บทที่ 3

การกลั่นสลายถ่านหินลิกไนท์

เมื่อถ่านหินถูกเผาจะมีการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลภายในเนื้อถ่านหิน โดยเริ่มจากความชื้น น้ำโมเลกุลและก๊าซซึ่งถูกดูดซึมอยู่ในเนื้อถ่านหินถูกขับออกมาก่อน จากนั้นไฮโดรคาร์บอน-โมเลกุลเล็ก ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเนื้อถ่านหิน จะแตกตัวและสลายออกมาเป็นก๊าซ และถ้าเผาต่อไปจนอุณหภูมิสูงกว่า 1000 °ซ โครงสร้างของเนื้อถ่านหินจะแตกตัวต่อไป

การกลั่นสลายถ่านหินลิกไนท์ก็คือกรรมวิธีเผาถ่านหินลิกไนท์ในที่ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความดันของก๊าซที่มีอยู่ภายในภาชนะที่ใช้ได้ เพื่อไล่สารมลทินและสารระเหิดที่อยู่ในถ่านหิน เป็นการเพิ่มปริมาณถ่านคงตัวและค่าความร้อนให้สูงขึ้น ชนิดของปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในขณะเผาไหม้เป็นทั้งออกซิเดชั่นและรีดักชั่น ซึ่งผลิตผลที่ได้จากขบวนการ มีดังนี้คือ

ก. ผลิตผลที่เป็นก๊าซ ประกอบไปด้วยไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลเล็ก ๆ ออกไซด์ของกำมะถัน ไอน้ำและอื่น ๆ ซึ่งเมื่อนำผลิตผลนี้ไปกำจัดกำมะถัน ไอน้ำและก๊าซมลทินอื่น ๆ ให้เหลือเพียงไฮโดรคาร์บอนก๊าซ ก็สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ สำหรับการกลั่นสลายที่อุณหภูมิสูง จะให้ผลิตผลที่เป็นก๊าซมากกว่าการกลั่นสลายที่อุณหภูมิต่ำ

ข. ผลิตผลที่เป็นของเหลว ประกอบไปด้วยน้ำมันดิน ไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลใหญ่ขึ้น น้ำมันดิบ น้ำมันเบาและน้ำ ซึ่งเมื่อนำไปแยกแต่ละอย่างให้บริสุทธิ์ ก็สามารถจะได้น้ำมันเชื้อ-เพลิง และสารปิโตรเคมี

จากตารางที่ 4 แสดงสารเคมีซึ่งได้จากการกลั่นสลายน้ำมันดินที่อุณหภูมิ 600 °ซ - 620 °ซ โดย Jager and Kattwinkel (Ref. Chemistry of Coal Utilization)

น้ำมันดินมักมีสีดำหรือสีน้ำตาลแก่ สารเคมีซึ่งผลิตได้จากน้ำมันดินใช้ประโยชน์ในการสังเคราะห์สี (dyes) ยารักษาโรคและเป็นสารตั้งต้นของสารอินทรีย์อื่น ๆ

ตารางที่ 4 สารเคมีซึ่งผลิตจากน้ำมันดินที่อุณหภูมิต่ำ (600° ซ - 620° ซ)

Investigator / % by wt. on Dry Tar	ประเทศเยอรมัน	ประเทศอังกฤษ	ประเทศฝรั่งเศส
n-Pentane	0.2	10.04	0.5
n-Hexane	0.3	16.31	2.0
n-Heptane	0.15	3.54	2.5
n-Octane	0.30	4.34	1.5
n-Nonane	0.15	9.62	1.0
n-Decane	0.31	2.68	0.5
n-Undecane	present	-	0.2
1-Pentane	0.15	4.32	1.0
2-Pentane			
1-Hexane	0.15	3.03	4.0
2-Hexane		1.42	
3-Hexane			
1-Heptene	0.15	4.71	5.0
2-Heptene		0.32	
3-Heptene			
1-Octane	0.15	1.48	2.0
1-Nonene	0.15		2.0
1-Decene	0.15		1.0
1-Undecene	present		0.4

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

ค. ผลิตผลที่เป็นของแข็งเรียกว่า ถ่านสุก (Char) หรือ "เซมิโค้ก" (Semicoke) ทั้งนี้เพราะถ่านสุกนั้นสามารถนำไปทำโค้กเทียมได้ ถ่านสุกที่ได้จากการกลั่นสลายที่อุณหภูมิต่ำ จะมีคุณสมบัติต่างกับถ่านสุกที่ได้จากการกลั่นสลายที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเรียกว่า High temperature true coke ลักษณะเนื้อจะมีสีดำหรือเทาด้าน แข็งน้อยกว่า น้ำหนักเบากว่า และความหนาแน่นต่ำ ถ่านสุกที่ได้จากการกลั่นสลายที่อุณหภูมิต่ำ มีความพรุนสูง ประกอบกับเวลาเผาให้ก๊าซไฮโดรเจนมาก จึงติดไฟได้ง่าย และใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงได้ดี เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงทุ่งต้มในครัวเรือน และในโรงงานอุตสาหกรรม ถ้าเป็นโค้กหรือโค้กเทียมก็ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาถลุงเหล็ก ตลอดจนโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้อุณหภูมิสูง นอกจากนั้นยังสามารถใช้ประโยชน์เป็นตัวลดออกซิเจน (Reducing agent) ในปฏิกริยาเคมีต่าง ๆ ใช้ทำขั้วไฟฟ้า (Electrodes) และยังเป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารเคมีพวกคาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2) เอทีลีน (Ethylene) และสารอินทรีย์พวกอโรเมติค (Aromatics) เป็นต้น

3.1 การแบ่งชนิดของการกลั่นสลาย

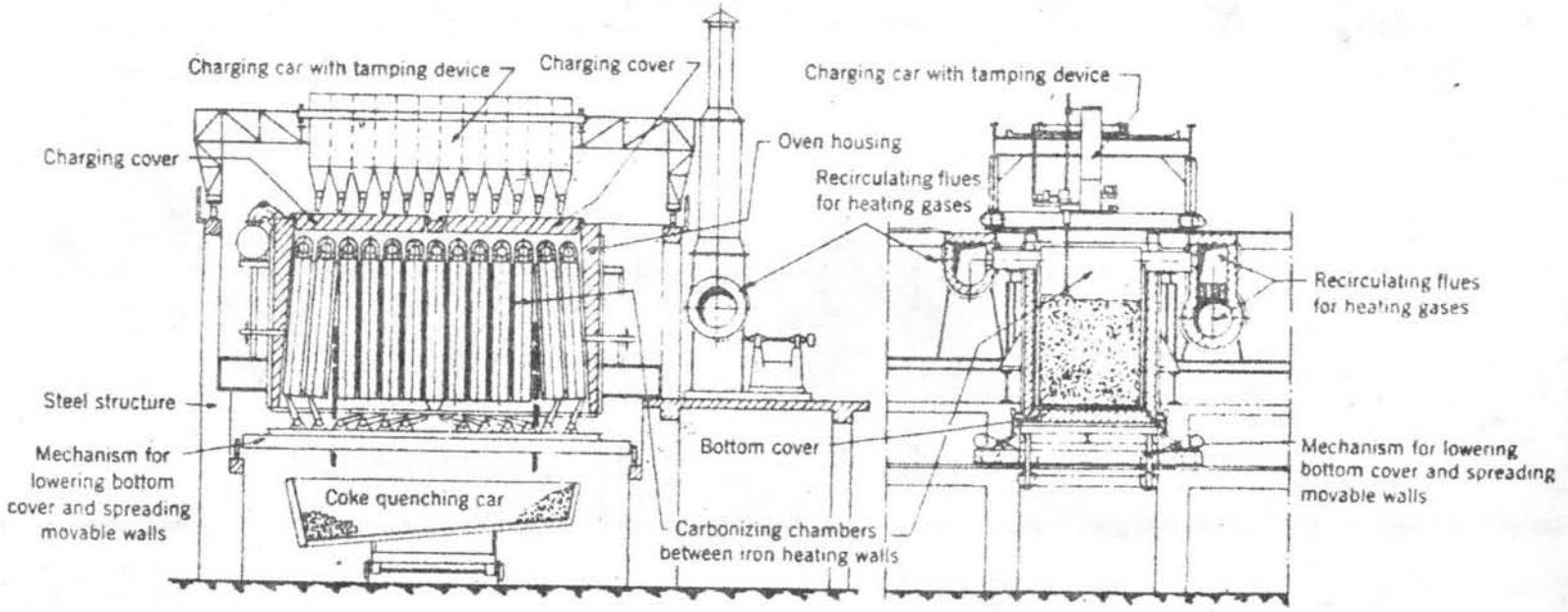
ในการกลั่นสลายลิกไนท์ อาจแบ่งโดยถือช่วงอุณหภูมิเป็นหลักได้ 3 ชนิด คือ การกลั่นสลายที่อุณหภูมิต่ำ มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 400 °ซ - 600 °ซ การกลั่นสลายที่อุณหภูมิปานกลาง มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 600 °ซ - 750 °ซ และการกลั่นสลายที่อุณหภูมิสูง ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 750 °ซ - 1000 °ซ หรือสูงกว่า

สำหรับการกลั่นสลายที่ปฏิบัติกันมากมีเพียง 2 ชนิด คือ

3.1.1 การกลั่นสลายที่อุณหภูมิต่ำ เป็นการกลั่นสลายที่ต้องการให้ได้ถ่านสุกเป็นปริมาณมาก ซึ่งมีกรรมวิธีการกลั่นสลายเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

3.1.1.1 การใช้รีทอร์ตแบบตั้ง (Verticle retorts) ดังตัวอย่างรูปที่ 4

กรรมวิธีของ Brennstoff-Technik นี้ ถ่านหินที่ถูกกลั่นได้รับความร้อน



รูปที่ 4 กรรมวิธีกลั่นสลายโดยใช้รีทอร์ตแบบตั้งของ Brennstoff-Technik.
(Ref. Chemistry of Coal Utilization)

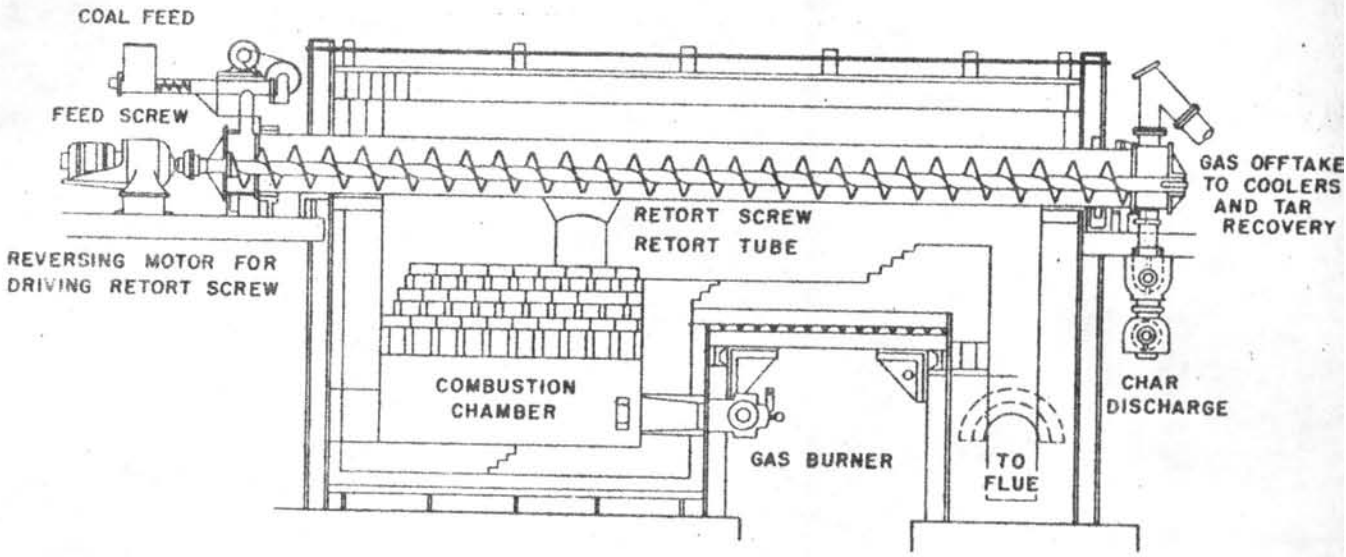
สูง โดยการออกแบบเตาให้แคบ แทนที่จะใช้การเร่งไฟ อุณหภูมิภายในรีทอร์ตอยู่ที่ประมาณ 650 °ซ ตัวเตาทำด้วยเหล็กกล้าแทนอิฐทนไฟ เพื่ออาศัยการนำไฟฟ้าที่ดีของเหล็กทำให้เตาร้อนดียิ่งขึ้น กรรมวิธีของ Brennstoff-Technik ให้ผลผลิตของถ่านสุกดีมาก ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลิตผลของการกลั่นสลายโดยกรรมวิธีของ Brennstoff-Technik

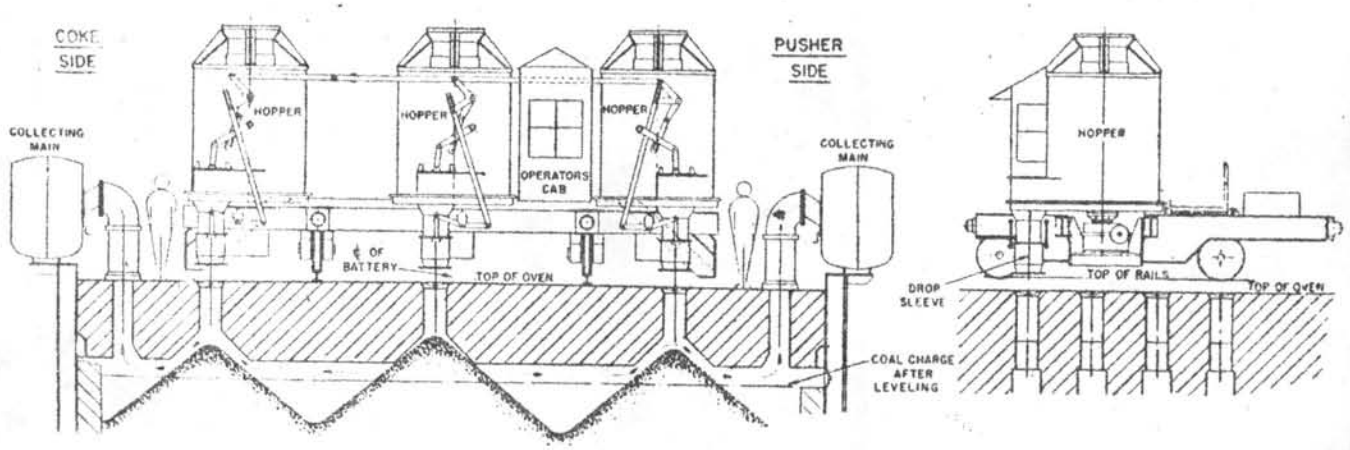
	Yield Per Ton Dry Coal	
Char	1500	lb
Tar	19.7	gal
Light oil	2.6	gal
Ammonia	2.2	lb
Total gas	4550	lb
Gross heating value of gas	680 to 793	Btu/std cu ft.

3.1.1.2 การใช้รีทอร์ตแบบนอน (Horizontal retorts)

ตัวรีทอร์ตเป็นรูปทรงกระบอกทำด้วยเหล็กกล้า วางนอนให้ความยาวของรีทอร์ตขนานกับทิศทางของถ่านหินที่ถูกใส่เข้าสู่เตาโดยการทำงานของแกนสกรู กรรมวิธีนี้ถ่านหินในเตาได้รับความร้อนได้หลายวิธี แต่วิธีที่ปฏิบัติกันมากก็คือ การเป่าลมร้อนจัดเข้าสู่รีทอร์ตเพื่อให้สัมผัสกับถ่านหินโดยตรง อุณหภูมิในรีทอร์ตอยู่ในช่วง 550 °ซ - 600 °ซ กรรมวิธีนี้ให้ถ่านสุกที่มีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถนำไปผสมกับถ่านหินที่มีปริมาณสารระเหิดสูงได้ เพื่อใช้ทำถ่านโค๊กที่อุณหภูมิสูง ดังตัวอย่างรูปที่ 5



รูปที่ 5 กรรมวิธีกลั่นสลายโดยใช้รีทอร์ตแบบนอนของ Hayes
(Ref. Chemistry of Coal Utilization)



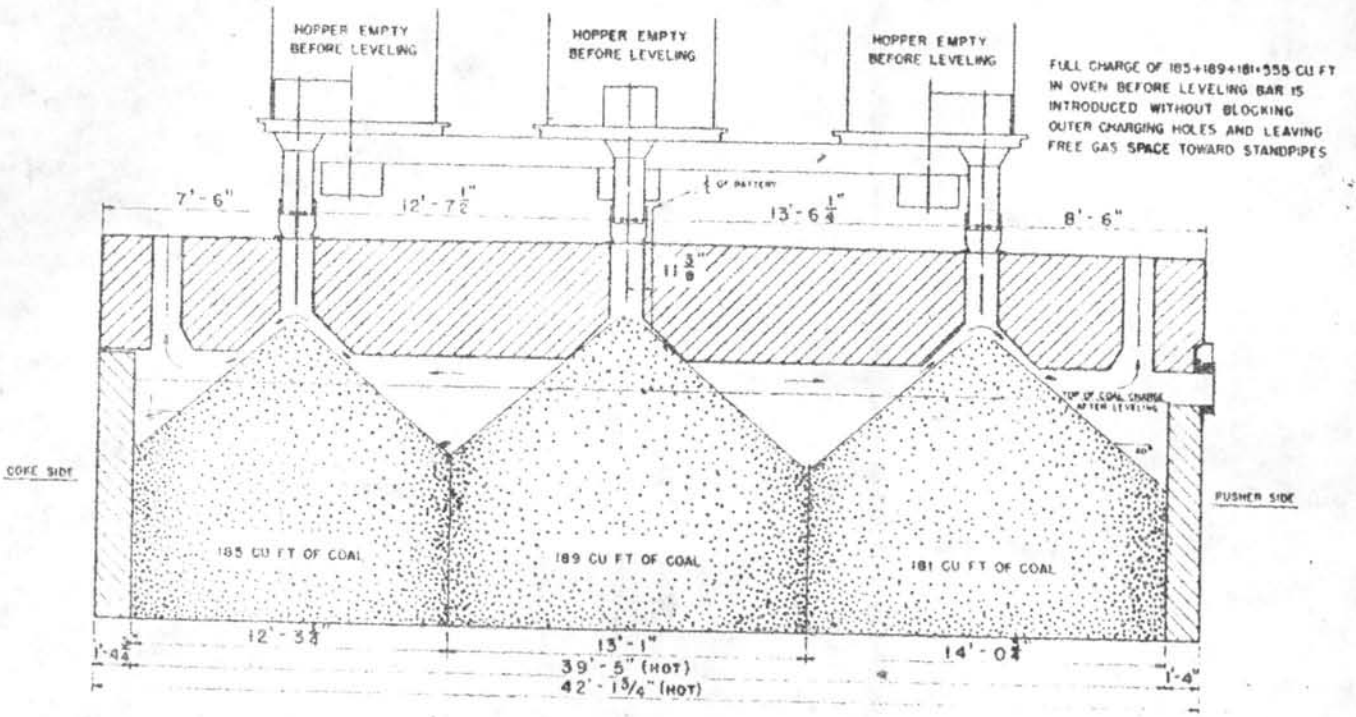
รูปที่ 6 แสดงการป้อนถ่านหินโดยใช้ Rotating table charging car.
(Ref. Chemistry of Coal Utilization)

3.1.2 การกลั่นสลายที่อุณหภูมิสูง เป็นการกลั่นสลายเพื่อผลิตถ่านโค้กในอุตสาหกรรม เนื่องจากอุณหภูมิในเตาสูง การออกแบบและสร้างเตาจึงสำคัญมาก และกรรมวิธีที่ใช้ต้องเป็นแบบต่อเนื่องและอัตโนมัติ เช่น การป้อนถ่านหินและประตูซึ่งเปิดปิดเองโดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ 6 รูปที่ 7 และรูปที่ 8

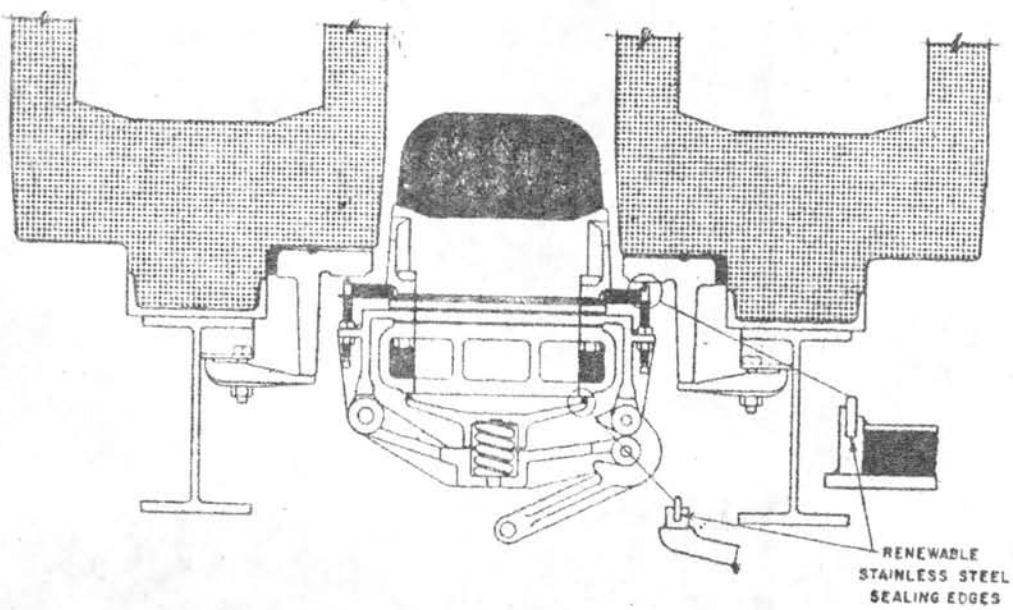
3.2 เครื่องมือที่ใช้ทำการกลั่นสลาย

รูปที่ 9 แสดงเครื่องมือทำการกลั่นสลายที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ

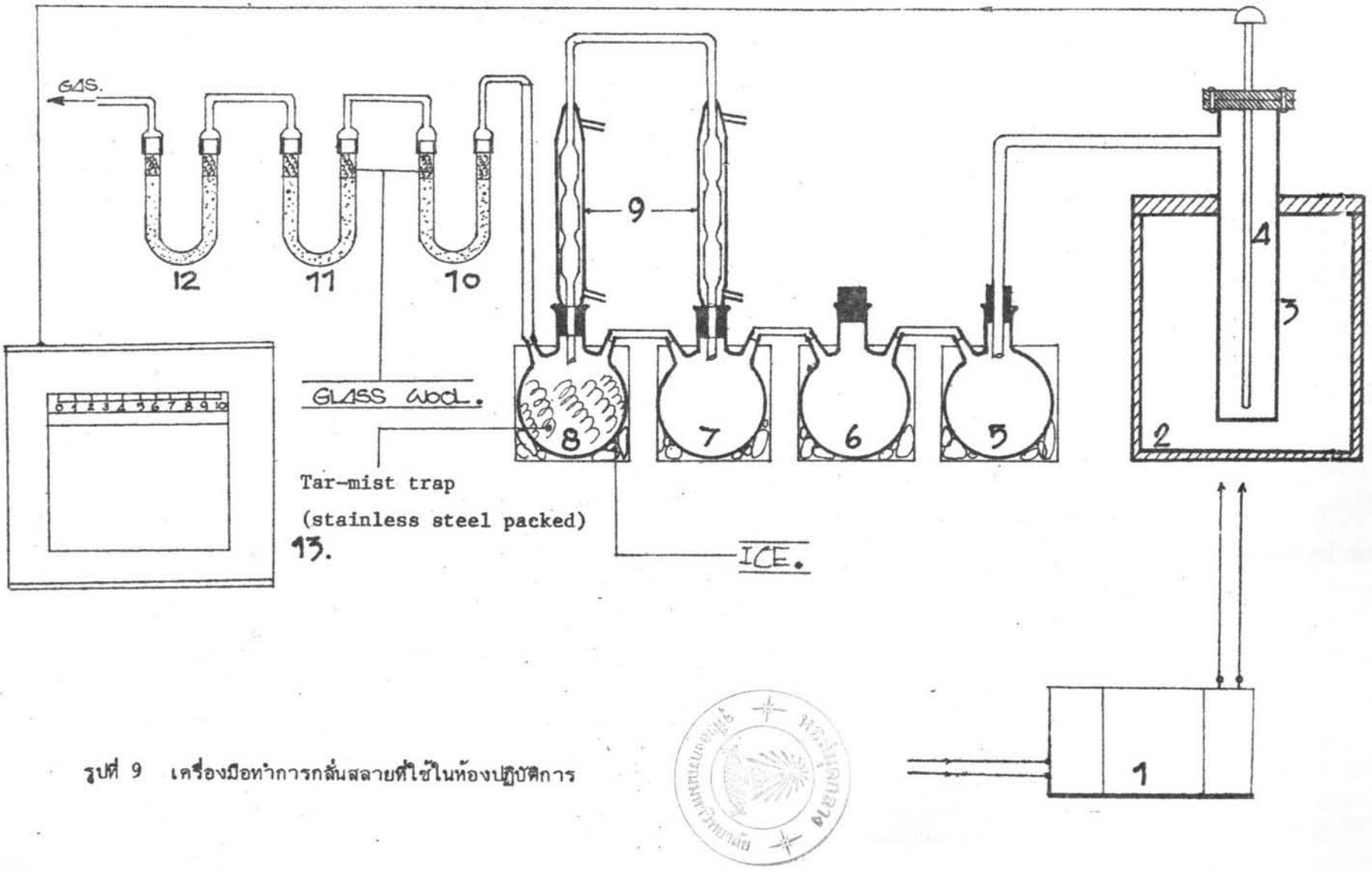
1. เครื่องแปลงไฟฟ้า (Auto-transformer)
2. เตากลั่นสลาย (Retort heating furnace)
3. รีทอร์ต (Retort)
4. เทอร์โมคอปเปิ้ล (Thermocouple)
5.-8. ภาชนะจับน้ำมันดินและน้ำ (Tar-water receiver)
9. เครื่องควบแน่น (Condenser)
10. ภาชนะบรรจุสารที่จับความชื้น (Moisture absorber)
11. ภาชนะบรรจุสารที่จับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide absorber)
12. ภาชนะบรรจุสารที่จับน้ำมันเบา (Light-oil absorber)
13. เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ (Temperature recorder)



รูปที่ 7 เตากลั่นสลายถ่านหินลิกไนท์ที่อุณหภูมิสูงแบบ Uniform oven charging
(Ref. Chemistry of Coal Utilization)



รูปที่ 8 รูปตัดแสดงประตูเตาปิดเปิดโดยอัตโนมัติ
(Ref. Chemistry of Coal Utilization)



รูปที่ 9 เครื่องมือทำการกลั่นสลายที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

3.3 การเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการกลั่นสลาย

นำตัวอย่างถ่านหินลิกไนท์ที่เก็บมาได้ บดหยาบด้วยเครื่องบดหยาบ (Jaw crusher) แล้วนำไปแบ่งส่วนโดยวิธี coning and quartering เพื่อให้เหลือปริมาณที่ต้องการ นำส่วนที่ได้มาบดต่อด้วย Ball mill ให้ผ่านตะแกรงขนาด -4 mesh (4760 ไมครอน) แบ่งส่วนอีกครั้งเพื่อเตรียมไว้สำหรับการวิเคราะห์ ทิ้งส่วนที่เหลือให้แห้งในอุณหภูมิห้องอย่างน้อย 48 ชั่วโมง ในระหว่างที่ผึ่งไว้นี้ คนเป็นระยะ ๆ เพื่อให้แห้งทั่วกัน เมื่อแห้งดีแล้วเก็บใส่ภาชนะที่มีฝาปิดสนิท

3.4 วิธีการกลั่นสลาย

3.4.1 ชั่งตัวอย่างที่เตรียมไว้ 200 กรัม ใส่ในรีทอร์ต (Retort)

3.4.2 ชั่งคอนเดนเซอร์และภาชนะทุกชิ้นที่ใช้ในการกลั่นสลายก่อนติดตั้งเครื่องมือ

3.4.3 เสียบเทอร์โมคอปเปิ้ล (Thermocouple) ที่ฝารีทอร์ต และปิดฝารีทอร์ตให้สนิทมิให้ก๊าซรั่วออกมาได้ในระหว่างการกลั่นสลาย และใช้ซีเมนต์ใยหินยารอบแท่งเทอร์โมคอปเปิ้ล เพื่อกันก๊าซรั่ว

3.4.4 ต่อท่อก๊าซที่ติดกับรีทอร์ตเข้ากับเครื่องควบแน่น (Condenser) เพื่อทำให้น้ำและน้ำมันดินแยกตัวออกจากส่วนที่เป็นก๊าซ

3.4.5 ต่อท่อจากเครื่องควบแน่นไปยังภาชนะที่เตรียมไว้สำหรับจับความชื้น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และน้ำมันเบา

3.4.6 ตรวจรอยต่อทุกรอยให้สนิทจริง เพื่อแน่ใจว่าก๊าซไม่รั่ว

3.4.7 เปิดเตากลั่นโดยให้มีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 7°ซ - 8°ซ ต่อนาที จนกระทั่งถึงอุณหภูมิที่ต้องการ ปรับอุณหภูมิให้คงที่อย่างน้อย 2 ชั่วโมง เพื่อไล่ปริมาณสารระเหิดที่อยู่ในถ่านหินให้หมด

3.4.8 ปิดเตากลั่น ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ก่อนที่จะยกรีทอร์ตออกจากเตากลั่น

3.4.9 เช็ดภายนอกภาชนะทุกชิ้นให้แห้ง ชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

3.4.10 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นคือ น้ำหนักของน้ำมันดิน น้ำ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และน้ำมันเบา ตามลำดับ

3.4.11 ชั่งน้ำหนักของถ่านสุกในรีทอร์ต

3.4.12 นำน้ำมันดินและน้ำที่รวมกันอยู่ มาทำการกลั่นเพื่อแยกหาปริมาณน้ำ และน้ำมันดินที่เกิดขึ้น

3.5 สารเคมีที่ใช้

3.5.1 สารที่ใช้จับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นสารผสมระหว่างอิฐทนไฟขนาด -8 mesh (2380 ไมครอน) จำนวน 100 กรัม กับคอปเปอร์ซัลเฟทแอนด์ไฮดรัส ($CuSO_4$ anhydrous) 57 กรัม

3.5.2 สารที่ใช้จับน้ำมันเบาคือ activated carbon ขนาด 6 - 8 mesh (2380 - 3360 ไมครอน)

3.5.3 สารที่ใช้จับความชื้นคือ แคลเซี่ยมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ขนาด 6 - 8 mesh (2380 - 3360 ไมครอน)