หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ ๑

บทนำ

พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับมนุษย์มาเป็นเวลาช้านานและคงต้องใช้แหล่งพลังงานนี้จนกว่าจะหมดสิ้นไป หรือจนกว่าจะขุดเชื้อเพลิงเหล่านี้ด้วยราคาแพงมากจนไม่คุ้มค่า เชื้อเพลิงฟอสซิลมีทั้งของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ ตารางที่ ๑.๑ แสดงให้เห็นถึงแหล่งพลังงานฟอสซิลที่มีอยู่ในโลก ส่วนที่ตั้งของแหล่งพลังงานเหล่านี้แสดงดังตารางที่ ๑.๒ ในปัจจุบันมนุษย์ใช้น้ำมันปิโตรเลียมเป็นแหล่งพลังงานมากที่สุด (รูปที่ ๑.๑)

ตารางที่ ๑.๑ แหล่งพลังงานฟอสซิลของโลก (๑)

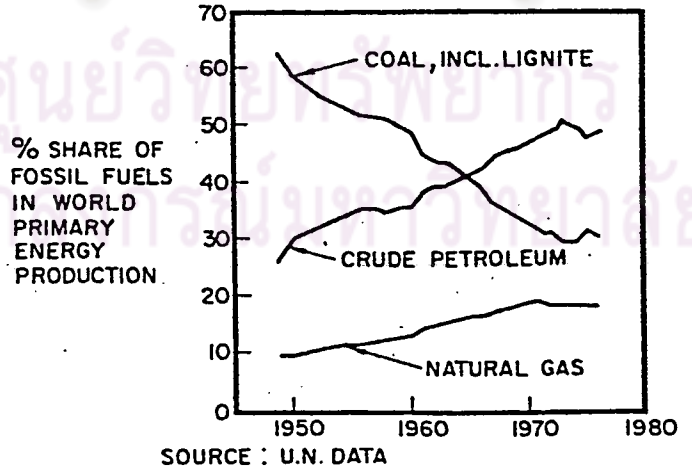
	Proved & Currently Recoverable		Estim. Total Remaining Recoverable	
	10^9 tce	%	10^9 tce	%
Natural Gas	94	9	320	5
Natural Gas Liquids	10	1	34	1
Crude Oil	125	12	392	6
Syncrude(Oil Shale and Tar Sands)	77	8	592	9
Coal	717	70	51.41	79
		100		100

One Metric Ton of Coal Equivalent (tce) = 22.778×10^6 Btu = 7×10^6 kcal

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑.๒ ที่ตั้งของแหล่งพลังงานฟอสซิลชนิดต่างๆ บนโลก (๑)

	Natural Gas	Crude Oil	Syncrude	Coal
Africa	10.0	8.5	5.8	1.8
North America	17.2	10.7	45.6	24.7
Latin America	6.5	10.5	20.1	0.2
Europe(Excl. U.S.S.R.)	5.3	4.5	6.0	6.3
Asia(Excl. U.S.S.R.)	31.6	53.7	7.3	13.3
U.S.S.R.	23.5	10.0	14.5	47.4
Oceania	5.9	2.1	0.7	6.3
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Middle East Only	22.3	42.5		



รูปที่ ๑.๑ การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลของโลก (๑)

๑.๑ น้ำมันปิโตรเลียม (๒)

มนุษย์รู้จักใช้น้ำมันปิโตรเลียมมาหลายศตวรรษแล้ว น้ำมันปิโตรเลียมเกิดจากสารอินทรีย์ในพืชและสัตว์ ซึ่งถูกทับถมอยู่ในพื้นผิวโลกนับเป็นเวลาล้าน ๆปี มีหลายทฤษฎีด้วยกันที่ใช้อธิบายกระบวนการเกิดน้ำมันปิโตรเลียม เช่นผลจากความกดดันกับความร้อนเป็นระยะเวลานาน ปฏิกิริยาจากพวกบักเตรี ฯลฯ หลังจากระยะเวลานับล้านปี ผลที่ได้ก็คือสารประกอบระหว่างคาร์บอนกับไฮโดรเจนในสัดส่วนต่างๆกัน ซึ่งมีตั้งแต่ที่เป็นสีดำจนกระทั่งไม่มีสี พร้อมกับสิ่งเจือปนอื่นๆ นอกจากน้ำมันปิโตรเลียมแล้วยังมีก๊าซธรรมชาติเกิดควบคู่กันไปด้วย และความดันของก๊าซเหล่านี้เป็นตัวขับดันให้น้ำมันปิโตรเลียมพุ่งขึ้นมาเหนือพื้นดิน น้ำมันปิโตรเลียมเมื่อนำขึ้นมาจากใต้ดินจะมีลักษณะเป็นของเหลวสีดำ หรือสีน้ำตาลเข้ม เราเรียกน้ำมันนั้นว่า น้ำมันดิบ

เชื้อเพลิงฟอสซิลในกลุ่มปิโตรเลียมประกอบด้วยพวกที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ พวกที่เป็นก๊าซส่วนใหญ่ได้แก่มีเธน (methane) พวกที่เป็นของเหลวส่วนใหญ่ได้แก่น้ำมันดิบ นับตั้งแต่น้ำมันเชื้อเพลิงธรรมดาจนถึงพวกที่ข้นและเหนียวหนืดมาก พวกที่เป็นของแข็งส่วนใหญ่ได้แก่น้ำมันดิบ ซึ่งเกิดในทรายน้ำมัน (tar sand) ที่จริงแล้วมันไม่ใช่ของแข็งแต่เป็นของเหลวที่หนืดมาก จนใช้วิธีขุดหลุมสูบขึ้นมาไม่ได้ ส่วนที่เป็นของแข็งจริง ๆพบในหินน้ำมัน (oil shales)

ระหว่างน้ำมันดิบกับก๊าซธรรมชาติมีสารอีกกลุ่มหนึ่งเรียกว่า "ของเหลวจากก๊าซธรรมชาติ (natural - liquids) " เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นของเหลวได้ระหว่างการผลิตก๊าซธรรมชาติ ส่วนก๊าซธรรมชาติจริงๆนั้นนอกจากมีเธนแล้วยังมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่น ๆอีก ได้แก่อีเธน (ethane) โพรเพน (propane) บิวเทน (butane) และเพนเทน (pentane) ส่วนของเหลวจากก๊าซธรรมชาติเป็นของผสมระหว่างโพรเพนกับสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า เช่นของผสมระหว่างโพรเพนกับบิวเทน ซึ่งถึงแม้ว่าจะเป็นก๊าซที่ความดันปกติ ก็เป็นของเหลวภายใต้ความดันสูงกว่าปกติและเป็นที่รู้จักกันดีในชื่อ ก๊าซหุงต้ม

น้ำมันดิบไม่ได้กำหนดตายตัวลงไปว่ามีอะไรอยู่บ้าง ส่วนประกอบขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดอายุ และความลึกของแต่ละแหล่ง บางแหล่งเหมาะสำหรับผลิตแต่น้ำมันเบาๆ เช่น

น้ำมันเบนซิน (benzine) น้ำมันก๊าด (kerosene) และน้ำมันดีเซล (diesel) บางแหล่งก็เหมาะที่จะเป็นน้ำมันหล่อลื่น (lubricating oil) ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าในน้ำมันดิบจะมีแต่ส่วนน้ำมันเบาๆเท่านั้น หรือจะมีแต่น้ำมันหล่อลื่นอย่างเดียว แต่มันจะอยู่รวมๆกันในปริมาณที่แตกต่างกัน

๑.๒ ปัญหาการใช้น้ำมันเป็นแหล่งพลังงาน (๒)

จากสถิติการใช้พลังงานในช่วงปี พ.ศ.๒๔๙๓ ถึงปี พ.ศ.๒๕๐๘ พบว่าอัตราการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ๓.๕ % ต่อปี นั่นคือพลังงานที่ใช้จะเพิ่มขึ้นมาเป็น ๒ เท่าในทุก ๆ ๒๕ ปี แต่ปรากฏว่าในช่วงเวลาต่อมาคือในปี พ.ศ.๒๕๐๘ ถึงปี พ.ศ.๒๕๑๖ อัตราการเพิ่มต่อปีเพิ่มขึ้นเป็น ๔.๕ % ดังนั้นการใช้พลังงานจะเพิ่มขึ้นเป็น ๒ เท่าในระยะเวลาเพียง ๑๖ ปีเท่านั้น

ในปี พ.ศ.๒๕๑๘ ได้มีการใช้พลังงานในโลกรวมทั้งสิ้นคิดเป็นค่าความร้อนเท่ากับ ๕๔ พันล้านกิโลคาลอรี เทียบได้กับจำนวนน้ำมันดิบ ๖ ล้านล้านลิตร หรือ ๔๐ พันล้านบาเรล เป็นส่วนที่ได้มาจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ๔๖.๐ % (เท่ากับน้ำมันดิบ ๑๘.๖ พันล้านบาเรล) ก๊าซธรรมชาติ ๑๙.๖ % ถ่านหิน ๑๖.๓ % พลังน้ำ ๕.๕ % และเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ๐.๖ % จะเห็นว่าน้ำมันเป็นเชื้อเพลิงหลักของโลกปัจจุบัน ซึ่งเมื่อเทียบกับช่วงเวลา ๗๕ ปีที่แล้วมา โลกใช้ถ่านหินเกือบ ๔๐ % ของพลังงานทั้งหมด นับเป็นการเปลี่ยนแปลงจากยุคถ่านหินมาเป็นยุคน้ำมัน

เนื่องจากเชื้อเพลิงที่สำคัญคือน้ำมันดิบมีจำนวนจำกัดเกิดขึ้นช้า ๆตามกระบวนการธรรมชาติ ไม่อาจมีเพียงพอสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ประเทศที่มีทรัพยากรน้ำมันที่สามารถผลิตจำหน่ายอยู่ในขณะนี้มีเพียง ๕๐ ประเทศ หรือประมาณ ๒๖ % ของประเทศในโลกกลุ่มประเทศที่มีน้ำมันมากที่สุดคือกลุ่มประเทศโอเปค ได้ใช้น้ำมันเป็นเครื่องมือทางการเมืองและเศรษฐกิจในฐานะที่เป็นผู้ผลิตน้ำมันถึง ๕๓ % ของน้ำมันที่ผลิตใช้ในโลก ได้ขึ้นราคาน้ำมันดิบจากวันที่ ๑ มกราคม ๒๕๑๗ ราคาบาเรลละ ๒.๕๔ เหรียญสหรัฐหลายครั้งจนถึงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๑๗ ราคาน้ำมันดิบได้เพิ่มขึ้นเป็นราคาบาเรลละ ๑๑.๒๕ เหรียญสหรัฐ จึงทำให้เกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจขึ้นทั่วไปในกลุ่มประเทศโลกเสรีที่ใช้น้ำมันจากกลุ่มโอเปค

สถิติปริมาณน้ำมันสำรองที่มีอยู่ในโลกที่สามารถผลิตมาใช้ได้ และเหลืออยู่เมื่อสิ้นปี พ.ศ.๒๕๑๘ ตลอดจนสถิติในการผลิตนำขึ้นมาใช้จนถึงสิ้นปี พ.ศ.๒๕๑๘ แสดงดังในตารางที่ ๑.๓

ตารางที่ ๑.๓ แหล่งน้ำมันสำรองคงเหลือของประเทศต่างๆและการผลิตรวมถึงสิ้นปีพ.ศ. ๒๕๑๘ (๒)

ชื่อประเทศ หรือ กลุ่มประเทศ	น้ำมันสำรองคงเหลือ (ล้านบาเรล)	% น้ำมันสำรองคงเหลือ	การผลิตรวมถึงสิ้นปี 2518 (ล้านบาเรล)	% ของการผลิต
กลุ่มประเทศโอเปค	450,000	68	139,000	41
ซาอุดิอาระเบีย	152,000	27		
ประเทศตะวันออกกลางอื่น ๆ	208,000	37	61,000	
ประเทศโอเปคอื่น ๆ	90,000	4	55,000	
กลุ่มประเทศเสรีนอกโอเปค	105,000	16	152,000	46
กลุ่มประเทศอเมริกาเหนือ	40,000		133,000	
กลุ่มประเทศยุโรปตะวันตก	25,000		2,000	
กลุ่มประเทศโลกเสรีอื่น ๆ	40,000		17,000	
กลุ่มโลกเสรีรวม	555.000	84	291,000	
กลุ่มคอมมูนิสต์	103,000	16	50,000	15
รวมทั้งโลก	658,000	100	341,000	100

จากตารางที่ ๑.๓ จะเห็นว่าในกลุ่มประเทศเสรีนั้น แหล่งน้ำมันสำรองคงเหลือประมาณ ๘๐ % อยู่ในกลุ่มประเทศโอเปค โดยมีอยู่ในกลุ่มประเทศตะวันออกกลางอื่น ๆ ๓๗ % (๒๐๘,๐๐๐ ล้านบาเรล)ซาอุดิอาระเบียประเทศเดียวมีน้ำมันสำรองคงเหลือถึง ๒๗ % (๑๕๒,๐๐๐ ล้านบาเรล) ของน้ำมันสำรองที่มีอยู่ในกลุ่มประเทศเสรี ฉะนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าปัญหาน้ำมันของโลกขึ้นอยู่กับกลุ่มประเทศโอเปคนี้ ทางด้านการผลิตจากตารางที่ ๑.๓ แสดงให้เห็นถึงการผลิตรวมถึงสิ้นปี พ.ศ.๒๕๑๘ กลุ่มประเทศเสรีผลิตได้รวมทั้งสิ้น ๒๘๑,๐๐๐ ล้านบาเรล เป็นการผลิตของกลุ่มประเทศเสรีนอกโอเปค ๑๕๒,๐๐๐ ล้านบาเรล ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการผลิตในกลุ่มประเทศอเมริกาเหนือ

เมื่อรวมปริมาณน้ำมันสำรอง และการผลิตรวมถึงสิ้นปี พ.ศ.๒๕๑๘ ของกลุ่มประเทศเสรีแล้วปรากฏว่า จากจำนวนน้ำมันที่ค้นพบ ๘๘๖,๐๐๐ ล้านบาเรล ได้ผลิตขึ้นมาใช้แล้วถึงหนึ่งในสาม

เมื่อพิจารณาถึงการพบปริมาณน้ำมันจากแหล่งสำรองเดิมและแหล่งใหม่มีน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาณสำรองในตะวันออกกลาง จนถึงสิ้นปี พ.ศ.๒๕๑๘ ประเทศตะวันออกกลางมีน้ำมันสำรองถึง ๘๐ % ของปริมาณน้ำมันสำรองของโลกเสรี ระหว่างปี พ.ศ.๒๔๙๓ ถึงปี พ.ศ.๒๕๑๓ อัตราการพบโดยเฉลี่ยของโลกเสรีประมาณปีละ ๑๘ พันล้านบาเรล และระหว่างปี พ.ศ.๒๕๑๓ ถึงปี พ.ศ.๒๕๑๘ ตกลงมาเหลือประมาณปีละ ๑๕ พันล้านบาเรล จากสถิตินี้แสดงว่า อัตราการพบน้ำมันเริ่มลดลงแม้ว่าจะพยายามเจาะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องก็ตาม

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นนี้ จึงเป็นสาเหตุให้เกิดวิกฤตการณ์พลังงานขึ้น นับตั้งแต่ปลายปี พ.ศ.๒๕๑๖ เป็นต้นมา ก่อให้เกิดปัญหาและความเดือดร้อนแก่ประเทศต่าง ๆ หลายประเทศ โดยเฉพาะกับประเทศที่กำลังพัฒนา และไม่มีทรัพยากรน้ำมันของตนเอง

๑.๓ <u>ถ่านหิน : วัตถุเชื้อเพลิงที่ใช้แทนน้ำมัน</u> (๒)

วิกฤตการณ์ของโลกที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งก็คือ ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องน้ำมันอันเป็นผลทำให้เกิดการกระทบกระเทือนไปทั่วโลก ทั้งนี้เพราะผลผลิตหลายอย่างเกี่ยวข้องกับการใช้น้ำมันทั้งในด้านเป็นเชื้อเพลิงและเป็นวัตถุดิบต่าง ๆ เมื่อได้เกิดปัญหาเรื่องน้ำมันเชื้อเพลิงเช่นนี้ ประเทศต่าง ๆจึงได้พยายามที่จะคิดค้นหาวิธีการต่างๆเพื่อแสวงหาแหล่งพลังงานมาทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงที่ได้รับความสนใจมากที่สุดอย่างหนึ่ง คือ ถ่านหิน ทั้งนี้เนื่องจากทั่วโลกยังมีปริมาณสำรองของถ่านหินให้ได้ใช้อีกหลายศตวรรษ

การแปลงรูปถ่านหินให้เป็นน้ำมันนั้นสามารถทำได้ ๔ วิธี คือ (๓)

๑.๓.๑ การทำไพโรไลซิสของถ่านหิน (pyrolysis of coal)

๑.๓.๒ การทำลิควิแฟคชันของถ่านหินโดยตรง (direct coal liquefaction)

๑.๓.๓ การสกัดถ่านหินด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction of coal)

๑.๓.๔ การทำลิควิแฟคชันของถ่านหินโดยทางอ้อม (indirect coal liquefaction)

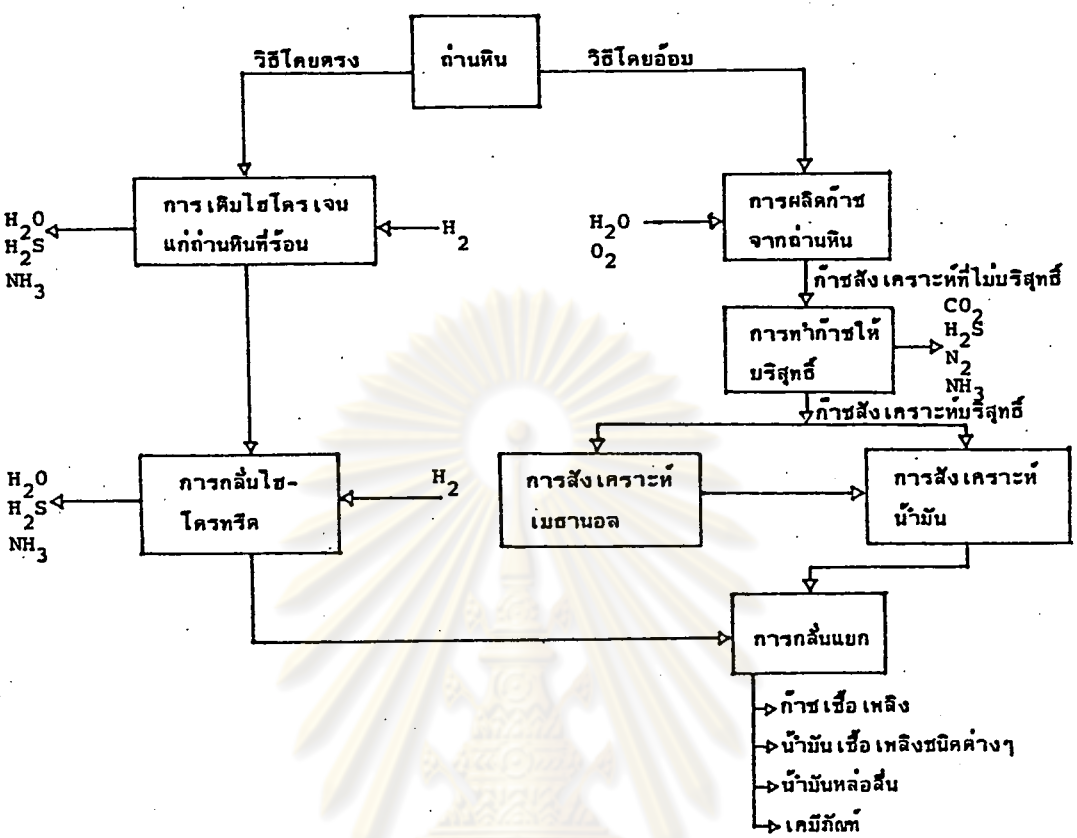
การทำไพโรไลซิสของถ่านหินและการสกัดถ่านหินด้วยตัวทำละลายไม่ได้รับความนิยม เนื่องจากกระบวนการไพโรไลซิสให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเชื้อเพลิงเหลวต่ำ แต่ให้น้ำมันดิน (char) และก๊าซสูง ส่วนการสกัดด้วยตัวทำละลายก็ต้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิและความดันสูง เครื่องมือที่ใช้จึงมีราคาแพง ปัจจุบันการทำลิควิแฟคชันของถ่านหินมีการศึกษากันมาก (๔,๕,๖,๗)

การทำลิควิแฟคชันของถ่านหินโดยตรง เป็นการทำให้ถ่านหินกลายเป็นน้ำมันโดยตรง โดยการเติมไฮโดรเจนให้กับถ่านหินที่กำลังแตกสลายด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ ๗๐๐ – ๘๐๐°ฟ ความดัน ๒,๐๐๐ – ๓,๐๐๐ ปอนด์ต่อตารางนิ้วเกจ และเวลาที่เกิดปฏิกิริยา (resident time) อยู่ในช่วง ๓๐ – ๖๐ นาที ส่วนการทำลิควิแฟคชันของถ่านหินโดยทางอ้อม สามารถทำได้ ๒ วิธี ทั้ง ๒ วิธีเริ่มจากการผลิตก๊าซสังเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์กับก๊าซไฮโดรเจน จากถ่านหินผ่านกระบวนการก๊าซซิฟิเคชัน (coal gasification) ก๊าซสังเคราะห์ที่ได้จะผ่านเข้ากระบวนการทำให้ก๊าซบริสุทธิ์ วิธีการแรกก๊าซสังเคราะห์เหล่านี้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นเมธานอล (methanol) และจึงเปลี่ยนเมธานอลให้เป็นน้ำมันอีกทีหนึ่ง วิธีการที่สองนั้นทำได้โดยการเปลี่ยนก๊าซสังเคราะห์ให้เป็นน้ำมันเลยโดยผ่านตัวเร่งปฏิกิริยา เรียกการสังเคราะห์แบบนี้ว่า การสังเคราะห์แบบฟิสเชอร์ – โทรปช์ (Fischer – Tropsch Synthesis) การทำลิควิแฟคชันของถ่านหินทั้งหมดสามารถแทนได้ด้วยรูปที่ ๑.๒

การสังเคราะห์แบบฟิสเชอร์ – โทรปช์ได้มีการพัฒนามาเป็นลำดับ แต่หยุดไปช่วงหนึ่ง เนื่องจากน้ำมันและก๊าซธรรมชาติมีราคาถูกกว่ามาก จนกระทั่งเกิดวิกฤตการณ์ด้านน้ำมันในปี ค.ศ.๑๙๗๓ การศึกษาการสังเคราะห์แบบฟิสเชอร์ – โทรปช์จึงเริ่มต้นอีกครั้ง โดยปัจจุบันเน้นหนักในด้านการพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาใหม่ ๆให้มีความว่องไวในการทำปฏิกริยา (activity) และคุณสมบัติเลือกผลิต (selectivity)มากขึ้น

๑.๔ <u>การสังเคราะห์แบบฟิสเชอร์ – โทรปช์</u>

ในปี ค.ศ.๑๙๒๓ ฟรานซ์ ฟิสเชอร์ และฮานส์ โทรปช์ (Franz Fischer and Hans Tropsch) ได้ทำการทดลองสังเคราะห์สารประกอบไฮโดรคาร์บอนเหลวโดยใช้ก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ผ่านลงบนตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กอัลคาไลน์ (alkalized iron) ที่ความดัน ๑๐๐ – ๑๕๐ บรรยากาศ และอุณหภูมิ ๔๐๐ –



รูปที่ ๑.๒ แนวทางการแปลงรูปถ่านหินให้เป็นน้ำมัน (๘)

๔๕๐°ซ เรียกผลิตภัณฑ์ที่ได้ว่าซินธอล (Synthol) (๕,๑๐)

การสังเคราะห์แบบฟิสเชอร์ – โทรปช์เป็นการแปลงรูปถ่านหินโดยทางอ้อมวิธีหนึ่ง (รูปที่ ๑.๒) เริ่มต้นจากการผลิตก๊าซสังเคราะห์จากถ่านหิน แล้วนำก๊าซสังเคราะห์ไปทำให้บริสุทธิ์โดยแยกเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และก๊าซแอมโมเนียออกไป รวมทั้งก๊าซไนโตรเจนบางส่วนด้วย จากนั้น จึงเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำไปกลั่นแยก และผ่านกระบวนการต่างๆ ก่อนนำไปใช้ประโยชน์อื่นต่อไป

ปัจจุบันโรงงานขนาดใหญ่ที่ผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงและเคมีภัณฑ์จากถ่านหินด้วยกระบวนการนี้มีชื่อว่า ซาซอล (Sasol) ในประเทศอัฟริกาใต้ (๑๑) มีกำลังการ

ผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆมากกว่า ๕๐,๐๐๐ บาเรลต่อวัน และเคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆกว่า ๒,๐๐๐ ตันต่อวัน (๓) โดยใช้เครื่องปฏิกรณ์เคมีทั้งแบบเบดนิ่ง (Fixed bed) และแบบเบดของไหล (Fluid bed) ที่มีชื่อเรียกว่าซินธอล

๑.๕ <u>วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์</u>

เพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์แบบฟิสเชอร์ – โทรปช์ในเครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่ง โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ๓ ตัว คือ

๑.๕.๑ ตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กหลอม (Fused iron)

๑.๕.๒ ตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กหลอมผสมกับตัวเร่งปฏิกิริยาอลูมิโนซิลิเคท (aluminosilicate) ที่เรียกว่า ZSM – 5 (Zeolite Socolony by Mobil Oil Co – 5) ซึ่งใช้ในทางการค้า

๑.๕.๓ ตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กหลอมผสมกับตัวเร่งปฏิกิริยา ZSM – 5 ที่เตรียมขึ้นมาเอง

ก๊าซสังเคราะห์ที่ใช้มีอัตราส่วนของก๊าซไฮโดรเจนต่อก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (H_2: CO) เท่ากับ ๑ : ๑ ทำการสังเคราะห์ที่ความดัน ๑๐ และ ๒๐ บรรยากาศ โดยศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและความเร็วเชิงสเปซ (Space Velocity) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนรูปก๊าซสังเคราะห์ และการกระจายของผลิตภัณฑ์สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย