

รายงานอ้างอิง

1. นางเยาว์ ชุตินวณิชกุล. อิทธิพลของทัลล์และไมกาที่มีต่อสมบัติของพอลิพรอพิลีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2533.
2. ปราโมทย์ ไชยเวช. ปิโตรเลียมเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2538.
3. ประวิทย์ ตันจนาวิน. เอกสารประกอบการสอน 09-320-086 เคมีตะตะลิสต์. กรุงเทพมหานคร : คณะวิชาเทคนิคเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล 2540.
4. ประเสริฐ ชุ่มรุ่ม และคณะ. เทคโนโลยีการทำเหมืองถ่านหิน. กรุงเทพมหานคร, 2538.
5. ภัทธา ปัญญวัฒน์กิจ. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มน้ำมัน : กระตุ้นด้วยไอน้ำอิ่มตัวด้วยด่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2540.
6. ลดาวัล สิริแสงทักษิณ. ไฮโดรแครกกิงของนอร์มัลเฮกเซนด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาซีโอไลต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2532.
7. วราวุฒ ประชาสิริสกุล. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มน้ำมันโดยการกระตุ้นด้วยพลังงานไมโครเวฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2541.
8. วิทยา เรื่องพรพิสุทธิ์. คะตะไลซิสแบบเฮเทอโรโรจีเนียส หลักทฤษฎี & การประยุกต์ กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2534.
9. วีระชัย เปรมโยธิน. เชื้อเพลิงและปิโตรเคมี. ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2534.
10. วราภรณ์ คุณาวานากิจ. ถ่านหิน. วารสาร กฟผ. เล่มที่ 4. ม.ค. -มี.ค. 2539. หน้า 31-37.
11. สุวิทย์ เตีย คุณภาพถ่านหินลิกไนต์ และการเผาไหม้. ลิกไนต์ในหม้อไอน้ำ และอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์. 2534: หน้า 1-13.
12. Alvin B. Stiles and Theodore A. Koch. Catalyst Manufacture. 2 nd ed. New York: Marcell Dekker, 1995.
13. Ana M. Mastal, Ramon Murillo, Jose M. Palacios, M. Carmen Mayoral, and Marisol Callen. 818 Iron – Catalyzed Coal –Tire Coprocessing . Influence on Conversion Product Distribution. Energy & Fuels. Vol. 11 1997 : 813-818.

14. Charlesp ,Rader. Plastics Rubber and Paper Recycling A Pragmatic Approach. New York: Marcell Dekker, 1995.
15. Charless N.Satterfield. Chemical Engineering Series. Heterogenous Catalvst in practice. New York: MC.Graw-Hill,1996.
16. G.C.Bond. Heterogeneous Catalyst : Principle and Application. 2 nd ed. New York: Clarendon Press, 1987.
17. G.K.Goldman. Liquid Fuels from Coal. Noyes data corporation, 1972.
18. Harriet F. Ades,Kumble R. Subbaswamy. Theoretical modeling of coliquefaction reaction of coal and polymers Fuel Processing Technology. vol. 49 1996 : 207-218.
19. Harold H. Schobert. The Chemistry of Hydrocarbon Fuel. New York: 1991.
20. Julius Schorzer. And A.J. Gruia. Hydrocracking Science and technology New York: Marcell Dekker, 1996.
21. James G.Speight. The chemistry and technology of petrolium 2 nd ed. New York: Marcell Dekker, 1991.
22. K. Hirano, M. Kouzu, T. Okada, M. Kobayashi, N. Ikenaka, and T. Suzuki. Catalytic activity of iron compounds for coal liquefaction. Fuel. Vol. 78 1999: 1867-1873.
23. L.Louis Hegedus, AlexisT. Bell, N.Y. Chen, WarnerO.Haag. and James Wei. Catalyst Design Progress and Perspectives. John Wiley & Sons, 1987.
24. Lonnie W. Vernon. Free radical chemistry of coal liquefaction :role of molecular hydrogen. Fuel. Vol. 59 February. 1980 : 102-106.
25. Lyn Tattum. PP growth remains strong. Chemical week. Vol.11 Aug. 1999 :3-7.
26. Manjula M. Ibralium and Mohindar S. Seehra. Effect of hydrogen pressure and temperature on free radical. Fuel Processing Technology. Vol. 49 1996 : 197 – 205.
27. Moore, Edward P.Jr. Polypropylene Handbook. Munich: Hanser, 1996.
28. M. R. Atonio, G.B. Karet, J.P and Guzowski Jr. Iron chemistry in petroleum production. Fuel. Vol. 79 2000 : 37-45.
29. Na-oki Ikenaka, Hideo Taniguchi, Azumi Watanabe and Toshimisu Suzuki. Sulfiding behavior of iron based coal liquefaction catalyst. Fuel. Vol. 79 2000 : 273-283.
30. Perry Nowacki. Coal Liquefaction Process. New York: 1979.

31. R.J.Ehrig. Plastic Recycling Product and Process. New York: 1992.
32. R.M.bustin, A.R. Cameron,D.A. Grieve and W. D. Kaikerauth. Kinetics of coal hydrogenation. Industrial and Engineering Chemistry. Vol. 43 No. 7 1951 : 1572-1584.
33. W. B. Ding, W.Tuntawiroon, J. Liang. and L.L. Anderson. Depolymerization of waste plastic with coal over metal – loading silica – alumina catalyst. Fuel Processing Technology. Vol. 49 1996 : 49 – 63.
34. Xian-yong Wei, Eisuke Ogata, Zhimin Zong, and Hongqi Li. Advances in study of hydrogen transfer to model compounds for coal liquefaction. Fuel Processing Technology. Vol. 62 2000 : 103 –107.
35. Ikushi Nakamura and Kaoru Fujimoto. Development of new disposable catalyst for waste plastic treatment for high quality transportation fuel. Catalysis today. Vol. 27 1996 : 175-179.
36. Zeng Feng, Jianmin Zhao, Jeff Rockwell, Dan Bailey and Gerald Huffman. Direct liquefaction of waste plastic and coal – plastic mixtures. Fuel Processing Technology. Vol. 49 1996 : 17-30.
37. Standard Test method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke from Coal Annual Book of ASTM Standard. Sec.5 Vol. 05.05 D 3174-93 1994: 295-298.
38. Standard Test method for Proximate Analysis of Coal and Coke Annual Book of ASTM Standard. Sec.5 Vol. 05.05 D 3172-89 1994: 292.
39. Standard Test method for Volatile matter in the Analysis Sample of Coal and Coke Annual Book of ASTM Standard. Sec.5 Vol. 05.05 D 3175-89 1994: 299-301.
40. Standard Test method for pH of Activate Carbon Annual Book of ASTM Standard. Sec.15 Vol. 15.01 D 3838-80 1991: 386.
41. Toshiyuki Kanno, Masahiro Kimura, Na-oki Ikenaga and Toshimitsu Suzuki. Coliquefaction of coal with Polyethylene using $\text{Fe}(\text{CO})_5 - \text{S}$ as catalyst. Energy & Fuels. Vol. 14 2000: 612-617.
42. L.L.Anderson, W.Tuntawiroon and W.B. Ding.Coliquefaction of Coal and waste polymer. Coal Science : Elsevier Science. 1995: 1515-1518.
43. K. Gimouhopoulos, D. Doulai, A.Vlysside and D.Georgiou. Waste Plastic –lignite coliquefaction innovations. Resources conservation and recycling. Vol 26 1999: 43-52.

44. MM. Taghiei, Z. Feng, FE. Huggins and GP. Huffman. Direct liquefaction of waste plastic and coliquefaction of waste plastic with coal. Coal Science ; Elsevier Science. 1995: 1519-1522.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ในกระบวนการร่วมของพอลิพรอพิลีนกับลิกไนต์โดยเติมตัวเร่งปฏิกิริยา 1%, 5% และ 10% เหล็กบนถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มน้ำมันโดยทำการทดลองที่อุณหภูมิช่วง 380-440 องศาเซลเซียส ความดันแก๊สไฮโดรเจน 27-75 บาร์ เวลา 15-90 นาที ที่อัตราส่วนโดยน้ำหนักของพอลิพรอพิลีนกับลิกไนต์ เป็น 15 : 0, 12 : 3, 10 : 5, 8 : 3 และ 3 : 12 น้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยา 0.75 กรัม, 1.5 และ 3.00 กรัม โดยแสดงผลของปริมาณผลิตภัณฑ์แก๊ส ปริมาณผลิตภัณฑ์น้ำมัน และปริมาณผลิตภัณฑ์ของแข็ง ดังตารางที่ ก.1

ตาราง ก.1 แสดงผลของปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการร่วม

No.	condition				catalyst			% product		
	tempe rature (°C)	pressure (bar)	time (min)	Ratio PP:lignite	1 % Fe/AC	5 % Fe /AC	10% Fe /AC	%yield of liquid	%yield of gas	% total solid
1	380	62	30	12.:3	1.5	-	-	45.31	17.19	37.5
2	400	62	30	12.:3	1.5	-	-	51.33	20	28.68
3	420	62	30	12.:3	1.5	-	-	45.12	30.31	24.57
4	440	62	30	12.:3	1.5	-	-	33.11	47.01	19.88
5	380	62	30	12.:3	-	1.5	-	46.64	16.54	36.82
6	400	62	30	12.:3	-	1.5	-	53.36	18.89	27.75
7	420	62	30	12.:3	-	1.5	-	49.45	28.95	21.6
8	440	62	30	12.:3	-	1.5	-	30.66	53.47	15.87
9	380	62	30	12.:3	-	-	1.5	44.15	18.91	36.94
10	400	62	30	12.:3	-	-	1.5	50.32	20.66	29.02
11	420	62	30	12.:3	-	-	1.5	46.64	28.49	24.87
12	440	62	30	12.:3	-	-	1.5	32.71	49.75	17.54
13	380	62	30	12.:3	-	-	-	21.13	19	59.87
14	400	62	30	12.:3	-	-	-	32.37	29.42	38.21
15	420	62	30	12.:3	-	-	-	38.67	34.84	26.49
16	440	62	30	12.:3	-	-	-	25.21	44.95	29.84
17	380	62	60	12.:3	-	1.5	-	37.91	24.83	37.26
18	400	62	60	12.:3	-	1.5	-	42.5	32.13	22.67

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) แสดงผลของปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการร่วม

No.	condition				catalyst			% product		
	tempe rature (°C)	pressure (bar)	time (min)	Ratio PP:lignite	1 % Fe/AC	5 % Fe /AC	10% Fe /AC	%yield of liquid	%yield of gas	% total solid
19	420	62	60	12.:3	-	1.5	-	35.71	44.12	20.17
20	440	55	30	12.:3	-	1.5	-	28.77	53.64	17.59
21	380	55	30	12.:3	-	1.5	-	42.9	17.65	39.45
22	400	55	30	12.:3	-	1.5	-	48.67	19.55	31.78
23	420	55	30	12.:3	-	1.5	-	39.65	35.75	27.12
24	440	62	30	12.:3	-	1.5	-	31.12	41.44	27.44
25	400	62	30	12.:3	-	0.75	-	50.37	15.03	34.6
26	400	62	30	12.:3	-	3	-	46.31	17.44	36.25
27	400	62	15	12.:3	-	1.5	-	24	19.63	56.37
28	400	62	45	12.:3	-	1.5	-	47.66	26.62	25.72
29	400	62	90	12.:3	-	1.5	-	34.33	44.19	21.48
30	420	62	15	12.:3	-	1.5	-	25.4	22.68	51.92
31	420	62	45	12.:3	-	1.5	-	35.43	40.92	23.65
32	420	62	90	12.:3	-	1.5	-	29.12	56.11	14.77
33	400	62	30	15.:0	-	1.5	-	47.75	42.93	9.32
34	400	62	30	10.: 5	-	1.5	-	35.32	25.11	39.57
35	400	62	30	8.:3	-	1.5	-	30.75	18.41	50.84
36	380	55	30	12.:3	-	1.5	-	40.15	15.4	44.45
37	400	55	30	12.:3	-	1.5	-	46.44	16.23	37.33
38	420	55	30	12.:3	-	1.5	-	39.65	26.33	34.02
39	440	55	30	12.:3	-	1.5	-	35.37	40.19	24.44
40	380	48	30	12.:3	-	1.5	-	16.75	17.33	55.92
41	400	48	30	12.:3	-	1.5	-	29.43	24.32	46.25
42	420	48	30	12.:3	-	1.5	-	30.78	27.15	42.07

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) แสดงผลของปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการร่วม

No.	condition				catalyst			% product		
	tempe rature (°C)	pressure (bar)	time (min)	Ratio PP:lignite	1 % Fe/AC	5 % Fe /AC	10% Fe /AC	%yield of liquid	%yield of gas	% total solid
43	440	48	30	12.:3	-	1.5	-	30.12	37.58	32.3
44	400	75	30	12.:3	-	1.5	-	35.45	39.92	24.63
45	420	75	30	12.:3	-	1.5	-	30.47	49.65	19.88
46	400	75	60	12.:3	-	1.5	-	33.12	54.59	12.29
47	400	48	60	12.:3	-	1.5	-	23.63	40.81	35.76
48	400	55	60	12.:3	-	1.5	-	35	41.1	23.9
49	400	27	30	12.:3	-	1.5	-	wax	-	-
50	420	27	30	12.:3	-	1.5	-	10.64	23.01	66.35
51	400	27	60	12.:3	-	1.5	-	6.45	22.65	70.9
52	420	62	60	12.:3	-	1.5	-	45.2	33.22	21.58
53	420	62	60	15.:0	-	1.5	-	29.81	67.34	2.85
54	420	62	60	10.:5	-	1.5	-	30.65	47.64	21.71
55	400	62	30	15.:0	-	-	-	38.65	45.21	11.3

การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันโดย Simulate distillation gas chromatography
ภาชนะในเครื่อง โดย Simulate distillation G.C.

Open Tubular Columns type cappiraly columns : RTX 2887

Initial Temperature 40 °C

Final Temperature 350 °C

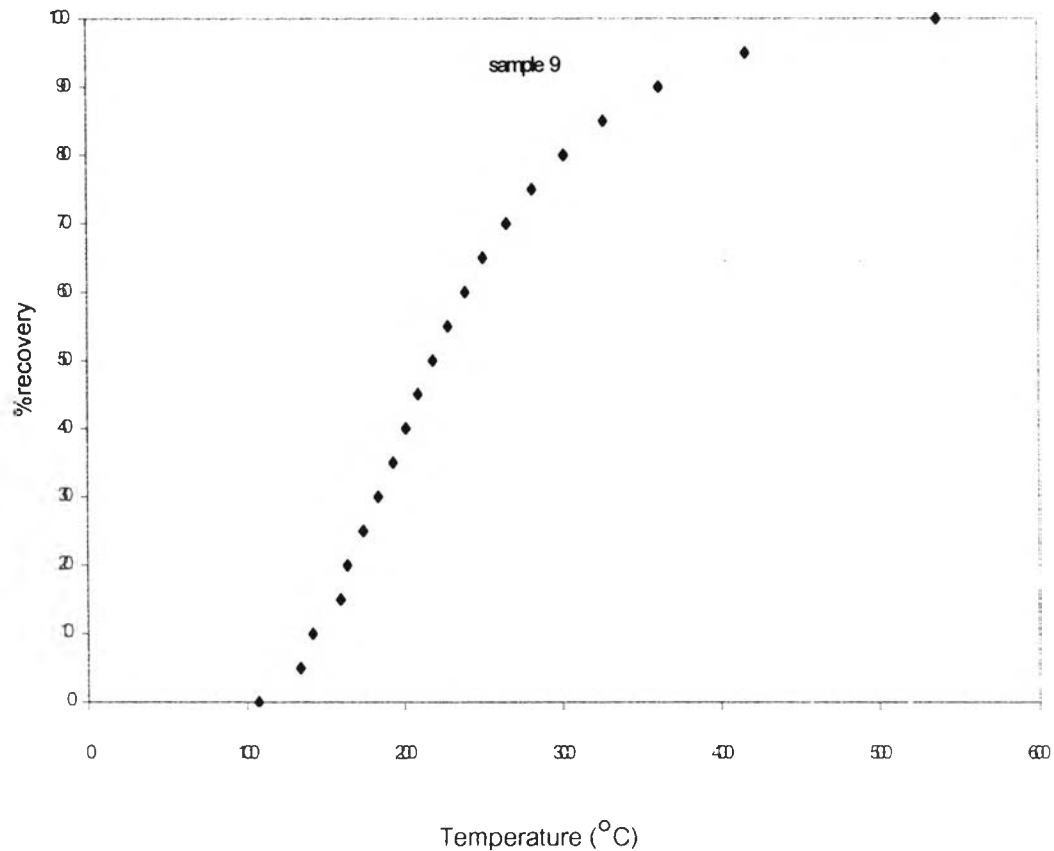
FID detector

Saple size 0.5 µL

Carrier gas helium

Programing rate 10 °C / min

รูปที่ ก.1 แสดงตัวอย่างกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์การกระจายตัวของผลิตภัณฑ์น้ำมันตัวอย่างที่ 9 ของกระบวนการร่วมระหว่างพอลิพรอพิลีนกับลิกไนต์ที่อัตราส่วน 12 : 3 จำนวน 15 กรัม โดยเติม 5% Fe / A.C. ที่อุณหภูมิ 440 องศาเซลเซียส ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น 62 บาร์ เวลา 30 นาที โดยเครื่อง simulated distillation G.C.



รูปที่ ก. 1 แสดงผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์น้ำมันโดยเครื่อง simulated distillation G.C. ที่การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย

วิธีการคำนวณ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จากการทดสอบโดยเครื่อง

Simulated distillation G.C. แสดงดังรูป ก.2

ปริมาณน้ำมันทั้งหมด = W

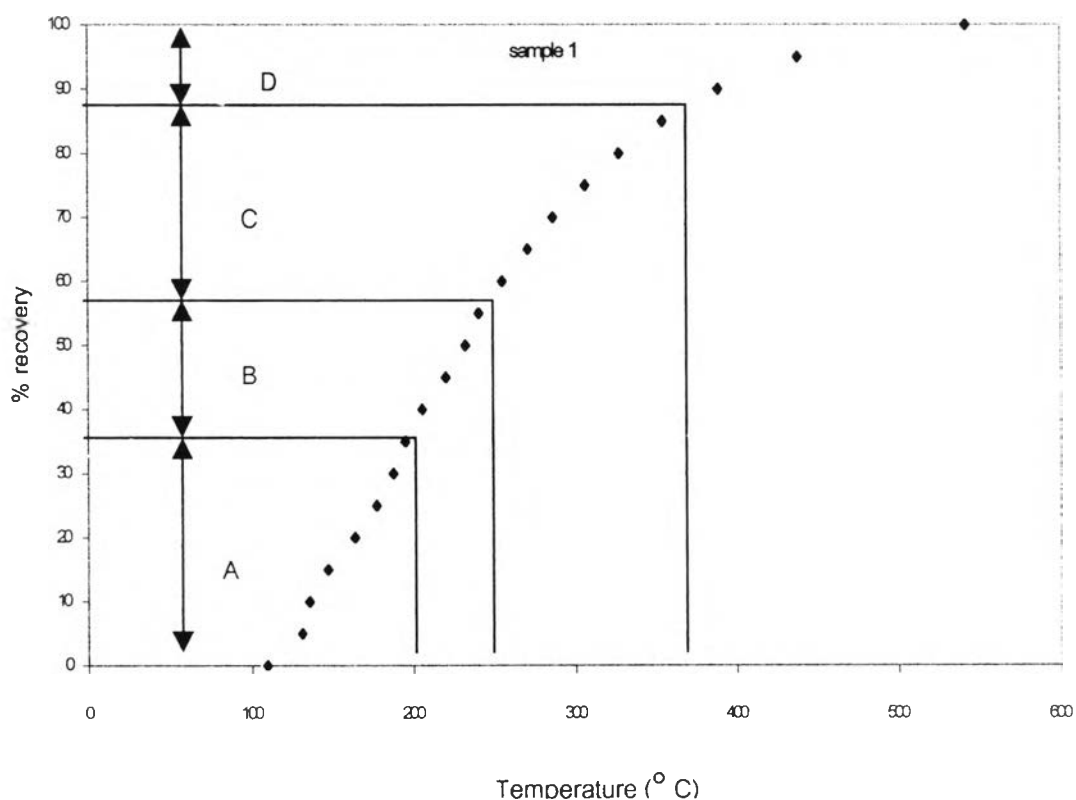
A = % recovery ในช่วงจุดเดือดของแนฟทา = IBP - 200 °C

B = % recovery ในช่วงจุดเดือดของคีโรซีน = 200 - 250 °C

C = % recovery ในช่วงจุดเดือดของแก๊สออยล์ = 250 - 370 °C

D = %recovery ในช่วงจุดเดือดของกากของแข็ง = 370°C - FBP

ปริมาณแนฟทา = $A * W / 100$



รูปที่ ก.2 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำมัน sample 1 ที่ได้จากระบวนการร่วมระหว่างพอลิพรอพิลีนกับลิแกนด์ที่อัตราส่วน 12 : 3 จำนวน 15 กรัมเติม 1% Fe / A.C. 1.5 กรัม ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ความดันแก๊สไฮโดรเจนเริ่มต้น 62 บาร์ เป็นเวลา 30 นาที โดยเครื่อง simulated distillation G.C.

ตารางที่ ก.2 ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ในช่วงจุดเดือดขององค์ประกอบน้ำมันตัวอย่างที่มีการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กบนถ่านกัมมันต์ที่มีเปอร์เซ็นต์เหล็กเป็น 1 %, 5% และ 10% ตามลำดับและไม่เติมตัวเร่งปฏิกิริยา ที่อุณหภูมิ 400 °C ความดันแก๊สไฮโดรเจน 62 บาร์ เวลา 30 นาที อัตราส่วน PP : ลิกไนต์ (12:3) และ 1.5 กรัมของตัวเร่งปฏิกิริยา โดยเครื่อง Simdis G.C.

product distribution (% wt)	1% Fe	5% Fe	10% Fe	thermal
	sample 1	sample 2	sample 3	sample 4
naphtha	27.72	28.28	25.16	6.24
kerosine	7.7	9.6	8.56	10.47
light gas oil	6.16	7.47	9.56	4.53
gas- oil	4.1	5.34	2.01	3.24
long residue	5.64	2.67	5.03	7.89

ตารางที่ ก.3 แสดงผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ในช่วงจุดเดือดขององค์ประกอบน้ำมันตัวอย่างที่มีน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยา 5 %เหล็กบนถ่านกัมมันต์ที่มีน้ำหนัก เป็น 0.75, 1.5 และ 3.0 กรัม อุณหภูมิ 400°C ภายใต้ความดันแก๊สไฮโดรเจน 62 บาร์ เวลา 30 นาที อัตราส่วน PP: ลิกไนต์ (12:3) และ โดยเครื่อง Simdis G.C.

liquid product distribution (% wt)	weight of 5% Fe / A.C. (g)		
	sample 5	sample 2	sample 6
	0.75	1.5	3
naphtha	27.2	28.28	22.69
kerosine	9.57	9.63	6.95
light gas- oil	5.04	7.43	6.48
heavy gas- oil	5.54	5.35	4.63
long residue	3.02	2.67	5.56

ตารางที่ ก.4 แสดงผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ในช่วงจุดเดือดขององค์ประกอบน้ำมันตัวอย่างที่มีน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยา 5 % เหล็กบนถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิ 380, 400, 420 และ 440 °C ภายใต้ความดันแก๊สไฮโดรเจน 62 บาร์ เวลา 30 นาที อัตราส่วน PP: ลิกไนต์ (12:3) และ 1.5 กรัมของตัวเร่งปฏิกิริยา โดยเครื่อง Simdis G.C.

example	temperature (C)	liquid product distribution (% wt)				
		naphtha	Kerosine	light gas -oil	heavy gas - oil	long residue
Sample 7	380	25.65	9.33	6.53	2.8	5.33
Sample2	400	28.28	9.6	7.47	5.34	2.67
Sample8	420	35.6	7.41	3.45	2	0.99
Sample9	440	11.34	8.27	5.84	2.45	2.76

ตารางที่ ก.5 แสดงผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ในช่วงจุดเดือดขององค์ประกอบน้ำมันตัวอย่างที่มีน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยา 5 % เหล็กบนถ่านกัมมันต์ 1.5 กรัมที่อุณหภูมิ 400 °C ภายใต้ความดันแก๊สไฮโดรเจน 27, 48, 55, 62 และ 75 บาร์ เวลา 30 นาที อัตราส่วน PP: ลิกไนต์ (12:3) และ โดยเครื่อง Simdis G.C.

liquid product distribution (%wt)	partial hydrogen pressure (bar)			
	27	48	55	62
	Sample 10	Sample11	Sample12	Sample2
naphtha	1.35	12.65	24.34	28.28
kerosine	1.29	4.7	8.76	9.6
light gas -oil	1.23	5.6	8.27	7.47
heavy gas-oil	0.9	2.94	4.38	5.34
long residue	1.68	3.54	2.92	2.67

ตารางที่ ก.6 แสดงผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ในช่วงจุดเดือดขององค์ประกอบน้ำมันตัวอย่างที่มีน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยา 5 %เหล็กบนถ่านกัมมันต์ 1.5 กรัมที่อุณหภูมิ 400°C ภายใต้ความดันแก๊สไฮโดรเจน 62 บาร์ เป็นเวลา 15, 30, 45, 60 และ 90 นาที อัตราส่วน PP: ลิกไนต์ (12:3) และโดยเครื่อง Simdis G.C.

liquid product distribution (%wt)	time (min)				
	15	30	45	60	90
	Sample13	Sample2	Sample 15	Sample16	Sample17
naphtha	11.76	28.28	30.5	30.74	20.6
kerosene	4.32	9.6	8.1	6.78	5.85
light gas-oil	3.6	7.47	5.72	4.52	4.46
heavy gas-oil	1.68	5.34	1.91	1.8	2.75
long residue	2.64	2.67	1.43	1.36	0.67

ตารางที่ ก.7 แสดงผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ในช่วงจุดเดือดขององค์ประกอบน้ำมันตัวอย่างที่มีน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยา 5 %เหล็กบนถ่านกัมมันต์ 1.5 กรัมที่อุณหภูมิ 400°C ภายใต้ความดันแก๊สไฮโดรเจน 62 บาร์ เป็นเวลา 30 นาที ที่อัตราส่วนโดยน้ำหนัก PP: ลิกไนต์ เป็น 15:0, 12:3, 10:5 และ 8: 3 โดยเครื่อง Simdis G.C.

liquid product distribution (%wt)	ratio of PP : Lignite (g)			
	12:0	12:3	12:5	8:3
	Sample18	Sample2	Sample19	Sample20
naphtha	23.87	28.28	16.25	13.22
kerosine	9.07	9.6	5.3	5.23
light gas -oil	7.64	7.47	5.65	5.23
heavy gas- oil	2.87	5.34	2.82	0.92
long residue	4.3	2.67	5.3	6.15

ภาคผนวก ข

การหาปริมาณสารระเหยได้ในถ่านหิน

ทฤษฎี

สารระเหย(Volatile Matter) เกิดจาก เมื่อถ่านหินได้รับความร้อนในที่ที่ไม่มีอากาศอยู่ในช่วงเวลาและอุณหภูมิที่กำหนด องค์ประกอบของถ่านหินที่สลายตัวได้ง่าย จะระเหยออกมาแล้ว สลายตัวเป็น 3 องค์ประกอบที่สำคัญ คือ แก๊ส น้ำมันทาร์และของเหลว

วิธีการทดลอง

(ตามมาตราฐาน ASTM D-3175 Volatile Matter In The Analysis Sample Coal and Coke)

1. ตั้งอุณหภูมิเตาเผาที่ 950°C (ใช้เตา tubular furnace)
2. ชั่งครุชชีเบิ้ลพร้อมฝา (เป็น Nickle Crucible หรือ ครุชชีเบิ้ลที่ออกแบบเฉพาะสำหรับสารระเหย) ใส่ถ่านหินที่เตรียมไว้ประมาณ 1 g. บันทึกน้ำหนักแน่นอน (0.1 mg.)
3. ปิดฝาครุชชีเบิ้ลให้สนิท แล้ววางบนห่วงของที่แขวน ยึดที่แขวนกับที่ยึด จากนั้นนำไปหาความร้อน โดยวางเหนือปากเตาเผา ที่มีอุณหภูมิประมาณ 300°C เป็นเวลา 3 นาที
4. หย่อนครุชชีเบิ้ลลงในเตา บริเวณที่มีอุณหภูมิประมาณ 600°C เป็นเวลา 3 นาที
5. หย่อนครุชชีเบิ้ลลงให้ลึกอีกให้อยู่บริเวณกึ่งกลางเตา ที่มีอุณหภูมิประมาณ 950°C เป็นเวลา 6 นาที
6. นำออกมาทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำเข้าเดสิเคเตอร์ จากนั้นนำไปชั่งแล้วบันทึกผล

ผลการทดลอง

จากสูตร

$$V = ((W_A - W_B)/W) * 100 - M$$

$$V = \text{ปริมาณสารระเหย, \%}$$

$$W_A = \text{น้ำหนักครุชชีเบิ้ล+ฝา+ตัวอย่างถ่านหินก่อนเผา, กรัม}$$

$$W_B = \text{น้ำหนักครุชชีเบิ้ล+ฝา+ตัวอย่างถ่านหินหลังเผา, กรัม}$$

$$W = \text{น้ำหนักตัวอย่าง, กรัม}$$

$$M = \text{ปริมาณความชื้น, \%}$$

หมายเหตุ

1. ใช้ความระมัดระวังในการเลื่อนตำแหน่งครุฑีเบิล ไม่ให้ฝาครุฑีเบิลเปิดออก
2. สังเกตบริเวณปากครุฑีเบิลตลอดเวลา ถ้าสะเก็ดไฟเกิดขึ้นในขณะที่ตามให้ทิ้งผลการทดลองนั้น แล้วทำใหม่



ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในถ่านหิน

ทฤษฎี

ความชื้น (Moisture) ในถ่านหิน มี 2 รูป คือ

ก. ความชื้นที่ติดแน่นในเนื้อถ่านหิน (Inherent Moisture) เกิดจากคุณสมบัติของถ่านหิน การดูดความชื้นเข้าไปในเนื้อถ่านหินเป็นปริมาณมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอายุของถ่านหิน อุณหภูมิและความชื้น ณ แหล่งกำเนิด

ข. ความชื้นอิสระ (Free Moisture) เป็นความชื้นที่ถ่านหินดูดไว้ที่ผิว ซึ่งจะสูญเสียไปเมื่อทิ้งไว้ในอากาศ ความชื้นจะมีผลต่อถ่านหินในแง่ต่าง ๆ คือ ความชื้นทำให้ถ่านหินมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งมากขึ้น และมีผลทำให้ค่าความร้อนลดลง

วิธีการทดลอง

(ตามมาตรฐาน ASTM D-3713 Moisture in the analysis sample of coal and coke)

1. ออบจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาในเตาอบที่ 105-110 °C นาน 2 ชั่วโมงแล้วปล่อยให้เย็นในเดสิเคเตอร์นำไปชั่งบันทึกน้ำหนัก
2. ใส่ถ่านหินที่เตรียมไว้ประมาณ 1 g. บันทึกน้ำหนักแน่นอน (0.5 mg.)
3. นำไปอบ ที่อุณหภูมิ 105-110 °C นาน 1 ชั่วโมง โดยแฉมฝาจานพาดไว้บนจาน
4. นำจานอะลูมิเนียมออกจากเตาเผา แล้วปล่อยให้เย็นในเดสิเคเตอร์ นำออกมาชั่ง บันทึกน้ำหนัก

ผลการทดลอง

จากสูตร

$$M = ((W_1 - W_2)/W) * 100$$

$$M = \text{ปริมาณความชื้น, \%}$$

$$W_1 = \text{น้ำหนักจาน + ฝา + ตัวอย่างก่อนอบ, กรัม}$$

$$W_2 = \text{น้ำหนักจาน + ฝา + ตัวอย่างหลังอบ, กรัม}$$

$$W = \text{น้ำหนักตัวอย่าง, กรัม}$$

ภาคผนวก ง

การหาปริมาณเถ้าในถ่านหิน

ทฤษฎี

เถ้า (Ash) เป็นสภาพที่เหลือของสารอนินทรีย์เมื่อถ่านหินถูกเผาไหม้ จัดแบ่งได้ เป็น 2 ชนิด

ก. เถ้าจากสารอนินทรีย์ในถ่านหิน (Intrinsic ash) เกิดจากสารอนินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตที่กลายเป็นถ่านหิน

ข. เถ้าที่เกิดจากสารอนินทรีย์ภายนอก (Extrinsic ash) เกิดจากการทับถมของสารอนินทรีย์บนแนวถ่านหิน ขณะกำลังเกิดการสะสมตัวของถ่านหิน เถ้าเหล่านี้เป็นส่วนที่ไม่ต้องการ เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองการขนส่ง ค่าความร้อนลดลง และก่อให้เกิดปัญหาในการใช้งาน

วิธีการทดลอง

(ตามมาตรฐาน ASTM D-3174 Ash in the analysis sample of coal and coke)

1. เผาพอร์ซเลนครุชชีเบิลในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 700-750 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นลงในเดสิเคเตอร์
2. ชั่งน้ำหนักครุชชีเบิลพร้อมฝา ใส่ถ่านหินที่เตรียมไว้ประมาณ 1 กรัม บันทึกน้ำหนักแน่นอน (± 0.0001 g.)
3. เผาครุชชีเบิลที่บรรจุถ่านหินเพื่อไล่ควันด้วยตะเกียงบุนเซน โดยใช้ไฟอ่อน ๆ เปิดฝาไว้จนหมดควัน แล้วเผาต่อจนถ่านหินร้อนแดงจึงยกออกแล้วปิดฝา
4. นำเข้าเตาเผาโดยเปิดฝาออกเผาที่อุณหภูมิ 700-750 °C นาน 2 ชั่วโมง
5. นำครุชชีเบิลพร้อมฝามาวางไว้บนแผ่นกระเบื้อง จนอุณหภูมิลดลง นำเข้าเดสิเคเตอร์ เมื่ออุณหภูมิเย็นลงจนถึงอุณหภูมิจึงนำครุชชีเบิลพร้อมฝา ไปชั่งน้ำหนักทันที บันทึกผล
6. นำครุชชีเบิล พร้อมฝาเข้าเตาเผาอีกครั้งหนึ่ง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทำซ้ำในข้อ 5
7. ทำซ้ำตามข้อ 6. จนกระทั่งน้ำหนักเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 0.001 กรัม

ผลการทดลอง

จากสูตร

$$A = ((W_3 - W_4)/W) * 100$$

$$A = \text{ปริมาณเถ้า, \%}$$

$$W_3 = \text{น้ำหนักครุฑบี้ล+ฝา+เถ้า, กรัม}$$

$$W_4 = \text{น้ำหนักครุฑบี้ล+ฝา, กรัม}$$

$$W = \text{น้ำหนักตัวอย่าง, กรัม}$$

ภาคผนวก จ

จ.1 การหาปริมาณผลิตภัณฑ์น้ำมัน

ตัวอย่างการคำนวณ

$$\% \text{yield of liquid} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำมันที่ได้}}{\text{น้ำหนักของสารตั้งต้น}} * 100$$

จ.2 การหาร้อยละการเปลี่ยนแปลงเป็นผลิตภัณฑ์

ตัวอย่างการคำนวณ

$$\% \text{ conversion} = \frac{\text{น้ำหนักของสารตั้งต้น} - \text{น้ำหนักของของแข็งที่เหลือทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักสารตั้งต้น}} * 100$$



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวธารินี กิตติเรืองทอง เกิดเมื่อวันที่ 7 กันยายน พ.ศ. 2517 ที่จังหวัด จันทบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2540 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2541