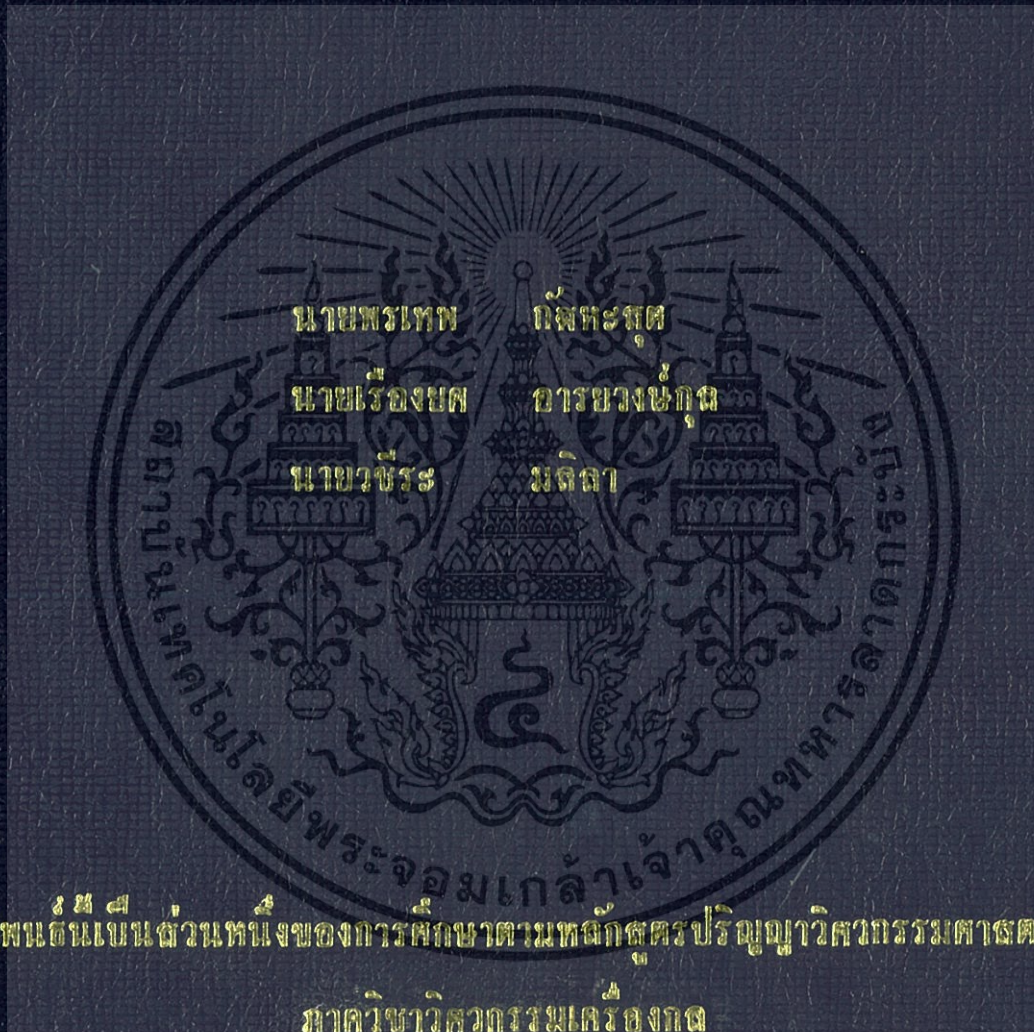


เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง
BAG FILTER



ปริญญาบัตรฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง

BAG FILTER



นายพรเทพ กัฬหะสูต
นายเรืองยศ อารยวงษ์กุล
นายวิชระ มลิลลา

ปศ.
ท 242 ค
2544

เลขที่.....
เลขทะเบียน..... 46002
วัน, เดือน, ปี 27 ก.พ. 2546

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

641283592

BAG FILTER



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECANICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง

BAG FILTER



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2544

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง

BAG FILTER

ผู้จัดทำ

- | | | |
|----------------|------------|-----------------------|
| 1. นาย พรเทพ | กัฬหะสูต | รหัสประจำตัว 41014690 |
| 2. นาย เรืองยศ | อารวงษ์กุล | รหัสประจำตัว 41014725 |
| 3. นาย วชิระ | มลิลา | รหัสประจำตัว 41014727 |



อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.พงษ์เจต พรหมวงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง

นาย พรเทพ กัทพะสุต 41014690

นาย เรืองยศ อารขวงษ์กุล 41014725

นาย วชิระ มลิตา 41014727

รศ.ดร.พงษ์เจต พรหมวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอถึงการศึกษา การพัฒนาและการปฏิบัติเพื่อออกแบบในการจัดสร้างเครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง ที่ใช้ในการกรองฝุ่นที่ปนมากับอากาศ ในการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างแบบจำลองของเครื่องกรองฝุ่นขึ้น ลักษณะของตัวเครื่องเป็นทรงเหลี่ยม และจะใช้วิธีการยิงลม(pulse jet) ในการทำความสะอาดถุงกรอง โครงงานนี้จะแสดงถึงวิธีการคำนวณ ออกแบบ โครงสร้าง และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการประกอบเป็นตัวเครื่องกรองฝุ่น แล้วกำหนดตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ พื้นที่ผิวของถุงกรอง ชนิดของถุงกรอง และตัวแปรอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องกรอง เพื่อที่จะได้นำผลการทดลองที่ได้ มาปรับปรุงแก้ไขและพัฒนา เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรองให้มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bag Filter

Porntep Kalahasut

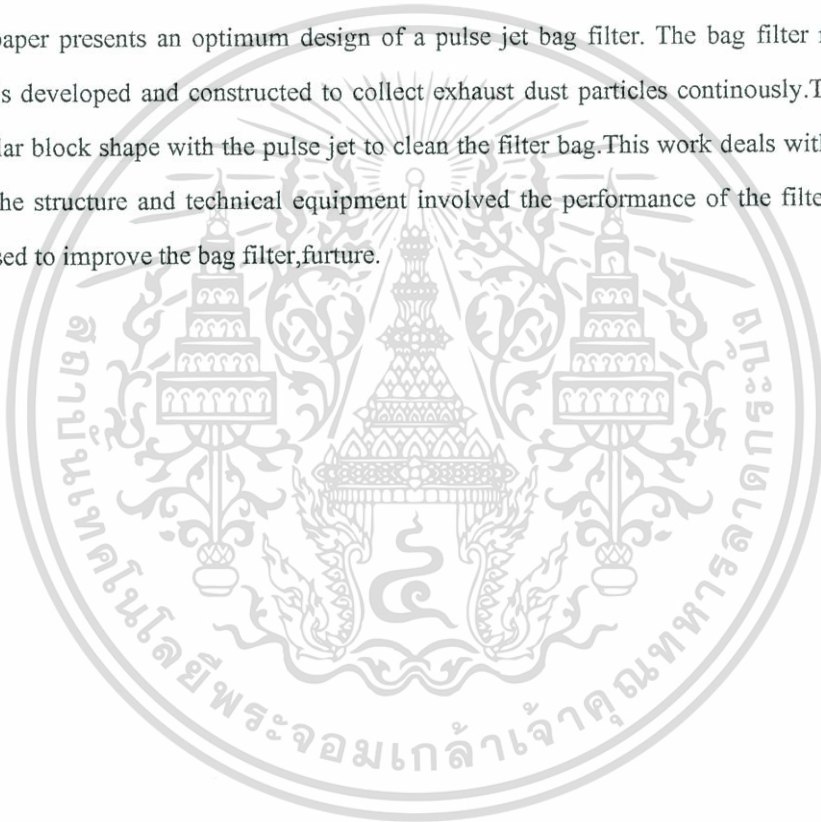
Ruengyos Arayavongkul

Wachera Malila

Assoc.Prof.Dr.Pongjet Phromwonge Advisor

ABSTRACT

The paper presents an optimum design of a pulse jet bag filter. The bag filter model in the present study is developed and constructed to collect exhaust dust particles continuously. The bag filter has a rectangular block shape with the pulse jet to clean the filter bag. This work deals with the process calculation of the structure and technical equipment involved the performance of the filter. The results obtained are used to improve the bag filter, future.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ พงษ์เจต พรหมวงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่กรุณาให้แนวความคิดและคำแนะนำต่างๆ ในการดำเนินงานอย่างดียิ่ง ทั้งในด้านข้อมูลและการแก้ปัญหาต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการจนสามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และอาจารย์ท่านอื่นๆ ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในงานด้านต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

นอกจากนี้ต้องขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และ ผู้อุปการะท่านต่างๆ ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาคำนงงบประมาณ และคอยให้กำลังใจในการศึกษาและทำปริญญานิพนธ์มาโดยตลอดสำหรับประโยชน์ที่เกิดจากการทำโครงการนี้ คณะผู้จัดทำต้องขอกล่าวขอบพระคุณทุกๆ ท่าน ทั้งที่เอ่ยนามและยังไม่ได้เอ่ยนามมา ณ โอกาสนี้อีกครั้งหนึ่ง

พรเทพ กัทพะสุต
เรืองยศ อารยวงษ์กุล
วชิระ มติลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 วิธีการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	
2.1 หลักการทั่วไปเกี่ยวกับการไหลของอากาศ	3
2.2 มลสาร	3
2.3 การควบคุมมลสาร	3
2.4 เครื่องกรองฝุ่นแบบแรงโน้มถ่วง	4
2.5 เครื่องกรองฝุ่นแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	5
2.6 เครื่องกรองฝุ่นแบบสกรับเบอร์	7
2.7 เครื่องกรองฝุ่นแบบใช้ไฟฟ้า	12
2.8 เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง	15
บทที่ 3 เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง	
3.1 ลักษณะของเครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง	17
3.2 กลไกในการกรองฝุ่น	17
3.3 ข้อดีและข้อเสียของเครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง	18
3.4 การใช้เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรองในโรงงานอุตสาหกรรม	19
3.5 การกำจัดฝุ่นหยาบ	19
3.6 การกำจัดฝุ่นละเอียด	21
3.7 ความดันสูญเสียในถุงกรอง	21
3.8 อัตราส่วนลมที่ผ่านถุงกรอง (Air-to-cloth Ratio : A/C)	22
3.9 โครงสร้างของเส้นใย (Fiber Construction)	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10	ถุงกรองฝุ่นและการกรองฝุ่น	24
3.11	การทำความสะอาด (Cleaning)	25
3.12	ข้อดีและข้อเสียของวิธีการทำความสะอาดด้วยวิธียิงลม	28
3.13	หลักการทํางานของเครื่องกรองฝุ่นแบบใช้ลมยิง (Pulse Jet) ที่ได้จัดสร้าง	29
บทที่ 4 การออกแบบและการคำนวณ		
4.1	การออกแบบและการคำนวณ	30
4.2	การประกอบถุงกรอง	46
บทที่ 5 การทดลอง		
5.1	วิธีการทดลอง	47
5.2	ผลการทดลอง	51
5.3	ผลการกรองฝุ่น	59
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง		
บรรณานุกรม		62
ภาคผนวก		63



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
3.1 แสดงผลการทดสอบหาค่าความเร็วของอากาศที่ทำให้อนุภาคหยุดการเคลื่อนที่	19
3.2 อัตราส่วนลมที่ผ่านถุงกรองที่เหมาะสมสำหรับระบบการทำความสะอาดต่างๆ	23
3.3 ค่าความเร็วในการกรองฝุ่นที่เหมาะสมสำหรับระบบการทำความสะอาดต่างๆ	23
3.4 แสดงแนวทางการเลือกใช้ถุงกรองฝุ่น	25
5.1 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อไม่มีการยิงลมทำความสะอาดถุงกรอง	51
5.2 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดถุงกรอง 5 วินาที/ครั้ง	52
5.3 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดถุงกรอง 10 วินาที/ครั้ง	53
5.4 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดถุงกรอง 15 วินาที/ครั้ง	54
5.5 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดถุงกรอง 30 วินาที/ครั้ง	55
5.6 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดถุงกรอง 45 วินาที/ครั้ง	56
5.7 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดถุงกรอง 58 วินาที/ครั้ง	57
5.8 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดถุงกรอง 120 วินาที/ครั้ง	58
5.9 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพของการกรองฝุ่น	59



สารบัญญภาพ

รูปที่	หน้าที่
2.1 แสดงห้องตกตะกอนในเครื่องกรองฝุ่นแบบแรงโน้มถ่วง	4
2.2 แสดงการเคลื่อนที่ของอนุภาคและแนวการเคลื่อนที่ของก๊าซ	6
2.3 รูปแบบมาตรฐานของไซโคลอน	6
2.4 การทำงานของไซโคลอน	7
2.5 แสดงกระบวนการกระทบด้วยแรงเฉื่อย(Impaction)	8
2.6 แสดงกระบวนการสกัดกั้น(Interception)	8
2.7 แสดงกระบวนการการแพร่(Diffusion)	9
2.8 ส่วนประกอบของ Venturi scrubbers	9
2.9 Multiple throat Venturi	10
2.10 Mechanically aided scrubbers	10
2.11 Pump aided scrubbers	11
2.12 Wetted filter scrubbers	11
2.13 Tray or Sieve scrubbers	12
2.14 รูปแบบมาตรฐานของเครื่องกรองฝุ่นแบบใช้ไฟฟ้า	13
2.15 หลักการทำงานของเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตย์	13
2.16 กระบวนการของการตกตะกอนด้วยวิธีไฟฟ้าสถิตย์	14
2.17 การเคลื่อนที่ของอนุภาคในเครื่องตกตะกอนโดยใช้ไฟฟ้า	15
2.18 แสดงลักษณะทั่วไปของเครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง	16
3.1 แสดงชั้นฝุ่นปฐมภูมิที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการกรอง	17
3.2 แสดงแสดงความสัมพันธ์ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาคและค่าความเร็วที่ทำให้อนุภาคหยุดการเคลื่อนที่	20
3.3 การเกิดชั้นฝุ่นปฐมภูมิของ เส้นใยแบบถัก (Woven)	24
3.4 การเกิดชั้นฝุ่นปฐมภูมิของ เส้นใยแบบสานอัด (Felt)	24
3.5 เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรองที่ใช้วิธีการทำความสะอาดแบบเขย่า	26
3.6 เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรองที่ใช้วิธีการทำความสะอาดแบบใช้ลมเป่าแบบย้อน	27
3.7 เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรองที่ใช้วิธีการทำความสะอาดแบบใช้ลมยิง	28
3.8 แสดงค่าความดันตกที่สัมพันธ์กับเวลาในการกรองฝุ่นของถุงกรองฝุ่น 3 ชนิด	28
3.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความดันตกที่เกิดขึ้น เมื่อมีการทำความสะอาดถุงกรองฝุ่น	28
3.10 แสดงอัตราการไหลของอากาศผ่านถุงกรองฝุ่น	29
3.11 การกำจัดฝุ่นออกจากถุงกรองฝุ่นโดยใช้ลมยิง	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่	หน้าที่
4.1 ภาพรวมเครื่องกรองฝุ่นแบบสามมิติ	30
4.2 ภาพรวมเครื่องกรองฝุ่นแบบสองมิติ	30
4.3 ภาพรวมเครื่องกรองฝุ่นแสดงตำแหน่งฝาปิด	31
4.4 แสดงภาพทรง	32
4.5 ตัวถังส่วนบน	33
4.6 ฝากันตัวถังส่วนบนและส่วนล่าง	34
4.7 ตัวถังส่วนล่าง	34
4.8 ชุดโรตารี (Rotary Feeder)	35
4.9 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)	36
4.10 ชุดमानอมิเตอร์ (Manometer)	37
4.11 เพลาสั่งกำลัง	38
4.12 ปี่ลม	39
4.13 พัดลมดูด (Blower)	39
4.14 ตำแหน่งของอุปกรณ์ในกล่องควบคุม	41
4.15 กล่องควบคุม	41
4.16 ถุงกรองฝุ่นชนิด โพลีเอสเตอร์ (Polyester)	42
4.17 ถุงกรองฝุ่นชนิด โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)	43
4.18 ถุงกรองฝุ่นชนิด โพลีอาราไมด์ (Polyaramid)	44
4.19 ถุงกรองฝุ่นชนิด โค-โพลีอิมิด (Co-polyimide)	45
4.20 การประกอบถุงกรอง	46
5.1 แสดงตำแหน่งของฝุ่นที่ตกค้างอยู่ในตัวถัง	48
5.2 แสดงภาพฝุ่นชนิดก่อนการทดลอง	48
5.3 แสดงภาพฝุ่นชนิดดูดไม่ขึ้น	49
5.4 แสดงภาพฝุ่นชนิดถูกนำออกมาระหว่างการทดลอง	49
5.5 แสดงภาพฝุ่นชนิดฝุ่นละเอียดที่ติดอยู่รอบถุงกรอง	50
5.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันเมื่อ ไม่มีการยิงลมทำความสะอาดถุงกรอง	51
5.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันที่ อัตราการยิงลม 5 วินาที/ครั้ง	52
5.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันที่ อัตราการยิงลม 10 วินาที/ครั้ง	53
5.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันที่ อัตราการยิงลม 15 วินาที/ครั้ง	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่	หน้าที่
5.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันที่ อัตราการบิน 30 วินาที/ครั้ง	55
5.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันที่ อัตราการบิน 45 วินาที/ครั้ง	56
5.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันที่ อัตราการบิน 58 วินาที/ครั้ง	57
5.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันที่ อัตราการบิน 120 วินาที/ครั้ง	58
5.14 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพของระบบที่เปลี่ยนไปของตุกรองฝุ่นแต่ละชนิด	60
5.15 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพของตุกรองฝุ่นที่เปลี่ยนไปของตุกรองฝุ่นแต่ละชนิด	60



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัจจุบันในวงการอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น โรงงานแป้งมันสำปะหลัง , โรงงานผลิตปุ๋ยเคมี , โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิก , โรงสีข้าว และ โรงงานต่างๆอีกมากมาย ซึ่งในกระบวนการผลิตจะมีฝุ่นละอองและอนุภาคขนาดเล็กรวมทั้งก๊าซพิษเกิดขึ้นในโรงงานและฟุ้งกระจายในบรรยากาศ ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์อันจะก่อให้เกิดปัญหาทั้งสุขภาพกายและสุขภาพจิตตามมา จึงจำเป็นต้องมีการป้องกันและบำบัดอากาศก่อนปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปแล้ววิธีการบำบัดอากาศที่มีฝุ่นปะปนอยู่นั้นจะใช้เครื่องกรองฝุ่นแบบต่างๆ ซึ่งมรจัดความสามารถในการบำบัดแตกต่างกันออกไป

เครื่องกรองฝุ่นหรือเครื่องเก็บฝุ่นที่ใช้กัน โดยทั่วไปได้แก่ เครื่องเก็บฝุ่นแบบใช้แรงโน้มถ่วง, เครื่องเก็บฝุ่นแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง, เครื่องเก็บฝุ่นแบบสกรับเบอร์แบบเปียก, เครื่องเก็บฝุ่นแบบใช้ไฟฟ้า, เครื่องเก็บฝุ่นแบบตุ้กรอง ในที่นี้จะเลือกศึกษาเครื่องกรองฝุ่นแบบตุ้กรอง โดยใช้วิธีการยิงลมหรือพัลส์เจต(Pulse-jet) ในการทำความสะอาดตุ้กรอง เนื่องจากมีความสามารถในการเก็บอนุภาคขนาดเล็กมากๆ ได้ดี และมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดฝุ่น การออกแบบอุปกรณ์การทดลองได้จำลองแบบมาจากเครื่องกรองฝุ่นที่ใช้งานจริงเป็นต้นแบบ และตัดแปลงให้สามารถเปลี่ยนค่าตัวแปรต่างๆ ได้ตามที่ต้องการศึกษา

การศึกษาสมรรถนะของเครื่องกรองมีเกณฑ์การตัดสินใจอย่างน้อย 3 ค่าคือ ค่าความดันสูญเสีย (Preddure drop), ประสิทธิภาพในการเก็บฝุ่น(Efficiency) และอายุการใช้งาน(Lifetime) ซึ่งค่าความดันสูญเสียจะแสดงในหน่วยของมิลลิเมตรของน้ำ(mmH₂O) การทราบค่าความดันสูญเสียจะทำให้สามารถเลือกกำลังม้าของ Blower หรือ Fan ที่เหมาะสมได้ ส่วนประสิทธิภาพในการเก็บฝุ่นซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการประเมินสมรรถนะของเครื่องกรองจะแสดงในรูปของเปอร์เซ็นต์ระหว่างมวลของฝุ่นที่เครื่องกรองได้ กับมวลของฝุ่นที่ผ่านเข้าสู่เครื่องกรอง ส่วนอายุการใช้งานจะมีความสำคัญในแง่เศรษฐศาสตร์ ถ้าหากอายุการใช้งานไม่ยาวนานแล้วก็จะไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน และค่าใช้จ่ายสำหรับการบำรุงรักษาในระยะยาวอีกด้วย

วัสดุที่เหมาะสมจะนำมาใช้ทำตุ้กรองจะทำมาจากเส้นใยประเภทต่างๆ ซึ่งมีทั้งเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์โดยมีคุณสมบัติต่างๆกัน การเลือกใช้วัสดุกรองจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติในการเก็บอนุภาค, ค่าใช้จ่ายและการดูแลรักษา

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องกรองฝุ่นแบบตุ้กรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.2.2 เพื่อศึกษาหาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการกรองฝุ่นแบบสูงกรอง
- 1.2.3 เพื่อศึกษาถึงข้อมูลและปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลองในเครื่องกรองฝุ่นขนาดจำลอง เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการออกแบบเครื่องกรองฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ต่อไป

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในการวิจัยนี้เราจะควบคุมตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพได้แก่

- 1.3.1 อัตราการไหลของฝุ่นที่เข้าเครื่องกรอง($Q, m^3/s$)
- 1.3.2 ความเร็วของอากาศที่เข้าเครื่องกรอง($V, m/s$)
- 1.3.3 พื้นที่ผิวของการกรอง(A, m^2)
- 1.3.4 ปริมาณฝุ่น(g)
- 1.3.5 ชนิดของฝุ่น(รำข้าว)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 สามารถนำเครื่องต้นแบบการกำจัดฝุ่นแบบสูงกรองที่ใช้การทำความสะอาดสูงกรองแบบยิงลม มาใช้งานได้จริง
- 1.4.2 สามารถเข้าใจถึงลักษณะการทำงานของเครื่องกำจัดฝุ่นแบบสูงกรองที่ใช้การทำความสะอาดสูงกรองแบบยิงลม
- 1.4.3 เป็นการฝึกการแก้ปัญหาต่างๆ ในการทำงานจริง

1.5 วิธีการดำเนินงาน

- 1.5.1 ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับระบบการกำจัดฝุ่นด้วยวิธีต่างๆ
- 1.5.2 ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับระบบการกำจัดฝุ่นแบบสูงกรอง
- 1.5.3 ออกแบบเครื่องกรองฝุ่นแบบสูงกรองที่ใช้การทำความสะอาดสูงกรองแบบยิงลม
- 1.5.4 ดำเนินการสร้างเครื่องกรองฝุ่นแบบสูงกรองที่ใช้การทำความสะอาดสูงกรองแบบยิงลม
- 1.5.5 ทำการทดลองเพื่อหาค่าต่างๆ ตามที่ต้องการ
- 1.5.6 จัดทำรายงาน สรุปผลการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 หลักการทั่วไปเกี่ยวกับการไหลของอากาศ

ปริมาณของไหลที่ไหลผ่านหน้าตัดใดๆ ในหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่า “อัตราการไหล” เราสามารถบอกอัตราการไหลในหน่วยต่างๆ เช่น m^3/s , ลิตร/นาที

การไหลของอากาศระหว่างจุดสองจุดเกิดเนื่องมาจากความดันที่แตกต่างกันระหว่างสองจุด(Q) และความเร็วของการไหล(V) จะสัมพันธ์กันตามสมการ

$$Q = AV$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลของอากาศ มีหน่วยเป็น m^3/s

A = พื้นที่หน้าตัดที่อากาศไหลผ่าน มีหน่วยเป็น m^2

V = ความเร็วของอากาศ มีหน่วยเป็น m/s

สมการนี้สามารถใช้อธิบายทุกสถานะของการไหลของอากาศ

2.2 มลสาร

มลสาร คืออนุภาคของสสารที่เจือปนอยู่ในอากาศ, ในดิน, ในน้ำ เช่น ฝุ่นที่แขวนลอยอยู่ในปล่องควันที่เกิดจากการเผาไหม้ ฝุ่นที่แขวนลอยอยู่ในอากาศจากการบดหินหรือการย่อยหิน อนุภาคของฝุ่นลิกไนต์ที่ปนไปกับน้ำเป็นต้น

2.3 การควบคุมมลสาร

การควบคุมอนุภาคมลสารที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ อาจทำได้โดยใช้เชื้อเพลิงที่ให้อนุภาคมลสารน้อย และทำความสะอาดอากาศเสีย การทำความสะอาดอากาศเสียเป็นวิธีที่ใช้กันอยู่ทั่วไป การออกแบบเครื่องมือที่ใช้แยกอนุภาคมลสารออกจากอากาศเสีย ใช้ข้อดีจากคุณสมบัติทางฟิสิกส์ เคมี หรือไฟฟ้าของอนุภาคนั้น เครื่องมือที่ใช้แยกอนุภาคมลสารที่มากับอากาศหรือฝุ่นที่มากับอากาศมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 5 ประเภท ได้แก่

- 1) เครื่องกรองฝุ่นแบบแรงโน้มถ่วง
- 2) เครื่องกรองฝุ่นแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
- 3) เครื่องกรองฝุ่นแบบสครับเบอร์แบบเปียก
- 4) เครื่องกรองฝุ่นแบบใช้ไฟฟ้า
- 5) เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง

การเลือกเครื่องมือเก็บอนุภาคมลสารขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้คือ ประสิทธิภาพที่ต้องการซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราที่ยอมให้ปล่อยอนุภาคมลสารออกสู่บรรยากาศ คุณสมบัติของก๊าซที่อนุภาคมลสารอยู่ เช่น ชนิด อัตราการไหล อุณหภูมิ เป็นต้น คุณสมบัติของอนุภาคมลสาร เช่น ลักษณะ ความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระจายขนาดและน้ำหนักเป็น ต้น และลักษณะการทำงาน การก่อสร้าง ราคาของเครื่องมือเก็บอนุภาค
มลสารนั้นๆ

ขั้นแรกของการเลือกระบบควบคุมอนุภาคที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

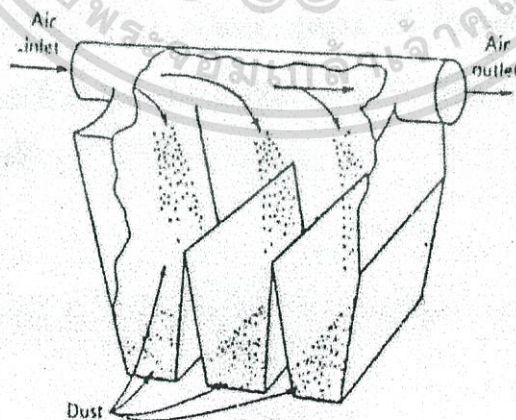
- 1) ความเข้มข้นของอนุภาคมลสารในกระแสก๊าซ(gas stream) ที่ต้องการ
- 2) การกระจายของอนุภาคมลสารที่ต้องการแยก
- 3) อัตราการไหลของก๊าซ
- 4) อัตราที่ยอมให้ปล่อยอนุภาคมลสารออกสู่บรรยากาศ

จากข้อมูลนี้ทำให้สามารถเลือกระบบต่างๆ ที่สามารถแยกอนุภาคมลสารได้ประสิทธิภาพตามที่
ต้องการที่อัตราการไหลของก๊าซที่กำหนดให้ ขั้นสุดท้ายก็พิจารณาเปรียบเทียบค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายใน
การทำงานของระบบต่างๆ ที่คิดไว้ แล้วเลือกระบบที่ประหยัดที่สุด

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของเครื่องมือได้แก่ ความดันที่หายไป เครื่องมือกำจัด
มลสาร กำลังที่ต้องการ และปริมาณของเหลวที่ต้องการ(ถ้าใช้ระบบกำจัดอนุภาคมลสารแบบเปียก)
เป็นต้น

2.4 เครื่องกรองฝุ่นแบบแรงโน้มถ่วง

เป็นอุปกรณ์สำหรับแยกหรือกรองอนุภาคฝุ่น โดยอาศัยการตกตัวตามธรรมชาติของอนุภาค
เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก โดยเมื่ออากาศผสมฝุ่นไหลผ่านห้องตกตะกอนดังแสดงในรูปที่ 2.1 อนุภาค
ฝุ่นในอากาศก็จะตกลงสู่พื้นห้องโดยแรงโน้มถ่วงของโลก ความเร็วของอากาศที่ผ่านห้องตกตะกอนนั้น
จะต้องต่ำพอที่จะไม่กววนตะกอนที่ตกแล้วให้ฟุ้งขึ้นมาอีก การลดความเร็วของอากาศเข้า ทำได้โดยการ
ขยายท่อเข้าห้องตกตะกอนออก



รูปที่ 2.1 แสดงห้องตกตะกอนในเครื่องกรองฝุ่นแบบแรงโน้มถ่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางปฏิบัติ ห้องตกตะกอนนี้เหมาะที่จะแยกอนุภาคมลสารที่มีขนาดใหญ่กว่า 50 ไมครอน เนื่องจากขีดจำกัดเกี่ยวกับความยาวของห้องเพราะอนุภาคที่เล็กกว่า 50 ไมครอน ประสิทธิภาพการแยกจะต่ำจึงต้องการห้องที่ยาวมากขึ้นไป ห้องตกตะกอนนี้เหมาะที่จะใช้เป็นตัวทำความสะอาดชั้นแรกเพื่อแยกอนุภาคมลสารที่มีขนาดใหญ่ๆ ก่อนที่จะผ่านกระแสน้ำเข้าเครื่องกรองฝุ่นชนิดอื่นที่มีความละเอียดกว่า เพื่อลดการสึกกร่อน ห้องตกตะกอนนี้มีความดันลดน้อยมาก น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรของน้ำ

ข้อดีและข้อเสียของเครื่องกรองฝุ่นแบบแรงโน้มถ่วง

ข้อดี

- 1) ก่อสร้างง่าย
- 2) ค่าใช้จ่ายในการสร้างต่ำ
- 3) ค่าบำรุงรักษาต่ำ
- 4) เก็บอนุภาคโดยไม่ต้องใช้น้ำ
- 5) มีความเชื่อถือได้สูง

ข้อเสีย

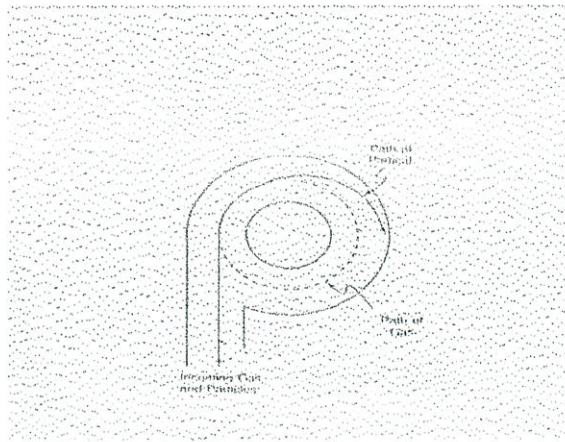
- 1) มีขนาดใหญ่ ต้องการเนื้อที่มาก
- 2) ประสิทธิภาพการเก็บต่ำ
- 3) เก็บอนุภาคขนาดเล็กได้ไม่ดี

2.5 เครื่องกรองฝุ่นแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

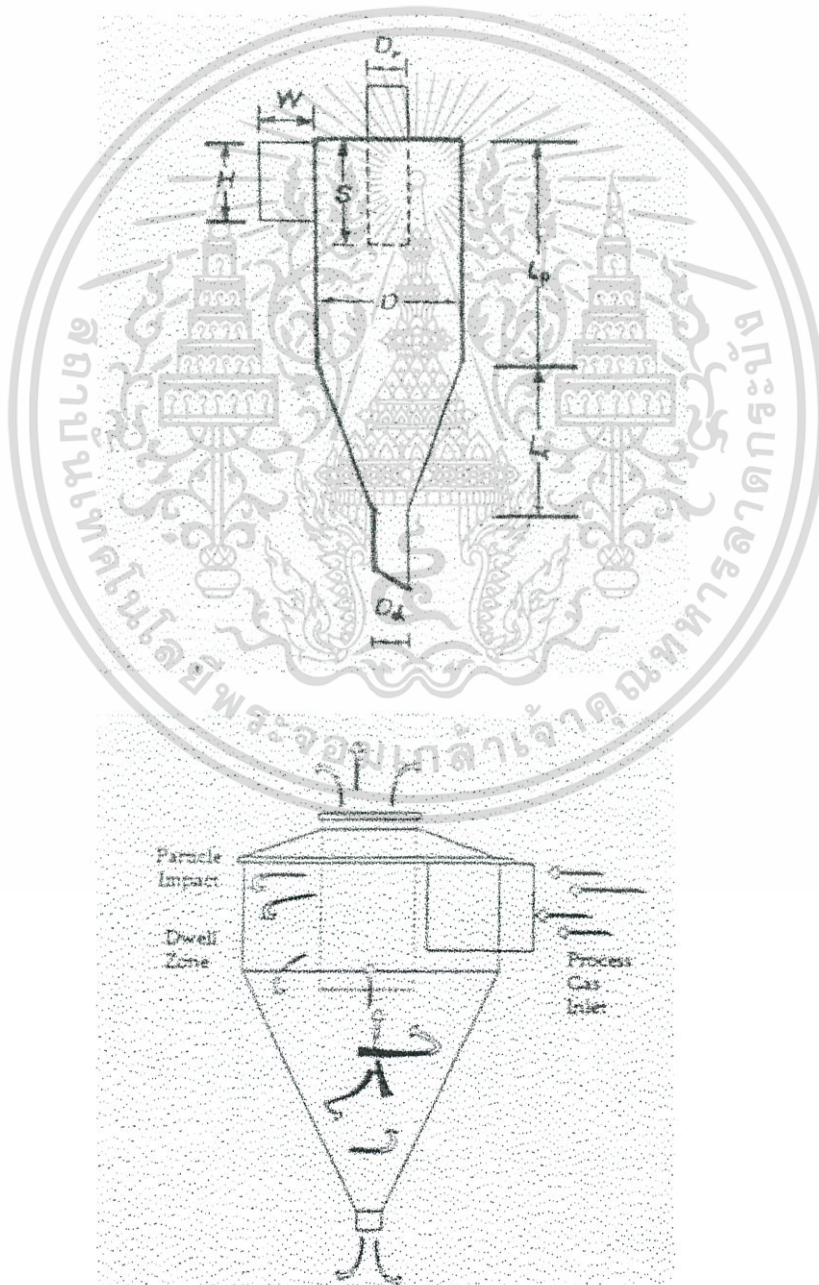
เป็นอุปกรณ์สำหรับแยกหรือกรองอนุภาคมลสาร โดยใช้แรงหนีศูนย์กลางเป็นกลไกในการเก็บอนุภาค โดยอากาศสกปรกจะถูกทำให้ให้เกิดการไหลหมุนวนในเครื่องกรองฝุ่นแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เพื่อแยกอนุภาคออกจากกระแสก๊าซโดยอาศัยแรงหนีศูนย์กลางที่กระทำต่ออนุภาคที่มีความเฉื่อยและโมเมนตัม เครื่องกรองแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ แบบไซโคลน(Cyclone type) และแบบหมุน(Rotary type) โดยทั่วไปจะนิยมใช้แบบไซโคลน

ลักษณะการไหลการไหลของอากาศในไซโคลน โดยทั่วไปมีทั้งการไหลแบบวอร์เท็กซ์(vortex) และการไหลวนธรรมดา(eddy flow) การเคลื่อนที่แบบวอร์เท็กซ์ เป็นการเคลื่อนที่ขึ้นลงของอากาศในแนวเส้นรอบวง ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญในการกรองฝุ่น

ทิศทางการไหลเข้าของอากาศมีทั้งไหลเข้าในแนวสัมผัสและไหลเข้าในแนวแกน โดยอนุภาคของฝุ่นที่ปะปนอยู่ในกระแสอากาศ จะถูกเป่าให้เข้ามาภายในไซโคลน และเนื่องจากรูปร่างของไซโคลนจะทำให้เกิดแรงเหวี่ยงออกจากศูนย์กลางขึ้นกับอนุภาค ทำให้อนุภาคหลุดออกจากกระแสอากาศ ดังรูปที่ 2.2



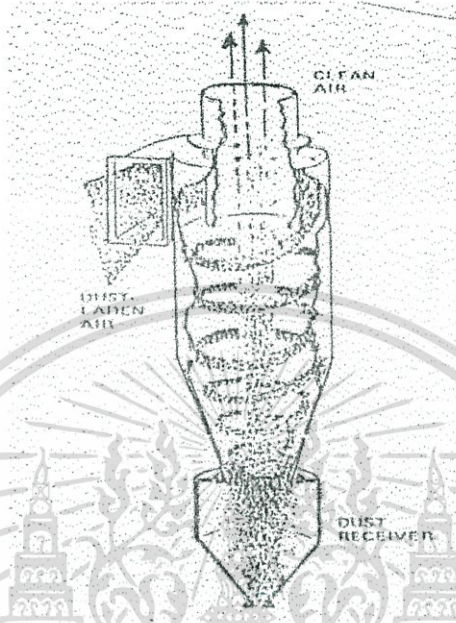
รูปที่ 2.2 การเคลื่อนที่ของอนุภาคและแนวการเคลื่อนที่ของก๊าซ



รูปที่ 2.3 รูปแบบมาตรฐานของไซโคลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสอากาศที่ถูกเป่าเข้ามาทางด้านบนของไซโคลนหมุนเป็นลมวนลงสู่ด้านล่างจนกระแสอากาศมาถึงตรงส่วนกรวย ซึ่งเส้นผ่านศูนย์กลางของไซโคลนค่อยๆ ลดลงจึงเปรียบเสมือนว่ากรวยเป็นตัวกวาดฝุ่นที่หลุดออกจากกระแสอากาศแล้วตกลงสู่ถังเก็บฝุ่น(Dust Receiver) ซึ่งอยู่ที่ปลายกรวย ส่วนอากาศก็จะไหลเป็นเส้นตรงสู่ด้านบนตรงส่วนกลางของไซโคลนดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การทำงานของไซโคลน

โดยทั่วไปไซโคลนมีโครงสร้างที่ง่ายและราคาถูก สามารถกรองอนุภาคได้ดีเมื่อขนาดของอนุภาคมีค่ามากขึ้น นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมในฐานะเครื่องกรองฝุ่นตัวเดียว หรือในฐานะเครื่องกรองฝุ่นด้านหน้าของตู้กรองหรือเครื่องตกตะกอนทางไฟฟ้า

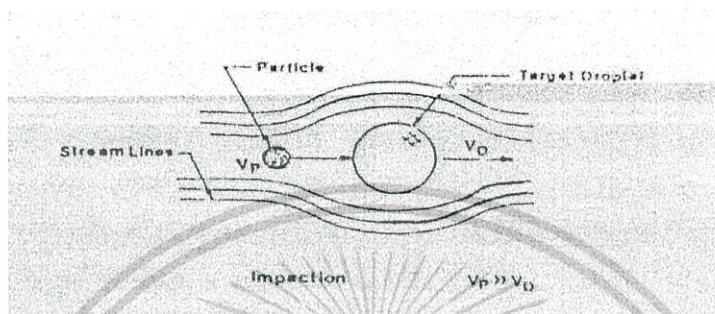
2.6 เครื่องกรองฝุ่นแบบสกรับเบอร์

เป็นเครื่องกรองอนุภาคแบบเปียกในการกำจัดมลสารทั้งในสภาวะก๊าซ ไอ และอนุภาค ออกจากก๊าซทั้ง โดยอาศัยหยดของเหลว หรือฟิล์มของเหลวซึ่ง โดยปกติแล้วจะใช้น้ำเป็นตัวจับอนุภาคหรือฝุ่น เพื่อเพิ่มขนาดของอนุภาค ซึ่งในการเพิ่มขนาดของอนุภาคจะทำให้ขนาดของมลสารเพิ่มขึ้น และช่วยให้การแยกอนุภาคจากกระแสอากาศง่ายขึ้น ของเหลวหรือน้ำจะถูกฉีดให้เป็นละอองเพื่อช่วยให้การสัมผัสระหว่างอนุภาคฝุ่นกับน้ำดีขึ้น การทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ การเก็บมลสารด้านของเหลวที่ใช้สกรับ และการแยกของเหลวที่ใช้สกรับออกจากกระแสก๊าซ เนื่องจากใช้ของเหลวเป็นตัวกลางในการเก็บมลสาร จึงสามารถใช้น้ำบำบัดก๊าซทิ้งที่อุณหภูมิสูงได้

กลไกที่มีบทบาทในการจับอนุภาคในเครื่องกรองแบบสกรับเบอร์มีตั้งแต่ การกระทบด้วยแรงเฉื่อย(Impaction), การสกัดกั้น(Interception), การแพร่(Diffusion) ส่วนกลไกของการถ่ายเทมวลระหว่างมลสารก๊าซและของเหลวก็คือ การแพร่ของมลสารก๊าซจากที่มีความเข้มข้นสูงไปยังที่มีความเข้มข้นต่ำ มลสารก๊าซที่แพร่ไปถึงหยดหรือฟิล์มของของเหลวจะถูกดูดกลืนเชิงเคมีโดยของเหลวอย่างรวดเร็ว ถ้าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

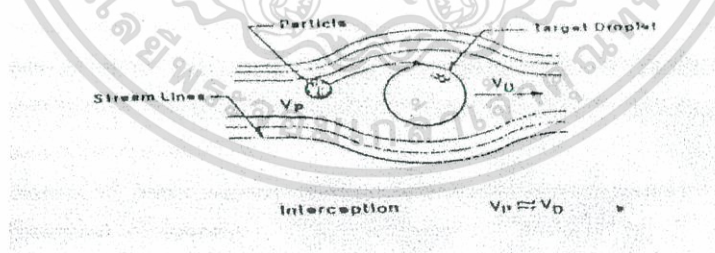
เลือกใช้ของเหลวอย่างเหมาะสมกับมลสารก๊าซที่ต้องการกำจัด ดังนั้นกลไกของการแพร่จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่กำหนดประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารก๊าซในเครื่องสครับเบอร์

2.6.1 การกระทบด้วยแรงเฉื่อย(Impaction) เกิดจากการกระทบโดยตรงของอนุภาคกับละออง ซึ่งโดยส่วนใหญ่การจับจะเกิดด้วยกระบวนการนี้ การกระทบนี้จะเกิดเมื่อความเร็วของอนุภาค(V_p) มากกว่าความเร็วของละออง(V_d) มากๆ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงกระบวนการกระทบด้วยแรงเฉื่อย(Impaction)

2.6.2 การสกัดกัน(Interception) เป็นการขัดขวางอนุภาคไว้โดยละออง ซึ่งดูเหมือนว่าอนุภาคเข้าไปใกล้ละอองและติดกันไป ในกรณีนี้ความเร็วของอนุภาค(V_p) ใกล้เคียงกับความเร็วของละออง(V_d) ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงกระบวนการสกัดกัน(Interception)

2.6.3 การแพร่(Diffusion) เป็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคขนาดเล็กๆ รอบๆ ละอองน้ำจนกระทั่งเข้าไปใกล้เพียงพอที่จะจับอนุภาคไว้ได้ ในกรณีนี้ความเร็วของอนุภาค(V_p) ใกล้เคียงกับความเร็วของละออง(V_d) ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



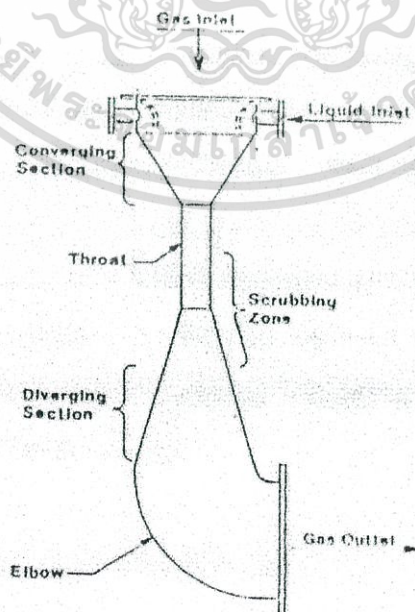
รูปที่ 2.7 แสดงกระบวนการแพร่(Diffusion)

ในการสร้างเครื่องกรองฝุ่นแบบสครับเบอร์แบบเป็ยก จุดสำคัญที่จะเพิ่มประสิทธิภาพ คือ ออกแบบเครื่องให้มีโอกาสที่ละอองจะจับอนุภาคให้ได้มากที่สุด ซึ่งวิธีที่ถูกนำมาใช้มีหลายวิธี เช่นการทำให้เครื่องมีลักษณะเป็นคอคอด , การใช้งานหมุนเพื่อกระจายละอองน้ำหรือการใช้สเปรย์แรงดันสูง ชนิดของเครื่องเก็บอนุภาคแบบเป็ยก สามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภทที่สำคัญได้แก่

1) Venturi scrubbers

ลักษณะของเครื่องเก็บอนุภาคแบบเป็ยกชนิดนี้แสดงไว้ในรูปที่ 2.8 ซึ่งจะมีส่วนประกอบหลักๆ คือส่วนทางเข้าหรือ Converging section และส่วนค่อไปซึ่งอยู่ถัดไปเล็กน้อย ส่วนนี้เรียกว่า Throat ส่วนต่อไปเป็นส่วนที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ๆ ขึ้น เรียกว่า Diverging section หรือ Velocity pressure recovery zone

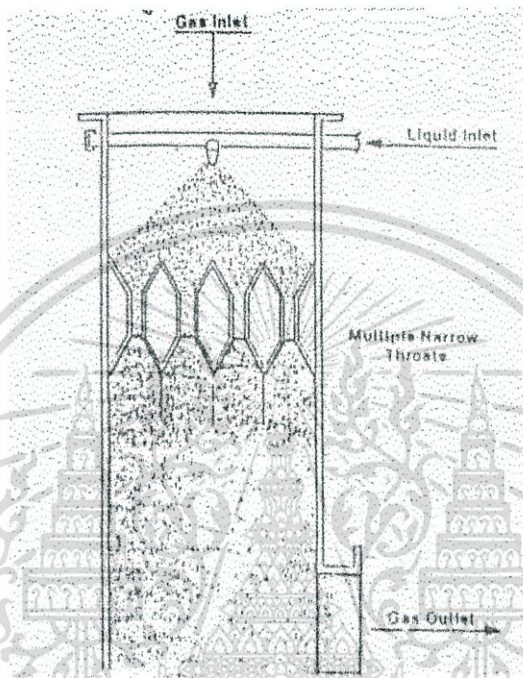
ใน Venturi ค่า static pressure ของก๊าซจะถูกแปลงเป็น Velocity pressure เมื่อก๊าซเคลื่อนที่ผ่านส่วนที่เป็นคอคอด หรือ Throat



รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของ Venturi scrubbers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

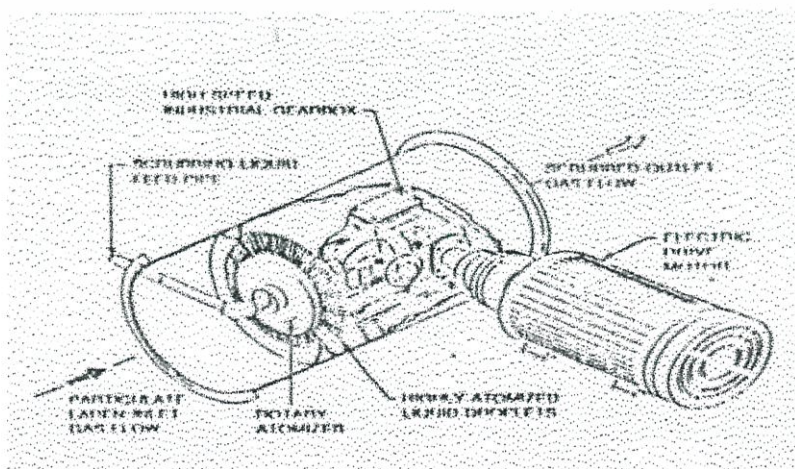
เพื่อประสิทธิภาพที่สูงเราต้องทำให้ค่าระหว่างละอองน้ำกับอนุภาคให้มีค่าน้อยที่สุด ดังนั้นจึงต้องทำการเร่งก๊าซที่เข้ามาให้มีความเร็วสูง, ทำให้ของเหลวที่ใช้เป็นละอองให้ละเอียดมากที่สุด และให้มีส่วนที่เป็นคอคอดหรือ Throat เพื่อเพิ่มโอกาสที่อนุภาคฝุ่นจะถูกจับโดยละอองน้ำ ส่วนมากค่าความกว้างของคอคอดหรือ Throat ที่ใช้จะมีค่าต่ำกว่าประมาณ 15 เซนติเมตร หรือจะทำให้คอคอดหรือ Throat มีหลายอัน แต่ขนาดเล็กดังแสดงในรูปที่ 2.9 ซึ่งความกว้างของคอคอดหรือ Throat มีค่า 3 เซนติเมตร เพื่อเป็นการลดปริมาณอนุภาคที่หลุดรอดโดยไม่ถูกละอองน้ำจับ



รูปที่ 2.9 Multiple throat Venturi

1) Mechanically aided scrubbers

ลักษณะของเครื่องแสดงไว้ในรูปที่ 2.10 ในวิธีการกระจายของละอองน้ำ ทำได้โดยการหมุนจาน(Disk) หรือใบพัด ซึ่งมีลักษณะดังในรูปของเหลวจะถูกฉีดให้เข้าสู่จานหมุน ซึ่งจานหมุนก็จะทำให้เกิดการกระจายของน้ำกลายเป็นฝอย ซึ่งวิธีนี้จะแตกต่างกับ Venturi ตรงการกระจายละอองน้ำเท่านั้น ส่วนอื่นจะมีลักษณะคล้ายกัน ข่หน้าตัดที่อคือ เป็นวิธีที่สร้างง่าย

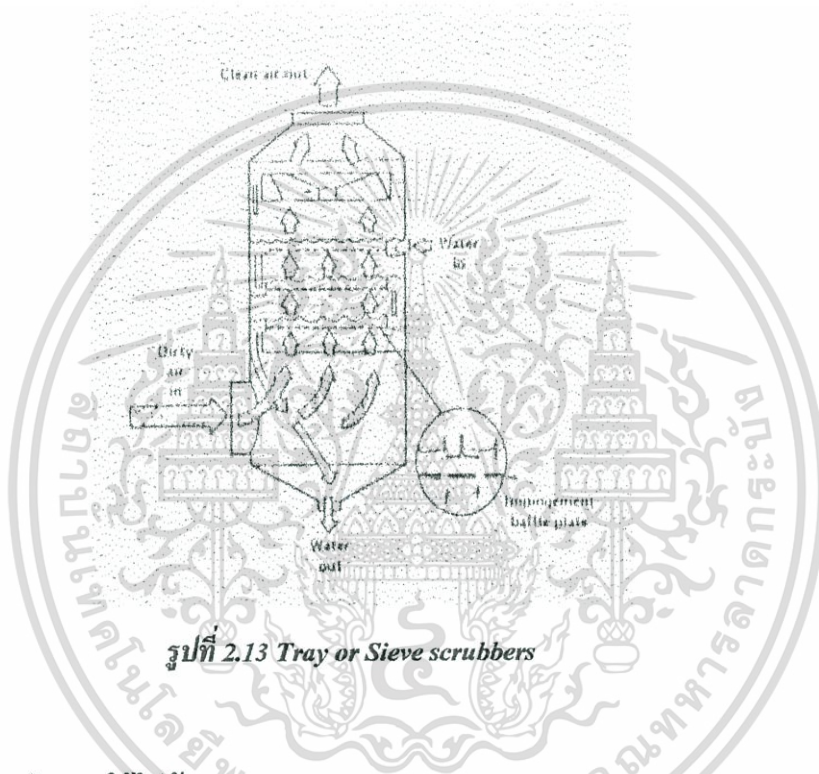


รูปที่ 2.10 Mechanically aided scrubbers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษางานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้มีการไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และข้อมูลอื่นใดของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) Tray or Sieve scrubbers

ลักษณะของเครื่องแสดงในรูปที่ 2.13 ซึ่งจะมีทางเข้าของก๊าซด้านล่าง ค่าความดันของก๊าซที่เข้ามาจะต้องมากพอที่จะรับน้ำหนักของน้ำได้ จากรูปจะเห็นว่ามีแผ่นที่เป็นรู เรียกว่า Impingement plate ก๊าซจะถูกแรงดันทำให้ก๊าซลอยตัวสูงขึ้นออกทางรูของ plate และกลายเป็นฟองก๊าซภายในของเหลว ซึ่งอยู่เหนือ Impingement plate หลังจากนั้นฟองก๊าซก็จะลอยตัวสูงขึ้นจนเป็นก๊าซเหมือนเดิม และก็จะลอยขึ้นไปใน plate ชั้นต่อไปและต่อไป ส่วนอนุภาคก็จะถูกจับโดยของเหลวที่ไหลอยู่ และของเหลวนั้นก็ไหลออกทางด้านล่าง ส่วนอากาศก็จะลอยตัวออกทางด้านบน



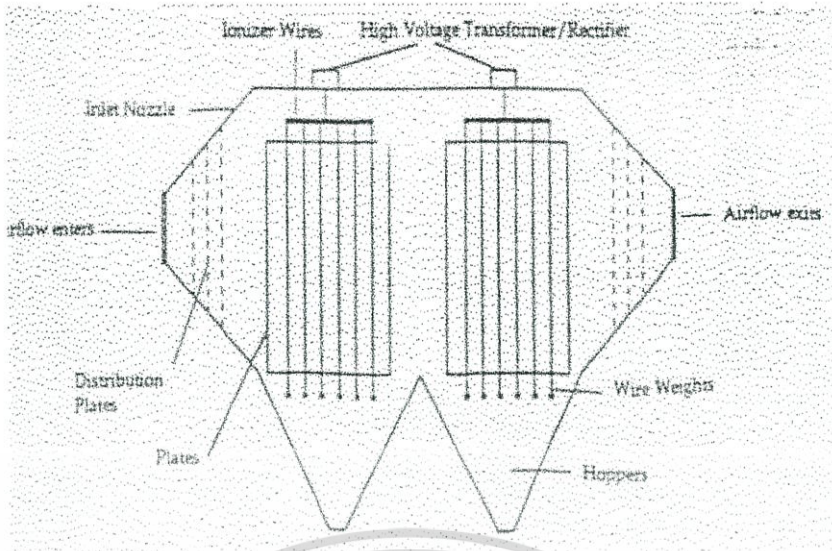
รูปที่ 2.13 Tray or Sieve scrubbers

2.7 เครื่องกรองฝุ่นแบบใช้ไฟฟ้า

คืออุปกรณ์กำจัดอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ โยอาศัยหลักการทางไฟฟ้าสถิตย์ในการกรองอนุภาคมลสารหรือฝุ่น โดยอนุภาคเคลื่อนที่ผ่านบริเวณช่องว่างระหว่างแผ่น Collecting Electrode กับ Discharge Electrode ที่มีผลต่างของแรงดันไฟฟ้าสูงมาก โดยทั่วไปประมาณ 50-70 กิโลโวลท์ ซึ่งทำให้อนุภาคของอากาศแตกตัวเป็นประจุบวกและลบ ประจุลบจะรวมตัวกับฝุ่น ซึ่งแขวนลอยอยู่ในอากาศ และอนุภาคของฝุ่นนี้ก็เคลื่อนที่ไปจับตัวบริเวณแผ่น Collecting Electrode จากนั้นจะมีชุดทำความสะอาดทางกล ที่เรียกว่าค้อนเคาะ(Rapping) เคาะทำความสะอาดอนุภาคที่เกาะอยู่ที่แผ่น Collecting Electrode ลงสู่ Hopper และลำเลียงเข้าระบบต่อไปดังแสดงในรูปที่ 2.14

ประสิทธิภาพในการกำจัดอนุภาคของสารแขวนลอยในอากาศมีค่าสูงมาก เช่นเดียวกับเครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง(Bag Filter) จึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมซีเมนต์, อุตสาหกรรมกระดาษ, อุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก เป็นต้น

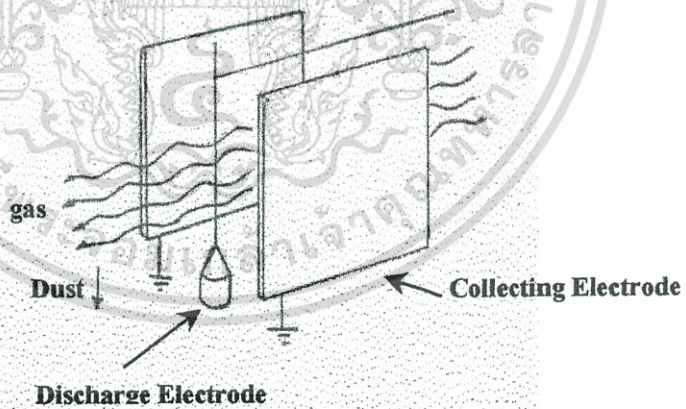
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 รูปแบบมาตรฐานของเครื่องกรองฝุ่นแบบใช้ไฟฟ้า

หลักการทำงานของเครื่องกรองอนุภาคทางไฟฟ้า แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ

- 1) การเติมประจุให้อนุภาค
- 2) การเก็บอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบนผิวเก็บที่มีศักย์เท่ากับพื้นดิน
- 3) การแยกอนุภาคที่ทับถมผิวเก็บ (Collecting Electrode)



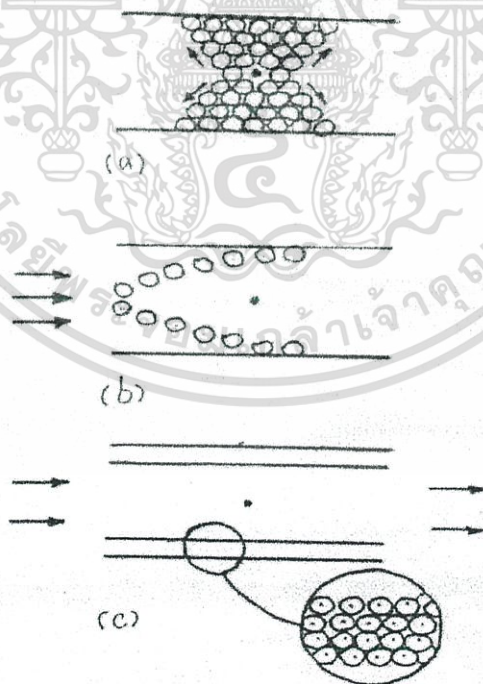
รูปที่ 2.15 หลักการทำงานของเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตย์

ในการทำงานก๊าซไหลทางแนวนอนผ่านแถวของแผ่นขั้วไฟฟ้าขนานกันตรงกลางระหว่างแผ่นขั้วไฟฟ้าแต่ละขั้วนั้น จะมีเส้นลวดที่มีแรงดันไฟฟ้าหุ้มฉนวนไว้ เมื่อความต่างศักย์ระหว่างเส้นลวดจ่ายประจุ(Discharge Electrode) มีค่ามากพอ ก๊าซที่มีอยู่ระหว่างขั้วนั้นจะแตกตัวเป็นไอออนแล้วเคลื่อนที่ไปสู่แผ่นเก็บที่ศักย์เท่ากับพื้นดิน การเคลื่อนที่ของไอออนของก๊าซเช่นนี้ เรียกว่า Electric wind

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนมากเส้นลวดถ่ายประจุจะมีศักย์ไฟฟ้าประมาณ 20-100 กิโลโวลต์ ต่ำกว่าศักย์ไฟฟ้าของดิน ที่มีความต่างศักย์นี้ อิเล็กตรอนจะถูกปล่อยออกจากเส้นลวด จะกระทบแล้วติดอยู่กับโมเลกุลของก๊าซที่อยู่ใกล้ๆ การที่โมเลกุลของก๊าซเป็นจำนวนมากแตกตัวเป็นไอออนอยู่รอบๆเส้นลวดนี้ทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Corona ซึ่งจะเห็นเป็นไอออนอยู่รอบๆเส้นลวด ไอออนที่มีประจุลบจะเคลื่อนที่สู่แผ่นเก็บดังรูปที่ 2.16 a ขณะเคลื่อนที่ไอออนจะชนกับอนุภาคแล้วทำให้อนุภาคนั้นมีประจุลบเนื่องจาก ไอออนของก๊าซมีขนาดเล็กกว่าอนุภาคที่เล็กที่สุดมากและมีจำนวนมาก อนุภาคทั้งหมดที่ผ่านจะถูกทำให้เกิดประจุไฟฟ้าแบบลบ อนุภาคที่มีประจุแบบลบนี้จะเคลื่อนที่ไปสู่แผ่นเก็บแล้วถูกยึดอยู่ที่แผ่นเก็บด้วย แรงดึงดูดไฟฟ้าสถิตย์ รูปที่ 2.16 b

อนุภาคจะจับกันเป็นชั้นบนแผ่นเก็บและค่อยๆ ถ่ายประจุลบไปสู่แผ่นเก็บเมื่อชั้นอนุภาคทับถมขึ้นเรื่อยๆ ประจุของอนุภาคที่เก็บใหม่จะต้องถ่ายผ่านชั้นของอนุภาคเก่าซึ่งมีความต้านทานของชั้นฝุ่นนี้เรียกว่า dust resistivity ขณะที่ความหนาของชั้นอนุภาคเพิ่มขึ้น อนุภาคที่อยู่ใกล้กับแผ่นเก็บมากที่สุดจะเสียประจุไปเกือบทั้งหมด ทำให้แรงดึงดูดทางไฟฟ้าระหว่างแผ่นเก็บกับอนุภาคเหล่านี้อ่อนลง แต่อนุภาคใหม่ที่อยู่ด้านนอกของชั้นอนุภาคยังมีประจุไฟฟ้าเดิมอยู่ และเนื่องจากความเป็นฉนวนของชั้นอนุภาคนี้ทำให้อนุภาคใหม่ไม่อาจถ่ายประจุได้ทันทีดังนั้นจึงช่วยในการยึดชั้นอนุภาคทั้งหมดกับแผ่นเก็บชั้นสุดท้าย ชั้นอนุภาคก็จะถูกทำให้หลุดออกโดยการเคาะแล้วหล่นลงไปในถังเก็บดังรูปที่ 2.16 c



รูปที่ 2.16 กระบวนการของการตกตะกอนด้วยวิธีไฟฟ้าสถิตย์

(a) การเกิดของไอออนก๊าซ

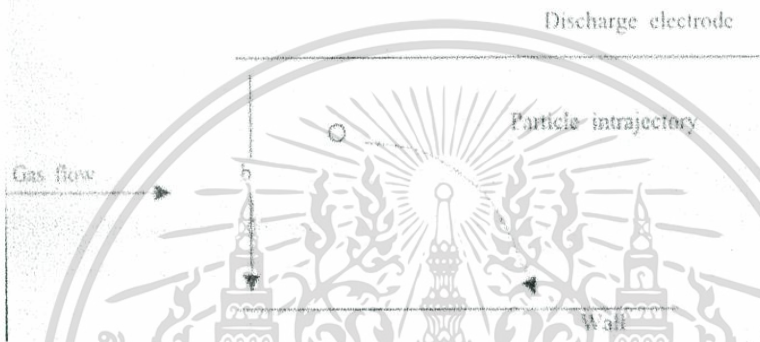
(b) อนุภาคถูกทำให้เกิดประจุไฟฟ้าแล้วเคลื่อนที่เข้าหาแผ่นเก็บ

(c) ชั้นของอนุภาคที่ทับถมขึ้นบนแผ่นเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพการเก็บของเครื่องกรองฝุ่นแบบไฟฟ้าขึ้นอยู่กับลักษณะทางเรขาคณิตของเครื่อง อัตรการไหลของก๊าซ ขนาดของอนุภาค และคุณสมบัติของก๊าซ ขบวนการเก็บอนุภาคของเครื่องอาศัย การเคลื่อนที่ของอนุภาค ในทางขวางกับความเร็วเฉลี่ยกลไกที่ทำให้เกิดการถ่ายเทมวลทั้งหมดอาจแบ่ง ออกได้เป็น 3 อย่างคือ การนำของไฟฟ้าสถิตย์, การกระจายแบบปั่นป่วน และ การเคลื่อนไหวด้วยแรง เลื่อย

ถ้าการไหลของก๊าซในเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตเป็นแบบราบเรียบ(Laminar) การเคลื่อนที่ของ อนุภาคจะเกิดจากการนำทางไฟฟ้าสถิตย์อย่างเดียว เพราะฉะนั้นประสิทธิภาพการเก็บอาจหาได้จากแบบ จำลองทางอุณหพลศาสตร์ของการเคลื่อนที่ของอนุภาคพิจารณารูปที่ 2.17



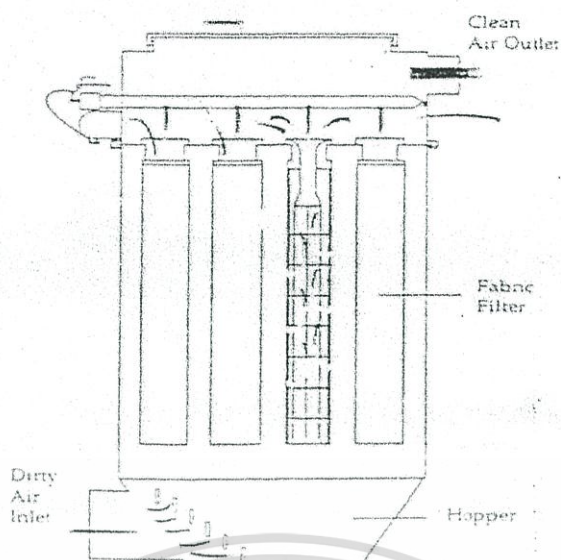
รูปที่ 2.17 การเคลื่อนที่ของอนุภาคในเครื่องตกตะกอนโดยใช้ไฟฟ้า

2.8 เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง (Bag Filter)

การกำจัดอนุภาคแขวนลอยในอากาศโดยเครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง(Bag Filter) ใช้สำหรับ กรองฝุ่นที่มีลักษณะแห้ง หลักการทำงานอย่างกว้างๆ คือ ฝุ่นและอากาศ(Dust-Laden) จะถูกดูดหรือดัน (ขึ้นอยู่กับระบบว่าเป็น Negative Pressure หรือ Positive Pressure) เข้าสู่ตัวถังของเครื่องกรองฝุ่น ซึ่งภายในเครื่องกรองฝุ่นจะมีถุงกรองฝุ่น ซึ่งจะทำหน้าที่ให้ฝุ่นที่เคลื่อนที่ผ่านรวมตัวกันเป็น Dust cake ซึ่ง Dust cake นี้จะทำหน้าที่กรองฝุ่นต่อไป สำหรับการทำความสะอาดถุงกรองนั้นจะมีอยู่หลายลักษณะเช่น ระบบ การทำความสะอาดแบบเขย่า(Shaking) ระบบการทำความสะอาดแบบลมเป่าย้อนกลับทาง(Reverse-Air) และระบบทำความสะอาดแบบลมยิง(Pulse-Jet) ซึ่งระบบทำความสะอาดดังกล่าวนี้จะทำหน้าที่ทำให้ฝุ่นที่ จับอยู่ที่ถุงกรองฝุ่นร่วงลงมายังด้านล่างของตัวถัง(Bag House) และนำฝุ่นที่ตกลงมานั้นจัดเก็บในภาชนะที่ ค้องการหรือลำเลียงเข้ากระบวนการผลิตต่อไป

การกำจัดมลสารหรือฝุ่นในอากาศโดยใช้ถุงกรองนี้ ถือว่าเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงวิธีหนึ่งที่สามารถบรรเทาฐานการปล่อยออกของสารอนุภาคในงานควบคุมมลภาวะทางอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม จึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมอีกด้วย และที่สำคัญคือ ในบาง กระบวนการเครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรองสามารถที่จะหยุดการทำงานได้ โดยไม่กระทบกระเทือนต่อ กระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แสดงลักษณะทั่วไปของเครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง

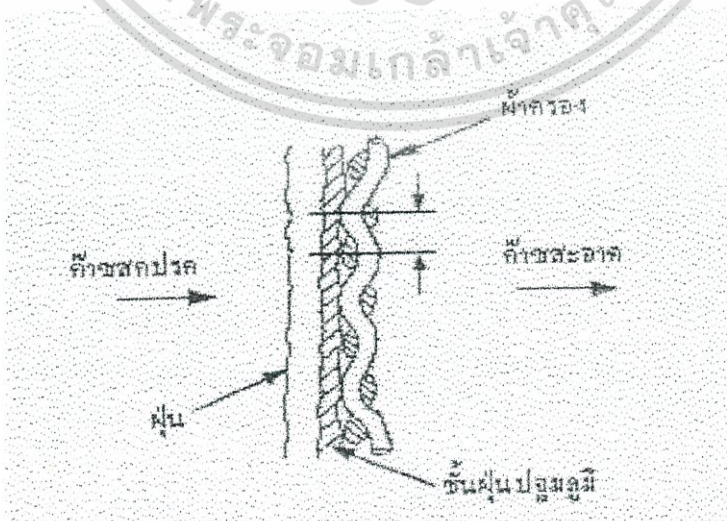
3.1 ลักษณะของเครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง

เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง(Bag Filter) จะประกอบด้วยตัวถังที่เรียกว่า Bag House และประกอบด้วยถุงกรองที่ติดตั้งอยู่ภายในตัวถัง(Bag House) โดยถุงกรองเหล่านี้ทำหน้าที่กั้นไม่ให้อนุภาคของฝุ่นผ่านไปได้ ปัจจัยอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากก็คือการเลือกชนิดของวัสดุที่ใช้ทำถุงกรองให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกชนิดของถุงกรองฝุ่น ได้แก่ อุณหภูมิในการปฏิบัติงานของเครื่องกรองฝุ่น, ลักษณะทางกายภาพของฝุ่น, คุณสมบัติในการรับแรง, คุณสมบัติทางเคมีของฝุ่น, ค่า Air-to-Cloth Ratio และระบบทำความสะอาดถุงกรอง

ตัวกลางที่ใช้ในการกรองฝุ่นของถุงกรองจะทำจากเส้นใยสานรวมกัน เพื่อกรองก๊าซผสมฝุ่นที่ไหลผ่าน ชั้นอัดวัสดุจะมีโครงสร้างแข็งแรง ซึ่งภายในมีทางทะลุผ่านมหาศาล เส้นใยที่ใช้มักจะทำมาจากเส้นใยธรรมชาติหรือเส้นใยสังเคราะห์ ที่มีลักษณะเป็นแบบถัก (woven)หรือ แบบสานอัด (Felt) โดยที่เส้นใยเหล่านี้มักจะนิยมทำเป็นถุงทรงกระบอกยาว ดังนั้นการกรองด้วยถุงกรองฝุ่นจึงนิยมเรียกว่า Bag Filter วัสดุกรองมีทั้งที่ทำได้จากธรรมชาติ และสังเคราะห์ขึ้น การเลือกใช้วัสดุกรองสำหรับงานแต่ละงานต้องคำนึงค่าใช้จ่ายและลักษณะคุณสมบัติในการเก็บอนุภาค วัสดุที่นิยมใช้มากที่สุดคือผ้าทอ โพลีเอสเตอร์

3.2 กลไกในการกรองฝุ่น

การทำหน้าที่ในการกรองฝุ่นของถุงกรองฝุ่น จะมีกลไกในการกรองฝุ่นดังแสดงในรูปที่ 3.1 ชั้นฝุ่นที่เกาะบริเวณผิวกรองชั้นแรกจะช่วยทำหน้าที่เป็นชั้นถุงกรองที่มีความพรุนสูงและสามารถจับอนุภาคได้ดีมากซึ่งในปัจจุบันจะนิยมใช้ผ้าทอใยสังเคราะห์ขนาดเมช(Mesh) 10 ไมครอน



รูปที่ 3.1 แสดงชั้นฝุ่นปฐมภูมิที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระหว่างที่ถุงกรองฝุ่นยังสะอาดอยู่ อนุภาคของฝุ่นจะหนีทะลุถุงกรองฝุ่นได้ง่ายให้ประสิทธิภาพในช่วงนี้ค่อนข้างต่ำซึ่งในการปฏิบัติงานจริงแล้ว การกรองที่มีประสิทธิภาพจะเกิดขึ้นเมื่อมีฝุ่นมาเกาะบนถุงกรองฝุ่นในปริมาณที่พอสมควร ทำให้มีประสิทธิภาพมากกว่า 90 % เมื่อถุงกรองฝุ่นยังสะอาด อนุภาคฝุ่นจะเริ่มมาเกาะบนใยผ้า และจำนวนฝุ่นจะมากขึ้นเรื่อยๆ จนกลายเป็นสะพานฝุ่นเชื่อมต่อกันระหว่างใยผ้าชั้นฝุ่นที่เกิดขึ้นเรียกว่า ชั้นฝุ่นปฐมภูมิหรือชั้นฝุ่นแรกเริ่ม

ชั้นฝุ่นมีรูเล็กซับซ้อนจำนวนมากและช่วยเพิ่มความพรุนในการกรองให้มากขึ้นไปอีกจาก 30-40% เป็น 85-90% ดังนั้นจึงทำให้ประสิทธิภาพในการกรองเพิ่มมากขึ้น จากการทำงานของเครื่องเป็นระยะเวลา นานๆ จะมีปริมาณฝุ่นที่เกาะอยู่บนถุงกรองฝุ่นมากขึ้นเรื่อยๆ จึงกำหนดให้ปริมาณฝุ่นที่กรองได้ต่อพื้นที่ หนึ่งหน่วยของถุงกรองฝุ่นเป็นภาระของฝุ่น (Dust Load) ซึ่งมีหน่วยเป็น กรัมต่อตารางเมตร หรือ กิโลกรัมต่อตารางเมตร โดยที่ค่าภาระของฝุ่นนี้จะเพิ่มขึ้นตามเวลาในการเดินเครื่องและทำให้ค่าความดัน สูญเสียเพิ่มขึ้นอีกด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดฝุ่นที่เกาะอยู่ตามถุงกรองออกมาด้วยทุกครั้ง โดยวิธีการทำ ความสะอาดที่เหมาะสม

3.3 ข้อดีและข้อเสียของเครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง

ข้อดี ได้แก่

- อนุภาคฝุ่นถูกแยกออกได้ง่าย
- สามารถออกแบบเป็นรูปร่างต่างๆ ได้
- เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม
- สามารถกรองฝุ่นได้ดีที่อนุภาค 0.5 ไมครอนขึ้นไป แต่อนุภาคขนาด 0.1 ไมครอนก็สามารถ กรอง ได้ ถ้าเกิด Dust cake ที่เหมาะสม
- ซ่อมแซมและบำรุงรักษาง่าย
- ประสิทธิภาพสูง
- ไม่เปลี่ยนคุณสมบัติง่าย
- สามารถใช้กับอากาศร้อนที่หมุนเวียนใน โรงงาน โดยยังคงรักษาความร้อนได้ดี
- เสียค่าใช้จ่ายในระยะยาวต่ำ

ข้อเสีย ได้แก่

- ไม่เหมาะสำหรับงานที่เป็นสารเปียกชื้นหรือเหนียว เพราะจะทำให้ถุงกรองฝุ่นอุดตันและทำ ความสะอาดยาก
- จำเป็นต้องมีช่องว่างในการเขย่า หรือมีระบบที่คอยกำจัดอนุภาคที่ติดกับผ้าออก
- สามารถติดไฟได้ กรณีที่ใช้กับอนุภาคที่ได้จากการเผาไหม้
- มีขนาดใหญ่ อาจจะมีปัญหาในเรื่องพื้นที่ในการใช้งาน
- ต้องมีการตรวจเครื่องอยู่เสมอ
- อายุการใช้งานของถุงกรองอาจสั้นเนื่องจากสภาพกรด-ด่าง ของอากาศสกปรก
- การปรับตั้งค่าในการทำงานในครั้งแรกจะใช้เวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การใช้เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรองในโรงงานอุตสาหกรรม

เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรองเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางมากในทางอุตสาหกรรมโดยโรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้สามารถนำไปใช้กรองฝุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- 1) การหมักและงานที่เกี่ยวข้องกับเคมี, การผลิตแอมโมเนีย จะมีฝุ่นที่เกิดจากกระแทก ยิปซัมให้แตก
- 2) อุตสาหกรรม Asbestors และ Dry Pricess ทุกชนิด
- 3) อุตสาหกรรมตะกั่วและสังกะสีในการเกิดตะกั่วออกไซด์และสังกะสีออกไซด์
- 4) อุตสาหกรรมเซรามิก ในการเริ่มวัตถุดิบและการเคลือบ
- 5) อุตสาหกรรมอาหาร เช่น โรงงานแป้ง และ นมผง
- 6) การผลิตสบู่ การเกิดผงสบู่ กาก Spray Drying Proceedd
- 7) อุตสาหกรรมสิ่งทอ
- 8) งานไม้ โรงเลื่อย
- 9) อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์
- 10) อุตสาหกรรมคาร์บอน และกราไฟต์
- 11) อุตสาหกรรมยาง
- 12) โรงหล่อ สำหรับกำจัดเศษของเหล็ก และซิลิกอนออกไซด์ออก
- 13) โรงงานขัดมันจะเกิดฝุ่นมากในการขัดเรียบ
- 14) อุตสาหกรรมถ่านหิน

3.5 การกำจัดฝุ่นหยาบ

โดยปกติอนุภาคที่มีขนาด 1-20 ไมครอน มักจะถูกนำพาไปตามอากาศที่พัดผ่านได้ ส่วนอนุภาคที่ใหญ่กว่า 20 ไมครอน จะต้องใช้ความเร็วของอากาศค่าหนึ่งในการนำพาถ้าความเร็วของอากาศที่พัดผ่านต่ำกว่าค่านี้ เราเรียกความเร็วค่านี้ว่าความเร็วที่ทำให้อนุภาคหยุดการเคลื่อนที่(settling velocity) และจากการทดลองกับอนุภาคที่มีความหนาแน่น 1 g/cm^3 ได้ค่าตามตาราง

ขนาดอนุภาค(μm)	ความเร็วที่ทำให้อนุภาคหยุดการเคลื่อนที่(cm/s)
0.1	4×10^{-5}
1	4×10^{-3}
10	0.3
100	30

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการทดสอบหาค่าความเร็วของอากาศที่ทำให้อนุภาคหยุดการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาความเร็วที่ทำให้อนุภาคหยุดการเคลื่อนที่สามารถประมาณได้จากสูตรของสโตกส์ (Stokes' Law) ใช้สำหรับการไหลแบบตามเส้นการไหล(Steamline) สมการนี้ใช้กับอนุภาคทรงกลมที่มีขนาดไม่เกิน 50 ไมครอนที่อุณหภูมิห้อง

$$v_t = \frac{gd_p^2 \rho_p}{18 \mu_g}$$

V_t : settling velocity (cm/s)

g : อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (98.1 cm/s²)

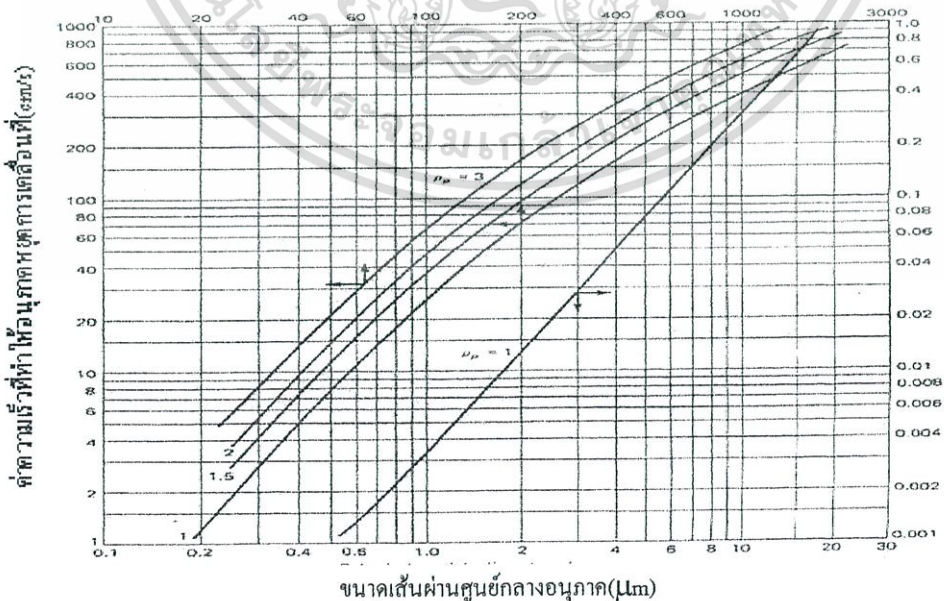
d_p : เส้นผ่านศูนย์กลางของฝุ่น (cm)

ρ_p : ความหนาแน่นของอนุภาค(Particulate Density) (g/cm³)

μ_g : ความหนืดของก๊าซ (g/cm.s)

นอกจากนี้ยังสามารถประมาณค่าความเร็วได้จากกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาค และค่าความเร็วที่ทำให้อนุภาคหยุดการเคลื่อนที่ โดยสมมติให้อนุภาคเป็นทรงกลมและอยู่ที่อุณหภูมิห้อง

สำหรับความเร็วในการนำฝุ่นนี้ไม่ใช่ปัจจัยที่สำคัญมากนักเพราะแรงดึงดูดทำให้เกิดความเร็วลมภายในท่อสูงมากอยู่แล้ว(ยกเว้นวิธีการกำจัดฝุ่นบางวิธีที่ใช้ความเร็วลมต่ำๆ) มีปัจจัยบางอย่างที่เป็นสาเหตุให้ความเร็วลมในระบบลดลง เช่นการเดินท่อเป็นทางยาวเกินไป การหักมุมท่อเป็นมุมต่างๆมากไป การขยายหน้าตัดของท่ออย่างกะทันหัน การมีสิ่งกีดขวางทางเดินลม เป็นต้น ซึ่งสาเหตุต่างๆเหล่านี้ทำให้ฝุ่นมีความเร็วลมลดลง ฝุ่นที่หนักจึงตกลงมาก่อนเป็นอันดับแรก



รูปที่ 3.2 แสดงแสดงความสัมพันธ์ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาค และค่า

ความเร็ว ที่ทำให้อนุภาคหยุดการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การกำจัดฝุ่นละเอียด

เมื่ออากาศที่มีฝุ่นละเอียดผสมกันและผ่านเข้าไปในถุงกรองฝุ่นจะเกาะตรงผิวหน้าและในช่องว่างของเส้นใย ทำให้เกิดการสร้างสิ่งที่เรียกว่าชั้นฝุ่นปฐมภูมิ (Dust Cake) ขึ้นมา ชั้นฝุ่นปฐมภูมิเป็นตัวทำให้ช่องว่างของเส้นใยมีขนาดเล็กลงจนสามารถดักฝุ่นที่ละเอียดได้ ซึ่งถ้าช่องว่างที่มีขนาดใหญ่ประมาณ 100 ไมครอน เมื่อเกิดชั้นฝุ่นปฐมภูมิแล้วในที่สุดจะมีความสามารถดักฝุ่นได้ถึง 0.5 ไมครอนช่องระหว่างเส้นใยของถุงกรองฝุ่นอาจมีขนาดใหญ่กว่าอนุภาคของฝุ่น ดังนั้นกว่าที่ชั้นฝุ่นปฐมภูมิจะเกิดขึ้นที่ถุงกรองฝุ่น ถุงกรองฝุ่นก็จะมีความเสี่ยงในการอุดตัน ดังนั้นถ้าเราเปลี่ยนถุงใหม่แล้วเปิดพัดลมดูด(Blower)เต็มที่จะทำให้ไม่สามารถเกิดชั้นฝุ่นปฐมภูมิได้ทัน และจะทำให้ฝุ่นที่มีขนาดละเอียดมากๆสามารถเคลื่อนที่ผ่านทะลุถุงกรองหรือทำให้ถุงกรองฝุ่นเกิดการอุดตัน ส่งผลให้ค่าความดันตกคร่อมเครื่องกรองฝุ่นมีค่าสูง นอกจากนี้การเกิดชั้นฝุ่นปฐมภูมิที่ไม่เพียงพอก็อาจเกิดจากการทำความสะอาดถุงกรองถี่เกินไป โดยปกติการแยกฝุ่นละเอียดด้วยชั้นฝุ่นปฐมภูมิจะใช้ได้ผลดีมากในเส้นใยที่มีโครงสร้างเป็นแบบถัก เนื่องจากลักษณะการสานของเส้นใยเป็นไปอย่างมีระเบียบทำให้เกิดช่องว่างบนผิวน้ำน้อย สำหรับเส้นใยที่มีโครงสร้างเป็นแบบแบบสานอัดนั้น ด้วยลักษณะการสานต่อของเส้นใยเป็นไปอย่างซับซ้อนและไม่เป็นระเบียบ จะเกิดช่องว่างมาก การเกิดชั้นฝุ่นปฐมภูมินั้นไม่ค่อยมีผลกระทบเพราะฝุ่นละเอียดสามารถแทรกตัวเข้าไปในเส้นใยได้ง่ายจึงเกิดชั้นฝุ่นปฐมภูมิที่ผิวของถุงกรองน้อย

อาจกล่าวได้ว่าชั้นฝุ่นปฐมภูมิเป็นตัวเพิ่มประสิทธิภาพการกรองฝุ่นละเอียดให้แก่เส้นใย สำหรับถุงกรองฝุ่นที่ยังไม่เคยถูกใช้งานประสิทธิภาพการกรองจะยังไม่ดีแต่เมื่อเวลาผ่านไปการเกิดชั้นฝุ่นปฐมภูมิจะช่วยให้การกรองมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ข้อควรคำนึง

- การเกิดชั้นฝุ่นปฐมภูมิจะทำให้ถุงอุดตันเร็วขึ้น หากถุงอุดตันจนถึงค่าระดับความดันหนึ่งที่ทำให้เกิดค่าความดันตกที่สูงมากถึง 150 มิลลิเมตรน้ำ ควรที่จะทำความสะอาดถุงผ้าเพื่อให้เกิดค่าความดันตกมาสู่ระดับปกติ 25-50 มิลลิเมตรน้ำ
- ผลของการเกิดชั้นฝุ่นปฐมภูมิเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ค่าความดันตกไปมากกว่าชนิดของถุงกรองฝุ่นที่เลือกใช้

3.7 ความดันสูญเสียในถุงกรอง

ความดันตก (Pressure Drop) คือ การสูญเสียความดันอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นเนื่องจากลมผ่านเข้าเครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรอง เช่นเดียวกับการสูญเสียความดันในท่อ (Pressure Lost in Duct) มักนิยมวัดในหน่วยนิ้วน้ำ สามารถหาได้จากสูตร

$$\Delta P_T = \Delta P_R + K_2 C_i V^2 t$$

ΔP_T : ค่าความดันตกทั้งหมดที่ผ่านถุงกรอง (cm .H₂O)

ΔP_R : ค่าความดันตกที่ผ่านตัวถังเครื่องกรองฝุ่น(cm .H₂O)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- K_2 : ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานฝุ่น(Dust Resistance Coefficient)
(cm .H₂O).(m.s)/(kg)
- C_i : ภาระจากฝุ่น (Dust Loading) (kg/m³)
- V : ความเร็วของอากาศในทิศทางตั้งฉากกับจุด (m/s)
- t : เวลาในการกำจัดฝุ่น (s)

โดยที่ค่า K_2 สามารถหาค่าได้จากสมการของเดนนิสและเดวิส (Dennis and Davis ' empirical equation)

$$K_2 = \left(\frac{0.00304}{(d_{g, mass})^{1.1}} \right) \left(\frac{\mu_g}{\mu_{g, 70^\circ F}} \right) \left(\frac{2600}{\rho_p} \right) \left(\frac{v}{0.0152} \right)^{0.6}$$

$d_{g, mass}$: ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของอนุภาค (m)

μ_g : ค่าความหนืดของอากาศที่อุณหภูมิ 70°F (1.81×10^{-5} kg/m.s)

$\mu_{g, 70^\circ F}$: ค่าความหนืดของอากาศที่อุณหภูมิโดยรอบ (kg/m.s)

ρ_p : ความหนาแน่นของอนุภาค(Particulate Density) (g/cm³)

ความดันลดเป็นตัวแปรที่สำคัญมากตัวหนึ่งในการออกแบบ เครื่องกรองฝุ่น เนื่องจากการที่จะทำให้อากาศผ่านระบบได้จำเป็นต้องให้พลังงานแก่ระบบ ซึ่งสามารถวัดค่าจากการทดลองในทอมของความดันลดระหว่างจุดกรอง โดยการใช้มาโนมิเตอร์ที่ต่อระหว่างจุดวัดความดันภายในและภายนอกจุดกรอง

ในเครื่องกรองฝุ่นแบบจุดกรองค่าความดันลดที่เกิดขึ้นจะเกิดเนื่องจากจุดกรองสร้างชั้นฝุ่นปฐมภูมิสำหรับจุดกรองฝุ่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งานค่าความดันลดจะมีค่าน้อยมากคือประมาณ 13 มิลลิเมตรน้ำ หรือน้อยกว่านั้น แต่หลังจากการใช้งาน ค่าความดันลดจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามอัตราการเกิด ชั้นฝุ่นปฐมภูมิ โดยทั่วไปแล้วความดันลดที่ใช้งานจะมีค่าไม่เกิน 6 นิ้วน้ำ หรือประมาณ 152 มิลลิเมตรน้ำ หากสูงเกินค่านี้อาจต้องทำความสะอาดเพื่อให้ฝุ่นและชั้นฝุ่นปฐมภูมิที่เกาะอยู่บนผิวหลุดออกไปให้มากที่สุดมิฉะนั้นจุดกรองแตกได้ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ค่าความดันลดลดลง ถ้ามีปัญหาเกิดขึ้นอาจเกิดจากการเลือกใช้ชนิดของจุดกรองฝุ่นที่ไม่เหมาะสมหรือชั้นฝุ่นปฐมภูมิที่เกิดไม่เหมาะสมจึงต้องทำการเลือกชนิดของจุดกรองใหม่แล้วจึงนำค่าความดันลดในระบบไปใช้ในการนำไปคำนวณขนาดพัดลมดูด (Blower) ต่อไป

3.8 อัตราส่วนลมที่ผ่านจุดกรอง (Air-to-cloth Ratio : A/C)

คืออัตราส่วนปริมาณอากาศที่ไหลผ่านพื้นที่ของจุดกรองใน 1 ตารางเมตร ภายในระยะเวลาหนึ่งวินาที ก็คือค่า อัตราส่วนของอัตราการไหล (Flow Rate) ต่อพื้นที่ผิวการกรอง (Cloth area) มีหน่วยเป็น m/s หรือเรียกว่าอัตราการซึมผ่าน (Air Permeability) ของจุดกรองนั่นเอง ค่าอัตราส่วนลมที่ผ่านจุดกรอง จะขึ้นอยู่กับประเภทของระบบการทำความสะอาดจุดกรองฝุ่น แบ่งเป็น 3 ประเภทตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการทำความสะอาดถุงกรองฝุ่น ได้แก่ระบบทำความสะอาดด้วยการสั่น, ระบบทำความสะอาดโดยใช้ลมเป่าย้อน, ระบบการทำความสะอาดแบบลมยิง

ระบบการทำความสะอาด (Cleaning System)	อัตราส่วนลมที่ผ่านถุงกรอง(A/C Ratio)
ระบบทำความสะอาดด้วยการสั่น	2.5-3.0
ระบบทำความสะอาดโดยใช้ลมเป่าย้อน	2.0-2.5
ระบบการทำความสะอาดแบบลมยิง	5.0-6.0

ตารางที่ 3.2 อัตราส่วนลมที่ผ่านถุงกรองที่เหมาะสมสำหรับระบบการทำความสะอาดต่างๆ

อัตราส่วนลมที่ผ่านถุงกรองแต่ละชนิดมีค่าไม่เท่ากัน สามารถนำอัตราส่วนนี้ไปหาจำนวนถุงกรองที่ใช้กรองได้ เมื่อทราบอัตราการไหล อัตราส่วนลมที่ผ่านถุงกรองจึงอาจเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า ค่าความเร็วในการกรองฝุ่น(Filtration Velocity)และนำค่าความเร็วในการกรองฝุ่นมาใช้ในระบบเมตริก (Metric System)แทนและจะมีค่าดังนี้

ระบบการทำความสะอาด (Cleaning System)	ค่าความเร็วในการกรองฝุ่น(Filtration Velocity)
ระบบทำความสะอาดด้วยการสั่น	0.76-0.91
ระบบทำความสะอาดโดยใช้ลมเป่าย้อนกลับ	0.61-0.76
ระบบการทำความสะอาดแบบลมยิง	1.52-1.83

ตารางที่ 3.3 ค่าความเร็วในการกรองฝุ่นที่เหมาะสมสำหรับระบบการทำความสะอาดต่างๆ

ความเร็วของอากาศที่ผ่านถุงกรองฝุ่นสามารถหาได้ (ปริชา กาพันธ์)

$$\text{Filtration velocity} = \frac{\text{AFCM}(\text{m}^3/\text{min})}{\text{effective area}}$$

Filtration velocity : ความเร็วอากาศในการกรอง (m/min)

AFCM(m^3/min) : อัตราการไหลของอากาศ (m^3/min)

effective area : พื้นที่ในการกรองฝุ่น (m^2)

สามารถหาความเร็วที่ท่อจุดได้จาก (ปริชา กาพันธ์)

$$V = \frac{\text{AFCM}}{\text{Pipe area}}$$

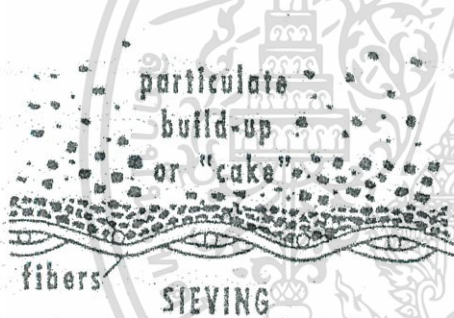
V : ความเร็วที่ท่อจุด (m/s)

Pipe area : พื้นที่หน้าตัดของท่อทางจุด(m^2)

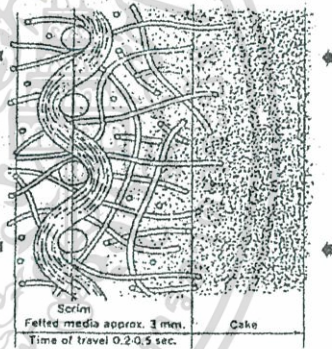
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 โครงสร้างของเส้นใย (Fiber Construction)

สามารถแบ่งเส้นใยตามโครงสร้างเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆคือ แบบถัก(Woven) และ แบบอัด(Felt) แบบอัดจะประกอบด้วยเส้นใยที่ถูกอัดแน่นภายใต้ความดันสูงซึ่งจะสัมพันธ์กับความหนา ความดันที่สูงจะทำให้เกิดรู เกิดการจับตัวอย่างซับซ้อน และ พันระที่แข็งแรงมาก อากาศสามารถผ่านได้ 3 ทิศทาง การตรวจสอบทำได้โดยวิธีเรื่องแสง (แสงอัลตราไวโอเลต) โดยดูจากกล้องจุลทรรศน์บนหน้าตัดของถุงกรองแบบอัดพบว่าอนุภาคต่างๆยากที่จะทะลุเข้าไปได้ อัตราการซึมผ่านจะลดลงไม่มากเท่าแบบถักส่วนใหญ่ถุงกรองฝุ่นที่ใช้เส้นใยแบบอัดจะใช้งานประเภทหมุนเวียนลมเข้ามาใช้ได้อีกครั้งแบบถักจะประกอบไปด้วยเส้นใยที่บิดเป็นเกลียวถักกันเป็นรูปทรงเรขาคณิตมีช่องว่างแตกต่างกันไประหว่างเส้นด้ายค่าอัตราการซึมผ่านจะขึ้นกับชนิดของเส้น ใย,ความหนาแน่นของเกลียว,ขนาดของเส้นด้าย,ชนิดของการสาน,ความหนาแน่นของการสาน และชนิดของผิวที่สานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ถุงกรองแบบถักจะมีอัตราส่วนของการสานต่อพื้นที่เส้นด้ายต่ำเกิดรูมาก จึงต้องการ ชั้นฝุ่นปฐมภูมิเพื่อลดช่องว่างและช่วยให้ดักฝุ่นได้ดีขึ้น ด้วยเหตุนี้ค่าอัตราส่วนลมที่ผ่านถุงกรอง ของ ถุงกรองแบบถัก จะต้องใช้ค่าน้อย คือประมาณ 0.0075 – 0.015 เมตรต่อวินาที เพื่อป้องกันไม่ให้ลมไปทำลาย ชั้นฝุ่นปฐมภูมิที่เกิดขึ้น



รูปที่ 3.3 การเกิดชั้นฝุ่นปฐมภูมิของเส้นใยแบบถัก (Woven)



รูปที่ 3.4 การเกิดชั้นฝุ่นปฐมภูมิของเส้นใยแบบสานอัด (Felt)

3.10 ถุงกรองฝุ่นและการกรองฝุ่น

3.10.1 ถุงกรองฝุ่น (Fabric Filter)

รูปทรงที่นิยมเป็นแบบทรงกระบอกทำด้วยผ้า จะใช้ถุงกรองหลายๆถุงแขวนอยู่ในเครื่องกรองฝุ่น เพื่อให้เกิดพื้นที่ผิวเพียงพอให้อากาศผ่านไปได้ ทำการยึดกับใช้วงแหวนโลหะ(Snap ring) เป็นตัวยึด หรือใช้ทรงเป็นตัวยึดถุงทั้งถุงก็ได้

การออกแบบถุงกรองฝุ่น จำเป็นต้องพิจารณาหลายแฟกเตอร์(Factor) ได้แก่ข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่, วิธีการทำความสะอาดถุงกรอง, ชนิดของผ้ากรอง , ค่า A/C เป็นต้น โดยการเลือกมีดังนี้

1. เลือกถุงกรองที่ใช้กับช่วงอุณหภูมิ, คุณสมบัติของอากาศ และอนุภาค ได้
2. เลือกวิธีทำความสะอาดถุงกรอง

3. พิจารณาค่าอัตราส่วนลมที่ผ่านถุงกรอง(A/C) ให้เหมาะกับการใช้งาน เมื่อขนาดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หาพื้นที่ผิวในการกรอง (A) จากอัตราการไหลของอากาศ (Q) และหาจำนวนถุงกรองที่ต้องการใช้

5. พิจารณาค่าความดันลด (Δp) เพื่อหาขนาดของ Blower

ถุงกรองฝุ่นที่ใช้แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันจึงต้องคำนึงถึงลักษณะที่จะนำมาใช้งาน

ชนิด รายละเอียด	Polypropylene	Polyester	Polyaramid	Co-polyimide
อุณหภูมิใช้งานสูงสุด	100°C	170°C	250°C	250°C
ความทนเสียดสี	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม	พอใช้
การรับแรง	ดี	ดีเยี่ยม	ดี	ดี
ประสิทธิภาพการกรอง	ดี	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม
การทนความชื้น	ดีเยี่ยม	แย่มาก	ดี	ดี
การทนต่อค่า	ดีเยี่ยม	พอใช้	ดี	พอใช้
การทนต่อกรด	ดีเยี่ยม	พอใช้	พอใช้	ดี

ตารางที่ 3.4 แสดงแนวทางการเลือกใช้ถุงกรองฝุ่น

3.10.2 การกรองใน Bag House มีการออกแบบลักษณะการกรองเป็น 2 แบบคือ

1. ระบบการกรองภายใน (Interior Filtration) อากาศจะไหลเข้าเครื่องกรองทางด้านบนหรือทางด้านล่าง โดยผ่านแผ่นยึดถุงกรองฝุ่น (Cell plate) ซึ่งเป็นแผ่นโลหะบาง แผ่นนี้จะแยกบริเวณอากาศสะอาดออกจากบริเวณทางเข้าของถุงกรอง การกรองแบบนี้อนุภาคจะถูกจับภายในถุงกรองและอากาศสะอาดจะไหลผ่านออกมาด้านนอก

2. ระบบการกรองภายนอก (Exterior Filtration) กรณีนี้อนุภาคฝุ่นถูกจับที่ผิวด้านนอกของถุงกรอง เนื่องจากอากาศจะไหลจากด้านนอกของถุงกรองผ่านไปยังด้านในถุง ดังนั้นจำเป็นต้องมีโครงยึดภายใน

3.10.3 ประสิทธิภาพในการจับฝุ่น (Collection Efficiency)

ประสิทธิภาพในการจับฝุ่นเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในการวัดสมรรถนะของเครื่องกรองฝุ่น ขึ้นอยู่กับชนิดของถุงกรอง, ชนิดของฝุ่น, วิธีการทำความสะอาด แบบจำลองที่มีแฟกเตอร์ต่างๆซึ่งต้องหาจากการทดลองนั้นหมายถึงยังไม่มีแบบจำลองหรือสมการทั่วไปที่ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพการเก็บฝุ่นของเครื่องเก็บฝุ่นแบบถุงกรอง โดยเฉพาะ เนื่องจากเครื่องกรองฝุ่นนี้สามารถจับอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก ได้มีประสิทธิภาพสูง

3.11 การทำความสะอาด (Cleaning)

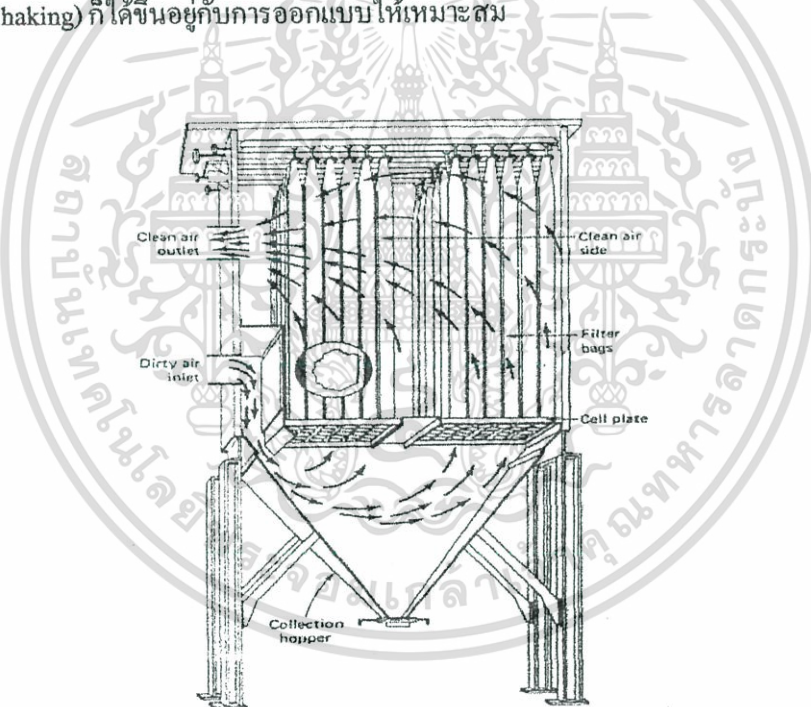
สามารถแบ่งชนิดของถุงกรองออกเป็น 3 ชนิด ตามวิธีการทำความสะอาด ดังต่อไปนี้

3.11.1 วิธีการทำความสะอาดโดยการสั่น (Shaking)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นวิธีที่ง่ายซึ่งนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง เหมาะกับเครื่องกรองฝุ่นขนาดเล็กและทำงานไม่ต่อเนื่อง สามารถใช้ได้กับลมปริมาณหลายพันลูกบาศก์เมตรต่อนาที ประกอบด้วยส่วนบนและส่วนล่าง ส่วนบนประกอบด้วยถุงผ้าที่มีจำนวนหนึ่งหรือหลายๆหลอด ส่วนล่างเป็นห้องเก็บฝุ่น

ลักษณะการทำงานของวิธีการทำความสะอาดโดยการสั่นในการใช้งานปกติคือให้อากาศสกปรกเข้าทางส่วนล่างของเครื่องเพื่อที่จะทำให้ความเร็วของอากาศลดลงและฝุ่นขนาดใหญ่จะตกลงมาด้านล่างก่อน ขณะที่ฝุ่นละเอียดและอากาศจะไหลผ่านถุงกรองและถูกระบายออกไปยังทางออกด้านบน โดยที่ จะแขวนถุงกรองกับตะขอหรือโครงที่สั่นได้ ส่วนฝุ่นจะติดอยู่ที่ถุงกรอง เมื่อฝุ่นเกาะอยู่มากขึ้นจะเกิดชั้นฝุ่นปฐมภูมิที่เป็นสาเหตุของการเกิดความดันตกมากขึ้น ก็จะต้องทำความสะอาดด้วยการสั่นหรือเขย่าถุงกรองครั้งหนึ่ง แต่โดยทั่วไปจะใช้กับกรณีที่มีฝุ่นไม่มากและใช้กับการทำงานที่ไม่ต่อเนื่อง เพราะต้องมีการเขย่าถุงกรองทุกครั้งหลังจากทำงานเสร็จ ฝุ่นที่สะสมอยู่ก็จะตกลงสู่ด้านล่าง ถ้าจะใช้ในกรณีที่เป็นการทำงานที่ต่อเนื่องจะต้องออกแบบเครื่องกรองฝุ่นให้มีห้องหลายๆห้อง โดยให้ห้องหนึ่งหยุดเพื่อทำความสะอาดและให้ห้องอื่นทำงานต่อไป การเขย่าถุงกรองอาจจะทำโดยใช้มือ (Manual Shaking) หรือใช้มอเตอร์ (Mechanical Shaking) ก็ได้ขึ้นอยู่กับกรอกแบบให้เหมาะสม



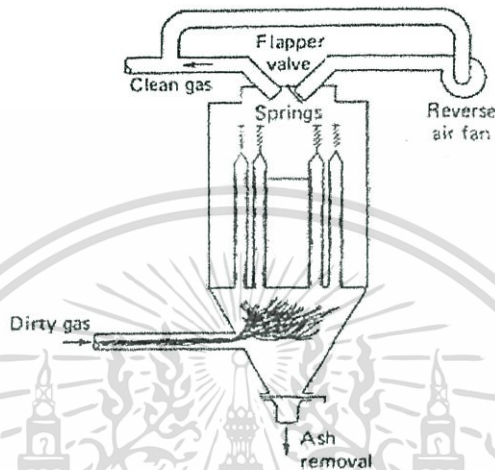
รูปที่ 3.5 เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรองที่ใช้วิธีการทำความสะอาดแบบเขย่า

3.11.2. วิธีการทำความสะอาดโดยใช้ลมเป่าแบบย้อนกลับทาง (Air Reverse Jet)

เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับงานต่อเนื่องที่มีฝุ่นเป็นปริมาณมาก การทำความสะอาดด้วยวิธีนี้ให้ผลดีและประหยัด เครื่องกรองประกอบด้วยห้องที่แบ่งแยกเป็นส่วนบนและส่วนล่าง โดยส่วนบนจะมีขนาดเล็กกว่าซึ่งเป็นสำหรับให้ พัดลมดูดอากาศที่กรองแล้วออกสู่ภายนอกทันที

เอกสารนี้เป็น การใช้งานในงานปกติจะให้อากาศสกปรกไหลเข้าทางส่วนล่าง ฝุ่นหนักจะตกลงมาด้านล่างก่อน ฝุ่นไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละเอียดจะถูกดูดเข้าไปเกาะอยู่ด้านในถุงกรอง อากาศสะอาดจะผ่านถุงกรองฝุ่นขึ้นสู่ด้านบนและถูกดูดออกไปสู่ด้านนอก การเกิดขึ้นฝุ่นปฐมภูมิจะเกิดเช่นเดียวกันแต่อยู่ด้านในถุงกรอง การทำความสะอาดจะทำก่อนที่ค่าความดันลดจะสูงขึ้น โดยจะให้ลมสะอาดความดันสูงวิ่งผ่านถุงกรองฝุ่นด้านนอกเข้าสู่ด้านใน ลมนี้จะวิ่งผ่านถุงกรองฝุ่นด้วยความเร็วที่มีค่าสูง



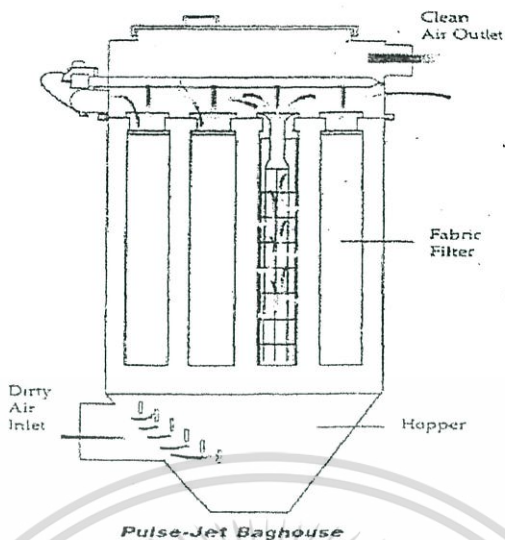
รูปที่ 3.6 เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรองที่ใช้วิธีการทำความสะอาดแบบใช้ลมเป่าแบบย้อน

3.11.3. วิธีการทำความสะอาดด้วยวิธียิงลม (Pulse – Jet Cleaning)

วิธีการนี้จะใช้อากาศที่ถูกอัดด้วยความดันสูงเพื่อเป่าถุงกรอง โดยใช้ลมยิงหรือเป็นการใช้พัลส์ของอากาศเคลื่อนที่ลงมายังถุงกรองฝุ่นซึ่งจะทำให้เกิดคลื่นกระแทกและดันฝุ่นให้หลุดออกจากถุงกรอง โดยปกติวิธีนี้ใช้กับถุงกรองที่ทำด้วยสั๊กหลาดหรือผ้า โพลีเอสเตอร์ (Polyester) โดยทั่วไปเครื่องกรองฝุ่นที่ใช้วิธีการทำความสะอาดแบบลมยิงจะมีขนาดเล็กกว่า เครื่องกรองฝุ่นชนิดอื่น

ลักษณะการทำงานคือเมื่ออากาศสกปรกผ่านเข้าไปยังด้านล่างของตัวถังเครื่องกรองฝุ่นเพื่อที่จะทำให้ความเร็วของอากาศลดลงและฝุ่นขนาดใหญ่ตกลงมาด้านล่าง ก่อนที่ฝุ่นละเอียดและอากาศจะถูกดูดขึ้นด้านบนโดยผ่านถุงกรองฝุ่น ฝุ่นจะสะสมอยู่ที่บริเวณผิวถุงด้านนอกและอากาศสะอาดจะไหลผ่านถุงกรองและออกไปยังทางออก การทำความสะอาดถุงกรองจะใช้อากาศเป่าจากด้านล่างสู่ด้านล่างทำให้ฝุ่นที่ติดอยู่ถล่มลงสู่ด้านล่างทันที ถุงกรองในระบบลมยิงนี้จะเปิดที่ส่วนบนและปิดที่ก้นถุง ในระบบการกรองแบบนี้ต่างจาก 2 แบบแรกคือ ถุงกรองจะเก็บฝุ่นที่ด้านนอกของถุง ส่วนอากาศสะอาดจะไหลผ่านเข้าไปในถุงและไหลออกไปที่ส่วนบน ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการภายในถุงกรองเพื่อไม่ให้ถุงกรองยุบตัว เราสามารถทำความสะอาดถุงกรองได้ในขณะที่เครื่องยังทำงานอยู่ แต่ใน 2 ระบบแรกจะต้องหยุดเครื่องเพื่อทำความสะอาด ดังนั้นการพ่นอากาศสะอาดโดยใช้พัลส์เจตนี้จะสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นข้อได้เปรียบในการใช้งาน

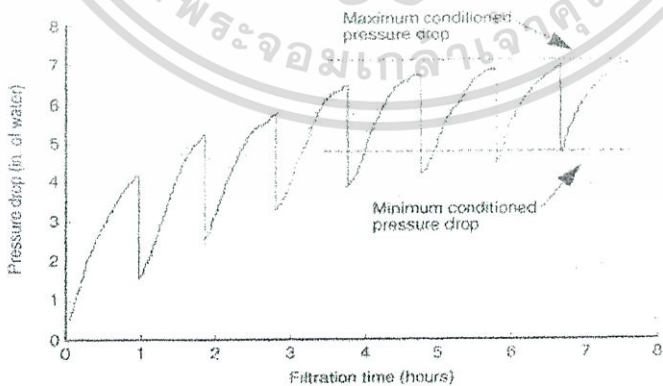
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 เครื่องกรองฝุ่นแบบถุงกรองที่ใช้วิธีการทำความสะอาดแบบใช้ลมยิง



รูปที่ 3.8 แสดงค่าความดันตกที่สำคัญกับเวลาในการกรองฝุ่นของถุงกรองฝุ่น 3 ชนิด



รูปที่ 3.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความดันตกที่เกิดขึ้นและเวลาในการกรองเมื่อมีการทำความสะอาดถุงกรองฝุ่น

3.12 ข้อดีและข้อเสียของวิธีการทำความสะอาดด้วยวิธียิงลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รวมไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้นเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า จากวิธีการทำความสะอาดด้วยวิธียิงลมสามารถสรุปข้อดีและข้อเสียได้ดังนี้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี

1. ไม่เกิดปัญหาฝุ่นอุดตันบริเวณถุงกรองเพราะใช้ลมยิงในการทำความสะอาดเป็นช่วงๆ
2. สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องหยุดเครื่องเพื่อทำความสะอาดถุงกรอง
3. สามารถกรองฝุ่นได้หลายประเภท โดยเปลี่ยนชนิดของถุงกรองให้เหมาะสม
4. ง่ายต่อการทำความสะอาดถุงกรอง
5. ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดสูงกว่าระบบอื่น

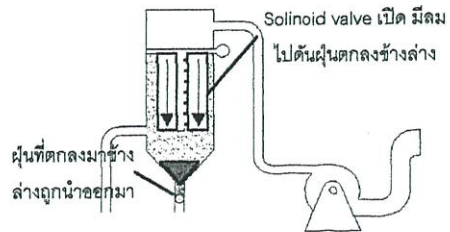
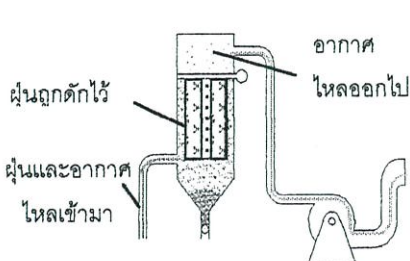
ข้อเสีย

1. ชุดอุปกรณ์การยิงลมราคาแพง
2. การปรับตั้งค่าในการทำงานในครั้งแรกจะใช้เวลานาน

จะเห็นได้ว่าระบบการยิงลมนี้มีความเหมาะสมที่จะนำมาจัดสร้างเครื่องกรองฝุ่น ในสมัยปัจจุบัน เพราะเป็นการลงทุนในระยะยาวที่ง่ายต่อการทำงานและการดูแลรักษา

3.13 หลักการทำงานของเครื่องกรองฝุ่นแบบใช้ลมยิง(Pulse Jet)ที่ได้จัดสร้าง

เมื่อ Blower ทำงานจะดูดอากาศและฝุ่นเข้ามาใน Bag House ผ่านทางท่อดูด อากาศผสมฝุ่นจะถูกดูดผ่านถุงกรองฝุ่น ถุงกรองฝุ่นจะทำหน้าที่แยกฝุ่นออกจากอากาศ และสามารถปรับอัตราการไหลของอากาศผสมฝุ่นได้จากการปรับวาล์วที่อยู่ระหว่าง Blower และ Bag House อากาศที่ถูกกำจัดฝุ่นออกแล้วจะผ่านถุงกรองฝุ่นขึ้นทางด้านบนของ Bag House และถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศ ส่วนฝุ่นที่แยกออกจากอากาศในช่วงแรกจะเกาะอยู่บริเวณด้านบนของถุงกรองฝุ่นทำให้เกิดชั้นของฝุ่น (Dust Cake) ขึ้นและจะใช้ในการกรองฝุ่นที่เข้ามาใน Bag House ต่อไป หลังจากที่เกิด Dust Cake ขึ้นที่ถุงกรองแล้วเมื่อใช้งานไปได้ระยะหนึ่งจะมีฝุ่นเกาะอยู่ที่ด้านบนของถุงกรองฝุ่นมากขึ้นเรื่อยๆ จึงต้องทำให้ฝุ่นที่เกาะอยู่หลุดออกโดยอาศัยชุดยิงลม ที่ประกอบด้วย ถังความดัน, Timer และ โซลินอยด์ เมื่อถึงเวลาการทำงานของ Timer ที่ตั้งไว้จะทำให้แผ่นไคอะแฟรมของโซลินอยด์เปิดออกเพื่อปล่อยลมจากถังความดันไปดันฝุ่นที่เกาะอยู่ให้ตกลงมาด้านล่างจนครบเวลาการทำงานทำให้แผ่นไคอะแฟรมของโซลินอยด์ปิดและลมจากถังความดันไม่สามารถผ่านไปยังถุงกรองฝุ่นได้ซึ่งเป็นการทำงานครบ 1 รอบของชุดยิงลม และจะสามารถทำงานต่อเนื่องไปได้อย่างเรื่อยๆตามค่าเวลาที่ตั้งไว้โดยไม่ต้องหยุดเครื่องเพื่อถอดถุงกรองฝุ่นมาทำความสะอาด ฝุ่นที่ตกลงมาด้านล่างของ Bag House จะถูกนำออกจาก Bag House อยู่ตลอดเวลาโดยการหมุนของ ชุด Rotary Feeder ซึ่งถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ แล้วนำฝุ่นที่ได้ลงสู่ถังเก็บฝุ่นเพื่อรวบรวมฝุ่นออกจาก Bag House



รูปที่ 3.10 แสดงการไหลของอากาศผ่านถุง

รูปที่ 3.11 การกำจัดฝุ่นออกจากถุงกรองฝุ่นโดยใช้ลมยิง

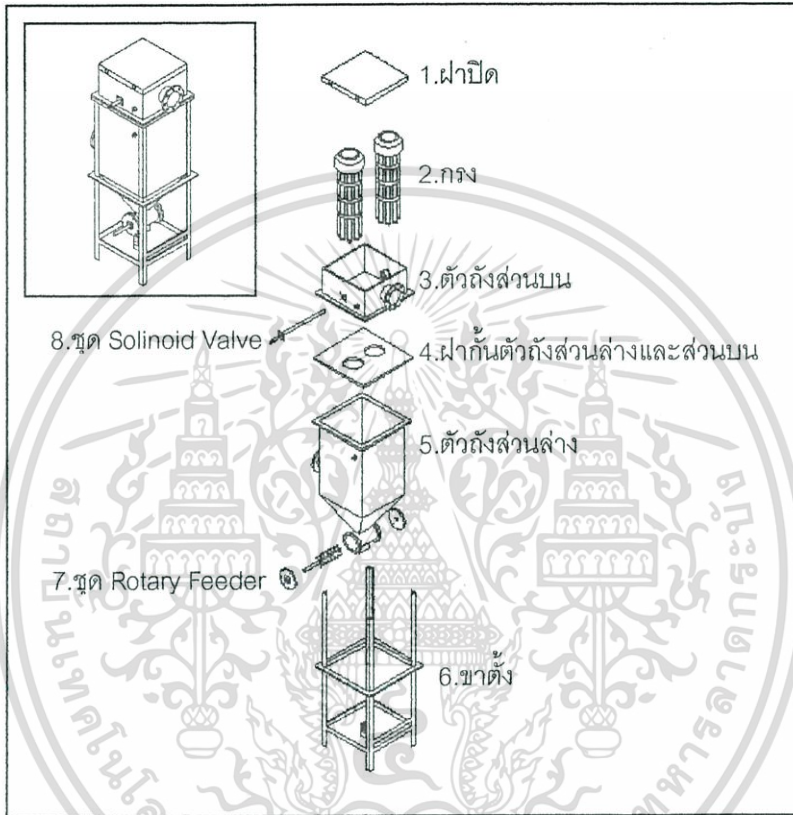
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่สามารถนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายวิชาการ โทร. 02-214-9434 หรือ 02-214-9435

บทที่ 4

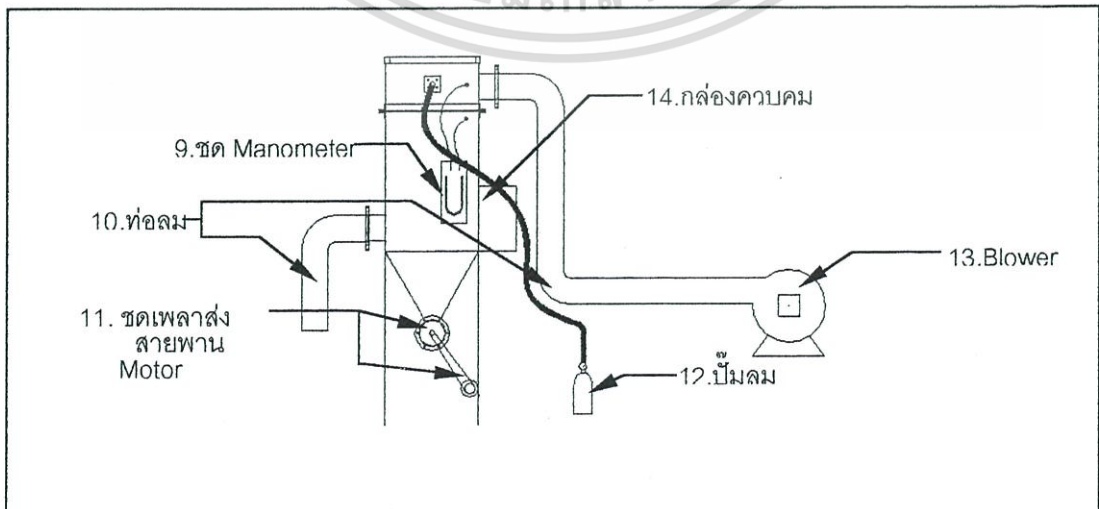
การออกแบบและการคำนวณ

4.1 การออกแบบและการคำนวณ

ในการออกแบบนั้นเริ่มตั้งแต่การวาดแบบคร่าวๆ คำนวณหาชนิดของวัสดุ เขียนแบบ และนำไปจัดทำชิ้นงาน จัดซื้ออุปกรณ์ ประกอบ โดยจะมีชิ้นส่วนดังนี้



รูปที่ 4.1 ภาพรวมเครื่องกรองฝุ่นแบบสามมิติ



เอกสารนี้เป็น **รูปที่ 4.2 ภาพรวมเครื่องกรองฝุ่นแบบสองมิติ** เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1. ฝาปิด - ใช้เหล็กแผ่นหนา 1.5 mm.มาพับแล้วเชื่อมยึดติด



รูปที่ 4.3 ภาพรวมเครื่องกรองฝุ่นแสดงตำแหน่งฝาปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

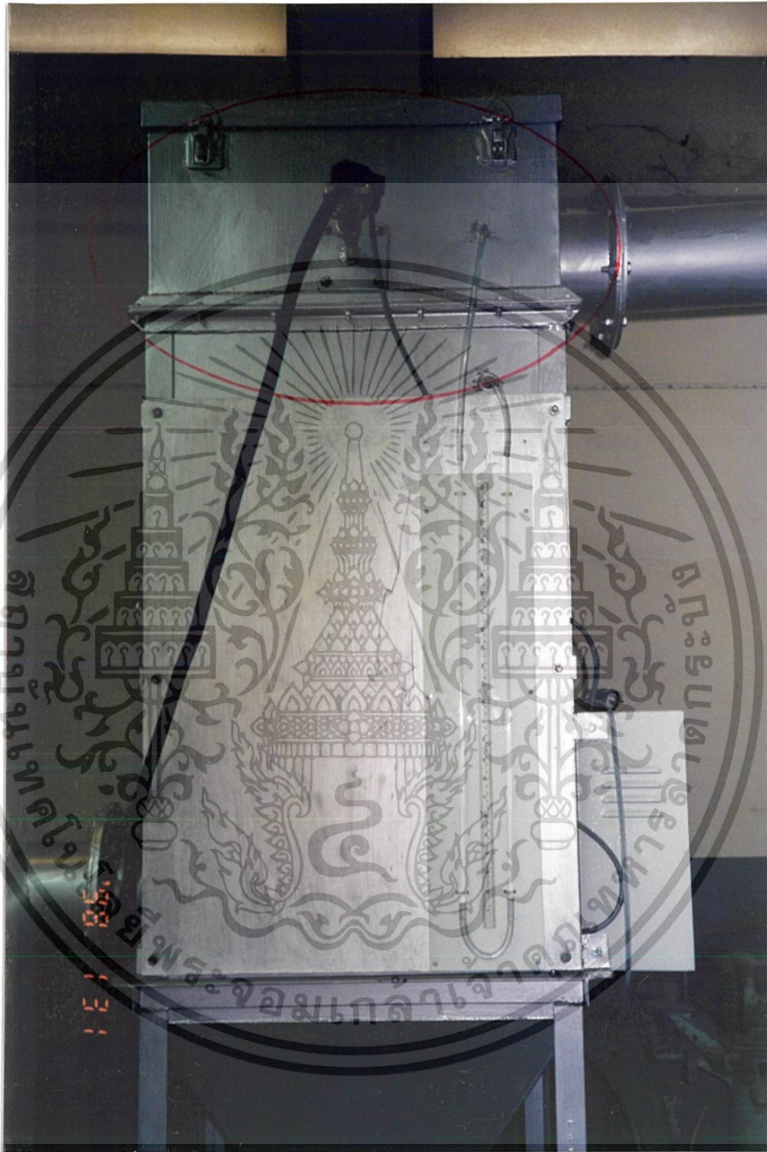
4.1.2. กรง - ใช้เหล็กกลมมาทำการตัดแล้วเชื่อมยึด



รูปที่ 4.4 แสดงภาพ กรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3. ตัวถังส่วนบน - ใช้เหล็กแผ่นหนา 1.5 mm. มาพับแล้วเชื่อมยึดติด โดยมีหน้าแปลนที่จะต่อออกไป
ไป ยึดติดอีก 1 ชั้น



รูปที่ 4.5 ตัวถังส่วนบน

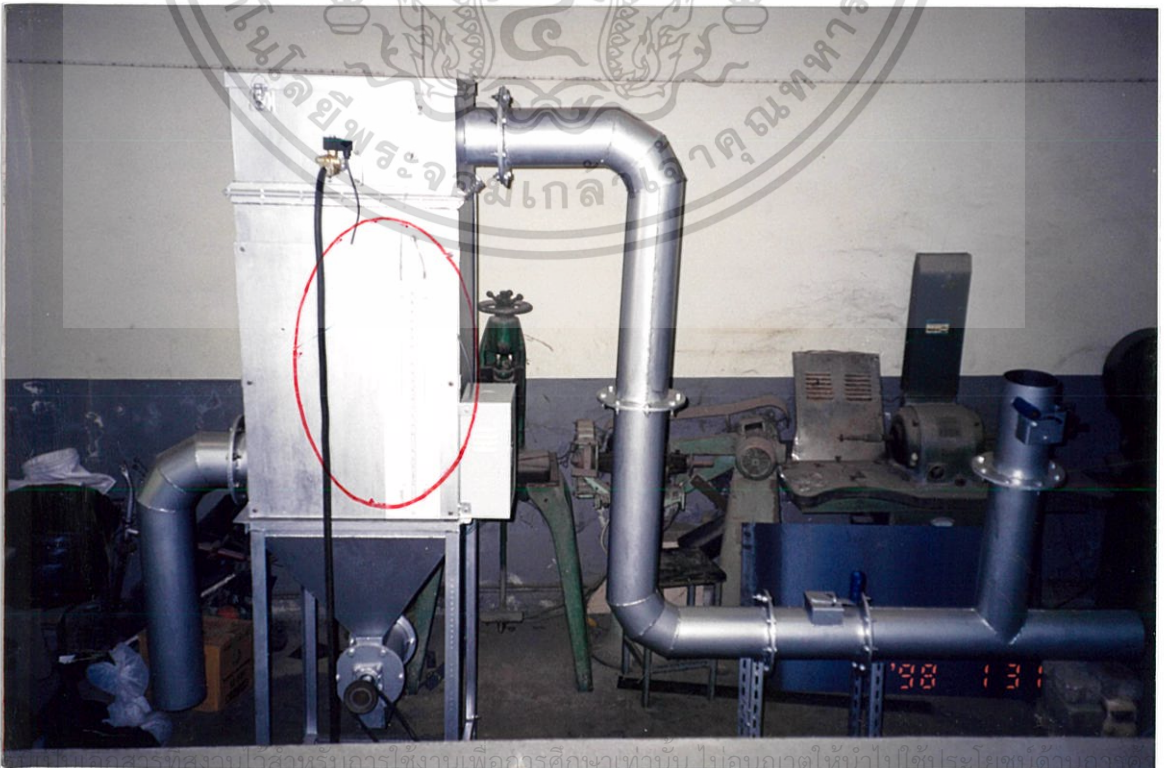
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4. ฝาถังตัวถังส่วนล่างและส่วนบน - ทำจากแผ่นเหล็กหนา 3 mm. นำมาเจาะรูเพื่อทำการประกอบ
ถังกรอง



รูปที่ 4.6 ฝาถังตัวถังส่วนล่าง และส่วนบน

4.1.5. ตัวถังส่วนล่าง - ทำจากแผ่นเหล็กหนา 3 mm. นำมาเชื่อมติดกันแล้วประกอบเข้ากับหน้าแปลน
ส่วนบริเวณเปลือกของชุด Rotary feeder นั้นนำเหล็กแผ่นหนา 3 mm. มาม้วนเป็นทรงกระบอกแล้วเจาะรู
เพื่อเชื่อมต่อกับตัวถัง จากนั้นนำหน้าแปลน 2 ชั้นเชื่อมประกอบเข้าไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น

ไม่ว่ากรณี **รูปที่ 4.7 ตัวถังส่วนล่าง** ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ขาดัง – ทำจากเหล็กถากนำมาเชื่อมยึดติดแล้วทำแนวยื่นออกมาเพื่อประกอบเข้ากับมอเตอร์

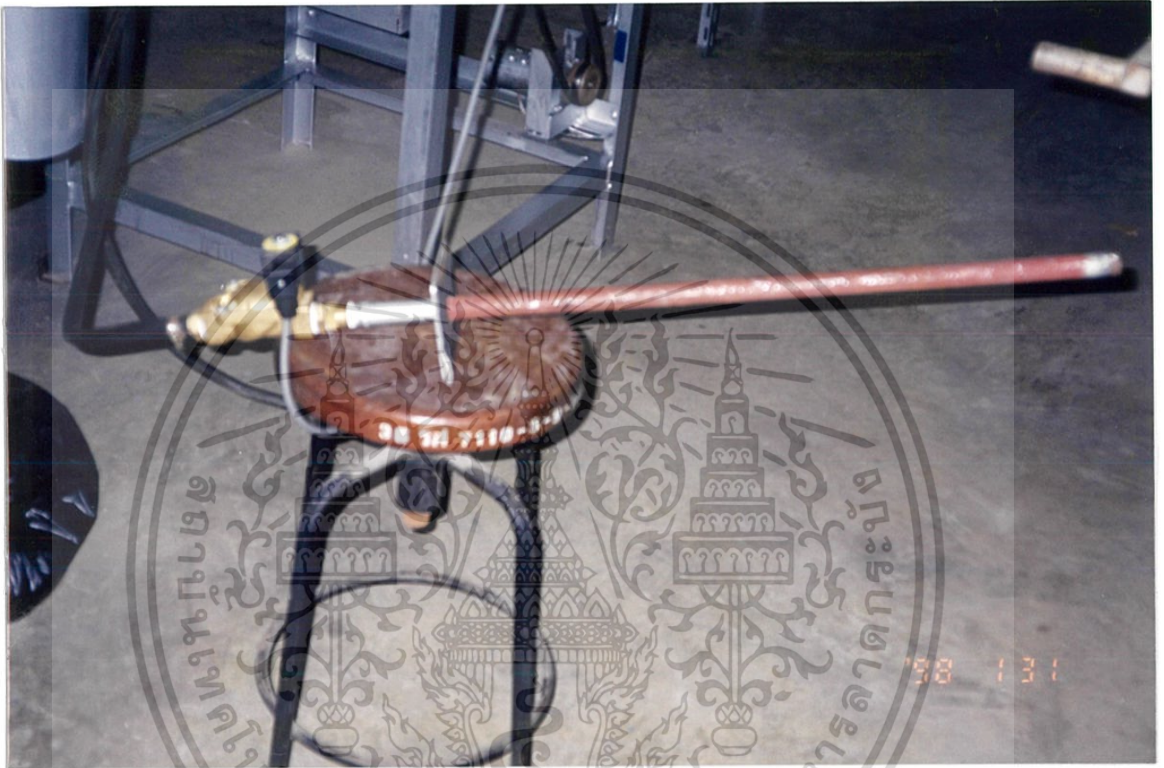
4.1.7 ชุด Rotary Feeder นำแผ่นเหล็กไปเจาะรูแล้วนำมาเชื่อมติดกับแท่งเหล็ก ส่วนบริเวณฝาปิดนั้นมี 2 ชั้นประกอบปิดหน้าหลังโดยนำเพลลาของ Rotary Feeder มาสอดเข้าไปใน Bearing ของฝาปิดชุด Rotary Feeder



รูปที่ 4.8 ชุดโรตารี (Rotary Feeder)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.8. ชุดโซลีนอยด์วาล์ว (Solinoid Valve) ใช้ที่ความดัน 10 Bar ท่อลมยาง ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว

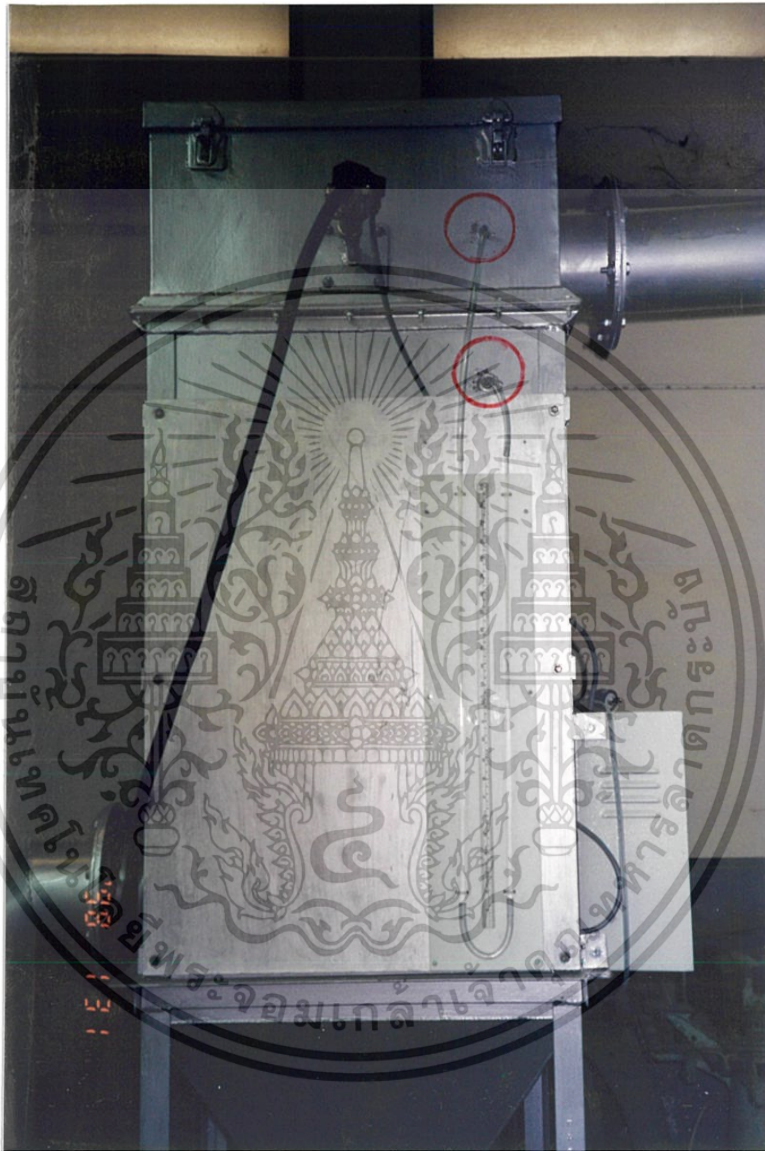


รูปที่ 4.9 โซลีนอยด์วาล์ว (Solinoid Valve)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.9. ชุดमानอมิเตอร์ (Manometer) - ใช้วัดผลต่างความดันที่ภายนอกอุ้งกรงและภายในอุ้งกรง

- ขนาดที่วัดได้สูงสุด 240 mm.H₂O
- แสดงจุดที่วัดผลต่างความดัน



รูปที่ 4.10 ชุดमानอมิเตอร์ (Manometer)

4.1.10. ท่อลม – นำเหล็กแผ่นม้วนเป็นท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร และประกอบติดกับหน้าแปลน โดยจะมี วาล์วปรับอัตราการไหลที่ท่อทางออก (Damper) 2 ตัวหน้าท่อปรับอัตราการไหลของอากาศภายในท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.11. เพลาส่งกำลัง, สายพาน และ มอเตอร์ (Motor Feed)

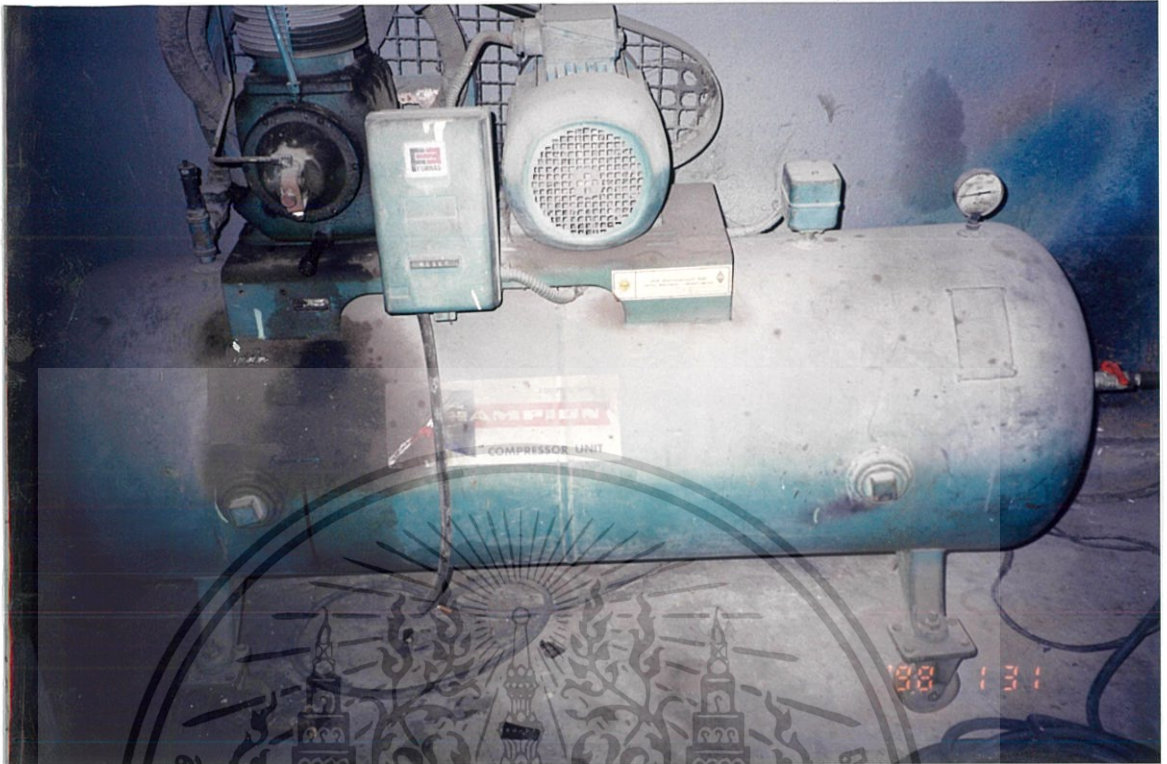
- สายพานยาว 1 เมตร
- โดยมอเตอร์ DC จะทำหน้าที่ขับเคลื่อนเพลาส่งกำลังโดยใช้การเชื่อมต่อด้วยสายพาน



รูปที่ 4.11 เพลาส่งกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.12. ปั๊มลม - ขณะใช้งานที่ความดัน 120 Psi



รูปที่ 4.12 ปั๊มลม

4.1.13. พัดลมดูด (Blower) - ใช้มอเตอร์ 3 เฟส ขนาด 7.4 แรงม้า (HP)



รูปที่ 4.13 พัดลมดูด (Blower)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาอัตราเร็วของอากาศที่ทางเข้า

$$\text{Filtration velocity} = \frac{\text{AFCM}(\text{m}^3/\text{min})}{\text{effective area}}$$

$$1.7 = \frac{\text{AFCM}}{2(\pi DL + \frac{\pi D^2}{4})}$$

$$1.7 = \frac{\text{AFCM}}{2(\pi(0.2)(0.9) + \frac{\pi(0.2)^2}{4})}$$

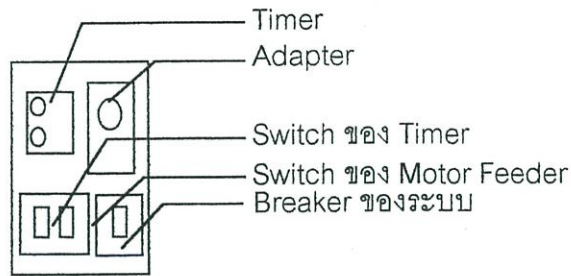
$$\therefore \text{AFCM} = 3.4 \text{ m}^3/\text{min}$$

ท่อลมที่เลือกใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 mm จะได้

$$\begin{aligned} \text{ความเร็วที่ทางเข้า} &= \frac{\text{AFCM}}{\text{Pipe area}} \\ &= \frac{3.4}{\frac{\pi (0.15)^2}{4}} \\ &= 3.2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

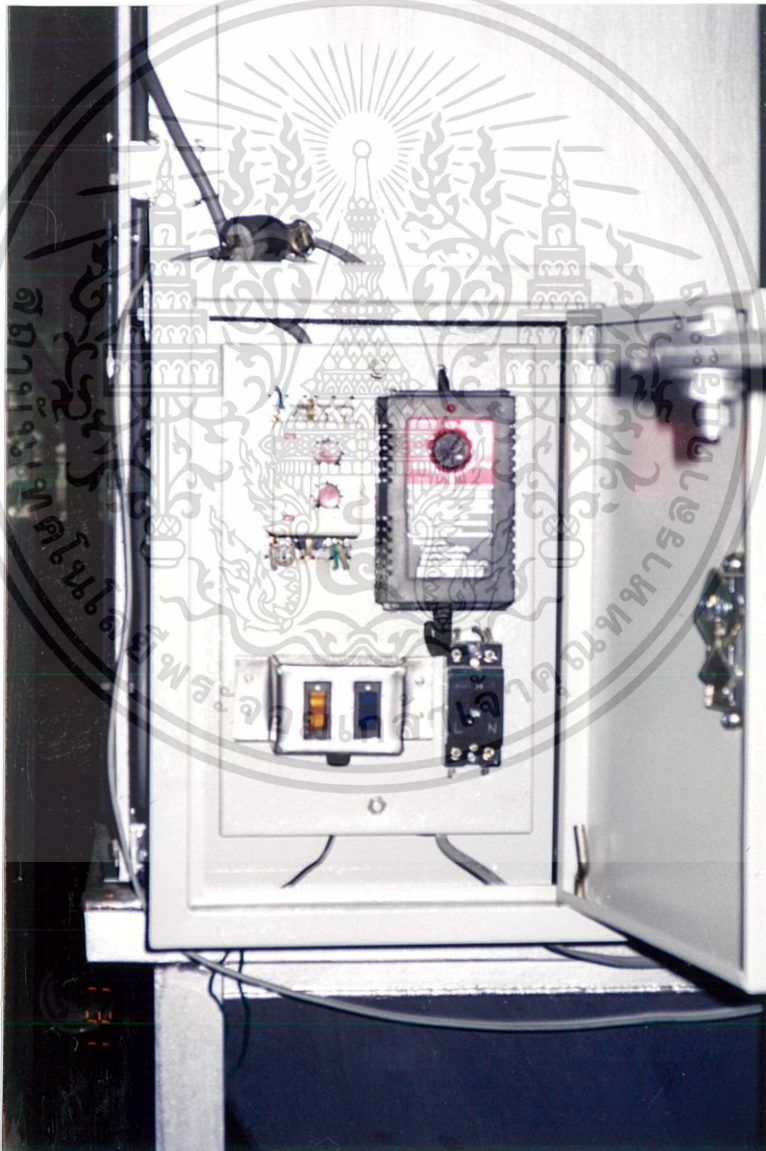
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.14. กล่องควบคุม



รูปที่ 4.14 ตำแหน่งของอุปกรณ์ในกล่องควบคุม

- Timer เป็นแบบ 2 ทางสามารถตั้งเวลาในการเปิด/ปิดของได้ ใช้ควบคุมชุด โซลีนอยด์แล้ว
- Adaptor สำหรับแปลงกระแสไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V (AC) เป็นกระแสตรง 12 V (DC)



รูปที่ 4.15 กล่องควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.15 ถุงกรองฝุ่น



รูปที่ 4.16 ถุงกรองฝุ่นชนิดโพลีเอสเตอร์ (Polyester)
 (ด้านซ้ายแสดงถุงกรองฝุ่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน)
 (ด้านขวาแสดงถุงกรองฝุ่นที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ถูกรองฝุ่นชนิดโพลีโพรพิลีน (Polypropylene)
 (ด้านซ้ายแสดงถูกรองฝุ่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน)
 (ด้านขวาแสดงถูกรองฝุ่นที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ถุงกรองฝุ่นชนิดโพลีอาราไมด์ (Polyaramid)
 (ด้านซ้ายแสดงถุงกรองฝุ่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน)
 (ด้านขวาแสดงถุงกรองฝุ่นที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว)

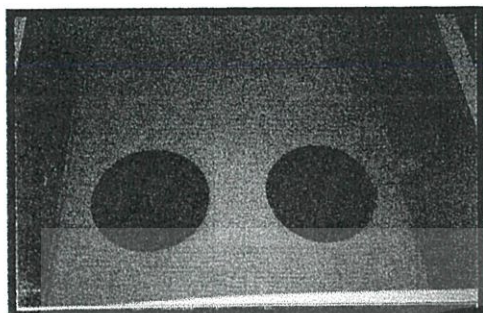
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



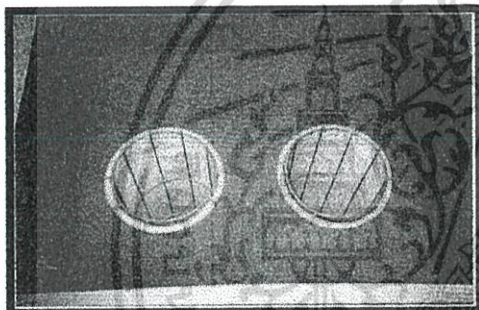
รูปที่ 4.19 ถุงกรองฝุ่นชนิดโค-โพลีอิมิด์ (Co-Polyimide)
 (ด้านซ้ายแสดงถุงกรองฝุ่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน)
 (ด้านขวาแสดงถุงกรองฝุ่นที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

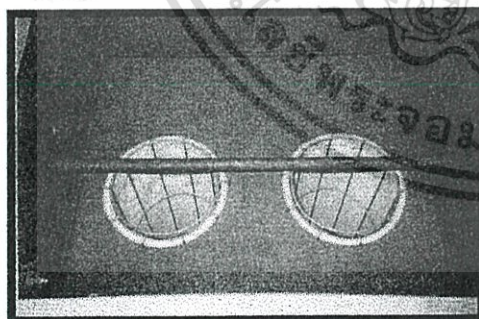
4.2 วิธีการประกอบตุ้กรอง



- ขณะก่อนการประกอบ



- ใส่ตุ้กรองก่อนแล้วตามด้วยกรง



- นำท่อยิงลมมาประกอบเข้าหลังจากใส่กรงแล้ว

รูปที่ 4.20 การประกอบตุ้กรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลอง

5.1 วิธีการทดลอง

5.1.1. ขั้นตอนการเตรียมเครื่องก่อนการทดลอง ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องก่อนการทดลองนี้มีจุดประสงค์ในการทำให้เกิด ชั้นฝุ่นปฐมภูมิที่ถูกรองฝุ่นและไม่มีปริมาณฝุ่นหลงเหลือภายในตัวถัง โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ

1. เปิดสวิตช์พัดลมดูด (Blower) และ มอเตอร์ (Motor Feeder)
2. ปิดสวิตช์เครื่องตั้งเวลา(Timer) เพื่อไม่ให้เกิดการยิงลมทำความสะอาด
3. รอเวลาจนผลต่างความดันที่மானอมิเตอร์คงที่ซึ่งจะได้ว่า

โค-โพลีไอมิด (Co-polyimide) ผลต่างความดัน 90 mm.H₂O

โพลีเอสเตอร์ (Polyester) ผลต่างความดัน 100 mm.H₂O

โพลีอามิด (Polyaramid) ผลต่างความดัน 110 mm.H₂O

โพลีโพรพิลีน (Polypropylene) ผลต่างความดัน 110 mm.H₂O

4. ปิดสวิตช์พัดลมดูด
5. นำถุงกรองออกมาจากตัวถัง
6. ทำความสะอาดโดยนำลมมาเป่าฝุ่นที่ค้างภายในตัวถังให้ตกลงไปข้างล่างให้หมด
7. รอจนชุดโรตารี (Rotary Feeder) เอาฝุ่นออกจากตัวถังจนหมด
8. พร้อมทั้งจะทำการทดลอง และเมื่อเปลี่ยนถุงกรองต้องตั้งเครื่องใหม่ทุกครั้ง

5.1.2. ขั้นตอนการทดลอง ในขั้นตอนนี้ต้องการหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องกรองฝุ่น โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้คือ

1. นำรำข้าวหนัก 4 Kg มาโรยใส่ถังวางที่วางไว้ที่ท่อดูด
2. เปิดสวิตช์มอเตอร์
3. เปิดสวิตช์พัดลมดูด พร้อมกับสวิตช์ เครื่องตั้งเวลา
4. รอจนรำข้าว 4 Kg ถูกดูดจนหมดแล้วปิดสวิตช์พัดลมดูดพร้อมกับสวิตช์ เครื่องตั้งเวลา

โดยรำข้าวจะแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

4.1. ส่วนที่ไม่ผ่านการกรอง มี 3 ประเภทคือ

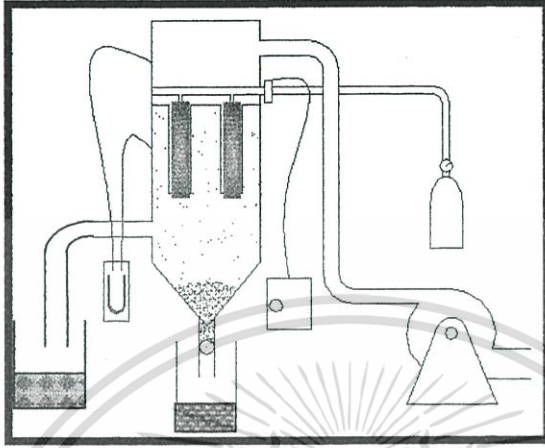
- มีน้ำหนักรวมมากจนดูดไม่ขึ้น
- ดูดขึ้นแล้วถูกนำออกมา
- ฝุ่นที่ทำหน้าที่เป็นฝุ่นปฐมภูมิที่ตกลงมาที่หลัง

4.2. ส่วนที่สามารถผ่านการกรองออกไปได้

5. นำถุงกรองออกมาจากตัวถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำความสะอาดโดยนำลมมาเป่าฝุ่นที่ค้างภายในตัวถังให้ตกลงไปข้างล่างให้หมด
7. ปิดสวิตช์มอเตอร์เมื่อรำถูก นำออกจากถังจนหมด
8. ทำการบันทึกผล
9. ทำการหาประสิทธิภาพของระบบและดูกรอง



รูปที่ 5.1 แสดงตำแหน่งของฝุ่นที่ตกค้างอยู่ภายในตัวถัง



รูปที่ 5.2 แสดงภาพฝุ่น ชนิดก่อนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 แสดงภาพฝุ่น ชนิดดุดไม้จีน



รูปที่ 5.4 แสดงภาพฝุ่น ชนิดถูกนำ ออกมาระหว่างการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 แสดงภาพฝุ่น ชนิดฝุ่นละเอียดที่ติดอยู่รอบฉากรอง

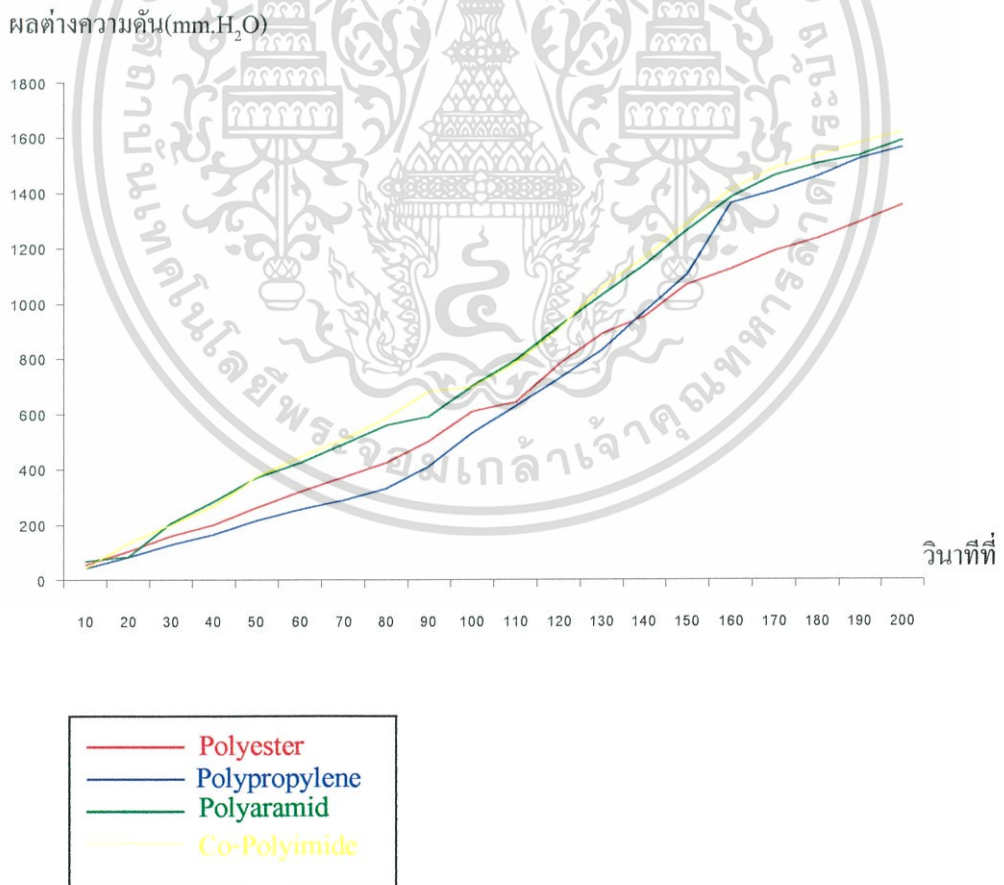
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ผลการทดลอง

5.2.1. ไม่มีการยิงลมทำความสะอาดอุ้งกรอง

sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide	sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide
10	54	41	68	42	110	643	627	794	787
20	102	83	85	132	120	779	729	917	909
30	158	127	206	198	130	888	830	1029	1055
40	200	164	280	267	140	951	968	1138	1164
50	260	212	367	372	150	1068	1101	1261	1287
60	318	253	423	443	160	1122	1361	1383	1409
70	371	286	491	507	170	1188	1405	1462	1488
80	425	330	557	583	180	1234	1459	1505	1531
90	501	410	589	680	190	1293	1521	1534	1578
100	608	530	697	695	200	1353	1564	1587	1620

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อไม่มีการยิงลมทำความสะอาดอุ้งกรอง



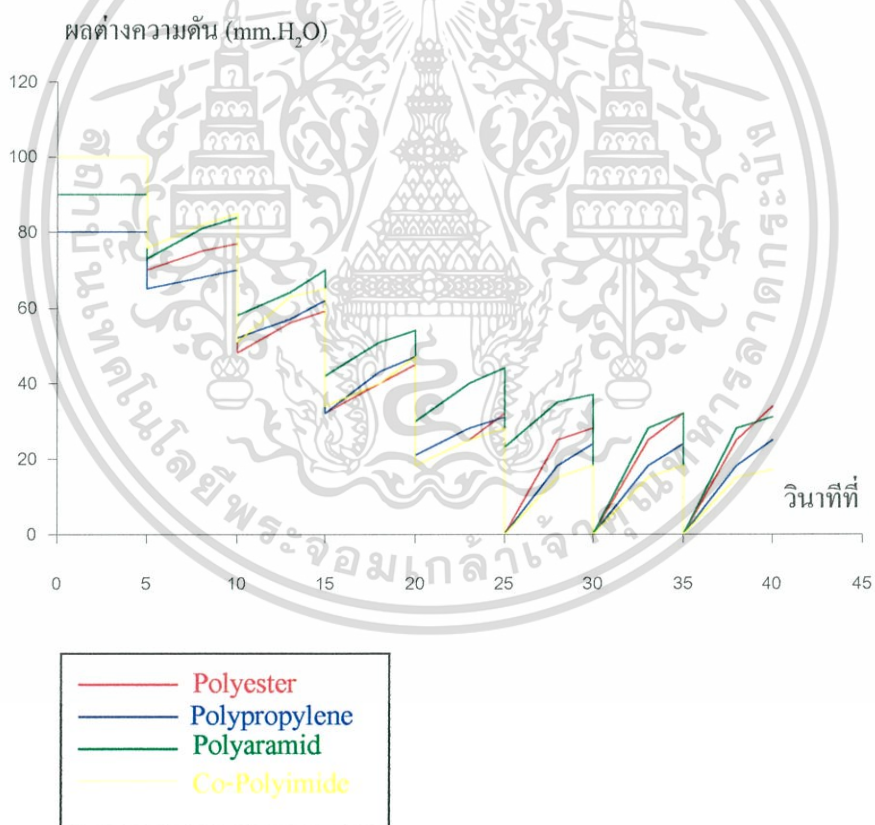
รูปที่ 5.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันเมื่อไม่มีการยิงลมทำความสะอาดอุ้งกรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 อัตราการยิงลม 5 วินาที/ครั้ง

sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide	sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide
0	90	80	90	100	23	25	28	40	25
3	90	80	90	100	25	32,0	31,0	44,23	28,0
5	90,70	80,65	90,73	100,76	28	25	18	35	15
8	75	68	81	82	30	28,0	24,0	37,0	18,0
10	77,48	70,52	84,58	85,51	33	25	18	28	15
13	56	57	64	63	35	32,0	24,0	32,0	18,0
15	59,32	62,32	70,42	65,34	38	25	18	28	15
18	40	43	51	40	40	34	25	31	17
20	45,18	47,21	54,30	47,18					

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดอุ้งกรอง 5 วินาที/ครั้ง



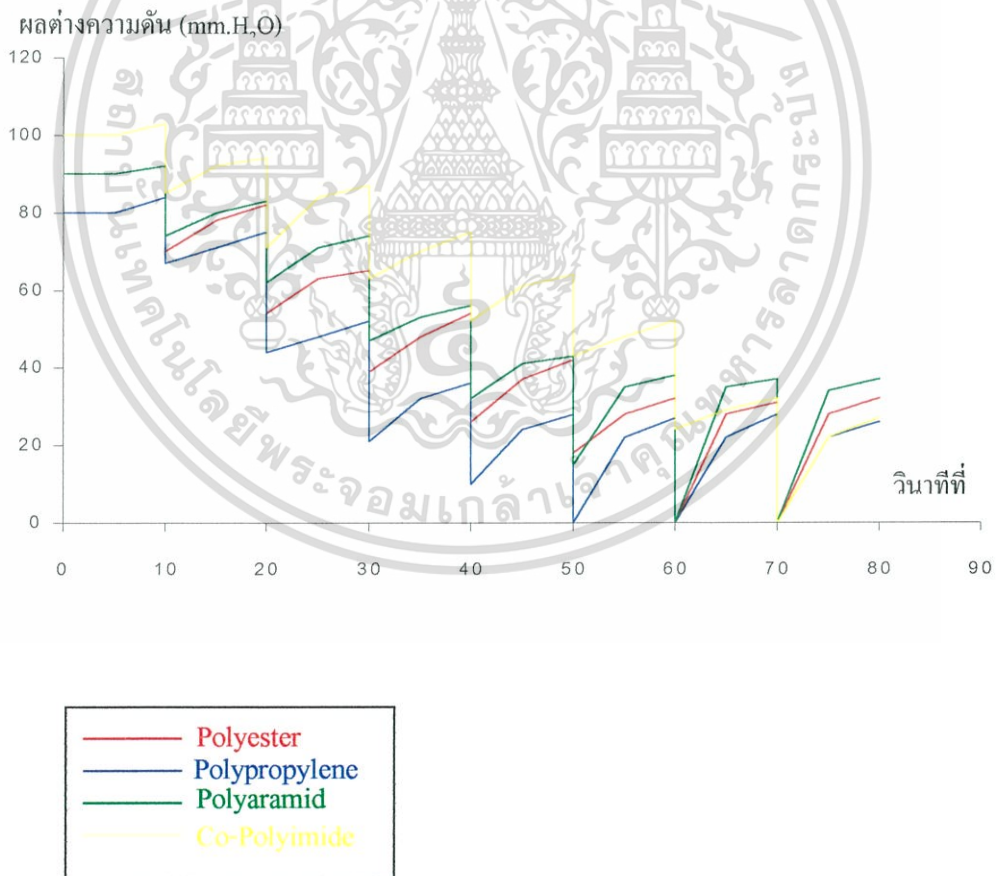
รูปที่ 5.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันที่อัตราการยิงลม 5 วินาที/ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3. อัตราการยิงลม 10 วินาที/ครั้ง

sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide	sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide
0	90	80	90	100	45	37	24	41	61
5	90	80	90	100	50	42,18	28,0	43,15	64,43
10	92,70	84,67	92,74	103,85	55	28	22	35	48
15	78	71	80	92	60	32,0	27,0	38,0	52,24
20	82,54	75,44	83,62	94,71	65	28	22	35	29
25	63	48	71	84	70	31,0	28,0	37,0	32,0
30	65,39	52,21	74,47	87,63	75	28	22	34	22
35	48	32	53	70	80	32	26	37	27
40	54,26	36,10	56,32	75,52					

ตารางที่ 5.3 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดยุงกรอง 10 วินาที/ครั้ง



รูปที่ 5.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันที่อัตราการยิงลม 10 วินาที/ครั้ง

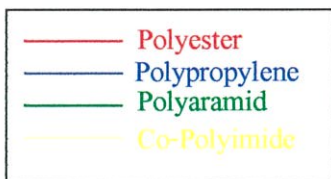
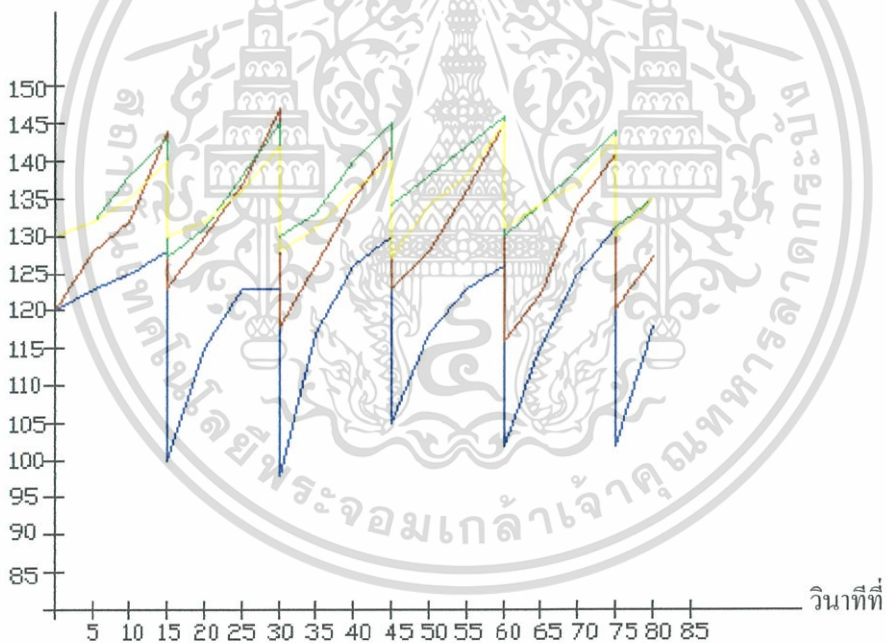
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4. อัตราการยิงลม 15 วินาที/ครั้ง

sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide	sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide
0	120	120	130	130	45	130,105	142,123	145,134	140,127
5	123	128	132	132	50	117	128	138	134
10	125	132	138	135	55	123	136	142	138
15	128,100	144,123	143,127	140,130	60	126,102	145,116	146,130	145,131
20	115	130	131	132	65	115	122	134	134
25	123	137	138	136	70	125	134	139	137
30	123,98	147,118	145,130	142,128	75	131,102	141,120	144,131	143,130
35	117	126	133	131	80	118	127	135	135
40	126	135	140	136					

ตารางที่ 5.4 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดอุ้งกรอง 15 วินาที/ครั้ง

ผลต่างความดัน(mm.H₂O)



รูปที่ 5.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วน

ความดันที่อัตราการยิงลม 15 วินาที/ครั้ง

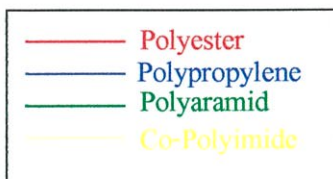
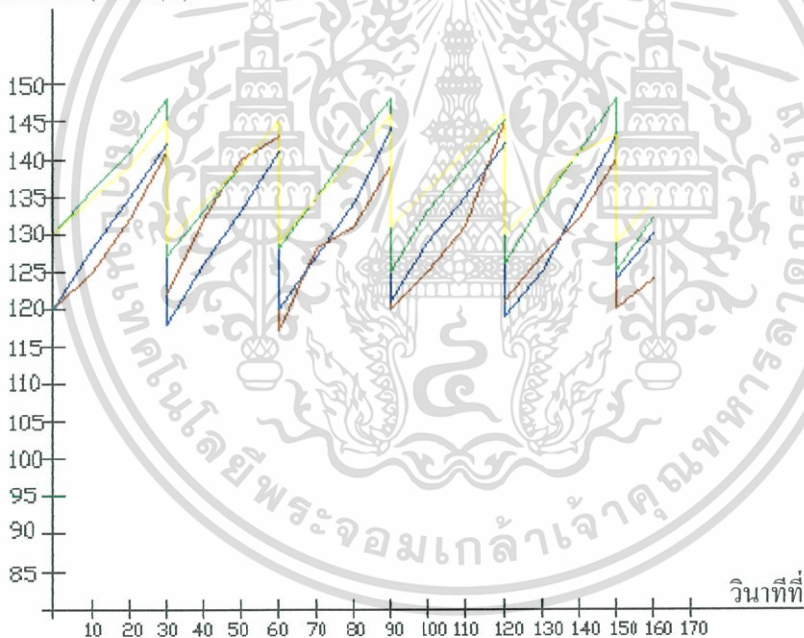
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.5. อัตราการยิงลม 30 วินาที/ครั้ง

sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide	sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide
0	120	120	130	130	90	139,120	144,121	148,125	146,131
10	125	128	136	135	100	125	129	133	136
20	132	135	141	139	110	131	135	140	141
30	141,122	142,118	148,127	145,129	120	145,121	142,119	145,126	146,130
40	132	126	133	134	130	127	125	134	135
50	140	133	139	139	140	132	134	141	138
60	143,117	141,120	145,128	145,129	150	140,120	143,124	148,125	143,129
70	128	127	135	135	160	124	130	132	134
80	131	134	142	140					

ตารางที่ 5.5 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดอุ้งกรอง 30 วินาที/ครั้ง

ผลต่างความดัน(mm.H₂O)



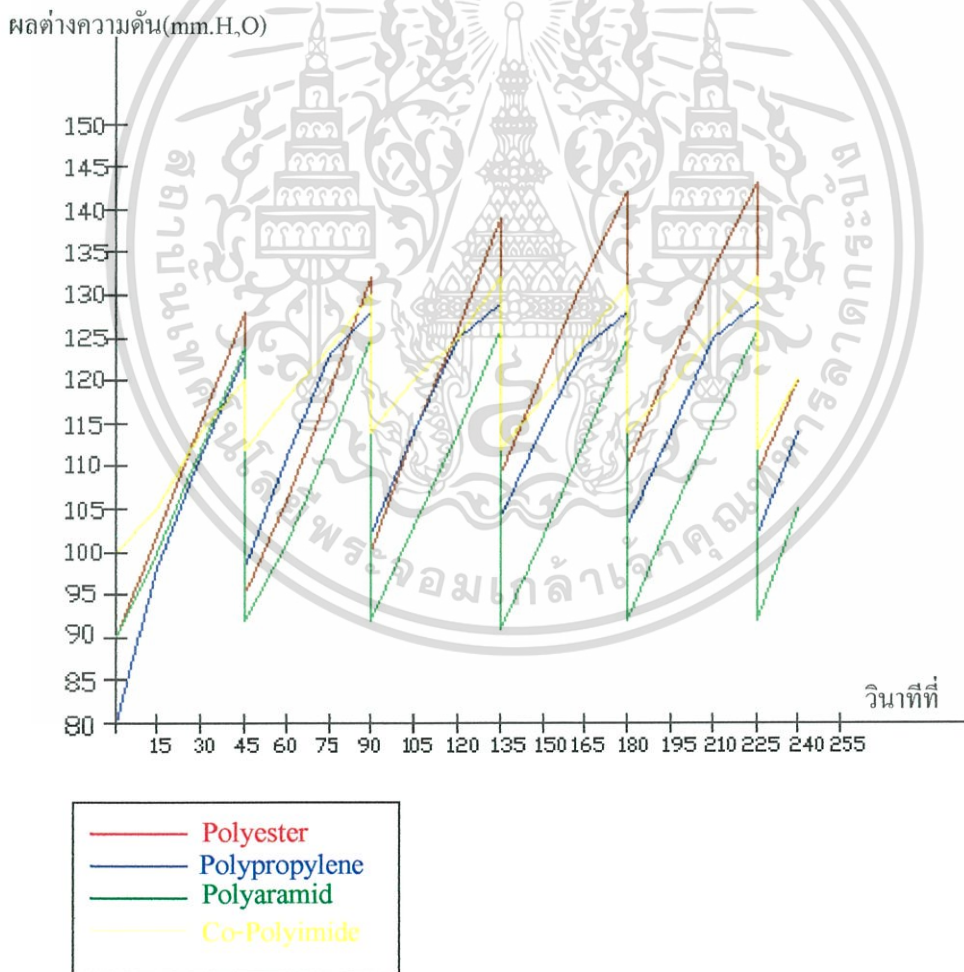
รูปที่ 5.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันที่อัตราการยิงลม 30 วินาที/ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.6 . อัตราการยิงลม 45 วินาที/ครั้ง

sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide	sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide
0	90	80	90	100	135	139,109	129,104	126,91	132,112
15	102	98	100	105	150	121	115	102	118
30	115	111	112	114	165	132	124	113	125
45	128,95	123,98	124,92	120,112	180	142,110	128,103	125,92	131,114
60	106	111	101	118	195	122	114	104	119
75	119	123	113	124	210	133	125	115	126
90	132,100	128,102	125,92	130,114	225	143,109	129,102	126,92	132,112
105	114	114	103	120	240	120	114	105	120
120	126	125	114	125					

ตารางที่ 5.6 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดอุ้งกรอง 45 วินาที/ครั้ง



รูปที่ 5.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันที่อัตราการยิงลม 45 วินาที/ครั้ง

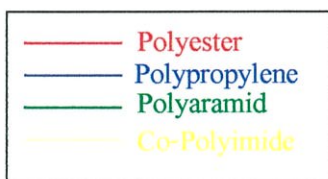
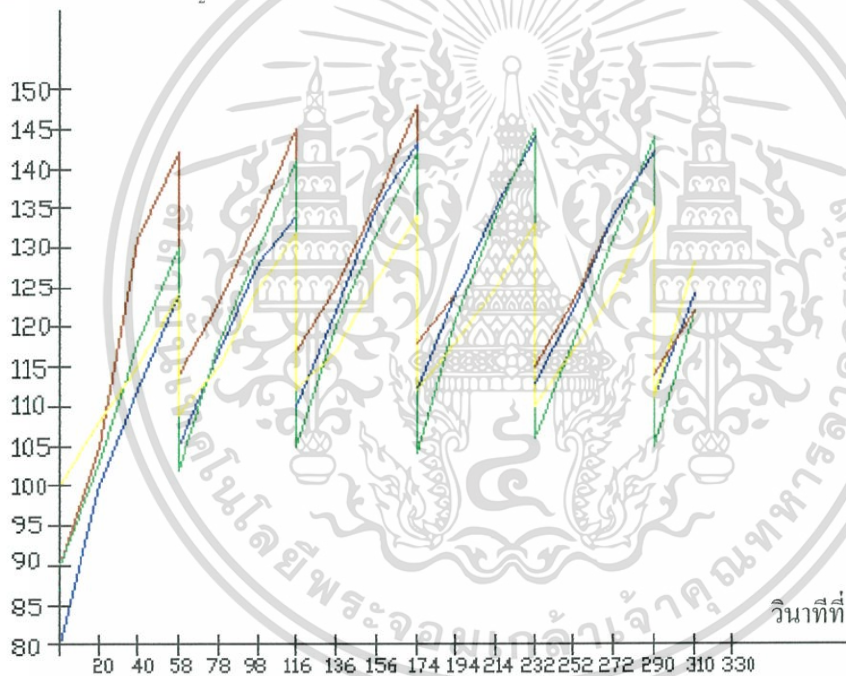
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.7 . อัตราการยิงลม 58 วินาที/ครั้ง

sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide	sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide
0	90	80	90	100	174	148,118	143,112	142,104	134,112
20	105	100	103	108	194	124	124	121	118
40	131	112	118	115	214	135	135	134	125
58	142,114	124,105	130,102	124,109	232	144,115	144,113	145,106	133,110
78	123	117	118	115	252	123	122	118	117
98	134	128	130	125	272	134	134	131	124
116	145,117	134,110	141,105	132,112	290	142,114	142,111	144,105	135,111
136	125	122	120	117	310	122	124	122	128
156	136	135	132	126					

ตารางที่ 5.7 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดอุ้งกรอง 58 วินาที/ครั้ง

ผลต่างความดัน(mm.H₂O)



รูปที่ 5.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันที่อัตราการยิงลม 58 วินาที/ครั้ง

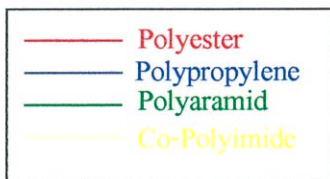
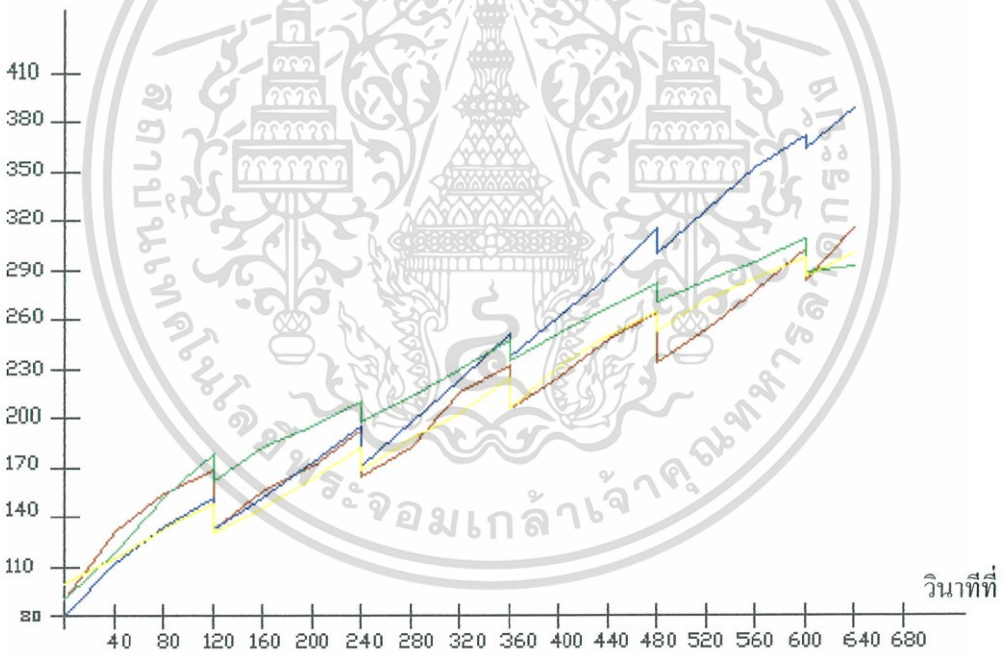
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.8. อัตราการยิงลม 120 วินาที/ครั้ง

sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide	sec	polyester	Polypropylene	Polyaramid	Co-Polyimide
0	90	80	90	100	360	232,206	251,238	248,235	225,206
40	131	112	118	115	400	225	262	251	231
80	154	134	152	132	440	248	286	267	250
120	168,132	152,132	178,162	148,130	480	264,233	315,300	282,271	264,253
160	156	152	183	146	520	254	328	283	272
200	171	173	195	163	560	277	352	295	285
240	193,165	195,171	210,198	182,168	600	302,284	371,364	309,288	298,286
280	183	198	213	187	640	315	388	292	300
320	216	223	230	203					

ตารางที่ 5.8 แสดงผลการทดลองที่เวลาต่างๆเมื่อมีการยิงลมทำความสะอาดอุ้งกรอง 120 วินาที/ครั้ง

ผลต่างความดัน(mm.H₂O)



รูปที่ 5.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ยิงลมและอัตราส่วนความดันที่อัตราการยิงลม 120 วินาที/ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

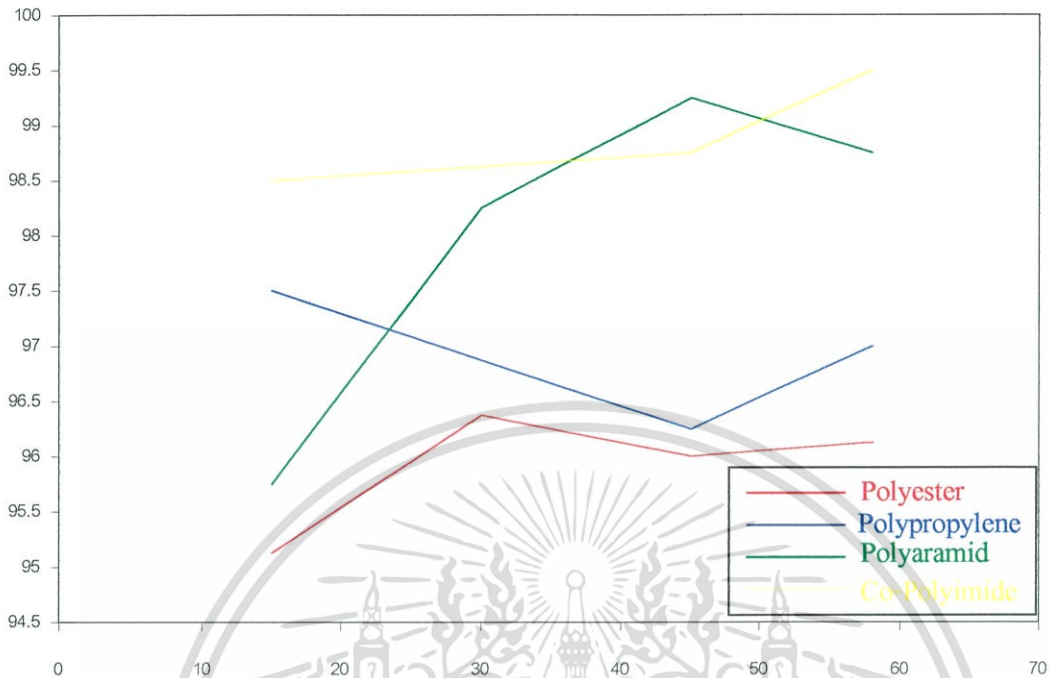
5.3. ผลการกรองฝุ่น

ชนิดถุงกรอง	อัตราการยิงลม(วินาที/ครั้ง)	ปริมาณฝุ่นที่ดูดไม่ขึ้น(g)	ปริมาณฝุ่นที่ไม่ผ่านการกรอง(g)	ปริมาณฝุ่นรวมหลังการทดลอง(g)	ปริมาณฝุ่นทั้งหมด(g)	ประสิทธิภาพการกรอง(%)	ประสิทธิภาพระบบ(%)
Polyester	15	70	3735	3805	4000	95.038	95.125
Polyester	30	70	3785	3855	4000	96.310	96.375
Polyester	45	75	3765	3840	4000	95.924	96
Polyester	58	80	3765	3845	4000	96.046	96.125
Polypropylene	15	80	3820	3900	4000	97.449	97.5
Polypropylene	30	85	3790	3875	4000	96.807	96.875
Polypropylene	45	90	3760	3850	4000	96.164	96.25
Polypropylene	58	95	3785	3880	4000	96.927	97
Polyaramid	15	80	3750	3830	4000	95.663	95.75
Polyaramid	30	90	3840	3930	4000	98.210	98.25
Polyaramid	45	95	3875	3970	4000	99.232	99.25
Polyaramid	58	100	3850	3950	4000	98.718	98.75
Co-polyimide	15	90	3850	3940	4000	98.465	98.5
Co-polyimide	30	95	3850	3945	4000	98.592	98.625
Co-polyimide	45	100	3850	3950	4000	98.718	98.75
Co-polyimide	58	110	3870	3980	4000	99.486	99.5

ตารางที่ 5.9 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพของการกรองฝุ่น

5.3.1. ประสิทธิภาพของระบบ

ประสิทธิภาพ (%)

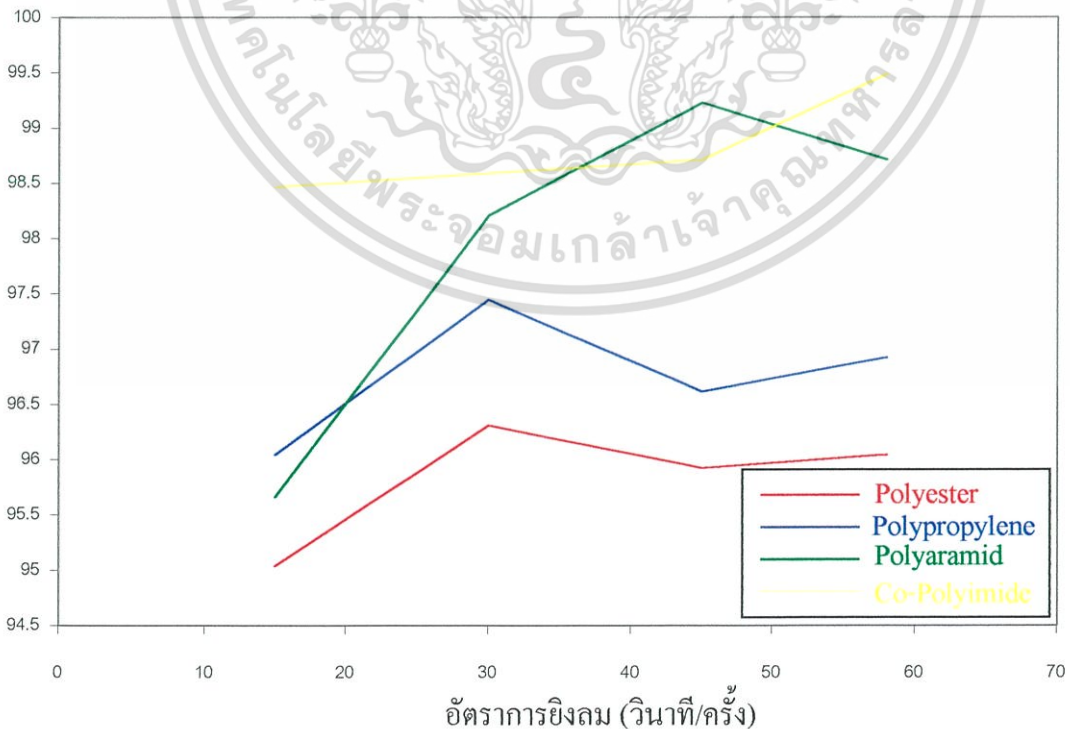


อัตราการใช้ (วินาที/ครั้ง)

รูปที่ 5.14 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพของระบบที่เปลี่ยนไปของกรองฝุ่นแต่ละชนิด

5.3.2 . ประสิทธิภาพของถุงกรอง

ประสิทธิภาพ (%)



อัตราการใช้ (วินาที/ครั้ง)

รูปที่ 5.15 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพของถุงกรองฝุ่นที่เปลี่ยนไปของกรองฝุ่นแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองนี้ได้กำหนดตัวแปรเพื่อนำมาทดลอง 2 ประเภท คือชนิดของถุงกรองฝุ่น และ อัตราการยิงลม ซึ่งยังมีตัวแปรอื่นๆ ที่สามารถกำหนดได้อีกดังเช่น อัตราการไหลของอากาศที่เข้าตัวถัง ชนิดของฝุ่น อุณหภูมิการทำงาน รูปแบบการยิงลม พื้นที่ในการกรองฝุ่น ความดันลมยิง

ดังนั้นจึงนำค่าของ อัตราการยิงลมและ ชนิดของถุงกรองฝุ่นมาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพ ซึ่ง ทำให้สามารถหาค่าอัตราการยิงลมที่เหมาะสมต่อชนิดของถุงกรองได้ โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพดังนี้

- ถุงกรองชนิด Polyester จะมีประสิทธิภาพสูงสุดที่อัตราการยิงลม 30 วินาทีต่อครั้ง
- ถุงกรองชนิด Polypropylene จะมีประสิทธิภาพสูงสุดที่อัตราการยิงลม 15 วินาทีต่อครั้ง
- ถุงกรองชนิด Polyaramid จะมีประสิทธิภาพสูงสุดที่อัตราการยิงลม 45 วินาทีต่อครั้ง
- ถุงกรองชนิด Co-Polyimide จะมีประสิทธิภาพสูงสุดที่อัตราการยิงลม 58 วินาทีต่อครั้ง

ปัญหาในการทดลอง

- ไม่สามารถกำหนดให้ค่าของความดันที่มาจากปั๊มลมคงที่ได้เนื่องจากเมื่อเวลาที่มีการยิงลมจะทำให้ความดันลดลงและเวลาที่ใช้ในการปั๊มลมเพื่อเพิ่มความดันนั้น ไม่สามารถทำให้ความดันมีค่าเพียงพอในการยิงลมครั้งต่อไป

- อัตราการไหลของฝุ่นไม่คงที่เนื่องจากปริมาณฝุ่นที่ป้อนเข้าไปในถังที่ทางชุดไม่สามารถป้อนเข้าได้อย่างต่อเนื่อง

- หลังจากทำการทดลองเสร็จสิ้นยังมีฝุ่นตกค้างอยู่ภายในตัวถังทำจึงต้องนำลมมาเป่าทำความสะอาดภายในเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการคำนวณหาประสิทธิภาพน้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ในการทำโครงการชิ้นนี้ได้เน้นส่วนสำคัญคือการออกแบบจัดสร้างเครื่องกรองฝุ่นขึ้น ทำให้การทดลองในเรื่องของตัวแปรต่างๆที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพนั้นไม่สามารถทดลองได้หมด ส่วนเรื่องปัญหาในการทดลองนั้น หากต้องการให้ความดันของลมยิงคงที่และมีปริมาณลมที่เพียงพออาจจะนำถังความดันที่มีขนาดใหญ่มาใช้งานแทนปั๊มลม และควรจัดหาเครื่องป้อนฝุ่นให้ไหลต่อเนื่องโดยทำให้ฝุ่นมีระยะห่างจากปล่องทางชุดที่เหมาะสม คือทำให้ความเร็วในการดูดที่ปล่องทางชุดเท่ากับ 3.2 m/s ส่วนปัญหาในเรื่องปริมาณฝุ่นตกค้างนั้นควรหาวิธีที่จะหาปริมาณฝุ่นที่สามารถหลุดผ่านออกจาก Blower จะดีที่สุดเพราะจะทำให้ได้ประสิทธิภาพของเครื่องกรองฝุ่นที่น่าเชื่อถือที่สุด

บรรณานุกรม

- [1] ชิดาโอะ คานาโอกะ, "การเก็บรวบรวมฝุ่น", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ , 2540.
- [2] บรรเลง ศรีนิต และ ประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์, "ตารางงานโลหะ", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ,2524.
- [3] ปรีชา กาพันธ์ , "ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องกรองฝุ่น (Bag Filter)", บริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด 2542.
- [4] วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล, "คู่มืออุปกรณ์การผลิตในอุตสาหกรรมเคมี", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) , กรุงเทพฯ , 2538.
- [5] Joseph Edward Shigley and Charles R.Mischke, "MECHANICAL ENGINEERING DESIGN FIFTH EDITION ", McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS.
- [6] K. Wart , F. Warnwe , " Air Pollution ", 2nd edition , Harper and Publishers , 1986.
- [7] Robert W. Fox and Alan T.Mcdonald. "INTRODUCTION TO FLUID MECHANIC" , 4th Edition , JHON WILEY & SON, INC.
- [8] V. Cavaseno and the Staff of Chemical Engineering , " Industrial Air Engineering " , 2nd edition , Mc-Graw Hill , 1984.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรของสโตกส์ (Stokes'law)

$$v_t = \frac{gd_p^2 \rho_p}{18 \mu_g}$$

V_t : settling velocity (cm/s)

g : อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

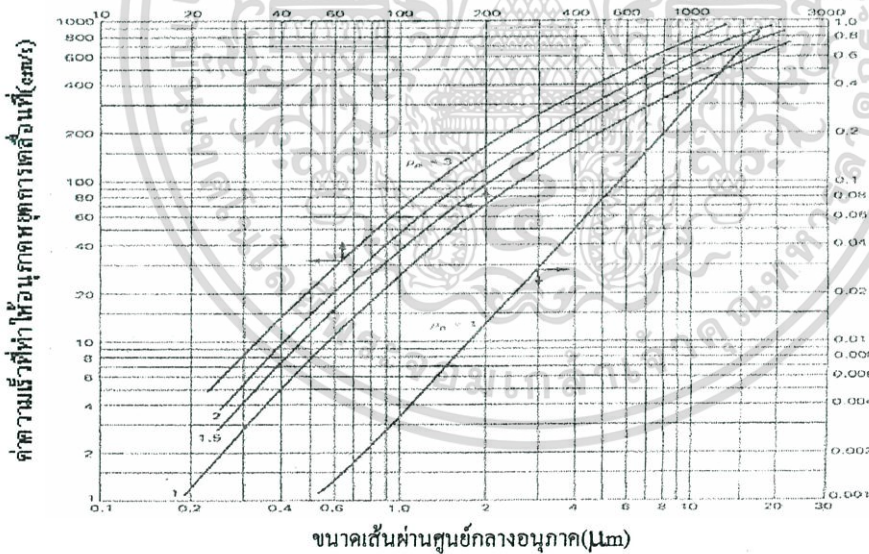
d_p : เส้นผ่านศูนย์กลางของฝุ่น (cm)

ρ_p : ความหนาแน่นของอนุภาค (Particulate Velocity)

μ_g : ความหนืดของก๊าซ (g/cm.s)

เมื่ออนุภาคของฝุ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $10 \mu\text{m}$. ความหนืดของอากาศ $1.85 \times 10^{-4} \text{ g/cm}\cdot\text{s}$

$$V_t = \frac{(980 \text{ cm/s}^2)(10 \times 10^{-4} \text{ cm})^2 (1 \text{ g/cm}^3)}{18(1.85 \times 10^{-4} \text{ g/cm}\cdot\text{s})} = 0.294 \text{ cm/s}$$



กราฟ แสดงแสดงความสัมพันธ์ ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาค และค่าความเร็ว ที่ ทำให้อนุภาคหยุดการเคลื่อนที่

$$d_p = 10 \mu\text{m} \quad V_t = 0.3 \text{ cm/s}$$

$$d_p = 100 \mu\text{m} \quad V_t = 25.5 \text{ cm/s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\Delta P_T = \Delta P_R + K_2 C_i V^2 t$$

ΔP_T : ค่าความดันลดทั้งหมดที่ผ่านถุงกรอง

ΔP_R : ค่าความดันลดที่ผ่านตัวถังเครื่องกรองฝุ่น

K_2 : ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานฝุ่น (Dust Resistance Coefficient)

C_i : ภาระจากฝุ่น (Dust Loading)

V : ความเร็วของอากาศในทิศทางตั้งฉากกับถุง

t : เวลาในการกำจัดฝุ่น

[Dennis and Davis]

$$K_2 = \left(\frac{0.00304}{(d_{g, mass})^{1.1}} \right) \left(\frac{\mu_g}{\mu_g, 70^\circ F} \right) \left(\frac{2600}{\rho_p} \right) \left(\frac{v}{0.0152} \right)^{0.6}$$

ความหนืดของก๊าซที่ 70 °F คือ 1.81×10^{-5} kg/m.s ที่ 350 °F คือ 2.5×10^{-5} kg/m.s

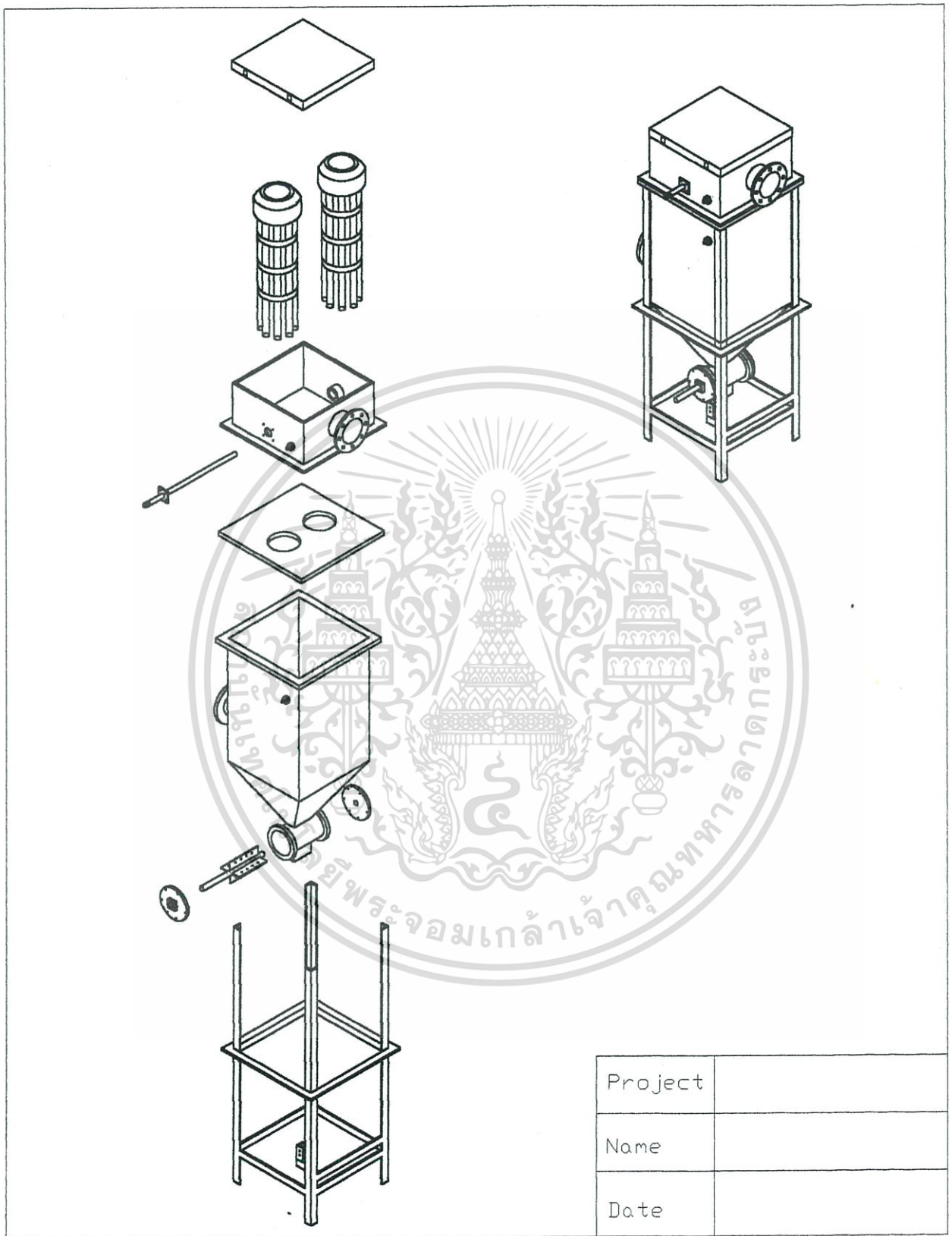
$$K_2 = \left(\frac{0.00304}{(2.5 \times 10^{-6})^{1.1}} \right) \left(\frac{2.5 \times 10^{-5}}{1.81 \times 10^{-5}} \right) \left(\frac{2600}{4000} \right) \left(\frac{0.0127}{0.0152} \right)^{0.6} = 3560$$

ภาระจากฝุ่น 0.0046 Kg/m^3 ความเร็วอากาศผ่านถุงกรอง 0.0127 m/s ความดันลดผ่านตัวถังเครื่องกรองฝุ่น $8 \text{ cm. H}_2\text{O}$

$$\Delta P_T = 8 + (3560)(0.0046)(0.0127)^2(3600)$$

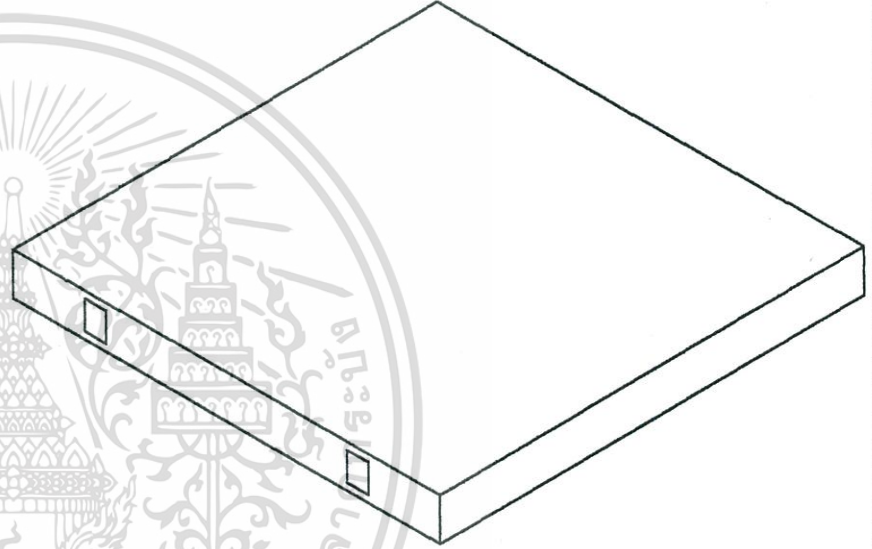
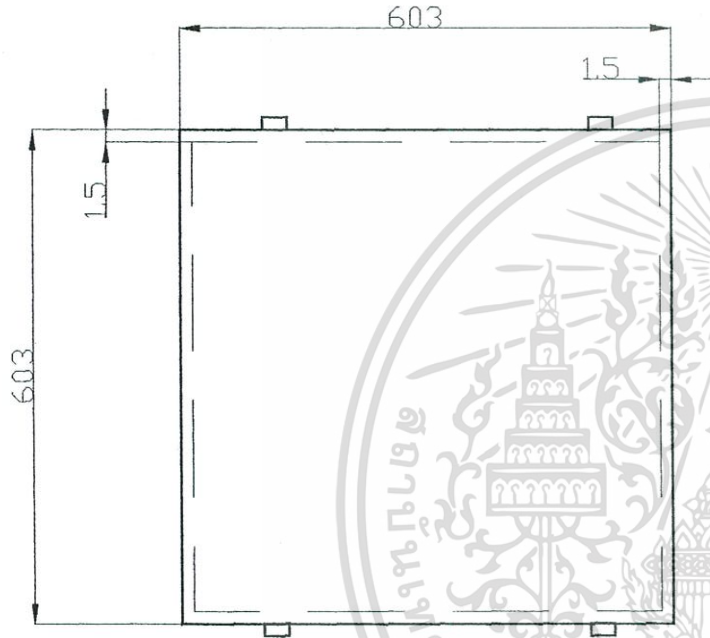
$$\Delta P_T = 17.52 \text{ cm. H}_2\text{O}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

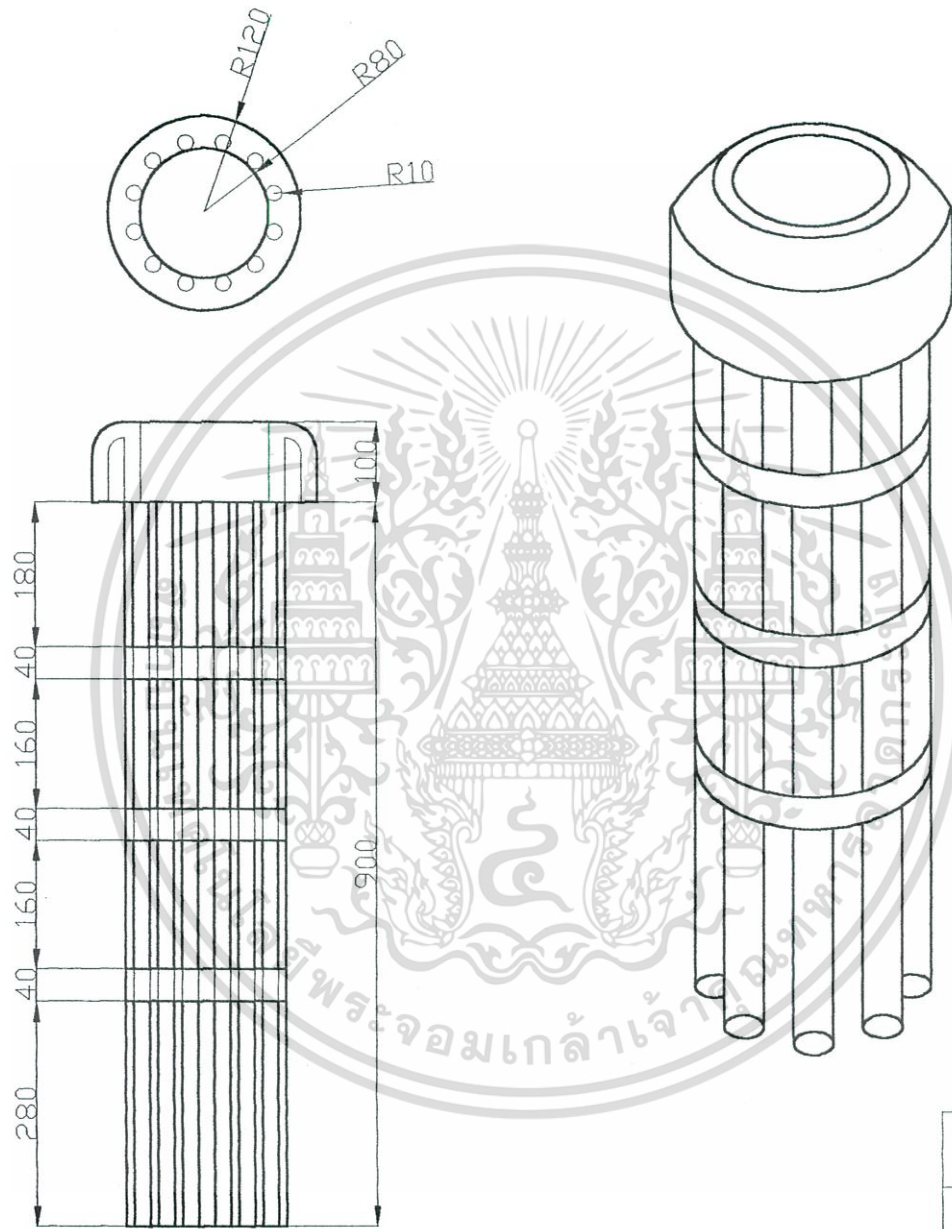


Project	
Name	
Date	

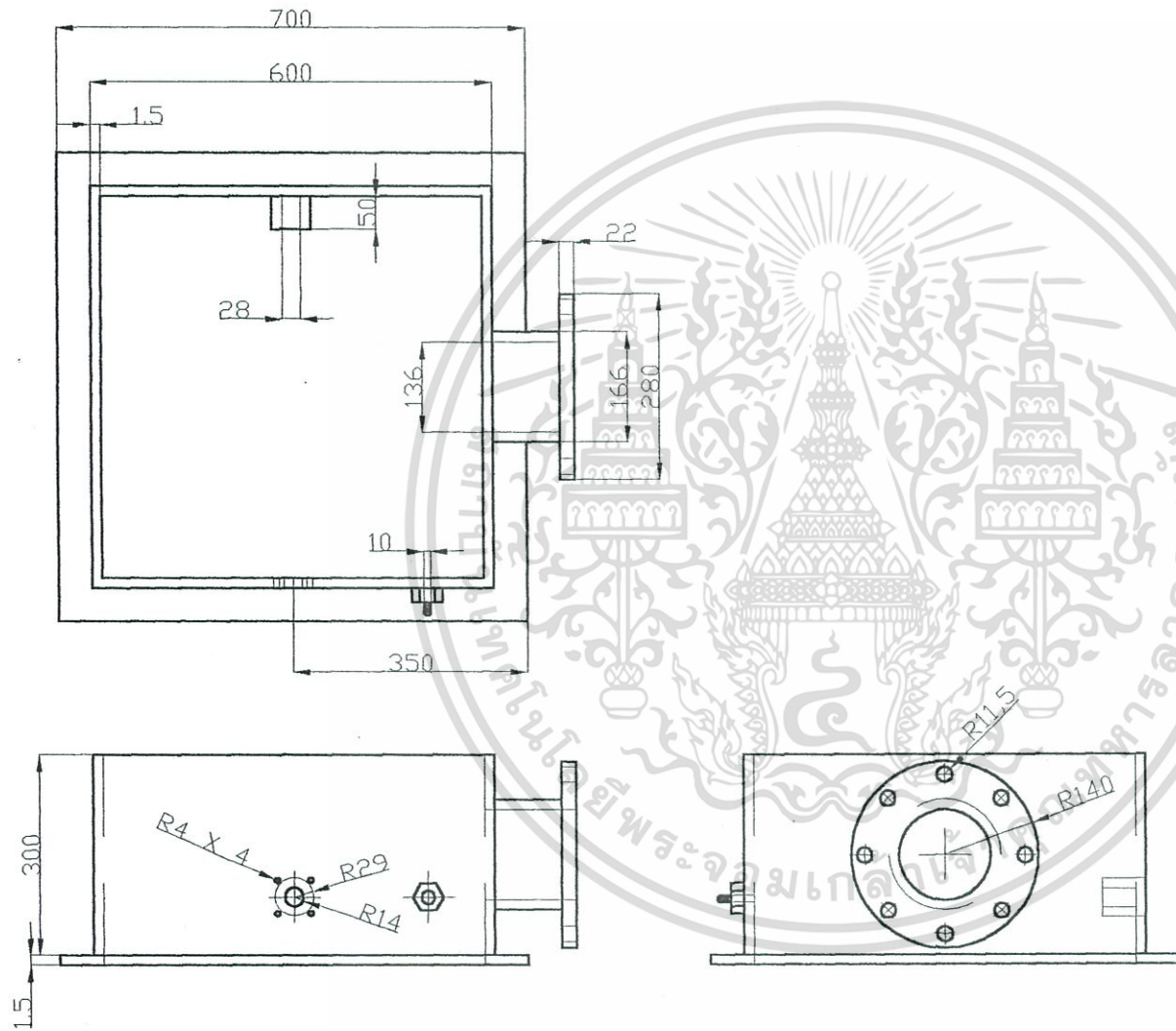
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



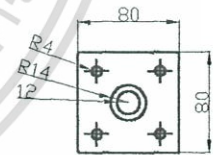
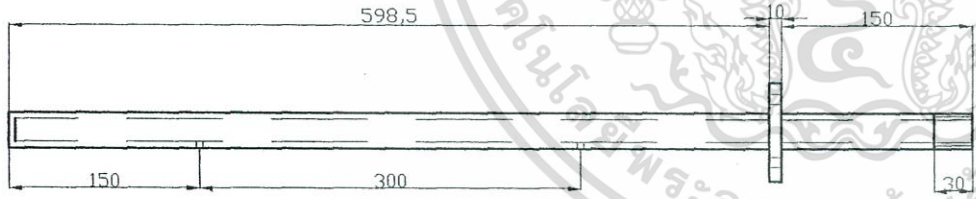
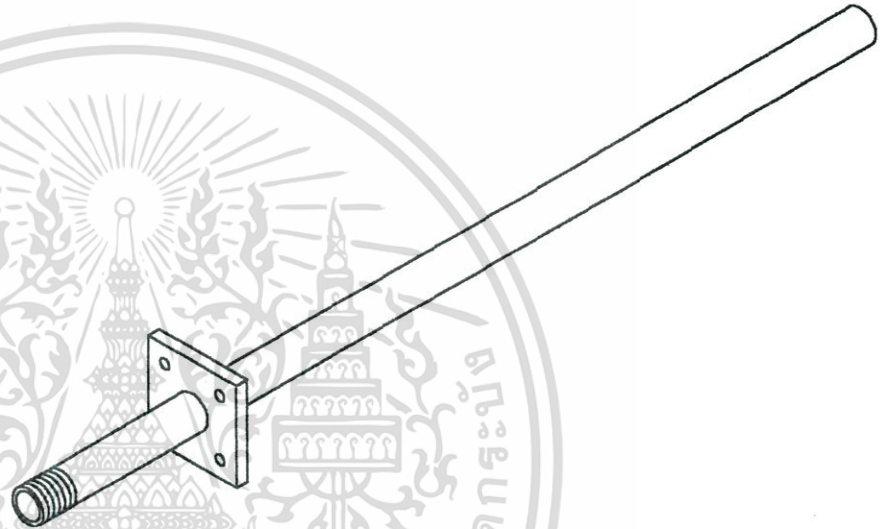
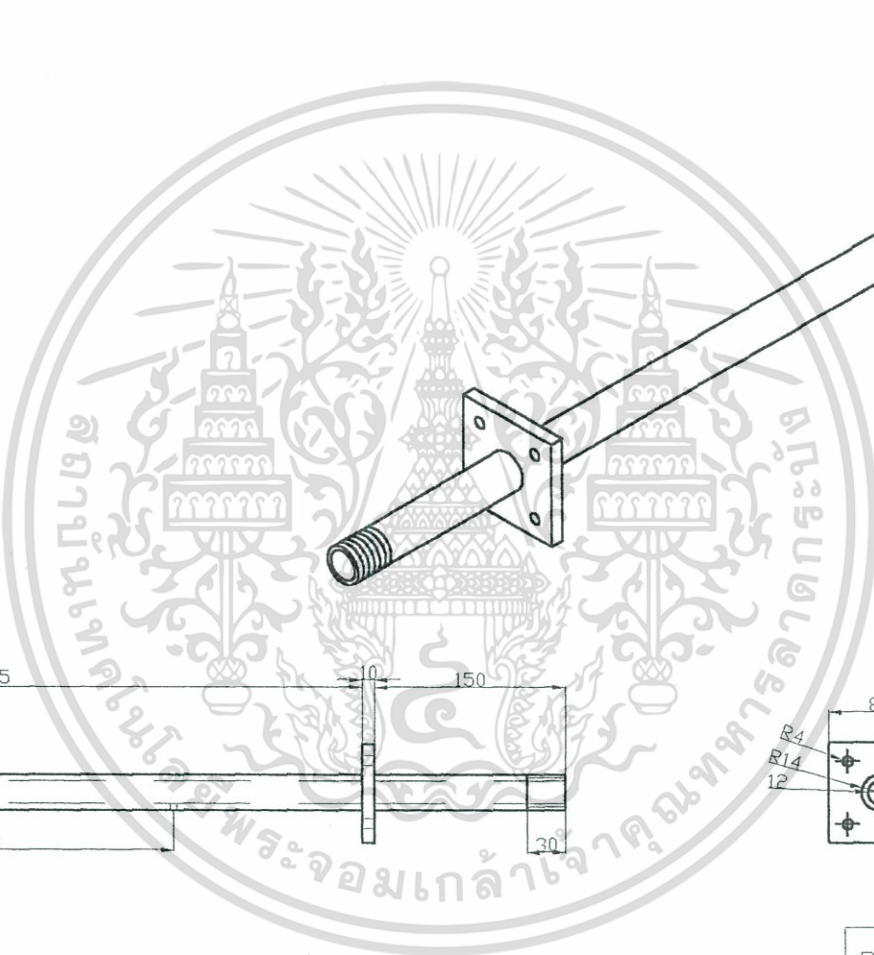
Project	
Name	
Date	



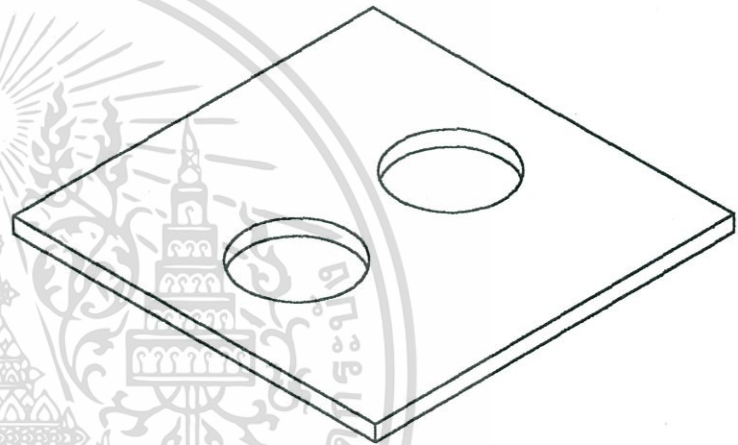
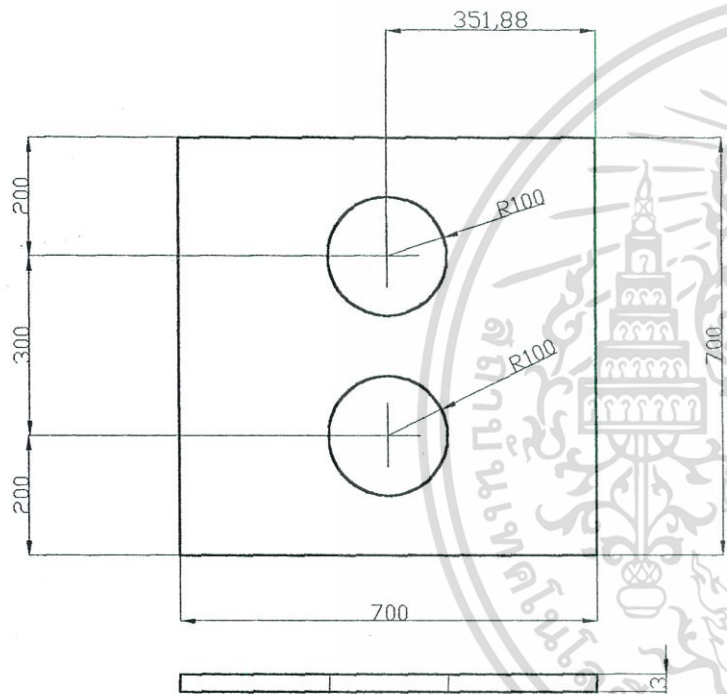
Project	
Name	
Date	



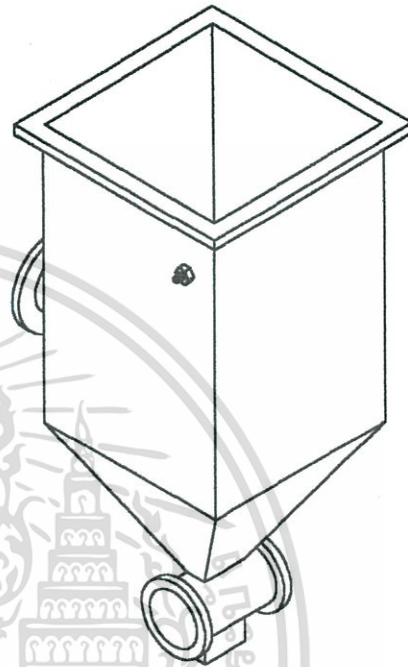
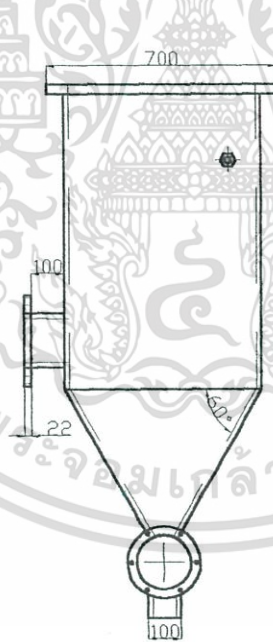
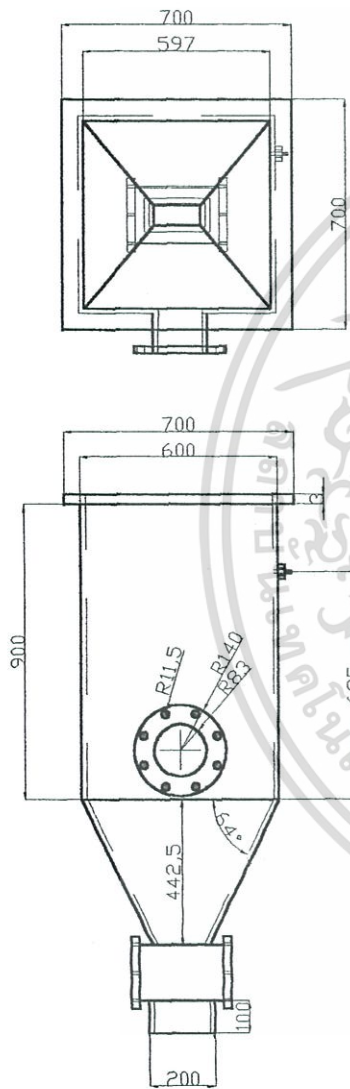
Project	
Name	
Date	



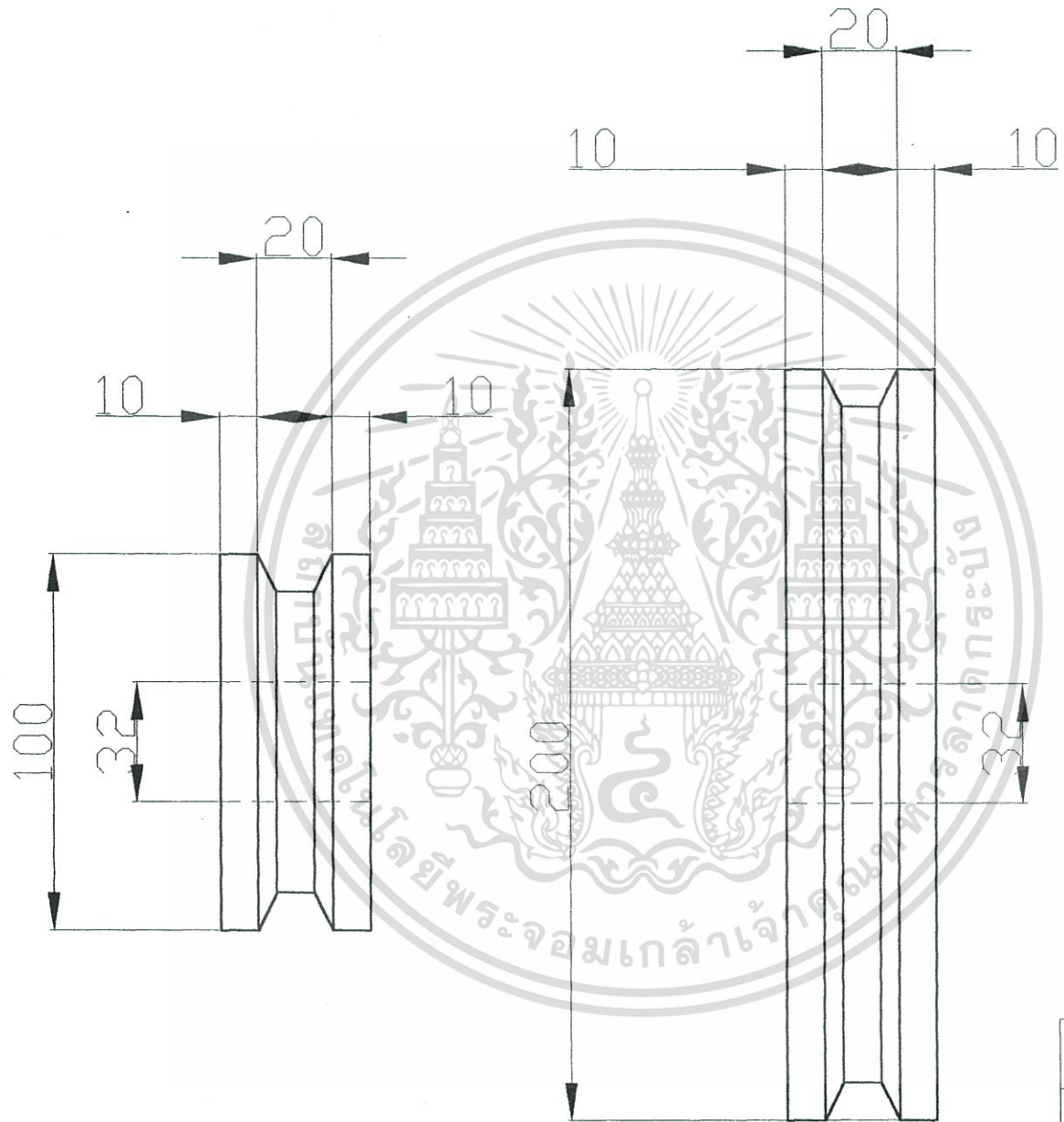
Project	
Name	
Date	



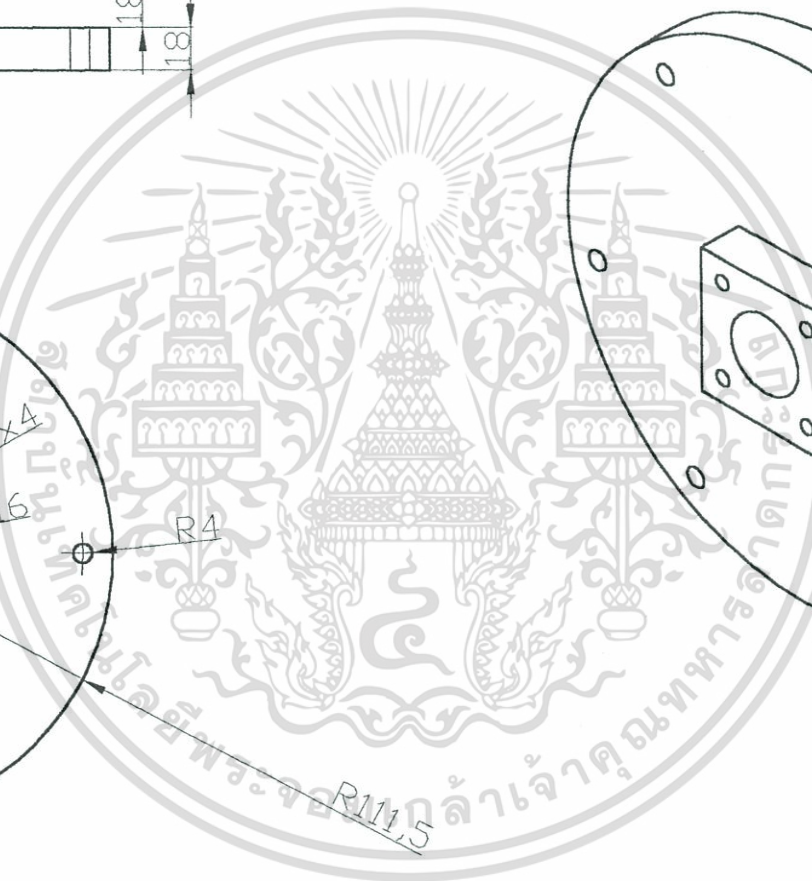
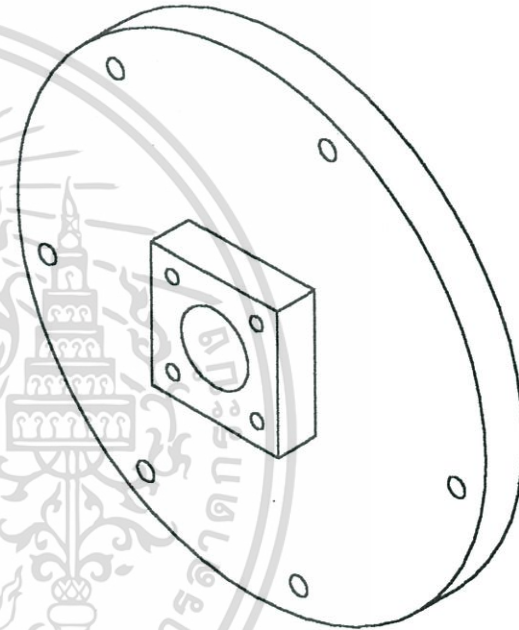
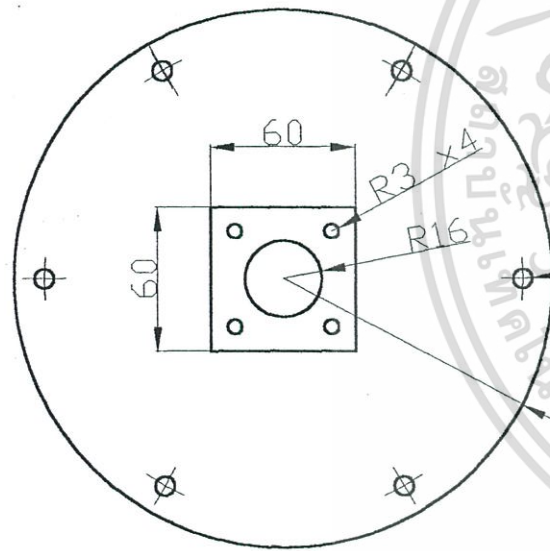
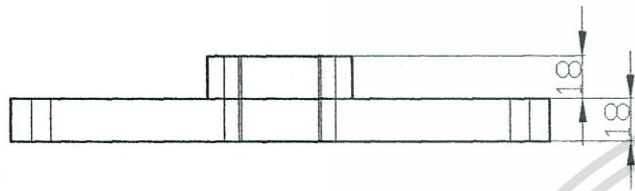
Project	
Name	
Date	



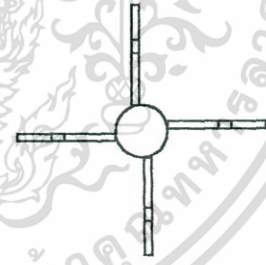
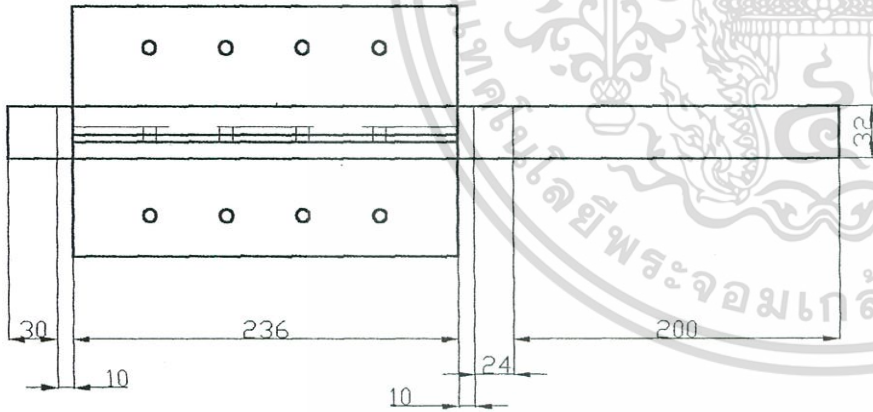
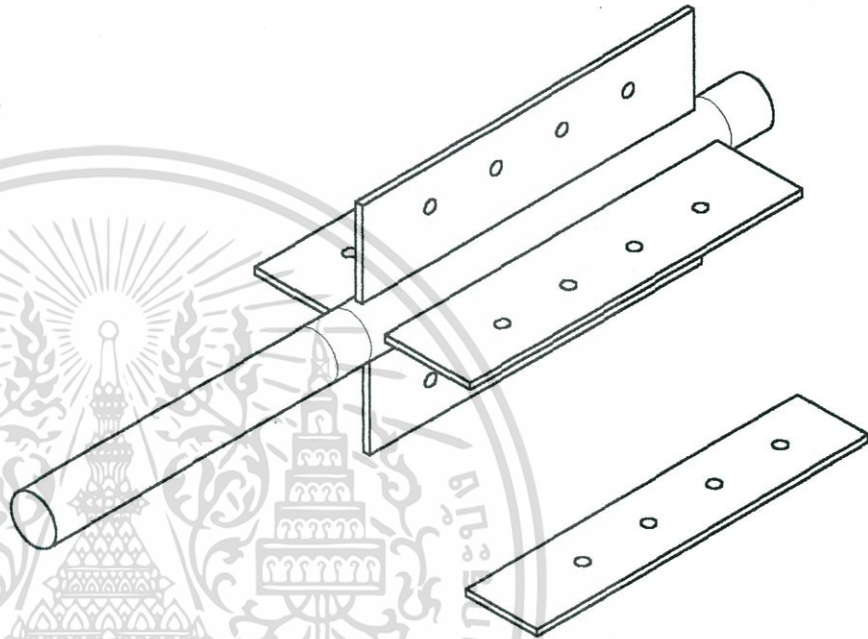
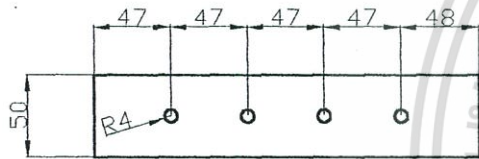
Project	
Name	
Date	



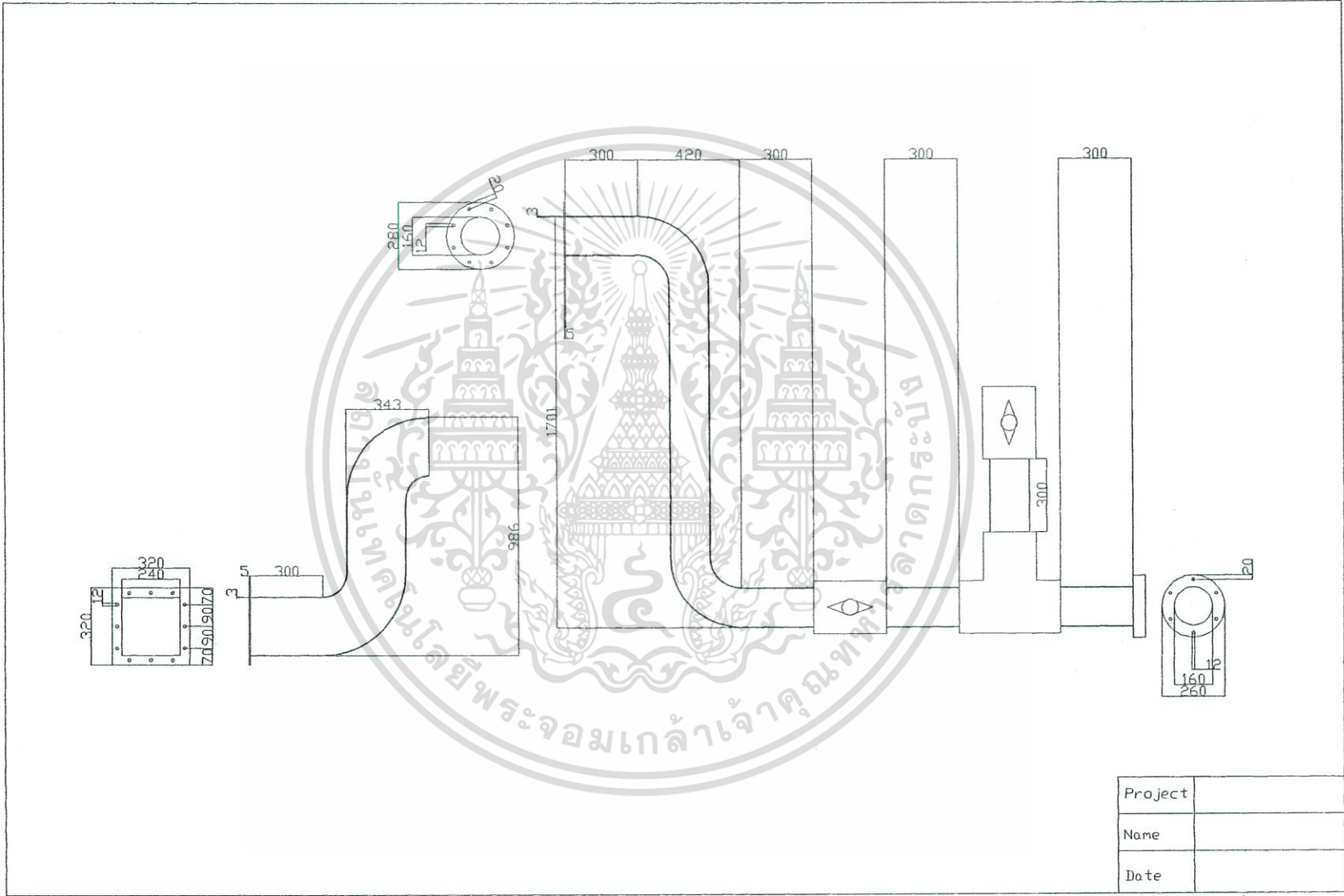
Project	
Name	
Date	



Project	
Name	
Date	



Project	
Name	
Date	



Project	
Name	
Date	

ตารางแสดงถึงค่าความหนาแน่นของฝ้ากรองต่อขนาดโมเลกุลของฝุ่นที่สามารถกรองได้

Particle Size of Dust	Typical Examples	Approx. Dust Cake Layer Req'd for 99.5 % Collection Efficiency	Recommended Felt & Filter Velocities					
			Shaker		Reverse Air		Pulse Jet	
			Air/Cloth Ratio m/min	Area Wt of felt gm/m ²	Air/Cloth Ratio m/min	Area Wt of felt gm/m ²	Air/Cloth Ratio m/min	Area Wt of felt gm/m ²
Coarse 10-200 um	Flour, Grain, Textiles, Paper, Plastics, Fertilizers, Sanding	250 g/m ²	2.0-3.0	340	2.0-3.5	400	2.5-3.5	400
Medium 5-100 um	Detergents, Leather, Tobacco, Sugar, Shotblast, Refractory, Grinding	300 g/m ²	1.5-2.0	340	1.5-2.0	400	2.0-3.0	500
Fine 3-20 um	Cement, Asphalt, Limestone, Chalk, Foundry Dusts, Foodstuffs, Pharmaceuticals	400 g/m ²	1.0-1.5	340	1.0-1.5	400	1.5-2.0	500
Very Fine 0.5-20 um	Pigments, Carbon, Steel Furnace Metal Oxides, Metal Gouging Linishing	500 g/m ²	0.5-1.0	340	0.5-1.0	500	1.0-1.5	500 HDE 650
Fume, Smoke & Fine Spherical < 0.2 um -10 um	Aluminium Oxide Ferrosilicon, Smelting Fume	700 g/m ² Precoat With Silica or limestone having nom particle size of 50 um	-	-	0.5-0.75	500 HDE	0.75-1.0	650 HDE
Air/Cloth Ratio will depend on bulk density of dust & angle of repose of dust								

คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำถุงกรองฝุ่น

GENERAL CHARACTERISTICS							
Fibre (Generic name)	Fibre (Trade name)	Colour	Specific density g/cm ²	Tenacity CN/TEX	Continuous operating temp C	Max short duration temp C	Price Ratio Factor 1986
Polyester	Terylene Dacron Trevira	White	1.30	60	150	170	1.0
Polypropylene	Meraklon Courlene	White	0.91	50	90	100	1.1
Polyamide	Nylon Perlon	White	1.14	60	110	120	1.2
Polyaramid	Nomex Conex	Cream	1.38	33	220	250	5.00 ARFG
Acrylic (Homopolymer)	Dralon T	Cream	1.15	35	135	150	1.5
Acrylic (Co-polymer)	Acrilan Courlelle	Cream	1.15	20	120	135	1.3
Polyphenylene Sulphide	Ryton	Light Brown	1.37	35	190	200	7
PTFE	Teflon Teflon	Dark Brown	2.30	18	250	250	20
Polymethaphenylene Isophthalamide	Apyeil	Light Brown	1.38	35	250	250	5
Co-polyimide	P 84	Gold	1.41	25	240	250	Approx 7

CHEMICAL RESISTANCE

Fiber (Generic name)	Strong acids	Weak acids	Strong alkalis	Weak alkalis	Solvents	Oxidising agents	Hydrolysis
Polyester	***	***	*	**	***	*****	*
Polypropylene	*****	*****	*****	*****	*****	***	*****
Polyamide	*	***	***	***	***	***	**
Polyaramid	**	***	***	***	***	***	**
Acrylic (Homopolymer)	***	***	***	***	***	***	***
Acrylic (Co-polymer)	*	**	*	*	**	*	***
Polyphenylene Sulphide	***	***	**	**	***	*	**
PTFE	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
Polymethaphenylene Isophthalamide	***	***	**	**	***	***	**
Co-polyimide	***	***	*	**	*****	**	**

* Poor/ ** Fair/ *** Good/ **** Very Good

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้