เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงในประเทศ

กัญจนา บุณยเกียรติ, "โครงการศึกษาข้อมูลเฉพาะเรื่องลิกไนท์ : ทรัพยากรที่สำคัญของประเทศ", รายงานผลการวิจัยศูนย์วิจัย และอบรมพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สิงหาคม, 2533

เกริกชัย สุกาญจนัจที. ไอน้ำ และพลังงานจากถ่านหิน. กรุงเทพมหานคร. : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529

นิภา เศรฐธไพศาล, "การนำเศษถ่านหินมาอัดก้อนเพื่อใช้ในครัวเรือน," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2528

มีชัย สัณฐิติโกศล และ อติชาต วงศ์กอบลาภ, "ผลของปูนขาวต่อการกำจัดกำมะถันในถ่านหินเมื่อเผาไหม้," รายงานวิจัย senior project จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529

ธีรศักดิ์ ฤกธ์สมบูรณ์, "สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อน กับผลวิเคราะห์แบบประมาณของถ่านหินแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย," วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2533

พินิจ ฉันทานนท์ และ เสกสรรค์ วงศ์จิรัฐติกาล , "การทำถ่านสังเคราะห์จากลิกไนท์," รายงานวิจัย Senior project จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2526

สิทธิชัย สาธุกิจกุล และ มานิต สาตราวาหะ, "การอัดก้อนเชื้อเพลิงแข็ง," รายงานวิจัย Senior project จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521

สุชาติ อารีรุ่งเรือง และ เอกพล พงศ์สถาพร, "การนำถ่านหินลิกไนท์มาใช้ในครัวเรือน," รายงานวิจัย senior project จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2526

สมศักดิ์ หอมกลิ่นแก้ว และ สุภา ศิริปการ, "การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพของถ่านหินอัดก้อน ," รายงานวิจัย senior project จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2529

อนัญญา พจนารถ, "การปรับปรุงคุณภาพเศษถ่านหินโดยวิธีคาร์บอไนเซชัน," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2528

อรุณรัตน์ วุฒิมงคลชัย, "ตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพของถ่านหินอัดก้อน," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528

<u>เอกสารอ้างอิงต่างประเทศ</u>

Anderson, T. J. "Synthetic Fuel Composition" U.S. Pat 4,260,395 Apr 2, 1981

ASTM Standard; D388-91a, "Coal by Rank" American Society for Testing Material, U.S.A., 1994

ASTM Standard; D3172, "Proximate Analysis of Coal and Coke." American Society for Testing Material, U.S.A., 1994

ASTM Standard; D2015, "Test for Gross Calorific Value of Solid Fuel by the Adiabatic Bomb Calorimeter." American Society for Testing Material, U.S.A., 1994

ASTM Standard; D410, "Sieve Analysis of Coal." American Society for Testing Material, U.S.A., 1994

ASTM Standard; D441, "Tumbler Test for Coal" American Society for Testing Material, U.S.A.

1991

Blaustein, B. D. (ed.), "New Approaches in Coal Chemistry," ACS Symposium Series 169 , American Chemical Society, Washington, D. C., 1981

Eliot, R. C., Coal Desulfurization Perior to Combustion , pp 6-36, Noyes Data Corporation, Park Ridge, New York, 1978

Elliott, M. A. (ed.) in Chemical of Coal Utilization. , 2nd Supp. Vol. , John Wiley & Sons, NewYork, 1983

Lowry, H. H. (ed.) in Chemical of Coal Utilization. Vol. 1, John Wiley & Son, New York, 1983

Maust, E. E., "Method for enhancing the Utilization of powdered coal." U.S. Pat 4,230,460 Oct. 28, 1980

Meyer, R. A., Coal Handbook , 1 st ed., pp 1-50 , Marcel Dekker, Newyork, 1981

Neaval, D. C. ,"Origin, Petrography and Classification of Coal," Chemistry of Coal Utilization (Elliott, M. A. ed.), John Wiley & sons, New York, 1981

Rhys Jones, D. C., "Briquetting ," Chemistry of Coal Utilization (Lowry, H. H. ed.), John Wiley & sons, New York, 1963., pp 675-754

Saglam, M., Yuksel, M., and Yanik, J., Producttion of water resistant briquettes Turkish lignites using sulphite liquor binders. Fuel. 69 (1990)

Schinzel, W. "Briquetting ," Chemistry of Coal Utilization Zelliott, M. A. ed.), John Wiley & sons, New York, 1981

Ward, C. R., "Coal Geology and Technology" 1st ed., pp. 60-65, Black Well Scientific, London, 1984

William, P. F., "Efficient Boiler Operations Source book", pp. 1-53, April, 1986

Yanik, J., Saglam, M., and Yuksel, M., Production of Metallurgical cokes from some Turkish lignites using sulphite liquor binders. Fuel 69 (1990)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิธีการคำนวณอัตราส่วนร้อยละโดยน้ำหนักของถ่านหินอัดก้อน

การคำนวณส่วนผสมของถ่านหินตัวอย่างที่มีร้อยละของเถ้าแบบไม่รวมความชื้น 15

ผลการวิเคราะห์แบบประมาณ

air-dried basis

%moisture	%volatile	%ash	%fixed carbon	%S	H.V. (cal/gm)
15.42	45.61	13.34	25.63	0.88	4436

dry basis

-	53.93	15.77	30.30	1.04	5245

ในการผสมแต่ละครั้งใช้ถ่านหิน 5 กิโลกรัม

$$Coal_{moist\text{-}free} = Coal_{air\text{-}dry} * (1 - \%moist)$$

$$= 5000 (1 - 0.1542)$$

$$= 4229 \text{ กรัม}$$

ในการเติมปูนขาวใช้อัตราส่วน CaO : S = 2 : 1 และปูนขาวมีร้อยละของ CaO = 64.71

$$\frac{CaO}{S} = \frac{2}{1} \rightarrow \frac{x}{56} * \frac{32}{\%S}$$

มวลโมเลกุลของ CaO = 56 กิโลกรัม/กิโลกรัม-โมล

มวลโมเลกุลของ S = 32 กิโลกรัม/กิโลกรัม-โมล

$$CaO = \frac{2 * 56}{32} * \frac{\%S}{0.6471}$$

= 5.41 * %S

ในถ่านหินมีร้อยละกำมะถัน = 1.04

CaO = 5.41 * 1.04

= 5.62 (เทียบกับน้ำหนักถ่านหินแห้ง)

ปริมาณปูนขาวที่เติมลงไป = 5.62 * 4229/100

= 238 กรัม

ใช้ปริมาณตัวประสานร้อยละ 14 เทียบกันน้ำหนักถ่านหินแห้ง

ปริมาณตัวประสานที่ใช้ = 14*4229/100

= 592 กรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

รายละเอียดของเตาอั่งโล่ และ หม้ออลูมิเนียม

ลักษณะของเตาอั่งโล่ที่ใช้ในการทดลอง

ลักษณะของเตา	ขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอก	25 เซนติเมตร
เส้นผ่านศูนย์กลาง ภายใน	21 เซนติเมตร
เส้นผ่านศูนย์กลาง ของแท่นรังผึ้ง	16 เซนติเมตร
เส้นผ่านศูนย์กลาง เฉลี่ยของรังผึ้ง	1.5 เซนติเมตร
จำนวนช่องรังผึ้ง	27
ความสูงเชิงเทิน	1 เซนติเมตร
ความสูงจากแผ่นรังผึ้งถึงปากเตา	9.5 เซนติเมตร
ขนาดของช่องลมเข้า	13 * 7.2 เซนติเมตร^2
ความสูงจากฐานถึงช่องลม	4.4 เซนติเมตร
ความสูงทั้งหมดของเตา	22 เซนติเมตร
น้ำหนักเตา	9.5 กิโลกรัม

ลักษณะของหม้ออลูมิเนียม

ลักษณะของหม้อ	ขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง ปากหม้อ	25 เซนติเมตร
เส้นผ่านศูนย์กลาง ก้นหม้อ	20 เซนติเมตร
ความสูงของหม้อ	15 เซนติเมตร
เส้นผ่านศูนย์กลาง ฝาปิด	27.2 เซนติเมตร
น้ำหนัก	480 กรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

คำนวณประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านหินอัดก้อนในเตาอั่งโล่

ประสิทธิภาพการใช้งาน = ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับ * 100
ปริมาณความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ถ่านหิน

$$\eta = \frac{ms(T_2 - T_1) + (m - m_1)\lambda}{Wg} * 100$$

η = ประสิทธิภาพในการนำมาใช้งาน, ร้อยละ
m = น้ำหนักเริ่มต้นของน้ำในหม้อ, กรัม
s = ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ, แคลอรี/กรัม-องศาเซลเซียส
T_2 = 100 องศาเซลเซียส
T_1 = อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำในหม้อ, องศาเซลเซียส
m_1= น้ำหนักน้ำที่เหลือ, กรัม
λ = ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ, แคลอรี/กรัม
W = น้ำหนักของเชื้อเพลิง, กรัม
q = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง, แคลอรี/กรัม

ผลการวิเคราะห์แบบประมาณของถ่านหินอัดก้อนชุด A15C11 ปริมาณตัวประสานร้อยละ 14 ขนาดอนุภาคถ่านหินดิบเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร (ความชื้นของถ่านหินอัดก้อนร้อยละ 12.25)

Dry basis

%moisture	%volatile	%ash	%fixed carbon	%S	H.V. (cal/gm)
-	47.61	21.43	30.96	0.91	4630

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการใช้งาน

อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น	น้ำหนักน้ำเริ่มต้น	น้ำหนักน้ำหลังการทดลอง	น้ำหนักถ่านหินอัดก้อนที่ใช้
29	2500	719.12	718.21

ประสิทธิภาพการใช้งานเท่ากับ

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้งาน} = \frac{2500(100-29) + (2500 - 719.21)540 * 100}{(1-0.1225) * 718.21 * 4630}$$

$$= 39.04\ \%$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

การคำนวณร้อยละการปลดปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ

ตัวอย่าง ถ่านหินปกติ (เวลาที่ใช้ในการทำการทดลอง 71 นาที)

ผลการวิเคราะห์แบบประมาณ

air-dried basis

%moisture	%volatile	%ash	%fixed carbon	%S	H.V. (cal/gm)
14.97	48.89	8.23	27.91	2.11	4908

dry basis

-	57.50	9.68	32.82	2.48	5772

ผลการวัดค่าความเข้มข้น

SO_2 (PPM)	NO_2 (PPM)	$\%CO_2$	$\%O_2$	Excess air	อุณหภูมิ
952	88	9.53	12.70	288	199

สมมติ เถ้าที่ได้จากการเผาไหม้ combusible free

Basis 100 ปอนด์ ของถ่านหินที่ทำการเผาไหม้

สมดุลมวลสาร

1. หาน้ำหนักแห้งของ Flue gas (weight of dry flue gas คาร์บอนที่มีในเขม่าน้อยมาก)

สมดุลคาร์บอน

$$C_{in\ flue\ gas} = C_{in\ coal} - C_{in\ ash}$$

ต้องการทราบค่าคาร์บอนในถ่านหิน ทำการประมาณค่าโดยใช้สมการของ Diederichs

$$C = Fc + 0.9\ (\ Vc - 18\ )$$

Vc และ Fc น้ำหนักของ V.M และ F.C ต่อส่วนที่เผาไหม้ได้ตามลำดับ โดยที่ Vc+Fc = 100

จากการวิเคราะห์แบบประมาณ

V.M = 48.89% F.C = 27.91 %

ทำการปรับค่าให้เป็นร้อยส่วน

V.M = 48.89/(48.89+27.91) ——> 63.66%

F.C = 27.91/(48.89+27.91) ——> 36.34%

C = F.C + 0.9(V.M - 18)

= 36.34 + 0.9(63.66-18)

= 77.4 ปอนด์/(F.C+V.M = 100)

แต่ในความเป็นจริง F.C + V.M = 76.8 ดังนั้นมีคาร์บอนจริง

C = 0.798 * 77.4

= 59.46 ปอนด์

จากสมการ

$C_{in\ flue\ gas} = C_{in\ coal} - C_{in\ ash}$

$C_{in\ flue\ gas}$ = 59.46 - 0

= 59.46 ปอนด์

$= \frac{59.46\ lb \quad 1\ lb\text{-}mole}{12\ lb} = 4.96\ lb\text{-}mole$

ในกรณีนี้เราทำการสมมติว่าเกิดการเผาไหม้สมบูรณ์แบบ ไม่มีคาร์บอนมอนออกไซด์เกิดขึ้น

จากสมการการเกิดปฏิกิริยา

$C_s + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$

จากสมการพบว่า 1 lb-mole ของคาร์บอนจากปฏิกิริยาจะเกิด CO_2 1 lb-mole เช่นเดียวกัน

lb-mole of Carbon = Dry-flue gas * $\%CO_2$

4.96 = D.F.G * .0953

D.F.G = 52.00 lb-mole

จากสภาวะมาตรฐาน

1 lb-mole = 359.05 ft^3 ที่ 32 องศาฟาเรนไฮน์ ที่ความดัน 14.7 psia

D.F.G 52.00 lb-mole มีปริมาตรเท่ากับ

52.00 lb-mole	359.05 ft^3	873 R	14.7 psia
	1 lb-mole	492 R	14.7 psia

$= 3.22 * 10^4 \text{ ft}^3$ ที่ 413 F 1 atm

ในการทดลองใช้ถ่านหิน 2 ตัน

2 ton	100 Kg	2.2 lb
	1 ton	1 Kg

= 4400 lb of coal

ดังนั้นในการใช้งานถ่านหิน 2 ตันเกิด DFG เท่ากับ

$3.22*10^4 \text{ ft}^3$	4400 lb of coal
100 lb of coal	

$= 1.42 * 10^5 \text{ ft}^3/\text{hr}$

ทำการคำนวณปริมาณซัลเฟอร์ใน Flue gas

ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ SO_2 = 952 PPMV ดังนั้นมีปริมาณ SO_2 เท่ากับ

952 ft^3	$1.42 * 10^5$ ft
10^6 ft^3	1 hr

$= 1349.6 \text{ ft}^3/\text{hr}$

จากปริมาตรก๊าซ SO_2 ที่คำนวณได้เปลี่ยนเป็นจำนวนโมลได้เท่ากับ

1349.6 ft^3	1 lb-mole	(32+460) R	14.7 psia
	359.05 ft^3	(413+460) R	14.7 psia

= 2.178 lb-mole

จากสมการการเกิดปฏิกิริยาเคมี $S_g + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)}$ จากสมการพบว่า 1 lb-mole ของ S สมมูลกับ SO_2 1 lb-mole ดังนั้นจึงมีปริมาณซัลเฟอร์ใน flue gas เท่ากับ 2.178 lb-mole เช่นกัน มวลโมเลกุลของซัลเฟอร์เท่ากับ 32.063 lb/lb-mole

จากผลการวิเคราะห์แบบประมาณพบว่าถ่านหินมีปริมาณซัลเฟอร์ในถ่านหินร้อยละ 2.1 เทียบกันน้ำหนักดังนั้นในถ่านหินมีปริมาณซัลเฟอร์เท่ากับ

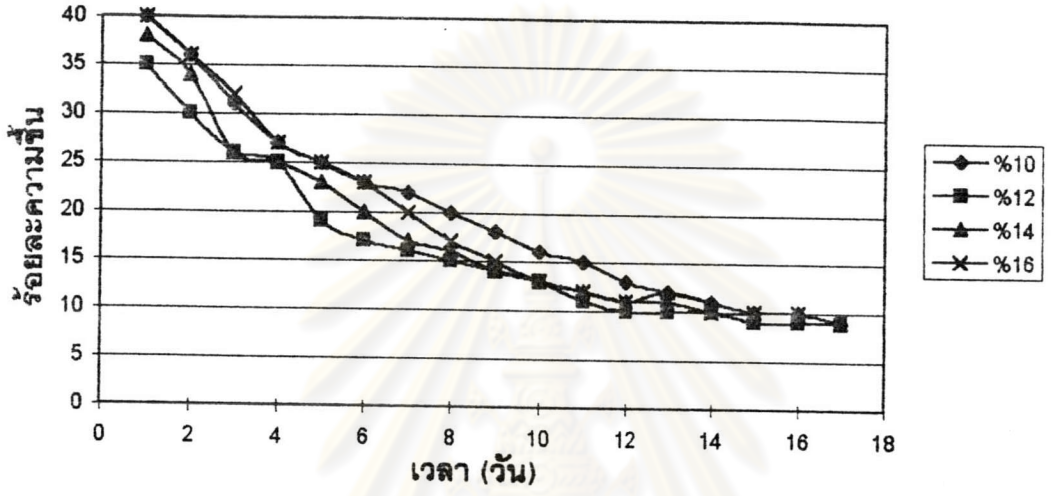
4400 lb * 2.1/100 = 92.4 lb

ดังนั้นร้อยละการปลดปล่อย $= \frac{\text{ปริมาณซัลเฟอร์ใน flue gas}}{\text{ปริมาณซัลเฟอร์ในถ่านหิน}} * 100$

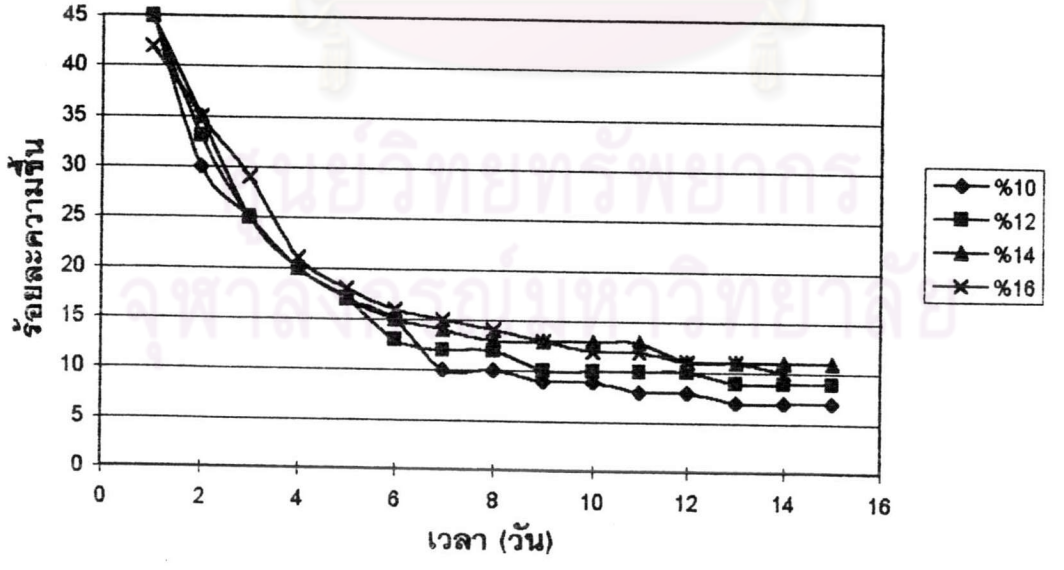
$= \frac{2.178 * 32.063}{92.40} * 100 = 75.23\ \%$

ภาคผนวก จ

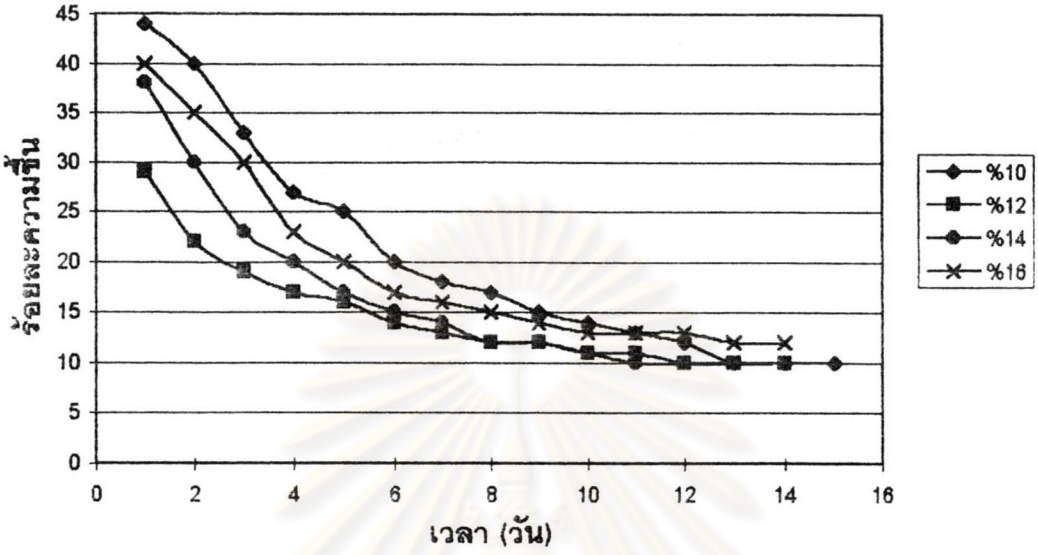
ระยะเวลาที่ถ่านหินอัดก้อนเข้าสู่สมดุล



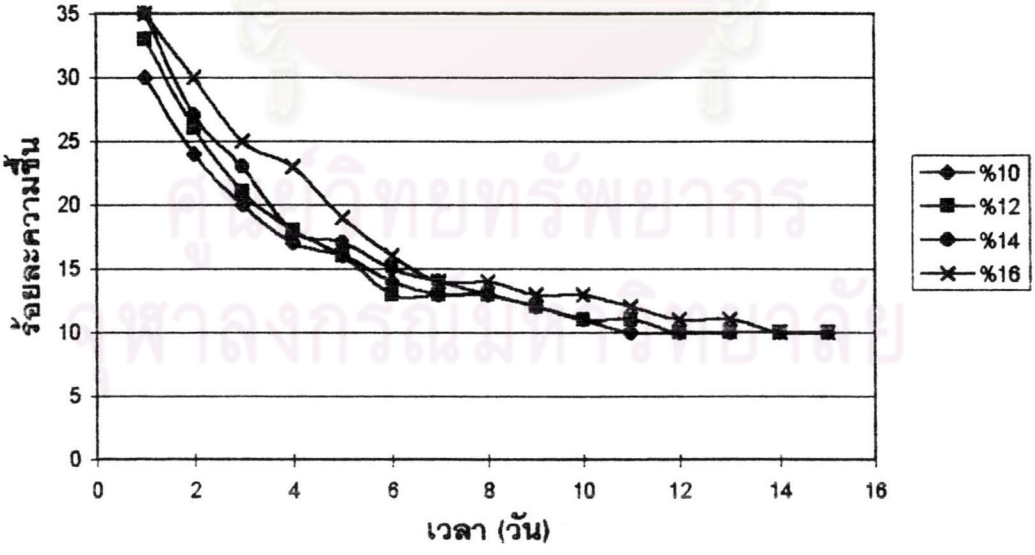
รูปที่ 1 ระยะเวลาที่ความชื้นเข้าสู่สมดุลของถ่านหินอัดก้อน A15 ที่ปริมาณสารประสานต่างๆ (ถ่านหินตัวอย่างขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร)



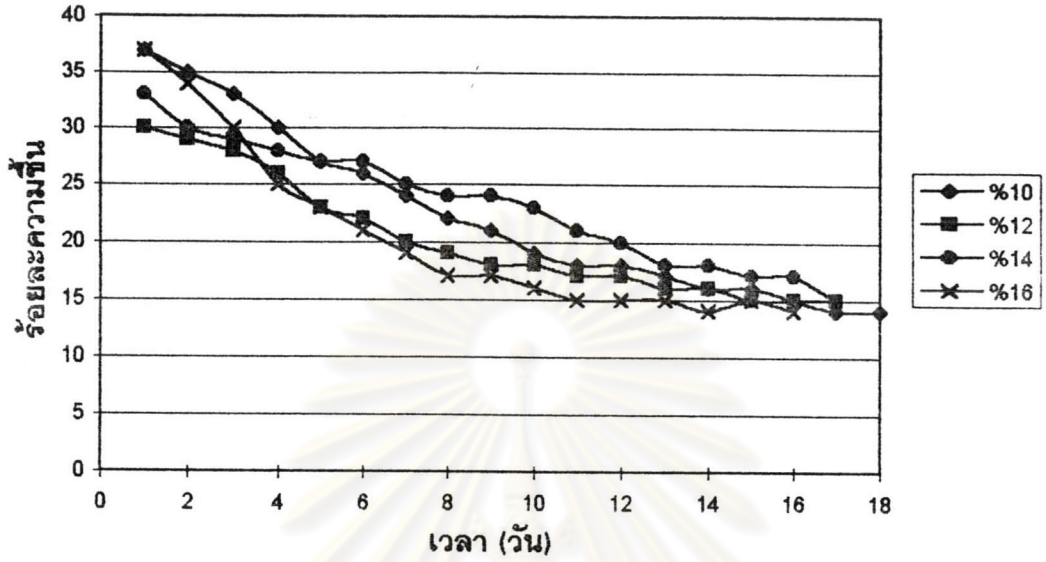
รูปที่ 2 ระยะเวลาที่ความชื้นเข้าสู่สมดุลของถ่านหินอัดก้อน A15 ที่ปริมาณสารประสานต่างๆ (ถ่านหินตัวอย่างขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร)



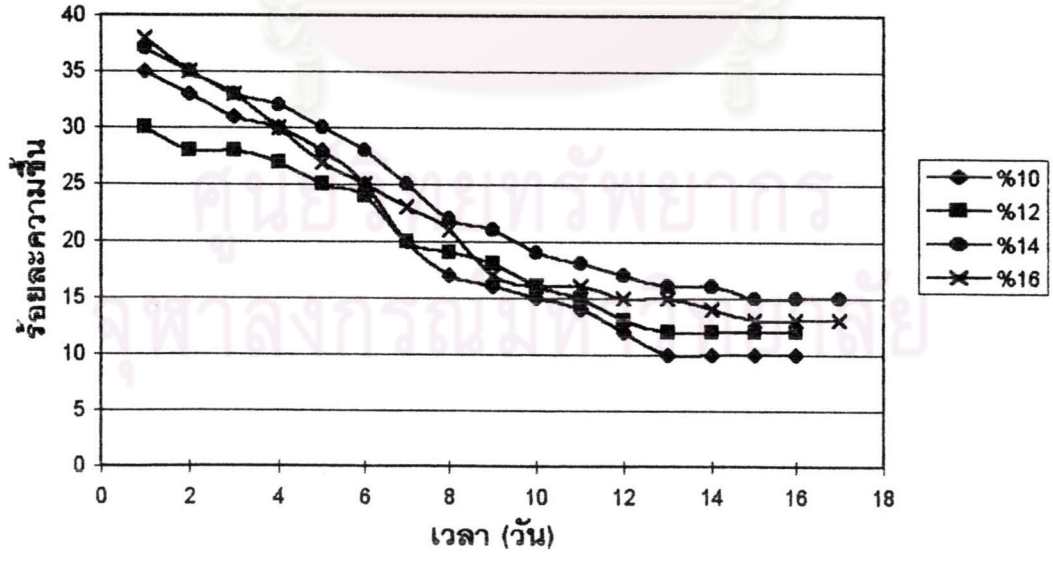
รูปที่ 3 ระยะเวลาที่ความชื้นเข้าสู่สมดุลของถ่านหินอัดก้อน A15 ที่ปริมาณสารประสานต่างๆ (ถ่านหินตัวอย่างขนาดเล็กกว่า 9.8 มิลลิเมตร)



รูปที่ 4 ระยะเวลาที่ความชื้นเข้าสู่สมดุลของถ่านหินอัดก้อน A25 ที่ปริมาณสารประสานต่างๆ (ถ่านหินตัวอย่างขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร)



รูปที่ 5 ระยะเวลาที่ความชื้นเข้าสู่สมดุลของถ่านหินอัดก้อน A25 ที่ปริมาณสารประสานต่างๆ (ถ่านหินตัวอย่างขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร)



รูปที่ 6 ระยะเวลาที่ความชื้นเข้าสู่สมดุลของถ่านหินอัดก้อน A25 ที่ปริมาณสารประสานต่างๆ (ถ่านหินตัวอย่างขนาดเล็กกว่า 9.8 มิลลิเมตร)

ประวัติผู้เขียน

นาย วชิรา บุษยานนท์ เกิดเมื่อวันที่ 12 สิงหาคม 2513 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาจากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วุฒิการศึกษา ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีเทคนิค/เคมีวิศวกรรม) เมื่อปี พ.ศ. 2534

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย