รายงานการกลั่นน้ำมัน

Oil Refining Process

กระบวนการแยกส่วนและแปลงน้ำมันดิบ

เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่าสูงขึ้น

จัดทำโดย: OWL Agent — ดำเกิง AI

วันที่: 13 มิถุนายน 2569

เวอร์ชัน: 1.0

สารบัญ

1 บทนำ

2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำมันดิบ

2.1 ต้นกำเนิด

2.2 ส่วนประกอบทางเคมี

2.3 ประเภทของน้ำมันดิบ

3 กระบวนการกลั่นน้ำมัน

3.1 การกลั่นแบบลดความดัน

3.2 การกลั่นในสุญญากาศ

3.3 การแตกตัวโมเลกุล (Cracking)

3.4 การบ่มเพิ่มคุณภาพ (Reforming)

4 ผลิตภัณฑ์จากการกลั่น

5 เทคโนโลยีสมัยใหม่

6 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

7 อุตสาหกรรมในประเทศไทย

8 สรุป

1. บทนำ

น้ำมันดิบ (Crude Oil) เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญยิ่งต่อเศรษฐกิจโลก เป็นแหล่งพลังงานหลักของอุตสาหกรรมและการขนส่งในปัจจุบัน โดยน้ำมันดิบที่ขุดขึ้นมาจากใต้ดินนั้นไม่สามารถนำมาใช้งานได้โดยตรง จำเป็นต้องผ่านกระบวนการกลั่น (Refining) เพื่อแยกส่วนผสมออกเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีคุณค่าสูงขึ้น

โรงกลั่นน้ำมัน (Oil Refinery) เป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ที่ทำหน้าที่แปลงน้ำมันดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้จริง เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน น้ำมันสำหรับการบิน และเคมีภัณฑ์

รายงานฉบับนี้จะนำเสนอกระบวนการกลั่นน้ำมันอย่างครบถ้วน ตั้งแต่คุณสมบัติของน้ำมันดิบ ขั้นตอนการกลั่น ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เทคโนโลยีสมัยใหม่ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำมันดิบ

2.1 ต้นกำเนิด

น้ำมันดิบเกิดจากซากสิ่งมีชีวิตในทะเลและบกที่ถูกฝังอยู่ใต้ชั้นหิน เป็นเวลาหลายร้อยล้านปี ภายใต้ความร้อนและแรงดันสูง ทำให้สารอินทรีย์เปลี่ยนเป็นสารไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเป็นส่วนผสมหลักของน้ำมันดิบ

2.2 ส่วนประกอบทางเคมี

น้ำมันดิบประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนหลายชนิด ได้แก่:

พาราฟิน (Paraffins) — CnH2n+2 เป็นส่วนใหญ่กว่า 50%

แนฟทีน (Naphthenes) — CnH2n มีโครงสร้างวง

อะโรมาติก (Aromatics) — มีวงเบนซิน เช่น เบนซีน โทลูอีน

แอสฟัลเทน (Asphaltenes) — โมเลกุลใหญ่ หนัก มีกำมะถัน โลหะ

นอกจากนี้ยังมีสารเจือปน เช่น กำมะถัน (Sulfur) ไนโตรเจน (Nitrogen) ออกซิเจน (Oxygen) และโลหะหนัก เช่น วาเนเดียม และนิกเกิล

2.3 ประเภทของน้ำมันดิบ

น้ำมันดิบแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก:

น้ำมันดิบเบา (Light Crude) — ความหนืดต่ำ อะโรมาติกต่ำ แพงกว่า

น้ำมันดิบหนัก (Heavy Crude) — ความหนืดสูง มีกำมะถันสูง ราคาถูกกว่า

ตัวอย่างน้ำมันดิบมาตรฐาน: WTI (West Texas Intermediate) □ API 39.6° เบนเทน Brent □ API 38.3° ดูบาย Dubai □ API 31°

3. กระบวนการกลั่นน้ำมัน

3.1 การกลั่นแบบลดความดัน (Atmospheric Distillation)

เป็นขั้นตอนแรกและสำคัญที่สุด น้ำมันดิบถูกป้อนเข้าสู่เครื่องกลั่น หลังจากถูกอุ่นด้วยเตาเผา (Furnace) ไปที่ประมาณ 340-370°C จะเข้าสู่ Distillation Column (หอกลั่น) ซึ่งเป็นหอคอยสูงราว 50-60 เมตร ในแต่ละระดับของหอจะมีอุณหภูมิต่างกัน ทำให้สารไฮโดรคาร์บอน ที่มีจุดเดือดต่างกัน กลั่นตัวขึ้นไปจับคู่กับชั้นของหอ

ผลิตภัณฑ์จากหอกลั่น (จากบนลงล่าง):

ผลิตภัณฑ์	โมเลกุล	จุดเดือด	การใช้งาน

แก๊สสั้น (Refinery Gas)	C1-C4	< 30°C	LPG, เชื้อเพลิง
เบนซิน (Naphtha)	C5-C10	30-180°C	เบนซิน, โพลิเมอร์
น้ำมันก๊าซโฮล (Kerosene)	C10-C16	180-250°C	เชื้อเพลิงเครื่องบิน
น้ำมันดีเซล (Diesel)	C14-C20	250-350°C	ดีเซล, เชื้อเพลิงหม้อต้ม
น้ำมันหนัก (Residue)	> C20	> 350°C	ยางมะตอย, โค้ก

3.2 การกลั่นในสุญญากาศ (Vacuum Distillation)

น้ำมันที่เหลือจากหอกลั่นบรรยากาศ (Residue) มีจุดเดือดสูงกว่า 350°C ถ้าให้ความร้อนต่อจะทำให้โมเลกุลแตก จึงใช้หอกลั่นภายใต้สุญญากาศ ลดความดันให้น้อยกว่า 50 มม.ปรอท ทำให้สารจุดเดือดสูงกลั่นตัวได้ โดยไม่แตกตัว ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่น น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน

3.3 การแตกตัวโมเลกุล (Cracking)

เป็นกระบวนการที่ทำลายโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็กลง เพื่อเพิ่มปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมากกว่า เช่น เบนซิน และ LPG

Thermal Cracking — ใช้ความร้อนสูง (> 500°C) และแรงดันสูง

Catalytic Cracking (FCC) — ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (Zeolite) ที่ 480-530°C

Hydrocracking — ใช้ H2 ความดันสูง + ตัวเร่ง สารประกอบ S, N ถูกกำจัด

Fluid Catalytic Cracking (FCC) เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในโรงกลั่นสมัยใหม่ สามารถแปลงน้ำมันหนักให้เป็นเบนซินได้ 40-50% ของปริมาณขาเข้า

3.4 การบ่มเพิ่มคุณภาพ (Reforming)

ส่วนเบนซินที่มีค่าออกเทนต่ำจะถูกนำไปบ่ม (Reforming) เพื่อเพิ่มค่าออกเทน (Octane Number) โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัม กระบวนการนี้ยังผลิตไฮโดรเจนเป็นผลพลงไปด้วย ซึ่งใช้ในการ Hydrotreating และ Hydrocracking

4. ผลิตภัณฑ์จากการกลั่น

ผลิตภัณฑ์หลักจากโรงกลั่นน้ำมันแบ่งตามสัดส่วนโดยปริมาตร:

ผลิตภัณฑ์	สัดส่วน	การใช้งาน
เบนซิน (Gasoline)	~25%	เชื้อเพลิงรถยนต์, ตัวทำละลาย
น้ำมันดีเซล (Diesel)	~30%	รถกระบะ, เรือ, เครื่องยนต์
เชื้อเพลิงเครื่องบิน	~10%	Jet A-1 เครื่องบินพาณิชย์
LPG	~5%	เชื้อเพลิงหุงต้ม, อุตสาหกรรม
น้ำมันเตา (Fuel Oil)	~8%	เรือขนาดใหญ่, โรงไฟฟ้า
น้ำมันสิงทอ (Naphtha)	~10%	วัตถุดิบโรงเคมี, โพลิเมอร์
ยางพารา (Bitumen)	~3%	ผิวถนน, กันน้ำ
โค้ก (Petroleum Coke)	~2%	ขั้วไฟฟ้า, ถ่านอุตสาหกรรม
อื่นๆ	~7%	น้ำมันหล่อลื่น, กำมะถัน

สัดส่วนอาจแตกต่างตามคุณภาพน้ำมันดิบและการตั้งค่าโรงกลั่น โรงกลั่นสมัยใหม่มักออกแบบให้ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเบาให้มากที่สุด เพราะมีมูลค่าเพิ่มสูง

5. เทคโนโลยีสมัยใหม่

5.1 Deep Conversion Refining

โรงกลั่นสมัยใหม่ใช้ Deep Conversion ที่ผสมผสาน FCC, Hydrocracking และ Delayed Coking เข้าด้วยกัน ทำให้แปลงน้ำมันหนักเป็นผลิตภัณฑ์เบา ได้ถึง 90-95% ลดเศษน้ำมันหนักให้เหลือน้อยที่สุด

5.2 Digital Refinery (Industry 4.0)

โรงกลั่นยุคใหม่นำ AI, IoT Sensors และ Big Data มาใช้:

Process Optimization — AI วิเคราะห์ข้อมูล real-time เพิ่มประสิทธิภาพ

Predictive Maintenance — คาดการณ์การชุดก่อนเสีย ลด downtime

Digital Twin — จำลองโรงกลั่นทั้งหมดในคอมฯ เพื่อทดสอบสถานการณ์

5.3 Bio-refining & Co-processing

ใช้น้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ co-processing รวมกับน้ำมันดิบ ในหน่วย FCC หรือ Hydrocracking เพื่อผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ เช่น Sustainable Aviation Fuel (SAF) และ Renewable Diesel (HVO)

6. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

โรงกลั่นน้ำมันเป็นแหล่งปล่อย CO2 จำนวนมาก ประมาณ 1-2% ของการปล่อย CO2 ทั่วโลกมาจากอุตสาหกรรมกลั่นน้ำมัน โดยมาจากการเผาเชื้อเพลิงใน Furnace และ Flare

การปล่อยอายุที่เป็นพิษ เช่น SOx, NOx, VOCs และผงละออง PM2.5 ต้องบริหารจัดการผ่าน Flare Gas Recovery, Sulfur Recovery Unit (SRU) และ Low-NOx Burners

ในอนาคต โรงกลั่นจะปรับตัวเป็น Integrated Energy Hub: ผลิตไฮโดรเจน ใช้ CCS/CCUS ผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ และบริหารจัดการ Carbon Credits

7. อุตสาหกรรมน้ำมันกลั่นในประเทศไทย

ประเทศไทยมีโรงกลั่นน้ำมันรวมกันมากกว่า 7 แห่ง มีกำลังการกลั่นรวมประมาณ 1.3 ล้านบาร์เรลต่อวัน โดยหลักๆ ได้แก่:

PTT Global Chemical (PTTGC) — โรงกลั่น Sriracha, Map Ta Phut

Thai Oil (TOP) — โรงกลั่น Sriracha, กำลังการผลิต ~275,000 bbl/d

IRPC — โรงกลั่น Rayong, เน้น Petrochemical

Bangchak (BCP) — โรงกลั่น Phra Khanong

Esso (Thailand) — โรงกลั่น Sriracha

อุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลัก ที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทย สร้างมูลค่าเพิ่มหลายแสนล้านบาทต่อปี

8. สรุป

การกลั่นน้ำมันเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและสำคัญยิ่ง ต่อเศรษฐกิจโลกและชีวิตประจำวัน ตั้งแต่การแยกส่วนผสม ด้วยการกลั่นแบบลดความดัน การแปลงโมเลกุลใหญ่ด้วย Cracking ไปจนถึงการบ่มเพิ่มคุณภาพด้วย Reforming

ในอนาคต อุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันจะเปลี่ยนแปลงไปสู่ Integrated Refinery-Petrochemical Complex ที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและ AI เพิ่มประสิทธิภาพ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และผลิตเชื้อเพลิงสะอาด รองรับการเปลี่ยนผ่านพลังงาน (Energy Transition)

จัดทำเพื่อการศึกษา | ข้อมูลอ้างอิจากแหล่งวิศวกรรมเคมีและอุตสาหกรรมปิโตรเลียม