รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการอุตสาหกรรมถ่านหินในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2530.

เกริกชัย สุกาญจนัจที. การกองเก็บถ่านหิน ไอน้ำ และพลังงานจากถ่านหิน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

กัญจนา บุณยเกียรติ. การคำนวณเบื้องต้นในวิชาวิศวกรรมเคมี. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

ธีรศักดิ์ ฤกษ์สมบูรณ์. สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนกับผลวิเคราะห์แบบประมาณของถ่านหินแบบต่าง ๆ ในประเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

สมชาย พุ่มอิ่ม. นิยามของ Maceral. กรุงเทพมหานคร: กรมทรัพยากรธรณี, 2534. (อัดสำเนา).

อารยะ นาคะนาค. สภาพพื้นฐานทางธรณีวิทยาของการเกิดถ่านหิน. กรุงเทพมหานคร: กรมทรัพยากรธรณี, 2534. (อัดสำเนา).

ภาษาอังกฤษ

ASTM Standard D 388. Coal by rank. The American Society for Testing and Material U.S.A., 1992.

_____.D 2015. Gross calorific value of solid fuel by the adiabatic bomb calorimeter. The American Society for Testing and Material U.S.A., 1992.

_____.D 3172. Proximate analysis of coal and coke. The American Society for Testing and Material U.S.A., 1992.

ASTM Standard D 3173. Moisture in the analysis sample of coal and coke. The American Society for Testing and Material U.S.A., 1992.

_____.D 3174. Ash in the analysis of coal and coke. The American Society for Testing and Material U.S.A., 1992.

_____.D 3175. Volatile in the analysis of coal and coke. The American Society for Testing and Material U.S.A., 1992.

_____.D 3177. Total sulfur in the analysis of coal and coke. The American Society for Testing and Material U.S.A., 1992.

Brook, K. and Glasser, D. A simplified model of spontaneous combustion in coal stockpiles. Fuel (November 1986): 1035-1041.

Clemens, A.H., Matheson, T.W., and Rogers, D.E. DTA studies of the low temperature oxidation of low rank coals. Fuel (February 1990): 225-256.

_____. A.H., Matheson, T.W., and Rogers, D.E. Low temperature oxidation studies of dried New Zealand coals. Fuel (February 1991): 215-221.

Chakravorty, R.N. and Kar, K. Characterization of Western Canadian coals with respect to their susceptibility combustion. Canada Centre for Mineral and Energy Technology (December 1986): 1-26.

Elliott, M.A., and others. Chemistry of coal utilization. vol.1, New York: John Wiley & Sons, 1981.

Ghosh, R. Spontaneous combustion of certain Indian coal-some physico-chemical consideration. Fuel (November 1986): 1042-1046.

Kaji, R., Hishinuma, Y. and Nukamura, Y. Low temperature oxidation of coal effects of pore structure and coal composition. Fuel (March 1985): 297-302.

_____.Hishinuma, Y. and Nukamura, Y. Low temperature oxidation of coal a calorimetric study. Fuel (February 1987): 297-302.

Kim, A.G. Laboratory studies on spontaneous heating of coal : A summary of information in the literature. U.S. Dept. of the Interior Bureau of Mines IC.8765 (1977): 1-13.

Kuchta, J.M., Rowe, V.R. and Burgess, D.S. Spontaneous combustion susceptibility of U.S. coals. U.S. Dept. of the Interior Bureau of Mines RI. 8474 (1980): 1-29.

Meyer, R.F. Long-term energy resources. vol.3, U.S.A.: Pitman, 1981.

Lowry, H.H., and others. Chemisty of coal utilization. vol.1, New York: John Wiley & Sons, 1963.

Ogunsola, O.I. Distribution of oxygen-containing functional groups in some Nigerian coals. Fuel (July 1992): 775-777.

_____.O.I. and Mikula, R.J. A study of spontaneous combustion characteristics of Nigerian coals. Fuel (February 1991): 258-261.

_____.O.I. and Mikula, R.J. Effect of thermal upgrading on spontaneous combustion characteristics of Western Canadian coals. Fuel (January 1992): 3-8.

Ratanasthien, B., Factors concerning with spontaneous fires in northern Thailand coals. Proc. GEOSEA V Congress, April 9-13, pp 1/10-9/10. Kuala Lumpur Malaysia, 1984.

Tarafdar, M.N. and Guha, D. Application of wet oxidation processes for the assessment of the spontaneous heating of coal. Fuel (March 1989): 315-317.

Unal, S., Piskin, S. Autoignition tendencies of some Turkish lignites. Fuel (September 1993): 1357-1359.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์

1. <u>การวิเคราะห์ถ่านหินแบบประมาณ (Proximate Analysis) : ASTM D 3172</u>

1.1 การเตรียมถ่านหินที่ใช้ในการวิเคราะห์ (Preparing Coal Samples for Analysis) : ASTM 2013

<u>เครื่องมือ</u> เครื่องบดแบบ hammer mill เครื่องบดแบบ cross beater mill เครื่องบดแบบ ball mill ตะแกรงร่อนเบอร์ 4, 8, 20 และ 60 และริฟเฟิล

<u>วิธีการเตรียมตัวอย่าง</u>

1. นำตัวอย่างถ่านหินดิบ (gross sample) จำนวน 5 กิโลกรัม มาบดด้วยเครื่องบด hammer mill แล้วนำไปผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ชั่งน้ำหนักถ่านหินบดที่ผ่านตะแกรงให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 95 ของน้ำหนักถ่านหินทั้งหมด นำไปแบ่งด้วยริฟเฟิล ให้ได้น้ำหนักอย่างน้อย 2000 กรัม

2. นำตัวอย่างถ่านหินบดมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดแบบ cross beater mill แล้วนำไปผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 8 (2.36 มิลลิเมตร) ชั่งน้ำหนักถ่านหินที่ผ่านตะแกรงร่อนให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 95 ของน้ำหนักถ่านหินทั้งหมด นำไปแบ่งด้วยริฟเฟิล ให้ได้น้ำหนักอย่างน้อย 500 กรัม

3. บดตัวอย่างถ่านหินบดด้วยเครื่องบดแบบ cross beater mill และนำไปร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 (850 ไมโครเมตร) ให้ถ่านหินบดผ่านตะแกรงร่อนอย่างน้อยร้อยละ 95 แล้วแบ่งด้วยริฟเฟิล ให้ได้น้ำหนักอย่างน้อย 250 กรัม

4. บดตัวอย่างถ่านหินบดด้วยเครื่องบดแบบ cross beater mill และแบบ ball mill แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 60 (250 ไมโครเมตร) โดยให้

ถ่านหินบดละเอียดผ่านตะแกรงร่อนจนหมด นำไปแบ่งด้วยริฟเฟิล อีกครั้งให้ได้น้ำหนักอย่างน้อย 50 กรัม

การเตรียมตัวอย่างถ่านหิน สามารถแสดงเป็นตารางได้ดังนี้

บดให้มีน้ำหนัก 95% เมื่อผ่านตะแกรงร่อนเบอร์	แบ่งให้มีน้ำหนักอย่างน้อย (กรัม)
4 (4.75 มิลลิเมตร)	2000
8 (2.36 มิลลิเมตร)	500
20 (850 ไมโครเมตร)	250
60 (250 ไมโครเมตร)*	50

* ต้องผ่าน 100 %

1.2 การหาปริมาณความชื้นในถ่านหิน (Moisture content in coal) : ASTM 3173

หลักการนำตัวอย่างถ่านหินที่จะวิเคราะห์มาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 250 ไมโครเมตร นำมาให้ความร้อนคงที่ในตู้อบ (dry oven) ที่อุณหภูมิประมาณ 104-110°C เพื่อให้ไอน้ำระเหยจากถ่านหิน ค่าความชื้นที่ได้สามารถคำนวณจากน้ำหนักถ่านหินที่ลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>เครื่องมือ</u> ตู้อบ (drying oven), จานอลูมิเนียมพร้อมฝาและ desiccator

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. อบจานอลูมิเนียมพร้อมฝา ที่อุณหภูมิ 104-110°C ประมาณ 15-30 นาที นำออกจากตู้อบทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนัก
2. นำถ่านหินใส่ในจานอลูมิเนียมชั่งให้ได้น้ำหนักถ่านหินประมาณ 1 กรัม ปิดฝา
3. นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 104-110°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

4. นำจานอลูมิเนียมพร้อมฝาออกจากตู้อบทิ้งให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนัก

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$M = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100$$

เมื่อ M = ร้อยละของปริมาณความชื้น (% moisture)

W_1 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝา (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาและน้ำหนักถ่านหินก่อนเข้าตู้อบ (กรัม)

W_3 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาและน้ำหนักของถ่านหินภายหลังจากนำออกจากตู้อบ (กรัม)

1.3 การหาปริมาณเถ้าในถ่านหิน (Ash in coal) : ASTM D 3174

หลักการ นำตัวอย่างถ่านหินที่จะวิเคราะห์มาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 250 ไมโครเมตร นำถ่านหินใส่ใน porcelain crucible ชั่งให้ได้น้ำหนัก 1 กรัม นำไปเผาให้ความร้อนในเตาเผาที่อุณหภูมิ 450-500°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วเพิ่มความร้อนต่อเป็น 700-750°C จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ จำนวนร้อยละของปริมาณเถ้าสามารถคำนวณได้จากน้ำหนักที่เหลืออยู่ภายหลังการเผาแล้ว

เครื่องมือ เตาเผา (muffle furnace), porcelain crucible และ desiccator

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$A = \frac{W_3 - W_2}{W_2 - W_1} \times 100$$

เมื่อ A = ร้อยละของปริมาณเถ้า (% Ash)

W_1 = น้ำหนักของ porcelain crucible พร้อมฝาปิด (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของ porcelain crucible พร้อมฝาปิดและตัวอย่างถ่านหินก่อนเข้าเตาเผา (กรัม)

W_3 = น้ำหนักของ porcelain crucible พร้อมฝาปิดและเถ้าหลังจากการเผา (กรัม)

1.4 การหาปริมาณสารระเหยได้ (volatile matter) : ASTM D 3175

<u>เครื่องมือ</u> เตาเผา (tube furnace) nickel crucible พร้อมฝาปิด desiccator

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. เผา nickel crucible พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส ในเตาเผาประมาณ 30 นาที นำออกจากเตาเผา ทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนัก

2. ชั่งตัวอย่างถ่านหินประมาณ 1 กรัม ใส่ใน nickel crucible ปิดฝา

3. นำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 300 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที และที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที จากนั้นจึงใส่ลงกลางเตาที่มีอุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส นาน 6 นาที

4. นำออกจากเตาเผา ทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนัก

<u>สูตรที่ใช้ในการคำนวณ</u>

$$V = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100 - M$$

เมื่อ V = ร้อยละของสารระเหยได้

W_1 = น้ำหนักของ nickel crucible พร้อมฝาและถ่านหินก่อนเผา (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของ nickel crucible พร้อมฝาและถ่านหินหลังเผา (กรัม)

W = น้ำหนักถ่านหิน (กรัม)

M = ร้อยละความชื้น

2. การหาค่าความร้อนของถ่านหิน (gross heating value) : ASTM D 2015

เครื่องมือ บอมบ์แคลอรีมิเตอร์แบบ adiabatic พร้อมชุดทดลองบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ บีกเกอร์ ปิเปต บิวเรต ขวดรูปชมพู่ กรวยกรองพร้อมกระดาษกรอง เตาเผา (muffle furnace) ตู้อบ (drying oven) porcelain crucible และ desiccator

สารเคมี

- สารละลายแบเรียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 10
- สารละลายกรดเกลือ (HCl) 1 + 9
- สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 0.0709 N
- methyl orange indicator
- กรดเบนโซอิกอัดเม็ด

วิธีการทดลอง

การหาค่ามาตรฐานของเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ (water equivalent)

1. ชั่งน้ำหนักกรดเบนโซอิคอัดเม็ด ใส่ลงในถ้วยเผาไหม้

2. ตัดลวดยาวประมาณ 10 เซนติเมตร วัดความยาวลวดที่แน่นอน ผูกที่ปลายทั้งสองของแท่งเหล็กด้านล่างของฝาบอมบ์

3. วางถ้วยเผาไหม้ที่ใส่กรดเบนโซอิกอัดเม็ดบนห่วงอิเล็คโทรดที่ติดอยู่ด้านใน จัดลวดให้อยู่ที่บริเวณผิวหน้าของกรดเบนโซอิคอัดเม็ด

4. ชั่งน้ำหนักน้ำอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส ให้ได้น้ำหนัก 2000 กรัม ใส่ลงในถังบรรจุบอมบ์ (bucket)

5. ประกอบฝาบอมบ์เข้ากับตัวบอมบ์ นำไปอัดก๊าซออกซิเจนให้ได้ความดัน 22 บรรยากาศ นำไปวางในถังบรรจุบอมบ์ และเสียบสายอิเล็คโทรดเข้ากับขั้วทั้งสองของตัว

บอมบ์ และปิดฝาเครื่อง

6. เปิดสวิตช์อ่านค่าอุณหภูมิของน้ำในถังบรรจุบอมบ์ และน้ำที่อยู่ในตัวถังของเครื่อง (jacket) เมื่ออุณหภูมิทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน (ต่างกันไม่เกิน 0.02 องศาเซลเซียส) กดปุ่ม run และรอจนกระทั่งไฟสัญญาณสีส้มที่ตัวเครื่องสว่างขึ้น อ่านอุณหภูมิของน้ำในถังบรรจุบอมบ์และน้ำในตัวถังของเครื่อง จนกระทั่งคงที่และเท่ากัน กดปุ่มจุดระเบิดบันทึกค่าอุณหภูมิเริ่มต้น และรอจนกระทั่งอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของทั้งถังบรรจุบอมบ์และน้ำในตัวหุ้มมีค่าคงที่และเท่ากันอย่างน้อย 4-5 ค่า บันทึกค่าอุณหภูมิเป็นอุณหภูมิสุดท้าย ปิดเครื่อง

7. เปิดฝาเครื่องและนำตัวบอมบ์ออกจากเครื่อง ปล่อยก๊าซออกจากตัวบอมบ์ช้า ๆ จนกระทั่งหมด

8. ล้างฝาและตัวบอมบ์ และถ้วยเผาไหม้ ด้วยสารละลาย methyl orange จนกระทั่งได้สารละลายสีเหลืองจึงหยุดล้าง นำน้ำล้างที่ได้มาไตเตรทกับสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.0709 N สังเกตจุดยุติจากการที่สารละลายเปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นสีเหลือง บันทึกปริมาณสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตที่ใช้ไป

9. วัดความยาวลวดที่เหลือ บันทึกค่า

<u>สูตรที่ใช้ในการคำนวณ</u>

$$W = \frac{[(H)g + e_1 + e_2]}{t}$$

เมื่อ W = ค่ามาตรฐานของเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์
(แคลอรีต่อองศาเซลเซียส)

H = ค่าความร้อนของการเผาไหม้ของกรดเบนโซอิก (แคลอรีต่อกรัม)

g = น้ำหนักของกรดเบนโซอิก (กรัม)

e_1 = การแก้ค่าความร้อนของการเกิดกรดไนตริก (แคลอรี)
(จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.0709 N)

e_2 = การแก้ค่าความร้อนลวด (แคลอรี)
(2.3 x ความยาวของลวดที่ใช้เป็นเซนติเมตร)

t = อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นซึ่งได้แก้ค่าจากเทอร์โมมิเตอร์แล้ว
(องศาเซลเซียส)

การหาค่าความร้อนของถ่านหิน

1. ปุเส้นใยแอสเบสตอส (asbestos) ในถ้วยเผาไหม้ และชั่งน้ำหนักถ่านหินประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในถ้วยเผาไหม้

2. ทำการทดลองเช่นเดียวกับการหาค่ามาตรฐานของเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ตามข้อ 2-9

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$Q = \frac{[t(W) - e_1 - e_2 - e_3 - e_4]}{g}$$

เมื่อ Q = ค่าความร้อนของถ่านหิน (แคลอรีต่อกรัม)

t = อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นซึ่งได้แก้ค่าเนื่องจากเทอร์โมมิเตอร์แล้ว (องศาเซลเซียส)

W = ค่ามาตรฐานของเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ (แคลอรีต่อองศาเซลเซียส)

e_1 = การแก้ค่าความร้อนของการเกิดกรดไนตริก (แคลอรี) (จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.0709 N)

e_2 = การแก้ค่าความร้อนของการเกิดกรดซัลฟุริก (แคลอรี) (13.7 x ร้อยละกำมะถันรวม)

e_3 = การแก้ค่าความร้อนของลวด (แคลอรี) (2.3 x ความยาวลวดที่ใช้ไปเป็นเซนติเมตร)

e_4 = การแก้ค่าความร้อนของด้าย = 0

g = น้ำหนักของถ่านหิน (กรัม)

3. การหาปริมาณกำมะถันในถ่านหินด้วยวิธี bomb washing method : ASTM D 3177

1. นำน้ำล้างบอมบ์ที่ได้จากการไตเตรตกับสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ทำการกรองขณะร้อนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ล้างด้วยน้ำร้อนหลาย ๆ ครั้ง แล้วทำให้เป็นกรดด้วยสารละลายกรดเกลือ (1+9) สังเกตจากสีของสารละลายจะกลายเป็นสีแดง

2. ต้มสารละลายให้เดือด และเติมสารละลายแบเรียมคลอไรด์ 10 มิลลิลิตร ขณะเดือด ตั้งทิ้งไว้ค้างคืนหรืออย่างน้อย 2 ชั่วโมง

3. กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนหลาย ๆ ครั้งจนแน่ใจว่าหมดคลอไรด์ ซึ่งทดสอบได้ด้วยสารละลาย $AgNO_3$

4. นำตะกอนที่กรองได้พร้อมกับกระดาษกรอง ใส่ใน porcelain crucible ที่ทราบน้ำหนักแล้วนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 104-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงหรือจนน้ำหนักคงที่ ทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนัก

โดยที่ ร้อยละกำมะถันรวม $= \frac{13.738(A-B)}{g}$

เมื่อ A = น้ำหนักตะกอนของ $BaSO_4$ ในตัวอย่าง (กรัม)

B = น้ำหนักตะกอนของ $BaSO_4$ ใน blank (กรัม)

g = น้ำหนักของถ่านหิน (กรัม)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ข้อมูลและผลบางส่วนของการทดลอง

1. ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจน แสดงในตารางที่ ข. 1-18 และรูปที่ ข. 1-9

ตารางที่ ข. 1 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งบ้านปู BP2 ที่สภาวะถ่านหินใหม่

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตร)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตร)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	62.66	1096.11	268.35	53.67	0.58
7.00	51.76	905.51	190.60	38.12	1.15
10.00	50.10	876.46	29.05	5.81	1.73
15.00	48.76	853.01	23.45	4.69	2.60
20.00	47.92	838.31	14.70	2.94	3.46
25.00	47.42	829.56	8.75	1.75	4.42
30.00	47.09	823.81	5.75	1.15	5.38
35.00	46.76	818.01	5.80	1.16	6.25
40.00	46.43	812.26	5.75	1.15	7.02
45.00	45.98	804.31	7.95	1.59	7.88
50.00	45.14	789.61	14.70	2.94	8.85
55.00	44.31	775.11	14.50	2.90	9.81
60.00	43.65	763.56	11.55	2.31	10.77
65.00	43.15	754.81	8.75	1.75	11.54
70.00	42.81	748.86	5.95	1.19	12.50
75.00	42.65	746.06	2.80	0.56	13.36
80.00	42.48	743.11	2.95	0.59	14.23
85.00	42.31	740.16	2.95	0.59	15.19
90.00	42.14	737.21	2.95	0.59	15.96
95.00	41.97	734.26	2.95	0.59	16.92
100.00	41.13	719.56	14.70	2.94	17.69
105.00	40.31	705.06	14.50	2.90	18.65
110.00	39.48	690.56	14.50	2.90	–
115.00	38.64	675.86	14.70	2.94	–

* มิลลิลิตร/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ตารางที่ ข.2 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งบ้านปู BP2 ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 7 วัน

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตรฯ)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตรฯ)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	77.97	1353.94	–	–	0.00
5.00	62.94	1101.02	262.92	52.58	0.48
10.00	60.36	1055.97	45.05	9.01	1.34
15.00	59.40	1039.07	16.90	3.38	2.46
20.00	58.86	1029.57	9.50	1.90	3.37
25.00	58.43	1022.07	7.50	1.50	4.23
30.00	58.08	1015.97	6.10	1.22	5.10
35.00	57.59	1007.47	8.50	1.70	5.96
40.00	57.16	999.95	7.52	1.50	6.83
45.00	56.73	992.47	7.48	1.50	7.69
50.00	56.18	982.77	9.70	1.94	8.56
55.00	55.85	976.92	5.85	1.17	9.52
60.00	55.35	968.27	8.65	1.73	10.38
65.00	54.92	960.74	7.52	1.50	11.25
70.00	54.33	950.42	10.32	2.06	12.12
75.00	53.66	938.70	11.72	2.34	13.17
80.00	52.99	926.98	11.72	2.34	13.85
85.00	52.35	915.74	11.24	2.25	14.71
90.00	51.73	904.96	10.78	1.50	16.44
95.00	51.03	892.71	12.25	2.45	16.73
100.00	50.35	880.71	12.00	2.40	17.60
105.00	49.68	869.01	11.70	2.34	18.27
110.00	48.98	856.76	12.25	2.45	–
115.00	48.31	845.06	11.70	2.34	–

* มิลลิลิตรฯ/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.3 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งบ้านปู BP2 ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 14 วัน

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตรฯ)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตรฯ)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	63.15	1104.76	259.70	51.94	0.48
10.00	61.84	1081.81	22.95	4.59	1.50
15.00	61.25	1071.46	10.35	2.07	2.31
20.00	60.81	1063.71	7.75	1.55	3.23
25.00	60.36	1055.96	7.75	1.55	4.04
30.00	59.92	1048.21	7.75	1.55	4.96
35.00	59.44	1039.86	8.35	1.67	5.77
40.00	59.02	1032.36	7.50	1.50	6.63
45.00	58.56	1024.31	8.05	1.61	7.60
50.00	57.96	1013.96	10.35	2.07	8.27
55.00	57.35	1003.31	10.65	2.13	9.13
60.00	56.89	995.11	8.20	1.64	10.00
65.00	56.47	987.86	7.25	1.45	10.96
70.00	55.87	977.26	10.60	2.12	11.83
75.00	55.23	966.11	11.15	2.23	12.69
80.00	54.56	954.46	11.65	2.33	13.65
85.00	53.96	943.91	10.55	2.11	14.42
90.00	53.40	934.06	9.85	1.97	15.29
95.00	52.73	922.41	11.65	2.33	16.15
100.00	52.06	910.71	11.70	2.34	17.27
105.00	51.38	898.71	12.00	2.40	18.08
110.00	50.70	886.96	11.75	2.35	–
115.00	50.04	875.31	11.65	2.33	–

* มิลลิลิตรฯ/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.4 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่เมาะ MM2 ที่สภาวะถ่านหินใหม่

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตร)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตร)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	71.22	1245.91	118.55	23.71	0.29
7.00	65.79	1150.86	95.05	19.01	0.38
10.00	61.34	1073.11	77.75	15.55	0.46
15.00	58.59	1024.91	48.20	9.64	0.86
20.00	57.09	998.66	26.25	5.25	1.18
25.00	55.92	978.16	20.50	4.10	1.38
30.00	54.92	960.66	17.50	3.50	1.80
35.00	54.16	947.46	13.20	2.64	2.00
40.00	53.33	932.86	14.60	2.92	2.29
45.00	52.61	920.26	12.60	2.52	2.57
50.00	51.84	906.76	13.50	2.70	2.76
55.00	51.16	894.86	11.90	2.38	3.14
60.00	50.74	887.61	7.25	1.45	3.36
65.00	50.21	878.31	9.30	1.86	3.71
70.00	49.79	871.06	7.25	1.45	4.00
75.00	49.38	863.81	7.25	1.45	4.29
80.00	48.97	856.56	7.25	1.45	4.48
85.00	48.62	850.56	6.00	1.20	4.77
90.00	48.29	844.71	5.85	1.17	5.05
95.00	47.93	838.46	6.25	1.25	5.38
100.00	47.59	832.46	6.00	1.20	5.67
105.00	47.20	825.71	6.75	1.35	6.00
110.00	46.78	818.36	7.35	1.47	6.19

* มิลลิลิตร/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.5 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่เมาะ MM2 ที่สภาวะทึ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 7 วัน

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตร)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตร)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	71.96	1258.76	105.70	21.14	0.19
7.00	66.49	1163.11	95.65	19.13	0.29
10.00	63.59	1112.46	50.65	10.13	0.38
15.00	60.79	1063.41	49.05	9.81	0.57
20.00	59.49	1040.66	22.75	4.55	0.83
25.00	58.57	1024.61	16.05	3.21	1.05
30.00	57.97	1014.11	10.50	2.10	1.24
35.00	57.40	1004.11	10.00	2.00	1.48
40.00	56.94	996.06	8.05	1.61	1.70
45.00	56.35	985.71	10.35	2.07	1.90
50.00	55.74	975.06	10.65	2.13	2.12
55.00	55.13	964.31	10.75	2.15	2.31
60.00	54.71	957.06	7.25	1.45	2.52
65.00	54.39	951.46	5.60	1.12	2.76
70.00	54.04	945.31	6.15	1.23	2.95
75.00	53.66	938.66	6.65	1.33	3.14
80.00	53.28	932.11	6.55	1.31	3.38
85.00	52.72	922.26	9.85	1.97	3.62
90.00	52.38	916.36	5.90	1.18	3.86
95.00	52.04	910.41	5.95	1.19	4.05
100.00	51.64	903.41	7.00	1.40	4.27
105.00	51.30	897.31	6.10	1.22	4.48
110.00	50.97	891.66	5.65	1.13	4.71

* มิลลิลิตร/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.6 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่เมาะ MM2 ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 14 วัน

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตร)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตร)	อัตราการดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	71.89	1257.51	106.95	21.39	0.17
7.00	66.47	1162.81	94.70	18.94	0.29
10.00	63.65	1113.41	49.40	9.88	0.38
15.00	62.32	1090.21	23.20	4.64	0.57
20.00	61.95	1083.61	6.60	1.32	0.84
25.00	61.60	1077.51	6.10	1.22	1.05
30.00	61.11	1069.01	8.50	1.70	1.24
35.00	60.73	1062.31	6.70	1.34	1.48
40.00	60.30	1054.81	7.50	1.50	1.67
45.00	59.74	1045.11	9.70	1.94	1.90
50.00	59.41	1039.26	5.85	1.17	2.10
55.00	58.92	1030.61	8.65	1.73	2.38
60.00	58.44	1022.36	8.25	1.65	2.48
65.00	57.93	1013.46	8.90	1.78	2.76
70.00	57.35	1003.31	10.15	2.03	2.95
75.00	56.75	992.76	10.55	2.11	3.19
80.00	56.20	983.11	9.65	1.93	3.38
85.00	55.82	976.46	6.65	1.33	3.62
90.00	55.41	969.21	7.25	1.45	3.81
95.00	55.01	962.21	7.00	1.40	4.00
100.00	54.62	955.51	6.70	1.34	4.26
105.00	54.21	948.26	7.25	1.45	4.46
110.00	53.82	941.56	6.70	1.34	4.71

* มิลลิลิตร/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.7 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งบ้านปู BP110 ที่สภาวะถ่านหินใหม่

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตร)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตร)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	69.50	1215.76	148.70	29.74	0.48
7.00	62.85	1099.36	116.40	23.28	0.73
10.00	58.21	1018.36	81.00	16.20	0.96
15.00	56.45	987.41	30.95	6.19	1.63
20.00	55.39	968.96	18.45	3.69	2.21
25.00	54.52	953.66	15.30	3.06	2.69
30.00	54.16	947.41	6.25	1.25	3.27
35.00	53.83	941.61	5.80	1.16	3.94
40.00	53.50	935.81	5.80	1.16	4.52
45.00	52.89	925.21	10.60	2.12	5.00
50.00	52.56	919.41	5.80	1.16	5.57
55.00	51.86	907.11	12.30	2.46	6.15
60.00	51.01	892.41	14.70	2.94	6.73
65.00	50.17	877.71	14.70	2.94	7.41
70.00	49.35	863.21	14.50	2.90	7.88
75.00	48.52	848.71	14.50	2.90	8.56
80.00	47.68	834.01	14.70	2.94	9.14
85.00	46.85	819.51	14.50	2.90	9.71
90.00	46.02	805.01	14.50	2.90	10.29
95.00	45.18	790.31	14.70	2.94	10.77

* มิลลิลิตร/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.8 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งบ้านปู BP163 ที่สภาวะถ่านหินใหม่

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตร)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตร)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	65.03	1137.56	226.90	45.38	0.57
7.00	54.62	955.51	182.05	36.41	0.96
10.00	45.94	803.71	151.80	30.36	1.35
15.00	40.22	703.61	100.10	20.02	2.12
20.00	36.89	645.36	58.25	11.65	2.88
25.00	34.48	603.16	42.20	8.44	3.65
30.00	32.82	574.11	29.05	5.81	4.43
35.00	31.15	544.91	29.20	5.84	5.19
40.00	30.32	530.41	14.50	2.90	5.96
45.00	29.59	517.56	12.85	2.57	6.73
50.00	28.81	504.06	13.50	2.70	7.50
55.00	28.47	498.11	5.95	1.19	8.26
60.00	28.15	492.36	5.75	1.15	9.04
65.00	27.61	482.96	9.40	1.88	9.81
70.00	27.28	477.16	5.80	1.16	10.57
75.00	26.78	468.41	8.75	1.75	11.35
80.00	25.95	453.91	14.50	2.90	12.12
85.00	25.11	439.21	14.70	2.94	12.98
90.00	24.28	424.71	14.50	2.90	13.75
95.00	23.45	410.21	14.50	2.90	14.62
100.00	22.61	395.51	14.70	2.94	15.19
105.00	21.77	380.81	14.70	2.94	15.86
110.00	20.93	366.11	14.70	2.94	16.54
115.00	20.09	351.41	14.70	2.94	17.50

* มิลลิลิตร/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ตารางที่ ข.9 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่เมาะ MM1 ที่สภาวะถ่านหินใหม่

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตร)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตร)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	73.45	1284.86	79.60	15.92	0.14
7.00	69.79	1220.81	64.05	12.81	0.19
10.00	66.65	1165.86	54.95	10.99	0.27
15.00	64.48	1127.91	37.95	7.59	0.43
20.00	62.48	1092.91	35.00	7.00	0.57
25.00	60.48	1057.91	35.00	7.00	0.76
30.00	58.48	1022.91	35.00	7.00	0.90
35.00	56.63	990.71	32.20	6.44	1.05
40.00	54.79	958.51	32.20	6.44	1.19
45.00	53.12	929.31	29.20	5.84	1.33
50.00	51.46	900.11	29.20	5.84	1.52
55.00	50.13	876.86	23.25	4.65	1.67
60.00	49.08	858.61	18.25	3.65	1.81
65.00	48.21	843.31	15.30	3.06	2.00
70.00	47.49	830.81	12.50	2.50	2.14
75.00	46.78	818.31	12.50	2.50	2.29
80.00	46.35	810.81	7.50	1.50	2.48
85.00	45.92	803.31	7.50	1.50	2.57
90.00	45.49	795.81	7.50	1.50	2.76
95.00	45.06	788.31	7.50	1.50	2.86
100.00	44.64	780.81	7.50	1.50	3.10

* มิลลิลิตร/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข. 10 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่เมาะ MM3 ที่สภาวะถ่านหินใหม่

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตร)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตร)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	71.86	1257.06	107.40	21.48	0.28
7.00	66.67	1166.31	90.75	18.15	0.33
10.00	62.10	1086.36	79.95	15.99	0.48
15.00	58.77	1028.11	58.25	11.65	0.79
20.00	55.77	975.61	52.50	10.50	1.05
25.00	53.44	934.86	40.75	8.15	2.19
30.00	51.77	905.66	29.20	5.84	1.52
35.00	50.01	874.91	30.75	6.15	1.85
40.00	48.35	845.71	29.20	5.84	2.10
45.00	46.68	816.66	29.05	5.81	2.38
50.00	45.15	789.76	26.90	5.38	2.62
55.00	43.76	765.56	24.20	4.84	2.86
60.00	42.43	742.31	23.25	4.65	3.14
65.00	41.46	725.26	17.05	3.41	3.43
70.00	40.59	710.11	15.15	3.03	3.67
75.00	39.82	696.66	13.45	2.69	3.95
80.00	39.29	687.36	9.30	1.86	4.24
85.00	38.76	677.96	9.40	1.88	4.52
90.00	38.30	669.96	8.00	1.60	4.76
95.00	37.84	661.96	8.00	1.60	5.00
100.00	37.38	653.96	8.00	1.60	5.24
105.00	36.93	645.96	8.00	1.60	5.71
110.00	36.47	637.96	8.00	1.60	5.86

* มิลลิลิตร/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.11 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่ทาน MT ที่สภาวะถ่านหินใหม่

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตร)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตร)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	74.67	1306.21	58.25	11.65	0.10
7.00	71.85	1256.96	49.25	9.85	0.17
10.00	69.68	1218.86	38.10	7.62	0.29
15.00	68.10	1191.21	27.65	5.53	0.48
20.00	67.10	1173.71	17.50	3.50	0.71
25.00	66.26	1159.01	14.70	2.94	0.90
30.00	65.41	1144.31	14.70	2.94	1.10
35.00	64.59	1129.81	14.50	2.90	1.29
40.00	63.76	1115.36	14.45	2.89	1.50
45.00	62.93	1100.86	14.50	2.90	1.62
50.00	62.10	1086.36	14.50	2.90	1.92
55.00	61.27	1071.86	14.50	2.90	2.10
60.00	60.77	1063.11	8.75	1.75	2.29
65.00	60.27	1054.36	8.75	1.75	2.48
70.00	59.77	1045.61	8.75	1.75	2.57
75.00	59.43	1039.66	5.95	1.19	2.86
80.00	59.10	1033.86	5.80	1.16	3.05
85.00	58.82	1028.96	4.90	0.98	3.24
90.00	58.54	1024.11	4.85	0.97	3.43
95.00	58.37	1021.11	3.00	0.60	3.52
100.00	58.20	1018.11	3.00	0.60	3.81

* มิลลิลิตร/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข. 12 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่ลอง ML ที่สภาวะถ่านหินใหม่

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตร)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตร)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	65.16	1139.86	224.60	44.92	0.38
7.00	55.07	963.26	176.60	35.32	0.58
10.00	48.39	846.56	116.70	23.34	0.96
15.00	43.73	765.06	81.50	16.30	1.35
20.00	40.06	700.86	64.20	12.84	2.12
25.00	36.74	642.61	58.25	11.65	2.69
30.00	33.39	584.16	58.45	11.69	3.27
35.00	30.89	540.41	43.75	8.75	3.85
40.00	28.68	501.66	38.75	7.75	4.42
45.00	26.75	467.91	33.75	6.75	5.00
50.00	25.09	438.91	29.00	5.80	5.58
55.00	23.59	412.71	26.20	5.24	6.15
60.00	22.75	398.01	14.70	2.94	6.63
65.00	22.25	389.26	8.75	1.75	7.12
70.00	21.92	383.46	5.80	1.16	7.88
75.00	21.59	377.66	5.80	1.16	8.46
80.00	21.26	371.86	5.80	1.16	9.04
85.00	20.93	366.06	5.80	1.16	9.62
90.00	20.59	360.26	5.80	1.16	10.19
95.00	20.26	354.46	5.80	1.16	10.77
100.00	19.92	348.51	5.95	1.19	11.44
105.00	19.59	342.71	5.80	1.16	12.02
110.00	19.09	333.96	8.75	1.75	12.59
115.00	18.76	328.16	5.80	1.16	13.07

* มิลลิลิตร/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ตารางที่ ข.13 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่ละเมา MLM ที่สภาวะถ่านหินใหม่

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตร)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตร)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	65.83	1151.56	212.90	42.58	0.38
7.00	54.87	959.86	191.70	38.34	0.67
10.00	52.54	919.11	40.75	8.15	0.96
15.00	51.75	905.21	13.90	2.78	1.63
20.00	51.12	894.21	11.00	2.20	2.12
25.00	50.37	881.21	13.00	2.60	2.88
30.00	49.54	866.61	14.60	2.92	3.46
35.00	48.71	852.11	14.50	2.90	4.04
40.00	47.88	837.61	14.50	2.90	4.71
45.00	46.88	820.11	17.50	3.50	5.38
50.00	46.05	805.61	14.50	2.90	5.77
55.00	45.22	791.11	14.50	2.90	6.35
60.00	44.42	777.11	14.00	2.80	6.92
65.00	43.64	763.36	13.75	2.75	7.60
70.00	42.94	751.11	12.25	2.45	8.27
75.00	42.21	738.46	12.65	2.53	8.85
80.00	41.51	726.21	12.25	2.45	9.42
85.00	40.81	713.96	12.25	2.45	10.10
90.00	40.09	701.31	12.65	2.53	10.67
95.00	39.39	689.06	12.25	2.45	11.35
100.00	38.73	677.51	11.55	2.31	11.92
105.00	38.14	667.26	10.25	2.05	12.50

* มิลลิลิตร/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.14 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งนาทราย NT ที่สภาวะถ่านหินใหม่

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์ (มิลลิลิตร)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตร)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	74.00	1294.51	69.95	13.99	0.19
7.00	71.38	1248.61	45.90	9.18	0.24
10.00	70.04	1225.21	23.40	4.68	0.29
15.00	69.14	1209.46	15.75	3.15	0.50
20.00	68.59	1199.86	9.60	1.92	0.71
25.00	68.27	1194.31	5.55	1.11	0.91
30.00	68.02	1189.91	4.40	0.88	1.10
35.00	67.82	1186.36	3.55	0.71	1.29
40.00	67.65	1183.36	3.00	0.60	1.48
45.00	67.48	1180.36	3.00	0.60	1.60
50.00	67.23	1176.06	4.30	0.86	1.86
55.00	67.02	1172.41	3.65	0.73	2.05
60.00	66.85	1169.41	3.00	0.60	2.24
65.00	66.68	1166.41	3.00	0.60	2.43
70.00	66.51	1163.41	3.00	0.60	2.62
75.00	66.34	1160.41	3.00	0.60	2.81
80.00	66.16	1157.41	3.00	0.60	3.00
85.00	65.99	1154.41	3.00	0.60	3.19
90.00	65.82	1151.41	3.00	0.60	3.38
95.00	65.65	1148.41	3.00	0.60	3.67
100.00	65.48	1145.41	3.00	0.60	3.76

* มิลลิลิตร/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.15 ผลการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งกันตัง KT ที่สภาวะถ่านหินใหม่

เวลา (ชั่วโมง)	ก๊าซออกซิเจนในสัดปฏิกรณ์ (เปอร์เซนต์)	ก๊าซออกซิเจนในสัดปฏิกรณ์ (มิลลิลิตร)	ก๊าซออกซิเจนที่หายไป (มิลลิลิตร)	อัตราการ* ดูดซึมออกซิเจน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซนต์)
0.00	78.00	1364.46	–	–	0.00
5.00	71.73	1254.76	109.70	21.94	0.23
7.00	67.71	1184.51	70.25	14.05	0.58
10.00	66.37	1161.06	23.45	4.69	0.73
15.00	65.21	1140.76	20.30	4.06	0.90
20.00	64.25	1123.96	16.80	3.36	1.25
25.00	63.75	1115.21	8.75	1.75	1.45
30.00	63.42	1109.46	5.75	1.15	1.60
35.00	62.75	1097.76	11.70	2.34	1.78
40.00	62.43	1092.01	5.75	1.15	1.90
45.00	62.10	1086.26	5.75	1.15	2.20
50.00	61.77	1080.51	5.75	1.15	2.40
55.00	61.44	1074.76	5.75	1.15	2.65
60.00	61.11	1069.01	5.75	1.15	2.95
65.00	60.78	1063.26	5.75	1.15	3.43
70.00	60.45	1057.51	5.75	1.15	3.77
75.00	60.13	1051.81	5.70	1.14	3.96
80.00	59.80	1046.06	5.75	1.15	4.24
85.00	59.47	1040.31	5.75	1.15	4.61
90.00	59.14	1034.56	5.75	1.15	4.93
95.00	58.81	1028.81	5.75	1.15	5.12

* มิลลิลิตร/ชั่วโมง/100 กรัมของถ่านหิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.16 ความดันในการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งบ้านปู BP2 ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7 และ 14 วัน

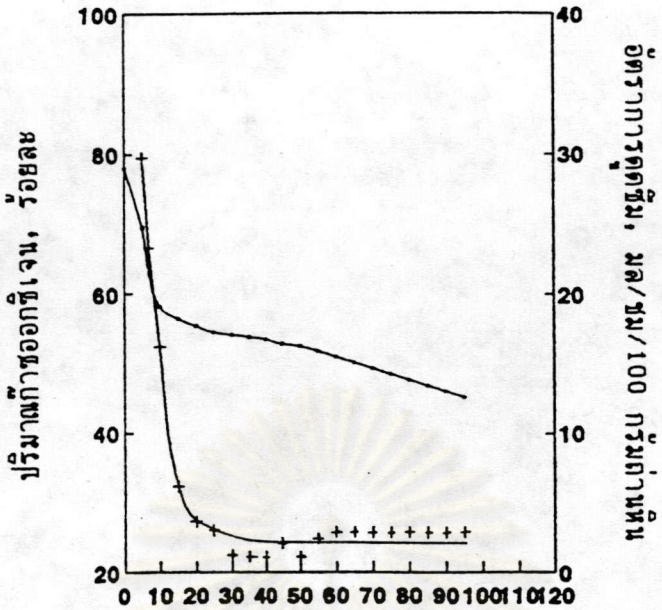
เวลา	ความดันลด (กิโลปาสคาล)		
(นาที)	0 วัน	7 วัน	14 วัน
1	1.43	1.38	1.38
2	2.87	2.76	2.62
3	4.31	4.00	3.86
4	5.17	4.48	4.34
5	6.03	5.31	4.89
6	6.62	5.93	5.58
7	7.31	6.55	6.07
8	8.07	7.31	6.62
9	8.76	8.13	7.86
10	9.17	8.41	8.27
11	9.51	9.24	8.82
12	9.93	9.38	9.10
13	10.00	9.65	9.38
14	10.07	9.79	9.51
15	10.34	10.13	9.72
16	10.48	10.27	10.00
17	10.69	10.34	10.27
18	10.89	10.48	10.34
19	11.03	10.55	10.41
20	11.17	10.62	10.48
25	11.17	10.89	10.55
30	11.24	10.96	10.62
35	11.24	10.96	10.69
40	11.31	10.89	10.75
45	11.31	10.89	10.69
50	11.24	10.82	10.62
55	11.24	10.75	10.55
60	11.17	10.69	10.48
65	11.03	10.62	10.41
70	11.03	10.55	10.34
75	10.89	10.48	10.27
80	10.89	10.34	10.20
85	10.89	10.20	10.13
90	10.89	10.13	10.07
95	10.89	10.13	10.00
100	11.03	10.07	9.93
105	11.24	10.00	9.86
110	11.31	9.93	9.79
115	11.31	9.86	9.72
120	11.38	9.79	9.65

ตารางที่ ข.17 ความดันในการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่เมาะ MM2 ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7 และ 14 วัน

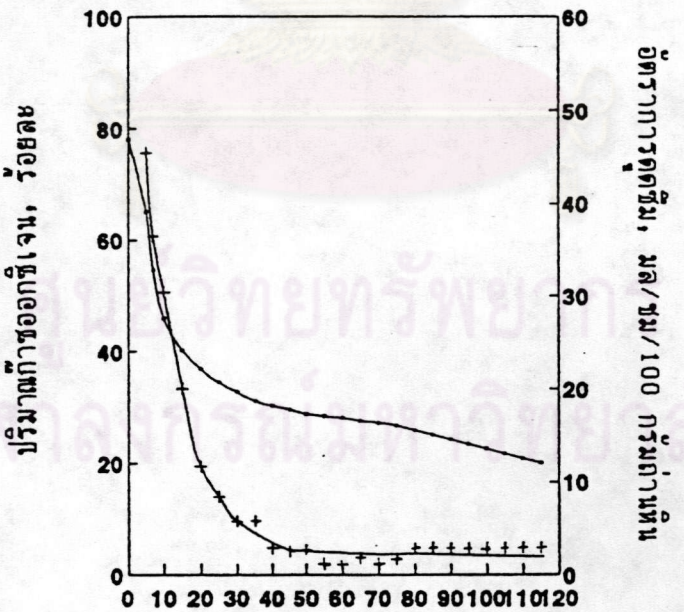
เวลา (นาที)	ความดันลด (กิโลปาสคาล)		
	0 วัน	7 วัน	14 วัน
1	0.23	0.23	0.23
2	0.46	0.46	0.46
3	0.57	0.57	0.57
4	0.83	0.69	0.68
5	0.90	0.76	0.69
6	1.17	1.10	1.03
7	1.38	1.24	1.17
8	1.59	1.52	1.45
9	1.86	1.72	1.65
10	2.00	1.86	1.79
11	2.07	2.00	1.93
12	2.21	2.07	2.07
13	2.34	2.21	2.14
14	2.41	2.34	2.28
15	2.55	2.48	2.41
16	2.69	2.62	2.55
17	2.90	2.83	2.76
18	2.96	2.90	2.76
19	3.24	3.10	3.03
20	3.45	3.31	3.24
25	4.14	4.00	3.86
30	5.03	4.89	4.76
35	5.72	5.58	5.52
40	6.41	6.27	6.20
45	6.89	6.83	6.62
50	7.24	6.89	6.83
55	7.51	7.17	6.89
60	7.72	7.58	7.45
65	8.07	7.93	7.79
70	8.27	8.13	8.07
75	8.41	8.27	8.20
80	8.48	8.41	8.34
85	8.62	8.55	8.48
90	8.76	8.62	8.62
95	8.82	8.76	8.69
100	8.96	8.82	8.82
105	9.10	8.96	8.96
110	9.17	9.10	9.03
115	9.24	9.17	9.10
120	9.31	9.24	9.17

ตารางที่ ข.18 ความดันในการทดลองการดูดซึมก๊าซออกซิเจนของตัวอย่างถ่านหินจำนวน 11 ตัวอย่าง ที่สภาวะถ่านหินใหม่

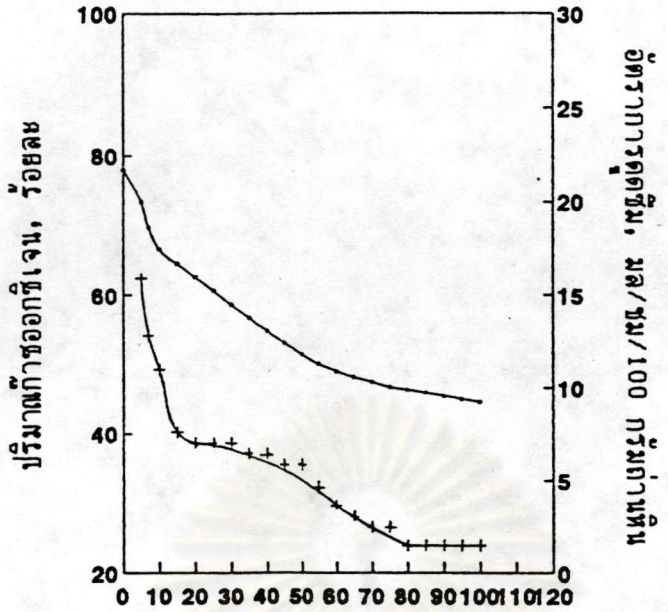
เวลา	ความดันลด (กิโลปาสคาล)										
(นาที)	BP2	BP110	BP163	MM1	MM2	MM3	MT	ML	NT	MLM	KT
1	1.43	0.23	0.34	0.23	0.23	0.23	0.09	0.23	0.11	0.23	0.46
2	2.87	0.64	0.90	0.34	0.46	0.46	0.21	0.46	0.23	0.46	0.90
3	4.31	0.90	1.38	0.51	0.57	0.69	0.28	0.90	0.34	0.83	1.17
4	5.17	1.17	1.93	0.57	0.83	0.90	0.40	1.17	0.46	1.38	1.59
5	6.03	1.38	2.21	0.68	0.90	1.17	0.54	1.38	0.57	1.52	1.86
6	6.62	1.72	2.41	0.76	1.17	1.38	0.61	1.72	0.62	1.72	2.07
7	7.31	2.07	2.62	0.90	1.38	1.59	0.65	1.93	0.68	2.28	2.28
8	8.07	2.28	2.96	1.03	1.59	1.86	0.76	2.28	0.79	2.55	2.55
9	8.76	2.34	3.24	1.10	1.86	2.00	0.79	2.62	0.83	2.76	2.76
10	9.17	2.48	3.58	1.17	2.00	2.21	0.83	2.90	0.90	2.96	2.96
11	9.51	2.76	3.65	1.24	2.07	2.28	0.90	3.24	0.92	3.31	3.24
12	9.93	2.96	3.79	1.31	2.21	2.41	0.97	3.45	1.01	3.65	3.45
13	10.00	3.10	3.93	1.41	2.34	2.62	1.00	3.93	1.04	3.93	3.65
14	10.07	3.31	4.27	1.43	2.41	2.96	1.03	4.14	1.08	4.14	3.93
15	10.34	3.45	4.62	1.45	2.55	3.10	1.10	4.62	1.19	4.48	4.14
16	10.48	3.72	4.69	1.47	2.69	3.31	1.21	4.83	1.24	4.62	4.27
17	10.69	3.93	5.03	1.52	2.90	3.45	1.31	5.03	1.36	4.96	4.48
18	10.89	4.14	5.52	1.59	2.96	3.65	1.38	5.72	1.45	5.03	4.69
19	11.03	4.34	5.65	1.65	3.24	3.79	1.45	6.07	1.52	5.31	4.83
20	11.17	4.55	5.72	1.79	3.45	3.93	1.49	6.41	1.56	5.72	5.03
25	11.17	5.45	6.83	2.07	4.14	4.62	1.79	7.10	1.86	6.69	5.72
30	11.24	6.34	7.58	2.48	5.03	5.31	2.07	7.38	2.14	7.38	6.41
35	11.24	7.10	8.07	2.62	5.72	5.65	2.34	7.72	2.41	7.79	6.89
40	11.31	7.58	8.27	2.83	6.41	6.07	2.55	8.00	2.62	8.07	7.10
45	11.31	7.79	8.76	3.03	6.89	6.41	2.62	8.13	2.69	8.27	7.45
50	11.24	8.13	8.96	3.17	7.24	6.89	2.69	8.27	2.83	8.27	7.79
55	11.24	8.41	9.17	3.24	7.51	7.10	2.69	8.41	2.83	8.34	8.07
60	11.17	8.48	9.44	3.31	7.72	7.58	2.72	8.62	2.83	8.41	8.27
65	11.03	8.62	9.65	3.38	8.07	7.79	2.76	8.76	2.83	8.48	8.62
70	11.03	8.76	9.79	3.52	8.27	8.07	2.83	8.82	2.83	8.41	8.76
75	10.89	8.82	9.86	3.58	8.41	8.76	2.76	8.82	2.83	8.62	8.96
80	10.89	8.96	10.13	3.65	8.48	9.10	2.83	8.76	2.83	8.76	9.10
85	10.89	9.17	10.34	3.72	8.62	9.17	2.76	8.76	2.83	8.82	9.17
90	10.89	9.31	10.48	3.79	8.76	9.44	2.72	8.82	2.88	8.96	9.44
95	10.89	9.44	10.55	3.79	8.82	9.51	2.72	8.82	2.83	8.96	9.51
100	11.03	9.65	10.69	3.86	8.96	9.65	2.76	8.76	2.83	9.10	9.65
105	11.24	9.79	10.82	3.87	9.10	9.72	2.69	8.76	2.83	9.17	9.72
110	11.31	9.86	10.89	3.93	9.17	9.79	2.72	8.82	2.83	9.31	9.79
115	11.31	10.00	10.96	3.96	9.24	9.86	2.76	8.89	2.83	9.44	9.79
120	11.38	10.13	11.03	4.00	9.31	10.00	2.76	8.82	2.83	9.44	9.79



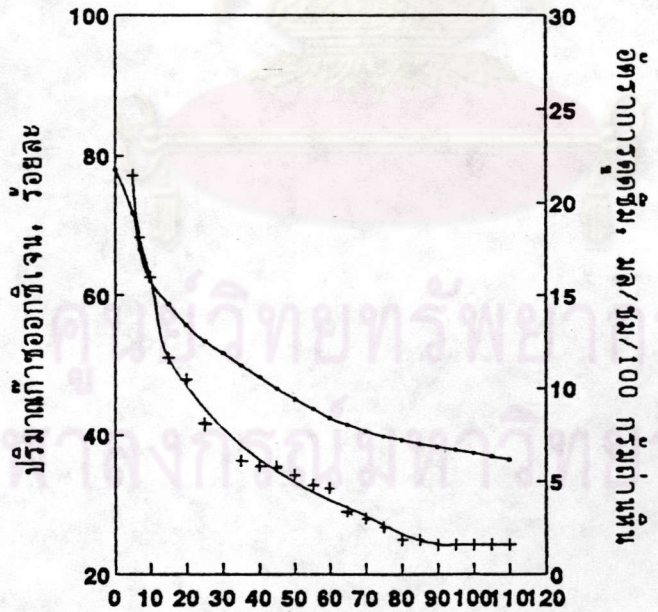
รูปที่ ข.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์และอัตราการดูดซึม
ก๊าซออกซิเจนกับเวลาของตัวอย่างถ่านหินแหล่งบ้านปู BP110 ที่สภาวะถ่านหินใหม่



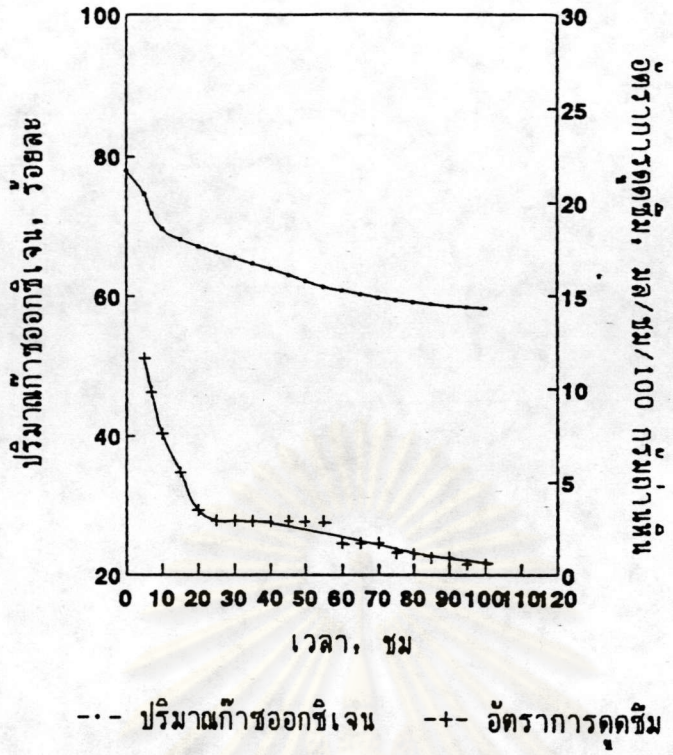
รูปที่ ข.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์และอัตราการดูดซึม
ก๊าซออกซิเจนกับเวลาของตัวอย่างถ่านหินแหล่งบ้านปู BP163 ที่สภาวะถ่านหินใหม่



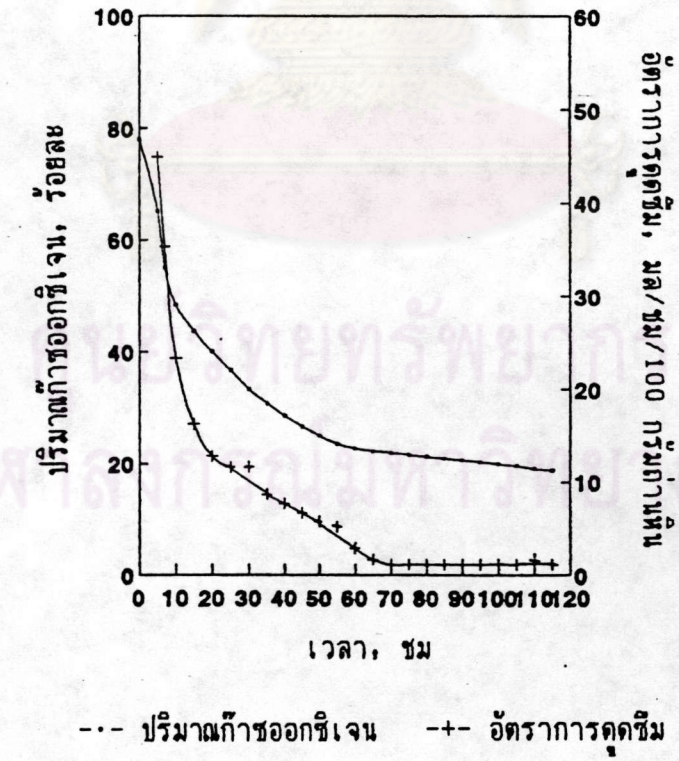
รูปที่ ข.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์และอัตราการดูดซึม ก๊าซออกซิเจนกับเวลาของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่เมาะ MM1 ที่สภาวะถ่านหินใหม่



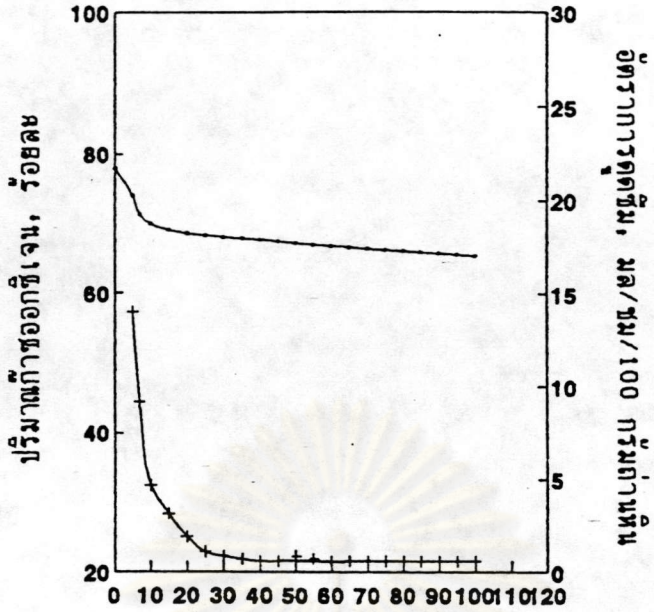
รูปที่ ข.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์และอัตราการดูดซึม ก๊าซออกซิเจนกับเวลาของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่เมาะ MM3 ที่สภาวะถ่านหินใหม่



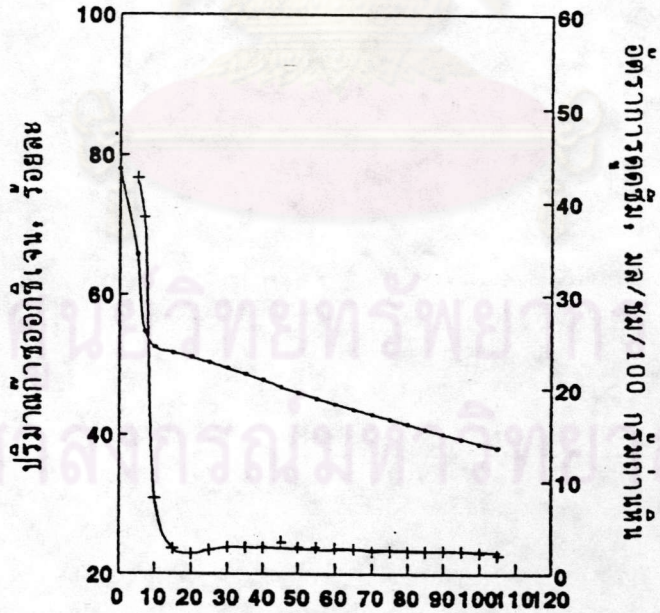
รูปที่ ข.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์และอัตราการดูดซึม ก๊าซออกซิเจนกับเวลาของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่ทาน MT ที่สภาวะถ่านหินใหม่



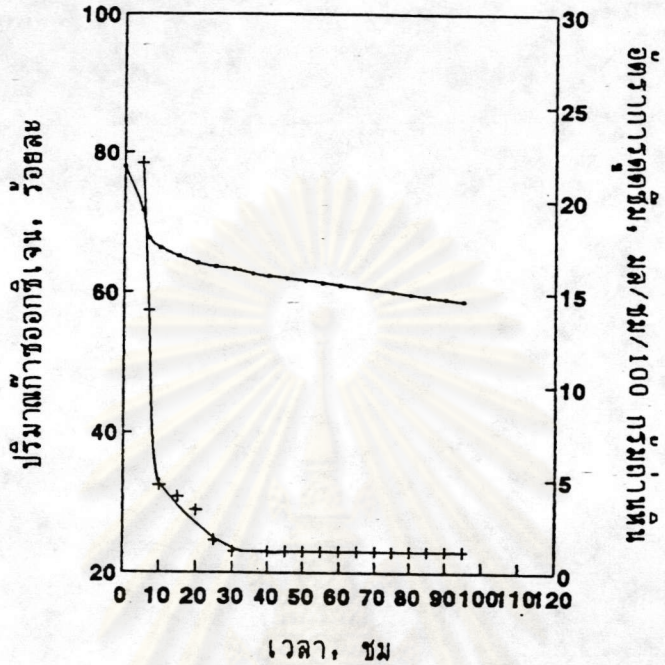
รูปที่ ข.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์และอัตราการดูดซึม ก๊าซออกซิเจนกับเวลาของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่ลอง ML ที่สภาวะถ่านหินใหม่



รูปที่ ข.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์และอัตราการดูดซึม ก๊าซออกซิเจนกับเวลาของตัวอย่างถ่านหินแหล่งนาทราย NT ที่สภาวะถ่านหินใหม่



รูปที่ ข.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์และอัตราการดูดซึม ก๊าซออกซิเจนกับเวลาของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่ละเมา MLM ที่สภาวะถ่านหินใหม่



รูปที่ ข.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซออกซิเจนในถังปฏิกรณ์และอัตราการดูดซึม ก๊าซออกซิเจนกับเวลาของตัวอย่างถ่านหินแหล่งกันตัง KT ที่สภาวะถ่านหินใหม่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผลการทดลองออกซิเดชันแบบเปียก แสดงในตารางที่ ข. 19-29

ตารางที่ ข. 19 ผลการทดลองออกซิเดชันแบบเปียกของตัวอย่างถ่านหินแหล่งบ้านปู BP2 ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

กองเก็บ (วัน)	0	7	14	21
เวลา (นาที)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
0	335	346	351	354
1	179	190	230	266
2	173	188	189	255
3	164	181	183	246
4	154	173	177	234
5	149	167	171	228
6	144	161	165	220
7	139	157	162	214
8	134	153	158	207
9	130	149	155	198
10	126	145	152	194
15	109	130	139	167
20	91	113	126	147
25	76	101	113	125
30	62	87	100	113
35	50	75	90	100
40	37	63	81	90
45	26	54	72	80
50	16	42	63	71
55	7	30	54	60
60	0	20	46	51
65		13	40	42
70		6	33	34
75		2	27	28
80		0	22	22
85			14	16
90			12	12
95			7	8
100			2	6
105			0	4
110				2
115				0

ตารางที่ ข.20 ผลการทดลองออกซิเดชันแบบเปียกของตัวอย่างถ่านหินแหล่งบ้านปู BP110 ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

ถูกเก็บ (วัน)	0	7	14	21
เวลา (นาที)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
0	359	363	340	352
1	192	219	243	240
2	182	200	219	230
3	175	193	204	209
4	168	186	195	200
5	160	180	186	190
6	154	176	180	186
7	149	170	176	180
8	145	166	173	176
9	140	160	169	172
10	124	157	165	168
15	110	140	151	163
20	97	126	140	160
25	84	112	130	155
30	74	100	122	150
35	64	89	115	145
40	55	77	107	140
45	46	69	100	138
50	39	60	95	125
55	30	51	88	120
60	23	43	82	92
65	16	36	70	80
70	10	29	66	70
75	5	22	51	63
80	0	16	42	53
85		10	38	45
90		0	30	35
95			20	29
100			15	20
105			8	13
110			2	6
115			0	0

ตารางที่ ข.21 ผลการทดลองออกซิเดชันแบบเปียกของตัวอย่างถ่านหินแหล่งบ้านปู BP163 ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

กลุ่มเทียบ (วัน)	0	7	14	21
เวลา (นาที)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
0	341	360	342	353
1	203	212	221	200
2	183	200	209	190
3	175	192	200	186
4	168	187	195	181
5	163	183	190	177
6	158	179	186	174
7	152	175	183	170
8	147	171	180	166
9	143	168	177	163
10	138	165	174	160
15	125	154	164	156
20	112	141	156	151
25	97	125	148	146
30	86	118	140	142
35	72	106	133	138
40	63	97	126	134
45	53	87	120	127
50	41	79	114	121
55	31	70	110	116
60	23	63	105	110
65	17	56	100	107
70	11	49	95	104
75	5	41	91	100
80	0	36	87	96
85		30	83	88
90		23	79	81
95		19	75	76
100		15	69	70
105		11	65	67
110		6	60	62
115		3	51	53
120		0	40	45
125			31	40
130			21	33
135			12	24
140			3	12
145			0	5
150				3
155				0

ตารางที่ ข.22 ผลการทดลองออกซิเดชันแบบเปียกของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่เมาะ MM1 ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

การทดลองที่ (วัน)	0	7	14	21
เวลา (นาที)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
0	351	355	340	355
1	186	190	283	240
2	179	180	230	234
3	176	178	208	232
4	174	177	199	230
5	173	176	194	229
6	172	175	188	228
7	171	174	186	227
8	170	173	185	226
9	169	172	184	225
10	168	171	183	224
15	162	168	178	216
20	155	164	173	215
25	148	159	168	210
30	138	152	162	205
35	128	144	156	200
40	123	135	151	194
45	115	127	146	188
50	110	119	140	180
55	103	112	135	175
60	99	106	130	169
65	92	99	126	164
70	88	93	121	158
75	82	88	117	153
80	77	82	113	148
85	72	77	109	142
90	67	71	104	137
95	62	66	100	132
100	58	62	96	127
105	54	57	92	122
110	50	53	89	117
115	46	48	85	112
120	42	43	81	108
125	38	39	78	103
130	34	35	75	98
135	30	31	70	93
140	26	27	67	88
145	22	23	64	83

ตารางที่ ข. 22 ผลการทดลองออกซิเดชันแบบเปียกของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่เมาะ MM1 ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน (ต่อ)

ถูกเก็บ (วัน)	0	7	14	21
เวลา (นาที)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
150	18	19	61	79
155	14	16	58	74
160	10	11	55	70
165	6	9	52	66
170	2	6	49	62
175	0	3	45	58
180		1	42	55
185		0	40	52
190			37	49
195			35	46
200			32	43
205			30	40
210			28	38
215			26	36
220			24	34
225			22	32
230			20	30
235			19	28
240			18	26
245			17	24
250			16	22
255			14	20
260			12	18
265			10	16
270			8	14
275			7	12
280			5	10
285			2	8
290			0	6
295				4
300				2
305				0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.23 ผลการทดลองออกซิเดชันแบบเปียกของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่เมาะ MM2 ที่สภาวะทั้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

กลองเก็บ (วัน)	0	7	14	21
เวลา (นาที)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
0	348	353	340	355
1	196	206	214	205
2	189	198	204	195
3	178	188	196	189
4	170	182	191	185
5	166	178	187	178
6	162	173	182	175
7	159	170	178	172
8	154	165	174	167
9	150	162	171	164
10	146	158	167	156
15	131	145	157	146
20	115	133	149	132
25	109	124	136	129
30	102	117	129	126
35	96	110	122	122
40	90	104	115	117
45	83	97	109	113
50	77	91	102	107
55	70	84	96	103
60	62	77	89	99
65	56	71	83	95
70	50	64	76	91
75	45	58	69	87
80	39	53	63	83
85	34	48	58	74
90	30	42	52	67
95	25	37	47	60
100	20	32	42	53
105	16	28	37	48
110	11	23	33	42
115	5	18	28	29
120	1	13	23	26
125	0	8	19	23
130		4	15	20
135		2	12	17
140		0	8	15
145			5	13
150			0	11
155				8
160				6
165				0

ตารางที่ ข.24 ผลการทดลองออกซิเดชันแบบเปียกของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่เมาะ MM3 ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

ถอยเก็บ (วัน)	0	7	14	21
เวลา (นาที)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
0	358	360	340	350
1	193	206	214	200
2	181	198	196	190
3	178	177	190	185
4	170	171	185	175
5	165	167	180	170
6	160	162	176	168
7	155	157	172	164
8	152	151	170	155
9	144	145	168	145
10	139	140	156	130
15	129	135	145	125
20	109	124	135	122
25	102	115	126	120
30	95	108	120	115
35	90	100	113	110
40	83	95	105	103
45	72	86	100	100
50	65	82	95	95
55	62	17	85	92
60	55	73	80	89
65	49	67	74	85
70	45	60	65	82
75	38	56	60	70
80	33	50	55	63
85	28	45	50	55
90	22	35	45	50
95	18	30	40	45
100	10	25	35	40
105	5	20	30	35
110	1	18	25	27
115	0	14	20	20
120		10	15	16
125		5	13	15
130		2	8	13
135		0	5	10
140			1	8
145			0	6
150				2
155				0

ตารางที่ ข.25 ผลการทดลองออกซิเดชันแบบเปียกของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่ทาน MT ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

กลุ่มเก็บ (วัน)	0	7	14	21
เวลา (นาที)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
0	357	334	344	350
1	220	199	240	250
2	201	188	220	253
3	193	181	208	248
4	187	176	200	243
5	183	171	194	238
6	179	167	189	234
7	175	163	184	229
8	172	159	179	225
9	170	155	176	220
10	168	150	171	216
15	155	134	157	201
20	145	127	145	183
25	135	120	136	171
30	130	112	127	158
35	123	105	120	146
40	117	99	113	136
45	110	93	106	126
50	103	87	100	116
55	94	82	94	107
60	89	76	89	98
65	85	71	85	92
70	79	67	78	87
75	73	62	73	81
80	68	57	69	76
85	63	50	65	70
90	57	43	62	65
95	52	38	59	60
100	47	35	55	56
105	43	31	52	53
110	39	28	48	50
115	35	25	44	46
120	31	21	40	43
125	27	18	36	39
130	24	15	33	36
135	20	13	30	33
140	17	11	27	30
145	13	9	25	27
150	9	7	22	25
155	6	5	19	21
160	2	3	16	19
165	0	2	12	17
170		1	9	15
175		0	6	12
180			4	9
185			1	6
190			0	3
195				2
200				0

ตารางที่ ข.26 ผลการทดลองออกซิเดชันแบบเปียกของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่ลอง ML ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

ถอยเก็บ (วัน)	0	7	14	21
เวลา (นาที)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
0	360	360	344	355
1	176	177	200	211
2	164	166	184	200
3	155	163	175	193
4	150	158	167	187
5	147	154	161	184
6	143	148	155	179
7	137	142	150	175
8	132	136	146	170
9	129	131	143	167
10	125	129	140	163
15	107	112	129	150
20	86	95	118	138
25	70	82	107	129
30	56	65	99	119
35	43	53	91	109
40	32	39	83	104
45	21	30	76	96
50	12	20	70	88
55	3	10	64	81
60	0	5	57	75
65		0	50	69
70			45	64
75			40	58
80			35	53
85			30	50
90			25	46
95			20	41
100			16	37
105			12	33
110			9	30
115			5	26
120			2	22
125			0	18
130				14
135				12
140				9
145				6
150				3
155				0

ตารางที่ ข.27 ผลการทดลองออกซิเดชันแบบเปียกของตัวอย่างถ่านหินแหล่งแม่ละเมา MLM ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

ถอยเก็บ (วัน)	0	7	14	21
เวลา (นาที)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
0	362	363	350	352
1	186	196	251	257
2	180	186	221	240
3	173	179	212	230
4	169	173	204	221
5	162	166	198	213
6	158	162	192	207
7	152	158	187	203
8	149	154	183	199
9	146	150	179	195
10	142	146	177	192
15	124	130	162	178
20	108	116	149	165
25	94	104	139	154
30	79	93	130	144
35	65	83	120	139
40	53	73	114	127
45	42	63	106	119
50	32	55	100	112
55	24	46	94	105
60	15	39	87	99
65	8	31	81	93
70	1	24	74	87
75	0	18	68	82
80		12	60	76
85		7	54	71
90		3	38	66
95		0	32	61
100			26	56
105			20	52
110			14	45
115			7	40
120			0	34
125				29
130				23
135				17
140				11
145				5
150				0

ตารางที่ ข.28 ผลการทดลองออกซิเดชันแบบเปียกของตัวอย่างถ่านหินแหล่งนาทราย NT ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างถ่านหินไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

กองเก็บ (วัน)	0	7	14	21
เวลา (นาที)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
0	338	343	342	352
1	232	217	260	255
2	191	197	230	242
3	179	185	215	241
4	169	177	207	240
5	163	171	201	239
6	157	164	196	238
7	152	159	192	237
8	148	155	187	236
9	144	151	184	235
10	140	147	180	234
15	124	135	167	232
20	113	124	158	230
25	103	114	151	222
30	95	105	146	214
35	89	96	141	206
40	83	89	135	198
45	77	82	130	190
50	71	75	126	182
55	66	68	120	175
60	62	63	116	168
65	58	56	112	161
70	54	50	107	156
75	50	45	103	151
80	47	41	99	146
85	43	36	95	140
90	40	33	90	135
95	36	30	86	130
100	33	27	82	126
105	30	24	76	121
110	27	21	70	115
115	25	19	66	110
120	21	17	62	105
125	18	15	58	100
130	15	13	54	96
135	12	11	49	90
140	10	9	44	77
145	7	8	39	71
150	5	6	35	65
155	3	4	30	60
160	0	2	25	56
165		1	20	51
170		0	10	45
175			0	40
180				32
185				27
190				22
195				17
200				6
205				0

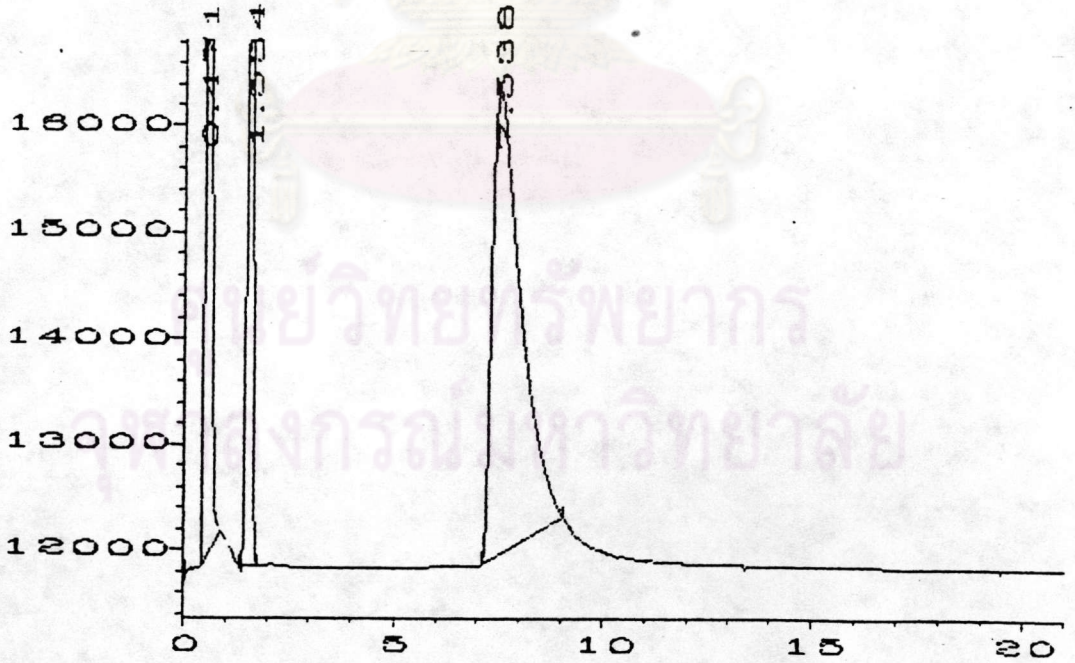
ตารางที่ ข.29 ผลการทดลองออกซิเดชันแบบเปียกของตัวอย่างถ่านหินแหล่งกันตัง KT ที่สภาวะทิ้งตัวอย่างไว้ในอากาศเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

ถูกทิ้งไว้ (วัน)	0	7	14	21
เวลา (นาที)	ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
0	359	362	336	350
1	199	206	192	192
2	185	187	183	185
3	178	180	175	179
4	171	173	170	174
5	165	166	165	170
6	158	159	160	165
7	152	153	155	160
8	146	148	150	156
9	140	141	148	151
10	135	137	145	147
15	118	121	132	139
20	106	109	121	131
25	94	98	112	118
30	84	88	100	106
35	73	78	93	97
40	64	68	85	88
45	55	60	76	80
50	47	52	69	73
55	40	45	62	65
60	32	37	56	60
65	26	31	50	54
70	20	25	45	50
75	15	20	39	44
80	10	15	35	40
85	5	11	30	36
90	0	6	26	31
95		3	20	25
100		0	15	20
105			11	15
110			5	9
115			0	4
120				0

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ

นำก๊าซในถังปฏิกรณ์ด้านบรรจุถ่านหินออกมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบ โดยฉีดเข้าเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ ก๊าซผสมจะถูกก๊าซฮีเลียมซึ่งเป็นก๊าซตัวพาไหลผ่านไปตามคอลัมน์พอราแพคคิว (porapak Q) ที่บรรจุตัวดูดซับไว้ ก๊าซที่ถูกดูดซับน้อยจะถูกพาออกจากคอลัมน์ก่อน ทำให้ก๊าซแต่ละชนิดแยกออกจากคอลัมน์ไม่พร้อมกัน ปริมาณของก๊าซแต่ละชนิดแสดงออกมาเป็นพีค (peak) พร้อมค่าของพื้นที่ใต้พีคโดยเครื่องอินทิเกรเตอร์ (integrator) จากค่าพื้นที่ใต้พีคสามารถนำมาคำนวณหาเปอร์เซนต์ของก๊าซแต่ละชนิดได้ โดยนำมาเปรียบเทียบกับพื้นที่ใต้พีคของก๊าซมาตรฐาน ในการทดลองโครมาโตแกรมที่ได้พบว่ามีพีคเกิดขึ้น 3 พีคคือ พีคของก๊าซไนโตรเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจน ดังแสดงในรูปที่ ค.1



รูปที่ ค.1 พีคของก๊าซแต่ละชนิดที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

ตัวอย่างการคำนวณ

เวลา	ก๊าซ	พื้นที่ใต้พีค
1.534	CO_2	142692
7.538	O_2	525341

พื้นที่ใต้พีคของก๊าซออกซิเจนมาตรฐาน 98.87 % = 2297236

พื้นที่ใต้พีคของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาตรฐาน 99.8 % = 937502

ตัวอย่างถ่านหินบ้านปู BP163

พื้นที่ใต้พีคของก๊าซออกซิเจน = 525341

เปอร์เซนต์ก๊าซออกซิเจน $= \frac{525341}{2297236} \times 98.87 = 22.61$

พื้นที่ใต้พีคของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ = 142692

เปอร์เซนต์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ $= \frac{142692}{937502} \times 99.8 = 15.19$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวศุภรินทร์ ไชยกลางเมือง เกิดวันที่ 3 มกราคม 2507 ที่ อำเภอเมือง จังหวัดน่าน สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2529 ทำงานที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เป็นเวลา 4 ปี จึงลาออกมาเพื่อศึกษาต่อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย