

เครื่องมือ และ วิธีการทดลอง

3.1 เครื่องมือและวิธีการทดลอง

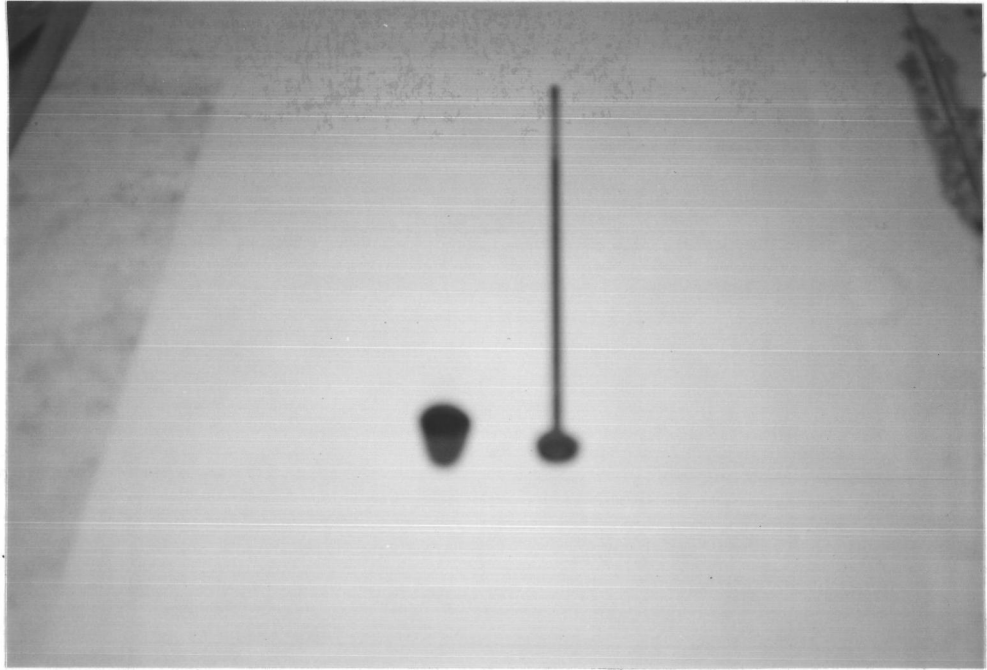
ในการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อการสลายตัวของกำมะถันใน ถ่านหินระหว่างการคาร์บอไนเซชัน และอัตราเร็วปฏิกิริยาการสลายตัวของกำมะถันใน ถ่านหิน โดยทำการทดลองศึกษาในเครื่องปฏิกรณ์แบบไม่ต่อเนื่อง (batch reactor) ที่อยู่ภายในเตาเผาแบบท่อ (Tubular Furnace) โดยมีเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) เป็นตัววัดระดับอุณหภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์

3.1.1 เครื่องปฏิกรณ์ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 2.3 ซม. หนา 0.2 ซม. และสูง 3.5 ซม. บริเวณ ขอบบนของเครื่องปฏิกรณ์ มีลักษณะเป็นเกลียวสำหรับประกอบส่วนฝาปิดเครื่อง ซึ่งฝา นี้ มีการเชื่อมต่อกับท่อที่ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม ท่อนี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.6 ซม. ยาว 35 ซม. ใช้ใช้สำหรับเป็นทางออกของก๊าซ และไอน้ำมัน รวมทั้งเป็นที่ใส่เทอร์-โมคัปเปิล สำหรับวัดระดับอุณหภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

3.1.2 เตาเผาแบบท่อรุ่น Sybron 21100 เป็นส่วนควบคุมอุณหภูมิที่ต้องการ ใช้ในการทดลอง ขนาดของปากเตาเผา มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 ซม. สูง 36 ซม. สามารถ ปรับระดับอุณหภูมิได้สูงถึง 1200°C ดังแสดงในรูปที่ 3.2

3.1.3 เครื่องบันทึกกราฟ (Recorder) เป็นส่วนที่ต่อกับต่อกับเทอร์โมคัปเปิล เพื่อแสดงระดับอุณหภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.3

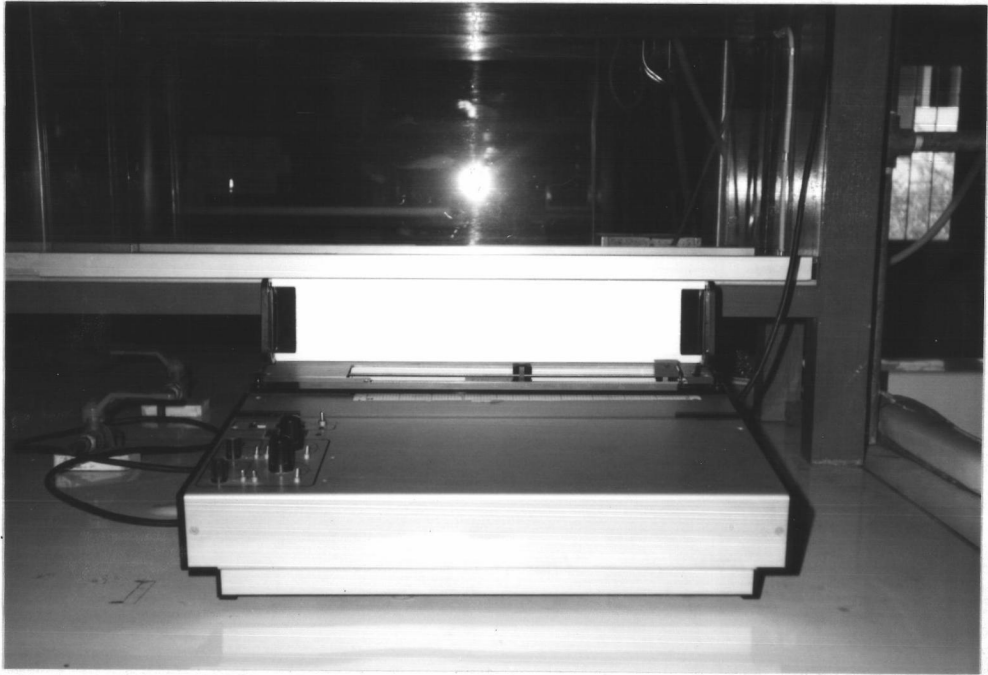
และ รูปที่ 3.4 แสดงการจัดวางเครื่องมือทดลองการคาร์บอไนเซชัน



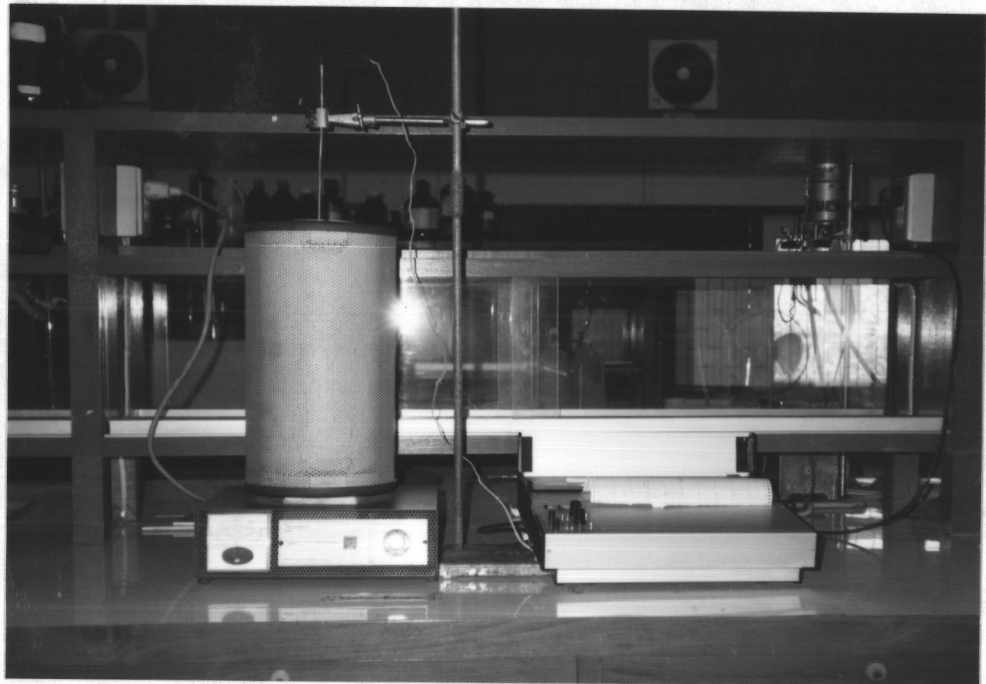
ภาพที่ 3.1 เครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้ในการทดลองพรีฟอร์มไฟติก



ภาพที่ 3.2 เตาเผาแบบท่อ (Tubular Furnace)



ภาพที่ 3.3 เครื่องบันทึกกราฟ (recorder)



ภาพที่ 3.4 การจัดวางเครื่องมือทดลองการคาร์บอนไอโซโทป

3.2 ตัวอย่างถ่านหินที่ใช้ในการทดลอง

เลือกถ่านหินในประเทศไทย 2 แหล่ง ที่มีร้อยละกำมะถันแตกต่างกัน ได้แก่

1. แหล่งบางปุด่า
2. แหล่งแม่เมาะ

3.3 การดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อการสลายตัวของกำมะถันในถ่านหิน โดยทำการคาร์บอนไนซ์ถ่านหินที่อุณหภูมิต่างกัน คือ 400, 450, 500, 600 และ 700 องศาเซลเซียส เวลาในการคาร์บอนไนซ์แต่ละอุณหภูมิต่างกันคือ 0, 10, 20, 30, 60 และ 90 นาที ตามลำดับ
2. ทำการวิเคราะห์กำมะถันรวม กำมะถันซัลเฟต กำมะถันไพไรต์ และ กำมะถันซัลไฟด์ ที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน
3. ทดสอบหาอันดับปฏิกิริยาการสลายตัวของกำมะถันในถ่านหินระหว่างการคาร์บอนไนเซชัน
4. หาค่าพลังงานกระตุ้นและค่าคงที่อัตราเร็วปฏิกิริยาการสลายตัวของกำมะถัน ระหว่างกระบวนการคาร์บอนไนเซชัน

3.4 ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมตัวอย่างถ่านหินตาม ASTM - D 2013
2. นำถ่านหินตัวอย่างมาวิเคราะห์แบบประมาณ หาค่าความร้อนและปริมาณกำมะถันรูปต่าง ๆ ในถ่านหิน
3. การคาร์บอนไนซ์ถ่านหิน โดยทำการทดลองคาร์บอนไนซ์ถ่านหินตัวอย่างทั้ง 2 ชนิดในเตาเผาแบบท่อ อุณหภูมิที่คาร์บอนไนซ์คือ 400, 450, 500, 600 และ 700 °C เวลาที่คาร์บอนไนซ์ ต่างกันคือ 0, 10, 20, 30, 60 และ 90 นาที

วิธีการคาร์บอนไนซ์

- ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของเครื่องปฏิกรณ์ก่อนการคาร์บอนไนซ์
 - บรรจุถ่านหินตัวอย่างประมาณ 4-6 กรัม โดยทราบน้ำหนักที่แน่นอนลงเครื่องปฏิกรณ์พร้อมทั้งปิดฝา
 - นำเครื่องปฏิกรณ์นี้ใส่ลงในเตาเผาแบบท่อที่อุณหภูมิห้อง ให้ตำแหน่งของเครื่องปฏิกรณ์อยู่บริเวณกลางเตาเผา
 - ใส่เทอร์โมคัปเบิลลงในเครื่องปฏิกรณ์ ผ่านทางท่อนำก๊าซที่เชื่อมต่อกับฝาปิดและเทอร์โมคัปเบิลนี้จะต่อกับเครื่องบันทึกกราฟ
 - ปรับอุณหภูมิเตาเผาให้มีอัตราการเพิ่ม 20°C ต่อนาทีจนกระทั่งอุณหภูมิที่คาร์บอนไนซ์เป็น 400°C โดยอ่านอุณหภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์จากเครื่องบันทึกกราฟ
 - เมื่ออุณหภูมิที่คาร์บอนไนซ์เป็น 400°C นับเวลาที่ใช้คาร์บอนไนซ์เป็น 0 นาที สำหรับเวลาคาร์บอนไนซ์ที่ 10, 20, 30, 60 และ 90 นาที คือเวลาที่เครื่องปฏิกรณ์อยู่ในเตาเผาที่อุณหภูมิคงที่
 - เมื่อครบกำหนดเวลาตามที่ต้องการ นำเครื่องปฏิกรณ์ออกจากเตาเผา ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของถ่านหินตัวอย่างพร้อมทั้งเครื่องปฏิกรณ์หลังคาร์บอนไนซ์แล้ว
 - นำถ่านหินออกจากเครื่องปฏิกรณ์และนำไปวิเคราะห์กำมะถันในรูปกำมะถันรวม กำมะถันซัลเฟต กำมะถันไพไรต์ และกำมะถันซัลไฟด์ สำหรับกำมะถันอินทรีย์คำนวณจากปริมาณ
- กำมะถันรวม - (กำมะถันซัลเฟต + กำมะถันไพไรต์ + กำมะถันซัลไฟด์)
- ทำการคาร์บอนไนซ์ซ้ำแต่เปลี่ยนอุณหภูมิคาร์บอนไนซ์เป็น 450, 500, 600 และ 700 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

3. การวิเคราะห์ถ่านหิน

ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างถ่านหินเริ่มต้นก่อนคาร์บอนไนซ์ดังนี้

- การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ASTM D 3173
- การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ASTM D 3174
- การวิเคราะห์ปริมาณสารระเหย ASTM D 3175
- การวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันรวม ASTM D 3177
- การวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันซัลเฟต ASTM D 2492
- การวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันไพไรต์ ASTM D 2492
- การวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันซัลไฟด์ ASTM D 114
- การหาค่าความร้อนของถ่านหิน ASTM D 3286

สำหรับถ่านหินที่ผ่านการคาร์บอนไนซ์แล้วทำการวิเคราะห์ดังนี้

- การวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันรวม ASTM D 3177
- การวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันซัลเฟต ASTM D 2492
- การวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันไพไรต์ ASTM D 2492
- การวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันซัลไฟด์ ASTM D 114

4. นำข้อมูลจากการทดลองมาทดสอบหาอันดับปฏิภน ค่าคงที่อัตราเร็ว

และค่าพลังงานกระตุ้นของปฏิภน

แผนผังแสดงขั้นตอนการทดลอง

