# บทที่4

# การทดลอง

## 4.1 เครื่องมือที่ใช้ทำการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ทำการทดลองจำแนกออกได้เป็น เครื่องมือในกระบวนการผลิต เครื่องมือตรวจวัดปริมาณฝุ่น และอื่น ๆ

### 4.1.1 เครื่องมือในกระบวนการผลิต

**- เครื่องกรองแบบถุง**

เครื่องดักเก็บฝุ่นชนิดถุงกรอง เป็นเครื่องดักเก็บฝุ่นที่มีอยู่ 2 Compartment แต่ละ Compartment จะมีถุงกรองอยู่ 64 ใบ ขนาดของถุงกรอง มีความยาว 6 ฟุต และเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้วสำหรับถุงแต่ละใบ ลักษณะของเครื่องดักเก็บฝุ่นดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 4.3

**- ผ้ากรอง**

ผ้ากรองที่ทำการศึกษา ได้แก่ ชนิด Dacron , Nomex , Nylon ซึ่งคุณสมบัติของผ้ากรองแสดงในภาคผนวกที่ ผ-9

### 4.1.2 เครื่องมือตรวจวัดปริมาณฝุ่น

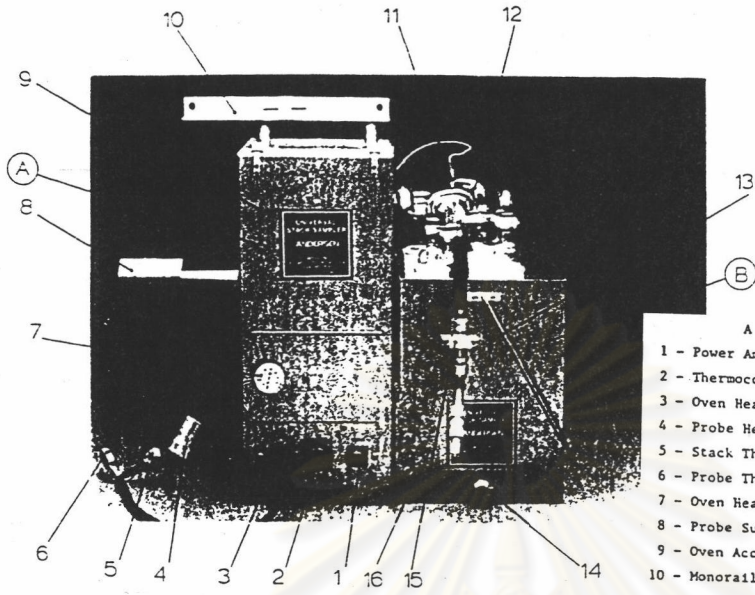
**- เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณฝุ่น**

เป็นชุดเครื่องมือที่สามารถวัดค่าพื้นฐานทางกายภาพได้ ซึ่งได้แก่ค่าความเร็วในการไหลของกระแสก๊าซ ความดันลด เป็นต้น ส่วนประกอบหลักของเครื่องมือดังกล่าวได้แก่

1. Meter box EPA, control unit, model 3-3, Anderson Sampler Inc., Toll free 800/241-6869 แสดงดังรูปที่ 4.1,4.2
2. Nozzle diameter 0.500 (12.50 mm.)
3. Probe ยาว 2.45 เมตร
4. Cyclone, impingers, filter & filter holder
5. Dry gas meter, Thermometer, Barometer
6. Pump

### 4.1.3 อื่น ๆ

- Mobile Computer
- วัสดุทดสอบ ที่ใช้เป็นฝุ่นสารเคมีชนิดเบาและแห้ง สามารถฟุ้งกระจายในอากาศได้ มีขนาดอนุภาคที่ใกล้เคียงกัน

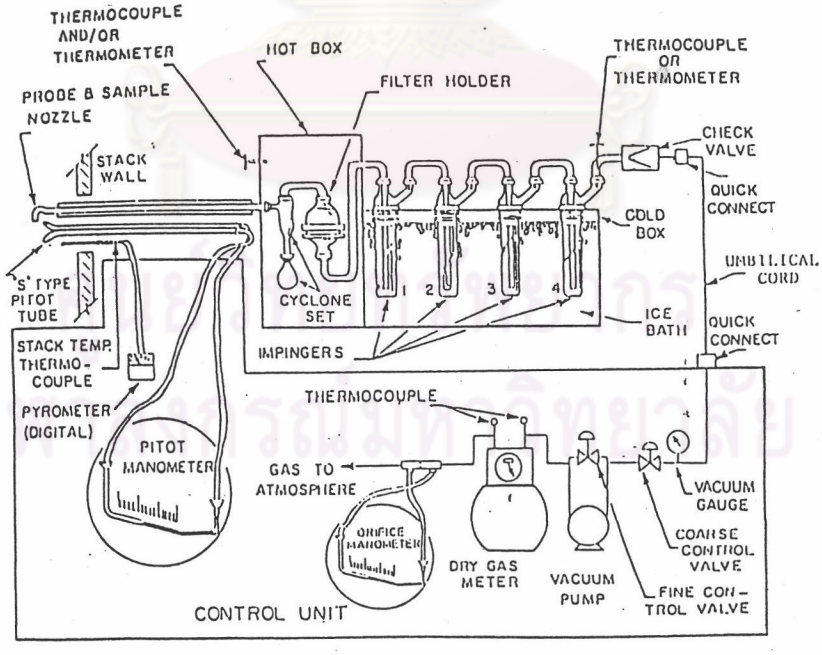



A - HOT BOX
1 - Power Amphenol Connector
2 - Thermocouple Amphenol Connector
3 - Oven Heat Controller
4 - Probe Heater Connector
5 - Stack Thermocouple Connector
6 - Probe Thermocouple Connector
7 - Oven Heat Thermometer
8 - Probe Support Clamp
9 - Oven Access Door
10 - Monorail Mounting Angle

B - ICE BOX
11 - Impinger Outlet Thermocouple
12 - Impinger Glassware Set
13 - Ice Box Handle
14 - Ice Box Drain
15 - Umbilical Hook Up
16 - Bayonette Slides

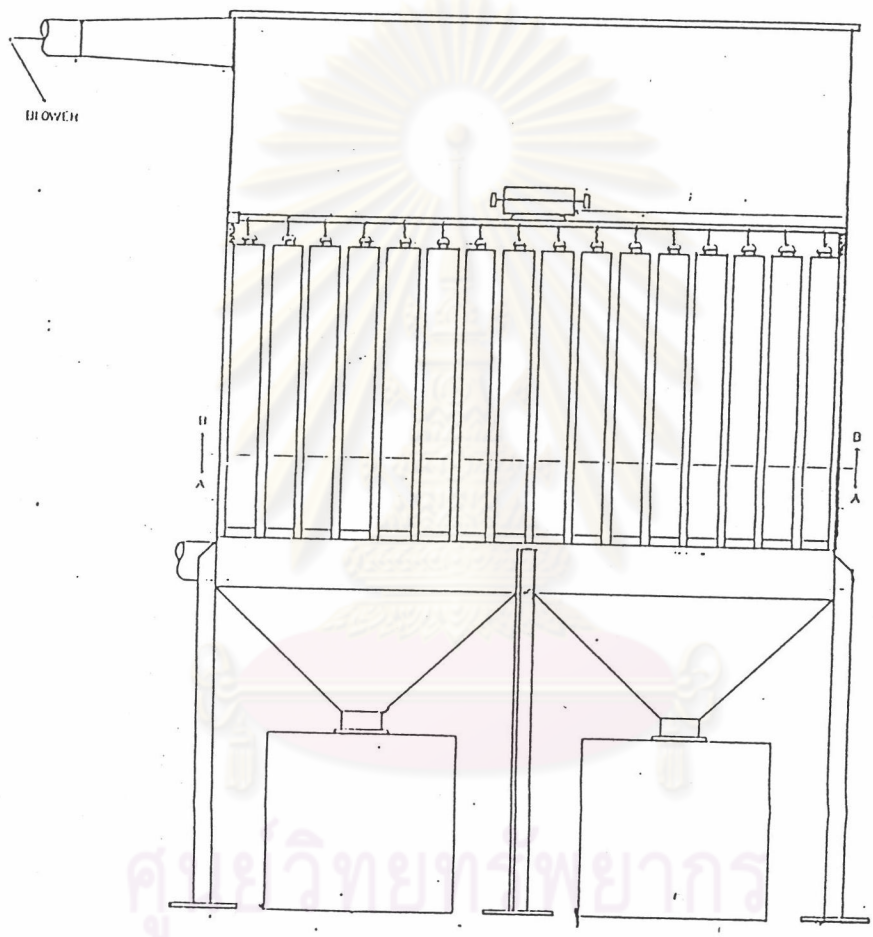
**รูปที่ 4.1 ชุดเก็บตัวอย่าง**

(Universal Stack Sampler Operation,1992)




**รูปที่ 4.2 วงจรการควบคุมของชุดเก็บตัวอย่าง**

(Universal Stack Sampler Operation,1992)




**รูปที่ 4.3 เครื่องดักเก็บฝุ่นชนิดถุง**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 4.2 วิธีทำการทดลอง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการหาภาวะที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการกรอง โดยอาศัยทฤษฎีและสมมติฐานต่าง ๆ ตลอดจนการเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อวิเคราะห์ศึกษาหาข้อมูลเป็นเกณฑ์ ในการนำเครื่องกรองชุดดังกล่าวไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง วิธีการศึกษาสามารถแบ่งแยกในรายละเอียดออก ได้ดังนี้

1. แผนการทดลอง
2. การเก็บข้อมูล
3. การวิเคราะห์ข้อมูลการทดลอง

### 4.2.1 แผนการทดลอง

การดำเนินการทดลองจะดำเนินการทดลองทีละชนิดของผ้ากรอง โดยเริ่มศึกษาตั้งแต่ผ้ากรองชนิด NYLON ต่อมาเป็นผ้ากรองชนิด NOMEX และสุดท้ายได้แก่ผ้ากรองชนิด DACRON โดยในการดำเนินการทดลองจะทำให้เสร็จในแต่ละชนิดของผ้ากรองนั้น ๆ แล้วจึงเปลี่ยนเป็นผ้ากรองชนิดถัดไป ในแต่ละชนิดของผ้ากรองจะทำการศึกษาโดยการปรับเปลี่ยนค่าปริมาณการไหลของฝุ่น 2 ค่าการทดลอง ซึ่งชุดค่าปริมาณการไหลหนึ่ง ๆ มีการวัดค่าทั้งก่อนเข้าเครื่องกรองและหลังออกจากเครื่องกรอง โดยใช้ช่วงเวลาประมาณ 1 - 2 อาทิตย์ต่อ 1 ค่าปริมาณการไหล แผนการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.1 -4.3 ในภาคผนวก

สำหรับในส่วนรายละเอียดวิธีทำการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้คือ

#### 4.2.1.1 วิธีทำการทดลองที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ (Process)

1. กำหนดตำแหน่งในการตรวจวัดปริมาณฝุ่น
2. ตรวจเช็คตำแหน่งวาล์วและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในกระบวนการผลิตว่ามีสภาพพร้อมที่จะทำการทดลองและตำแหน่งต่าง ๆ ถูกต้อง
3. ปรับตำแหน่งวาล์วในกระบวนการผลิตเพื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณของกระแสก๊าซตลอดจนความเร็ว แล้วทำการทดลองตรวจวัดปริมาณฝุ่น โดยวัดค่าต่าง ๆ ที่ได้อีกครั้งหนึ่ง
4. หลังจากกระบวนการผลิตผลิตตามปกติประมาณ 1 - 2 เดือนให้ทำการทดลองเก็บข้อมูลใหม่ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเมื่อมีการสะสมตัวของอนุภาค
5. ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยนผ้ากรองที่ใช้อยู่เป็นชนิดต่าง ๆ คือ Nomex และ Dacron ตามลำดับ

I17212364

**4.2.1.2 วิธีทำการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดปริมาณฝุ่น (Stack Sampling)**

1. นำ filter 2 แผ่นใส่ไว้ใน desioator ซึ่งมีตัวดูดความชื้น ทิ้งไว้ 1 คืน (ใช้เก็บตัวอย่าง 1 แผ่น อีกแผ่นใช้ทำเป็น blank)
2. ชั่งน้ำหนัก filter ในข้อ 1 ทั้ง 2 แผ่น แล้วชั่ง ailica gel หนัก 200 gm.
3. ติดตั้งเครื่องมือคือใส่ impinger ทั้ง 9 ชุด, cyclone และ filter
4. เจาะปล่องเหนือจุดที่มีการต่อ (ข้อต่อ) 5 เท่าของ diameter ปล่อง
5. นำค่าเส้นผ่าศูนย์กลางปล่องไปเปิดใน Table หาจุดที่ใช้เก็บตัวอย่าง แล้วทำเครื่องหมายไว้บน sample line
6. ใช้ Thermometer วัดอุณหภูมิปล่อง จากนั้นก็ยก Sample box, nozzle, sample line ขึ้นไปประกอบรางบริเวณที่ได้เจาะปล่องไว้
7. เมื่อประกอบชุดข้างบนเสร็จก็ต่อสายจาก sample box, temperature sensor ไปยัง meter box ที่อยู่ข้างล่าง
8. ใส่น้ำแข็งลงใน box ตรงรอบ ๆ Impinger
9. เริ่มใส่หัว Probe + Pitot tube เข้าไปในกล่อง ที่ meter box ควบคุมอุณหภูมิของ cyclone และ filter holder เท่ากับ 120 ° C
10. จุดตัวเลขเริ่มต้นของ dry gas meter, อุณหภูมิและความดันของบรรยากาศภายนอก ขณะทดลอง
11. หาค่า $T_s$ (Temp, stack) , $T_m$ (Temp, ของ dry gas meter) และ $\Delta P$ (stack gas velocity) มาคำนวณหาค่า $\Delta H$ จากนั้นก็ปรับ $\Delta H$ ที่ meter box ให้มีค่าเท่ากับที่คำนวณได้ โดยใช้ปุ่มปรับละเอียดและปุ่มปรับหยาบ
12. ขณะเก็บตัวอย่าง ค่า $T_s$ และ $\Delta P$ จะเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ จึงต้องคำนวณค่า $\Delta H$ อยู่เสมอ และปรับค่า $\Delta H$ ที่ meter ให้เท่ากับที่คำนวณครั้งหลังสุด
13. ที่จุดหนึ่งๆ เก็บนาน 6 นาทีเมื่อครบเวลาก็เลื่อนไปตำแหน่งอื่นๆ ตามที่หาไว้ในข้อ 5. แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 11, 12 ทำจนกระทั่งครบ
14. ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำมาหาค่าต่าง ๆ ดังตารางแสดงค่าการคำนวณ
15. วัดค่าต่าง ๆ อาทิเช่น ค่าความดัน ตลอดจน อุณหภูมิ ทั้งขาเข้า และ ขาออกของกระแสก๊าซระหว่างถุงกรอง

**4.2.2 การเก็บข้อมูล**

ข้อมูลที่จะต้องทำการเก็บได้แก่ ค่าความดันลด ค่าความเร็วของกระแสก๊าซ และอัตราการไหลของก๊าซ ซึ่งมีวิธีดำเนินการดังนี้

1. ความดันลด

ความดันลด เป็นการวัดการสูญเสียที่เกิดขึ้นในส่วนต่าง ๆ ของท่อสำเลียงก๊าซ และของเครื่องดักเก็บฝุ่น ซึ่งรวมเป็นระบบทั้งหมดของเครื่องชุดทดสอบ และของระบบทั้งหมด โดยใช้มาโนมิเตอร์

2. ความเร็วและอัตราการไหลของก๊าซ

การวัดความเร็วจะทำการวัดที่ตำแหน่งเดียวกันกับจุดที่วัดความดันลดทุกครั้ง โดยวัดความเร็วในการไหลที่ตำแหน่งหน้าตัดของท่อ จากนั้นจึงทำการคำนวณหาค่าของอัตราการไหล

3. ความเข้มข้นของฝุ่นในกระแสก๊าซ

การวัดความเข้มข้นของฝุ่นในกระแสก๊าซ ใช้วิธีการชักตัวอย่างแบบ Stack sampling โดยการดูดตัวอย่างจากท่อลำเลียงก๊าซด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วของก๊าซที่ไหลในท่อจริง หรือชักตัวอย่างแบบ isokinetic ผ่านกระดาษกรองแบบ Cellulose Extraction Thimble เพื่อหาปริมาณฝุ่นตกค้างบนกระดาษกรอง เปรียบเทียบเป็นความเข้มข้นของฝุ่นที่แขวนลอยต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของก๊าซที่ไหล

ข้อมูลที่ทำการตรวจวัดและคำนวณแสดงในตารางที่ 4.4-4.6 ในภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย