

## บทที่ 4

## เครื่องมือและวิธีการทดลอง

## 4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

## 4.1.1 ก่อนปรับปรุงเตา

1. เชื้อเพลิง ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือไม้ประดู่ ซึ่งมีค่าความร้อนประมาณ 3,723 Cal/gm หรือ 15,584 kJ/kg (ค่านี้เป็นค่าเฉลี่ยจากหนังสือเรื่องพลังงานจากไม้ 4 การประเมินศักยภาพพลังงานของไม้ของ ดร.อรุณ ช่มชาญ และยังได้แนะนำไว้ว่าค่าแตกต่างสูงสุดของความร้อนของไม้จากค่าเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 5)
2. เตาประหยัดหรือเตาเคอร์ซูลิก 1 เตา
3. หม้ออลูมิเนียมขนาดเล็ก 1 ใบ ขนาดใหญ่ 1 ใบ ขนาดเล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 18.6 cm สูง 11 cm ขนาดใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 28.7 cm สูง 16.4 cm
4. เทอร์โมคัปเปิลโลหะทั้งหมด 13 คู่ แต่ละคู่ประกอบด้วยอลูมิเนียมและโครเมียมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.20 mm, 0.20 mm ตามลำดับ จำนวนของอลูมิเนียมมีลักษณะเป็นสีแดง จำนวนของโครเมียมมีลักษณะเป็นสีเหลือง ทั้งอลูมิเนียมและโครเมียมเชื่อมติดกันด้วยวิธีลัปอรัทเวล
5. เซลล์เตออสวิทซ์ 1 เครื่อง มี 24 จุด
6. ดิจิตัลเทอร์โมมิเตอร์ 1 เครื่อง ขนาด 4 ตำแหน่ง จำนวนเต็ม 3 ตำแหน่ง ทศนิยม 1 ตำแหน่ง เป็นแบบโอเมก้า 2176A
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก 1 เครื่อง ประกอบด้วยลูกตุ้มน้ำหนักขนาด 2, 1 kg 200, 100, 50, 20, 10, 5, 2, 1 gm เป็นแบบสองแขนของ Ohaus Scale Corp ซึ่งได้ละเอียดถึง 0.1 gm.
8. นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน Model Seiko 5
9. กระจกสำหรับย่นถ่านหลังจากทดลองเสร็จแล้ว หนัก 187 gm
10. หม้อสำหรับตวงน้ำไปใส่หม้อที่ใช้ในการทดลองหนัก 286 gm
11. มาโนมิเตอร์สำหรับวัดความดัน ขนาดตั้งแต่ 0.0-0.25 in-H<sub>2</sub>O ทำจากประเทศสหรัฐอเมริกา แบบ Dwyer 215 ย่อละเอียด 0.005 in
12. เครื่องวัดอุณหภูมิของควันเลียที่ท่อปล่องควัน แบบ Weston No.221 ช่วง 150-750 °F ย่อละเอียด 10 °F
13. ไม้ขีดไฟ , ตะหลิว , มีดพร้า , น้ำและซีโต้

#### 4.1.2 หลังปรังปรังเตา (ดูรูปที่ 4-1 และ 4-2)

1. เชื้อเพลิงที่ใช้ทดลอง คือ ไม้สนประดิษฐ์ ซึ่งมีค่าความร้อน 18209.1 kJ/kg ที่ความชื้นปกติ (จากหนังสือการประชุมการป่าไม้ 2524 ลำขบวนผลิตภัณฑ์ หน้า 217 เรื่องพลังงานจากไม้ (4) การประเมินศักยภาพพลังงานจากไม้ โดย ดร.อรุณ ช่มชาญ, วินัย ปัญญาธิคุณะ งานวิจัยและพัฒนาการแปรรูปพลังงานจากไม้ กองวิจัยผลิตผล ป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 2524)

2. เทอร์โมคัปเปิลไลน์ ทั้งหมด 14 คู่ แต่ละคู่ประกอบด้วยอลูเมวาและโครเมวา ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.20 mm, 0.20 mm ตามลำดับ ฉนวนของอลูเมวา มีลักษณะเป็นสีแดง ฉนวนของโครเมวา มีลักษณะเป็นสีเหลือง ทั้งอลูเมวาและโครเมวา เชื่อมติดกันด้วยวิธีสปอร์ตเวล

3. ติดตั้งกระบังลมที่ส่วนล่างภายในท่อควีน และกระบังลม มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบบางและกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.8 cm เชื่อมติดกับแกนเหล็กส่วนที่ด้านนอกท่อควีน จะมีแผ่นเหล็กบางครึ่งวงกลม แบ่งออกเป็นช่อง ๆ ช่องหนึ่ง 10 องศา ตั้งแต่ 0 ถึง 90 องศา และเชื่อมติดกับแกนเหล็ก สำหรับเวลาทดลองมุมของกระบังลม เปลี่ยนตั้งแต่ 90 ถึง 40 องศา โดยที่ 90 องศา กระบังลมเปิดเต็มที่ พื้นที่หน้าตัดสำหรับให้ควีนไหลผ่านเท่ากับ  $0.0038 \text{ m}^2$  ส่วนที่  $80^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $50^\circ$  และ  $40^\circ$  พื้นที่หน้าตัดสำหรับให้ควีนไหลผ่านลดน้อยลงตามลำดับ จนกระทั่งถึง 0 องศา แผ่นกระบังลมจะปิดท่อควีนสนิท

4. ครอบป้องกันซึ่งเชื้อเพลิงที่เหลือ หลังจากทดลองเสร็จแล้ว หนัก

86.5 gm

5. ใยเทอร์โมคัปเปิลไลน์ 1 คู่ วัดอุณหภูมิที่ท่อปล่องควัน

6. เชื้อไฟฟ้าไหม้เส้นประดีห้ารู้แทนซีโต้

นอกจากนั้นเหมือนกับก่อนปรับปรุงเตา

#### 4.1.3 ปรับปรุงหินตักควัน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเหมือนกับหลังปรับปรุงเตา



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 4.2 วิธีการทดลอง

### 4.2.1 ก่อนปรับปรุงเตา

ติดตั้งเครื่องมาโนมิเตอร์และเครื่องวัดอุณหภูมิของควันท่อก่อปล่องควัน บรรจุ น้ำในหม้อขนาดใหญ่น้ำหนัก 2 kg บรรจุน้ำในหม้อขนาดเล็กหนัก 0.8 kg จดอุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิของผิวเตา อุณหภูมิของหม้อทุกจุด จดเวลาเริ่มทดลอง วางหม้อขนาดเล็กบนช่องเตาด้านหลังเตา จากนั้นจึงจุดไฟก่อเชื้อ โดยการจุดซีไต้ แล้วจึงวางไม้ทับลงไปบนซีไต้ ประมาณ 1-2 นาที จึงนำหม้อขนาดใหญ่ ซึ่งบรรจุน้ำอยู่ภายในวางบนช่องเตาด้านหน้าเตา หมุนเข็ลคเตอร์สรีทซ์ ไปที่จุดซึ่งสายเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิของน้ำพยายามทำให้น้ำที่หม้อขนาดใหญ่เดือดเร็วที่สุดเท่าที่จะเร็วได้ เมื่อน้ำเดือดตัวเลขที่ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์จะอ่านได้  $100^{\circ}\text{C}$  จดเวลาที่น้ำเดือด จดอุณหภูมิของน้ำ จดอุณหภูมิของควันท่อก่อปล่องควัน จดค่าความดันที่ท่อปล่องควันซึ่งอ่านได้จากมาโนมิเตอร์ จดอุณหภูมิที่ผิวของหม้อทุกจุด จดอุณหภูมิที่ผิวของเตา ถ้าไม่ยังให้ความร้อนต่อไปได้ก็ดำเนินการทดลองต่อไป จนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำเริ่มลด จึงเปลี่ยนการทดลอง จดเวลาเปลี่ยนการทดลอง จดอุณหภูมิของน้ำที่หม้อขนาดใหญ่และหม้อขนาดเล็ก จดอุณหภูมิแต่ละจุด ดังได้กล่าวไว้แล้วข้างต้นตามลำดับ ยึ่งน้ำหนักของน้ำที่เหลือในหม้อขนาดใหญ่ จดน้ำหนักน้ำที่เหลือ จดน้ำหนักน้ำที่กลายเป็นไอ ยึ่งน้ำหนักของถ่านที่เหลือ จดน้ำหนักของถ่าน จดน้ำหนักของไม้ที่ใช้

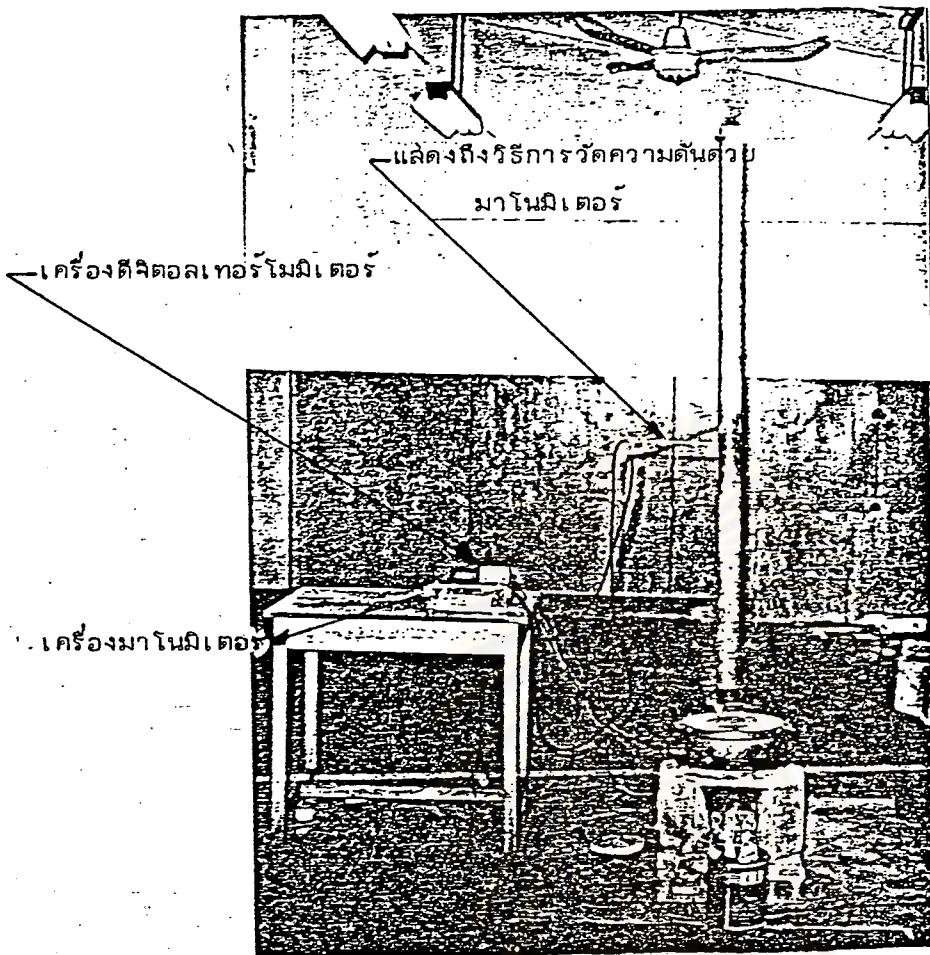
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### 4.2.2 หลังปรับปรุงเตา

ในระยะเริ่มแรกจะทำการทดลองที่มุมของกระบังลม 90 องศาเท่านั้น เพื่อปรับปรุงเตา กระบังลมเปิดเต็มที่ พื้นที่หน้าตัดเพื่อให้ควันเสียไหลผ่านเท่ากับ  $0.0038\text{m}^2$  เมื่อผลที่ทดลองได้เป็นที่พอใจแล้ว จึงทำการเปลี่ยนมุมของกระบังลมทีละ 10 องศา ตั้งแต่ 90-40 องศา ถ้ามุมของกระบังลมต่ำกว่า  $40^\circ$  การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงไม่ดี ติดตั้ง เครื่องมาโนมิเตอร์ที่ท่อปล่องควัน ชั่งไม้หนัก 1 kg ชั่งน้ำที่หม้อขนาดใหญ่หนัก 2 kg ชั่งน้ำที่หม้อขนาดเล็กหนัก 0.8 kg จดอุณหภูมิของอากาศ จดอุณหภูมิของน้ำ จดเวลาเริ่มทดลอง จดอุณหภูมิที่ผิวของหม้อขนาดใหญ่และเล็ก จดอุณหภูมิที่ก้นหม้อขนาดใหญ่และเล็ก จดอุณหภูมิที่ฝาหม้อขนาดใหญ่และเล็ก จดอุณหภูมิที่ผิวเตาด้านหน้าเตา จากนั้นจึงจุดไฟก่อเชื้อ โดยจุดเชื้อไฟก่อนแล้วจึงเอาไม้วางทับบนเชื้อไฟ จดอุณหภูมิของน้ำที่หม้อขนาดใหญ่และเล็กทุก 3 min พอที่หม้อใหญ่เดือด  $100^\circ\text{C}$  จดเวลาที่น้ำเดือด จดอุณหภูมิแต่ละจุดดังกล่าวไว้แล้วข้างต้น ตามลำดับ หลังจากนั้นปล่อยให้หน้า้เดือดอีก 4 min เพื่อให้อุณหภูมิของน้ำเท่ากันทุกจุด จึงเปิดฝาหม้อใบใหญ่และทำการทดลองต่อไปจนกระทั่งว่า อุณหภูมิของน้ำที่หม้อใบใหญ่ลดลงถึง  $97.5^\circ\text{C}$  เมื่อใดก็ให้ เลิกทดลอง จดอุณหภูมิของน้ำที่หม้อขนาดใหญ่และเล็ก จดเวลาเลิกทดลอง ชั่งน้ำหนักของน้ำที่หม้อขนาดใหญ่ จดน้ำหนักน้ำที่กลายเป็นไอ ชั่งน้ำหนักของถ่าน จดน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้ แต่ถ้าน้ำที่หม้อขนาดเล็กเดือดด้วย  $100^\circ\text{C}$  จะต้องชั่งน้ำหนักของน้ำในหม้อขนาดเล็กด้วย จดน้ำหนักของน้ำที่กลายเป็นไอและในการทดลองครั้งนี้ สำหรับหม้อขนาดเล็กเมื่ออุณหภูมิของน้ำ  $100^\circ\text{C}$  จะเปิดฝาหม้อ จนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำลดลงเกือบถึง  $98^\circ\text{C}$  ก็ให้ปิดฝาหม้อ ครั้ง เมื่ออุณหภูมิของน้ำเกือบถึง  $100^\circ\text{C}$  ก็จะเปิดฝาหม้ออีก เมื่อลดลงเกือบถึง  $98^\circ\text{C}$  ก็ให้ปิดฝาหม้ออีก ดำเนินวิธีการทดลองดังกล่าวแล้วข้างต้น จนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำลดลง  $97.5^\circ\text{C}$  ก็ให้เลิกดำเนินการทดลอง จดอุณหภูมิของน้ำทุก ๆ 3 นาที และใช้  $h_{fg}$  ที่  $100^\circ\text{C}$

#### 4.2.3 ปรับปรุงหินตักควัน

ดำเนินการวิธีการทดลองเช่นเดียวกับหลังปรับปรุงเตา สำหรับการวัดอุณหภูมิที่ผนังเตาและผิวหม้อ เหมือนกันทั้งก่อนและหลังปรับปรุงเตา



รูปที่ 4-1 แสดงถึงการพุ่งออกของควันเสียที่ท่อปล่องควัน และเครื่องมือสำหรับการทดลอง



รูปที่ 4-2 แสดงให้เห็นน้ำเดือดสำหรับหม้อนวดใหญ่

## 4.3 รายการสำหรับการทดลอง

## 4.3.1 ก่อนปรับปรุงเตา

น้ำหนักไม้ (kg)	น้ำหนักของน้ำใน หม้อขนาดเล็ก (kg)	น้ำหนักของน้ำใน หม้อขนาดใหญ่ (kg)
0.6	0.8	2.0
0.6	0.8	2.5
0.6	0.8	3.0
0.8	0.8	2.0
0.8	0.8	2.5
0.8	0.8	3.0
1.0	0.8	2.0
1.0	0.8	2.5
1.0	0.8	3.0

ตารางที่ 4-1 รายการทดลองก่อนปรับปรุงเตา

## 4.3.2 หลังปรับปรุงเตา

แบ่งการทดลองออกเป็น 2 แบบ

แบบที่ 1 วัดเฉพาะอุณหภูมิของน้ำเท่านั้น โดยไม่ได้วัดอุณหภูมิที่จุดอื่น ๆ ของเตา เพราะต้องการหาประสิทธิภาพการหุงต้มแล้วนำมาพิจารณาเพื่อปรับปรุงเตาให้ดีขึ้น โดยมีมุมของกระบังลมเปิด 90 องศา

น้ำหนักไม้ (kg)	น้ำหนักของน้ำ ในหม้อขนาดเล็ก (kg)	น้ำหนักของน้ำ ในหม้อขนาดใหญ่ (kg)	มุมของกระบังลม (องศา)
1.0	0.8	2.0	90

ตารางที่ 4-2 รายการทดลองสำหรับหลังปรับปรุงเตาตามการทดลองแบบที่ 1

แบบที่ 2 วัดอุณหภูมิน้ำ, อุณหภูมิผิวเตา, อุณหภูมิของควันเสีย และความดันที่ท่อควัน เพื่อหาประสิทธิภาพเตา ประสิทธิภาพภาชนะ ประสิทธิภาพการหุงต้ม และความร้อนที่สูญเสียที่ท่อควัน โดยมีมุมของกระบังลมเปลี่ยนตั้งแต่ 90-40 องศา

น้ำหนักไม้ (kg)	น้ำหนักของน้ำ ในหม้อขนาดเล็ก (kg)	น้ำหนักของน้ำ ในหม้อขนาดใหญ่ (kg)	
1.0	0.8	2.0	40°
			50°
			60°
			70°
			80°
			90°

ตารางที่ 4-3 รายการทดลองหลังปรับปรุงเตาตามการทดลองแบบที่ 2



#### 4.3.3 ปรับปรุงพินดักควัน

เช่นเดียวกับแบบที่ 2 หลังปรับปรุงเตา



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย