

## บทที่ 3

### เครื่องมือและวิธีการทดลอง

#### 3.1 ตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

- ก. ถ่านหินจากเหมืองแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งมีปริมาณร้อยละกำมะถันรวมต่างกัน 3 ตัวอย่าง ได้แก่ 2.20 , 3.14 และ 8.33
- ข. ปูนขาว (laboratory grade) มีปริมาณ CaO ร้อยละ 95
- ค. สารเคมีที่ใช้ในการทดลองเป็น analytical grade

#### 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

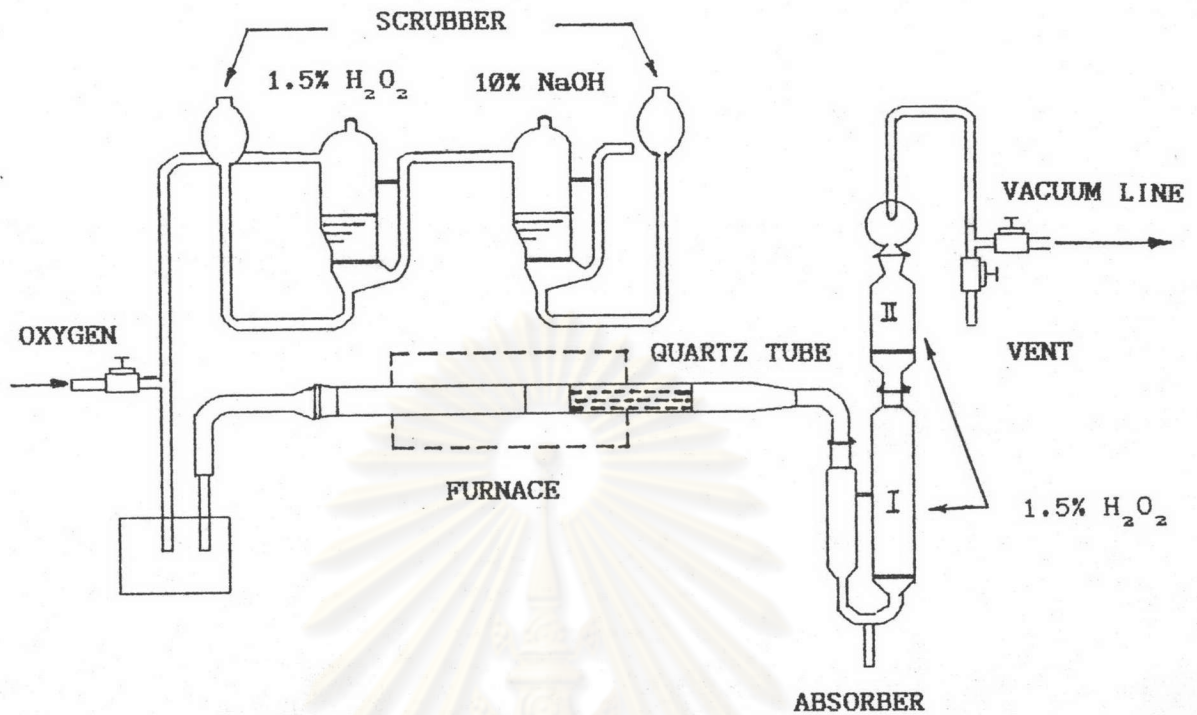
- ก. Leco sulfur analyzer (Stanhope-Seta Model Seta 2000) แสดงในรูปที่ 3.1 ประกอบด้วย
  - เตาเผา
  - หลอดแก้วควอตซ์ (Quartz tube)
  - หลอดดูดก๊าซ (Absorber)
  - ปีมัลติยูทิลิตี้
- ข. X-ray diffraction spectrometer (Phillips Model PW 1730/10 (generator)  $\text{CuK}\alpha$  (radiator))

#### 3.3 ตัวแปรที่ทำการศึกษา

- ก. อัตราส่วน CaO/S (โดยโมล) ในช่วงระหว่าง 0 - 3
- ข. อุณหภูมิ ในช่วง 600 - 1000 °C
- ค. ปริมาณกำมะถันรวมในถ่านหิน ในช่วงร้อยละ 2 - 5

#### 3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

- 3.4.1 ค้นคว้าและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเอกสารทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ



รูปที่ 3.1 แสดงเครื่อง Leco sulfur analyzer

#### 3.4.2 เตรียมตัวอย่างถ่านหิน

นำถ่านหินมาบดหยาบด้วยเครื่องบด Hammer mill บดให้ละเอียดขึ้นด้วยเครื่องบด Cross beater mill และ Centrifugal ball mill ตามลำดับ จนถ่านหินสามารถร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 60 (ขนาด 250 ไมครอน) ได้ทั้งหมดโดยวิธีมาตรฐานตาม ASTM D2013 (18)

เตรียมตัวอย่างถ่านหินสำหรับการวิจัย โดยให้ได้ร้อยละของกำมะถันรวมอยู่ในช่วง 2-5 ตัวอย่างละประมาณ 300 กรัม ดังนี้

ก. แม่เมาะ 1 กำมะถันรวมร้อยละ 2.20

ข. แม่เมาะ 2 กำมะถันรวมร้อยละ 3.14

ค. แม่เมาะ 3 กำมะถันรวมร้อยละ 4.37 (ได้จากการผสมตัวอย่างที่ได้รับ

ที่มีกำมะถันรวมร้อยละ 3.14 และ 8.33 เข้าด้วยกัน)

#### 3.4.3 นำถ่านหินที่ได้ไปวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นต่างๆ คือ

ก. วิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis) ประกอบด้วย ความชื้น ถ้า สารระเหยได้ และคาร์บอนคงตัว ตามมาตรฐาน ASTM D3172-3175 (19-22)

ข. วิเคราะห์ค่าความร้อน (Heating value) ตามมาตรฐาน ASTM D 2015 (23)

ค. วิเคราะห์รูปแบบกำมะถัน (Forms of sulfur) ซึ่งมี 3 รูปแบบ คือ กำมะถันซัลเฟต กำมะถันไพไรต์ และกำมะถันอินทรีย์ ตามมาตรฐาน ASTM D2492 (24)

ง. วิเคราะห์กำมะถันรวม (Total sulfur) ตามมาตรฐาน ASTM D 3177 (25)

3.4.4 วิเคราะห์กำมะถันในก๊าซที่ถูกปลดปล่อยจากการเผาไหม้ของถ่านหินผสมกับปูนขาว โดยใช้อัตราส่วน CaO/S (โดยโมล) ในช่วงระหว่าง 0-3 (0, 1, 2, 2.5 และ 3) ที่อุณหภูมิในช่วง 600-1000 °C (เปลี่ยนช่วงละ 50-100 °C) ใช้หลอดแก้วควอร์ตซ์ต่อกับอุปกรณ์บรรจุสารละลายดูดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ตามมาตรฐาน ASTM D1551 (26) หรือ Leco sulfur analyzer ซึ่งใช้สำหรับน้ำมันปิโตรเลียม แต่ในการวิจัยนี้ใช้ถ่านหิน จึงได้ปรับปรุงวิธีการทดลองให้เหมาะสม ตามมาตรฐาน ASTM D4239 (27) ซึ่งใช้สำหรับวิเคราะห์ถ่านหินโดยตรง ได้แก่

- ตำแหน่งของเรอฟอร์ชเลนที่บรรจุตัวอย่าง ในหลอดแก้วควอร์ตซ์ที่อยู่ในเตาเผาแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงอุ่นที่ปากเตา ช่วงก่อนกลางเตาและช่วงที่อยู่กลางเตา

- เวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ไม่เกิน 15 นาที

รายละเอียดการวิเคราะห์ แสดงในภาคผนวก ก

3.4.5 วิเคราะห์องค์ประกอบของเถ้าที่ได้จาก ข้อ 3.4.4 โดยใช้เครื่อง X-ray diffraction spectrometer ที่ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลการวิเคราะห์โดยวิธีดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพเท่านั้น โดยจะแสดงพีคขององค์ประกอบเมื่อมีปริมาณสูงกว่า 5 % ขององค์ประกอบทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย