลี่ย	26.06 mg/m^3

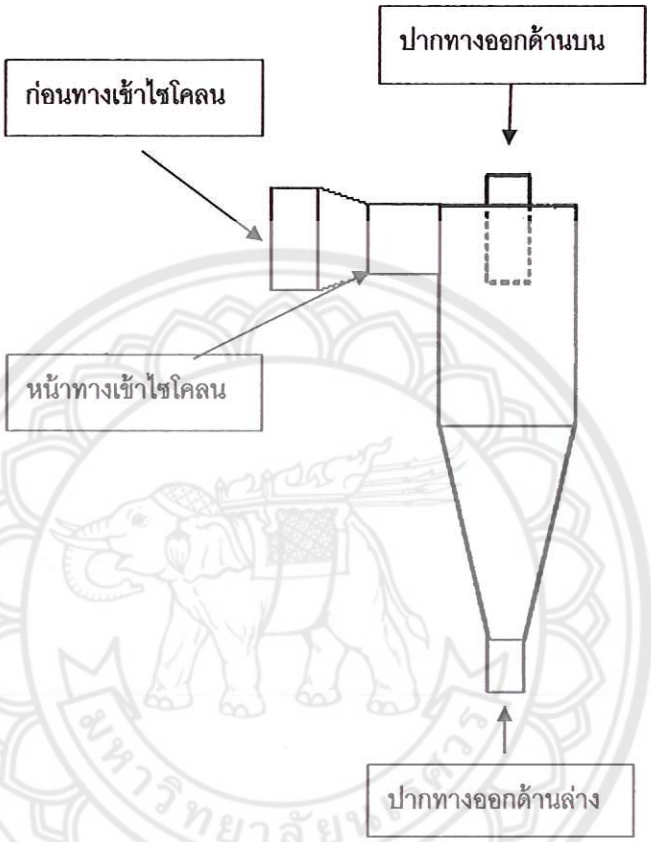
เนื่องจากเป็นบริเวณปากทางออกด้านล่างของไซโคลน ฝุ่นที่ผ่านไซโคลนจะตกลงในบ่อพักทำให้บริเวณนี้เป็นที่กักเก็บฝุ่น

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป



รูปที่ 5.1 รูปแสดงจุดของการวัดอัตราเร็วลมของไซโคลน

5.1.1 เปรียบเทียบบริเวณจุดก่อนทางเข้าไซโคลน และบริเวณปากทางออกบนของไซโคลน

ในการทดลองชุดดักฝุ่นบริเวณปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ยโดยการวิเคราะห์และเปรียบเทียบในแต่ละจุดที่ทำการวัด ผลที่ได้จากตารางที่ 4.1 บริเวณจุดก่อนทางเข้าไซโคลน

น้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดค่าปริมาณฝุ่นจะมีค่าเฉลี่ย	59.45 mg
น้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดค่าปริมาณฝุ่นจะมีค่าเฉลี่ย	65.07 mg
ค่าปริมาณฝุ่นเฉลี่ยบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลนมีค่า	5.62 mg
คิดเป็นร้อยละ	9.46
มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นเฉลี่ย	46.89 mg/m^3

จากตารางที่ 4.3 บริเวณปากทางออกบนของไซโคลน

น้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดค่าปริมาณฝุ่นมีค่าเฉลี่ย	58.79 mg

น้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดค่าปริมาณฝุ่นมีค่าเฉลี่ย 60.95 mg
ค่าปริมาณฝุ่นเฉลี่ยปากทางออกด้านบนของไซโคลนมีค่า 2.16 mg
คิดเป็นร้อยละ 3.54
มีความเข้มข้นของฝุ่นเฉลี่ย 18.04 mg/m^3

เมื่อเปรียบเทียบบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลน และบริเวณปากทางออกด้านบนของไซโคลน ค่าความเข้มข้นของฝุ่นบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลนเฉลี่ย 46.89 mg/m^3 และค่าความเข้มข้นของฝุ่นบริเวณปากทางออกด้านบนของไซโคลนเฉลี่ย 18.04 mg/m^3 เมื่อเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า ค่าความเข้มข้นของฝุ่นที่ออกไปในบรรยากาศมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นน้อยกว่า ค่าความเข้มข้นของฝุ่นที่เข้ามาจากบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลน มีค่าลดลง 28.85 mg/m^3 คิดเป็นร้อยละ 61.53 ค่าความเข้มข้นของฝุ่นที่ออกไปในบรรยากาศมีค่าลดลงร้อยละ 61.53 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งชุดดักฝุ่นบริเวณปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย

5.1.2 เปรียบเทียบบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลน และบริเวณปากทางออกด้านล่างของไซโคลน

ในการทดลองชุดดักฝุ่นบริเวณปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย โดยใช้การวิเคราะห์ และเปรียบเทียบในแต่ละจุดที่ทำการวัด ผลที่ได้จากตารางที่ 4.1 บริเวณจุดก่อนทางเข้าไซโคลน

น้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดค่าปริมาณฝุ่นจะมีค่าเฉลี่ย 59.45 mg
น้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดค่าปริมาณฝุ่นจะมีค่าเฉลี่ย 65.07 mg
ค่าปริมาณฝุ่นเฉลี่ยบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลนมีค่า 5.62 mg
คิดเป็นร้อยละ 9.46
มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นเฉลี่ย 46.89 mg/m^3

จากตารางที่ 4.4 บริเวณปากทางออกด้านล่างของไซโคลน

น้ำหนักกระดาษกรองก่อนวัดค่าปริมาณฝุ่นมีค่าเฉลี่ย 60.31 mg
น้ำหนักกระดาษกรองหลังวัดค่าปริมาณฝุ่นมีค่าเฉลี่ย 63.44 mg
ค่าปริมาณฝุ่นเฉลี่ยปากทางออกด้านล่างของไซโคลนมีค่า 3.13 mg
คิดเป็นร้อยละ 4.93
ความเข้มข้นของฝุ่นเฉลี่ย 26.06 mg/m^3

เมื่อเปรียบเทียบบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลน และบริเวณปากทางออกด้านล่างของไซโคลน ค่าความเข้มข้นของฝุ่นบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลนเฉลี่ย 46.89 mg/m^3 และค่าความเข้มข้นของฝุ่นบริเวณปากทางออกด้านล่างของไซโคลนเฉลี่ย 26.06 mg/m^3 เมื่อเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า ค่าความเข้มข้นของฝุ่นที่ปล่อยลงสู่บ่อกักเก็บฝุ่นมีค่าน้อยกว่า ค่าความเข้มข้นของฝุ่นที่เข้ามา

จากบริเวณก่อนทางเข้าของไซโคลนมีค่าลดลง 20.83 mg/m^3 คิดเป็นร้อยละ 44.42 ค่าความเข้มข้นของฝุ่นที่ลงสู่บ่อกักเก็บฝุ่นมีค่าร้อยละ 44.42 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งชุดดักฝุ่นบริเวณปลายท่อระบายอากาศของห้องผสมปุ๋ย

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 บริเวณ บริเวณปากทางออกด้านบนของไซโคลนเป็นบริเวณที่ฝุ่นออกสู่บรรยากาศ ทำให้มีค่าความเข้มข้นของฝุ่น น้อยกว่าบริเวณปากทางออกด้านล่างของไซโคลน เพราะบริเวณนี้เป็นบริเวณที่ฝุ่นผ่านไซโคลนแล้วฝุ่นตกลงมาในบ่อกักเก็บฝุ่น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การออกแบบไซโคลนให้เหมาะสมกับพื้นที่ๆ เราจะติดตั้ง และเหมาะสมกับชนิดของฝุ่นและความเร็วลมที่ออกมา

5.2.2 ควรปรับปรุง และแก้ไขพื้นที่บริเวณที่จะติดตั้งไซโคลนให้มีพื้นที่สะดวกที่จะติดตั้งไซโคลนและควรออกแบบบ่อเก็บกักฝุ่นให้สะดวกต่อการนำกลับไปใช้ใหม่

5.2.3 ควรจัดทำปลายท่อบริเวณปากทางออกด้านบนของไซโคลน เพื่อบังคับทิศทางของลมที่ปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศ

เอกสารอ้างอิง

ฉัตรชัย นิมมล และชวลิตร แซ่ฮ้อ. (2546). **ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ในอุตสาหกรรม,** วารสารเทคนิคเครื่องกลไฟฟ้า อุตสาหการ, ฉบับวันที่ 226, 227. กรุงเทพ : บริษัท 48 ฟิล์ม จำกัด

ชิคาโอะ คานาโอกะ และวิวัฒน์ ตัณฑะพานิช. (2535). **มลภาวะทางอากาศ** พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพ : สำนักพิมพ์ดวงกมลสมัย

พรพิมล กองทิพย์, (2545) **สุขศาสตร์อุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพ : นำอักษรการพิมพ์

วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และนิตยา มหาผล และธีระ เกรอต. มลพิษทางอากาศ , มลภาวะทางอากาศ พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วรพจน์ กนกกันทพงษ์ วารสาร มฉก.วิชาการ 79 ปีที่ 11 ฉบับที่ 22 มกราคม –มิถุนายน 2551

http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/182/cyclone.pdf

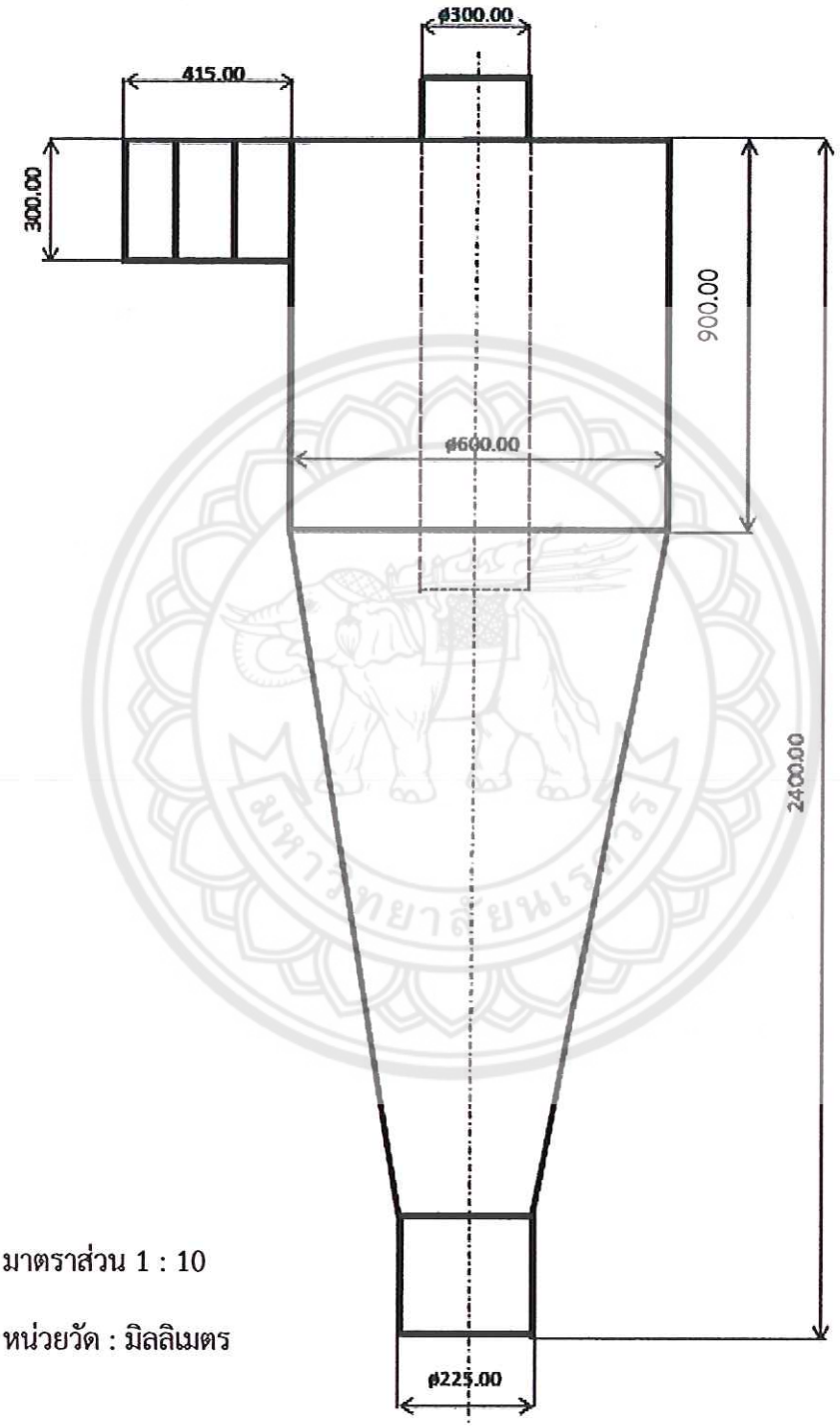
http://www.research.rdi.ku.ac.th/world/cache/c3/NattaponTHOAll.pdf

http://journal.hcu.ac.th/pdffile/jn1112205-1.pdf

ภาคผนวก ก

รูปแบบของไซโคลน

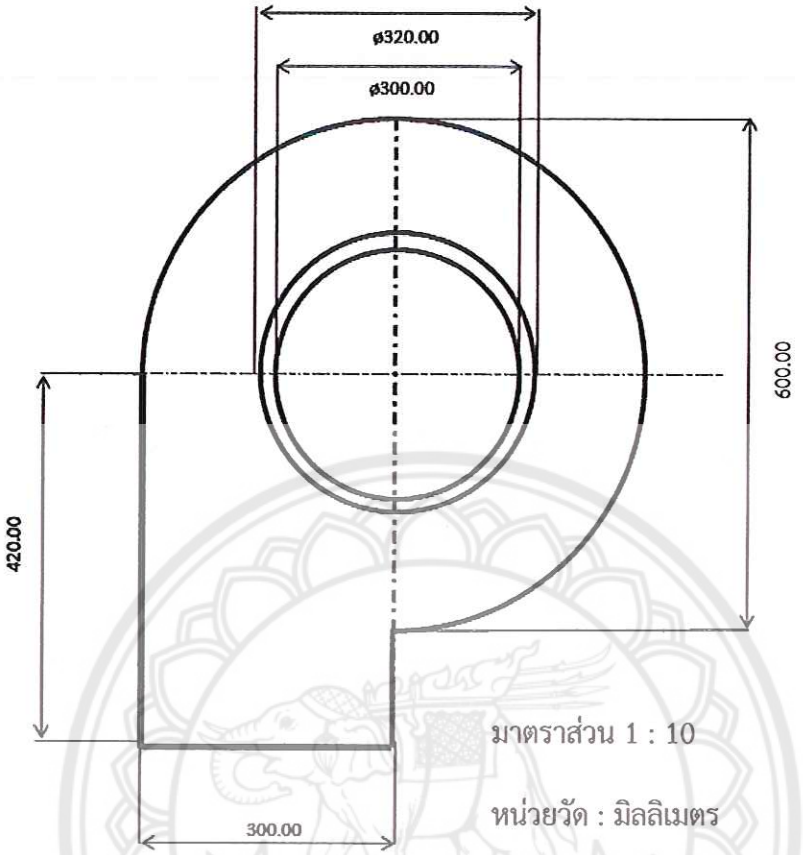
ก. รูปแบบของไซโคลน



มาตราส่วน 1 : 10

หน่วยวัด : มิลลิเมตร

รูปที่ ก.1 แบบของไซโคลนด้านหน้า



มาตราส่วน 1 : 10

หน่วยวัด : มิลลิเมตร

รูปที่ ก.2 แบบของไซโคลนด้านบน

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายปิยะณัฐ สุจารี

ภูมิลำเนา 99/1 หมู่ 3 ต.ชัยนาม อ.วังทอง จ.พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จ.พิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 6 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: piyanat_dw@gmail.com

ชื่อ นายณรรธน เหลืองทอง

ภูมิลำเนา 19/3 หมู่ 1 ต.นิคมพัฒนา อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนประชาสงเคราะห์วิทยา จ.พิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 6 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: golfgolf_16@hotmail.com