

### ประเภทและคุณสมบัติของน้ำมัน

ผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ ได้มาจากกรรมวิธีของการกลั่นน้ำมันดิบ (Distillation of Crude Oil) น้ำมันดิบเป็นของเหลวที่เผาไหม้ได้ ประกอบด้วยสารผสมเชิงซ้อนของไฮโดรคาร์บอนซึ่งมีสารพวกกำมะถัน ไนโตรเจนกับออกซิเจนปนอยู่บ้างเล็กน้อย เมื่อน้ำมันกลั่นตามขบวนการผลิตน้ำมันแล้ว สามารถแบ่งประเภทของน้ำมันออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

ก. น้ำมันเชื้อเพลิง (Refined Oil) เชื้อเพลิงที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ แบ่งออกได้ตามขั้นตอนของการกลั่นเป็น 3 ประเภทคือ

1. ส่วนที่เบาที่สุด ซึ่งเป็นแก๊สไม่สามารถกลั่นตัวเป็นของเหลวในอุณหภูมิและกำลังดันบรรยากาศธรรมดาได้ แต่ถ้านำมาอัดบรรจุถังเหล็กภายใต้กำลังดันมันจะกลายเป็นของเหลวได้ เราเรียกว่า แอล พี จี (LPG-Liquefied Petroleum Gas) หรือแก๊สหุงต้ม

2. ส่วนที่หนักขึ้น และสามารถกลั่นตัวกลับเป็นของเหลวได้ เราเรียกน้ำมันเชื้อเพลิงประเภทนี้ว่า คีโรซีนเลท ฟิวเอ็ล (Distillated Fuels) ใช้เป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์ชนิดต่าง ๆ แบ่งออกได้เป็น 6 ประเภท (ที่ใช้ในตลาดประเทศไทย) ตามความหนัก-เบาของน้ำมัน คือ

2.1 Aviation Gasoline คือน้ำมันเบนซินสำหรับเครื่องบินใบพัดใช้เครื่องยนต์แบบลูกสูบ เช่น น้ำมัน Avgas 115/145

2.2 Motor Gasoline หรือ Automotive Gasoline คือน้ำมันเบนซิน สำหรับยานยนต์ซึ่งมี 2 เกรด คือ

- เบนซินพิเศษ (ออกเทนัมเบอร์ 95)
- เบนซินธรรมดา (ออกเทนัมเบอร์ 83)

2.3 Jet Fuels หรือ Turbo Fuels คือ น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินไอพ่น มี 2 เกรด คือ

- JP 4 ใช้กับเครื่องบินทหาร
- JP 1 ใช้กับเครื่องบินพาณิชย์

2.4 Kerosene คือ น้ำมันก๊าด ใช้ในการจุดตะเกียงให้แสงสว่างหรือการหุงต้ม และอุตสาหกรรมบางอย่าง

2.5 Automotive Diesel Oil (ADO) คือน้ำมันดีเซลหมุนเร็วหรือน้ำมันโซลา ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็วในยานพาหนะ, ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, งานก่อสร้าง และเรือขนาดเล็ก

2.6 Industrial Diesel Oil (IDO) คือน้ำมันดีเซลหมุนช้าหรือน้ำมันซีโล ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลหมุนช้าและหมุนปานกลางในโรงงานอุตสาหกรรม และเรือขนาดใหญ่

3. ส่วนที่หนักที่สุด ที่เหลืออยู่นอกถังก้น เราเรียกว่า Residual Fuels หรือที่รู้จักกันว่า น้ำมันเตา เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาหม้อน้ำ และเตาเผาต่าง ๆ ส่วนขางมะตอยเป็นกากน้ำมันที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันเป็นผลพลอยได้อย่างหนึ่ง

ข. น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oils) ได้แก่ น้ำมันซึ่งเราเรียกว่าน้ำมันเครื่องนั่นเอง น้ำมันชนิดนี้มีตั้งแต่ชนิดที่สะอาดใช้ได้ในหลอดเข็มฉีดยาเพื่อใช้หยอดน้ำมันลูกปืน เครื่องเข็มทึต ไปจนถึงชนิดข้นคล้ายไขมันใช้ในพื้นเพื่อม้หิมามาของ เครื่องยนต์ขนาดยักษ์ อุปกรณ์ทุกชนิดที่มีส่วนเคลื่อนไหวจำเป็นต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นด้วยกันทั้งนั้น

อนึ่ง จาระบี ชีตง ถือเป็นสารประกอบอื่นที่ไม่ได้ให้พลังงานเชื้อเพลิงโดยตรงจัดอยู่ในประเภทน้ำมันหล่อลื่น

สำหรับวิทยานิพนธ์นี้จะศึกษาเฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิง (ยกเว้น แอล พี จี) เท่านั้น คุณลักษณะของน้ำมันแต่ละประเภทอาจกล่าวพอสังเขปได้ดังนี้

1 บทความของฝ่ายบริการเทคนิค-แผนกการขายอุตสาหกรรม บริษัทเอสโซ่ประเทศไทย จำกัด, เรื่องน้ำมันเกี่ยวกับเชื้อเพลิงปิโตรเลียม (กรุงเทพฯ: 2519).

### น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินใบพัด (Aviation Gasoline)

น้ำมันชนิดนี้จัดอยู่ในประเภท Distillated Fuel กลุ่มเดียวกับกับน้ำมันเบนซินรถยนต์ แต่มีคุณสมบัติต่าง ๆ สูงกว่า ผลิตควยความบริสุทธิ์และสะอาดกว่า มีจุดเยือกแข็งต่ำกว่า และโดยเฉพาะอย่างยิ่งมีคุณภาพในการต้านทานการน็อกหรือคาออกเทนนิมเบอร์สูงกว่ามาก ควยเหตุที่คุณภาพในการต้านทานการน็อกของน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินถือเป็นเรื่องสำคัญ จึงใช้สเกลระบุเกรดของน้ำมันซึ่งเป็นที่รู้จักกันทั่วโลก เช่น 80/87 (สีแคง), 100/130 (สีเขียว) และ 115/145 (สีม่วง)

โดยทั่วไปสเกลของออกเทนนิมเบอร์สูงสุดที่ 100 ฉะนั้นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีออกเทนนิมเบอร์เกินกว่า 100 จึงต้องใช้สเกล Performance Number เพื่อระบุคุณภาพต้านทานการน็อก (Anti-knock Quality) ของน้ำมันเชื้อเพลิงแทน ดังเช่น 115/145 หมายความว่า เลขตัวแรกระบุที่สภาพเครื่องยนต์เดินควยเชื้อผสมบางในขณะบินเกินทาง (Lean Mixture or Cruising) เพื่อให้ได้การประหยัดเชื้อเพลิงได้มากที่สุด ส่วนเลขตัวหลังระบุที่สภาพเครื่องยนต์เดินควยเชื้อผสมหนา เพื่อให้ได้กำลังและแรงฉุด (Thrust) มากที่สุดในขณะเร่งเครื่องบินขึ้นจากสนามบิน (Rich Mixture or Take off) ฉะนั้น โดยสรุปแล้วน้ำมันเชื้อเพลิงที่มี Performance Number 145 หมายความว่า เครื่องยนต์เครื่องบินแบบมีซูเปอร์ชาร์จสามารถผลิตกำลังได้มากกว่า 145% หรือ 1.45 เท่าของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีออกเทนนิมเบอร์ 100 โดยที่เครื่องยนต์ไม่น็อก

### น้ำมันเบนซินหรือแก๊สโซลีน (Motor Gasoline)

น้ำมันเบนซินเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน ได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบโดยกลั่นเอาส่วนที่เบาที่พอเหมาะจากส่วนต่าง ๆ ในกรรมวิธีการกลั่นและเอามาผสมกันแล้วปรุงแต่งควยสารเพิ่มคุณภาพต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะแก่การใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เบนซิน คุณสมบัติทั่วไปอาจกล่าวได้ดังนี้

คุณสมบัติเหตุผล

1. ระเหยได้ง่ายในอุณหภูมิต่ำ - เพื่อให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่าย
2. ระเหยได้ปริมาณมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น - เพื่อให้เครื่องยนต์ร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว แรงเครื่องยนต์ได้เรียบและมีการกระจายตัวของน้ำมันไปยังลูกสูบต่าง ๆ ได้สม่ำเสมอ
3. มีความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันของไอระเหย (Vapor Pressure) เบนซินเค็กระเหยเป็นไอในคาบูเรเตอร์ ปืน และอัตรการระเหย (Distillation) ที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในแต่ละเขต เมืองหนาว-เมืองร้อน หรือในระดับความสูงต่าง ๆ กัน - เพื่อป้องกันการเกิด Vapor Lock และน้ำมันเบนซินเค็กระเหยเป็นไอในท่อทางน้ำมัน นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการสูญเสียอันเนื่องมาจากน้ำมันระเหยออกจากถังน้ำมันมากเกินไปด้วย
4. มีส่วนที่ระเหยช้ามากเกินไปให้น้อยที่สุด - เพื่อให้เชื่อมั่นว่าน้ำมันเบนซินกระจายไปตามสูบต่าง ๆ ได้ดี และขจัดปัญหา น้ำมันเบนซินที่ไม่เผาไหม้ รั่วผ่านลูกสูบลงไปผสมกับน้ำมันเครื่อง (Crankcase dilution)
5. มีค่าความร้อนสูง - เพื่อประหยัดน้ำมันเบนซินหรือให้ค่าของกิโลเมตรต่อลิตรสูงที่สุด
6. มีคุณภาพต้านทานการน็อกสูงหรือออกเทนนิมเบอร์สูง - เพื่อมิให้เกิดการน็อกในเครื่องยนต์ในทุก ๆ สภาพการใช้งาน
7. มีปริมาณของยางเหนียว (gum) ต่ำ - เพื่อป้องกันวาล์วติดตาย คาบูเรเตอร์ขัดข้อง การเกิดคราบน้ำยางเหนียวแล้วกลายเป็น Lacquer เกาะติดตามท่อไอดีและในเครื่องยนต์
8. มีกำมะถันต่ำ - เพื่อป้องกันการกัดกร่อนและสีกร่อนในส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์

คุณสมบัติเหตุผล

9. มีความคงตัวสูง - เพื่อป้องกันการสลายตัวของน้ำมันและการเกิดคราบยางเหนียว ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาในถังน้ำมัน
10. มีกลิ่นที่นำพาใจ - เพื่อให้ผู้ใช้ไม่เกิดความรำคาญและเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

น้ำมันเบนซินที่มีจำหน่ายในประเทศไทยมีอยู่ 2 เกรดคือ

ก. ชนิดพิเศษ มีสีแดง ซึ่งมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น Extra Gasoline, Gasoline Premium และ Super-Hi เป็นต้น

ข. ชนิดธรรมดา มีสีส้ม ก็มีชื่อเรียกต่าง ๆ เช่นกันคือ Regular Gasoline, Motor Gasoline, Mogas

น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินไอพ่น (Turbo fuels)

เครื่องบินเจ็ทหรือไอพ่น ใช้เครื่องยนต์เทอร์ไบน์หรือกังหัน (Turbine Engine) ซึ่งไม่ต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องมีคุณภาพต้านทานการน็อคเหมือนน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์ลูกสูบ (Reciprocating Engine) ในเครื่องบินใบพัด น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องบินไอพ่นก็คล้าย ๆ กับน้ำมันก๊าดนั่นเอง แต่ผลิตและปรุงแต่งให้มีความสะอาด บริสุทธิ์ใสไม่มีสีและคุณสมบัติอื่น ๆ สูงกว่าเพื่อเหมาะแก่การใช้งาน ปัจจุบันมี 2 เกรด คือ

ก. เจ พี 4 (JP 4) เป็นเชื้อเพลิงเครื่องบินเจ็ทของทหาร ซึ่งต้องการช่วงอุณหภูมิจุดเดือดกว้าง (Wide Boiling-range) เพื่อให้เหมาะแก่การเผาไหม้ได้ทั้งในอุณหภูมิต่ำ ๆ จึงเป็นน้ำมันที่อยู่กึ่ง ๆ หรือผสมกันระหว่างน้ำมันเบนซินกับน้ำมันก๊าด

ข. เจ พี 1 (JP 1) เป็นเชื้อเพลิงเครื่องบินเจ็ทในการพาณิชย์ มีช่วงอุณหภูมิจุดเดือดใกล้เคียงกับน้ำมันก๊าด เหมาะแก่การเผาไหม้ได้ทั้งในอุณหภูมิต่ำ

กล่าวโดยสรุปคุณสมบัติสำคัญของน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินเจ็ทที่องค์การคำนึงถึงคือ

1. คุณภาพการเผาไหม้ คือความสามารถของน้ำมันที่จะเผาไหม้อย่างมีประสิทธิภาพและสะอาดเพราะแก๊สร้อนจากการเผาไหม้จะต้องไปทำงานเป่ากังหันที่ต้องหมุนรอบสูงมาก แก๊สร้อนที่ไม่สะอาดจะทำอันตรายแก่เป่ากังหันอันจะเป็นเหตุให้เครื่องบินตกได้
2. ค่าความร้อน จะต้องมีสูงพอที่จะผลักดันกำลังดูดส่งเครื่องบินขึ้นจากสนามบินและบินเดินทางบนอากาศได้
3. ต้องมีความคงตัวสูง (Stability) เพื่อมิให้น้ำมันเสื่อมหรือสลายตัวด้วยปฏิกิริยาทางเคมีในระหว่างการเก็บในถังและระหว่างการใช้งาน
4. ต้องไม่มีการกัดกร่อน ที่จะทำอันตรายแก่ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
5. ต้องมีความสามารถที่จะปั๊มได้ (Pumpability) เพื่อส่งน้ำมันและกำหนดปริมาณน้ำมันเข้าเผาไหม้ได้ในทุก ๆ สภาพการทำงานของเครื่องยนต์และสภาพอากาศ
6. อัตราการระเหย (Volatility) ต้องมีให้เหมาะแก่การเผาไหม้ และต้องมีกำลังดันไอต่ำ เพื่อป้องกันการสูญเสียของน้ำมันมากเกินไปจากถังเก็บ
7. ความสะอาด ต้องไม่มีสิ่งสกปรก สนิม น้ำ และสิ่งอื่น ๆ เจือปน

### น้ำมันก๊าด (Kerosene)

ในประเทศเมืองหนาว น้ำมันก๊าดถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงทำความร้อนให้ความอบอุ่นในอาคารบ้านเรือน ถ่มน้ำและการครัว ส่วนในเขตเมืองร้อนเช่นประเทศไทย น้ำมันก๊าดก็ยังใช้ในการจุดตะเกียงให้แสงสว่างในชนบทที่อยู่ห่างไกลและไม่มีไฟฟ้าใช้น้ำมันชนิดนี้ใช้ไม่มีสี นอกจากนี้ก็ยังนิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมบางชนิดที่ต้องการการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่สะอาด เช่น อุตสาหกรรมกระเบื้องเคลือบ เซรามิกและอื่น ๆ

คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันก๊าดในการจุดตะเกียงให้แสงสว่าง คือ

1. ต้องไม่มีวันหรือมีวันน้อยที่สุด
2. ต้องมีช่วงของอุณหภูมิจุดเดือดที่เหมาะสม เพื่อให้ น้ำมันระเหยตัวขึ้นไปตามไส้ตะเกียงและจุดติดไฟได้ดี

คุณสมบัติที่สำคัญในการใช้เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนได้แก่

1. ต้องสะอาด ไม่มีตะกอนหรือสิ่งไม่บริสุทธิ์ อันจะเป็นสาเหตุให้เกิดอุกตันแควาลัวและรบกวนฉีดน้ำมัน หรือรบกวนทำให้ น้ำมันระเหยตัวขึ้นไปเผาไหม้ได้
2. ต้องมีความคงตัวสูง เพื่อให้เก็บไว้ในถังได้นาน การเปลี่ยนสีของน้ำมันในระหว่างการเก็บหมายถึงน้ำมันมีความคงตัวไม่ดี
3. ต้องมีช่วงอุณหภูมิจุดเดือดที่เหมาะสมที่จะจุดติดไฟเผาไหม้ได้สม่ำเสมอโดยไม่เกิดควันเขม่า

### น้ำมันดีเซล (Diesel Fuel Oils)

ปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

- ก. น้ำมันสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว หรือน้ำมันโซลา (มีสีเหลืองอ่อนในตัวเองโดยธรรมชาติ) มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษต่าง ๆ กัน เช่น Automotive Diesel Oil (ADO), Dieseltex, Digas และ Gas Oil เป็นต้น น้ำมันชนิดนี้ใช้กับรถยนต์ รถบรรทุก เรือเร็ว และเครื่องจักรกลที่ใช้ในงานก่อสร้าง เช่น รถแทรกเตอร์ ซึ่งเครื่องยนต์ประเภทนี้จำเป็นต้องใช้น้ำมันที่มีค่า Cetane (การวัดคุณภาพในการจุดระเบิดของน้ำมัน) สูง และมีการระเหยตัวที่ถูกต้อง มิฉะนั้นเครื่องยนต์จะเดินไม่สะดวก
- ข. น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลรอบหมุนปานกลางหรือหมุนช้า เรียกกันว่าน้ำมันดี (สีแก่กว่าน้ำมันโซลา) และมีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษต่าง ๆ กัน เช่น Industrial Diesel Oil (IDO), Diesel Oil, Diesel Fuel เป็นต้น น้ำมันชนิดนี้ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลขับเคลื่อนกำลังติดตั้งอยู่กับที่ ตามโรงงานต่าง ๆ ซึ่งไม่ต้องการน้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนสูงมาก และการระเหยตัวอาจจะช้าลงกว่าประเภทแรก

ความสำคัญของน้ำมันเชื้อเพลิงประเภทนี้ สรุปได้ดังนี้

1. มีคุณภาพถูกต้องสำหรับการเผาไหม้
2. สะอาด
3. ไม่เป็นกรดและทำให้เกิดการกัดกร่อน
4. มีความชื้นในเชื้อเพลิงที่ถูกต้อง
5. มีการหล่อลื่นดี
6. สามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่เปลี่ยนแปลงสภาพ

005400

### น้ำมันเตา ( Residual Fuels or Heavy Fuel Oils )

น้ำมันเตาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากตอนล่างของหอกลิ้นอันเป็นส่วนที่เหลือตกค้างอยู่จากการกลั่นมีสีดำ มีสิ่งตกค้างต่าง ๆ ปนอยู่และมีราคาถูกที่สุดก็ตาม น้ำมันเตาก็ยังเป็นประโยชน์มหาศาลต่อการอุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง และการผลิตกำลังงานไฟฟ้า ซึ่งลักษณะการใช้งานน้ำมันเตาพอจัดได้เป็น 3 ประเภทคือ

ก. ใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาหม้อน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ โดยการเอาไอน้ำมาขับเคลื่อนเครื่องจักรไอน้ำ หรือเครื่องกังหันไอน้ำในเรือเดินสมุทร รถไฟ โรงไฟฟ้า และโรงงานน้ำตาล เป็นต้น นอกจากนี้ก็ใช้ไอน้ำไปถ่ายเทความร้อนในกรรมวิธีการผลิตต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งไอน้ำพวกนี้เราเรียกว่า Process Steam เช่นการอบผ้า ย้อมผ้า อบกระดาษ และอื่น ๆ

ข. ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การถลุงแร่ เตาเผาหรือเตาหลอมโลหะ เตาโลหะเพื่อการรีดเป็นเส้น เตาในเตาเซรามิกและเตาเผาอิฐ ในการหลอมทำแก้ว และเตาในเตาทำปูนซีเมนต์ ปูนขาว สี เป็นต้น

ค. ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงกับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ หมุนรอบช้า เช่นในเรือเดินสมุทร ซึ่งจะเรียกน้ำมันชนิดนี้ว่า Bunker Fuels

น้ำมันเตาที่มีจำหน่ายในประเทศไทย ปัจจุบันมี 3 เกรดคือ

1. น้ำมันเตาชนิดใส เรียกว่า Light Fuel Oil (LFO) หรือ Stanfuel



2. น้ำมันเตาชนิดชั้นปานกลาง เรียกว่า Medium Fuel Oil (MFO)

3. น้ำมันเตาชนิดชั้น เรียกว่า Heavy Fuel Oil (HFO)

เท่าที่กล่าวโดยสังเขปของน้ำมันทั้ง 6 ชนิดข้างต้น เราอาจจัดแบ่งกลุ่มได้อีก เพื่อประโยชน์ในการควบคุมการสูญหายเป็น 2 ประเภทคือ

(1) ประเภทระเหยเร็วในอุณหภูมิบรรยากาศปกติ (Volatile Product) ได้แก่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันอากาศยานออกเทน 115/145 และ เจ พี 4

(2) ประเภทระเหยช้าในอุณหภูมิบรรยากาศปกติ (Non-Volatile Product) ได้แก่ น้ำมันก๊าด ซีโล โบล่า น้ำมันอากาศยาน เจ.พี.1 และน้ำมันเตา

กล่าวโดยสรุป น้ำมันเป็นของเหลวที่เผาไหม้ได้ ขยายตัวได้เมื่อร้อนขึ้นและหดตัวได้เมื่อเย็นลง (ปริมาณเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของน้ำมัน) เป็นพลังงานที่นำไปใช้ประโยชน์นานับประการ และที่สำคัญคือโดยธรรมชาติน้ำมันมีการระเหยหายได้ ซึ่งการระเหยจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันและอุณหภูมิของน้ำมัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าน้ำมันแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะตัวแตกต่างกันไป โดยเฉพาะอัตราการระเหยหาย ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการสูญหายของน้ำมันดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไปในบทที่ 3