ปิโตรเคมี

ฐิติพรรณ ฉิมสุข

แก๊สธรรมชาติและน้ำมัน

contents

1 ความหมายของปิโตรเคมี และการนำไปใช้ประโยชน์

2 กำเนิดของปิโตรเลียม และการกักเก็บปิโตรเลียมตามธรรมชาติ

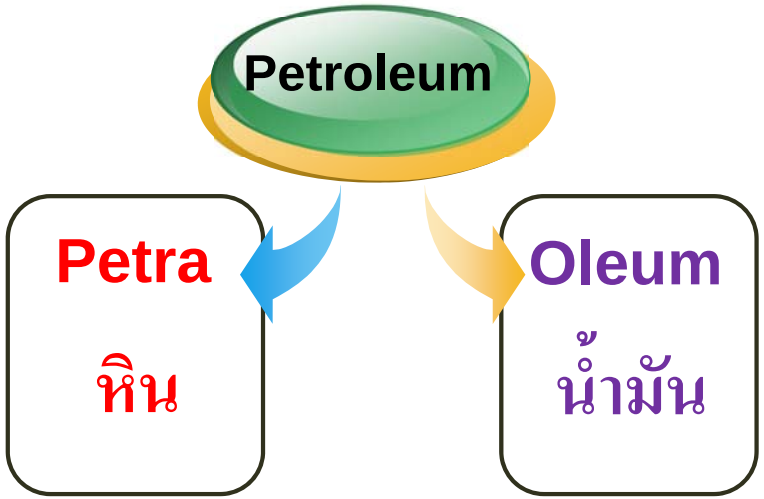
3 การสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและการผลิตปิโตรเลียม

4 องค์ประกอบปิโตรเลียม และกระบวนการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง

ความหมายปิโตรเลียม

- น้ำมันที่แทรกตัวอยู่ในหินที่มีรูพรุนซึ่งอยู่ใต้พื้นดิน
- ปิโตรเลียมเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอันสลับซับซ้อนที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในชั้นหินใต้พื้นผิวโลก

ความหมายปิโตรเลียม



การใช้ประโยชน์ของปิโตรเลียม

ปิโตรเลียมนำมาใช้ประโยชน์ใน 2 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ

- เชื้อเพลิงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น น้ำมันเชื้อเพลิงยานยนต์ต่าง ๆ น้ำมันเตาในอุตสาหกรรม เชื้อเพลิงให้ความร้อนในบ้านเรือน ก๊าซหุงต้มและการผลิตไฟฟ้า
- เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตสารปิโตรเคมี

ทฤษฎีกำเนิดปิโตรเลียม

inorganic theory

น้ำมันเกิดจาก calcium carbide ภายใต้พื้นผิวโลก ทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดเป็น acetylene ก๊าซนี้ถูกกัมมันตภาพรังสีชนิดอนุภาคอัลฟา ทำให้ก๊าซรวมตัวด้วยกระบวนการ polymerization ทำให้เกิดสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโมเลกุลใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ จนเป็นน้ำมันดิบ ใต้ผิวโลก

ทฤษฎีกำเนิดปิโตรเลียม

organic theory

ปิโตรเลียมเกิดจากการทับถมและแปรสภาพของซากสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ในชั้นหินใต้พื้นผิวโลก โดยซากสิ่งมีชีวิตและกรวด ดิน ทราย ทับถมกันเกิดเป็นชั้นตะกอน ต่อมาเกิดน้ำหนักกดทับจนกลายเป็นชั้นหินทราย ชั้นหินปูน ชั้นหินดินดาน ความกดดันจากชั้นหิน ผนวกกับความร้อนใต้ผิวโลก และการสลายตัวของสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย ทำให้กลายสภาพเป็นหยดน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ

การกักเก็บปิโตรเลียมตามธรรมชาติ

ปิโตรเลียมจะเกิดขึ้นและแทรกตัวอยู่ตามชั้นหินที่มีช่องว่าง เรียกว่า **หินต้นกำเนิด (source rock)** เมื่อเกิดการบีบอัดหินต้นกำเนิด ปิโตรเลียมเคลื่อนย้ายออกจากหินต้นกำเนิด และแทรกตัวขึ้นมาสะสมตามรูพรุนของหินบริเวณหนึ่ง เรียกว่า **หินกักเก็บ (reservoir rock)** ปิโตรเลียมจะเคลื่อนย้ายจากหินกักเก็บมารวมกันเป็นปริมาณมาก มายัง**แหล่งกักเก็บ (trap)** เนื่องจากไม่สามารถแทรกตัวต่อไปได้อีก

การกักเก็บปิโตรเลียมตามธรรมชาติ

น้ำมันและแก๊สที่เคลื่อนที่ไปจะรวมตัวเป็นแหล่งน้ำมันได้เมื่อมีภาวะสามอย่างเกิดขึ้น คือ

- มีหินที่ทำหน้าที่ให้น้ำมันมายึดเกาะอยู่ได้ เรียกว่า หินอุ้มน้ำมัน หรือหินกักเก็บ
- หินกักเก็บจะต้องถูกปิดทับด้วยชั้นหินที่ไม่ยอมให้น้ำมันไหลซึมออกไป เรียกว่า หินปิดกั้น (roof rock) เช่น หินดินดาน
- มี trap ซึ่งเป็นชั้นหินกักเก็บน้ำมัน โดยลักษณะชั้นหินต้องมี seal กันไม่ให้น้ำมันหนีออกไปด้านข้าง

การกักเก็บปิโตรเลียมตามธรรมชาติ

แหล่งกักเก็บแบบรูปโค้งประทุนคว่ำ	แหล่งกักเก็บในรอยเลื่อน	แหล่งกักเก็บแบบโดมหินเกลือ	แหล่งกักเก็บแบบรูประดับชั้น

การสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและการผลิตปิโตรเลียม

ขั้นตอนการสำรวจ

การสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและการผลิตปิโตรเลียม

1. การสำรวจทางธรณีวิทยา

สำรวจหาว่ามีชั้นหินที่เป็นแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมอยู่หรือไม่ และอยู่ที่ไหน รวมทั้งเก็บตัวอย่างหินเพื่อวิเคราะห์อายุและสารต้นกำเนิดปิโตรเลียม เริ่มการสำรวจด้วยการทำแผนที่โดยอาศัยภาพถ่ายทางอากาศเพื่อดูบริเวณที่มีโครงสร้างทางธรณีวิทยาน่าสนใจ แล้วจึงเดินสำรวจและเก็บตัวอย่าง การสำรวจทางธรณีวิทยาสามารถคาดคะเนได้ว่าโครงสร้างหินบริเวณนั้นเหมาะสมเป็นแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมหรือไม่

การสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและการผลิตปิโตรเลียม

2. การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์

เพื่อยืนยันลักษณะของชั้นหินและชั้นตะกอนในแนวลึก โดยมีวิธีสำรวจ 4 วิธี ได้แก่

1. สำรวจด้วยคลื่นความสั่นสะเทือน
2. สำรวจด้วยการวัดค่าสนามแม่เหล็ก
3. สำรวจด้วยการวัดค่าแรงดึงดูดของโลก
4. สำรวจด้วยการวัดค่าความต้านทานของชั้นหินที่ระดับความลึกต่าง ๆ โดยอาศัยความแตกต่างของคุณสมบัติทางไฟฟ้า

การสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและการผลิตปิโตรเลียม

3. การเจาะสำรวจ

การเจาะสำรวจเพื่อให้แน่ชัดว่ามีปิโตรเลียมสะสมอยู่เพียงพอต่อการลงทุนหรือไม่

เริ่มจากการเจาะสุ่ม (wild cat well) เป็นการเจาะหลุมแรกบนโครงสร้างที่ผ่านการสำรวจ

เจาะสำรวจหาเขต (exploratory well) เป็นการวางโครงการเจาะสำรวจเพื่อหาขอบเขตว่าจะมีปิโตรเลียมครอบคลุมพื้นที่มากน้อยเพียงใด ก่อนทำการขุดเจาะหลุมทดลองผลิต เพื่อศึกษาความสามารถในการผลิตและคำนวณหาปริมาณสำรอง

องค์ประกอบของปิโตรเลียม

องค์ประกอบของปิโตรเลียมแต่ละแห่งไม่เหมือนกันขึ้นกับ

1. โครงสร้างสารอินทรีย์ในซากสิ่งมีชีวิต
2. ความลึกชั้นหินที่เป็นแหล่งกำเนิด
3. ชนิดของชั้นหินที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้าย
4. การเคลื่อนตัวของเปลือกโลก

องค์ประกอบของปิโตรเลียม

ก๊าซธรรมชาติ

ก๊าซธรรมชาติ คือ ของผสมของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว มี non-hydrocarbon ปนอยู่บ้าง อาจอยู่ในรูปก๊าซ หรือ ละลายในน้ำมันดิบในชั้นใต้ดิน

องค์ประกอบของก๊าซธรรมชาติ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. องค์ประกอบที่เป็นสารไฮโดรคาร์บอน คือ methane (C_1) และ higher molecular weight hydrocarbon (C_2-C_7)
2. องค์ประกอบที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอน เช่น H_2S, CO_2, N_2, He, Ar

องค์ประกอบของปิโตรเลียม

ก๊าซธรรมชาติ

องค์ประกอบที่เป็นสารไฮโดรคาร์บอน

- องค์ประกอบหลักของก๊าซธรรมชาติ คือ methane
- ไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว ในก๊าซธรรมชาติ เป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีสถานะก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ เช่น methane ethane propane butane เป็นต้น

องค์ประกอบของปิโตรเลียม

ก๊าซธรรมชาติ

องค์ประกอบที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอน

1. H_2S (hydrogen sulfide) พบปนในก๊าซธรรมชาติ มีข้อเสียคือ
   - มีกลิ่นไม่พึงประสงค์
   - สามารถละลายน้ำได้สารละลายเป็นกรดอ่อน ทำให้กัดกร่อนระบบท่อและเครื่องมือต่าง ๆ และหากนำก๊าซธรรมชาติที่มี H_2S อยู่ไปเผาไหม้จะเกิดสารประกอบ sulfur oxide ดังสมการ

องค์ประกอบของปิโตรเลียม

องค์ประกอบที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอน – H_2S -

$$2H_2S + 3O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2SO_2$$

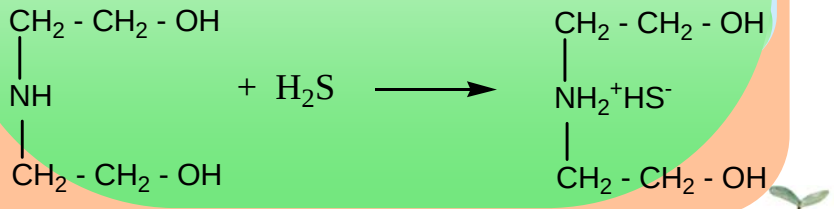
$$H_2S + 2O_2 \longrightarrow H_2O + SO_3$$

- สารปะกอบ sulfur oxide มีกลิ่นระคายเคือง นอกจากนี้จะได้กรดซัลฟูรัส และ กรดซัลฟูริก ที่มีฤทธิ์กัดกร่อน สารปะกอบ sulfur oxide ละลายน้ำได้ดี อาจทำให้เกิดฝนกรดได้

องค์ประกอบของปิโตรเลียม

องค์ประกอบที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอน – H_2S -

- สารปะกอบ H_2S ปริมาณน้อยจะถูกกำจัดออกจากก๊าซธรรมชาติโดยวิธี sweetening process เนื่องจาก H_2S เป็นกรดอ่อนจะใช้เบสในการทำปฏิกิริยา เช่น เบสอ่อนที่มีความดันไอต่ำ diethanolamine



องค์ประกอบของปิโตรเลียม

องค์ประกอบที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอน

- สารปะกอบ H_2S ปริมาณมาก จะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นกำมะถันขายแก่โรงงานผลิตกรดซัลฟูริก

$$3H_2S + 1.5O_2 \longrightarrow 3H_2O + 3S$$

2. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

CO_2 ที่ปนอยู่ในก๊าซธรรมชาติจะเปลี่ยนสถานะจากก๊าซเป็นของแข็งและจะอุดตันระบบส่งก๊าซต่าง ๆ ที่สภาวะอุณหภูมิต่ำ ๆ จึงต้องผ่านก๊าซธรรมชาติเข้า benefit unit เพื่อกำจัด CO_2 โดยใช้สารละลาย potassium carbonate เป็นตัวดูดซับ

องค์ประกอบของปิโตรเลียม

องค์ประกอบที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอน

2. การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

$$K_2CO_3\ (aq) + CO_2\ (g) \longrightarrow 2\ KHCO_3\ (aq)$$

3. ความชื้น (moisture)

กระบวนการแยกก๊าซทำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 C ดังนั้นความชื้นหรือไอน้ำจะกลายเป็นน้ำแข็งอุดตันท่อต่าง ๆ และกัดกร่อนได้ แก้ไขโดยใช้ สารที่มีรูพรุน และมีพื้นที่ผิวภายในสูง เช่น molecular sieve ในการดูดซับน้ำ

ตัวอย่างการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ประโยชน์

1. ก๊าซมีเทน
   - เชื้อเพลิงรถโดยสาร NGV (natural gas for vehicles)
   - เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเตาในโรงไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรม
   - เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี ผลิตแอมโมเนีย ยูเรีย เมทานอล
2. อีเทน เป็นวัตถุดิบสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เช่น ผลิตเอทิลีน

ตัวอย่างการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ประโยชน์

3. LPG (Liquefied petroleum gas) ประกอบด้วย โพรเพนและบิวเทน เป็นเชื้อเพลิงหุงต้ม และสำหรับรถและอุตสาหกรรม

4. NGL (natural gas liquid) ก๊าซโซลีนธรรมชาติ ส่งเข้าโรงกลั่นเพื่อกลั่นเป็นน้ำมันเบนซิน

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

- ในการพัฒนาและแปรรูปทรัพยากรปิโตรเลียมหรือน้ำมันดิบให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมทำได้โดยกระบวนการกลั่นน้ำมันหรือการแยกก๊าซธรรมชาติ
- น้ำมันดิบประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ตั้งแต่โมเลกุลเล็กสุดเป็นแก๊ส เช่น มีเทน ไปจนโมเลกุลใหญ่มากจนเป็นกึ่งของแข็งที่อุณหภูมิห้อง และยังพบน้ำและเกลือแร่ปนอยู่ด้วย จึงไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง ต้องผ่านกระบวนการกลั่นและปรับปรุงคุณภาพเสียก่อน เรียกกระบวนการนี้ว่า **การกลั่น (refining) ในโรงกลั่นน้ำมัน (oil or petroleum refinery)**

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

- **กระบวนการกลั่นน้ำมัน** คือ กระบวนการแปรสภาพน้ำมันดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปชนิดต่าง ๆ เช่น ก๊าซหุงต้ม น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และยางมะตอย

- **กระบวนการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง** เป็นการแยกน้ำมันดิบออกเป็นส่วนต่าง ๆ ที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกัน และผ่านน้ำมันเข้ากระบวนการต่าง ๆ และแปรสภาพเพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

- **กระบวนการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง** ประกอบด้วยกระบวนการสำคัญ คือ

1. การกลั่นหรือการแยก (separation)
2. การแปรรูปหรือการเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมี (conversion)
3. การปรับปรุงคุณภาพ (treating)
4. การผสม (blending)

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

❖ **1. การกลั่นหรือการแยก (separation)**

กระบวนการแยกน้ำมันดิบ คือ การแยกส่วนประกอบของน้ำมันดิบทางกายภาพ ส่วนใหญ่แยกโดยวิธีการกลั่นลำดับส่วน (fractional distillation) โดยนำน้ำมันดิบมากลั่นในหอกลั่นบรรยากาศ น้ำมันดิบจะแยกเป็นน้ำมันสำเร็จรูปต่าง ๆ ที่มีช่วงจุดเดือดต่างกัน

หอกลั่นมีสองแบบ คือ **หอกลั่นบรรยากาศ** (atmospheric fractionating tower) เหมาะกับกลั่นแยกน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีจุดเดือดต่ำ และ**หอกลั่นสุญญากาศ** (vacuum fractionating tower) เหมาะกับแยกน้ำมันจุดเดือดสูง โดยจะช่วยลดจุดเดือดลงไม่ให้เกิด thermal cracking ในหอกลั่น

หอกลั่นน้ำมัน

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

❖ **1. การกลั่นหรือการแยก (separation)**

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นบรรยากาศ

- ชั้นบนสุดของหอกลั่น เป็นก๊าซ C_1- C_4
- ถัดลงมาเป็นส่วนประกอบของน้ำมันเบนซิน (gasoline : C_5-C_{12})
- ถัดลงมาเป็นส่วนประกอบของน้ำมันก๊าด (kerosene : C_{10}-C_{16})
- ถัดลงมาเป็นส่วนประกอบของน้ำมันดีเซล (diesel : C_{15}-C_{22})
- ส่วนล่างสุดเมื่อนำไปผ่านกรรมวิธีอื่น ๆ จะได้ น้ำมันหล่อลื่น (ออกจากส่วนกลางหอกลั่นสุญญากาศ) น้ำมันเตา และ ยางมะตอย (ออกจากส่วนด้านล่างหอกลั่นสุญญากาศ)

ผลิตภัณฑ์ที่ได้	จุดเดือด (^oC)	สถานะ	จำนวน C	การใช้ประโยชน์
แก๊สปิโตรเลียม	< 30	แก๊ส	1 – 4	ทำสารเคมี วัสดุสังเคราะห์ เชื้อเพลิง แก๊สหุงต้ม
แนฟทาเบา	30 – 110	ของเหลว	5 – 7	น้ำมันเบนซิน ตัวทำละลาย
แนฟทาหนัก	65 – 170	ของเหลว	6 – 12	น้ำมันเบนซิน แนฟทาหนัก
น้ำมันก๊าด	170 – 250	ของเหลว	10 – 19	น้ำมันก๊าด เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ไอพ่น และตะเกียง
น้ำมันดีเซล	250 – 340	ของเหลว	14– 19	เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล
น้ำมันหล่อลื่น	> 350	ของเหลว	19 – 35	น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเครื่อง
ไข	> 500	ของแข็ง	> 35	ใช้ทำเทียนไข เครื่องสำอาง ยาขัดมัน ผลิตผงซักฟอก
น้ำมันเตา	> 500	ของเหลวหนืด	> 35	เชื้อเพลิงเครื่องจักร
ยางมะตอย	> 500	ของเหลวหนืด	> 35	ยางมะตอย เป็นของแข็งที่อ่อนตัวและเหนียวหนืดเมื่อถูกความร้อน ใช้เป็นวัสดุกันซึม

ประมวลผลิตภัณฑ์จากการกลั่นน้ำมันดิบ

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

❖ **2. การแปรรูปหรือการเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมี (conversion)**

เป็นการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลหรือโครงสร้างเคมี เพื่อให้น้ำมันมีคุณภาพที่เหมาะกับการใช้ประโยชน์ เช่น การหาวิธีการผลิตน้ำมันเบนซินให้มากขึ้น โดยเปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุลน้ำมันชนิดอื่น ๆ กรรมวิธีแบบนี้ได้แก่

2.1 กระบวนการแตกสลาย (cracking) เป็นการแตกสลายสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลใหญ่ให้เล็กลง อาจใช้ความร้อน (thermal cracking) หรือใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (catalytic cracking) หรือใช้ไฮโดรเจนช่วย (hydrocracking)

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

❖ **2.2 กระบวนการเปลี่ยนสภาพ (reforming)** เป็นการจัดรูปโมเลกุลเสียใหม่ เช่น จากโซ่ตรงเป็นโซ่กิ่งและวงแหวน เพื่อเพิ่มค่าออกเทนสำหรับน้ำมันเบนซิน

❖ **2.3 กระบวนการรวมโมเลกุล (alkylation และ polymerization)** เป็นการรวมโมเลกุลส่วนเบาเพื่อให้ได้โมเลกุลที่ใหญ่ขึ้น พร้อมทั้งมีคุณสมบัติที่ดีกว่า

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

❖ **2.1 กระบวนการแตกสลาย (cracking)** เป็นการแตกสลายสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลใหญ่ให้เล็กลง โดยอาศัยความร้อนหรือตัวเร่งปฏิกิริยา

❖ **2.1.1 Thermal cracking** เป็นกระบวนการแตกสลายน้ำมันดีเซล (gas oil) หรือ น้ำมันเตาโดยใช้ความร้อนสูงประมาณ 400 – 500 C ภายใต้ความดันสูง ได้ผลิตภัณฑ์ คือ ก๊าซส่วนใหญ่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภท olefin น้ำมันเบนซินซึ่งมีพวก aromatic สูง และน้ำมันเตาข้นดำหรือ เขม่า ปริมาณน้ำมันเบนซินที่ได้ประมาณ 50-70 % และมีค่าออกเทนประมาณ 65-70

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

- **2.1.2 Catalytic cracking** เป็นกระบวนการแตกสลายน้ำมันดีเซล (gas oil) และน้ำมันหนัก โดยใช้สารตัวเร่งปฏิกิริยาช่วย ตัวเร่งปฏิกิริยาอาจเป็นพวกดินเหนียวธรรมชาติ เช่น kaolin, bentonite หรือพวกดินเหนียวสังเคราะห์ที่มีธาตุอะลูมิเนียมสูง หรือใช้ synthetic zeolite ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนสูง ก๊าซไฮโดรคาร์บอนประเภท olefin

- **2.2 กระบวนการเปลี่ยนสภาพ (reforming)**

เป็นกระบวนการเปลี่ยนสภาพสารไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งให้เป็นสารไฮโดรคาร์บอนอีกชนิด โดยอาศัยความร้อนหรือตัวเร่งปฏิกิริยา

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

- **2.2 กระบวนการเปลี่ยนสภาพ (reforming)**

2.2.1 Thermal reforming ใช้ความร้อนสูงเปลี่ยนลักษณะโครงสร้างสารไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันเบนซินซึ่งมีค่าออกเทนต่ำให้เป็นพวกที่มีค่าออกเทนสูง อุณหภูมิที่ใช้สูงประมาณ 560 C

2.2.2 Hydroforming ใช้ไฮโดรเจนและตัวเร่งปฏิกิริยาพวก molybdenum บน alumina ที่อุณหภูมิ 480-540 C และความดัน 200-300 psi กระบวนการนี้ช่วยแปรสภาพน้ำมันเบนซินออกเทนต่ำให้มีค่าสูงขึ้น

2.2.3 Platforming and catforming ใช้ ไฮโดรเจนและตัวเร่งปฏิกิริยาพวก Pt บน alumina อุณหภูมิ 450-530 C ความดัน 500-700 psi

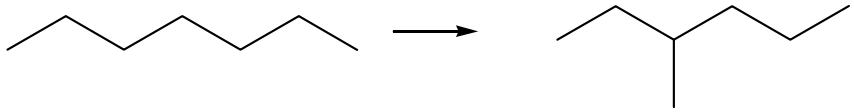
กระบวนการกลั่นน้ำมัน

- **2.2 กระบวนการเปลี่ยนสภาพ (reforming)**

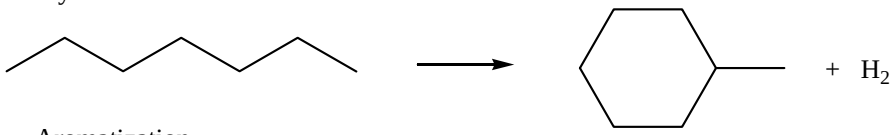
2.2.4 Catalytic reforming เป็นกระบวนการหลักเพื่อผลิต gasoline ที่มีค่าออกเทนสูง และยังมีบทบาทต่อการผลิตสารอะโรมาติกส์ในอุตสาหกรรมเคมี

วัสดุป้อนเป็น straight-run naphtha และสารไฮโดรคาร์บอนอื่น ๆ ที่มีจำนวนคาร์บอน 6-11 อะตอม น้ำหนักโมเลกุลที่ผ่านกระบวนการนี้ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก เพราะเป็นการจัดเรียงตัวใหม่ในโครงสร้าง

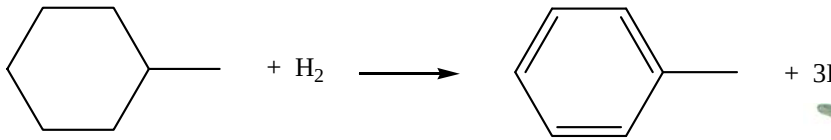
Isomerization



Cyclization



Aromatization



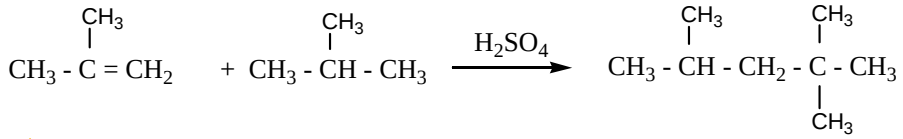
กระบวนการกลั่นน้ำมัน

❖ **2.3 กระบวนการรวมโมเลกุล**

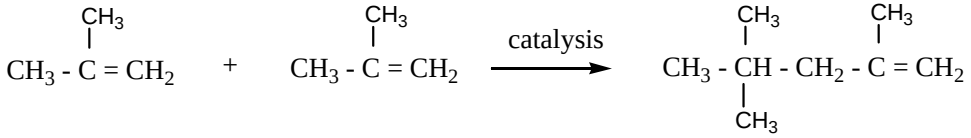
2.3.1 Alkylation เป็นกระบวนการผลิตองค์ประกอบของน้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนสูง โดยการรวมโมเลกุลของสารไฮโดรคาร์บอนประเภท olefin ที่มี C 3-5 atom เข้ากับพวก isoparaffin โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีฤทธิ์เป็นกรด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นสาร isoparaffin ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้นและมีค่าออกเทนสูง เช่น isooctane ได้จากการรวมโมเลกุลของ butylene และ isobutene

2.3.2 Polymerization เพื่อทำให้ light olefin จากกระบวนการ cracking ต่าง ๆ เปลี่ยนเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ใหญ่ขึ้น

❖ **ปฏิกิริยา Alkylation**



❖ **ปฏิกิริยา polymerization**



กระบวนการกลั่นน้ำมัน

❖ **3. การปรับปรุงคุณภาพ (treating)**

เป็นการขจัดสารที่ไม่ต้องการออกจากน้ำมัน เช่น กำมะถัน เกลือ เมอร์แคปแทน เป็นต้น เพื่อให้น้ำมันมีความคงตัวและมีคุณภาพดีขึ้น

กรรมวิธีในการปรับปรุงคุณภาพ เช่น ขจัดกำมะถันโดยใช้ก๊าซไฮโดรเจน

Hydrotreating เป็นกระบวนการกำจัดพวก heteroatom และ hydrogenation พันธะคู่และวงแหวนอะโรมาติก การทำ hydrotreating เพื่อป้องกันการเกิดการ deactivate ของตัวเร่งปฏิกิริยาอันเนื่องจาก heterocompound มักเป็นสารพิษต่อตัวเร่งปฏิกิริยา

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

❖ **4. การผสม (blending)**

เป็นการนำเอาผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ มาผสมกัน ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม หรือ การเติมสารเคมีบางอย่างลงไปเพื่อให้มีคุณภาพดีขึ้น

ตัวอย่างเช่น สารเพิ่มค่าออกเทน MTBE (methyl-*t*-butyl ether), ETBE (ethyl-*t*-butyl ether) methanol และ ethanol

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

❖ **4. การผสม (blending)**

น้ำมันเบนซิน จะผสมสารเคมีเพื่อเพิ่มคุณภาพให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น สารเพิ่มค่าออกเทน สารเคมีป้องกันสนิมและการกัดกร่อนในถังน้ำมันและท่อน้ำมัน และสารเคมีช่วยทำความสะอาดหัวฉีด

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำมันเบนซิน เมื่อได้รับความร้อนจะสามารถลุกติดไฟได้ ถ้าทำให้น้ำมันระเหยเป็นไอแล้วผสมกับอากาศที่ถูกอัดในกระบอกสูบและจุดด้วยประกายไฟ จะทำให้เกิดการระเบิดได้ เนื่องจากไอโซเมอร์ต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำมันมีคุณสมบัติต่างกัน จึงทำให้ไอโซเมอร์เหล่านั้นติดไฟไม่พร้อมกัน สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นโซ่ตรงจะติดไฟได้ง่ายกว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโซ่กิ่งเล็กน้อย

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

❖ **4. การผสม (blending)**

หากในน้ำมันเบนซินมีปริมาณสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นโซ่ตรงมาก เมื่อเกิดการเผาไหม้ในกระบอกสูบของเครื่องยนต์จะเกิดการระเบิดเร็วเกินไป ทำให้เกิดการกระแทกก่อนจังหวะงานในกระบอกสูบ เรียก การน็อก ผลคือ เครื่องยนต์เดินไม่เรียบ มีผลเสียต่อชิ้นส่วนและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ด้วย

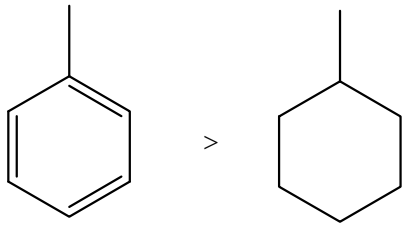
การประเมินเลขออกเทนของน้ำมันเชื้อเพลิง ทำโดยการทดสอบในเครื่องยนต์มาตรฐาน เปรียบเทียบกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอ้างอิง 2 ชนิด คือ ***n*-heptane** ซึ่งกำหนดให้มีค่าออกเทนเป็น 0 และ **2,2,4-trimethylpentane (isooctane)** กำหนดให้มีค่าออกเทนเป็น 100 เช่น น้ำมันเบนซินชนิดหนึ่งมีลักษณะการเผาไหม้และการน็อกเหมือนกับของผสมที่มี 90% isooctane และ 10% ***n*-heptane** น้ำมันนี้จะถูกกำหนดว่าเป็นน้ำมันเบนซินมีค่าออกเทนเท่ากับ 90

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

❖ **4. การผสม (blending)**

ค่าออกเทนมีหลักการพิจารณาจากโครงสร้าง ตัวอย่างเช่น

1. ค่าออกเทนเพิ่มขึ้นเมื่อมีพันธะคู่เพิ่มขึ้น

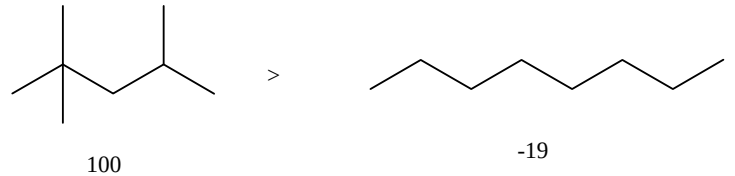


120 > 75

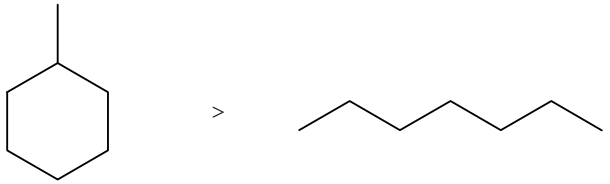
กระบวนการกลั่นน้ำมัน

ค่าออกเทนมีหลักการพิจารณาจากโครงสร้าง ตัวอย่างเช่น

2. ค่าออกเทนเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนกิ่งหรือวงเพิ่มขึ้น



100 > -19

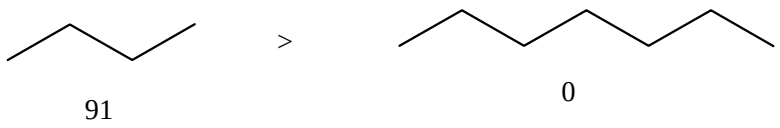


75 > 0

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

ค่าออกเทนมีหลักการพิจารณาจากโครงสร้าง ตัวอย่างเช่น

3. ค่าออกเทนลดลงเมื่อขนาดของสายโซ่เพิ่มขึ้น



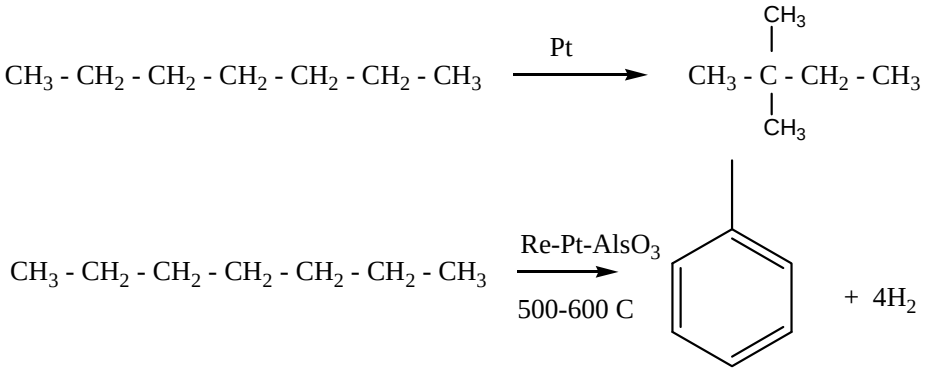
91 > 0

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

ปกติ gasoline ที่ได้จากหอกลั่นมีค่าออกเทนประมาณ 50-55 แต่เครื่องยนต์ในปัจจุบันต้องการน้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนประมาณ 87-93 การเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเบนซินทำได้ 3 วิธีคือ

1. **Cracking** เป็นการเพิ่มค่าออกเทนโดยการเพิ่มเปอร์เซนต์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโซ่สั้น ๆ โดยทั่วไปสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโซ่สั้น ๆ จะมีค่าออกเทนสูงกว่าโซ่ยาว เช่น butane มีค่าออกเทน 91 แต่ *n*-heptane มีค่าออกเทน 0
2. **Catalytic reforming** เป็นการเปลี่ยนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโซ่ตรงเป็นที่มีโซ่กิ่งหรือสารอะโรมาติก เช่น เปลี่ยน *n*-hexane ไปเป็น 2,2-dimethylbutane โดยใช้ Pt เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

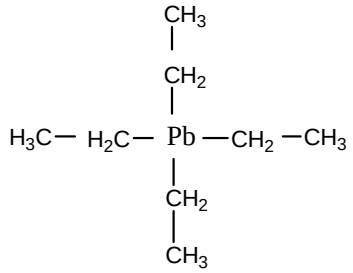
Catalytic reforming



กระบวนการกลั่นน้ำมัน

3. การเติม octane enhancer หรือ antiknock agent

ก่อนปี ค.ศ. 1975 ใช้ octane enhancer คือ tetraethyl lead (TEL) เพราะถูกและมีประสิทธิภาพสูง สามารถเพิ่มค่าออกเทนให้สูงขึ้นจากเดิม 10-15 แต่ตะกั่วเป็นพิษต่อสุขภาพ หากปล่อยจากท่อไอเสียรถยนต์



tetraethyl lead

กระบวนการกลั่นน้ำมัน

ต่อมามีกฎหมายให้รถติดตั้ง catalytic converter เพื่อควบคุมมลพิษ ทำให้ลดการใช้ TEL เพราะน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วเท่านั้นจึงใช้ได้กับรถยนต์ที่ติดตั้ง catalytic converter เนื่องจากตะกั่วทำให้ตัวเร่งปฏิกิริยาไม่สามารถทำงานได้

ปกติเครื่องยนต์ที่กำลังทำงานและอุณหภูมิสูง ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไนโตรเจนและออกซิเจนทำให้เกิดก๊าซไนตริกออกไซด์ (NO) ขึ้น ถ้า NO ถูกปล่อยสู่บรรยากาศทางท่อไอเสีย จะทำปฏิกิริยากับ ออกซิเจนเกิดเป็น NO_2 เป็นมลพิษอีกชนิดในอากาศ ดังนั้นอุปกรณ์ catalytic converter ทำให้หน้าที่

1. ออกซิไดส์ CO และไฮโดรคาร์บอนที่เผาไหม้ไม่หมดให้เป็น CO_2 และไอน้ำ
2. รีดิวซ์ NO ให้กลับไปเป็น N_2 และ O_2

ต่อมา octane enhancer ที่ใช้แทน TEL ได้แก่ MTBE (methyl-*t*-butyl ether), ETBE (ethyl-*t*-butyl ether), methanol and ethanol

ปัจจุบันมีการใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์แทนน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น มีทั้งก๊าซเชื้อเพลิง LPG และ NGV เนื่องจากก๊าซทั้งสองชนิดมีองค์ประกอบและสมบัติทางกายภาพต่างกัน

1. องค์ประกอบของ LPG คือ Propane และ Butane
2. องค์ประกอบของ NGV คือ methane

จุดเด่นของการใช้ NGV คือ ค่าพลังงานที่ได้ต่อน้ำหนักสูงกว่า ปลอดภัยกว่าหากเกิดการรั่วเพราะความหนาแน่นต่ำกว่าจึงลอยตัวได้ดีกว่า มีการเผาไหม้สะอาดสมบูรณ์

เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซล เป็นเครื่องยนต์ที่หลักการทำงานแตกต่างจากเครื่องยนต์เบนซิน การจุดระเบิดของเครื่องยนต์ดีเซล ใช้ความร้อนที่เกิดจากการอัดอากาศอย่างสูงในลูกสูบ ไม่ใช่การจุดระเบิดของหัวเทียนเหมือนในเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน

น้ำมันดีเซล เป็นน้ำมันที่ระเหยช้า (low volatile) จุดเดือดอยู่ระหว่าง 180-385 C ในประเทศไทยมีน้ำมันดีเซล 2 ประเภท คือ

น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว หรือ น้ำมันโซล่า ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว เช่น รถยนต์ รถบรรทุก เรือประมง เรือโดยสาร เครื่องปั่นไฟ รถแทรกเตอร์ เพราะใช้งานหมุนเกิน 1000 รอบต่อนาที ทำให้ต้องใช้น้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนสูง และมีการระเหยเร็ว มิฉะนั้นเครื่องยนต์จะเดินไม่สะดวก

เครื่องยนต์ดีเซล

น้ำมันดีเซล หมุนช้า หรือน้ำมันขี้โล้ ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลางหรือรอบต่ำ เช่น เรือเดินทะเล เพราะไม่ต้องการน้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนสูงมาก และระเหยช้า

กระบวนการเผาไหม้น้ำมันดีเซล นั้นจะถูกฉีดเป็นละอองฝอยเข้าไปผสมกับอากาศที่มีความดันและอุณหภูมิสูงในกระบอกสูบ เกิดการเผาไหม้ทันทีพร้อมกับให้พลังงานขับเคลื่อนลูกสูบต่อไป

ความต้องการพื้นฐานของน้ำมันดีเซล คือ ต้องจุดระเบิดเองได้เร็ว และเผาไหม้ได้หมดภายใต้สภาวะภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ได้มีการกำหนดคุณภาพน้ำมันดีเซลด้วยเลขซีเทน (cetane number) โดยมีน้ำมันเชื้อเพลิงอ้างอิง 2 ชนิดคือ

เครื่องยนต์ดีเซล

n-cetane ที่มีคุณสมบัติในการจุดระเบิดดีมากให้มีค่าซีเทน 100 และ α- methylnaphthalene มีค่า ซีเทน 0 ต่อมาใช้ heptamethylnonane กำหนดให้มีค่าซีเทน 15

Cetane number = % n-cetane + 0.15 % heptamethylnonane

น้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนสูง จะทำให้การควบคุมการเผาไหม้ทำได้ดีขึ้น เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้น

ข้อดีการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

- เป็นเชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่นำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง มีการเผาไหม้สมบูรณ์
- ลดการสร้าง ก๊าซเรือนกระจก
- มีความปลอดภัยสูงในการใช้งาน เพราะเบากว่าอากาศ จึงลอยขึ้นเมื่อเกิดการรั่ว
- ถูกกว่าเชื้อเพลิงปิโตรเลียมอื่น ๆ

เปรียบเทียบคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ และก๊าซหุงต้ม

ข้อเปรียบเทียบ	ก๊าซธรรมชาติ	ก๊าซหุงต้ม (LPG)
ความปลอดภัย	มีความปลอดภัยสูง เนื่องจากเบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะฟุ้งกระจายไปในอากาศอย่างรวดเร็ว	มีความปลอดภัยน้อย เนื่องจากหนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะกระจายอยู่ตามพื้นราบ
ความพร้อมในการนำมาใช้งาน	สถานะเป็นก๊าซ นำไปใช้ได้เลย	สถานะเป็นของเหลว ต้องทำให้เป็นก๊าซก่อนนำไปใช้งาน
ประสิทธิภาพการเผาไหม้	เผาไหม้ได้สมบูรณ์	เผาไหม้ได้สมบูรณ์
คุณลักษณะของเชื้อเพลิง	ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เผาไหม้ปราศจากเขม่าและก้ามะถัน	ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น โดยทั่วไปจะเติมสารเติมกลิ่นเพื่อความปลอดภัย
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	ไม่ต้องสร้างถังเก็บสำรองเชื้อเพลิง	ต้องมีถังเก็บสำรอง ต้องสั่งซื้อเชื้อเพลิงล่วงหน้า

Thank You !