

เครื่องมือและวิธีวิเคราะห์

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาแนวโน้มการลุกไหม้ได้เองของถ่านหินจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย โดยทำการทดลองคือวิเคราะห์ถ่านหินแบบประมาณและแบบแยกธาตุ วิเคราะห์ผลต่างความร้อน (Differential thermal analysis ,DTA) หากการดูดซึ่มก๊าซออกซิเจนของถ่านหิน (Oxygen absorption method) และการทดลองแบบออกซิเดชันแบบเปียก (Wet oxidation method) เพื่อนำไปใช้ประกอบการพิจารณาหาแนวโน้มในการลุกไหม้ได้เองของถ่านหิน ในงานวิจัยใช้ถ่านหินตัวอย่าง 11 ตัวอย่าง จากหลายแหล่งในประเทศไทย และการทดลองแต่ละวิธีการทดลองใช้ถ่านหินขนาดอนุภาค < 250 ไมโครเมตร เพื่อความเหมาะสมในการเปรียบเทียบผลการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

- ถ่านหินจากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้
 - แหล่งบ้านปู จังหวัดลำพูน (BP2, BP110, BP163) จำนวน 3 ตัวอย่าง
 - แหล่งแม่เมาะ จังหวัดลำปาง (MM1, MM2, MM3) " 3 "
 - แหล่งแม่ทาน จังหวัดลำปาง (MT) " 1 "
 - แหล่งแม่ลอง จังหวัดลำพูน (ML) " 1 "
 - แหล่งนาทราย จังหวัดลำพูน (NT) " 1 "
 - แหล่งแม่ละเมา จังหวัดตาก (MLM) " 1 "
 - แหล่งกันตัง จังหวัดตรัง (KT) " 1 "

รวมตัวอย่างทั้งสิ้น 11 ตัวอย่าง ตัวอักษรในวงเล็บแสดงสัญลักษณ์ของถ่านหิน

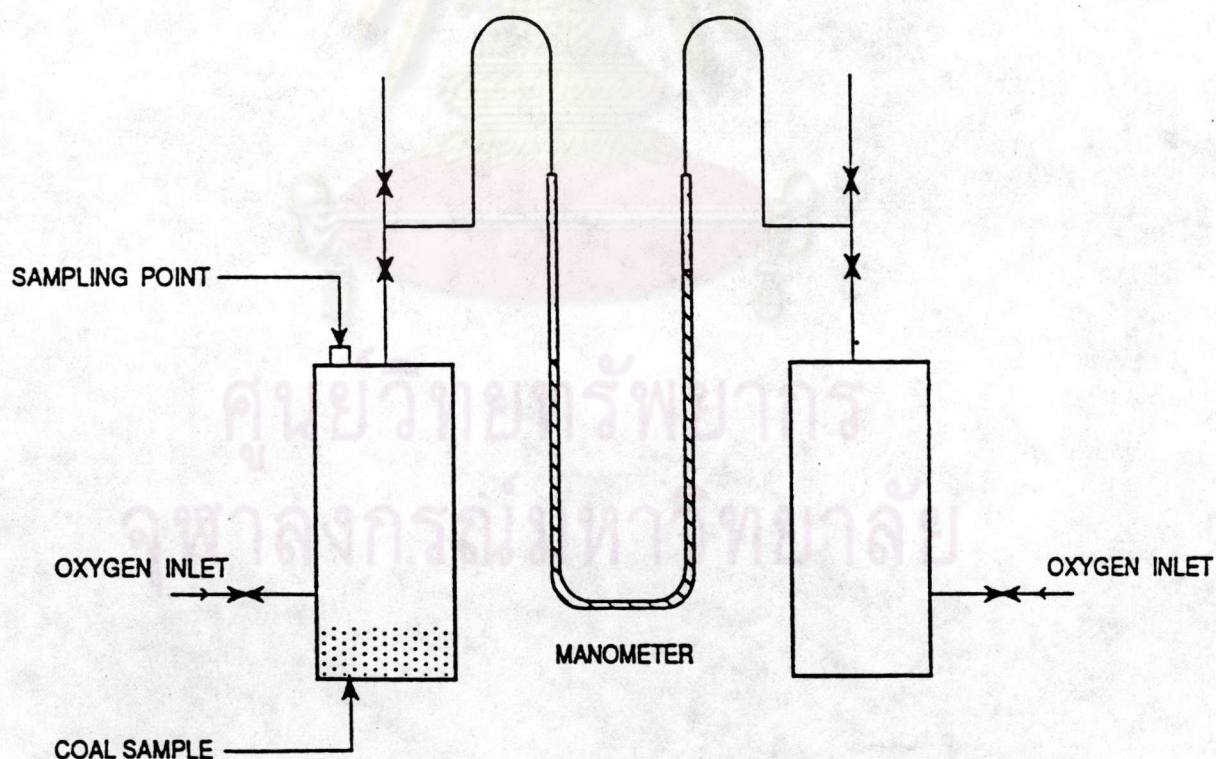
แหล่งนั้น ๆ

- สารเคมีที่จำเป็นในการวิเคราะห์ถ่านหิน
- ภาชนะที่ใช้บรรจุและเก็บรักษาตัวอย่าง

- ก๊าซไนโตรเจน, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจน

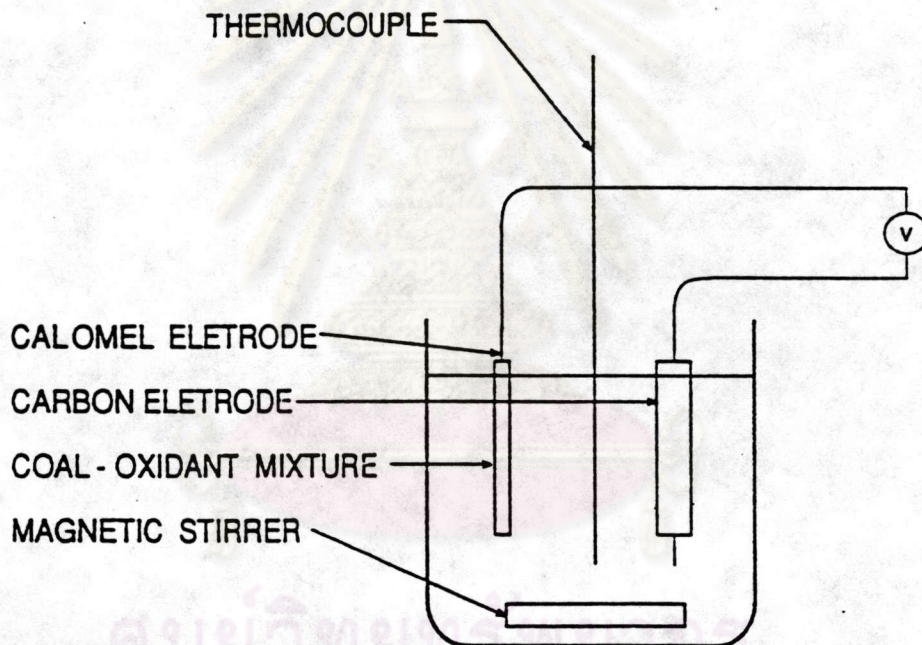
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องบดถ่านหินชนิด Cross beater mill ที่สามารถเปลี่ยนตะแกรงเพื่อบดถ่านหินให้มีขนาดตามต้องการได้
- ตะแกรงร่อนถ่านหินขนาดต่าง ๆ
- เครื่องปฏิกรณ์ในการหาการดูดซึมออกซิเจนของถ่านหินดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งประกอบด้วยถังเหล็กกล้าไร้สนิมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.00 เซนติเมตร ความสูง 21.00 เซนติเมตร จำนวนสองถังต่อกันกับมาโนมิเตอร์ โดยที่ถังหนึ่งใช้สำหรับใส่ถ่านหินตัวอย่างและสามารถผ่านก๊าซเข้าไปด้านล่างของถังได้ ส่วนอีกถังหนึ่งใช้เป็นถังอ้างอิง



รูปที่ 3.1 ชุดเครื่องปฏิกรณ์ในการดูดซึมออกซิเจนของถ่านหิน

- ชุดเครื่องมือในการทดลองการออกซิเดชันแบบเปิด ซึ่งประกอบด้วย โวลต์มิเตอร์ (voltmeter), อิเล็กโทรดชนิดคาลอเมอรัมตัว (saturated calomel electrode), อิเล็กโทรดชนิดคาร์บอน (carbon electrode), เทอร์โมคัปเปิล (thermocouple) จุ่มในของผสมระหว่างถ่านหินตัวอย่างกับสารละลายอัลคาไลน์เปอร์แมงกาเนตซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์ (coal-oxidant mixture) ที่มีการคนอย่างสม่ำเสมอโดยใช้ magnetic stirrer และต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมีเข้ากับโวลต์มิเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ชุดเครื่องมือในการทดลองการออกซิเดชันแบบเปิด

- เครื่องมือวิเคราะห์ก๊าซ (Gas Chromatography) รุ่น 5890 series 2 ของบริษัท Hewlett Packard ดังแสดงในรูปที่ 3.3
- เครื่องมือวิเคราะห์ผลต่างความร้อน (Differential thermal analysis, DTA) รุ่น DT 30 ของบริษัท Shimadzu
- เครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ถ่านหินตามมาตรฐาน ASTM ตามภาคผนวก ก.



รูปที่ 3.3 เครื่องมือวิเคราะห์ก๊าซ (Gas Chromatography)

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างถ่านหินสำหรับการวิเคราะห์และการทดลอง

- เก็บตัวอย่างถ่านหินจากแหล่งต่าง ๆ ไว้ในถุงพลาสติกที่หนาพอสมควรและไม่รั่ว ผ่านก๊าซไนโตรเจนเข้าไปไล่อากาศออกให้หมด ปิดปากถุงให้แน่นป้องกันอากาศเข้า เก็บไว้เพื่อนำไปใช้งานต่อไป
- บดถ่านหินจากแหล่งต่าง ๆ ให้มีขนาดอนุภาค 250 ไมโครเมตรเก็บไว้ในถุงพลาสติก ไล่อากาศออกให้หมดเพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชัน
- แบ่งตัวอย่างถ่านหินที่บดแล้วมาประมาณ 1000 กรัม นำมาใส่ถาดผึ่ง



ไว้ในอากาศ โดยทำการเกลี่ยถ่านหินให้มีความหนาของชั้นถ่านหินไม่เกิน 5.0 มิลลิเมตร
เท่ากันทุก ๆ กอง

- เมื่อครบเวลา 7, 14 และ 21 วัน ทำการสุ่มตัวอย่างถ่านหินมาทำการ
วิเคราะห์ตามขั้นตอนการทดลอง

2. การวิเคราะห์ถ่านหินและการทดลอง

2.1 นำถ่านหินใหม่ (fresh coal) มาผ่านกระบวนการเตรียมตัวอย่าง
ถ่านหินตามมาตรฐาน ASTM D 2013 (ASTM Standards, 1992) แล้วดำเนินการต่อไป
ดังนี้

- ทำการวิเคราะห์ถ่านหินแบบประมาณ (Proximate analysis) ตาม
วิธีมาตรฐาน ASTM D 3172 (ASTM Standards, 1992) ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์
ความชื้นตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 3173, เถ้าตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 3174, สาร
ระเหยตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 3175 และคาร์บอนคงตัวตามมาตรฐาน ASTM D 3172

- ทำการวิเคราะห์ค่าความร้อนตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 2015 (ASTM
Standards, 1992)

- ทำการวิเคราะห์ปริมาณร้อยละกำมะถันรวมตามวิธีมาตรฐาน ASTM D
3177 (ASTM Standards, 1992)

- ทำการวิเคราะห์ถ่านหินแบบแยกธาตุ (Ultimate analysis) ด้วย
เครื่อง Elemental analyser รุ่น 1106 (ทำการวิเคราะห์โดยกรมทรัพยากรธรณี)

- ทำการทดลองหาค่าการดูดซึมออกซิเจนของถ่านหิน (Oxygen
absorption method) ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30°C โดยเฉลี่ย) และความดัน 1
บรรยากาศ ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

ก. ซึ่งตัวอย่างถ่านหินบรรจุในเครื่องปฏิกรณ์ 100 กรัม

ข. ผ่านก๊าซออกซิเจนเข้าไปแทนที่ไล่อากาศในถังออก

ค. ต่อเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 3.1

ง. นำก๊าซในถังปฏิกรณ์ด้านบรรจุถ่านหินออกมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบ

ทุก ๆ ชั่วโมง พร้อมทั้งบันทึกค่าความดันต่างที่เกิดขึ้นจนกระทั่งครบ 96 ชั่วโมง เก็บตัวอย่าง

ถ่านหินหลังการทดลองไว้เพื่อวิเคราะห์ถ่านหินแบบประมาณและแบบแยกธาตุ, วิเคราะห์ค่าความร้อนและวิเคราะห์ปริมาณหรือละลายกำมะถันรวมตามมาตรฐาน ASTM

- ทำการทดลองแบบออกซิเดชันแบบเปียก (Wet oxidation method)

ก. เตรียมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล (KMnO_4 0.1 N) ในสารละลายโพแทสเซียมออกไซด์ 1.0 นอร์มอล (KOH 1.0 N)

ข. เปิดสารละลาย KMnO_4 0.1 N ใน KOH 1.0 N จำนวน 100 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์แช่คาร์บอนอิเล็กโทรด, คาร์บอนเมลอิเล็กโทรดและเทอร์โมคัปเปิลลงในสารละลายพร้อมทั้งต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมีนี้เข้ากับโวลต์มิเตอร์เป็นเวลาประมาณ 2 นาที เพื่อให้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (EMF) ที่อ่านได้คงที่ก่อนการทดลอง

ค. เติตัวอย่างถ่านหินลงในสารละลายพร้อมเปิดเครื่องกวนให้มีการคนอย่างสม่ำเสมอ (ใช้ magnetic stirrer)

ง. บันทึกค่าอุณหภูมิ, เวลาและ EMF ทุก ๆ 1 นาทีในช่วงเวลา 10 นาทีแรกของการทดลอง จากนั้นบันทึกค่าดังกล่าวทุก ๆ 5 นาทีจนกว่าค่า EMF จะเท่ากับศูนย์จึงหยุดการทดลอง

- ทำการวิเคราะห์ผลต่างความร้อน (Differential thermal analysis)

(ทำการวิเคราะห์โดยศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

2.2 นำถ่านหินสภาวะที่ทิ้งไว้ในอากาศเป็นเวลา 7, 14 และ 21 วัน มาทำการทดลองวิเคราะห์ถ่านหินแบบประมาณก่อนการทดลองออกซิเดชันแบบเปียกและวิเคราะห์ผลต่างความร้อน

2.3 ในสภาวะที่ทิ้งตัวอย่างไว้ในอากาศเป็นเวลา 7 และ 14 วัน เลือกตัวอย่างถ่านหินที่มีความว่องไวต่อการลุกไหม้ได้เองสูงสุดและปานกลางจำนวน 2 ตัวอย่าง มาทำการทดลองหาค่าการดูดซึมน้ำออกซิเจนของถ่านหิน เพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบแนวโน้มการลุกไหม้ได้เองเมื่อเวลาในการกองเก็บผ่านไประยะเวลาหนึ่ง

3. การจัดการข้อมูลวิเคราะห์ผล

การจัดการข้อมูลวิเคราะห์ผลเป็นการแปรผลการทดลองและประมวลผลการทดลองทั้งหมดเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาพิจารณาหาแนวโน้มในการลุกไหม้ได้เองของถ่านหินแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย

4. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

นำทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาช่วยอธิบายผลการทดลอง และเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการนำไปใช้งานสำหรับถ่านหินในประเทศไทย

ขั้นตอนต่าง ๆ ในงานวิจัยสามารถสรุปให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้นได้ดังแสดงในแผนภูมิดังนี้

แผนภูมิแสดงขั้นตอนต่าง ๆ ในงานวิจัย

