บรรณานุกรม

ทรัพยากรธรณี, กรม. เอกสารสำหรับประชาชนฉบับที่ 23. หน้า 38-56.

ทรัพยากรธรณี, กรม. กิจกรรมเกี่ยวกับทรัพยากรธรณีในประเทศไทย. อนุสรณ์วันสถาปนากรมทรัพยากรธรณีครบรอบ 80 ปี, 1 มกราคม 2514.

นารา พิทักษ์อรรถพ. การใช้ประโยชน์ของถ่านหินลิกไนท์. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, รายงานฉบับที่ 1.

วิทยาศาสตร์, กรม. รายงานกิจกรรมฉบับที่ 15. หน้า 51-53, พ.ศ. 2494-2495.

สำนักงานพลังงานแห่งชาติ, สำนักนายกรัฐมนตรี. เชื้อเพลิงและพลังงานของประเทศไทย.

American Society for Testing and Materials (1973). Annual Book of ASTM Standards. Part 19. (Philadelphia).

Davis, J. D., Reynolds, D. A., Brewer, R. E., Walfson, D. E., Naugle, B. W., Frederic, W. H., and Birge. Carbonizing Properties. USPM., Bulletin 511.

Goodman, John B., Gomez, Manuel., and Parry, V. F. Laboratory Carbonization Assay of Low-rank Coals at Low, medium, and high Temperatures. USBM., RI. 5383. 1958.

Harold, Dr., Rose, J. (Vice President and Director of Research,. Bituminous Coal Research, Inc. Coal. Reprinted from Encyclopedia of Chemical Technology. Vol. 4, pp.86-134. New york: The Interscience Encyclopedia, Inc. 1949.

Hoeppner, J. J., Opland, M.L., and Fowkers, W.W. Carbonization Characteristics of some North-central United States Lignites. USBM., RI. 5260.

Hood, O. P., and ODell, W. W. Investigations of The Preparation and Use of Lignite. (1918-1925). USBM., Bulletin 255.

Karn, F. S., Sharkey, A. G. Jr., Logar, A. F., and Friedel, R. A. Coal Investigations Using Laser Irradiation. USBM., RI. 7328.

Landers, W. S., Gomez, Manuel., and Wagner, E. O. Entrainment Carbonization of Texas Lignite. USBM., Bulletin 639. 1968.

Parry, V. F., Goodman, J. B., Landers, W. S., Wagner, E. O., and Allen R. R. Utilization of South Arcot, India Lignite. USBM., RI. 5351.

Staff, Office of the Director of Coal Research. Methods of Analyzing and Testing Coal and Coke. USBM., Bulletin 638.

The comittee on Chemistry of Coal, division of Chemistry and Chemical Technology, National Academy of Sciences-National Research Counell. Chemistry of Coal Utilization, supplementary vol. Edited by H. H. Lowry. New York: John Wiley & Son Inc. 1963.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

คุณสมบัติของลิกไนท์และถ่านสุก (Air-dried basis)

ตารางที่ 13 คุณสมบัติของลิกไนท์ในประเทศไทย (Air-dried basis)

คุณสมบัติ	ลิกไนท์จากแหล่ง		
	สี้	แม่เมาะ	บางปูดำ
ความชื้น,%	11.4	12.3	13.8
เถ้า,%	4.9	7.6	13.4
ถ่านคงตัว,%	43.2	39.8	35.3
สารระเหิด,%	40.5	40.3	37.5
กำมะถัน,%	1.7	1.9	4.1
ไนโตรเจน,%	1.2	2.1	1.6
heating value, Btu/lb	9,280	8,200	7,320

ตารางที่ 14 ตารางที่ 15 และตารางที่ 16 แสดงคุณสมบัติของถ่านสุกของลิกไนท์จากแหล่งสี้ แม่เมาะ และบางปูดำ (Air-dried basis) ตามลำดับ

ตารางที่ 14 คุณสมบัติของถ่านสุกของลิกไนท์จากแหล่งลี้ (Air-dried basis)

คุณสมบัติ	อุณหภูมิของถ่านสุก, °ซ					
	400	500	600	700	800	900
ความชื้น,%	5.2	5.4	3.8	4.4	5.4	6.3
เถ้า,%	7.2	7.6	9.6	9.4	10.2	11.4
ถ่านคงตัว,%	65.1	66.9	72.1	75.2	77.3	77.8
สารระเหิด,%	22.5	20.1	14.5	11.0	7.1	4.5
กำมะถัน,%	1.2	1.3	1.6	1.4	1.6	1.3
ไนโตรเจน,%	1.6	1.4	1.5	1.7	1.1	1.0

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 คุณสมบัติของถ่านสุกของลิกไนท์จากแหล่งแม่เมาะ (Air-dried basis)

คุณสมบัติ	อุณหภูมิของถ่านสุก, °ซ					
	400	500	600	700	800	900
ความชื้น,%	4.3	4.4	3.9	4.0	3.9	4.5
เถ้า,%	13.0	13.1	13.5	14.1	16.7	15.3
ถ่านคงตัว,%	53.2	56.7	64.3	70.7	72.1	74.6
สารระเหิด,%	29.5	25.8	18.3	11.2	7.3	5.6
กำมะถัน,%	2.7	2.2	2.8	3.0	3.2	3.1
ไนโตรเจน,%	2.5	2.3	2.2	2.5	1.5	1.0

ตารางที่ 16 คุณสมบัติของถ่านสุกของลิกไนท์จากแหล่งบางปูดำ (Air-dried basis)

คุณสมบัติ	อุณหภูมิของถ่านสุก, °ซ					
	400	500	600	700	800	900
ความชื้น,%	4.3	4.1	3.2	2.7	2.0	2.8
เถ้า,%	20.1	19.6	22.1	23.5	25.5	24.2
ถ่านคงตัว,%	50.7	54.3	59.8	59.8	64.5	66.3
สารระเหิด,%	24.9	22.0	14.9	14.0	8.0	6.7
กำมะถัน,%	4.8	4.7	4.7	5.1	4.5	4.5
ไนโตรเจน,%	1.7	1.4	1.5	1.7	1.3	1.0

การคำนวณหาปริมาณความชื้น, เถ้า, ถ่านคงตัว, สารระเหิด, กำมะถัน และไนโตรเจนของถ่านหิน และถ่านสุก มีดังนี้คือ:

ความชื้น,% = $\frac{\text{น.น.ที่หายไปเมื่ออบ} \times 100}{\text{น.น.ตัวอย่าง}}$

= $\frac{0.1226 \times 100}{1.0735}$ = 11.4

เถ้า,% = $\frac{\text{น.น.ของเถ้า} \times 100}{\text{น.น.ตัวอย่าง}}$

= $\frac{0.0522 \times 100}{1.0735}$ = 4.9

สารระเหิด,% = $\frac{\text{น.น.สารระเหิด} \times 100}{\text{น.น.ตัวอย่าง}}$

= $\frac{0.4014 \times 100}{0.9912}$ = 40.5

ถ่านคงตัว,% = 100 - (%ความชื้น + %เถ้า + %สารระเหิด)

= 100 - (11.4 + 4.9 + 40.5) = 43.2

กำมะถัน,% = $\frac{(\text{น.น.แบเรี่ยมซัลเฟท} - \text{blank}) \times 13.74}{\text{น.น.ตัวอย่าง}}$

= $\frac{0.1242 \times 13.74}{1.0042}$ = 1.7

ไนโตรเจน,%

= $\frac{[(\text{จำนวนช.ช.ของกรด} \times \text{ความเข้มข้นของกรด}) - (\text{จำนวนช.ช.ของด่าง} \times \text{ความเข้มข้นของด่าง})] \times 1.4}{\text{น.น.ตัวอย่าง}}$

= $\frac{0.8527 \times 1.4}{0.9948}$ = 1.2

ตัวอย่างการคำนวณ Air-dried basis เป็น MAF basis

ถ่านคงตัว(MAF),%

$$= \frac{\%\text{ถ่านคงตัว} \times 100}{100 - \%\text{ความชื้น} - \%\text{เถ้า}}$$

$$= \frac{43.2 \times 100}{100 - 11.4 - 4.9} = 51.6$$

สารระเหิด(MAF),%

$$= \frac{\%\text{สารระเหิด} \times 100}{100 - \%\text{ความชื้น} - \%\text{เถ้า}}$$

$$= \frac{40.5 \times 100}{100 - 11.4 - 4.9} = 48.4$$

กำมะถัน(MAF),%

$$= \frac{\%\text{กำมะถัน} \times 100}{100 - \%\text{ความชื้น} - \%\text{เถ้า}}$$

$$= \frac{1.7 \times 100}{100 - 11.4 - 4.9} = 2.0$$

ไนโตรเจน(MAF),%

$$= \frac{\%\text{ไนโตรเจน} \times 100}{100 - \%\text{ความชื้น} - \%\text{เถ้า}}$$

$$= \frac{1.2 \times 100}{100 - 11.4 - 4.9} = 1.4$$

ตัวอย่างการคำนวณทั้งหมดใช้ค่าคุณสมบัติของลิกไนท์และถ่านสุกจากแหล่งลี้

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

ผลิตผลของการกลั่นสลาย

โดยน้ำหนัก %Yield และ %MAF basis

ตารางที่ 17 ตารางที่ 18 และตารางที่ 19 แสดงผลิตผลของการกลั่นสลายที่อุณหภูมิ 400°ซ - 900°ซ ของลิกไนท์จากแหล่งสี แม่เมาะ และบางปูดำ ตามลำดับ

การคำนวณ Material Balance

ในการทดลองใช้ลิกไนท์เพื่อกลั่นสลายครั้งละ 200 กรัม โดยการสมมุติให้ปริมาณการสูญเสียเป็น 0.1 %

ในที่นี้ใช้ตัวอย่างจากผลิตผลของการกลั่นสลายที่ 400°ซ ของลิกไนท์จากแหล่งสี ดังนี้คือ:-

น้ำที่ได้จากการกลั่นสลาย	=	37.3	กรัม
น้ำมันดิน	=	11.7	"
น้ำมันเบา	=	1.3	"
ถ่านสุก	=	112.2	"
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	=	0.7	"
ก๊าซ	=	36.6	"
		199.8	กรัม

ตารางที่ 17 ผลิตผลของการกลั่นสลายลิกไนท์จากแหล่งลี้ โดยน้ำหนัก %Yield และ %MAF

อุณหภูมิของการกลั่นสลาย, °ซ	400			500			600		
Basis	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)
ผลิตผลของการกลั่นสลาย :									
ความชื้นจากผิวนอกของลิกไนท์	22.8	11.4	-	22.8	11.4	-	22.8	11.4	-
น้ำภายในโมเลกุลของลิกไนท์	14.5	7.3	8.7	17.2	8.6	10.3	15.8	7.9	9.4
น้ำมันดิน	11.7	5.9	7.0	13.1	6.6	7.8	10.9	5.5	6.5
น้ำมันเบา	1.3	0.7	0.8	1.7	0.9	1.0	2.9	1.5	1.7
ถ่านสุก	112.2	56.2	61.3	107.4	53.8	58.4	105.1	52.6	57.0
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	0.7	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
ก๊าซ	36.6	18.3	21.9	37.2	18.6	22.2	42.1	21.1	25.2

ตารางที่ 17 ผลิตผลของการกลั่นสลายลิกไนท์จากแหล่งลี้ โดยน้ำหนัก %Yield และ %MAF (ต่อ)

อุณหภูมิของการกลั่นสลาย, °ซ	700			800			900		
Basis	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)
ผลิตผลของการกลั่นสลาย									
ความชื้นจากผิวนอกของลิกไนท์	22.8	11.4	-	22.8	11.4	-	22.8	11.4	-
น้ำภายในโมเลกุลของลิกไนท์	20.2	10.0	12.0	22.4	11.2	13.4	22.6	11.3	13.5
น้ำมันดิน	14.1	7.1	8.4	13.8	6.9	8.3	13.0	6.5	7.8
น้ำมันเบา	1.8	0.9	1.1	1.1	0.5	0.7	2.0	1.0	1.2
ถ่านสุก	98.3	49.2	53.0	93.3	46.7	49.9	91.3	45.7	48.8
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	1.4	0.7	0.8	2.1	1.1	1.3	1.8	0.9	1.1
ก๊าซ	41.4	20.7	24.8	44.3	22.2	26.5	46.3	23.2	27.7

ตารางที่ 18 ผลิตผลของการกลั่นสลายลิกไนท์จากแหล่งแม่เมาะ โดยน้ำหนัก %Yield และ %MAF

อุณหภูมิของการกลั่นสลาย, °ซ	400			500			600		
Basis	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)
ผลิตผลของการกลั่นสลาย :									
ความชื้นจากผิวนอกของลิกไนท์	24.7	12.4	-	24.7	12.4	-	24.7	12.4	-
น้ำภายในโมเลกุลของลิกไนท์	26.1	13.1	16.3	29.7	14.9	18.6	30.0	15.0	18.8
น้ำมันดิน	5.7	2.8	3.6	2.5	1.3	1.6	0.9	0.5	0.6
น้ำมันเบา	0.9	0.5	0.6	1.1	0.5	0.7	0.9	0.5	0.6
ถ่านสุก	119.9	60.0	65.5	112.9	56.5	61.1	105.6	52.8	56.5
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
ก๊าซ	22.4	11.2	14.0	28.6	14.3	17.9	37.6	18.8	23.5

ตารางที่ 18 ผลิตผลของการกลั่นสลายลิกไนท์จากแหล่งแม่เมาะ โดยน้ำหนัก %Yield และ %MAF (ต่อ)

อุณหภูมิของการกลั่นสลาย, °ซ	700			800			900		
Basis	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)
ผลิตผลของการกลั่นสลาย :									
ความชื้นจากผิวนอกของลิกไนท์	24.7	12.4	-	24.7	12.7	-	24.7	12.4	-
น้ำภายในโมเลกุลของลิกไนท์	28.2	14.3	17.8	28.2	14.4	18.0	28.1	14.1	17.6
น้ำมันดิน	1.3	0.7	0.8	0.5	0.3	0.3	1.4	0.7	0.9
น้ำมันเบา	0.9	0.5	0.6	0.9	0.5	0.6	0.9	0.5	0.6
ถ่านสุก	95.6	47.8	50.3	91.8	45.9	47.9	89.5	44.8	46.5
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	0.4	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ก๊าซ	48.4	24.2	30.3	53.0	26.5	33.1	55.1	27.5	34.4

ตารางที่ 19 ผลิตผลของการกลั่นสลายลิกไนท์จากแหล่งบางปูดำ โดยน้ำหนัก %Yieldและ %MAF

อุณหภูมิของการกลั่นสลาย, °ซ	400			500			600		
Basis	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)
ผลิตผลของการกลั่นสลาย :									
ความชื้นจากผิวนอกของลิกไนท์	27.5	13.8	-	27.5	13.8	-	27.5	13.8	-
น้ำภายในโมเลกุลของลิกไนท์	3.3	1.7	2.3	11.0	5.5	7.6	7.4	3.7	5.1
น้ำมันดิน	1.6	0.8	1.1	3.0	1.5	2.1	1.7	0.9	1.2
น้ำมันเบา	1.2	0.6	0.8	1.7	0.9	1.2	1.3	0.7	0.9
ถ่านสุก	127.7	63.9	69.3	122.3	61.2	65.6	112.6	56.4	59.0
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	0.6	0.3	0.4	1.0	0.5	0.7	0.4	0.1	0.3
ก๊าซ	37.9	19.0	26.0	33.3	16.7	22.9	48.9	24.5	33.6

ตารางที่ 19 ผลิตผลของการกลั่นสลายลิกไนท์จากแหล่งบางปูดำ โดยน้ำหนัก %Yield และ %MAF (ต่อ)

อุณหภูมิของการกลั่นสลาย, °ซ	700			800			900		
Basis	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)	Weight (gm.)	Yield (%)	MAF (%)
ผลิตผลของการกลั่นสลาย :									
ความชื้นจากผิวนอกของลิกไนท์	27.5	13.8	-	27.5	13.8	-	27.5	13.8	-
น้ำภายในโมเลกุลของลิกไนท์	7.5	3.8	5.2	7.0	3.5	4.8	13.7	6.9	9.4
น้ำมันดิน	2.0	1.0	1.4	1.2	0.6	0.8	1.4	0.7	1.0
น้ำมันเบา	1.6	0.8	1.1	1.2	0.6	0.8	0.9	0.5	0.6
ถ่านสุก	113.0	56.6	59.2	103.2	51.7	52.5	101.8	51.0	51.5
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	0.8	0.4	0.5	0.3	0.2	0.2	0.7	0.4	0.5
ก๊าซ	47.4	23.7	32.6	59.4	29.7	40.8	53.8	26.9	37.0

คุณสมบัติของลิกไนท์จากแหล่งลี้:-

	เปอร์เซนต์	กรัมของการกลั่นสลาย
ความชื้น (น้ำจากผิวของลิกไนท์)	11.4	22.8
สารระเหิด	40.5	81.0
ถ่านคงตัว	43.2	86.3
เถ้า	4.9	9.7
	100.0	199.8

น้ำที่อยู่ภายในโมเลกุลของลิกไนท์ = 37.3 - 22.8 = 14.5

การคำนวณเปอร์เซนต์ผลิตผล

ความชื้นจากผิวของลิกไนท์, % = $\frac{\text{น.น.ความชื้นที่ผิว} \times 100}{\text{น.น.รวมหลังจากกลั่น}}$

= $\frac{22.8 \times 100}{199.8}$ = 11.4

น้ำที่อยู่ในโมเลกุลของลิกไนท์, % = $\frac{\text{น.น.น้ำในโมเลกุล} \times 100}{\text{น.น.รวมหลังจากกลั่น}}$

= $\frac{14.5 \times 100}{199.8}$ = 7.3

น้ำมันดิน, % = $\frac{\text{น.น.น้ำมันดิน} \times 100}{\text{น.น.รวมหลังจากกลั่น}}$

= $\frac{11.7 \times 100}{199.8}$ = 5.9

น้ำมันเบา, % = $\frac{\text{น.น.น้ำมันเบา} \times 100}{\text{น.น.รวมหลังจากกลั่น}}$

= $\frac{1.3 \times 100}{199.8}$ = 0.7

ถ่านสุก,% = $\frac{\text{น.น.ถ่านสุก} \times 100}{\text{น.น.รวมหลังจากกลั่น}}$

= $\frac{112.2 \times 100}{199.8}$ = 56.2

ไฮโดรเจนซัลไฟด์,% = $\frac{\text{น.น.ไฮโดรเจนซัลไฟด์} \times 100}{\text{น.น.รวมหลังจากกลั่น}}$

= $\frac{0.7 \times 100}{199.8}$ = 0.4

ก๊าซ,% = $\frac{\text{น.น.ก๊าซ} \times 100}{\text{น.น.รวมหลังจากกลั่น}}$

= $\frac{36.6 \times 100}{199.8}$ = 18.3

การคำนวณเปอร์เซนต์ MAF

น้ำที่อยู่ในโมเลกุล,% = $\frac{\text{น.น.น้ำในโมเลกุล} \times 100}{\text{น.น.รวมหลังจากกลั่น} - \text{น.น.ความชื้น} - \text{น.น.เถ้า}}$

= $\frac{14.5 \times 100}{199.79 - 22.81 - 9.71}$ = 8.7

น้ำมันดิน,% = $\frac{\text{น.น.น้ำมันดิน} \times 100}{\text{น.น.รวมหลังจากกลั่น} - \text{น.น.ความชื้น} - \text{น.น.เถ้า}}$

= $\frac{11.7 \times 100}{199.79 - 22.81 - 9.71}$ = 7.0

น้ำมันเบา,% = $\frac{\text{น.น.น้ำมันเบา} \times 100}{\text{น.น.รวมหลังจากกลั่น} - \text{น.น.ความชื้น} - \text{น.น.เถ้า}}$

= $\frac{1.3 \times 100}{199.79 - 22.81 - 9.71}$ = 0.8

ถ่านสุก,% = $\frac{(\text{น.น.ถ่านสุก} - \text{น.น.เถ้า}) \times 100}{\text{น.น.รวมหลังจากกลั่น} - \text{น.น.ความชื้น} - \text{น.น.เถ้า}}$

= $\frac{(11.2 - 9.71) \times 100}{199.79 - 22.81 - 9.71}$ = 61.3

ไฮโดรเจนซัลไฟด์,% = $\frac{\text{น.น.ไฮโดรเจนซัลไฟด์ x 100}}{\text{น.น.รวมหลังจากกลั่น - น.น.ความชื้น - น.น.เถ้า}}$

= $\frac{0.7 \times 100}{199.79 - 22.81 - 9.71}$ = 0.4

ก๊าซ,% = $\frac{\text{น.น.ก๊าซ x 100}}{\text{น.น.รวมหลังจากกลั่น - น.น.ความชื้น - น.น.เถ้า}}$

= $\frac{36.6 \times 100}{199.79 - 22.81 - 9.71}$ = 21.9

ประวัติ

นางสาวผกามาศ ภูวัฒนานุสรณ์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีในปีการศึกษา 2513 จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำวิทยาลัยครูพระนคร กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ