บทที่ 3

อุปกรณ์ และ วิธีการทดลอง

3.1 ลักษณะเชื้อเพลิงทดสอบ

กระดาษ ใบไม้ และ พลาสติก ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการศึกษานี้ได้ทำการวัดลักษณะทางกายภาพของเชื้อเพลิง โดยแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ลักษณะของเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิง	กระดาษ	ใบไม้	พลาสติก(PE)
ลักษณะทางกายภาพ			
1.รูปร่าง(Shape)	สี่เหลี่ยม	สี่เหลี่ยม	กลม
2.ขนาด(Size:mm)			
— ความกว้าง	5-10	30-40	-
— ยาว	10-15	40-60	-
— ความสูง(หนา)	1	1	-
— เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	-	0.5
3.ความหนาแน่น(g/cm^3)		1.65-1.75	

3.2 อุปกรณ์การทดสอบ

เตาปฏิกรณ์ไพโรไลเซอร์เป็นเตาปิดที่ไม่ใช้อากาศในการเผาไหม้ตัวเตามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร สูง 58 เซนติเมตร ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนให้ความร้อน และ ส่วนเตาปฏิกรณ์ ส่วนให้ความร้อนประกอบด้วยชุดควบคุมความดันเช่น วาล์วปรับความดัน เครื่องน้ำหนัก เป็นต้น เชื้อเพลิงดังรูปที่ 3.1 และ 3.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.1 เตาปฏิกรณ์ไพโรโลเซอร์

รูปที่ 3.2 หัวเผาในเตาปฏิกรณ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 อุปกรณ์ประกอบและเครื่องมือวัด

3.3.1 เครื่องวัดองค์ประกอบก๊าซ ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น GC-8A โดยใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างก๊าซฉีดสารตัวอย่างได้ครั้งละ 1 ตัวอย่าง สามารถวิเคราะห์ก๊าซ CH_4 , CO , CO_2 , O_2 , H_2 และ N_2 ดังรูป 3.3

รูปที่ 3.3 เครื่องวัดองค์ประกอบก๊าซ ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น GC-8A

3.3.2 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด ยี่ห้อ AND รุ่น FD-6200 โดยช่วงของน้ำหนัก 0.01 g ถึง 1000 g จะมีความละเอียด 0.01 g ช่วงน้ำหนักใช้ถึง 1000 g ถึง 6100 g จะมีความละเอียด 0.1 g ใช้ในการชั่งน้ำหนักเชื้อเพลิงแข็ง น้ำมันดิน และ ถาร์ชาร์ ดังรูป 3.4

รูปที่ 3.4 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.4 สายเทอร์โมเปิล (Thermocouple) Type K ใช้ร่วมกับหัวเทอร์โมคัฟเปิล และ เครื่องบันทึกข้อมูล ใช้วัดอุณหภูมิภายในเตาในตำแหน่งที่กำหนด แสดงดังรูปที่ 3.5

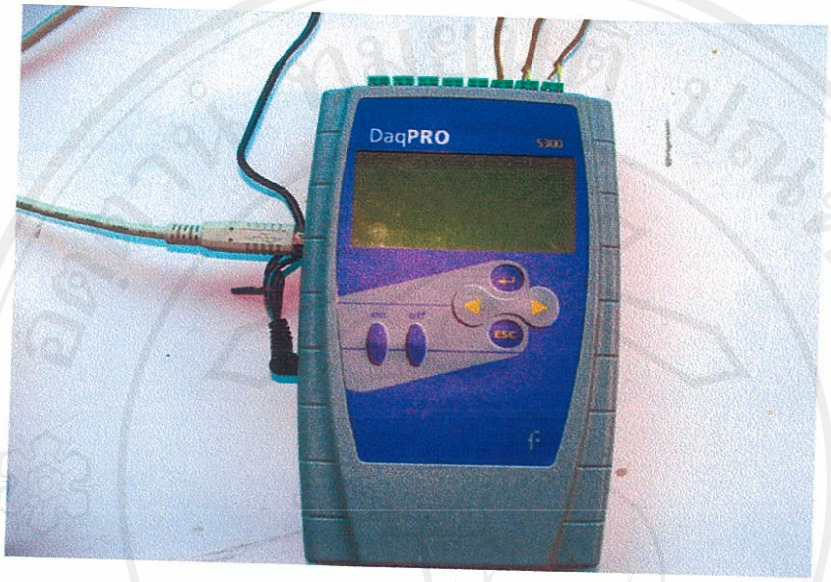
รูปที่ 3.5 สายเทอร์โมคัฟเปิล

3.3.5 หัววัดเทอร์โมคัฟเปิล (Thermocouple probe) Type K ใช้ร่วมกับสายเทอร์โมคัฟเปิล และเครื่องบันทึกข้อมูล ใช้วัดอุณหภูมิภายในเตาในตำแหน่งที่กำหนด แสดงดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 หัวเทอร์คัปโมคัฟเปิล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.6 เครื่องบันทึกข้อมูล ยี่ห้อ DaqPRO ขนาด 8 ช่องสัญญาณ มีช่วงการวัดอุณหภูมิใช้ร่วมกับหัวเทอร์โมคัฟเปิล และ สายเทอร์โมคัฟเปิล ใช้วัดอุณหภูมิภายในเตาในตำแหน่งที่กำหนด แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 เครื่องบันทึกข้อมูล

3.3.7 ชุดวัดความดันก๊าซประกอบด้วยเครื่องอ่านค่าความดัน ยี่ห้อ Testo รุ่น 447 ใช้ร่วมกับ pressure sensor และ pito tube แสดงดังรูปที่ 3.8

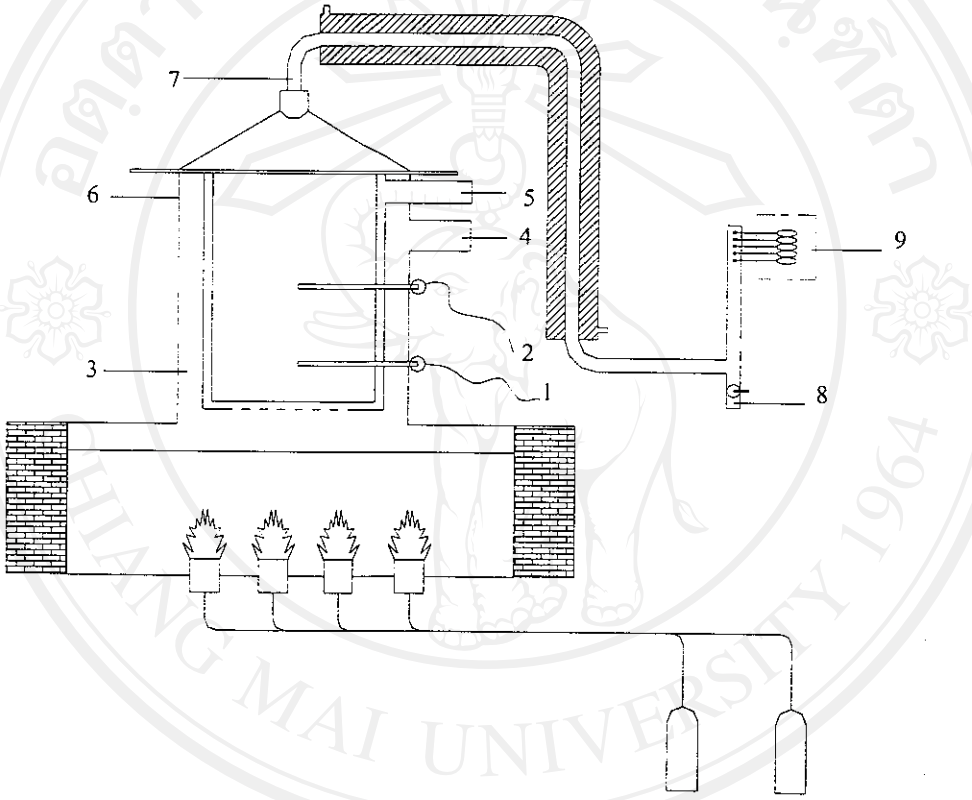
รูปที่ 3.8 ชุดวัดความดันก๊าซ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.4.1 วิธีการศึกษา

สร้าง ศึกษา และ ออกแบบเตาเบื้องต้น การสร้างเตาเผาปฏิกรณ์ไพโรไลซีสแบบ fixed-bed เพื่อทดลองศึกษา หาพฤติกรรมการเกิดไพโรไลซีส หลักการเผาไหม้ และหาข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบให้สามารถเผาขยะได้ปริมาณมากขึ้นและศึกษาหาข้อบกพร่อง ต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในด้านปริมาณ และด้านคุณภาพ หากมีข้อบกพร่องใด ๆ ที่เกิดขึ้นก็จะหาแนวทางการแก้ไข



รูปที่ 3.9 แบบลักษณะเตาทดสอบขนาดเล็ก

หมายเลข 1 และ 2 คือ เทอร์โมคัฟเปิ้ล หมายเลข 3 คือ เตาปฏิกรณ์ไพโรไลติก หมายเลข 4 คือ ปล่องปล่อยก๊าซร้อนของห้องเผา หมายเลข 5 คือ ปล่องปล่อยก๊าซร้อนชั้นใน หมายเลข 6 ผนังเตา หมายเลข 7 คือ ช่องปล่อยก๊าซไพโรไลซีส หมายเลข 8 คือ วาล์วเก็บน้ำมันดิน และ หมายเลข 9 คือ กระบอกเก็บตัวอย่างก๊าซ

ดังรูปที่ 3.9 การติดตั้งเตาปฏิกรณ์โดยปริมาตรภายในมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร เป็นแบบถังปิดด้านในมีห้องปิดสามารถถอดเข้าออกได้ ด้านข้างทำการติดตั้งหัววัดอุณหภูมิห่างจากตะแกรง 20 เซนติเมตร และ 45 เซนติเมตร โดยมีแหล่งให้ความร้อนจากด้านล่าง ด้านบนมีช่องต่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กับท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1.88 เซนติเมตร ยาว 150 เซนติเมตร หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนกลางทองแดงจะติดตั้งวาล์วเพื่อสามารถนำน้ำมันดินและน้ำ ด้านปลายสามารถนำก๊าซออกมาวิเคราะห์

หลักการทำงานของเตาปฏิกรณ์ไพโรไลซีส เริ่มจากทำการอุ่นเตาให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิทดสอบระหว่าง 400 ถึง 700 องศาเซลเซียส จนกระทั่งอุณหภูมิถึงที่กำหนดทำการบรรจุเชื้อเพลิงทดสอบเข้าเตา ใส่หัวเทอร์โมคัฟเปิ้ลเขาสู่เตา เมื่อเชื้อเพลิงเริ่มก่อตัวเกิดปฏิกิริยาไพโรไลซีส ทำให้เกิดก๊าซระเหยลอยตัวสู่ด้านบนของเตาผ่านท่อทองแดง ก๊าซบางส่วนเกิดการกลั่นตัวเป็นน้ำและน้ำมันดิน ส่วนที่เป็นของเหลวตกสู่วาล์วด้านล่าง และ ก๊าซลอยตามท่อทองแดงลอยสู่ด้านบน สิ่งสุดท้ายที่เหลืออยู่ภายในเตาคือ ถ่านชาร์

3.4.2 วิธีการทดลอง

การทดลองจะทำการแบ่งเชื้อเพลิงเป็น 3 ชนิดคือ กระดาษ ใบไม้ และ ขยะผสม โดยทำการแบ่งกรณีศึกษาเป็น 3 กรณี โดยที่กรณีที่หนึ่ง เผากระดาษปริมาณ 1 กก กรณีที่ สอง เผาใบไม้ปริมาณ 1 กก.กรณีที่ สาม พลาสติกปริมาณ 1 กิโลกรัม. และ กรณีที่ สี่ ขยะผสม สามารถแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงสัดส่วนของเชื้อเพลิงในการทดลอง

การทดลอง ชุดที่	ปริมาณสัดส่วนขยะ			รวม กิโลกรัม
	ใบไหม้	กระดาษ	พลาสติก	
1	1	-	-	1
2	-	1	-	1
3	-	-	1	1
4	0.06	0.5	0.44	1

หมายเหตุ:การออกแบบการทดสอบนี้ได้อ้างถึงปริมาณขยะที่เกิดขึ้นของจังหวัดเชียงใหม่เป็นสิ่งอ้างอิง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.3 ขั้นตอนการทดสอบ

- ทำการชั่งน้ำหนักเชื้อเพลิงแข็งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก
- ทำการติดตั้งสายเทอร์โมคัฟเปิล และ หัววัดในตำแหน่งที่กำหนด
- ทำการอุ่นเตาให้มีอุณหภูมิที่ต้องการระหว่าง 400 ถึง 700 องศาเซลเซียส
- เมื่ออุณหภูมิถึงจุดที่กำหนด นำเชื้อเพลิงแข็งบรรจุเข้าเตา
- ทำการบันทึกความดันของก๊าซ และ อุณหภูมิในจุดที่กำหนดภายในเตา
- ทำการบันทึกน้ำหนักน้ำมันดิน และ ถ่านชาร์
- ทำการเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิง และ ทำการทดสอบซ้ำอีกครั้ง
- ทำการเปลี่ยนอุณหภูมิในช่วงอุณหภูมิ 400 500 600 และ 700 องศาเซลเซียส ทำการทดสอบซ้ำอีกครั้ง
- ทำทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ ทั้ง 3 กรณี

3.4.4 การจัดเก็บข้อมูล

3.4.4.1 อุปกรณ์ และ เครื่องมือตรวจวัดเพื่อวัดและจัดเก็บข้อมูลมาเป็นข้อมูลพื้นฐาน และทำการวิเคราะห์ถึงผลการทำงานของเตาเผาขยะ ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ ชุดเก็บข้อมูล (Dataloger) ชุดอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ เครื่องวัดความดันตาชั่งละเอียด เครื่องวัดองค์ประกอบของก๊าซ และ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ช่วยการวิเคราะห์ เช่น คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3.4.4.2 แนวทางและวิธีการตรวจวัดการตรวจวัดทำการตรวจวัดอัตราการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ใช้วิธีการชั่งน้ำหนักของถังบรรจุเชื้อเพลิง หรือวัดโดยเครื่องวัดอัตราการไหลอุณหภูมิตำแหน่งที่จะทำการบันทึกอุณหภูมิได้แก่ อุณหภูมิภายในเตาไพโรไลซีส เหนือตระเกรง 20 และ 45 เซนติเมตร ผนังเตาด้านนอก แหล่งให้ความร้อน และก๊าซร้อนในปล่องไอเสียตรวจวัดค่าความเร็วของก๊าซปลายท่อทองแดง ตรวจวัดสารระเหยถูกหาค่า CH_4 ,H_2 ,O_2 , CO และ CO_2 โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ การตรวจวัดปริมาณน้ำมันดินและถ่านชาร์ที่ได้จากหลังการเผาเสร็จสิ้น

3.4.4.3 การจัดเก็บข้อมูลข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจะจัดเก็บในไฟล์คอมพิวเตอร์ที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ในการแสดงผล ประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูลและการออกแบบเตาเผาในภายหลังได้

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

- การวิเคราะห์อุณหภูมิเชื้อเพลิงแสดงถึงพฤติกรรมการเกิดปฏิกิริยาภายในเตา และ อุณหภูมิก๊าซ ผนัง แสดงถึงการใช้พลังงานและการสูญเสียพลังงานความร้อนแก่สิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- การวิเคราะห์ก๊าซทำให้ทราบถึงองค์ประกอบของสารระเหย ซึ่งประกอบด้วย CH_4,H_2,CO,CO_2 และ N_2
- วิเคราะห์สมดุลเชิงความร้อนในกฎข้อที่หนึ่ง(ด้านปริมาณ)และข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์(ด้านคุณภาพ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved