บทที่ 5

วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

การศึกษาและออกแบบเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว ในบทนี้ได้กล่าวถึง วัสดุที่ใช้ในการศึกษาวิจัย เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย การทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามลำดับ

วัสดุที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเผามูลฝอยสองชนิดคือ กระดาษแห้ง และใบไม้แห้ง ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยดังแสดงในตารางที่ 5.1 และตารางที่ 5.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอย [7]

ชนิดมูลฝอย	% by weight (dry basis)					
	C	H_2	O_2	N_2	S	Ash
กระดาษ	43.50	6.00	44.00	0.30	0.20	6.00
ใบไม้แห้ง	52.15	6.11	30.34	6.99	0.16	4.25

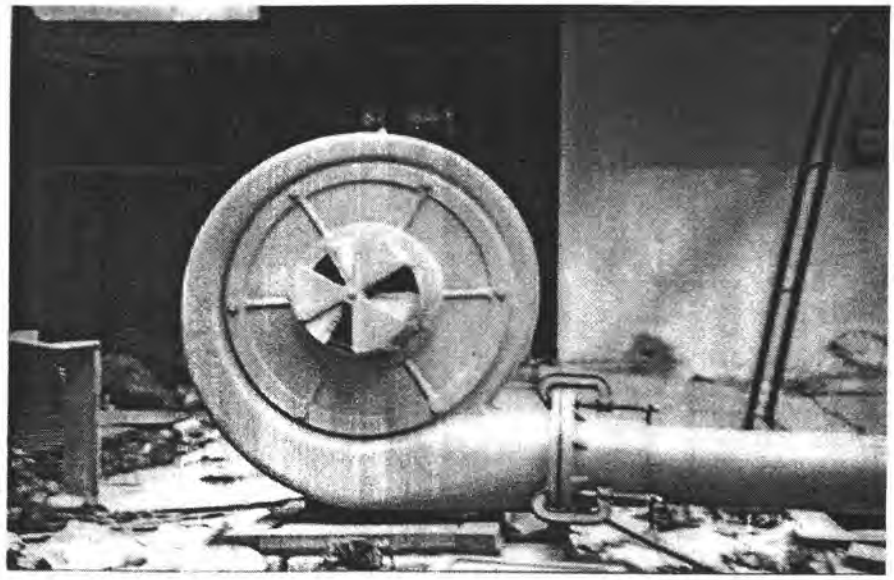
ตารางที่ 5.2 แสดงค่าความร้อนสูงและค่าความร้อนต่ำของมูลฝอยจากการใช้สมการของ Dulong

ชนิดมูลฝอย	ค่าความร้อนสูง , HHV (MJ/kg)	ค่าความร้อนต่ำ , LHV (MJ/kg)
กระดาษ	15.40	13.92
ใบไม้แห้ง	20.23	18.88

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

1. ชุดป้อนอากาศ

1.1 เครื่องเป่าอากาศ (blower) ขนาด 3 แรงม้า ความสามารถจ่ายอากาศได้สูงสุด 25 m^3/min และมีความดัน static เท่ากับ 100 $mm_{น้ำ}$ ดังแสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงเครื่องเป่าอากาศ

1.2 ท่อส่งอากาศ เป็นท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 4 นิ้ว ยาวเท่ากับ 4 m ทำหน้าที่จ่ายอากาศเข้าสู่เตาเผาดังแสดงในรูปที่ 5.2

รูปที่ 5.2 แสดงท่อส่งอากาศ

2. หัวเผา (burner)

หัวเผาเป็นอุปกรณ์ช่วยในการเผาไหม้ โดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง มีอัตราการไหลของน้ำมันเท่ากับ 1.4 - 3.0 l/h ให้พลังงาน 16.6 - 35.6 kW ดังแสดงในรูปที่ 5.3

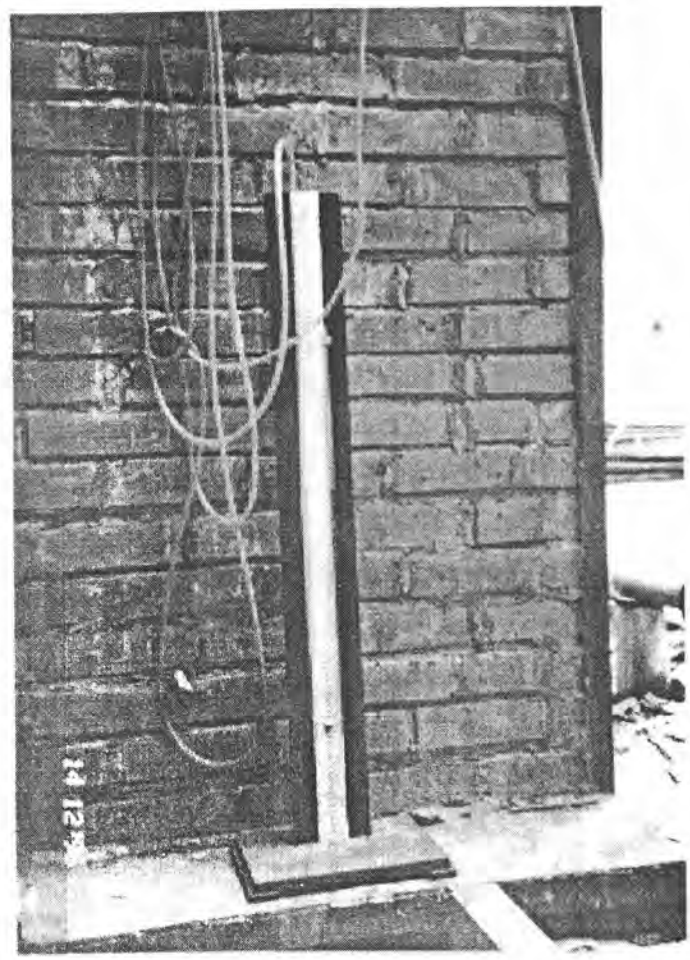
รูปที่ 5.3 แสดงหัวเผา

3. อุปกรณ์การวัดอัตราการไหลของอากาศ

3.1 ชุด orifice วัดอัตราการไหลของอากาศและแก๊สไอเสีย การวัดอัตราการไหลของอากาศจะใช้ orifice ประกอบเข้ากับมาโนมิเตอร์ สำหรับอ่านค่าความดันที่อยู่ในรูปของความแตกต่างของสูงของน้ำ เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศ orifice ที่ใช้เป็นแบบ orifice plate tapping ดังแสดงในรูปที่ 5.4

รูปที่ 5.4 แสดงชุด orifice

3.2 มาโนมิเตอร์สำหรับอ่านค่าความดัน static (h_s)ในปล่องไอเสียดังแสดงในรูปที่ 5.5



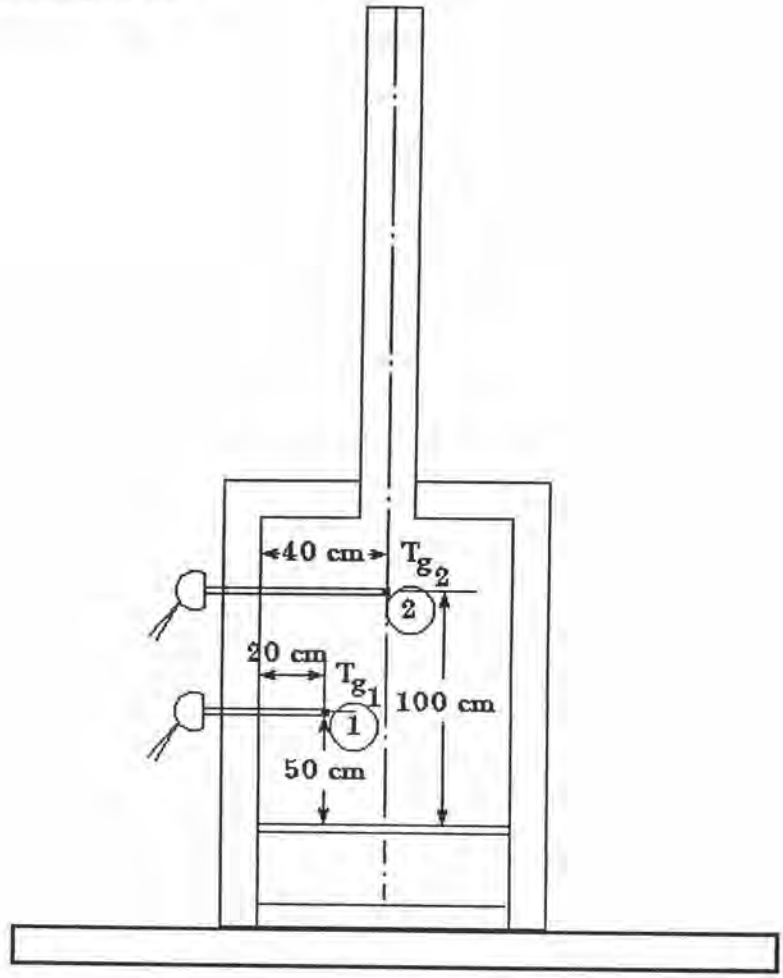
รูปที่ 5.5 แสดงมาโนมิเตอร์สำหรับอ่านค่าความดันในปล่องไอเสีย

4. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ

การวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเตาเผามูลฝอยจะใช้เทอร์โมคับเปิล ซึ่งปลายด้านหนึ่งสัมผัสกับผิววัตถุในตำแหน่งที่ต้องการวัดอุณหภูมิ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับเครื่องอ่านอุณหภูมิชนิดตัวเลข (digital display) ทำให้สามารถเลือกวัดค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ได้

4.1 การวัดอุณหภูมิของแก๊สร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ภายในห้องเผาไหม้ (T_g)

อุณหภูมิของแก๊สร้อนภายในห้องเผาไหม้ ใช้เทอร์โมคับเปิลรุ่น MT107 ชนิด K ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 mm สามารถทนอุณหภูมิสูงสุดได้ 1,200 °C ทำการวัดอุณหภูมิ 2 ตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 5.6

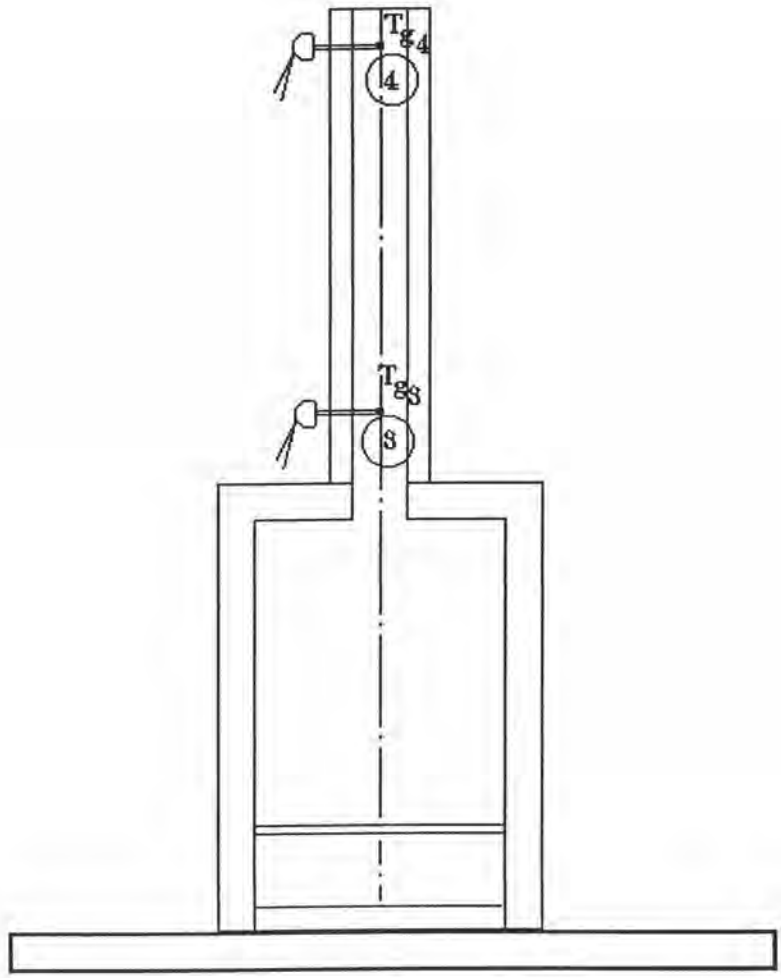


รูปที่ 5.6 แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิที่เกิดจากการเผาไหม้ภายในเตาเผามูลฝอย (T_g)

ตำแหน่งที่ 1 วัดอุณหภูมิของแก๊สร้อนภายในห้องเผาไหม้ อยู่สูงจากระดับของตะแกรงเท่ากับ 50 cm และห่างจากผนังด้านในเท่ากับ 20 cm

ตำแหน่งที่ 2 วัดอุณหภูมิของแก๊สร้อนภายในห้องเผาไหม้ อยู่สูงจากระดับของตะแกรงเท่ากับ 100 cm และห่างจากผนังด้านในเท่ากับ 40 cm

4.2 การวัดอุณหภูมิของแก๊สไอเสียที่ผ่านปล่องไอเสีย ใช้เทอร์โมคับเปิลรุ่น ST70 ชนิด K ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.8 mm สามารถทนอุณหภูมิสูงสุดได้ 800 °C ทำการวัดอุณหภูมิ 2 ตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ 5.7

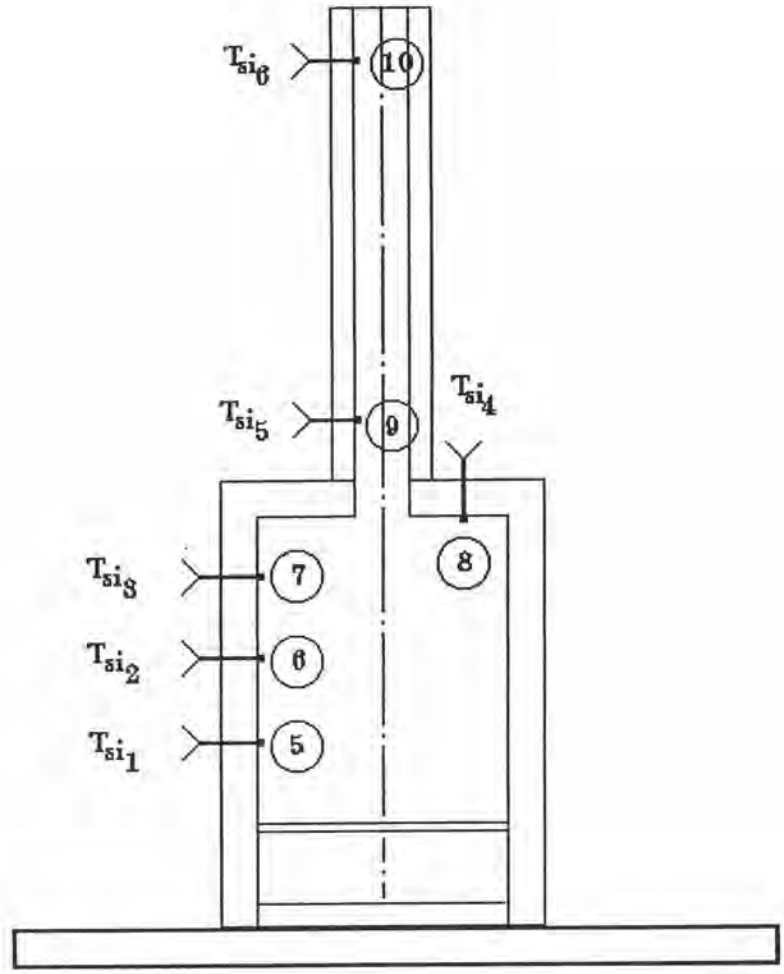


รูปที่ 5.7 แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิของแก๊สไอเสียที่ผ่านปล่องไอเสีย

ตำแหน่งที่ 3 วัดอุณหภูมิของแก๊สไอเสียบริเวณทางเข้าปล่องไอเสีย ซึ่งอยู่สูงจากผนังเตาด้านบน 30 cm

ตำแหน่งที่ 4 วัดอุณหภูมิของแก๊สไอเสียก่อนออกจากปล่องไอเสีย

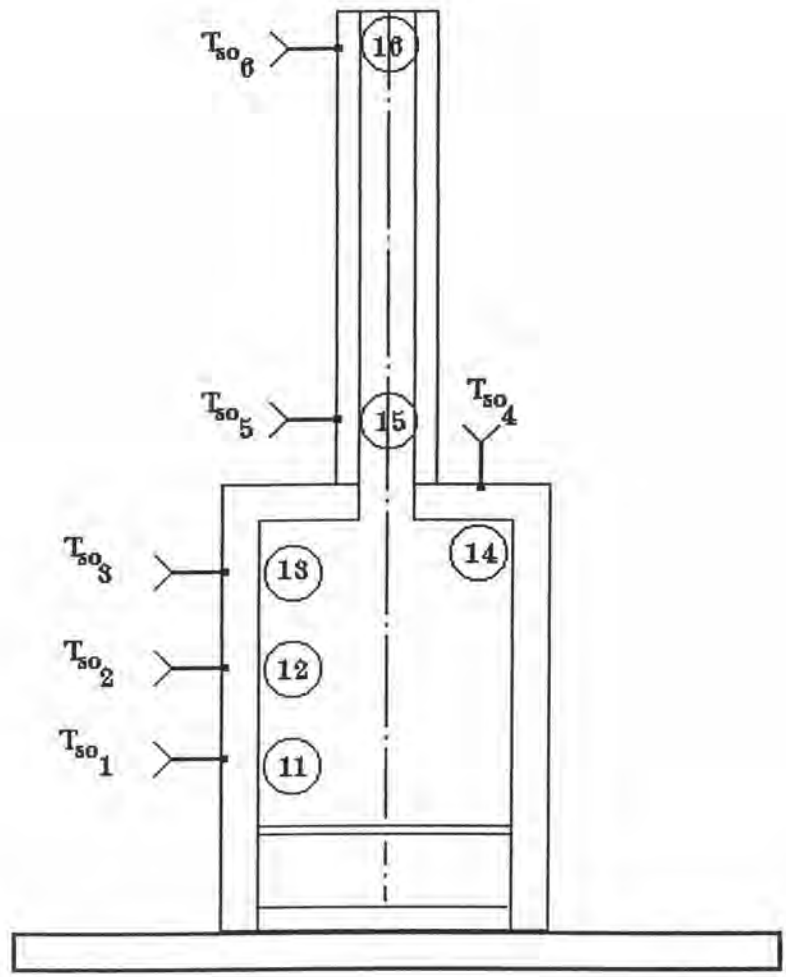
4.3 การวัดอุณหภูมิของผนังด้านในของเตาเผามูลฝอยและของปล่องไอเสียใช้เทอร์โมคับเปิลรุ่น MT101 ชนิด K สามารถทนอุณหภูมิสูงสุดได้ 350 °C ทำการวัดที่ตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิของผนังด้านในของเตาเผามูลฝอยและของปล่องไอเสีย

ตำแหน่งที่ 5 วัดอุณหภูมิผนังด้านในของเตาเผามูลฝอย อยู่สูงจากตะแกรง 50 cm
ตำแหน่งที่ 6 วัดอุณหภูมิผนังด้านในของเตาเผามูลฝอย อยู่สูงจากตะแกรง 100 cm
ตำแหน่งที่ 7 วัดอุณหภูมิผนังด้านในของเตาเผามูลฝอย อยู่สูงจากตะแกรง 150 cm
ตำแหน่งที่ 8 วัดอุณหภูมิผนังบนด้านในของเตาเผามูลฝอย ห่างจากผนังด้านในทางขวาของเตา 20 cm
ตำแหน่งที่ 9 วัดอุณหภูมิผนังด้านในของปล่องไอเสีย อยู่สูงจากผนังเตาด้านบน 30 cm
ตำแหน่งที่ 10 วัดอุณหภูมิผนังด้านในของปล่องไอเสีย อยู่สูงจากผนังเตาด้านบน 280 cm

4.4 การวัดอุณหภูมิผนังด้านนอกของเตาเผามูลฝอยและผนังด้านนอกของฉนวนหุ้มปล่องไอเสีย ใช้เทอร์โมคับเปิลรุ่น MT101 ชนิด K สามารถทนอุณหภูมิสูงสุดได้ 350 °C ทำการวัดที่ตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิของผนังด้านนอกของเตาเผามูลฝอยและผนังด้านนอกของฉนวนหุ้มปล่องไอเสีย

ตำแหน่งที่ 11 วัดอุณหภูมิผนังด้านนอกทางด้านข้างของเตาเผามูลฝอย อยู่สูงจากตะแกรง 50 cm

ตำแหน่งที่ 12 วัดอุณหภูมิผนังด้านนอกทางด้านข้างของเตาเผามูลฝอย อยู่สูงจากตะแกรง 100 cm

ตำแหน่งที่ 13 วัดอุณหภูมิผนังด้านนอกทางด้านข้างของเตาเผามูลฝอย อยู่สูงจากตะแกรง 150 cm

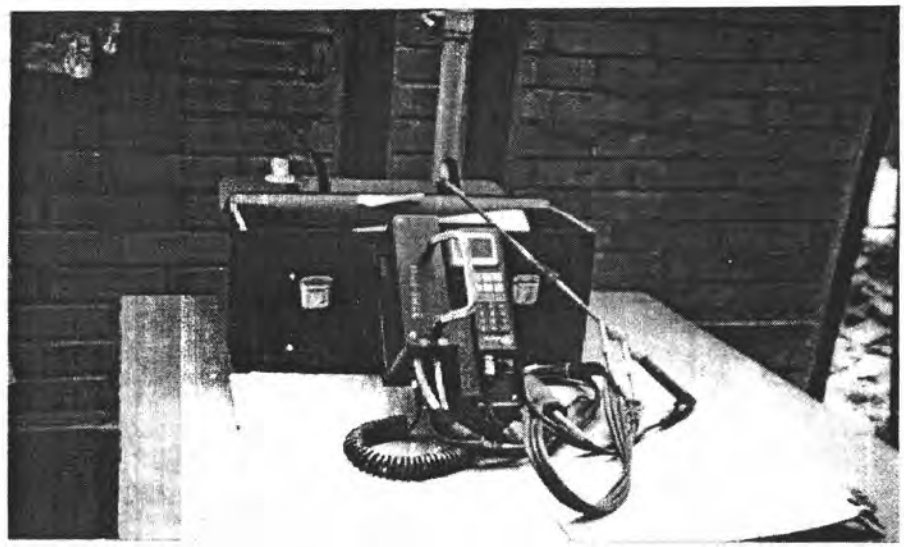
ตำแหน่งที่ 14 วัดอุณหภูมิผนังบนด้านนอกของเตาเผามูลฝอย ห่างจากผนังด้านในทางขวาของเตา 20 cm

ตำแหน่งที่ 15 วัดอุณหภูมิฉนวนหุ้มปล่องไอเสีย อยู่สูงจากผนังเตาด้านบน 30 cm

ตำแหน่งที่ 16 วัดอุณหภูมิฉนวนหุ้มปล่องไอเสีย อยู่สูงจากผนังเตาด้านบน 280 cm

5. อุปกรณ์วิเคราะห์องค์ประกอบของแก๊สไอเสีย (gas analyzer)

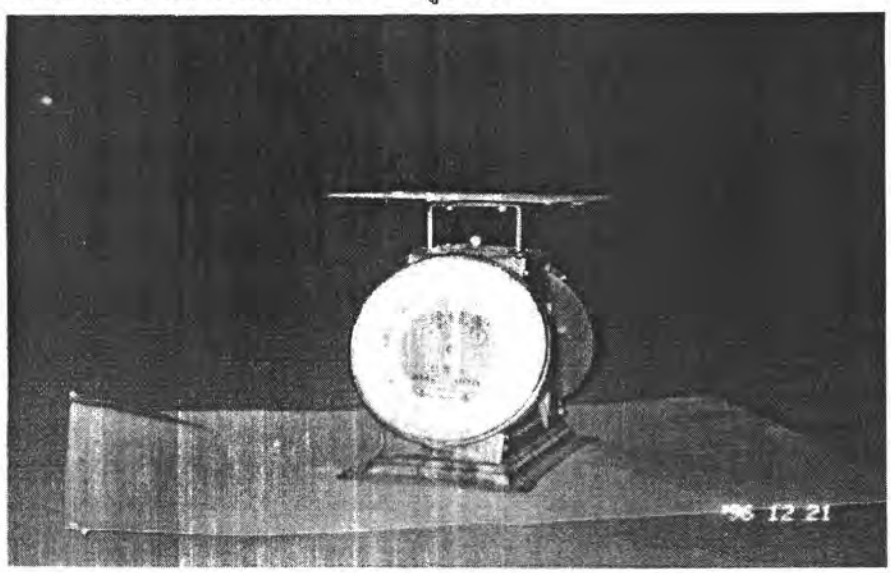
อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบของแก๊สไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ ยี่ห้อ Testo มีความสามารถในการวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบของแก๊สไอเสียเช่น O_2 CO CO_2 และ NO_x โดยเครื่องจะแสดงผลบนหน้าปัทม์เป็นเปอร์เซนต์โดยปริมาตรดังแสดงในรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 แสดงเครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสีย

6. เครื่องชั่งน้ำหนัก

เครื่องชั่งน้ำหนักใช้สำหรับชั่งน้ำหนักของมูลฝอยที่จะป้อนเข้าเตาเผามูลฝอย และชั่งน้ำหนักของขี้เถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้ ดังแสดงในรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 แสดงเครื่องชั่งน้ำหนัก

7. นาฬิกาจับเวลา

นาฬิกาจับเวลาใช้สำหรับกำหนดช่วงเวลาป้อนมูลฝอยและจดบันทึกข้อมูล

การทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. จัดเตรียมมูลฝอยที่ต้องการจะเผาตามอัตราการป้อน ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเลือกใช้อัตราการป้อนเท่ากับ 25 kg/h และ 50 kg/h ใช้มูลฝอยที่จะเผา 2 ประเภท คือ กระดาษ และใบไม้แห้ง

2. นำตัวอย่างมูลฝอยทั้ง 2 ประเภทไปทำการทดสอบหาค่าความร้อนที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ

3. ทำการปรับแต่งอุปกรณ์และเครื่องมือวัดให้พร้อมที่จะทำการทดสอบ ได้แก่

3.1 เทอร์โมคับเปิลทุกตำแหน่ง พร้อมเครื่องอ่าน

3.2 มาโนมิเตอร์วัดอัตราการไหลของอากาศ แก๊สไอเสีย และความดัน static ในปล่องไอเสีย

3.3 เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบแก๊สไอเสีย

4. ทำการชั่งน้ำหนักมูลฝอยตามอัตราการป้อน สำหรับในการวิจัยครั้งนี้การป้อนแต่ละครั้งจะใช้เวลาห่างกัน 10 นาที เช่น ถ้าอัตราการป้อน 25 kg/h ก็จะป้อนครั้งละ 4.2 kg และถ้าอัตราการป้อน 50 kg/h ก็จะป้อนครั้งละ 8.4 kg

5. เริ่มทำการทดสอบโดยการปรับอัตราการไหลให้ได้ปริมาณอากาศตามความต้องการ โดยปรับลิ้นตรงทางดูดของพัดลม และกำหนดอัตราการไหลของอากาศเทียบกับความสูงของน้ำในมาโนมิเตอร์

6. ป้อนมูลฝอยเข้าเตาตามอัตราการป้อนและประเภทของมูลฝอยที่จะทำการทดสอบ

7. จุดหัวเผาเพื่อช่วยในการเผาไหม้ช่วงเริ่มต้น หรือจะใช้กระดาษชุบน้ำมันจุดโดยตรง

8. เริ่มจับเวลา

9. ปิดหัวเผาเมื่อการเผาไหม้ในเตาเกิดการลุกไหม้อย่างต่อเนื่องแล้ว

10. จดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ทุก ๆ 5 นาที หลังจากการป้อนมูลฝอยเข้าเตาแต่ละครั้ง

10.1 อุณหภูมิทุกจุดตามตำแหน่งที่กำหนด

10.2 ความแตกต่างของระดับน้ำในมาโนมิเตอร์

10.3 องค์ประกอบของแก๊สไอเสียจากเครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสีย

11. ทำการทดสอบโดยใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง จึงหยุดป้อนมูลฝอย

12. จดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ต่อไปจนกระทั่งอุณหภูมิตามตำแหน่งต่าง ๆ ลดลง

13. ปิดพัดลมจ่ายอากาศ

14. ทำการพักเตาเผาจนกว่าอุณหภูมิของแก๊สร้อนภายในเตาเผาลดลงเท่ากับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม

15. ทำความสะอาดภายในเตาเผาพร้อมกับทำการชั่งน้ำหนักของขี้เถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้แต่ละครั้ง

16. สิ้นสุดการทดสอบ