อทร.๗๘๐๑

การใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นและชุดตรวจน้ำประจำเรือ

พ.ศ.๒๕๖๓

เอกสารอ้างอิงของกองทัพเรือหมายเลข ๗๘๐๑

การใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นและชุดตรวจน้ำประจำเรือ

จัดทำโดย

คณะทำงานพิจารณาและจัดทำ อทร.

ด้านการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พิมพ์ครั้งที่ ๑

กันยายน ๒๕๖๓

อนุมัติบัตร

เรื่อง อนุมัติใช้ อทร.๗๘๐๑ “การใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นและชุดตรวจน้ำประจำเรือ” ฉบับ พ.ศ.๒๕๖๓

ตามคำสั่งกองทัพเรือ (เฉพาะ) ที่ ๘๓๓/๒๕๕๗ ลง ๒ ธ.ค.๕๗ เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการและคณะทำงานพิจารณาและจัดทำเอกสารอ้างอิงของ ทร. และที่แก้ไขเพิ่มเติม ให้ประธานกรรมการพิจารณาและจัดทำเอกสารอ้างอิงของ ทร. มีอำนาจในการอนุมัติใช้เอกสารอ้างอิงของ ทร. (อทร.) ดังนั้น เพื่อให้เอกสารอ้างอิงของ ทร. มีความถูกต้อง ชัดเจน และทันสมัย จึงให้ใช้เอกสารอ้างอิงของ ทร. หมายเลข ๗๘๐๑ “การใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นและชุดตรวจน้ำประจำเรือ” ฉบับ พ.ศ.๒๕๖๓ เป็นเอกสารประกอบการปฏิบัติราชการใน ทร. โดยให้ วศ.ทร. เป็นหน่วยควบคุมเอกสาร

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้

ประกาศ ณ วันที่ กันยายน พ.ศ.๒๕๖๓

รับคำสั่ง ผบ.ทร.

พล.ร.ท.

(ภราดร พวงแก้ว)

รอง เสธ.ทร.

ประธานกรรมการพิจารณาและจัดทำ อทร.

อทร.๗๘๐๑

บันทึกการเปลี่ยนแปลง/แก้ไข

ลำดับที่	รายการแก้ไข	วันเดือนปีที่ทำการแก้ไข	ผู้แก้ไข (ยศ-นาม-ตำแหน่ง)	หมายเหตุ

คำนำ

กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ ได้จัดทำเอกสารการใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นและชุดตรวจน้ำประจำเรือเล่มนี้ขึ้น เพื่อสนับสนุนภารกิจหลักของ กร. ในการเตรียมกำลังและใช้กำลังทางเรือเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติการต่าง ๆ ของ ทร. ซึ่ง กร. ต้องจัดเรือเข้าปฏิบัติราชการตามทัพเรือภาค และหน่วยเฉพาะกิจต่าง ๆ ตลอดเวลา ทำให้เรือต่าง ๆ มีชั่วโมงใช้งานที่สูงและมีสภาพการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องจักรใหญ่และเครื่องไฟฟ้าจึงครบวงรอบเร็วขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากสภาพการใช้งานและสภาพของระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจะมีผลทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเห็นได้จากการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรใหญ่และเครื่องไฟฟ้าของเรือต่าง ๆ ทั้งที่อยู่ระหว่างการปฏิบัติราชการหรือจอดในที่ตั้งปกติ อย่างไรก็ดีด้วยสภาพการใช้งานที่แตกต่างกันตามภารกิจและสภาพของระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทำให้การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นจำเป็นจะต้องอาศัยการตรวจสอบสภาพและคุณสมบัติทางกายภาพประกอบด้วย เพื่อหลีกเลี่ยงการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรใหญ่และเครื่องไฟฟ้าประจำเรือ

การใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นและชุดตรวจน้ำประจำเรือเล่มนี้ จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์หลักอยู่ ๓ ประการคือ

๑. เพื่อเพิ่มขีดความสามารถเบื้องต้นแก่เรือในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องจักรใหญ่และเครื่องไฟฟ้าประจำเรือ โดยใช้อุปกรณ์ตรวจสอบน้ำและน้ำมันหล่อ (TEST KIT) ประจำเรือ

๒. เพื่อลดอัตราการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรใหญ่และเครื่องไฟฟ้าประจำเรือ อันเนื่องมาจากปัญหาการใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีคุณภาพไม่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน

๓. เพื่อเพิ่มขีดความสามารถเบื้องต้นแก่เรือในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำหล่อเย็นและการควบคุมคุณภาพน้ำดื่มในเรือ โดยใช้อุปกรณ์ตรวจสอบน้ำ (TEST KIT) ประจำเรือ

กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ หวังว่าเอกสารการใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นและชุดตรวจน้ำประจำเรือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อกำลังพลเรือในการบำรุงรักษาเครื่องจักรใหญ่และเครื่องไฟฟ้าประจำเรือ ให้มีสภาพที่พร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรม

คณะทำงานพิจารณาและจัดทำเอกสารอ้างอิงกองทัพเรือ
ด้านการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กันยายน ๒๕๖๓

สารบัญ

คำนำ	(ก)
สารบัญ	(ข)
สารบัญตาราง	(ค)
สารบัญภาพ	(ง)
สารบัญแผนภาพ/แผนภูมิ	(จ)
บทที่	**หน้า**
๑ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำมันหล่อลื่น	
สารหล่อลื่น (Lubricants)	๑ – ๑
น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oils)	๑ – ๔
๒ น้ำมันหล่อลื่นใช้การและการตรวจวิเคราะห์	
การเสื่อมสภาพของน้ำมันหล่อลื่น	๒ – ๑
การบำรุงรักษาเครื่องจักรเรือ	๒ – ๒
การตรวจวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นใช้การ	๒ – ๓
การตรวจวิเคราะห์โดยใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ	๒ – ๓
การตรวจการเจือปนของน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Dilution)	๒ – ๖
๓ การตรวจวิเคราะห์น้ำหล่อเย็นโดยใช้ชุดตรวจน้ำประจำเรือ	
คุณสมบัติของน้ำหล่อเย็นที่ควรตรวจวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้น	๓ – ๑
การตรวจวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	๓ – ๒
การตรวจวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ (Hardness)	๓ – ๓
การตรวจวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์(Chloride , Cl^-)	๓ – ๕
การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารห้ามสนิม (Corrosion inhibitor)	๓ – ๖
เกณฑ์กำหนดมาตรฐานน้ำหล่อเย็นของเครื่อง MTU	๓ – ๗
๔ การนำชุดตรวจน้ำประจำเรือมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมคุณภาพน้ำดื่มในเรือ	
กล่าวโดยทั่วไป	๔ – ๑
ความรู้เกี่ยวกับเครื่องกรองน้ำประเภทต่าง ๆ	๔ – ๑
ทำไมน้ำดื่มที่ผลิตได้จึงไม่สะอาดหรือบริสุทธิ์พอที่จะบริโภคได้อย่างปลอดภัย	๔ – ๕
ทำอย่างไรจึงจะผลิตน้ำที่สะอาดและมีคุณภาพดีพอที่จะดื่มได้อย่างปลอดภัย	๔ – ๖
การปรนนิบัติบำรุงเครื่องกรองน้ำดื่มอย่างง่าย	๔ – ๗
การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มโดยใช้ชุดตรวจน้ำประจำเรือ	๔ – ๘

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำตรวจวิเคราะห์ ๔ – ๘
การตรวจวิเคราะห์น้ำดื่มโดยใช้ชุดตรวจน้ำประจำเรือ ๔ – ๙
สรุป ๔ – ๑๑

ผนวก

ก. เกณฑ์มาตรฐานเกี่ยวกับน้ำมันหล่อลื่นใช้การ ก - ๑
ข. ปริมาณสารปนเปื้อนที่ยอมให้มีในน้ำหล่อเย็น และน้ำสำหรับหม้อไอน้ำ ข – ๑
ผลของสารปนเปื้อน และวิธีการกำจัด
ค. แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล ค – ๑

บรรณานุกรม

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
๑.	สารเพิ่มคุณภาพ	๑ – ๘
๒.	สารเพิ่มคุณภาพในน้ำมันหล่อลื่นชนิดต่าง ๆ	๑ – ๑๑
๓.	หน่วยวัดระบบต่าง ๆ	๑ – ๑๑
๔.	แสดงเบอร์น้ำมันเครื่อง	๑ – ๑๖
๕.	ตามสถานีบริการทั่ว ๆ ไป (Service Station)	๑ – ๒๑
๖.	สำหรับการพาณิชย์ อุตสาหกรรมก่อสร้างและเกษตรกรรม (Commercial)	๑ – ๒๑
๗.	เปรียบเทียบกับมาตรฐานทางการทหาร	๑ – ๒๑
๘.	ขั้นตอนการคำนวณโดยใช้ เครื่องคำนวณแบบโปรแกรมได้	๒ – ๑๒
๙.	ค่ามาตรฐานความหนืดตามชนิดของเกรดน้ำมันหล่อใหม่ที่อุณหภูมิ 100 °c	๒ – ๑๓
๑๐.	ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกผลการทดลองหาค่าความหนืด	๒ – ๑๓
๑๑.	ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกผลการทดลองหาน้ำในน้ำมันหล่อลื่น	๒ – ๑๙

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
๑.	แสดงการหล่อลื่นที่ดีและไม่ดี	๑ – ๔
๒.	แสดงกระบวนการกลั่นในโรงกลั่นน้ำมันหล่อลื่น	๑ – ๕
๓.	ดัชนีสัมพันธ์กับอุณหภูมิ	๑ – ๑๒
๔.	แสดงให้เห็นว่าความหนืดเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ	๑ – ๑๗
๕.	เปรียบเทียบมาตรฐาน API กับ MIL	๑ – ๒๒
๖.	เครื่องจักรใหญ่ ร.ล.เทพา	๒ – ๒
๗.	เครื่องยนต์ MTU	๒ – ๒
๘.	ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ	๒ – ๓
๙.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบค่าความหนืด	๒ – ๗
๑๐.	วิธีตรวจสอบค่าความหนืด ขั้นตอนที่ ๑	๒ – ๗
๑๑.	วิธีตรวจสอบค่าความหนืด ขั้นตอนที่ ๒	๒ – ๗
๑๒.	วิธีตรวจสอบค่าความหนืด ขั้นตอนที่ ๓	๒ – ๘
๑๓.	วิธีตรวจสอบค่าความหนืด ขั้นตอนที่ ๔	๒ – ๘
๑๔.	วิธีตรวจสอบค่าความหนืด ขั้นตอนที่ ๕	๒ – ๘
๑๕	วิธีตรวจสอบค่าความหนืด ขั้นตอนที่ ๖	๒ – ๑๐
๑๖.	การเอียงกลับหัว Column	๒ – ๑๑
๑๗.	กดปุ่ม Start ที่กล่องควบคุม	๒ – ๑๑
๑๘.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่น	๒ – ๑๔
๑๙.	วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๑	๒ – ๑๕
๒๐.	วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๒	๒ – ๑๕
๒๑.	วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๓	๒ – ๑๕
๒๒.	ภาพแสดงปริมาณไอน้ำที่เกาะผนังด้านในของหลอดทดสอบ	๒ – ๑๖
๒๓.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นโดยการอ่านค่าความดันไอน้ำ	๒ – ๑๗
๒๔.	วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๑	๒ – ๑๗
๒๕.	วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๒	๒ – ๑๗
๒๖	วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๓	๒ – ๑๘
๒๗.	วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๔	๒ – ๑๘

๒๘. วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๕ ๒ – ๑๘
๒๙. วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๖ ๒ – ๑๙
๓๐. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบความสกปรกในน้ำมันหล่อลื่น ๒ – ๒๐
๓๑. วิธีตรวจสอบความสกปรกในน้ำมันหล่อลื่น ขั้นตอนที่ ๑ ๒ – ๒๐
๓๒. วิธีตรวจสอบความสกปรกในน้ำมันหล่อลื่น ขั้นตอนที่ ๒ ๒ – ๒๑
๓๓. รูปแบบการซึมของน้ำมัน ๒ – ๒๒
๓๔. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบความเป็นกรดในน้ำมันหล่อลื่น ๒ – ๒๓
๓๕. วิธีตรวจสอบความเป็นกรดในน้ำมันหล่อลื่น ขั้นตอนที่ ๑ ๒ – ๒๓
๓๖. วิธีตรวจสอบความเป็นกรดในน้ำมันหล่อลื่น ขั้นตอนที่ ๒ ๒ – ๒๓
๓๗. วิธีตรวจสอบความเป็นกรดในน้ำมันหล่อลื่น ขั้นตอนที่ ๓ ๒ – ๒๔
๓๘. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ๓ – ๒
๓๙. แสดงวิธีวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ๓ – ๓
๔๐. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ (Hardness) ๓ – ๓
๔๑. แสดงวิธีวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ (Hardness) ๓ – ๔
๔๒. แสดงวิธีวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์(Chloride , Cl^-) ๓ – ๕
๔๓. แสดงวิธีวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์(Chloride , Cl^-) ๓ – ๖
๔๔. เครื่องกรองน้ำที่ขายตามท้องตลาด ๔ – ๑
๔๕. สารกรองคาร์บอน ๔ – ๒
๔๖. สารกรองเรซิ่นและชุดผลิตน้ำ RO ๔ – ๓
๔๗. โครงสร้างของเรซิ่น ๔ – ๓
๔๘. ไส้กรองเซรามิก ๔ – ๔
๔๙. เครื่องกรองน้ำ RO ๔ – ๔
๕๐. เยื่อกรองเมมเบรน ๔ – ๕

สารบัญแผนภาพ/แผนภูมิ

แผนภาพ/แผนภูมิ	หน้า
๑. สารหล่อลื่น	๑ – ๓
๒. วงรอบการตรวจวิเคราะห์โดยใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ	๒ – ๔
๓. ตัวอย่างการกรอกข้อมูลฉลากติดข้างขวด	๔ – ๙

บทที่ ๑
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำมันหล่อลื่น

การหล่อลื่น (Lubrication) หมายถึง การลดแรงเสียดทาน ระหว่างผิวโลหะที่สัมผัสกัน โดยคั่นผิวสัมผัสทั้งสองด้วยเยื่อหรือฟิล์มของสารหล่อลื่น

สารหล่อลื่น (Lubricants)

๑. สารหล่อลื่น (Lubricants) เป็นสารหรือวัสดุที่ใช้ในการหล่อลื่นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของของแข็ง ของแข็งที่บดเป็นผง ของเหลว แต่สารหล่อลื่นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางจะอยู่ในลักษณะของของเหลว เช่น น้ำมันหล่อลื่น หรือสารที่มีลักษณะเหนียว เช่น จาระบี เป็นต้น

เมื่อวัตถุ ๒ ชิ้นเสียดสีกัน วัตถุทุกชิ้นมีคุณสมบัติเฉพาะตัวในการที่จะทำให้เกิดความฝืด (Friction) ในระดับต่าง ๆ กัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ ภาระที่กระทำ ความเร็วในการเสียดสีกัน และรูปแบบในการเคลื่อนที่ เมื่อมีการเสียดสีกันมากขึ้นย่อมทำให้เกิดความร้อนสูงขึ้น จนอาจทำให้วัตถุที่เสียดสีกันชำรุดเสียหายได้ นอกจากจะมีสารหล่อลื่นมาเป็นตัวคั่นกลางการเสียดสี และระบายความร้อนของผิวหน้าของวัสดุทั้งสองนั้น ซึ่งอาจช่วยลดการชำรุดเสียหายอันจะเกิดขึ้นกับวัสดุทั้งสองชิ้นนั้นลง

๒. หน้าที่ของสารหล่อลื่น (Function of Lubricants) โดยทั่ว ๆ ไป หน้าที่ของสารหล่อลื่นมี ดังนี้

๒.๑ ลดความฝืด หรือความเสียดทาน (Control friction)

๒.๒ ลดการสึกหรอ (Control wear)

๒.๓ ระบายความร้อน (Control temperature)

๒.๔ ลดการกัดกร่อน (Control corrosion)

๒.๕ เป็นฉนวนไฟฟ้า Insulated (electric)

๒.๖ ถ่ายทอดกำลังงาน Transmit power (hydraulic)

๒.๗ ลดการกระแทก Damper shock (Dashopts, gears)

๒.๘ ช่วยทำความสะอาด Remove contaminants (Flushing action)

๒.๙ ทำหน้าที่เป็นซีล (Form a seal)

๓. ฟิล์มของสารหล่อลื่น (Lubricant Film) แบ่งออกเป็น ๒ แบบ คือ

๓.๑ ฟิล์มแบบแห้ง (Dry Film) เป็นฟิล์มสารหล่อลื่นแข็ง เช่น กราไฟท์หรือโมลิบดีนั่มไดซัลไฟด์ ซึ่งทำหน้าที่รองรับผิวหน้าสัมผัสของชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ เช่น แหวนลูกสูบปั๊มลมที่ทำด้วยกราไฟท์

๓.๒ ฟิล์มแบบเปียก (Wet Film) ซึ่งก็คือฟิล์มน้ำมัน (Oil Film) นั่นเอง เป็นฟิล์มที่ใช้เป็นหลักในการหล่อลื่นเครื่องจักรกล

๔. ฟิล์มน้ำมัน (Oil film) ที่ใช้ในการหล่อลื่นเครื่องจักรกล แบ่งออกได้เป็น ๒ ชนิด คือ

๔.๑ ฟิล์มชนิดสมบูรณ์ (Boundary Film) เป็นฟิล์มน้ำมันที่เกิดขึ้นเนื่องจากการหล่อลื่นที่ไม่สมบูรณ์ เป็นผลมาจากการออกแบบเครื่องจักรให้มีสมรรถนะในการทำงานสูง ดังนั้นฟิล์มน้ำมันจึงต้องมีความแข็งแรงทนทานและมีแรงเกาะยึดดีเป็นพิเศษ เพื่อให้คงทนต่อสภาพการทำงานของเครื่องจักรได้ เช่น การหล่อลื่นเฟืองท้ายต้องใช้น้ำมันที่ทนต่อแรงกดดันได้สูง (Extreme Pressure Oil ; EP.Oil)

๔.๒ ฟิล์มชนิดสมบูรณ์ (Full Film) เป็นฟิล์มที่ให้การหล่อลื่นบริเวณผิวสัมผัสที่ดีที่สุดหรือสมบูรณ์ที่สุด โดยผิวสัมผัสของโลหะจะลอยตัวหรือแยกออกจากกันโดยเด็ดขาด เช่น การหล่อลื่นระหว่างเพลาและแบริ่ง ซึ่งช่วยลดการสึกหรอและความร้อน แต่จะมีความเสียดทานเกิดขึ้นเนื่องจากของน้ำมันเอง ฟิล์มชนิดสมบูรณ์ (Full Film) แบ่งออกเป็น ๒ ลักษณะคือ

๔.๒.๑ เกิดจากแรงดันภายใน (Hydro Dynamic Film) เป็นฟิล์มที่เกิดขึ้นจากแรงเหวี่ยงในการหมุน ทำให้เกิดลิ่มแรงดันน้ำมันเข้าไปในช่องว่าง ยกผิวสัมผัสให้แยกจากกันอยู่ตลอดเวลา เช่น เพลาข้อเหวี่ยงกับแบริ่ง

๔.๒.๒ เกิดจากแรงดันภายนอก (Hydro Static Film) เป็นฟิล์มที่เกิดจากแรงดันของปั๊มน้ำมันสร้างแรงดันน้ำมันเข้าไปในช่องว่าง ยกผิวสัมผัสให้แยกจากกันหรือเป็นอิสระต่อกัน เช่น เพลาของเครื่องจักรขนาดใหญ่ ก่อนสตาร์ทเครื่อง ถ้าปั๊มน้ำมันเข้าไปหล่อเลี้ยง ก็จะช่วยลดแรงในการสตาร์ทลงได้มาก

๕. ชนิดของความฝืดหรือความเสียดทาน (Type of friction) ความฝืด คือ ความต้านทานในการเคลื่อนที่ของวัตถุสองชิ้นสัมผัสกันอยู่ โดยทั่ว ๆ ไปความฝืดแบ่งได้เป็น ๓ ชนิด

๕.๑ Dry friction คือ ความต้านทานในการเคลื่อนที่ของวัตถุสองชิ้น ซึ่งสัมผัสกันอยู่โดยตรง ความฝืดจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับผิวของวัตถุ ความฝืดชนิดนี้จะทำให้เกิดความร้อนสูงมาก

๕.๒ Greasy friction (Boundary Lubrication) คือ การที่วัตถุสองชิ้นมีคราบน้ำมันบางๆ แทรกอยู่เป็นการช่วยลดความต้านทานในการเคลื่อนที่ ตัวอย่างในเครื่องยนต์เช่น ระหว่างแบริ่งและระหว่างแหวนลูกสูบกับผนังกระบอกสูบเมื่อเริ่มติดเครื่องครั้งแรก ความฝืดชนิดนี้จะมีน้อยกว่า dry friction แต่การสึกหรอยังคงมีอัตราสูงอยู่

๕.๓ Viscous friction (Hydrodynamic Lubrication) คือ การที่วัสดุสองชิ้นมีชั้นน้ำมันอยู่หลายๆ ชั้น ส่วนมากใช้กับเครื่องจักรกล แบบนี้จะอาศัยน้ำมันที่มี

๖. แบริ่ง (bearing)

Bearing ในความหมายทั่ว ๆ ไป หมายถึงอะไรก็ตามที่ทำหน้าที่รับภาระ (Load) แต่ความหมายในทางเครื่องยนต์กลไก (Machine bearing) หมายถึงสิ่งที่ทำหน้าที่รับการเคลื่อนที่ในอาการต่าง ๆ (Sliding rotating oscillating motion) Machine bearing แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ

๖.๑ Friction bearing คือ การที่วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ไปบนวัตถุอีกชิ้นหนึ่ง โดยมีชั้นน้ำมันคั่นอยู่เป็นตัวรับภาระ เช่น Viscous friction ในเครื่องยนต์มี Bearing surface อยู่ ๓ ชนิด ซึ่งถือเป็น Friction bearing

๖.๑.๑ Journal friction bearing มีลักษณะคล้ายใช้มือทั้งสองกำเอาเพลาที่หมุนอยู่ไว้ เช่นเดียวกับแบริ่งที่รองรับเพลาที่หมุน (Shaft journal) ของเครื่องยนต์ แบริ่งชนิดนี้ใช้ในเครื่องยนต์มาก เช่น

Main bearings Camshaft bearings Connection – rod bearings และ Piston pin bearings โดยทั่ว ๆ ไป แบริ่งชนิดนี้อาจแยกเป็นสองชิ้น คือฝาบน และฝาล่างหรืออาจเป็นชนิดชิ้นเดียวก็ได้ โดยมีลักษณะเป็นบูช (Bushing)

๖.๑.๒ Guide friction bearing มีลักษณะคล้ายใช้ฝ่ามือทั้งสองประกบอยู่กับงานที่เลื่อนไปมาเพื่อให้งานเคลื่อนที่อยู่ในแนวนั้น แบริ่งชนิดนี้ใช้ในเครื่องยนต์ เช่น Cylinder wall guide ซึ่งบังคับให้ลูกสูบเลื่อนขึ้น-ลงในกระบอกสูบ Valve guide ซึ่งบังคับให้ลิ้นเลื่อนขึ้นลงในปลอกนำลิ้น

๖.๑.๓ Thrust friction bearing มีลักษณะคล้ายใช้ฝ่ามือทั้งสองประกบหัวท้ายของงานซึ่งเซไปมาแนวซ้ายขวาได้ แบริ่งชนิดนี้มีใช้ในเครื่องยนต์ คือ Main bearing ที่มี Thrust bearing การหล่อลื่น Friction bearing นั้น เป็นการใช้ Lubricating oil ไหลผ่าน Bearing surface อยู่ตลอดเวลา

๖.๒ Anti – friction bearing คือ การที่ลูกปืนทำหน้าที่เป็นตัวรับภาระการเคลื่อนที่ของวัตถุ ทำให้เกิด Rolling friction ระหว่างผิวของวัตถุทั้งสอง Anti – friction bearing ชนิดที่ใช้มากมีอยู่ ๓ ชนิด คือ

๖.๒.๑ Ball bearing

๖.๒.๒ Roller bearing

๖.๒.๓ Tapered roller bearing

การหล่อลื่น Anti – friction bearing นั้น ส่วนมากใช้จาระบี (Grease) หรือน้ำมันที่มีสูง

๗ ชนิดของสารหล่อลื่น (Type of Lubricants) แบ่งตามสถานะได้ ๓ ชนิด

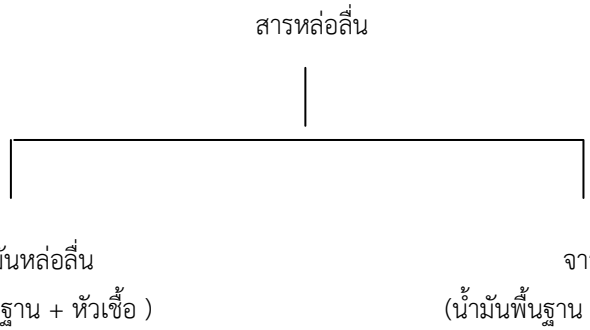
๗.๑ ของเหลว

๗.๑.๑ น้ำมันแร่ (Mineral Oil) ก็คือน้ำมันที่ได้จากน้ำมันดิบ

๗.๑.๒ น้ำมันสังเคราะห์ (Synthetic Oil)

๗.๒ สารกึ่งเหลวกึ่งแข็ง ได้แก่ จาระบี (Grease) บางคนเรียกไขมัน

๗.๓ สารหล่อลื่นแข็ง (Solid Lubricant) เช่น แกรไฟต์ และโมลิบดินัมไดซัลไฟด์ สารหล่อลื่นที่นิยมใช้กันแพร่หลายมาก คือ น้ำมันหล่อลื่นจากปิโตรเลียม และรองลงมาก็จาระบี



แผนภาพ/แผนภูมิที่ ๑ สารหล่อลื่น

เนื่องจากสารหล่อลื่นชนิดที่เป็นของเหลว ซึ่งได้แก่ น้ำมันหล่อลื่น มีความสำคัญมาก จึงจะขอกล่าวถึงเฉพาะน้ำมันหล่อลื่น เท่านั้น

๘. การหล่อลื่นที่ดี

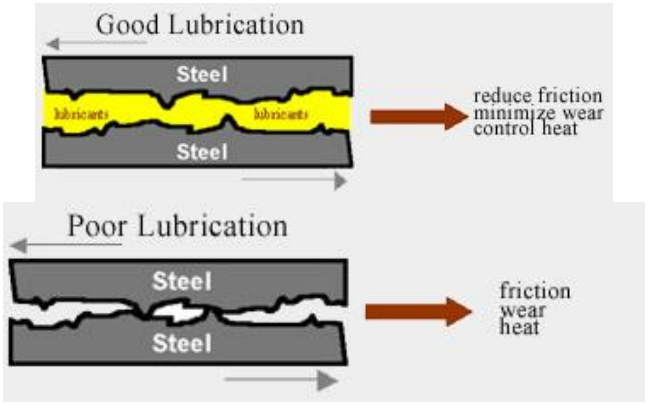
๘.๑ การหล่อลื่นที่ดีเป็นทั้งศาสตร์ของเทคโนโลยีและศิลปะของการปฏิบัติ

๘.๒ การหล่อลื่นที่ดีเกิดได้ด้วยการผสมผสาน ประสานกันของความรู้ การอบรม การฝึกฝน การปฏิบัติ ทัศนคติที่ดี และมุ่งมั่น โดยมีเป้าหมายในการทำการหล่อลื่นที่ดีและถูกต้อง ต่อเครื่องจักรอย่างยั่งยืน

๘.๓ การหล่อลื่นที่ดี จะทำให้ยืดอายุน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งเมื่อเราสามารถยืดอายุน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ก็จะทำให้สามารถยืดอายุเครื่องจักรตามไปด้วยในระยะยาว

๘.๔ มีหลาย ๆ คนและหน่วยงานเข้าใจว่าในการยืดอายุน้ำมัน ก็คือยืดเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันให้ยาวขึ้นกว่าเดิมเท่านั้น ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องนัก การยืดเวลาเปลี่ยนถ่ายน้ำมันที่มีประสิทธิภาพ คือในขณะที่มีการยืดเวลาออกไป ผลของการหล่อลื่น หรือเงื่อนไขการหล่อลื่นจะต้องไม่เกิดสภาพผิดปกติด้วย เช่น สภาพหรือคุณสมบัติน้ำมันยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ การสึกหรอที่ต่ำ หรือการสึกหรอปกติ และมีสิ่งสกปรกปนเปื้อนต่ำในระบบการหล่อลื่น และมีบางกรณีแทนที่จะยืดเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำมัน กลับต้องลดเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำมัน

"เงิน ไม่สามารถซื้อระบบหล่อลื่นที่ดีได้ ระบบหล่อลื่นที่ดี ต้องมีความรู้วิชาการและนำไปปฏิบัติ



ภาพที่ ๑ แสดงการหล่อลื่นที่ดีและไม่ดี

น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oils)

น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oils) เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม น้ำมันหล่อลื่นเป็นวัสดุหล่อลื่นที่มีลักษณะเป็นของเหลว โดยทั่วไปจะนำไปใช้หล่อลื่นชิ้นส่วนของเครื่องยนต์และเครื่องจักรกลที่มีลักษณะปิด เช่น ภายในห้องเพลาข้อเหวี่ยง ห้องเกียร์ และเฟืองท้าย เป็นต้น การผลิตน้ำมันหล่อลื่นเพื่อให้ได้น้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูปที่มีคุณภาพดี และเหมาะสมกับการใช้งานสำหรับเครื่องยนต์และเครื่องจักรกลแต่ละ

ชนิดนั้น ขั้นตอนในการผลิตน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูปโดยการเติมสารเพิ่มคุณภาพต่างๆ ลงในน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน

น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน + สารเพิ่มคุณภาพต่าง ๆ = น้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูป

น้ำมันหล่อลื่น สามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานได้อีกหลายชนิด และงานบางอย่างไม่ได้ใช้น้ำมันสำหรับหล่อลื่นเท่านั้น แต่ทำหน้าที่พิเศษอื่นๆ เช่น

๑. น้ำมันหล่อลื่นสำหรับยานยนต์

๑.๑ น้ำมันเครื่อง

๑.๒ น้ำมันเกียร์/ระบบส่งกำลัง

๑.๓ น้ำมันเบรก

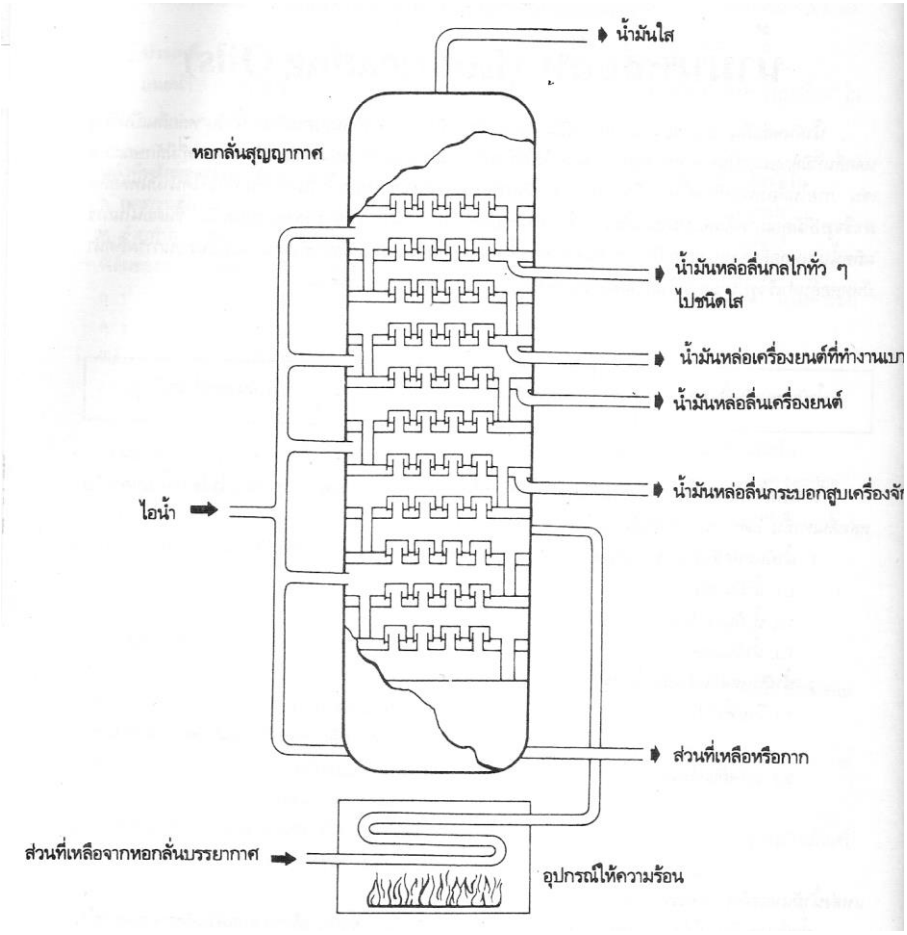
๒. น้ำมันหล่อลื่นสำหรับอุตสาหกรรม

๒.๑ งานทั่วไป - หล่อลื่นแบริ่ง เกียร์ - ระบบไฮดรอลิก ฯลฯ

๒.๒ ผลิตภัณฑ์พิเศษ - น้ำมันหม้อแปลงไฟ – น้ำมันถ่ายเทความร้อน - น้ำมันผสมเครื่องสำอาง - งานโลหะ ฯลฯ

๑. แหล่งน้ำมันหล่อลื่น (Source Oil)

น้ำมันหล่อลื่นได้จากน้ำมันดิบ (Crude Oil) เช่นเดียวกับน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ความต้องการในการใช้น้ำมันหล่อลื่นมีสูงมาก เฉพาะที่ได้จากหอกลั่นแยกเบื้องต้น (Fractionating tower) ไม่เพียงพอ จึงมีกรรมวิธีในการผลิตโดยเอาน้ำมันหนัก (Heavy oil) ที่มีปริมาณเหลือใช้ นำเอามากลั่นเป็นน้ำมันหล่อลื่น และเพื่อป้องกันการแตกตัว (Cracking) จึงต้องกลั่นในระบบสุญญากาศ (Vacuum Distillation) ดังภาพที่ ๒



ภาพที่ ๒ แสดงกระบวนการกลั่นในโรงกลั่นน้ำมันหล่อลื่น

น้ำมันหล่อลื่นที่มีคุณภาพดีมักจะมีองค์ประกอบที่สำคัญ ๒ อย่าง คือ

๑. น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Base Oil)

๒. สารเพิ่มคุณภาพ (Additives) ในชนิดและปริมาณที่เหมาะสมกับงาน

๒. น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Base Oil)

น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่ใช้ มีอยู่ ๓ ประเภท ได้แก่ น้ำมันพืชหรือสัตว์ น้ำมันแร่ และน้ำมันสังเคราะห์ แต่ส่วนใหญ่แล้วจะใช้น้ำมันแร่เพราะมีคุณภาพดีเพียงพอ หาง่าย และราคาถูก น้ำมันชนิดอื่นจะใช้ในงานที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษ ๆ บางอย่างเท่านั้น

๒.๑ น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ (Vegetable or Animal Oil) ในสมัยก่อนมีการใช้งานหลายอย่าง แต่เนื่องจากน้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ที่ได้จากธรรมชาติมักมีความอยู่ตัวทางเคมีต่ำ เกิดเสื่อมสภาพได้ง่าย

ในขณะใช้งานจึงต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ ซึ่งราคาก็จะแพงขึ้นมาก จึงหมดความนิยมไป น้ำมันพืชที่คุ้นเคย ได้แก่ น้ำมันละหุ่ง น้ำมันปาล์ม น้ำมันสัตว์ ที่เคยใช้กันได้แก่ น้ำมันหมู น้ำมันปลา ปัจจุบันมีการใช้น้ำมันพืชหรือสัตว์เป็นน้ำมันพื้นฐานน้อยมาก และใช้เฉพาะในงานหล่อลื่นที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษบางประการเท่านั้น ส่วนใหญ่แล้วมักจะใช้เป็นตัวเพิ่มคุณภาพให้น้ำมันหล่อลื่นที่ทำมาจากน้ำมันปิโตรเลียม เช่น เพื่อเพิ่มความลื่นและความสามารถในการเข้ากับน้ำ เป็นต้น

๒.๒ น้ำมันแร่ (Mineral Oil) เป็นน้ำมันพื้นฐานที่ใช้กันมากที่สุด เพราะนอกจากคุณภาพดีแล้ว ราคายังถูกด้วย น้ำมันแร่ได้จากการเอาส่วนที่อยู่ก้นหอกลั่นบรรยากาศมาผ่านกระบวนการกลั่นภายใต้สุญญากาศ แยกเอาน้ำมันหล่อลื่นชนิดใสและชนิดของน้ำมันดิบที่นำมากลั่น น้ำมันดิบบางอย่างก็ไม่เหมาะที่จะนำมาผลิตน้ำมันแร่ น้ำมันแร่ที่ได้จากสุญญากาศนี้ปกติมักจะมีคุณภาพที่ไม่ดีพอที่จะนำมาใช้ผลิตน้ำมันหล่อลื่นต้องผ่านการะบวนการต่างๆ เพื่อขจัดเอาสารที่ไม่ต้องการออก เพื่อให้มีความอยู่ตัวเชิงเคมีและเชิงความร้อนดี

น้ำมันแร่ที่นำมาใช้ทำน้ำมันหล่อลื่นมีทั้งข้นและใสหลายระดับ แบ่งออกเป็น ๓ ประเภท ตามลักษณะของการเปลี่ยนแปลงความหนืดตามอุณหภูมิ คือ

๒.๒.๑ ประเภทที่มีดรรชนีความหนืดสูง (High Viscosity Index, HVI)

๒.๒.๒ ประเภทที่มีดรรชนีความหนืดปานกลาง (Medium Viscosity Index, MVI)

๒.๒.๓ ประเภทที่มีดรรชนีความหนืดต่ำ (Low Viscosity Index, LVI)

ดรรชนีความหนืด เป็นตัวเลขที่บ่งถึงความสามารถของน้ำมันในการรักษาระดับความหนืด เมื่อร้อนขึ้นหรือเย็นลง น้ำมันที่มีดรรชนีความหนืดสูง เมื่อถูกทำให้ร้อนขึ้นก็จะใสลงไม่มาก และหากทำให้เย็นลงจากเดิมก็จะข้นขึ้นไม่มากเช่นกัน ส่วนน้ำมันที่มีดรรชนีความหนืดต่ำนั้นเวลาทำให้ร้อนก็จะใสลงมาก และเมื่อทำให้เย็นลงจากเดิมก็จะข้นขึ้นมากเช่นกัน น้ำมันแร่ที่มีดรรชนีความหนืดสูง ได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบประเภทพาราฟินนิก (Paraffinic) ส่วนน้ำมันแร่ที่มีดรรชนีความหนืดปานกลางและต่ำ ได้มาจากน้ำมันดิบประเภทแนฟทานิก (Naphthanic)

๒.๓ น้ำมันสังเคราะห์ (Synthetic Oil)

เป็นน้ำมันที่สังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการทางเคมี วัสดุเริ่มต้นที่ใช้มักจะมาจากน้ำมันปิโตรเลียม น้ำมันสังเคราะห์ที่ใช้กันมีอยู่หลายชนิด แต่ราคาค่อนข้างแพง ใช้เป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานเฉพาะในงานพิเศษ ที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษด้านดรรชนีความหนืดสูง จุดไหลเทต่ำ และมีการระเหยต่ำ เป็นต้น น้ำมันสังเคราะห์ที่ใช้กันมาก เช่น

๒.๓.๑ Polyalphaolefins (PAO) ซึ่งมีดรรชนีความหนืดสูงมาก มีจุดไหลเทต่ำมาก มีการระเหยต่ำ และมีความต้านทานต่อปฏิกิริยาออกซิเดชั่น เริ่มนิยมใช้กันมากขึ้นเพราะราคาเริ่มถูกลงและผลิตได้ง่าย

๒.๓.๒ Esters ทั้งชนิด Diester และ Complex Ester ใช้เป็นน้ำมันพื้นฐานในงานที่ต้องประสบกับสภาวะอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมาก ๆ เช่น น้ำมันเทอร์ไบน์ของเครื่องยนต์ไอพ่น Ester มีดรรชนีความหนืดสูงมาก มีการระเหยตัวต่ำ และมีความอยู่ตัวดี Phosphate Ester ใช้ทำพวกน้ำมันไฮดรอลิกที่ไม่ติดไฟ

๒.๓.๓ Silicones ใช้ในงานอุณหภูมิสูง

๒.๓.๔ Halogenated Hydrocarbon เช่น Chlorofluorocarbons ใช้ทำน้ำมันเครื่องอัดก๊าซออกซิเจนเพราะมีความอยู่ตัวทางเคมีและทนความร้อนดีมาก

๒.๓.๕ พวก Polyphenyl Ethers มีความอยู่ตัวทางความร้อนสูงมาก มีความต้านทานต่อรังสีนิวเคลียร์ ใช้ในงานที่อุณหภูมิสูงถึง 500 °C เช่น ใช้เป็นน้ำมันไฮดรอลิกในยานอวกาศ

๓. สารเพิ่มคุณภาพ (Additives)

เครื่องจักรกลและเครื่องยนต์ในปัจจุบันได้รับการออกแบบให้มีขนาดเล็กลง ทำงานเร็วขึ้น และรับภาระมากขึ้น น้ำมันหล่อลื่นในเครื่องจักรเครื่องยนต์ดังกล่าวมักต้องประสบกับสภาวะด้านอุณหภูมิความเครียด และภาระงานหนัก น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานล้วน ๆ มีคุณภาพดีไม่เพียงพอที่จะทำหน้าที่ต่าง ๆ ให้ได้ครบถ้วน โดยมีอายุการใช้งานที่นานตามสมควร ดังนั้น จึงต้องมีการเติมสารบางอย่าง ทั้งในด้านชนิดและปริมาณที่พอดี เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานให้ดีเหมาะสมกับงานที่ต้องการ สารเพิ่มคุณภาพอาจใช้เพิ่มคุณสมบัติเชิงเคมีหรือหรือคุณสมบัติกายภาพของน้ำมันพื้นฐาน ตารางที่ ๑ จะแสดงถึงประเภทและชนิดของสารเพิ่มคุณภาพพร้อมทั้งหน้าที่และงานที่ใช้

น้ำมันหล่อลื่นมักจะผลิตขึ้นมาเพื่อใช้งานเฉพาะอย่าง เช่น น้ำมันเครื่องยนต์ น้ำมันเกียร์ น้ำมันไฮดรอลิก เป็นต้น ในการที่จะผลิตน้ำมันหล่อลื่นชนิดใดชนิดหนึ่งขึ้นมานั้น จะมีการพิจารณาถึงหน้าที่ที่น้ำมันหล่อลื่นนั้นจะต้องกระทำ และสภาวะต่าง ๆ ที่น้ำมันหล่อลื่นนั้นจะต้องประสบในขณะทำงานหล่อลื่น จากนั้นจึงสามารถกำหนดคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นที่ต้องการ แล้วจึงเลือกสรรน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน และชนิด/ปริมาณของสารเพิ่มคุณภาพที่เหมาะสม เพื่อผลิตน้ำมันหล่อลื่นให้มีคุณภาพดีเหมาะสมกับงานที่ต้องการ จากนั้นจึงมีการทดสอบกับงานจริงและประเมินผลเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำมันหล่อลื่นดังกล่าวมีคุณภาพดีตรงตามความต้องการ น้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิดจึงใช้นำมันพื้นฐาน ชนิดและปริมาณของสารเพิ่มคุณภาพไม่เหมือนกัน ตารางที่ ๒ แสดงถึงชนิดของสารเพิ่มคุณภาพที่เติมในน้ำมันหล่อลื่นชนิดต่าง ๆ ดังนั้น การเลือกใช้จึงต้องเลือกให้ถูกชนิดด้วย น้ำมันจึงจะสามารถทำการหล่อลื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นสำหรับงานใดงานหนึ่งนั้น จะต้องพิจารณาทั้งด้านความหนืดและด้านสมรรถนะหรือคุณสมบัติประกอบกัน จะพิจารณาเฉพาะด้านใดด้านหนึ่งไม่ได้ ดังนั้น จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานของน้ำมันหล่อลื่นทั้งทางด้านความหนืด เช่น มาตรฐานความหนืด SAE น้ำมันเครื่องยนต์ และมาตรฐานความหนืด ISO สำหรับน้ำมันอุตสาหกรรม และทางด้านสมรรถนะ เช่น มาตรฐานด้านสมรรถนะของน้ำมันเครื่องยนต์ดีเซล และเบนซินของสมาคม API/ASTM/SAE มาตรฐานด้านสมรรถนะของน้ำมันเกียร์รถยนต์ของ API เป็นต้น

เนื่องจากสารเพิ่มคุณภาพต่าง ๆ ที่เติมลงในน้ำมันหล่อลื่น เป็นสารเคมีซึ่งปกติแล้วถ้าไม่เป็นกรดอ่อนก็เป็นด่างอ่อน ที่เป็นกลางก็มีอยู่บ้าง ความซับซ้อนในการออกสูตรน้ำมันหล่อลื่นอยู่ตรงที่การเลือกสรรสารเพิ่มคุณภาพชนิดต่าง ๆ ที่จะต้องมาอยู่ด้วยกันแล้วไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีต่อกัน และบางครั้งก็ช่วยเสริมคุณสมบัติซึ่งกันและกัน ดังนั้น โดยปกติแล้วการนำน้ำมันต่างชนิดกันมาผสมปะปนกันจึงเป็นสิ่งที่ไม่ควรกระทำ เพราะมีความเสี่ยงที่สารเคมี

เพิ่มคุณภาพในน้ำมันทั้งสองชนิดนั้นเกิดทำปฏิกิริยาต่อกันตกตะกอนและเสื่อมคุณสมบัติไปได้ นอกจากจะได้มีการทดสอบอย่างแน่ชัดแล้วว่าน้ำมันทั้งสองชนิดสามารถปะปนกันได้

ตารางที่ ๑ สารเพิ่มคุณภาพ

ประเภทของสารเพิ่มคุณภาพ	ชนิดของสารเคมีที่สามารถเพิ่มคุณสมบัติ	เหตุผลที่ใช้
<u>สารเพิ่มคุณภาพเชิงเคมี</u> สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Anti – Oxidants)	- Zinc dialky dithiophosphate - Bis –Phenols - Aromatic Amines	ใช้กับน้ำมันหล่อลื่นในงานที่มีอุณหภูมิสูงและน้ำมันสัมผัสกับอากาศหมุนเวียนใช้ ใช้ลดการเกิดวานิชและตะกอนจากน้ำมัน ยืดอายุการใช้งานของน้ำมัน
สารป้องกันการกัดกร่อน (Corrosion Inhibitors)	- High base additives, sulfonates,phosphates - Zinc dialkyl dithiophosphates - Phosphosulfurized terpenes	ใช้เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารเคมี เช่น กรดที่จะกระทำต่อผิวชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เช่น ในเครื่องยนต์
สารป้องกันสนิม (Anti – rust additives)	- Polar compounds such as metallic soaps,esters,ethers - Organic acid - Amines	ใช้เพื่อป้องกันสนิมในงานที่อาจมีความชื้นหรือน้ำเข้ามาสัมผัสผิวโลหะ
สารป้องกันการสึกหรอ (Anti –wear additives)	- Zinc dialkyl dithiophosphate - Tricresyl phosphate	ใช้ป้องกันการสึกหรอของผิวชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่รับภาระน้ำหนักสูงซึ่งมักจะเกิด Boundary Lubrication ขึ้นบ่อย ๆ

ประเภทของสารเพิ่มคุณภาพ	ชนิดของสารเคมีที่สามารถเพิ่มคุณสมบัติ	เหตุผลที่ใช้
สารรับแรงกดสูง (Extreme Pressure Additives)	- Organics compounds of sulfur, phosphorus or chlorine - Lead naphthenate, lead soap	ใช้เพิ่มความแข็งแรงของฟิล์มน้ำมันและเพิ่มความสามารถในการรับภาระน้ำหนัก ป้องกันการสึกหรอและหลอมติดในภาวะภาระน้ำหนักสูง

ตารางที่ ๑ สารเพิ่มคุณภาพ (ต่อ)

ประเภทของสารเพิ่มคุณภาพ	ชนิดของสารเคมีที่สามารถเพิ่มคุณสมบัติ	เหตุผลที่ใช้
สารชะล้างและกระจายสิ่งสกปรก (Detergents and Dispersants)	- Metallic sulfonates, phenates and phosphates - Amines,phenol - Alkyl substituted salicylates - Succinimides	ใช้ชะล้างสิ่งสกปรกออกจากผิวชิ้นส่วนเครื่องจักร และกระจายมิให้รวมตัวเป็นโคลน ตะกอน จำเป็นสำหรับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์
สารที่เป็นด่าง (Alkaline agents)	- Overbased metallic sulfonates, phenates and phosphates	ใช้ทำลายกรดที่เกิดจากการเผาไหม้กำมะถันในเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาปภายใน
สารขับน้ำ (Water repellents)	- Organic – silicone polymers - Aliphatic amines - Hydroxy fatty acids	ใช้เพิ่มความต้านทานน้ำให้กับสารอุ้มน้ำประเภทดินเหนียว สารอนินทรีย์ในจาระบี และในน้ำมันบางประเภทที่ต้องการให้น้ำแยกตัวออกเร็ว
สารลดปฏิกิริยาเร่งของผิวโลหะ (Metal Deactivators)	- Zinc dialkyl dithiophasphate - Metal phinates - Organic nitrogen compounds	ใช้ลดและป้องกันผลจากปฏิกิริยาเร่งของผิวโลหะต่างๆ เช่น ทองแดง ตะกั่ว เหล็ก โครเมี่ยม ในเครื่องจักรกลที่กระตุ้นให้น้ำมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจนทำให้น้ำมันเสื่อมสภาพช้าลง
สารเปลี่ยนแปลงความฝืด (Friction Modifiers)	- Molybdenum disulfide - Amides, amines - Fatty acid esters	ใช้เปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความฝืดของผิวชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่สัมผัสกับน้ำมัน
<u>สารเพิ่มคุณภาพเชิงกายภาพ</u> สารเพิ่มดรรชนีความหนืด (Viscosity –Index Improver)	- Polyisobutylene - Methacrylate - Acrylatecopolymers	ใช้ลดอัตราการเปลี่ยนแปลงความหนืดตามอุณหภูมิของน้ำมันใช้ในน้ำมันมัลติเกรด

ประเภทของสารเพิ่มคุณภาพ	ชนิดของสารเคมีที่สามารถเพิ่มคุณสมบัติ	เหตุผลที่ใช้
สารลดจุดไหลเท (Pour Point Depressants)	- Methacrylate polymer - Wax alkylated phenol & its polymers	ใช้ลดจุดแข็งตัวของน้ำมันซึ่งเกิดขึ้นเพราะไขในน้ำมันแยกตัวเป็นผลึกโดยป้องกันมิให้ผลึกไขเกาะตัวกันเป็นกลุ่ม ทำให้น้ำมันสามารถไหลได้ในอุณหภูมิต่ำ ๆ

ตารางที่ ๑ สารเพิ่มคุณภาพ (ต่อ)

ประเภทของสารเพิ่มคุณภาพ	ชนิดของสารเคมีที่สามารถเพิ่มคุณสมบัติ	เหตุผลที่ใช้
สารป้องกันฟอง (Anti – foamants)	- Silicone polymer - Organic polymer	ใช้ป้องกันการเกิดฟองถาวรเมื่อน้ำมันถูกหมุนเวียนใช้ในระบบ เช่น ในอ่างน้ำมันเครื่อง เกียร์ ไฮดรอลิก
สารเพิ่มความเหนียว (Tackiness agents)	- High molecular weight polymer of acrylates or polybutenes	ใช้เพิ่มคุณสมบัติต้านการเกาะติดผิวให้น้ำมันและจาระบี ใช้ในน้ำมันหยอดรางแท่นเครื่องกลึง จาระบีสายไหม
สารเพิ่มความลื่นและความแข็งแรงของฟิล์มน้ำมัน (Oiliness & film strength)	- Lard oil - Oleic acid - Tallow - Sperm oil - Blown rapeseed oil - Synthetic esters of fatty acid	ใช้เพิ่มความลื่นและเพิ่มความแข็งแรงของฟิล์มน้ำมัน และทำให้น้ำมันเข้ากับน้ำได้บ้าง
สารช่วยให้น้ำมันเข้ากับน้ำ (Emulsifiers)	- Surfactant - Soap of fats and fatty acid - Sodium sulfonates - Polar compounds	ใช้ลดแรงตึงผิวระหว่างน้ำกับน้ำมัน ทำให้น้ำมันสามารถแขวนตัวเป็นเม็ดละเอียดในน้ำ ใช้ใส่ในน้ำมันสบู่
สารหล่อลื่นที่เป็นของแข็ง (Solid Lubricants)	- Graphite - Molybdenum disulfide	ใช้เพิ่มคุณสมบัติในการหล่อลื่นในสภาวะอุณหภูมิสูงมากและภาวะน้ำหนักกระแทกกระทั้น
สี (Dyes)	- Alkylated aniline dyes	ใช้เติมเพื่อให้น้ำมันหล่อลื่นและ

ประเภทของสารเพิ่มคุณภาพ	ชนิดของสารเคมีที่สามารถเพิ่มคุณสมบัติ	เหตุผลที่ใช้
	- Azo dyes - Anthraquinone dyes - Fluorescent dyes	จาระบีมีสีตามต้องการเพื่อสังเกตแยกชนิดได้
สารฆ่าเชื้อโรค (Antiseptic or Germicides)	- Alcohols - Phenols - Organic mercuric - Chloine compounds	ใช้เติมในน้ำมันสบู่เพื่อป้องกันการบูด ซึ่งทำให้น้ำมันแยกตัวออกจากน้ำ
สารเพิ่มกลิ่น (Odorants)	- Formaldehyde polymer - Organic odorants - Pine or cedar oil	ใช้กลบกลิ่นของสารอื่นในน้ำมันและทำให้มีกลิ่นหอม

ตารางที่ ๒ สารเพิ่มคุณภาพในน้ำมันหล่อลื่นชนิดต่าง ๆ

ชนิดของน้ำมันหล่อลื่น / ชนิดสารเพิ่มคุณภาพ	น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซล และเบนซิน	น้ำมันหล่อลื่นเทอร์ไบน์ไฮดรอลิกแบริ่ง ซึ่งใช้หมุนเวียน	น้ำมันเกียร์และเฟือง	น้ำมันเครื่องอัดอากาศ	น้ำมันสบู่ (Cutting Emulsion)	น้ำมันตัดโลหะ (Cutting Oil)	น้ำมันหล่อลื่น ลูกสูบไอน้ำ	น้ำมันหล่อลื่นรางแทนเครื่องกลึง
สารต้านปฏิกิริยาออกซิเจน	×	×	×	×		×		
สารป้องกันการกัดกร่อน	×							
สารป้องกันสนิม	×	×	×	×	×	×	×	×
สารป้องกันการสึกหรอ	×	×	×	×	×			
สารรับแรงกดสูง			×		×	×		
สารชะล้างและกระจายสิ่งสกปรก	×							
สารลดปฏิกิริยาเร่งของผิวโลหะ	×							
สารเพิ่มดรรชนีความหนืด	×*(1)							
สารลดจุดไหลเท	×	×*(2)	×*(2)	×*(2)			×*(2)	
สารป้องกันฟอง	×	×	×	×		×		
สารเพิ่มความเหนียว								×
สารช่วยทำให้น้ำมันเข้ากับน้ำ					×			
สารเพิ่มความลื่นและความแข็งแรงของฟิล์มน้ำมัน							×	×
สารฆ่าชื้อโรค					×			

หมายเหตุ (๑) สำหรับน้ำมันมัลติเกรดเท่านั้น

(๒) หากใช้งานในเขตหนาว

๔. คุณสมบัติน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน

น้ำมันพื้นฐานที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพดังกล่าวแล้ว มีคุณสมบัติในตัวของมันเอง ได้แก่

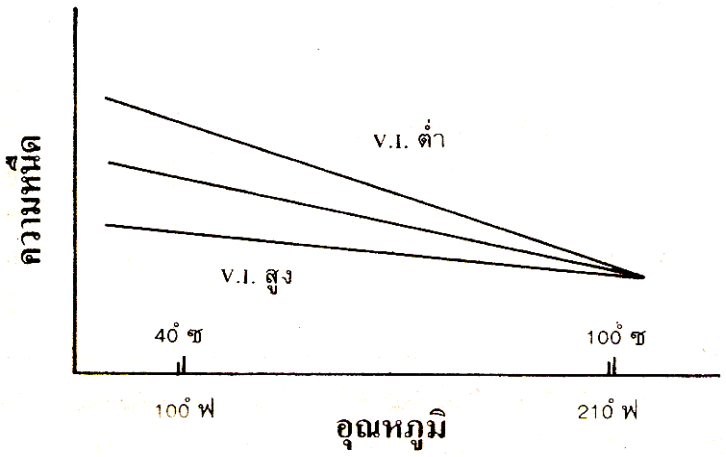
๔.๑ Viscosity หมายถึงความข้น ความใส ของเนื้อน้ำมัน โดยวัดที่อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง น้ำมันหล่อลื่นที่มีต่ำจะไหลง่าย แต่เยื่อหรือฟิล์มหล่อลื่นก็บางมากด้วย น้ำมันที่มีสูงย่อมไหลยาก แต่เยื่อหล่อลื่นก็หนากว่า หรือแข็งแรงกว่า หน่วยวัดมีหลายระบบ ดังตารางที่ ๓

ตารางที่ ๓ หน่วยวัดระบบต่าง ๆ

ระบบ	หน่วย	อุณหภูมิที่ใช้วัด
ก. ระบบระหว่างชาติ (SI) (Kinematic Viscosity)	Centistoke (cSt)	40 ^{O}C และ 100 ^{O}C (50 ^{O}C สำหรับเชื้อเพลิงหนัก)
ข. อเมริกัน	Saybolt Universal Second (SUS หรือ SSU)	100 ^{O}F และ 210 ^{O}F
ค. อังกฤษ	Redwood No.1 (RW 1)	70 ^{O}F,140 ^{O}F 200 ^{O}F
ง. เยอรมัน	Engler (E)	20 ^{O}C,50 ^{O}C และ 100 ^{O}C

หน่วยต่าง ๆ เหล่านี้ มีตารางเปรียบเทียบกันได้ ปัจจุบันหน่วยเซนติสโตก ใช้กันแพร่หลายที่สุด

๔.๒ ดัชนี (Viscosity Index) น้ำมันพื้นฐานซึ่งผ่านกรรมวิธีต่างๆ แล้ว ชนิดพาราฟินิค จะให้ค่า V.I. ประมาณ 95 – 115 ส่วนแนฟทีนิคจะให้ค่า V.I. ประมาณ 60 – 75 คุณสมบัติข้อนี้เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปมาก คือ น้ำมันหล่อลื่นที่มีค่า V.I. สูง เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมากจะเปลี่ยนไปน้อย และในทางตรงกันข้าม ถ้าค่า V.I. ต่ำ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนมากจะเปลี่ยนแปลงมาก ดังภาพที่ ๓



ภาพที่ ๓ ดัชนีสัมพันธ์กับอุณหภูมิ

ดัชนี คือ ค่าที่แสดงถึงความสามารถ ในการต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป

น้ำมันที่เปลี่ยนแปลงไปมาก เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง เรียกว่า Low VI

น้ำมันที่เปลี่ยนแปลงไปไม่มาก เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง เรียกว่า High VI VI จะมีหน่วยตั้งแต่ 0 – 100 ถ้าตัวเลขยิ่งมากแสดงว่าเป็น High VI

โดยทั่ว ๆ ไป ถือว่าน้ำมันที่ได้จากฐานพาราฟิน (Parafin base) จะเป็นน้ำมันชนิด High VI และน้ำมันที่ได้จากฐานแอสฟัสต์ (Asphaltic base) จะเป็นน้ำมันชนิด Low VI แต่ในปัจจุบันนี้ความก้าวหน้าในเรื่องสารเพิ่มคุณภาพมีมาก อาจเพิ่มให้ VI สูงถึง 300 ได้ น้ำมันที่ถือว่าเป็น High VI ซึ่งมีขายตามท้องตลาด คือน้ำมันชนิด Multi-Grade Viscosity Index สามารถคำนวณหาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \times 100$$

U = ที่ 100 °F ของน้ำมันที่ต้องการหาค่า VI

L = ที่ 100°F ของน้ำมันชนิด VI เป็น 0

ซึ่งมีที่ 210 °F เท่ากับน้ำมันที่ต้องการค่า VI

H = ที่ 100°F ของน้ำมันชนิด VI เป็น 100

ซึ่งมีที่ 210°F เท่ากับน้ำมันที่ต้องการค่า VI

โดยกำหนดให้น้ำมันตามตัวอย่าง มีที่ 210 °F เท่ากันหมด คือ 90 Sec

A.S.S.U.at 100 °F – 2115 Sec. VI = 0

B.S.S.U.at 100 °F – 1551 Sec. VI = 50

C.S.S.U.at 100 °F – 986 Sec. VI = 100

D.S.S.U.at 100 °F – 534 Sec. VI = 140

ในการใช้งานที่ช่วงอุณหภูมิเปลี่ยนมาก เช่น เครื่องยนต์ น้ำมันหล่อลื่นที่มีค่า V.I. สูงจะให้ประโยชน์ดังนี้

ก. สตาร์ทเครื่องยนต์ง่าย ขณะเครื่องยนต์เย็น

ข. การไหลเวียนของระบบปั๊ม ส่งน้ำมันหล่อลื่นสะดวก

ค. สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยลงตอนอุ่นเครื่อง

ง. ลดการสึกหรอของสิ้นส่วนเครื่องยนต์ เพราะการเคลือบขณะหล่อลื่นให้ผลสมบูรณ์ตามระดับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป

๔.๓. ความต้านทานการรวมตัวกับออกซิเจน (Oxidation Resistance)

น้ำมันเป็นส่วนผสมอันซับซ้อนของไฮโดรคาร์บอน จะทำปฏิกิริยารวมตัวกับออกซิเจนในอากาศได้ตลอดเวลา การรวมตัวจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงกว่า 120 °ซ ผลคือน้ำมันข้นขึ้นเกิดโคลน

หรือตะกอนน้ำมัน (Sludge) ซึ่งอาจทำให้ท่อและหม้อกรองน้ำมันเครื่องอุดตัน สิ่งที่เกิดขึ้นอีกอย่างคือกรด การกัดกร่อนผิวโลหะจะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเกิดยางเหนียว และ Varnish

การเกิดออกซิเดชั่นช้าหรือเร็ว จะขึ้นกับชนิดของน้ำมัน ถ้าเป็นพาราฟินนิค ก็จะมีความอยู่ตัวดีมาก ถ้าเป็นแนฟทีนิค ก็จะมีความอยู่ตัวด้อยกว่า แต่อาจแก้ไขได้โดยวิธีการกลั่น โดยผ่านกระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลาย อย่างไรก็ตามความชื้นในอากาศ อนุภาคโลหะที่เกิดจากการสึกหรอก็จะช่วยให้เกิดการรวมตัวได้รวดเร็ว โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในอุณหภูมิสูง

๔.๔ จุดวาบไฟ (Flash Point) ได้แก่ อุณหภูมิที่น้ำมันเริ่มระเหยกลายเป็นไอ พร้อมที่จะลุกวาบเมื่อโดนเปลวไฟ แต่จะดับเองถ้าอุณหภูมิไม่สูงขึ้นไปอีก จุดวาบไฟนี้มีความสำคัญต่อการป้องกันอัคคีภัย

๔.๕ จุดไหลเท (Pour Point) ใช้วัดอุณหภูมิของน้ำมันที่เริ่มไหลได้ ตามมาตรฐานจะวัดโดยบวกอุณหภูมิเข้าไป 3 °ซ จากจุดอุณหภูมิที่น้ำมันไม่ไหล ถ้าเป็นชนิดแนฟทีนิคจะมีจุดไหลเทสูง แต่อาจแก้ไขให้จุดไหลเทต่ำลงได้ โดยผ่านกระบวนการแยกไขเทียน (wax)

น้ำมันพื้นฐานประเภท พาราฟินิค มีมากที่สุด และส่วนใหญ่เรียกกันทั่วไปว่า Solvent Neutrals (SN) มีเบอร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ต่ำถึงปานกลาง ส่วนที่หนักสูง เรียกว่า Bright Stock (BS)

๕. หน้าที่และคุณสมบัติพิเศษของน้ำมันหล่อลื่น

น้ำมันหล่อลื่นมีลักษณะเป็นของเหลว น้ำมันหล่อลื่นส่วนใหญ่ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีองค์ประกอบที่สำคัญเป็นน้ำมันแร่ที่ผลิตจากน้ำมันปิโตรเลียม โดยกรรมวิธีการกลั่นและการทำให้บริสุทธิ์หลายขั้นตอน

น้ำมันหล่อลื่นที่ดีจะต้องทำหน้าที่ต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ

๑ หล่อลื่น โดยน้ำมันจะแทรกตัวเป็นชั้นบาง ๆ อยู่ระหว่างชิ้นส่วนโลหะ ๒ ชิ้น

๒. ป้องกันไม่ให้ผิวของโลหะสัมผัสกันเมื่อชิ้นส่วนนั้นเคลื่อนที่ หน้าที่นี้ถือว่าเป็นหน้าที่ที่สำคัญที่สุดของน้ำมันหล่อลื่น

๓. ลดความฝืด

๔. เป็นซีล

๕. ระบายความร้อน

๖. ป้องกันการสึกหรอ

๗. ป้องกันสนิมและการกัดกร่อน

๘. ขจัดคราบสกปรกไม่ให้เกาะติดกับชิ้นส่วนโลหะ

๙. กระจายคราบสกปรก และสิ่งเจือปนไม่ให้รวมตัวกันเป็นยางเหนียว

การที่น้ำมันหล่อลื่นจะทำหน้าที่ต่าง ๆ ดังกล่าวได้ครบถ้วน จำเป็นที่จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คือ

๑. ความหนืดเหมาะสม ไม่ข้นเกินไป และไม่ใสเกินไป

๒. ไม่เป็นฟองได้ง่าย

๓. คงทนต่อความร้อน และทนทานต่อปฏิกิริยากับออกซิเจน

๔. รับแรงกดได้สูง

๕. เป็นด่างอย่างอ่อน สามารถทำลายกรดที่เกิดขึ้นจากการใช้งานได้

๖. มีความสามารถในการชะล้าง และกระจายสิ่งสกปรกไม่ให้รวมตัวกัน

น้ำมันแร่ธรรมดา ถึงแม้จะใช้หล่อลื่นได้ แต่ให้ผลไม่ดีพอสำหรับการใช้งานบางอย่างเพราะยังขาดคุณสมบัติที่จำเป็นหลายอย่าง ดังนั้นน้ำมันหล่อลื่นที่ดีจึงต้องมีสารเคมีเพิ่มคุณภาพผสมอยู่ด้วย เพื่อเสริมให้น้ำมันนั้นมีคุณภาพสูงขึ้น ทำหน้าที่ต่าง ๆ ได้ครบถ้วน ซึ่งจะมีผลให้เครื่องจักร เครื่องยนต์ ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูง มีอายุการใช้งานยาวนาน

๖. น้ำมันหล่อลื่นสำหรับยานยนต์ (Automotive Lube Oils)

ยานยนต์ทั้งหลายที่แล่นได้ก็ต้องอาศัยเชื้อเพลิงเป็นพลังงาน แต่น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างเดียวยังไม่พอต้องมีการหล่อลื่นส่วนต่าง ๆ เช่น ในเครื่องยนต์ เกียร์และเฟืองท้าย ฯลฯ จึงจะใช้งานได้ ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรเครื่องยนต์ที่เคลื่อนไหว เสียดสีกัน จะต้องเอาชนะแรงเสียดทานหรือความฝืด วัสดุหล่อลื่นจะเข้าไปแทรกระหว่างผิวของโลหะที่ขัดสีกัน เพื่อลดความเสียดทานนี้ หากไม่มีการหล่อลื่น นอกจากจะเกิดการสึกหรอแล้ว อุณหภูมิสูงที่เกิดจากแรงเสียดทานอาจทำให้ผิวโลหะเชื่อมติดกัน เป็นเนื้อเดียวได้ นั่นคือความเสียหายของเครื่องจักร เครื่องยนต์

น้ำมันหล่อลื่นยานยนต์แบ่งได้เป็นหลายประเภท ดังนี้

๑. น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์หรือน้ำมันเครื่อง
   - ๑.๑ น้ำมันเครื่องยนต์ ๔ จังหวะ
     - ๑.๑.๑ น้ำมันเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน
     - ๑.๑.๒ น้ำมันเครื่องยนต์ดีเซล
     - ๑.๑.๓ น้ำมันเครื่องยนต์ก๊าซ
   - ๑.๒ น้ำมันเครื่องยนต์ ๒ จังหวะ

๒. น้ำมันเกียร์
   - ๒.๑ เกียร์ธรรมดา
   - ๒.๒ เกียร์อัตโนมัติ

๓. น้ำมันเบรก หน้าที่โดยทั่วไปของน้ำมันเครื่องที่ดี มีดังนี้
   - ๓.๑ ให้การหล่อลื่น
   - ๓.๒ รักษาความสะอาดภายในเครื่อง
   - ๓.๓ ช่วยระบายความร้อน
   - ๓.๔ ป้องกันสนิมและการกัดกร่อน
   - ๓.๕ ป้องกันการรั่วซึมของก๊าซผ่านแหวนลูกสูบ

๖.๑ คุณสมบัติในการหล่อลื่น

คุณภาพการหล่อลื่นของน้ำมันเครื่อง ขึ้นอยู่กับของน้ำมันเป็นสิ่งแรก ฟิล์มบาง ๆ ของน้ำมันจะเคลือบผิวของโลหะไม่ให้มีการเสียดสีกันโดยตรง อันจะทำให้เกิดการสึกหรอ ความหนาของฟิล์มน้ำมันขึ้นอยู่กับ ถ้าของน้ำมันสูงฟิล์มน้ำมันจะหนามาก น้ำมันที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติในการรักษาความหนาของฟิล์มน้ำมันให้เกือบคงที่อยู่ได้ในทุก ๆ อุณหภูมิ คือไม่บางเกินไป (ใสมาก) เมื่ออุณหภูมิสูง และไม่หนาเกินไป (ข้นมาก) ที่อุณหภูมิต่ำ น้ำมันที่มีคุณสมบัติเช่นนี้เรียกว่า มีดัชนีสูง

ตามปกติเมื่อเครื่องเย็น น้ำมันเครื่องจะเย็นและข้น และจะไหลไปรวมอยู่ในส่วนล่างของอ่างน้ำมันเครื่องทั้งหมด เมื่อเครื่องเดินจำเป็นจะต้องมีน้ำมันไปหล่อเลี้ยงส่วนที่เคลื่อนไหวทันที ถ้าน้ำมันข้นมาก การปั๊มส่งน้ำมันก็จะล่าช้า อาจทำให้เกิดการสึกหรอได้ และเมื่อเครื่องยนต์ร้อนแล้ว น้ำมันเครื่องจะใสลง และยิ่งตอนที่การจราจรติดขัด อุณหภูมิจะสูงขึ้นมาก ทำให้ฟิล์มน้ำมันบาง ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์อาจจะเสียดสีกันโดยตรงทำให้เกิดการสึกหรอได้เพราะฉะนั้น น้ำมันเครื่องที่ดี จะต้องมีดัชนีสูง

๖.๒ คุณสมบัติในการรักษาความสะอาด

โดยทั่วไปเครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้ภายในจะมีเขม่าที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง บางส่วนก็รั่วผ่านแหวนลูกสูบ และผนังห้องลูกสูบขึ้นไปอยู่ในฝาครอบวาล์ว ตลอดจนส่วนอื่นๆ ภายในเครื่องยนต์ น้ำมันเครื่องที่ดี จะต้องสามารถชะล้างขจัดคราบสกปรกดังกล่าวออกจากผิวโลหะได้ นอกจากนี้จะต้องมีคุณสมบัติในการกระจายเขม่าและสิ่งสกปรกไม่ให้รวมตัวกันเป็นก้อน สิ่งสกปรกเหล่านี้จะต้องลอยตัววนเวียนอยู่ในน้ำมันโดยไม่ตกตะกอน และจะถูกถ่ายออกจากเครื่องยนต์เมื่อมีการเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง เป็นที่สังเกตได้ว่าน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วจะมีสีดำ ซึ่งแสดงว่าน้ำมันได้ทำหน้าที่ชะล้างสิ่งสกปรกอย่างสมบูรณ์แล้ว

๖.๓ คุณสมบัติระบายความร้อน

น้ำมันเครื่องจะถูกส่งไปหล่อลื่นตามจุดต่างๆ เช่น แบริ่ง แหวน ลูกสูบ เพลา และกระเดื่องปิดเปิดลิ้น ฯลฯ ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้จะถูกถ่ายเทจากเครื่องยนต์โดยอาศัยน้ำมันเครื่องเป็นตัวช่วยส่วนหนึ่ง จากการทดสอบพบว่า 30% ของความร้อนถูกระบายออกโดยอาศัยน้ำมันเครื่องเป็นตัวถ่ายเท จึงทำให้อุณหภูมิของน้ำมันเครื่องค่อนข้างสูง อุณหภูมิทำให้อัตราการรวมตัวระหว่างน้ำมันกับออกซิเจนในอากาศเร็วขึ้น ด้วยเหตุนี้น้ำมันเครื่องที่ดีจึงต้องมีสารเคมีเพิ่มคุณภาพในการป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจน เพื่อยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้น

๖.๔ คุณสมบัติในการป้องกันสนิมและกัดกร่อน

เมื่อเริ่มติดเครื่องยนต์ใหม่ ๆ ในขณะที่เครื่องยนต์และน้ำมันเครื่องยังเย็นอยู่ การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงจะยังไม่สมบูรณ์ดี จะมีก๊าซและไอน้ำที่เกิดจากการเผาไหม้รั่วผ่านแหวนลูกสูบลงไปยังส่วนล่างของเครื่องยนต์มากกว่าปกติ ก๊าซที่รั่วผ่านเหล่านี้จะรวมตัวกับกับไอน้ำกลายเป็นกรดสามารถจะกัดกร่อนชิ้นส่วนของเครื่องยนต์และทำให้เกิดสนิมได้ สารเคมีจะช่วยป้องกันไม่ให้เหล็กเป็นสนิม และต้านทานการกัดกร่อนที่เป็นอันตรายเหล่านี้ ทำให้อายุการใช้งานของเครื่องยนต์ยาวนานขึ้น

๖.๕ ป้องกันการรั่วซึมของก๊าซ

ของน้ำมันมีความสำคัญในการป้องกันการรั่วซึมของก๊าซผ่านแหวนลูกสูบได้ โดยทำหน้าที่เป็นฟิล์มอุดช่องว่างระหว่างแหวนลูกสูบกับกระบอกสูบ น้ำมันเครื่องที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติในการเคลือบ และจับกับผิวโลหะเพื่อทำหน้าที่ป้องกันการรั่วซึมของก๊าซ

๗. การแยกประเภทน้ำมันเครื่อง

น้ำมันเครื่องมีมากมายหลายเกรด สำหรับใช้กับเครื่องยนต์นานาชนิด และการใช้งานก็แตกต่างจึงมีการแยกประเภทเพื่อผู้ใช้จะได้เลือกน้ำมันได้ถูกต้อง

การแยกประเภทน้ำมันเครื่องทั่ว ๆ ไปมีอยู่ ๒ ระบบด้วยกัน คือ

๗.๑ แยกตามความหนืด

๗.๒ แยกตามสภาพการใช้งาน โดยผ่านการทดสอบกับเครื่องยนต์ซึ่งเป็นที่รับรองแล้ว เทียบเป็นมาตรฐานต่าง ๆ ได้แก่ มาตรฐานของสถาบันปิโตรเลียมอเมริกัน (American Petroleum Institute ; AP I) มาตรฐานทางทหารของสหรัฐ (MIL Spec) และของบริษัทรถยนต์

มาตรฐานการแยกน้ำมันเครื่องตามสมาคมวิศวกรยานยนต์ (The Society of Automotive Engineers ; SAE) ได้ตั้งมาตรฐานระบบน้ำมันเครื่องไว้ดังนี้ (SAE J 300 DEC.83) ดังตารางที่ ๔

ตารางที่ ๔ แสดงเบอร์น้ำมันเครื่อง

เบอร์ SAE	cP(๑)	cSt ที่ 100 °ซ	
	สูงสุดที่อุณหภูมิ (°ซ)	ต่ำสุด	สูงสุด
0 W	3,250 ที่ -30	3.8	-
5 W	3,500 ที่ -25	3.8	-
10 W	3,500 ที่ -20	4.1	-
15 W	3,500 ที่ -15	5.6	-
20 W	4,500 ที่ -10	5.6	-
25 W	6,000 ที่ -5	9.3	-
	SUS ที่ 210°ฟ(๒)		
20	45 – 58	5.6	ต่ำกว่า 9.3
30	58 – 70	9.3	ต่ำกว่า 12.5
40	70 – 85	12.5	ต่ำกว่า 16.3
50	85 – 110	16.3	ต่ำกว่า 21.9

หมายเหตุ : (๑) cP = Centipoise = cSt x ความหนาแน่นของน้ำมัน

(๒) SUS ที่ 210 °ฟ ไม่ใช้เป็นมาตรฐานแล้ว แต่แสดงไว้เพื่อเปรียบเทียบ

จึงเห็นได้ว่า เมื่อกล่าวถึงน้ำมันเครื่อง เราเรียกเป็นเบอร์ เช่นเบอร์ 30,40,50 แต่เบอร์น้ำมันบอกเพียงช่วงเท่านั้น ไม่ได้บ่งถึงระดับการใช้งาน

๘. เบอร์ของน้ำมันเครื่อง

เบอร์น้ำมันเครื่องมีความสำคัญไม่น้อยกว่าคุณภาพของน้ำมัน เพราะเบอร์น้ำมันหมายถึงความหนืดหรือ (Viscosity) ของน้ำมันเครื่องชนิดนั้น เช่น น้ำมันเบอร์ 30, 40, 50, 60, 90, 140 ฯลฯ และมีเบอร์ 15W -40, 20W,-50 เป็นต้น น้ำมันที่มีเบอร์ต่ำจะใสกว่าน้ำมันที่มีเบอร์สูง

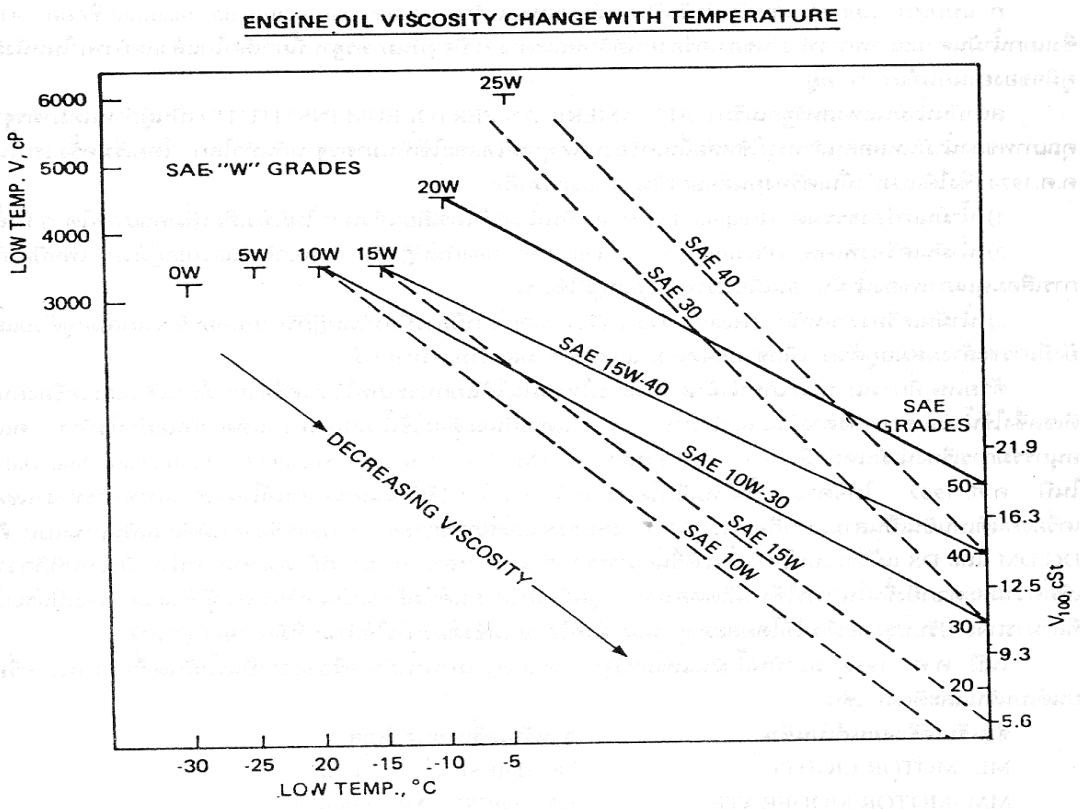
การเลือกใช้น้ำมันเครื่องที่มีพอเหมาะกับเครื่องยนต์นั้นเป็นสิ่งจำเป็น เพราะนอกจากน้ำมันจะทำหน้าที่ป้องกันการสึกหรอชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์แล้วยังช่วยทำให้ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงได้อีกด้วย

การที่จะเลือกของน้ำมันเครื่องได้ถูกต้องจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องยนต์ ซึ่งหาได้จากหนังสือคู่มือประจำเครื่องยนต์หรือรถยนต์นั้น ๆ

SAE เป็นผู้กำหนดมาตรฐานการวัดความหนืดของน้ำมันหล่อลื่น โดยใช้เครื่องมือการทดสอบ ASTM การวัดความหนืดของน้ำมันเครื่องจะทำที่อุณหภูมิต่างๆ กันคือ ที่อุณหภูมิต่ำ ,40°ซ และ 100°ซ เครื่องมือที่ใช้ในการการวัด อาจจะใช้ของ KINEMATIC , SAYBOLT UNIVERSAL SECOND, RED WOOD,DEGREE ANGLER ซึ่งมีหน่วยต่างๆ กัน ความหนืดที่วัดได้จากเครื่องมือแต่ละชนิดสามารถเปรียบเทียบหรือแปลงเป็นหน่วยอื่น ๆ ได้ SAE ได้แบ่งเบอร์น้ำมันออกเป็น ๒ เกรด

- น้ำมันเกรดธรรมดา (SINGLE GRADE) เช่น เบอร์ 10W, 30, 40, 50, 90, 140
- น้ำมันเกรดรวม (MULTIGADE) เช่น เบอร์ 15W -40, 15W-50, 20W-50

น้ำมันเกรดธรรมดา เป็นน้ำมันที่วัดค่าที่อุณหภูมิ 100°ซ ส่วนน้ำมันเกรดรวม W ย่อมาจากคำว่า WINTER วัดค่าที่อุณหภูมิต่ำ และที่อุณหภูมิ 100°ซ ตัวอย่างเช่น น้ำมันเบอร์ 20W -50 ถ้าวัดค่าที่อุณหภูมิ -10°ซ น้ำมันจะใสมีค่าเทียบเท่าน้ำมันเบอร์ 20W และถ้าวัดค่าที่อุณหภูมิ 100°ซ น้ำมันจะมีค่าเทียบเท่าน้ำมันเบอร์ 50 ตามภาพที่ ๔



ภาพที่ ๔ แสดงให้เห็นว่าความหนืดเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ

เนื่องจากในระยะแรก ๆ สภาพใช้งานของเครื่องยนต์ยังไม่หนักมาก ฉะนั้นคุณสมบัติของน้ำมันที่สำคัญขณะนั้นคือ (Viscosity) เท่านั้น ดังนั้น SAE (The Society of Automotive Engineering) จึงได้กำหนด The SAE Crankcase Oil Viscosity Classification System ขึ้น เพื่อระบุถึงคุณสมบัติของน้ำมันเครื่องยนต์ ต่อมาเมื่อ

มีการพัฒนาเครื่องยนต์ให้สามารถทำงานในสภาพที่หนักมากขึ้น จึงต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติอื่น ๆ ของน้ำมันเครื่องยนต์มากขึ้นด้วย นอกเหนือจากความหนืดเพียงอย่างเดียวในปัจจุบันเราก็ยังคงใช้ The SAE Crankcase Oil Viscosity Classification System เพื่อระบุความหนืดของน้ำมันเครื่องยนต์อยู่

๙. มาตรฐานการแยกน้ำมันเครื่องตามสภาพการใช้งาน

๙.๑ แบบเก่า

แยกตามสถาบันน้ำมันปิโตรเลียมแห่งอเมริกา (American Petroleum Institute ชื่อย่อ API) ซึ่งแยกน้ำมันตามสภาพการทำงานเครื่องยนต์ลักษณะต่าง ๆ ปัจจุบันมาตรฐานนี้ยกเลิกไปแล้ว แต่ยังพบในหนังสือคู่มือของยานยนต์เก่า ๆ อยู่

สถาบันน้ำมันแห่งอเมริกา (American Petroleum Institute ชื่อย่อ API) เป็นผู้กำหนดมาตรฐานคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับใช้หล่อลื่นเครื่องยนต์ทุกชนิดเป็นมาตรฐานกันทั่วโลก โดยเริ่มครั้งแรกในปี ค.ศ.1974 ซึ่งได้แบ่งน้ำมันเครื่องยนต์ออกเป็น ๓ ประเภท คือ

๑. น้ำมันเครื่องธรรมดา (Regular Type Oil) เป็นน้ำมันปิโตรเลียมพื้นฐานล้วน ๆ ไม่มีสารเพิ่มคุณภาพใด ๆ ทั้งสิ้น

๒. น้ำมันเครื่องพิเศษ (Premium Type Oil) มีสารป้องกันปฏิกิริยากับออกซิเจนผสมอยู่ด้วยเพื่อป้องกันการเสื่อมคุณภาพของน้ำมัน อันเนื่องมาจากอุณหภูมิใช้งาน

๓. น้ำมันเครื่องงานหนัก (Heavy Duty Oil) นอกจากมีสารป้องกันปฏิกิริยากับออกซิเจนผสมอยู่ด้วยแล้วยังมีสารชะล้างผสมอยู่ด้วย เพื่อช่วยขจัดเขม่าและทำความสะอาดเครื่องยนต์

การแบ่งประเภทน้ำมันตามระบบใหม่นี้ไม่ได้แยกประเภทไว้ว่า เครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่างกันและมีสภาพการทำงานต่างกัน จะต้องใช้น้ำมันเครื่องยนต์ต่างกันอย่างไรบ้าง คณะอนุกรรมการเรื่องน้ำมันหล่อลื่นของ API ร่วมกับ ASTM (The American Society for Testing and Materials) ในปี ค.ศ.1952 จึงได้จัดระบบขึ้นใหม่อีก โดยวางหลักการเลือกใช้น้ำมันเครื่องยนต์โดยแบ่งสภาพการทำงานของเครื่องยนต์เบนซินเป็นสามแบบ คือ ML, MM และ MS และสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลเป็นสามแบบ คือ DG, DM และ DS แม้ว่าระบบใหม่นี้จะดีขึ้นกว่าระบบเก่ามาก หลาย ๆ ฝ่ายก็ยังตระหนักว่าน่าจะมีระบบที่ดีกว่านี้ และมีความสะดวกยิ่งขึ้นในการสื่อสารระหว่าง ผู้ผลิตเครื่องยนต์ ผู้ผลิตน้ำมันเครื่อง และผู้ใช้ และควรจะเป็นระบบที่สามารถจะปรับปรุงต่อเติมได้โดยสะดวก ในเมื่อมีเครื่องยนต์ซึ่งต้องการใช้น้ำมันที่ดีกว่าออกสู่ตลาด

ในปี ค.ศ.1952 สถาบันน้ำมันแห่งสหรัฐอเมริกา ได้แบ่งคุณภาพน้ำมันเครื่องออกเป็นน้ำมันเครื่องสำหรับเครื่องยนต์เบนซินและดีเซล

๙.๑.๑ เครื่องยนต์เบนซิน

๙.๑.๑.๑ ML(MOTER LIGHT) – เครื่องยนต์เบนซินใช้งานเบา เช่น เครื่องตัดหญ้า เครื่องไสไม้ ฯลฯ

๙.๑.๑.๒ MM (MOTER MODERATE) – เครื่องยนต์เบนซินใช้งานปานกลาง เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ฯลฯ

๙.๑.๑.๓ MS (MOTER SEVERE) – เครื่องเบนซินทำงานหนัก การใช้กำลังไม่คงที่ เช่น รถยนต์ที่วิ่ง ๆ หยุด ๆ หรือวิ่งทางไกลด้วยอัตราความเร็วสูงในอากาศร้อน ฯลฯ

๙.๑.๒ เครื่องยนต์ดีเซล

๙.๑.๒.๑ DG (DIESEL GENERAL) - เครื่องยนต์ดีเซลทำงานเบา เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ขนาดกลาง ที่ใช้เชื้อเพลิงซึ่งมีกำมะถันน้อย

๙.๑.๒.๒ DM (DIESEL MODERATE) – เครื่องยนต์ดีเซลใช้งานปานกลาง – ค่อนข้างหนัก การใช้กำลังไม่คงที่ ทำงานเกินกำลังเป็นครั้งคราว เช่น รถบรรทุก รถประจำทาง

๙.๑.๒.๓ DS (DIESEL SEVERE) – เครื่องยนต์ดีเซลทำงานหนักมาก เช่น แทรกเตอร์ เครื่องมือก่อสร้าง เครื่องมือเกษตรกรรม

๙.๒ แบบใหม่

ในเดือนพฤษภาคม 1970 API ได้เริ่มกำหนดมาตรฐานแบ่งแยกน้ำมันตามสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ขึ้นมาใหม่ ด้วยความร่วมมือกับ SAE และ ASTM (The American Society for Testing and Materials) ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับวิวัฒนาการของเครื่องยนต์สมัยใหม่

การเลือกใช้น้ำมันเครื่องที่มีคุณสมบัติเหมาะสม ในการทำงานของเครื่องยนต์ในสภาวการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ซึ่งสถาบันหลายแห่งได้กำหนดสมรรถนะของน้ำมันเครื่องในระดับต่าง ๆ ไว้ ซึ่งรวมทั้งวิธีวัดและทดสอบระดับของสมรรถนะเหล่านั้นไว้ด้วย สถาบันที่สำคัญเหล่านั้น ได้แก่

- API (American Petroleum Institute) สถาบันน้ำมันปิโตรเลียมแห่งอเมริกา
- SAE (Society of Automotive Engineer) สมาคมวิศวกรรมยานยนต์แห่งอเมริกา
- ASTM (The American Society for Testing and Materials) สถาบันทดสอบมาตรฐานทางวัสดุของอเมริกา
- U.S.Military Classification สถาบันทหารของอเมริกัน
- CCMC (Committee of Common Market Construction) กลุ่มผู้ผลิตรถยนต์ยุโรป
- ผู้ผลิตเครื่องยนต์รายใหญ่ ๆ เช่น Caterpillar, Ford, GM ฯลฯ

ดังนั้น ในราวปี ค.ศ.1969 ทาง API, ASTM และ SAE จึงได้ร่วมมือกันจัดตั้งระบบขึ้นใหม่อีก

- SAE เป็นผู้จัดแบ่งสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ออกเป็น ๘ ประเภท คือ SA,SB,SC และ SD สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน CA, CB, CC และ CD สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล
- ASTM เป็นผู้จัดตั้งวิธีการทดสอบน้ำมันเครื่องที่เหมาะสม ที่จะใช้กับเครื่องยนต์แต่ละประเภทนั้น
- API เป็นผู้บัญญัติศัพท์ที่จะเรียกเครื่องยนต์ที่มีลักษณะการทำงานที่ต่างกันทั้ง ๘ ประเภท นั้น

ผลของการจัดระบบใหม่นี้ ได้ตีพิมพ์ใน SAE. Recommended Practice 183 ระบบที่ตั้งขึ้นล่าสุดนี้นับว่าเหมาะสมดีมาก ในการที่จะใช้กำหนดมาตรฐานของน้ำมันเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังสามารถที่จะต่อเติมได้โดยสะดวก ดังจะเห็นได้ว่า ในปัจจุบันประเภทของเครื่องยนต์ที่จัดแบ่งออกนั้น มีเพิ่มขึ้นเป็นกว่า ๑๐ ประเภทด้วยกัน

ในการปรับปรุงระบบการแบ่งประเภทการใช้น้ำมันเครื่องยนต์ดังกล่าวนั้น อาศัยหลักสมรรถนะในการทำงานของเครื่องยนต์เป็นหลักในการพิจารณา ซึ่งโดยปกติแล้วจะเห็นว่าสมรรถนะในการทำงานของเครื่องยนต์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

๑. การออกแบบและการประกอบเครื่องยนต์ (Engine Design and Construction) ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตโดยตรง

๒. เชื้อเพลิงที่ใช้ (Fuels) โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันดีเซล ซึ่งคุณสมบัติของน้ำมันก็ขึ้นอยู่กับน้ำมันดิบและขบวนการกลั่นที่ใช้

๓. สภาพการทำงานของเครื่องยนต์ (Operating Conditions) ซึ่งเกี่ยวกับน้ำหนักที่บรรทุก อัตราความเร็วของการใช้งานแล้วยังเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของการใช้งานด้วย

๔. น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oil) คุณสมบัติและความเหมาะสมของน้ำมันเครื่องที่ใช้นี้ก็ขึ้นกับน้ำมันดิบและขบวนการกลั่นที่ใช้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังขึ้นกับสารเพิ่มคุณภาพ (Additives) ที่ผสมอยู่ด้วย

๕. การรักษาบำรุง (Maintenance Practices) นอกเหนือจากที่กล่าวแล้ว ความผิดปกติของเครื่องยนต์อาจเนื่องมาจากสาเหตุอื่นหลายๆ อย่าง เช่น การปรับระบบของคาร์บิวเรเตอร์ไม่ถูกต้อง จากการตรวจตรา ซึ่งควรกระทำอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งรวมไปถึงการเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง การเปลี่ยนไส้กรอง การดูแลรักษาระบบ Positive Crankcase Ventilation (PCV) ระบบไอเสียและกลไกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ระบบ API ใหม่ ซึ่งได้กำหนดประเภทของเครื่องยนต์เป็นสิบประเภทนี้ ตรงกับระบบเก่าและสัมพันธ์กับ Military and Industry Designations ด้วย แต่ระบบใหม่มีข้อดีกว่า เพราะสามารถจะแก้ไขต่อเติมได้โดยง่าย

ในปี ค.ศ. 1969 – 1970 API ได้กำหนดการแยกน้ำมันเครื่องตามสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ ด้วยความร่วมมือกับ SAE และ ASTM (The American Society for Testing and Materials) เพื่อให้สอดคล้องกับวิวัฒนาการเครื่องยนต์ และต่อมาเมื่อผู้ผลิตเครื่องยนต์ต้องการน้ำมันเครื่องที่คุณภาพสูงขึ้น เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานซึ่งหนักขึ้น ก็ออกมาตรฐานระดับสูงขึ้นตามความต้องการต่อไป

๑. เครื่องยนต์เบนซิน เรียกว่า S หรือ Service Station Classification

- SA และ SB – สำหรับงานเบา ๆ ตามปกติ SA ไม่มีสารเพิ่มคุณภาพ แต่อาจใส่สารป้องกันการเกิดฟองหรือสารลดจุดไหลเท SB จะมีสารเพิ่มคุณภาพสำหรับป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจน ต้านทานการกัดกร่อน และลดการสึกหรอผสมอยู่เล็กน้อย ไม่ควรใช้กับเครื่องยนต์สมัยใหม่

- SC - สำหรับรถยนต์นั่งและรถบรรทุกอเมริการุ่น 1964 – 1967 น้ำมันเกรดนี้มีสารเพิ่มคุณภาพต้านทานการกัดกร่อน ป้องกันสนิม ต้านทานการรวมตัวของเขม่า และลดการสึกหรอ

- SD - สำหรับรถยนต์นั่งและรถบรรทุกเล็ก รุ่น 1968 – 1970 และรถรุ่นปี 1971 บางแบบ น้ำมันเกรดนี้ใส่สารเพิ่มคุณภาพเหมือนกับเกรด SC แต่เพิ่มปริมาณการผสมมากกว่า ดังนั้นคุณภาพในการใช้งานจึงเหนือกว่า SC และอายุการใช้งานจะยาวนานกว่า

- SE - สำหรับรถยนต์นั่งและรถบรรทุกเล็ก รุ่น 1972 เป็นต้นไป น้ำมันเกรดนี้มีส่วนผสมของสารเพิ่มคุณภาพสูงกว่า SC และ SD โดยเฉพาะสารต้านทานการรวมตัวกับออกซิเจนจึงใช้แทน SC และ SD ได้

- SF – เป็นน้ำมันหล่อลื่นที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพจากเกรด SE เมื่อปี 1980 โดยเน้นการเพิ่มสารต้านทานการรวมตัวกับออกซิเจน และการป้องกันการสึกหรอ

- SG - เป็นน้ำมันหล่อลื่นที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพจากเกรด SF เมื่อปี 1988

- มาตรฐานสูงสุดในปัจจุบัน คือ SM

๒. เครื่องยนต์ดีเซล เรียกว่า C หรือ Commercial Classification

- CA และ CB – สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลที่ทำงานเบาและปานกลาง หรือใช้ในเครื่องยนต์เบนซินงานเบาได้ CA เหมาะสำหรับใช้กับน้ำมันดีเซลที่มีคุณภาพดี (กำมะถันต่ำ) CB ใช้กับเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพต่ำกว่า (กำมะถันสูง) น้ำมันระดับนี้มีคุณภาพในการชะล้างเขม่าตะกอนต้านทานการสึกหรอและกัดกร่อน

- CC - สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลธรรมดา หรือที่มีเทอร์โบชาร์จหรือซูเปอร์ชาร์จทำงานปานกลางและหนัก รวมทั้งเครื่องยนต์เบนซินทำงานหนักบางชนิด น้ำมันสำหรับสภาพงานเช่นนี้ จะชะล้างเขม่ากระจายตะกอน ต้านทานสนิมและการกัดกร่อนที่อุณหภูมิสูงในเครื่องยนต์ดีเซลและอุณหภูมิต่ำในเครื่องยนต์เบนซิน

- CD – สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลธรรมดา หรือที่มีซูเปอร์ชาร์จ หรือเทอร์โบชาร์จรอบสูงทำงานหนักมาก และใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีปริมาณกำมะถันสูง น้ำมันเช่นนี้มีคุณภาพสูงมากในการป้องกันการกัดกร่อน ต้านทานการสึกหรอ และชะล้างคราบตะกอน กระจายเขม่าในภาวะอุณหภูมิสูง

- CE - น้ำมันในมาตรฐานนี้ เป็นน้ำมันเครื่องเกรดรวม เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลทำงานหนัก ที่มีเทอร์โบชาร์จ หรือซูเปอร์ชาร์จ ซึ่งมีคุณสมบัติลดการสะสมเขม่าที่หัวลูกสูบ ป้องกันการสึกหรอได้ดีเยี่ยม ควบคุมการสิ้นเปลืองน้ำมันเครื่อง และทำให้ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง

- มาตรฐานสูงสุดในปัจจุบัน คือ CI – 4

การที่จะจัดเกรดของน้ำมันหล่อลื่นว่าอยู่ในมาตรฐานใด ต้องผ่านการทดสอบกับเครื่องยนต์มาตรฐานของบริษัทรถยนต์ต่าง ๆ โดย ASTM เป็นผู้กำหนดวิธีทดสอบ

สำหรับผู้ผลิตเครื่องยนต์และผู้ผลิตน้ำมันและผู้วางตลาดนั้น การที่จะเลือกใช้ API Letter Designations ได้ถูกต้อง จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะ ตลอดจนการทำงานของเครื่อง รวมทั้งเรื่องความต้องการในการหล่อลื่นของเครื่องยนต์ด้วย ส่วนสำหรับผู้ใช้และร้านค้าย่อยก็ต้องเข้าใจถึงคำแนะนำการใช้ของผู้ผลิตและ API Service Category ของน้ำมันด้วย

ในทางปฏิบัติ เมื่อต้องการจะบ่งบอกประเภทของน้ำมันหล่อลื่นแล้วมักจะนำหน้า ด้วย API Service ตัวอย่างเช่น สำหรับ Service Station Oil ที่ใช้กับรถยนต์ส่วนบุคคลที่ออกใหม่ในขณะนี้มักจะจัดเป็นประเภท API Service SF ถ้าหากน้ำมันนี้เหมาะกับเครื่องยนต์ทั้งเบนซินและดีเซล เราก็สามารถจะบ่งบอกได้ เช่น เป็น API Service SF/CC และถ้าหากฝ่ายผู้ผลิตน้ำมัน ต้องการที่จะรวม API Service Categories อันก่อนหน้านี้ลงไปด้วยก็สามารถทำได้ดังเช่น API Service SF/CC, SE, etc.

ส่วนมาตรฐานทางทหารสหรัฐและผู้ผลิตเครื่องยนต์ก็ต้องผ่านการทดสอบดังกล่าวเช่นกัน แต่น้ำมันเครื่องทางทหารต้องผ่านทั้งเครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซล เพียงแต่ระดับสภาพการใช้งานหนักไม่เท่ากัน ส่วนมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องยนต์ก็มีของฟอร์ด เจนเนอเริลมอเตอร์ส และ แคตเตอร์พิล่าร์ เป็นต้น

๑๐. เปรียบเทียบประเภทน้ำมันเครื่อง

เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบประเภทน้ำมันเครื่องมาตรฐานต่างๆ จึงสรุปไว้ดังตารางที่ ๕, ๖ และ ๗

ตารางที่ ๕ ตามสถานีบริการทั่ว ๆ ไป (Service Station)

API ใหม่	API เก่า	มาตรฐานทหารหรืออุตสาหกรรม
SA	ML	-
SB	MM	-
SC	MS 1964-67	Ford M 2 C 101 – A GM – 4745 - M
SD	MS 1968 – 71	Ford M 2 C 101 – B GM – 6041 - M
SE	รถอเมริกันรุ่น 1972	MIL – L- 46152 Ford M 2 C 101 – C GM – 6136 - M
SF	รถอเมริกันรุ่น 1980	MIL – L- 46152 B Ford M 2 C 153 – B GM – 6048 - M

ตารางที่ ๖ สำหรับการพาณิชย์ อุตสาหกรรมก่อสร้างและเกษตรกรรม (Commercial)

API ใหม่	API เก่า	มาตรฐานทหารหรืออุตสาหกรรม
CA	DG	MIL – 2104A (MIL-A)
CB	DM	Supplement 1 (Sup 1)
CC	DM	MIL – 2104B (MIL-B) MIL-L-46152B
CD	DS	Series 3,MIL –L-45199B MIL – L -2104 C (MIL – C)

ตารางที่ ๗ เปรียบเทียบกับมาตรฐานทางการทหาร

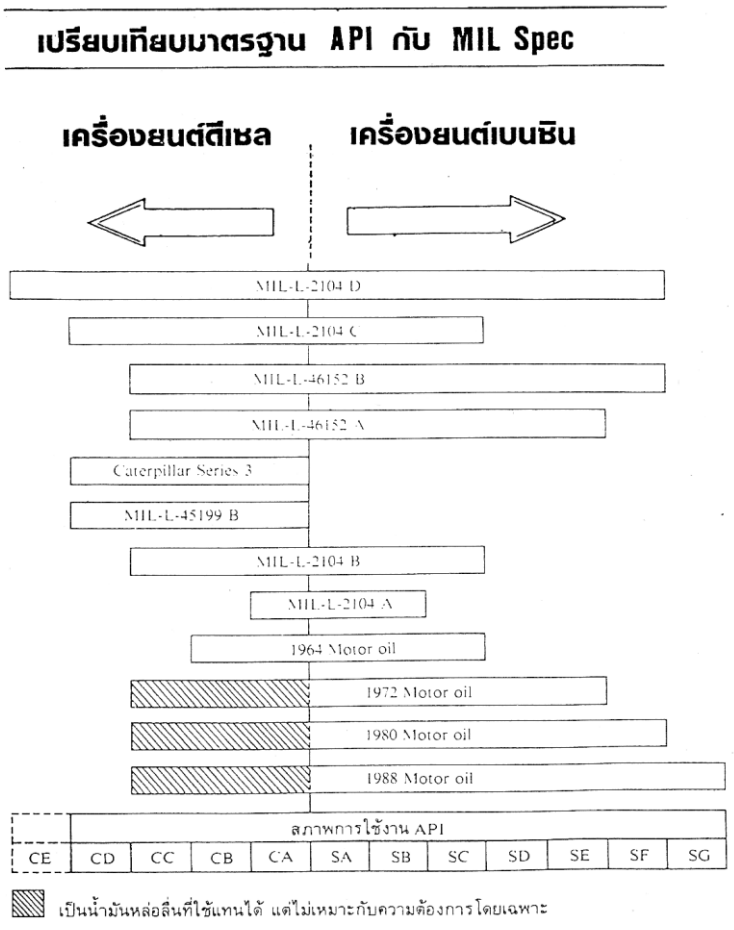
มาตรฐานทหาร / ผู้ผลิต	มาตรฐาน API
MIL – L – 2104A	CA/SB
Supplement 1	CB/SC
MIL – L -2104B	CC/SC
Series 3	CD

MIL – L- 45199 B	CD
MIL – L – 46152	SE/CC
MIL – L – 2104 C	CD/SC
MIL – L – 2104 D	สูงกว่า CD/SE
MIL – L - 46153 B	SF/CC

หมายเหตุ :-

๑. ในเดือนตุลาคม 1972 บริษัท แคตเตอร์พิลล่าร์ ประกาศว่าต่อไปนี้จะอ้างน้ำมันมาตรฐาน CD/MIL – C Series 3

๒. มาตรฐานทางการทหาร เริ่มใช้ MIL – 2104D เมื่อเดือนเมษายน 1983 และ MIL –L - 46152B เมื่อเดือนเมษายน 1980 ดังนั้นมาตรฐาน MIL อื่นๆ ที่ยกเลิกไปทางการ แต่ในวงการอุตสาหกรรมและพาณิชย์ยังมักอ้างถึงอยู่เสมอ ดังภาพที่ ๕



ภาพที่ ๕ เปรียบเทียบมาตรฐาน API กับ MIL

๑๑. สาเหตุที่ต้องเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง

เป็นหน้าที่ของผู้ผลิตน้ำมันเครื่องที่จะต้องปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันให้ดี เหมาะที่จะใช้งานกับเครื่องยนต์สมัยใหม่อยู่เสมอ แต่ถึงแม้เราจะใช้น้ำมันเครื่องคุณภาพสูงเท่าไรก็ตามเราก็ยังต้องถ่ายเปลี่ยนน้ำมันเครื่องเมื่อถึงกำหนดเวลา

ปัจจุบันการจราจรมักจะคับคั่ง เครื่องอาจจะร้อนเกินไป และการที่รถวิ่งๆ หยุดๆ ทำให้รอบของเครื่องยนต์ไม่คงที่ เป็นเหตุให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

ขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน สิ่งสกปรกจะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา น้ำมันเครื่องที่ดีจะต้องขจัดสิ่งสกปรกต่างๆ เอามาไว้ในตัวน้ำมันเอง สิ่งสกปรกเหล่านี้จะทำให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพไปเรื่อยๆ จนไม่สามารถจะทำการหล่อลื่นได้ดีเพียงพอ จึงจำเป็นต้องถ่ายน้ำมันเครื่อง เป็นการเอาสิ่งสกปรกออกจากเครื่องยนต์ ท่อทางเดินน้ำมันเครื่อง และจุดหล่อลื่น

๑๒. อะไรทำให้น้ำมันเครื่องสกปรก

๑. ฝุ่นละออง หม้อกรองอากาศและท่อไอดี รวมทั้งฝาที่เติมน้ำมันเครื่อง ถ้าไม่ได้รับการระวังรักษาที่ดีพอฝุ่นผงละเอียด ๆ อาจเล็ดลอดเข้าไปในเครื่องยนต์ได้

๒. เขม่า ถ้าระบบการทำงานของเครื่องไม่ดีหรือสภาพของการใช้งานไม่เหมาะสม จะทำให้ส่วนคาร์บอนของเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้ไม่หมด เกิดเป็นเขม่า ยิ่งน้ำมันหนัก เช่น ดีเซล จะมีเขม่ามากกว่าน้ำมันเบา เช่น เบนซิน

๓. น้ำ เมื่อเชื้อเพลิงเผาไหม้ จะมีไอน้ำเกิดขึ้น ซึ่งเมื่อเครื่องร้อนจะผ่านออกไปทางท่อไอเสียในลักษณะไอน้ำแต่ไอน้ำบางส่วนอาจลอดผ่านแหวนลูกสูบลงไปในอ่างน้ำมันเครื่องได้ เมื่ออากาศเย็นจะกลั่นตัวเป็นน้ำ และเมื่อผสมกับน้ำมันจะกลายเป็นตะกอนเหนียวแบบโคลนตมได้ (Sludge) ของน้ำมันก็จะสูงขึ้น นอกจากนี้น้ำยังทำให้เกิดสนิมอีกด้วย

๔. กรด จากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีกำมะถันจะเกิดก๊าซ ซึ่งเมื่อรวมตัวกับน้ำที่เกิดจากการเผาไหม้หรือความชื้นในอากาศ จะกลายเป็นกรด กัดกร่อนผิวโลหะ

๕. น้ำมันเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่หมด ขณะที่สตาร์ทเครื่องหรือเครื่องยนต์ทำงานในบางสภาพ เช่น วิ่ง ๆ หยุด ๆ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่เผาไหม้ จะซึมผ่านแหวนลูกสูบลงไปยังอ่างน้ำมันเครื่องทำให้น้ำมันเครื่องใสลง

๖. เศษโลหะที่เกิดจากการสึกหรอธรรมดา โดยเฉพาะเครื่องใหม่ซึ่งชิ้นส่วนชิดกันมากจะถูกส่งไปหล่อลื่นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์เศษโลหะเหล่านี้ก็จะตามไปด้วย และจะขีดข่วนผิวโลหะให้สึกหรอมากขึ้น

๗. การสลายตัวของน้ำมันและหัวเชื้อ ในภาวะอุณหภูมิสูง ออกซิเจนจะรวมตัวกับน้ำมันได้ง่าย ทำให้น้ำมันเปลี่ยนสภาพเป็นคราบยางเหนียว ๆ และเป็นกรดกัดกร่อนโลหะ ทั้งของน้ำมันก็จะสูงขึ้น นอกจากนี้สารเคมีที่ผสมไว้ก็เสื่อมจากการใช้งานด้วย

๑๓. น้ำมันเครื่องเปลี่ยนสีเป็นน้ำมันเครื่องดีหรือไม่

มีนักขับรถบางคนสงสัยว่าทำไมน้ำมันเครื่องใหม่ๆ สีสวยและใส จึงมีสีคล้ำไปจากเดิมหลังจากที่เปลี่ยนน้ำมันเครื่องใหม่และเดินเครื่องเพียง ๑ - ๒ นาที เท่านั้น บางคนสงสัยว่าน้ำมันที่เติมลงไปนั้นอาจจะเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพไม่ดี ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ผิด เพราะว่าน้ำมันเครื่องที่ดีตามบริการของ API นั้นจะต้องเป็นน้ำมันเครื่องที่ผสมสารเพิ่มคุณภาพต่าง ๆ ลงไปอย่างครบถ้วนเพื่อทำหน้าที่รักษาเครื่องยนต์ เช่น ชะล้างและละลายเขม่า ป้องกันสนิม ป้องกันน้ำมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ป้องกันการกัดกร่อน น้ำมันเครื่องเก่าที่ใช้งาน

อยู่ในเครื่องยนต์เมื่อใช้ไปนานๆ สารเพิ่มคุณภาพที่ผสมอยู่ก็ถูกใช้หมดไป ทำให้เครื่องยนต์สกปรกมี เขม่า คราบตะกอน และสิ่งสกปรกเกาะติดอยู่ภายในเครื่องยนต์ เมื่อถ่ายน้ำมันเก่าทิ้งแล้วเติมน้ำมันใหม่ที่มีคุณภาพดี มีสารเพิ่มคุณภาพต่าง ๆ ครบถ้วน ติดเครื่องเพียง ๑ - ๒ นาที น้ำมันเครื่องใหม่ก็ถูกปั๊มไปหล่อลื่นชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่สกปรกก่อนแล้ว น้ำมันใหม่ก็ทำหน้าที่ชะล้างละลายสิ่งสกปรกที่ผสมอยู่กับน้ำมันเครื่อง สิ่งสกปรกสีดำ ๆ เหล่านี้ เมื่อผสมกับน้ำมันใหม่จะทำให้น้ำมันเปลี่ยนสีเป็นสีคล้ำ ๆ และอาจจะขุ่นเล็กน้อย ซึ่งขึ้นอยู่กับความสกปรกที่มีอยู่ในเครื่องยนต์ ถ้าเราใส่น้ำมันเครื่องที่คุณภาพต่ำหรือเป็นพวกน้ำมันธรรมดาไม่มีสารเพิ่มคุณภาพใด ๆ ผสมอยู่เลย น้ำมันก็จะยังคงสภาพเช่นเดิมหรือเปลี่ยนไปเล็กน้อยเท่านั้น แต่เมื่อใช้ต่อไปเรื่อย ๆ น้ำมันก็จะยังคงสภาพเช่นเดิม ซึ่งต่างกันน้ำมันเครื่องที่มีคุณภาพดี ยิ่งใช้นานน้ำมันยิ่งดำแสดงว่าสารเพิ่มคุณภาพที่ผสมอยู่ทำหน้าที่ของมันตามปกติ

๑๔. เมื่อไรจึงจะเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง

ถ้าพูดกันตามหลักว่าแล้วควรเปลี่ยนน้ำมันเครื่องก่อนที่น้ำมันจะหมดอายุหรือเสื่อมสภาพ แต่ระยะเวลาหรือระยะทางที่ได้ใช้ไปเท่าไรจึงจะเหมาะสมกับการเปลี่ยนถ่ายนั้น ควรปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องยนต์ที่ได้แนะนำไว้ในหนังสือคู่มือประจำรถหรือเครื่องยนต์นั้นๆ แต่มีข้อยกเว้นในบางกรณีที่มักจะระบุไว้ในหนังสือคู่มือ เช่น เครื่องยนต์ที่ทำงานหนัก (SEVERE DUTY) จำเป็นต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องให้บ่อยกว่าปกติ ซึ่งอยู่ในดุลพินิจของผู้ใช้ การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องนั้น บริษัทผู้ผลิตอาจกำหนดไว้เป็นระยะทางหรือระยะเวลา การที่จะทราบว่าน้ำมันเครื่องหมดอายุหรือเสื่อมสภาพแล้วหรือยังนั้น ไม่สามารถวินิจฉัยได้ด้วยการดูด้วยตาเปล่าได้ จะทราบก็ต่อเมื่อได้นำน้ำมันตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ในห้องทดลองเท่านั้น

สภาพการทำงานของเครื่องยนต์ที่ถือเป็นเกณฑ์ว่าเครื่องยนต์ทำงานหนัก (SEVERE DUTY) และควรเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องเร็วกว่าปกติ มีดังนี้

- การเดินทางระยะสั้น ๆ (ประมาณ ๑๕ กม.) เป็นประจำ
- ใช้งานในที่ที่มีฝุ่นหรือทรายมาก
- การจราจรติดขัดเครื่องยนต์เดินเบาเป็นระยะเวลานาน ๆ
- ใช้ลากจูง ขับรถขึ้นเขาหรือที่สูงชันบ่อย ๆ
- บรรทุกน้ำหนักมากตลอดเวลา
- เครื่องยนต์ทำงานที่อุณหภูมิสูง (ร้อนจัด) บ่อย ๆ
- ใช้ความเร็วสูงเป็นระยะเวลานาน ๆ
- ใช้ในที่อากาศเย็นจัด
- ติดเครื่องปรับอากาศ

ตามปกติเครื่องยนต์เบนซินที่ใช้ในกรุงเทพฯ มักจะเปลี่ยนน้ำมันเครื่องทุกระยะ ๓,๐๐๐ กม. หรือเดือนละครั้ง ส่วนรถบรรทุกสินค้าเครื่องยนต์ดีเซลมักจะเปลี่ยนน้ำมันเครื่องทุกระยะ ๔,๐๐๐ - ๕,๐๐๐ กม. กำหนดการเปลี่ยนน้ำมันเครื่องนี้ไม่มีกฎเกณฑ์ที่ยึดถือเป็นหลักแน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำมันเครื่องที่ใช้ สภาพการใช้งาน และสภาพเครื่องยนต์

การใช้น้ำมันเครื่องให้ได้ผลดีที่สุดสำหรับเครื่องยนต์ ควรยึดถือหลักปฏิบัติดังนี้

- เลือกใช้น้ำมันเครื่องที่มีคุณภาพตามที่บริษัทผู้ผลิตรถยนต์หรือเครื่องยนต์ ได้แนะนำไว้ในหนังสือคู่มือ

- เลือกใช้น้ำมันเครื่องที่มีความเหมาะสมตามอุณหภูมิแวดล้อมที่บริษัทผู้ผลิตเครื่องยนต์ได้แนะนำไว้ในหนังสือคู่มือ

- เปลี่ยนน้ำมันเครื่องตามความเหมาะสมของสภาพการใช้งานและสภาพของเครื่องยนต์

- ไส้กรองอากาศควรเป่าทำความสะอาดบ่อยๆ หรือเดือนละครั้ง และควรเปลี่ยนตามกำหนด

- ไส้กรองน้ำมันเครื่องควรเปลี่ยนตามกำหนด

- ควรบำรุงรักษาเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาพดีเสมอ

เราจะเห็นว่าน้ำมันเครื่องมีแต่จะเสื่อมสภาพตลอดเวลาของการใช้งาน ฉะนั้น เมื่อได้ใช้ไปในระยะเวลาพอสมควรแล้วจึงต้องเปลี่ยนน้ำมันเครื่องใหม่ เพื่อรักษาเครื่องยนต์ให้สะอาด ป้องกันการสึกหรอ ยืดอายุเครื่องยนต์

บทที่ ๒
น้ำมันหล่อลื่นใช้การและการตรวจวิเคราะห์

การเสื่อมสภาพของน้ำมันหล่อลื่น

น้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิดถูกผลิตมาให้เหมาะกับการใช้งาน ด้วยการนำน้ำมันพื้นฐานที่มีความหนืดพอเหมาะ มาปรับปรุงคุณภาพด้วยการเติมสารเคมีเพิ่มคุณภาพ เพื่อให้มีคุณสมบัติพิเศษตามการใช้งาน เช่น สารชะล้าง และสารเพิ่มดัชนีความหนืด เป็นต้น เมื่อใช้งานไปแล้วคุณสมบัติ และคุณภาพต่าง ๆ จะเสื่อมลง ลดลงไปเรื่อย ๆ จนไม่เหมาะแก่การใช้งาน โดยการเสื่อมสภาพเกิดจาก ๓ สาเหตุ คือ

๑. การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของน้ำมันหล่อลื่น

น้ำมันหล่อลื่นทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ แล้วเกิดสารประเภทกรด และคราบยางเหนียว ปฏิกิริยานี้จะเกิดได้เร็วถ้าอุณหภูมิสูง น้ำมันหล่อลื่นจะเสื่อมสภาพ เกิดความเป็นกรด ความหนืดเพิ่ม ถ้าความเป็นกรดมีสูง จะทำให้เนื้อน้ำมันเสื่อมสภาพเร็วขึ้น เกิดยางเหนียว เกาะตามร่องรูทางผ่านของน้ำมันหล่อลื่น และในที่สุดอาจเกิดการกัดกร่อนเนื้อโลหะในเครื่องจักร ตามปกติในน้ำมันหล่อลื่นมีการเติมสารเพิ่มคุณภาพป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชั่นอยู่แล้ว หากสารนี้ถูกใช้หมดไป หรือเสื่อมสภาพ น้ำมันหล่อลื่นก็จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศได้

๒. สารเพิ่มคุณภาพถูกใช้หมดไป หรือเสื่อมสภาพ

สารเพิ่มคุณภาพต่าง ๆ ที่เติมลงในน้ำมันหล่อลื่น จะถูกใช้หมดไป หรือเสื่อมสภาพ หรืออาจเปลี่ยนเป็นสารอื่นที่ไม่ช่วยเพิ่มคุณภาพนั้นอีกต่อไป ทำให้น้ำมันหล่อลื่นไม่มีคุณสมบัติดีพอที่จะทำงานได้ดีต่อไป

๓. มีสิ่งสกปรก หรือสารอื่นจากภายนอกเข้าไปปะปน

สิ่งสกปรก สารอื่นจากภายนอก เช่น น้ำ ฝุ่นละออง เขม่า และอื่นๆ เมื่อเข้าไปปะปนกับน้ำมันหล่อลื่นแล้ว อาจทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของน้ำมันหล่อลื่นได้ เช่น

๓.๑ น้ำ เมื่อผสมกับน้ำมันหล่อลื่นแล้ว เครื่องยนต์ทำงานจะปั่นผสมน้ำเข้ากับน้ำมันหล่อลื่น อนุภาคน้ำเข้าแทรกตัวในเนื้อน้ำมัน ทำให้น้ำมันหล่อลื่นมีลักษณะขาวขุ่น ความหนืดเปลี่ยนไป และไม่เหมาะสมที่จะใช้งานได้ต่อไป

๓.๒ เศษโลหะ เมื่อเข้าไปผสมกับน้ำมันหล่อลื่นเป็นจำนวนมากแล้ว จะไปขัดสีกับผิวโลหะของเครื่องจักรกล ทำให้เกิดรอยข่วน สึกหรอ และค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นสูงขึ้น

๓.๓ น้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อเข้าไปผสมกับน้ำมันหล่อลื่นแล้วจะทำให้ค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นลดลงมาก ค่าจุดวาบไฟลดต่ำลง ไม่เหมาะแก่การใช้งานอีกต่อไป

ดังนั้น การระมัดระวังไม่ให้สิ่งอื่นจากภายนอกเข้าไปปะปนกับน้ำมันหล่อลื่นจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก รวมถึงไม่ควรนำน้ำมันหล่อลื่นต่างตราอักษรกันมาผสมกัน เพราะสารเพิ่มคุณภาพในน้ำมันหล่อลื่นต่างชนิดกันอาจเกิดปฏิกิริยา และทำให้น้ำมันหล่อลื่นมีคุณภาพเสื่อมลง

การบำรุงรักษาเครื่องจักรเรือ

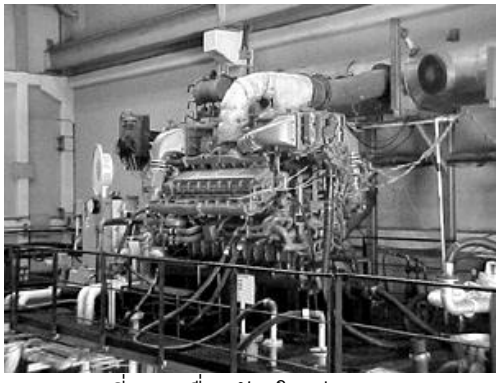
โดยทั่วไป การบำรุงรักษาเครื่องจักร สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

๑. Breakdown Maintenance การบำรุงรักษาโดยการซ่อมเมื่อเครื่องเสียหาย และจำเป็นต้องใช้งาน (ใช้จนเสียแล้วซ่อม)

๒. Preventive Maintenance การบำรุงรักษาโดยดูประวัติเครื่องจักร หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต ในการกำหนดระยะเวลาตรวจสอบ และซ่อมทำ (บำรุงรักษาตามระยะเวลา อาจเปลี่ยนอะไหล่เมื่อถึงเวลา บางครั้งอาจยังไม่เสียแต่ต้องเปลี่ยน)

๓. Predictive Maintenance การบำรุงรักษาโดยใช้เครื่องมือในการตรวจสอบสภาพของเครื่องจักร เมื่อความเสียหายเพิ่งเริ่มเกิดขึ้น ยังไม่เสียหายมาก คาดการณ์ความเสียหายที่จะตามมา แล้วประเมินอายุการใช้งาน ที่เหลืออยู่ (เปลี่ยนอะไหล่ เมื่อใช้งานไม่ได้แล้ว)

๔. Proactive Maintenance การบำรุงรักษาโดยใช้เครื่องมือตรวจสอบสภาพต้นเหตุความเสียหาย โดยที่เครื่องจักรยังไม่มีความเสียหายเกิดขึ้น (ตรวจสอบต้นเหตุแล้วแก้ไขที่ต้นเหตุ จะช่วยยืดอายุการใช้งาน)



ภาพที่ ๖ เครื่องจักรใหญ่ ร.ล.เทพา

ภาพที่ ๗ เครื่องยนต์ MTU

จากการศึกษาพบว่า การบำรุงรักษาแบบ Proactive Maintenance เป็นวิธีที่ดีที่สุด มีค่าใช้จ่ายในระยะยาวที่ต่ำกว่าวิธีอื่น ลองคิดง่าย ๆ ว่าหากใช้วิธี Breakdown Maintenance คือ ใช้ไปจนเสียแล้วซ่อม เครื่องจักรเรือที่ราคาเป็นสิบล้าน อาจเสียหายมากจนต้องซ่อมทำใหญ่ หรือชำรุดมากจนซ่อมทำไม่คุ้มค่า หากใช้วิธี Preventive Maintenance อาจเสียค่าใช้จ่ายมากเกินความจำเป็นในการเปลี่ยนอะไหล่บางชิ้นที่ยัง

ใช้งานได้ดี หรือยังมีอายุการใช้งานเหลือ สำหรับวิธี Predictive Maintenance จะช่วยประเมินอายุการใช้งานที่เหลืออยู่ แต่ไม่ใช่การตรวจสอบที่ต้นเหตุความเสียหาย เพื่อแก้ไขก่อนที่จะเกิดความเสียหายขึ้น

การตรวจวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นใช้การ

การตรวจวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นในห้องปฏิบัติการ เป็นส่วนหนึ่งของการบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบ Preventive Maintenance , Predictive Maintenance และ Proactive Maintenance ได้แก่ การตรวจสิ่งเจือปนในน้ำมันหล่อลื่น การตรวจการสึกหรอ (ปริมาณโลหะต่าง ๆ) การตรวจวัดความสั่นสะเทือน และความร้อนของเครื่องจักร เป็นต้น เราลองเปรียบเทียบวิธีนี้ได้ง่าย ๆ ว่า เหมือนกับการตรวจสุขภาพประจำปี จะมีการตรวจเลือด , วัดความดันโลหิต และ X – rays ปอด ฯลฯ การตรวจค่าต่าง ๆ ในเลือด เช่น ปริมาณน้ำตาลในเลือด ,โคเลสเตอรอล ฯลฯ ค่าเหล่านี้ จะบอกความผิดปกติของร่างกายได้ และแก้ไขทันเวลาก่อนจะเกิดอาการป่วยมาก สำหรับการตรวจวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นในห้องปฏิบัติการ ก็เปรียบได้กับการตรวจเลือด ดังกล่าว ในขณะเดียวกันหน่วยผู้ใช้เครื่องจักร (หน่วยเรือ) ต้องให้ความสนใจในการดูแลรักษาเครื่องจักรเครื่องกลตามวงรอบที่คู่มือเครื่องกำหนด หมั่นตรวจตราสังเกตอาการผิดปกติต่าง ๆ ซึ่งในกรณีของน้ำมันหล่อลื่นใช้การ หน่วยเรือที่มีชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือสามารถดำเนินการตรวจวิเคราะห์ได้ในเบื้องต้น ตามระยะเวลาใช้การ และตรวจเมื่อสงสัย หรือพบความผิดปกติของการทำงานของเครื่องจักร เช่น เครื่องจักรมีความร้อนสูงผิดปกติ หรือมีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสิ้นเปลืองสูงผิดปกติ เป็นต้น ในการตรวจวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นใช้การในระดับของกองทัพเรือ อาจแบ่งได้เป็น ๒ ระดับ ดังนี้

๑. การตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
๒. การตรวจวิเคราะห์โดยหน่วยผู้ใช้

การตรวจวิเคราะห์โดยใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ

การใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ ตรวจตามวงรอบ และในกรณีที่พบความผิดปกติของเครื่องจักรขณะที่เรือปฏิบัติการอยู่ทะเล ที่ต้องรีบหาสาเหตุและดำเนินการแก้ไขในทันที ไม่สามารถส่งตัวอย่างมาตรวจ ณ ห้องปฏิบัติการได้ ในกรณีนี้ การใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือก็เป็นทางเลือกหนึ่ง ที่จะช่วยตรวจวิเคราะห์ค่าเบื้องต้น หาสาเหตุ และแก้ไขปัญหาในเบื้องต้นได้อย่างรวดเร็วทันเวลา และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายอันรุนแรงแก่เครื่องจักรเรือที่มีมูลค่านับล้านบาท

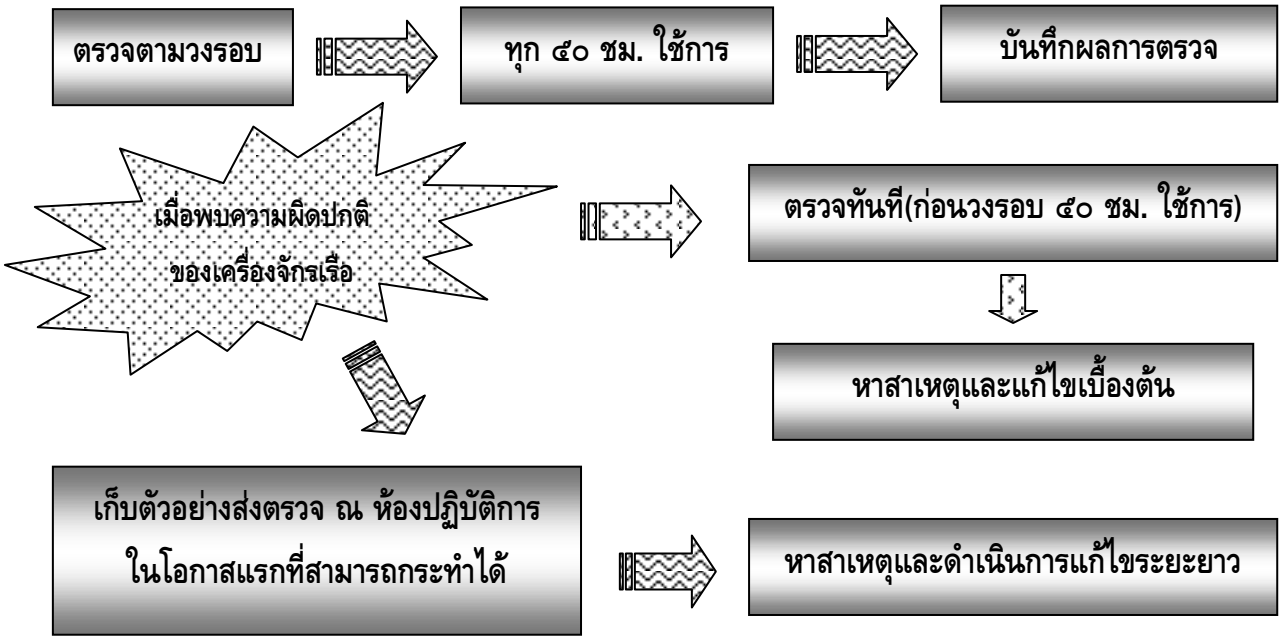
ภาพที่ ๘ ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ

ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ เป็นชุดตรวจที่ วศ.ทร. จัดทำขึ้นใช้ภายในกองทัพเรือ เพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณในการจัดหาจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูงกว่าหลายเท่าตัว สำหรับข้อดีและข้อด้อยของชุดตรวจ โดยสรุปดังนี้

- มีวิธีการวิเคราะห์ที่ง่าย ไม่ซับซ้อน ให้ผลการวิเคราะห์อย่างรวดเร็ว
- เจ้าหน้าที่ของหน่วยเรือที่ได้รับการอบรมแล้ว สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์ได้เอง
- ผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็นเพียงผลเบื้องต้น สำหรับนำไปแก้ปัญหาและหาสาเหตุการขัดข้องของเครื่องจักรเรือในเบื้องต้น
- หากต้องการผลการวิเคราะห์ยืนยันโดยละเอียดและแม่นยำ ควรได้ส่งตัวอย่างตรวจ ณ ห้องปฏิบัติการ

๑. วงรอบการตรวจวิเคราะห์โดยใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ

เจ้าหน้าที่ที่มีหน้าที่ดูแลเครื่องจักรเรือ ควรดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ตรวจตามวงรอบทุก ๕๐ ชม.ใช้การ หรืออาจก่อนครบชั่วโมงที่กำหนด เมื่อสงสัยว่าเกิดปัญหากับเครื่องจักร



แผนภาพ/แผนภูมิที่ ๒ วงรอบการตรวจวิเคราะห์โดยใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ

๒. การเก็บตัวอย่าง

หน่วยเรือ ควรได้กำหนดการเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ให้ครอบคลุมทุกเครื่องจักรหลักของเรือ ได้แก่ เครื่องจักรใหญ่ เครื่องไฟฟ้า และกำหนดจุดเก็บตัวอย่างที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของน้ำมันหล่อลื่นใช้การ

๓. การบันทึกข้อมูลการตรวจวิเคราะห์

หลังจากได้ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่จะตรวจวิเคราะห์แล้วให้ดำเนินการ ดังนี้

๓.๑ ทำฉลากติดข้างขวด ระบุ ตราอักษร และชนิดน้ำมันหล่อลื่น จุดเก็บตัวอย่าง ชนิดเครื่องยนต์ ชม.ใช้การ ยศ ชื่อ สกุล ผู้เก็บตัวอย่าง วัน เดือน ปี

๓.๒ นำตัวอย่างไปตรวจวิเคราะห์ โดยเจ้าหน้าที่ที่ได้รับการอบรมการใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ

๓.๓ บันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์ ให้ผู้ตรวจวิเคราะห์ หรือเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบ บันทึกข้อมูลตัวอย่างในสมุดบันทึกที่จัดทำไว้สำหรับการตรวจวิเคราะห์ของเรือ แล้วจึงทำการวิเคราะห์ สำหรับรายละเอียดตัวอย่างการกรอกข้อมูลรายละเอียดน้ำมันตัวอย่าง และตารางการบันทึกข้อมูลของหน่วยเรือ อยู่ในผนวก ค ของ อทร. เล่มนี้

๔. การตรวจวิเคราะห์โดยใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ

๔.๑ รายการอุปกรณ์ประจำชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ

ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นเป็นกล่องโลหะแบบกระเป๋าหิ้ว มีรายการอุปกรณ์ภายในชุดตรวจ ๑๓ รายการ ดังนี้

๔.๑.๑ กล่องใส่อุปกรณ์ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ จำนวน ๑ ใบ

๔.๑.๒ สมุดคู่มือประจำชุดตรวจ จำนวน ๑ เล่ม

๔.๑.๓ ถ้วยเปรียบเทียบความหนืด จำนวน ๑ ชุด

๔.๑.๔ เทอร์โมมิเตอร์พร้อมกล่อง พิกัด ๓๐๐ องศาเซลเซียส จำนวน ๑ อัน

๔.๑.๕ บีกเกอร์ขนาด ๒๕๐ ลบ.ซม. จำนวน ๑ ใบ

๔.๑.๖ บีกเกอร์ขนาด ๘๐ ลบ.ซม. จำนวน ๑ ใบ

๔.๑.๗ หลอดทดลอง จำนวน ๔ หลอด

๔.๑.๘ แท่งแก้วคน จำนวน ๑ อัน

๔.๑.๙ กระดาษกรองเบอร์ ๔ จำนวน ๑ กล่อง

๔.๑.๑๐ น้ำมันมาตรฐานขนาด ๕๐๐ ลบ.ซม. จำนวน ๑ ขวด

๔.๑.๑๑ น้ำยาตรวจหาความเป็นกรด (Brom Thymal Blue) ขนาด ๕๐๐ ลบ.ซม. จำนวน ๑ ขวด

๔.๑.๑๒ เตาให้ความร้อน จำนวน ๑ อัน

๔.๑.๑๓ นาฬิกาจับเวลา (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติจัดหาเอง)

๔.๒ ขีดความสามารถในการตรวจวิเคราะห์

ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ มีขีดความสามารถในการตรวจวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นใช้การเบื้องต้นได้ ๔ รายการวิเคราะห์ ดังนี้

๔.๒.๑ ความหนืด ได้แก่

๔.๒.๑.๑ การเจือปนของน้ำมันเชื้อเพลิง (ความหนืดลดลง)

๔.๒.๑.๒ ความหนืด (ที่เพิ่มขึ้น)

๔.๒.๒ ปริมาณน้ำ

๔.๒.๓ ความสกปรก

๔.๒.๔ ความเป็นกรด

การวิเคราะห์ผลจากการตรวจโดยใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ ได้แก่

- การเจือปนของน้ำมันเชื้อเพลิง
- ความหนืด
- ปริมาณน้ำ
- ความสกปรก
- ความเป็นกรด

หากมีผลในรายการใด ไม่ผ่าน จะต้องหยุดการเดินเครื่องจักรเรือนั้นๆ รีบหาสาเหตุความผิดปกติ ดำเนินการ แก้ไข และหากสามารถกระทำได้ควรเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่สงสัยส่งตรวจยืนยันผลโดยละเอียด ณ ห้องปฏิบัติการ เพื่อหาสาเหตุความผิดปกติ ดำเนินการแก้ไขต่อไป แล้วเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใหม่หลังจากแก้ไขปัญหาแล้ว

การตรวจการเจือปนของน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Dilution)

๑. การตรวจค่าความหนืด

ในน้ำมันหล่อลื่นใช้การ จะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ไปได้ ๒ ทาง คือ มีความหนืดลดลงและมีความหนืดสูงขึ้น ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่น จะสามารถตรวจแนวโน้มของความหนืดนี้ได้ทั้ง ๒ ทาง ได้แก่ การตรวจการเจือปนของน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Dilution) เป็นวิธีการหาค่าความหนืดที่ลดลง (น้ำมันใส) และการตรวจค่าความหนืดที่สูงขึ้น (น้ำมันข้นขึ้น)

ปัจจัยที่ทำให้น้ำมันมีความหนืดลดลง ได้แก่

- มีการเจือปนของน้ำมันที่ใสกว่า เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง หรือ นำน้ำมันหล่อลื่นชนิดอื่นที่ใสกว่าเข้าผสมในน้ำมันหล่อลื่น

- เกิดการเสื่อมสลายของสารเคมีเพิ่มดัชนีความหนืด (ในน้ำมันพวกมัลติเกรดและน้ำมันเกียร์อัตโนมัติบางตัว)

ปัจจัยที่ทำให้น้ำมันข้นขึ้น ได้แก่

- ตัวเนื้อน้ำมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศเสื่อมสภาพไปมาก สาเหตุนี้จะทำให้ค่าความเป็นกรดของน้ำมันสูงขึ้นด้วย

- มีสิ่งสกปรก เช่น ฝุ่นละออง หรือเขม่าจากการเผาไหม้น้ำมันเครื่องยนต์ และเศษโลหะจากการสึกหรอหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ สาเหตุนี้จะทำให้ค่าตะกอนน้ำมันสูงขึ้นด้วย

- น้ำมันถูกใช้งานที่อุณหภูมิสูงมากตลอดเวลา ทำให้น้ำมันส่วนที่เบาระเหยไปบางส่วน

- มีน้ำเข้ามาปะปนในปริมาณที่มากพอ และเกิดการผสมเข้าเป็นลักษณะเหมือนน้ำนม

๑.๑ หลักการวัดค่าความหนืดโดยใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือแบบถ้วย

ความหนืดของของเหลว คือ แรงต้านทานภายในของเหลวที่มีต่อการไหล น้ำมันแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติของความหนืดที่แตกต่างกัน ถ้านำน้ำมันเหล่านี้ใส่ลงในภาชนะซึ่งมีรูขนาดมาตรฐาน แล้วปล่อยให้น้ำมันไหลออก น้ำมันที่มีความหนืดมากจะไหลออกได้ช้า ใช้เวลาในการไหลนาน น้ำมันที่มีความหนืดต่ำจะไหลออกเร็ว ใช้เวลาการไหลน้อย เมื่อเปรียบเทียบเวลาในการไหลจนหมดถ้วยกับน้ำมันที่มีความหนืดน้อย หรือน้ำมันมาตรฐานจะได้ผลการทดสอบว่าน้ำมันหล่อลื่นใช้การนั้นยังคงใช้ราชการได้หรือไม่

นอกจากนี้แล้ว ความหนืดยังมีค่าแปรตามอุณหภูมิด้วย ดังนั้น ตัวอย่างน้ำมันที่จะทดสอบจะต้องตั้งทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิเท่ากับน้ำมันมาตรฐานก่อน เพื่อให้ได้การเปรียบเทียบค่าความหนืดที่ใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด

ใช้การเปรียบเทียบความหนืดของ น้ำมันหล่อลื่นใช้การ กับ น้ำมันหล่อลื่นมาตรฐาน ซึ่งเตรียมได้จาก น้ำมันหล่อลื่นใหม่ ตราอักษรที่ใช้ นำมาเติมน้ำมันดีเซล 5% วิธีการตรวจสอบการเจือปนฯ ทำโดยเปรียบเทียบการไหล ระหว่างน้ำมันหล่อลื่นมาตรฐานกับน้ำมันหล่อลื่นใช้การ ถ้าน้ำมันหล่อลื่นใช้การรั่วหมดก่อน น้ำมันหล่อลื่น มาตรฐานแสดงว่า ควรเปลี่ยนถ่าย น้ำมันหล่อลื่นใหม่

๑.๑.๑ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

๑.๑.๑.๑ กล่องชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่น

๑.๑.๑.๒ ถ้วยเปรียบเทียบความหนืด

๑.๑.๑.๓ เทอร์โมมิเตอร์

๑.๑.๑.๔ บีกเกอร์ ขนาด ๒๕๐ ลบ.ซม.

๑.๑.๑.๕ น้ำมันมาตรฐาน

๑.๑.๑.๖ นาฬิกาจับเวลา

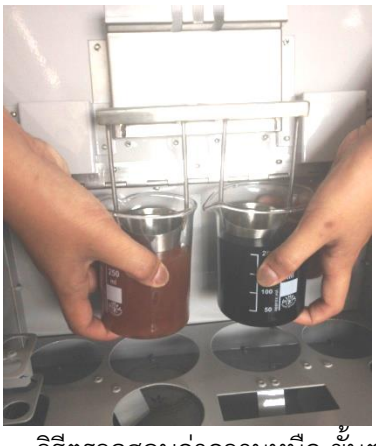
ภาพที่ ๙ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบค่าความหนืด

๑.๑.๒ วิธีตรวจสอบ

๑.๑.๒.๑ เทน้ำมันที่ต้องการตรวจลงในบีกเกอร์ใบหนึ่ง และน้ำมันมาตรฐานลงในบีกเกอร์อีกใบหนึ่ง โดยอุณหภูมิของน้ำมันในบีกเกอร์ทั้งสองจะต้องเท่ากัน แล้วจัดอุปกรณ์ตามรูป

ภาพที่ ๑๐ วิธีตรวจสอบค่าความหนืด ขั้นตอนที่ ๑

๑.๑.๒.๒ ยกบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำมันทั้งสองขึ้นหาถ้วยเปรียบเทียบความหนืด ให้ระดับของน้ำมันในบีกเกอร์ทั้งสองท่วมปากถ้วยเปรียบเทียบความหนืดแต่ละข้าง



ภาพที่ ๑๑ วิธีตรวจสอบค่าความหนืด ขั้นตอนที่ ๒

๑.๑.๒.๓ ค่อยๆลดระดับของบีกเกอร์ทั้งสองลงพร้อมกันโดยพยายามรักษาระดับของน้ำมันในขณะลดบีกเกอร์ลงให้อยู่ในระดับเดียวกันเสมอ แล้วปล่อยให้น้ำมันรั่วออกมาจากถ้วยจนหมด ถ้าน้ำมันที่นำมาตรวจรั่วออกหมดก่อนน้ำมันมาตรฐานควรเปลี่ยนน้ำมัน

ภาพที่ ๑๒ วิธีตรวจสอบค่าความหนืด ขั้นตอนที่ ๓

๑.๑.๒.๔ เทน้ำมันมาตรฐานลงในบีกเกอร์กลับคืนขวด แล้วใส่น้ำมันหล่อลื่นใหม่ที่ยังไม่ได้ใช้แทน ส่วนน้ำมันที่ต้องการตรวจให้คงไว้อย่างเดิม

ภาพที่ ๑๓ วิธีตรวจสอบค่าความหนืด ขั้นตอนที่ ๔

๑.๑.๒.๕ ทำการเปรียบเทียบความหนืดของน้ำมันทั้งสองซ้ำ ตามวิธีในข้อ ๑.๑.๒.๒ และข้อ ๑.๑.๒.๓ โดยใช้นาฬิกาจับเวลาในการรั่วหมดถ้วยทั้งสอง ถ้าน้ำมันที่ต้องการตรวจกินเวลาในการตรวจหมดถ้วยเกินกว่า ๕๐% ของน้ำมันหล่อลื่นใหม่ ควรเปลี่ยนน้ำมัน

ภาพที่ ๑๔ วิธีตรวจสอบค่าความหนืด ขั้นตอนที่ ๕

ข้อควรจำในการตรวจการเจือปนของน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Dilution) คือ น้ำมันหล่อลื่นมาตรฐานเตรียมได้จากน้ำมันหล่อลื่นใหม่ ตราอักษรที่ใช้ นำมาเติมน้ำมันดีเซล ๕% คำนวณ ดังนี้

น้ำมันหล่อลื่นมาตรฐาน ๑๐๐ ลบ.ซม. = น้ำมันหล่อลื่นใหม่ ๙๕ ลบ.ซม. + น้ำมันดีเซล ๕ ลบ.ซม. ดังนั้น ถ้าต้องการเตรียมน้ำมันหล่อลื่นมาตรฐาน ๑,๐๐๐ ลบ.ซม. เตรียมโดยนำน้ำมันหล่อลื่นใหม่ ๙๕๐ ลบ.ซม. ผสมกับน้ำมันดีเซล ๕๐ ลบ.ซม. แล้วเก็บไว้ในขวดแก้วที่แห้งและสะอาด มีฝาปิดสนิท สำหรับเก็บไว้ใช้ในการตรวจได้อายุการเก็บรักษาประมาณ ๑ ปี

หากทางเรือไม่สะดวกในการเตรียมเนื่องจากขาดเครื่องมือในการวัดปริมาตรที่แม่นยำ อาจนำน้ำมันหล่อลื่นใหม่ที่เรือใช้ไปขอรับการสนับสนุนการเตรียมได้จากห้องปฏิบัติการ วศ.ทร. (พื้นที่ กทม.) และ กชพ.พธ.ทร.(พื้นที่สัตหีบ)

น้ำมันหล่อลื่นใช้การที่ไม่ผ่านการตรวจค่า การเจือปนของน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Dilution) หมายถึง น้ำมันหล่อลื่นใช้การนั้นมีความหนืดต่ำ (น้ำมันใสลง) จนน้อยกว่า น้ำมันหล่อลื่นมาตรฐานแล้ว มีผลต่อการทำงานของเครื่องจักรเรือ ควรได้ทำการเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใหม่

๑.๑.๓ การตรวจความหนืด (ที่เพิ่มขึ้น)

- เปรียบเทียบความหนืดระหว่าง น้ำมันหล่อลื่นใหม่ กับน้ำมันหล่อลื่นใช้การ โดยการจับเวลาในการไหล
- ถ้าเวลาในการไหลของน้ำมันหล่อลื่นใช้การ มีค่ามากกว่าน้ำมันหล่อลื่นใหม่ เกิน ๕๐% ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นใหม่

ข้อควรจำในการตรวจความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นใช้การ (กรณีความหนืดสูงขึ้น) คือ น้ำมันหล่อลื่นใหม่ ตราอักษร และเกรด เดียวกันกับน้ำมันหล่อลื่นใช้การเตรียมที่ยังไม่เคยผ่านการใช้งานได้จากเทคนิคการดูการไหลของน้ำมันหล่อลื่นจนหมดถ้วย ให้ดูจนน้ำมันหล่อลื่นไหลเป็นสายหมด ถ้าไหลขาดสายแล้วไม่นับเวลา เทคนิคการคำนวณเวลาไหลง่าย ๆ ดังนี้

เวลาในการไหลของน้ำมันหล่อลื่นใหม่(วินาที) x ๑.๕ = X วินาที
เวลาการไหลของน้ำมันหล่อลื่นใช้การ(วินาที) = Y วินาที

ถ้า Y > X ไม่ผ่าน ต้องเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใหม่

Y < X ผ่าน ไม่ต้อง เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใหม่

<u>ตัวอย่างที่ ๑</u> เช่น

ผลการจับเวลาเป็น ดังนี้

น้ำมันหล่อลื่นใหม่ จับเวลาการไหลจนหมดถ้วยได้ ๖๐ วินาที

X = ๖๐ x ๑.๕ = ๙๐ วินาที

น้ำมันหล่อลื่นใช้การ จับเวลาการไหลจนหมดถ้วยได้ ๘๕ วินาที = Y

ดังนั้น Y = ๘๕ วินาที มีค่าน้อยกว่า X = ๙๐ วินาที

สรุปผล Y < X ผ่าน ไม่ต้องเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใหม่

<u>โจทย์ทดสอบความเข้าใจ</u>

จากผลการจับเวลาในการตรวจวัดค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่น ให้ผลการทดสอบ ดังนี้ จงคำนวณและตอบว่าน้ำมันหล่อลื่นใช้การผ่านการทดสอบหรือไม่

๑. น้ำมันหล่อลื่นเครื่องจักรใหญ่ ๑ มีผลการจับเวลาเป็น ดังนี้

น้ำมันหล่อลื่นใหม่ จับเวลาการไหลจนหมดถ้วยได้ ๔๕ วินาที

น้ำมันหล่อลื่นใช้การ จับเวลาการไหลจนหมดถ้วยได้ ๗๐ วินาที

๒. ผลการจับเวลาเป็น ดังนี้

น้ำมันหล่อลื่นใหม่ จับเวลาการไหลจนหมดถ้วยได้ ๔๖ วินาที

น้ำมันหล่อลื่นใช้การ จับเวลาการไหลจนหมดถ้วยได้ ๖๕ วินาที

<u>เฉลย</u>

ข้อ ๑. X = ๔๕ x ๑.๕ = ๖๗.๕ Y = ๗๐ ดังนั้น Y > X ผลคือ ไม่ผ่าน

ข้อ ๒. X = ๔๖ x ๑.๕ = ๖๙ Y = ๖๕ ดังนั้น Y< X ผลคือ ผ่าน

๑.๒ หลักการวัดค่าความหนืดโดยใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือแบบลูกเหล็ก

๑.๒.๑ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

๑.๒.๑.๑ เครื่องวัดความหนืดน้ำมันหล่อลื่น ประกอบด้วย

- Column พร้อมฝา EM (Electromagnetic)
- กล่องควบคุม
- Adaptor

๑.๒.๑.๒ เครื่องคำนวณโปรแกรมได้

๑.๒.๒ เตรียมการทดลอง

๑.๒.๒.๑ เตรียมน้ำมันหล่อใหม่ที่เรือใช้ และน้ำมันหล่อใช้การ ตัวอย่างละ ๕๐ cc. ใส่ใน Beaker แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ ๒๐ – ๓๐ นาทีให้น้ำมัน มีอุณหภูมิ เท่ากัน

๑.๒.๒.๒ วางชุดอุปกรณ์วัดความหนืดฯ บนพื้นระนาบ ใกล้กับแหล่งไฟฟ้า ๒๒๐ V ในบริเวณที่คาดว่าอุณหภูมิรอบ ๆ ไม่เปลี่ยนแปลงเร็ว

๑.๒.๒.๓ นำน้ำมันหล่อใหม่เทใส่ใน Column จนถึงระดับขีดบน Column ที่กำหนด แล้วใส่ลูกเหล็ก และปิดฝา EM พร้อมกับเอียงไล่อากาศออกทางรูเล็กๆข้างฝา EM

ภาพที่ ๑๕ วิธีตรวจสอบค่าความหนืด ขั้นตอนที่ ๖

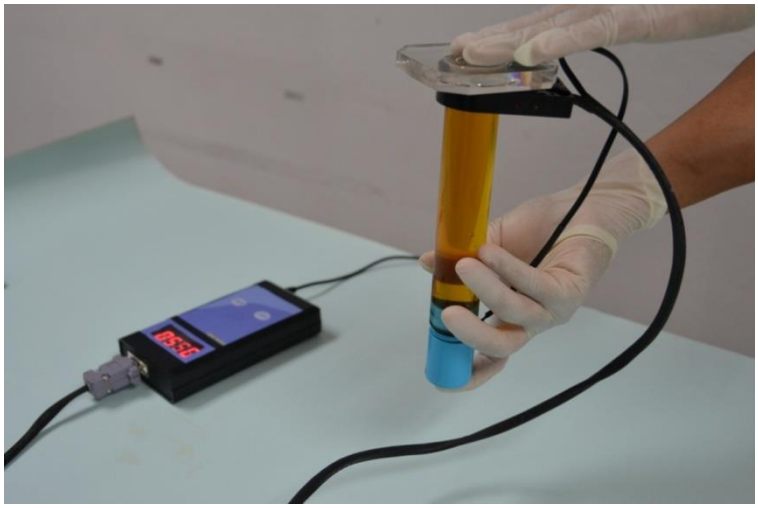
๑.๒.๒.๔ ต่อสาย Adaptor และ Inductive sensor เข้ากับกล่องควบคุม เสียบปลั๊ก Adaptor กับไฟฟ้า ๒๒๐ V กดปุ่ม Reset ที่กล่องควบคุม ตัวเลขนับเวลาจะ แสดงเลข “๐.๐๐”

๑.๒.๒.๕ เปิดเครื่องคำนวณที่ “ON” กดปุ่ม “Prog” และ กดเลข “๔”

๑.๒.๒.๖ เตรียมแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลทดลองตามตัวอย่างท้ายคู่มือ

๑.๒.๓ ขั้นตอนการทดลอง

๑.๒.๓.๑ เอียงกลับหัว Column ให้ลูกเหล็กเคลื่อนที่ลงไปติดที่หัวแม่เหล็กใต้ฝา EM (ขณะเอียงให้กดฝาให้แน่น ป้องกันไม่ให้ น้ำมันหล่อรั่ว)



ภาพที่ ๑๖ การเอียงกลับหัว Column

เมื่อลูกเหล็กติดกับหัวแม่เหล็กแล้วให้กลับหัว Column ตั้งขึ้น แล้ววางที่เดิม (วางลงเบา ๆ ป้องกันแรงกระแทกทำให้ลูกเหล็กหล่นลงมา) ปล่อยให้น้ำมันฯ ใน Column และที่ฝา EM ไหลลงจนนิ่ง ไม่มีฟองอากาศ ระดับน้ำมันหล่อต้องท่วมลูกเหล็กและ ขยับ Inductive sensor ให้ติดกับแท่น Column เสมอ (อาจมีการเคลื่อนขึ้นขณะเอียง Column)

๑.๒.๓.๒ กดปุ่ม Start ที่กล่องควบคุม (ลูกเหล็กจะถูกปล่อยลงมา เป็นเวลาที่กล่องควบคุมจะนับเวลาทันที) เมื่อลูกเหล็กตกถึงพื้น Column โดยผ่าน Inductive sensor เครื่องนับเวลาจะหยุดนับโดยอัตโนมัติให้บันทึกค่าเวลา (Time) หน่วย วินาที เช่น ๐.๔๔ sec ในแบบฟอร์ม

ภาพที่ ๑๗ กดปุ่ม Start ที่กล่องควบคุม

๑.๒.๓.๓ ทำการทดลองครั้งที่ ๒ กดปุ่ม Reset ที่กล่องควบคุม ตัวเลขจะแสดงเลข “0.00” แล้วทำการทดลองซ้ำ ตามข้อ ๑.๒.๓.๑ และ ๑.๒.๓.๒ แล้วบันทึกค่าเวลาเป็น ครั้งที่ ๒

๑.๒.๓.๔ ทำการทดลองครั้งที่ ๓ กดปุ่ม Reset ที่กล่องควบคุม แล้วทำการทดลองซ้ำตามข้อ ๑.๒.๓.๑ และ ๑.๒.๓.๒ แล้วบันทึกค่าเวลาเป็นครั้งที่ ๓

ควรใช้เวลาปฏิบัติการทดลองให้น้อยที่สุด ป้องกันผลกระทบจากอุณหภูมิภายนอก

๑.๒.๓.๕ เทน้ำมันที่ทดลองแล้วใส่กลับที่เดิมให้หมดโดยไม่ให้เหลือเกาะอยู่ภายในและใช้กระดาษทิชชูเช็ดภายใน Column และที่ฝาจุก (ก่อนเทน้ำมันหล่อ ให้คว่ำ Column ให้ลูกเหล็กไหลลงมาติดแม่เหล็กก่อน เพื่อเก็บลูกเหล็กมาเช็ด)

๑.๒.๓.๖ นำน้ำมันหล่อลื่นใช้การตัวอย่างที่ ๑ เทใส่ใน Column จนถึงระดับขีดบน Column ที่กำหนด ใส่ลูกเหล็ก และปิดฝา EM พอแน่น แล้วไล่อากาศโดยปฏิบัติเหมือนข้อ ๑

๑.๒.๓.๗ กดปุ่ม Reset ที่กล่องควบคุม แล้วทำการทดลองซ้ำตามลำดับจากข้อ ๒ - ๔ ให้ทำการทดลองหาเวลาตกของลูกเหล็ก ๓ ครั้ง และให้บันทึกค่าเวลา (Time) แต่ละครั้ง ในแบบฟอร์ม

๑.๒.๓.๘ ถ้ามีน้ำมันหล่อลื่นใช้การตัวอย่างที่ ๒ ชนิดเดียวกับน้ำมันหล่อใหม่ดำเนินการซ้ำตามวิธีข้างต้น

๑.๒.๔ ขั้นตอนการคำนวณ โดยใช้เครื่องคำนวณแบบโปรแกรมได้ PC (Programmable calculator)

ตารางที่ ๘ ขั้นตอนการคำนวณโดยใช้ เครื่องคำนวณแบบโปรแกรมได้

ขั้นตอนอธิบาย	กด
๑. เปิดเครื่อง	ON
๒. เลือกโปรแกรม	prog,๔
๓. D? ใส่ความหนืดน้ำมันหล่อใหม่ที่ ๑๐๐ C	แป้นตัวเลข

ให้บันทึกค่ามาตรฐานความหนืดน้ำมันหล่อใหม่ที่ ๑๐๐ C ลงในแบบฟอร์ม (หากไม่ทราบใช้ค่าในหน้า ๓๙) แล้ว ดำเนินการต่อไป	EXE
๔. A? ใส่เวลาครั้งที่ ๑ น้ำมันหล่อใหม่ (มีจุดทศนิยม)	แป้นตัวเลข, EXE
๕. B? ใส่เวลาครั้งที่ ๒	แป้นตัวเลข, EXE
๖. C? ใส่เวลาครั้งที่ ๓ จะปรากฏค่าเฉลี่ยเวลาน้ำมันหล่อใหม่เป็น ANS.....ให้บันทึกค่าเฉลี่ยลงในแบบฟอร์ม	แป้นตัวเลข, EXE
๗. ให้ดำเนินการต่อไป	EXE
๘. C? ใส่เวลาครั้งที่ ๑ น้ำมันหล่อการ (ต.ย.ที่ ๑)	แป้นตัวเลข, EXE
๙. B? ใส่เวลาครั้งที่ ๒	แป้นตัวเลข, EXE
๑๐. A? ใส่เวลาครั้งที่ ๓ จะปรากฏค่าเฉลี่ยเวลาน้ำมันหล่อใช้การ (ต.ย.ที่ ๑) Ans.....ให้บันทึกค่าเฉลี่ยลงในแบบฟอร์ม	แป้นตัวเลข, EXE
๑๑. ให้ดำเนินการต่อไป จะปรากฏค่าความหนืดน้ำมันหล่อใช้การที่ ๑๐๐ C (ต.ย.ที่ ๑)	EXE
๑๒. ให้ดำเนินการต่อไป จะปรากฏเปอร์เซ็นต์แตกต่างความหนืด (ต.ย.ที่ ๑) Ans.....ให้บันทึกลงในแบบฟอร์ม ถ้ามี ต.ย.ที่ ๒, ๓ ที่เป็นน้ำมันหล่อชนิดเกรดเดียวกัน ให้คำนวณต่อเริ่มที่ขั้นตอนที่ ๗	EXE

๑.๒.๕ ขั้นตอนการคำนวณหากไม่มีเครื่องคำนวณแบบโปรแกรมได้

จากข้อมูลเวลาที่บันทึกลงในแบบฟอร์ม ให้คำนวณค่าเฉลี่ยของเวลาของน้ำมันหล่อทั้งหมดแล้วเติมตามช่องของแบบฟอร์ม จากนั้นใช้สูตรการหาค่าความหนืดน้ำมันหล่อลื่นใช้การที่อุณหภูมิ ๑๐๐ °C ตามสมการต่อไปนี้

$$\text{ความหนืดน้ำมันหล่อลื่นใช้การที่อุณหภูมิ 100 °C} = \text{ค่าความหนืดมาตรฐานที่อุณหภูมิ 100 °C} \times \left(\frac{\text{เวลาตกใน น้ำมันหล่อใช้การ}}{\text{เวลาตกใน น้ำมันหล่อใหม่}}\right)$$

และหาค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของความหนืดน้ำมันหล่อใช้การเทียบกับน้ำมันหล่อใหม่ (ถ้าต้องการทราบ) โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\text{ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างความหนืด ที่อุณหภูมิ 100 °C} = 100 \times \left(\frac{\text{ค่าความหนืด น้ำมันหล่อใหม่} - \text{ค่าความหนืด น้ำมันหล่อใช้การ}}{\text{ค่าความหนืดน้ำมันหล่อใหม่}}\right)$$

เมื่อคำนวณได้คำตอบแล้วบันทึกลงในแบบฟอร์ม เป็นอันเสร็จสิ้นการทดลองหาค่าความหนืดน้ำมันหล่อลื่นใช้การ

ตารางที่ ๙ ค่ามาตรฐานความหนืดตามชนิดของเกรดน้ำมันหล่อใหม่ที่อุณหภูมิ 100 °c
(ที่มา http://www.bobistheoilguy.com/viscosity-charts/)

SAE #	cSt @ 100 °c
20	7.45±1.85
30	10.90±1.6
40	14.40±1.9
50	19.10±2.8

ตารางที่ ๑๐ ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกผลการทดลองหาค่าความหนืด

หน่วย/ชื่อเรือ:				**ชนิดเครื่องจักร:**			
วดป.				**ตราอักษร เกรด น้ำมันหล่อ:**			
จำนวนตัวอย่าง:				**ผู้ตรวจ:**			
ตัวอย่าง	เวลาครั้งที่			เฉลี่ย	**ความหนืดน้ำมันหล่อ ที่อุณหภูมิ[1]**		**%Δ[2]**
	1	2	3		100°C	**40**°C	-
น้ำมันหล่อใหม่							-
น้ำมันหล่อใช้การต.ย. 1							
....							

หมายเหตุ ๑. - ความหนืด น้ำมันหล่อ ที่อุณหภูมิ100 °C ของน้ำมันหล่อใหม่ได้จากค่ามาตรฐานฯ ตามตารางในคู่มือนี้ หรือจากบริษัทผู้ผลิต น้ำมันหล่อ

- ค่าที่**40**°C ถ้าทราบ คำนวณได้เหมือนค่าที่100°C

๒. %Δ= ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างน้ำมันหล่อใช้การ ที่อุณหภูมิ 100 °C

๒. การตรวจสอบปริมาณน้ำ(Water Content)

ระบบหล่อลื่นเครื่องจักรเรือ ย่อมมีน้ำปะปนอยู่บ้าง เช่น น้ำทะเล หรือ น้ำจืดจาก Oil cooler หรือ Cylinder cooling jacket และจากการกลั่นตัวของไอน้ำ ปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นใช้การวัดออกมาในหน่วยร้อยละ โดยปริมาตร ปริมาณน้ำที่ยอมให้ในน้ำมันหล่อลื่นขึ้นกับชนิดของงานที่หล่อลื่น

- ระบบไฮดรอลิค ไม่ควรเกิน ๐.๑%
- เครื่องอัดลมไม่ควรเกิน ๐.๕%
- เกียร์และเครื่องยนต์ดีเซลรอบช้า ไม่ควรเกิน ๑.๐%
- น้ำมันหม้อแปลง ไม่ควรเกิน ๐.๐๐๕%

การที่มีน้ำในน้ำมันหล่อลื่นมากเกินไป น้ำจะเข้าผสมรวมกับน้ำมัน (Emulsion) และเกิดฟองอากาศและโฟม ทำให้น้ำมันหล่อลื่นเสื่อมสภาพ ทำลายสารป้องกันการสึกหรอ ทำให้เกิดกรดซัลฟิวริก และไฮโดรเจนซัลไฟด์ เกิดเชื้อรา และแบคทีเรีย ค่าความหนืดเปลี่ยน การวิเคราะห์ปริมาณน้ำในห้องปฏิบัติการจะใช้วิธีวิเคราะห์ตาม ASTM D 95 ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ ๔ การตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ สำหรับการตรวจวิเคราะห์โดยใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ ที่ วศ.ทร. จัดทำขึ้นนั้นเป็นการตรวจตามวิธีของ MTU

๒.๑ หลักการตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นโดยการดูไอน้ำ

เมื่อนำน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ซึ่งอาจมีปริมาณน้ำปะปนอยู่ในปริมาณที่แตกต่างกัน เมื่อนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงเกิน ๑๐๐ องศาเซลเซียส น้ำที่อยู่ในตัวอย่างจะระเหยออกมา เมื่อกระทบกับความเย็นของหลอดแก้ว จะรวมตัวกันเป็นหยดน้ำเกาะอยู่ข้างหลอดแก้ว ปริมาณหยดน้ำที่เกาะอยู่ข้างหลอดแก้วจะมากน้อยเพียงใด ขึ้นกับปริมาณน้ำที่อยู่ในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นใช้การ

๒.๑.๑ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

๒.๑.๑.๑ บีกเกอร์แก้วขนาด ๑๐๐ ลบ.ซม. ใส่น้ำมันหล่อลื่นใหม่

๒.๑.๑.๒ หลอดทดสอบขนาดใหญ่

๒.๑.๑.๓ เทอร์โมมิเตอร์

๒.๑.๑.๔ แผ่นให้ความร้อน

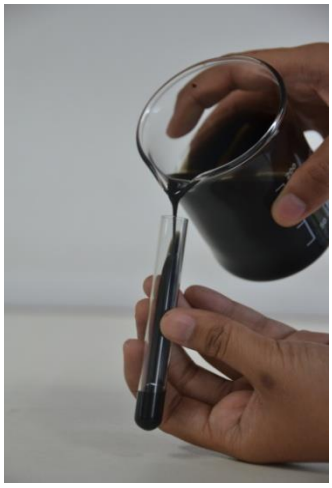
ภาพที่ ๑๘ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่น

๒.๑.๒ วิธีตรวจสอบ

๒.๑.๒.๑ อุ่นน้ำมันหล่อลื่นใหม่บนแผ่นให้ความร้อน จนมีอุณหภูมิ ๒๐๐ องศาเซลเซียส แล้วยกลง

ภาพที่ ๑๙ วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๑

๒.๑.๒.๒ เทน้ำมันที่ต้องการตรวจลงในหลอดทดสอบสูงประมาณ ๔ เซนติเมตร



ภาพที่ ๒๐ วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๒

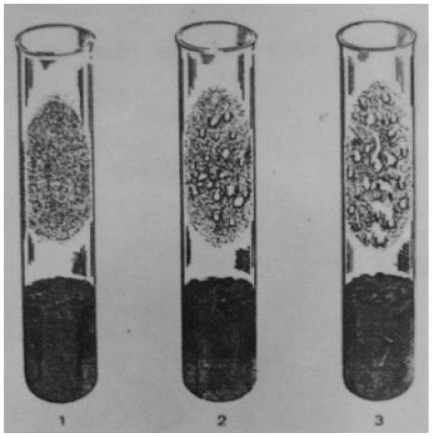
๒.๑.๒.๓ จุ่มหลอดทดสอบจากข้อ ๒ ลงในบีกเกอร์ที่ร้อน ๒๐๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๒ นาที แล้วยกขึ้น ขั้นตอนนี้ ให้ระวังอย่าให้ปากหลอดทดลองหันเข้าสู่ผู้ทดสอบ เนื่องจากถ้ามีน้ำปนอยู่ในน้ำมันหล่อลื่นมาก อาจเกิดการกระเด็น หรือพุ่งออกมาของไอน้ำเนื่องจากได้รับความร้อน

ภาพที่ ๒๑ วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๓

๒.๑.๒.๔ เปรียบเทียบปริมาณไอน้ำที่เกาะผนังด้านในของหลอดทดสอบกับภาพข้างบน

- ถ้าปริมาณไอน้ำที่เกาะด้านในของหลอดทดสอบเกินกว่าหมายเลข ๒ ควรเปลี่ยนน้ำมัน

- ถ้าปริมาณไอน้ำที่เกาะด้านในของหลอดทดสอบเท่ากับ หมายเลข ๒ ต้องติดตามผลอีกครั้งหลังจากเครื่องยนต์เดินเครื่องต่อไปอีก ๕๐ ชั่วโมง ถ้าปริมาณไอน้ำยังเท่าเดิมหรือมากขึ้น ควรเปลี่ยนน้ำมัน



ภาพที่ ๒๒ ภาพแสดงปริมาณไอน้ำที่เกาะผนังด้านในของหลอดทดสอบ

๒.๑.๓ เทคนิคการดูไอน้ำที่ข้างหลอดทดลอง

- หมายเลข ๑ เป็นฝ้า ยังไม่เกิดเป็นหยดน้ำ (ตัวอย่างมีน้ำประมาณ ๐.๒% โดยปริมาตร) ผ่าน

- หมายเลข ๒ เป็นฝ้าและมีเป็นหยดน้ำเล็กๆ (ตัวอย่างมีน้ำประมาณ ๐.๕% โดยปริมาตร) ทดสอบซ้ำหลังเดินเครื่องต่อไปอีก ๕๐ ชม. ถ้าปริมาณไอน้ำยังเท่าเดิมหรือมากขึ้นควรเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใหม่

- หมายเลข ๓ หยดน้ำรวมตัวกันขนาดใหญ่และมีการไหลลงสู่ด้านล่างของหลอด (ตัวอย่างมีน้ำประมาณ ๑% โดยปริมาตร) ไม่ผ่าน ควรเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใหม่ทันที

๒.๒ หลักการตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นโดยการอ่านค่าความดันไอน้ำ

๒.๒.๑ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

๒.๒.๑.๑ อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำปนเปื้อนในน้ำมันหล่อลื่นในเรือ ประกอบด้วย ภาชนะกระบอก และฝาเกลียวที่มี Pressure Gauge พร้อมวาล์วใต้ Gauge และ Release value

๒.๒.๑.๒ สารเคมี Calcium hydride (CHW) ๑ ขวด

๒.๒.๑.๓ สารลดความหนืด White Spirit (WSP) ๑ ขวด

๒.๒.๑.๔ สารละลายชะล้าง Xylene (XL)

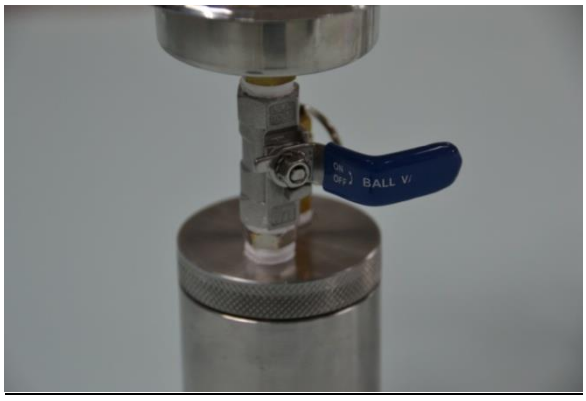
๒.๒.๑.๕ ช้อนตักสารเคมี

๒.๒.๑.๖ Syringe ๕๐ cc.(กระบอกฉีดยา) ๒ อัน

ภาพที่ ๒๓ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นโดยการอ่านค่าความดันไอน้ำ

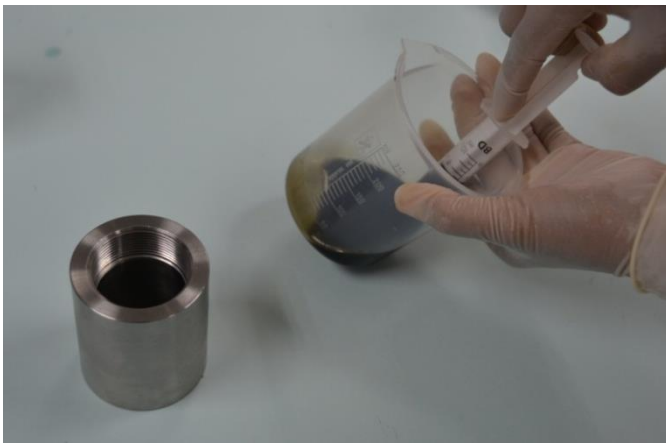
๒.๒.๒ ขั้นตอนการทดลอง

๒.๒.๒.๑ นำอุปกรณ์ฯ มา แล้วปิดวาล์วใต้ Pressure Gauge (PG) และเปิดฝาอุปกรณ์



ภาพที่ ๒๔ วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๑

๒.๒.๒.๒ ใช้ Syringe ดูดน้ำมันหล่อใช้การ ตัวอย่างที่ ๑ จำนวน ๑๐ cc. แล้วฉีดใส่ลงในภาชนะกระบอก



ภาพที่ ๒๕ วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๒

๒.๒.๒.๓ ใช้ Syringe อีกอันหนึ่ง ดูดสารละลาย White Spirit (WSP) จำนวน ๒๐ cc. แล้วฉีดใส่ลงในภาชนะกระบอก

ภาพที่ ๒๖ วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๓

๒.๒.๒.๔ ใช้ช้อนตักสารเคมี ตักสารเคมี Calcium hydride (CHW) จำนวน ๑ ช้อน (ประมาณ ๐.๕ g) แล้วปิดฝาขวดสารเคมีก่อน จากนั้นเทสารเคมีในช้อนลงในภาชนะกระบอกแล้วปิดด้วยฝาเกลียวทันที ปิดให้พอแน่น

ภาพที่ ๒๗ วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๔

๒.๒.๒.๕ แล้วใช้มือจับอุปกรณ์เขย่าทันที โดยการพลิกข้อมือไปมา ๙๐๐ ให้สารต่างๆ ในอุปกรณ์ผสมเข้ากันอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา ๒ นาที จากนั้น วางอุปกรณ์บนพื้นทิ้งไว้ ๑๓ นาที รวมใช้เวลา ๑๕ นาที

คำเตือน: ต้องจับเวลาให้เท่ากับที่กำหนดทุกขั้นตอนเพื่อความถูกต้อง หากเผลอหรือ ลืม ต้องเริ่มต้นทำใหม่)

ภาพที่ ๒๘ วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๕

๒.๒.๒.๖ เมื่อจับเวลาครบ ๑๕ นาที ให้เปิดวาล์วใต้ Pressure Gauge แล้วอ่านค่าความดันทันทีโดยไม่ต้องยกหรือเคลื่อนที่อุปกรณ์และบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มจากนั้นปิดวาล์วใต้ Pressure Gauge

ภาพที่ ๒๙ วิธีตรวจสอบปริมาณน้ำในน้ำมันหล่อลื่นขั้นตอนที่ ๖

คำเตือน : ในขั้นนี้ ห้ามจับอุปกรณ์คว่ำ เพราะของเหลวในอุปกรณ์จะไหลไปทำให้ Pressure Gauge เสีย จึงให้รีบปิดวาล์วใต้ Pressure Gauge ทันทีเมื่ออ่านเสร็จแล้ว ป้องกันการลืม

๒.๒.๒.๗ ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์หลังใช้งานทุกครั้งตรวจสอบว่าได้ปิดวาล์วใต้ Pressure Gauge แล้วเปิดฝาเกลียวแล้วเทของเหลวทิ้งลงในภาชนะที่เหมาะสมเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม แล้วใช้สารละลายชะล้าง Xylene (XL) ชำระล้างภายในอุปกรณ์ และที่ฝาเกลียว แล้วใช้กระดาษทิชชูเช็ดให้แห้งให้ทั่ว

๒.๒.๒.๘ น้ำมันหล่อใช้การ ตัวอย่างที่ ๒, ๓.. (ถ้ามี) ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองใหม่เริ่มตั้งแต่ข้อ ๒.๒.๒.๑ ถึง ๒.๒.๒.๗

๒.๒.๓ ขั้นตอนการแปรผล

นำค่าความดัน (psi) ที่อ่านได้แต่ละตัวอย่าง คูณด้วยค่าคงที่ ๐.๐๒ %/psi จะได้ค่า % ปริมาณน้ำปนเปื้อนในน้ำมันหล่อลื่นใช้การ แล้วบันทึกลงในแบบฟอร์ม ทั้งนี้ให้ดำเนินการตามแบบฟอร์มที่กำหนด

ตารางที่ ๑๑ ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกผลการทดลองหาน้ำในน้ำมันหล่อลื่น

หน่วย/ชื่อเรือ:		**ชนิดเครื่องจักร:**	
วตป.		**ตราอักษร** **เกรด น้ำมันหล่อ:**	
จำนวนตัวอย่าง:		**ผู้ตรวจ:**	
ตัวอย่างน้ำมันหล่อใช้การ	**ความดัน(psi)**	**เกณฑ์มาตรฐาน≤ 0.2 %**	
		%WC[1]= ความดัน(psi)x0.02	
1			
2			
3			
4			
..			

- %WC หมายถึง เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำปนเปื้อนในน้ำมันหล่อลื่น

๓. การตรวจสอบความสกปรก (Spot Test)

การตรวจสอบความสกปรกของน้ำมันหล่อลื่นใช้การ เป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญยิ่ง สิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำมันหล่อลื่นใช้การ ได้แก่ ฝุ่นละออง เขม่า ตะกอนและยางเหนียว มีผลต่อการทำงานของเครื่องจักร อาจทำให้เกิดการสึกหรอ ติดขัด เกิดความร้อนสูง และทำให้เครื่องจักรชำรุดได้ การตรวจสิ่งสกปรกที่เป็นของแข็งอาจตรวจโดยวิธี ASTM D-893 สำหรับชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นจะตรวจหาความสกปรกโดยวิธีง่ายๆ คือ Spot Test ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวก ง่าย หน่วยเรือสามารถตรวจได้เอง

๓.๑ หลักการตรวจสอบความสกปรกในน้ำมันหล่อลื่น

ตรวจโดยการดูการหยดน้ำมันหล่อลื่นใช้การบนกระดาษกรอง แล้วดูลักษณะการกระจายตัวของน้ำมันหล่อลื่น เปรียบเทียบกับภาพในชุดตรวจ

๓.๒ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

๓.๒.๑ แท่งแก้ว

๓.๒.๒ กระดาษกรองเบอร์ ๔

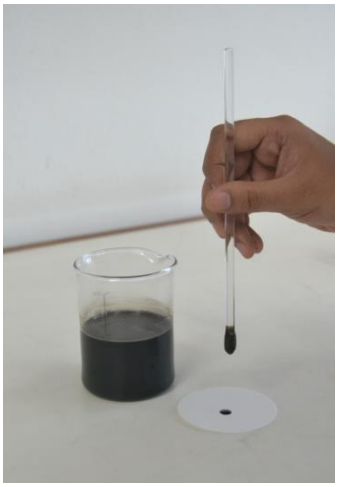
ภาพที่ ๓๐ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบความสกปรกในน้ำมันหล่อลื่น

๓.๓ วิธีตรวจสอบ

๓.๓.๑ จุ่มแท่งแก้วลงในน้ำมันที่ต้องการตรวจ แล้วยกขึ้นโดยให้มีหยดน้ำมันเกาะอยู่ที่ปลายแท่งแก้ว

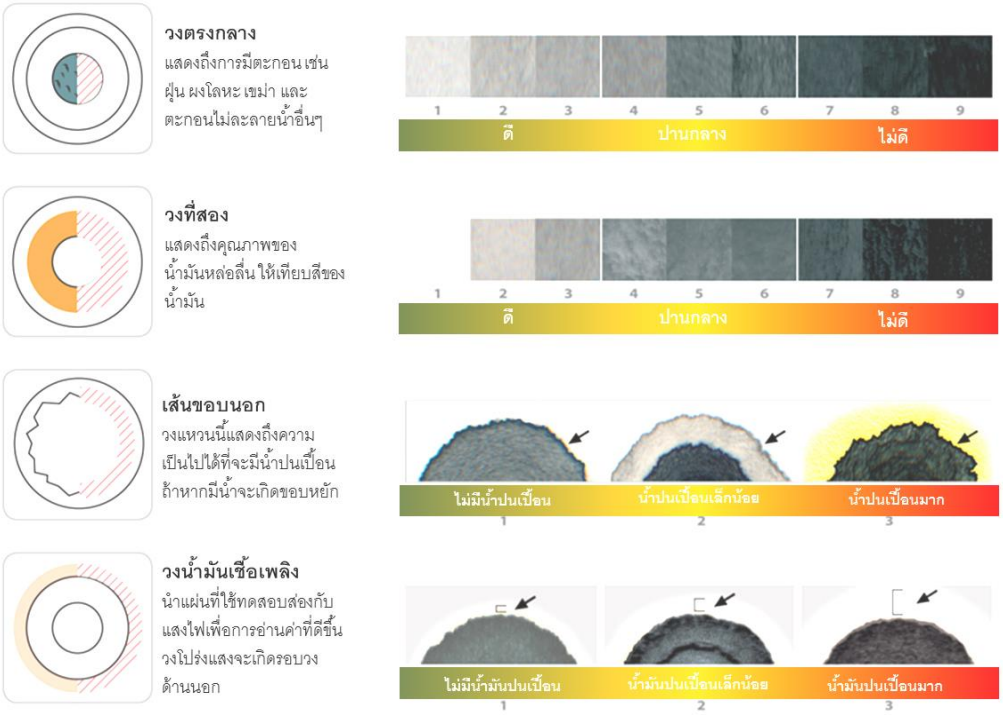
ภาพที่ ๓๑ วิธีตรวจสอบความสกปรกในน้ำมันหล่อลื่น ขั้นตอนที่ ๑

๓.๓.๒ หยดน้ำมันที่เกาะปลายแท่งแก้วลงบนกระดาษกรองเบอร์ ๔ ปล่อยน้ำมันให้ซึมลงบนกระดาษกรอง ทิ้งไว้ประมาณ ๔ ชั่วโมง



ภาพที่ ๓๒ วิธีตรวจสอบความสกปรกในน้ำมันหล่อลื่น ขั้นตอนที่ ๒

๓.๓.๓ เปรียบเทียบรูปแบบการซึมของน้ำมัน



ภาพที่ ๓๓ รูปแบบการซึมของน้ำมัน

๔. การตรวจสอบความเป็นกรด (Total Acid Number – TAN)

น้ำมันหล่อลื่นใช้การเมื่อใช้ไปนานๆ อาจมีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นได้ จากการเผาไหม้ของ กำมะถันในเชื้อเพลิง หรือเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของน้ำมันที่ให้กรดอ่อน กรดเหล่านี้ จะทำการกัดกร่อนโลหะทำให้

เกิดความเสียหาย การวัดค่าความเป็นกรด จะวัดในหน่วย มิลลิกรัมด่าง/น้ำหนักของน้ำมันในหน่วยกรัม ซึ่งค่านี้จะแสดงปริมาณกรดทั้งหมด (กรดแก่ และกรดอ่อน) ที่มีอยู่ในน้ำมันหล่อลื่น ค่า TAN ของน้ำมันหล่อลื่น ไม่ควรสูงกว่า ๒.๕ ถ้าค่า TAN สูงมาก จะต้องตรวจสอบว่าเป็นกรดแก่หรือไม่ การตรวจปริมาณกรดในน้ำมันหล่อลื่นในห้องปฏิบัติการ ทำโดยวิธี ASTM – 664 และ ASTM – D974 สำหรับการตรวจค่าความเป็นกรดโดยใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือจะใช้วิธีง่าย ๆ โดยการทดสอบการดูการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ ไม่แสดงผลออกมาเป็นค่าตัวเลข

๔.๑ หลักการการตรวจสอบความเป็นกรดในน้ำมันหล่อลื่น

ทำโดยการตรวจโดยดูการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์

- ถ้าน้ำมันหล่อลื่นใช้การ เป็นกรด อินดิเคเตอร์ จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ควรเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใหม่
- ถ้าน้ำมันหล่อลื่นใช้การ เป็นด่าง อินดิเคเตอร์ จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ไม่ต้องเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น

๔.๒ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

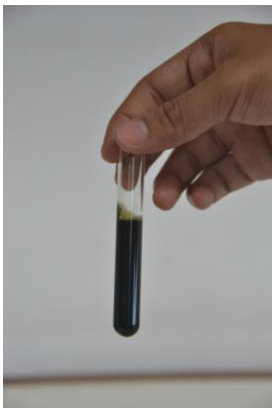
๔.๒.๑ หลอดทดสอบ

๔.๒.๒ น้ำยาตรวจหาความเป็นกรด

ภาพที่ ๓๔ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบความเป็นกรดในน้ำมันหล่อลื่น

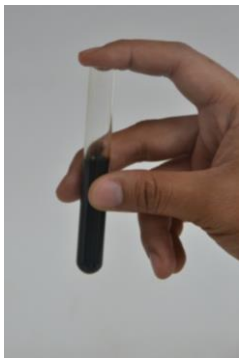
๔.๓ วิธีตรวจสอบ

๔.๓.๑ เติมน้ำมันที่ต้องการตรวจและน้ำยาหาความเป็นกรดลงในหลอดทดสอบ ในอัตราส่วน



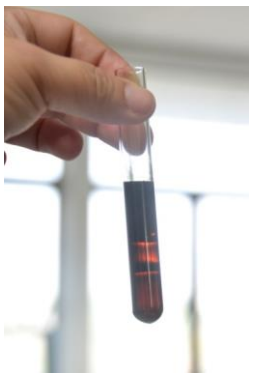
ภาพที่ ๓๕ วิธีตรวจสอบความเป็นกรดในน้ำมันหล่อลื่น ขั้นตอนที่ ๑

๔.๓.๒ เอามืออุดปากหลอดแล้วเขย่าจนส่วนผสมทั้งสองเข้ากัน แล้วตั้งทิ้งเป็นเวลา ๓ นาที



ภาพที่ ๓๖ วิธีตรวจสอบความเป็นกรดในน้ำมันหล่อลื่น ขั้นตอนที่ ๒

๔.๓.๓ ถ้าชั้นล่างของหลอดทดสอบเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แสดงว่าน้ำมันที่ต้องการตรวจมีค่าเป็นกรด ควรเปลี่ยนน้ำมัน



ภาพที่ ๓๗ วิธีตรวจสอบความเป็นกรดในน้ำมันหล่อลื่น ขั้นตอนที่ ๓

ข้อควรจำ

๑. อินดิเคเตอร์ (บรอมไธมอลบลู) มีอายุประมาณ ๖ เดือน ควรเป็นของเหลวสีเขียว

๒. สามารถขอรับการสนับสนุนอินดิเคเตอร์ ได้จากห้องปฏิบัติการ แผนกเชื้อเพลิงและหล่อลื่น กวทส.วศ.ทร.

บทที่ ๓
การตรวจวิเคราะห์น้ำหล่อเย็นโดยใช้ชุดตรวจน้ำประจำเรือ

ในระบบหล่อเย็นหรือระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ น้ำจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับความร้อนจากเครื่องยนต์ นำไปถ่ายเทออกสู่บรรยากาศ คุณภาพของน้ำที่ใช้ในระบบหล่อเย็นจึงมีความสำคัญ เพราะหากน้ำหล่อเย็นมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมแล้ว จะก่อให้เกิดปัญหาตามมาหลายประการ เช่น เกิดตะกรันภายในระบบหล่อเย็น หรือเกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนลดลง และเกิดความเสียหายแก่เครื่องยนต์ได้ การที่เราจะทราบคุณสมบัติของน้ำหล่อเย็น ว่ามีความเหมาะสมกับการใช้เป็นน้ำหล่อเย็นหรือไม่นั้น จะต้องมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในระบบหล่อเย็น การวิเคราะห์ดังกล่าว อาจทำได้ทั้งในห้องปฏิบัติการ ซึ่งละเอียดมาก หรืออาจทำการวิเคราะห์ในภาคสนาม โดยใช้ชุดตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำภาคสนามหรือชุดตรวจน้ำประจำเรือ ซึ่งจะสามารถบอกคุณสมบัติของน้ำหล่อเย็นได้อย่างคร่าว ๆ เพียงพอที่จะตัดสินใจในเบื้องต้นได้ว่าควรจะใช้น้ำหล่อเย็นต่อไปหรือไม่

คุณสมบัติของน้ำหล่อเย็นที่ควรตรวจวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้น ได้แก่

๑. ค่าความกระด้าง (Hardness) ความกระด้างของน้ำเกิดจากเกลือคาร์บอเนต ซัลเฟต คลอไรด์ และไนเตรทของธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียม น้ำที่มีปริมาณเกลือเหล่านี้สูง จะทำให้น้ำมีความกระด้างมากขึ้น เป็นผลให้เกิดตะกรันได้ดี เมื่อสภาพของน้ำมีค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) และอุณหภูมิที่เหมาะสม น้ำหล่อเย็นไม่ควรมีความกระด้างอยู่เลย แต่หากไม่สามารถกำจัดความกระด้างได้หมดควรควบคุมไม่ให้มีค่าความกระด้างเกิน ๑๘๐ มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm)

๒. ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ขึ้นอยู่กับปริมาณไฮโดรเจนอิออน (H^+) ที่เกิดจากการแตกตัวของสารที่มีฤทธิ์เป็นกรดในน้ำ ความเป็นกรด - ด่าง มีค่า ๐ – ๑๔ ถ้าค่า pH ต่ำกว่า ๗ น้ำจะเป็นกรด และถ้าค่า pH สูงกว่า ๗ น้ำจะเป็นด่าง ปกติน้ำหล่อเย็นควรมีค่า pH ระหว่าง ๖.๕ - ๘.๐

๒.๑ ถ้า pH ต่ำกว่า ๔.๒ แสดงว่า น้ำเป็นกรดสูงมาก จะมีผลเกิดการกัดกร่อนภายในระบบหล่อเย็น

๒.๒ ถ้า pH เป็นด่างก็จะมีผลให้เกิดตะกรันภายในระบบหล่อเย็นได้มาก

๓. ปริมาณคลอไรด์ คลอไรด์ที่อยู่ในน้ำ มักอยู่ในรูปของโซเดียมคลอไรด์ และแคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งสารทั้งสองตัวนี้ไม่ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับตะกรัน เนื่องจากละลายน้ำได้ แต่ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการกัดกร่อน เพราะคลอไรด์อิออนสามารถแทรกผ่านฟิล์มกันสนิม ทำให้เกิดการกัดกร่อนเป็นจุด ๆ โดยมี

ความสามารถสูงกว่าการกัดกร่อนของซัลเฟตมาก ปกติปริมาณคลอไรด์ที่มีอยู่ในน้ำหล่อเย็นไม่ควรมีความเข้มข้นเกิน ๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm)

๔. ปริมาณสารห้ามสนิม (rust inhibitor) สารห้ามสนิมหรือสารป้องกันการเกิดสนิม เป็นสารประกอบของสังกะสี และสารอินทรีย์ ซึ่งจะทำหน้าที่ป้องกันการรวมตัวกันระหว่างออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำหล่อเย็นกับชิ้นส่วนต่าง ๆ ในระบบน้ำหล่อเย็น และป้องกันการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีภายในระบบหล่อเย็น ทำให้สามารถป้องกันการกัดกร่อนได้ ปริมาณสารห้ามสนิมที่เหมาะสมควรมีความเข้มข้นระหว่าง ๐.๔ – ๐.๕ %

ชุดตรวจน้ำประจำเรือ ที่ วศ.ทร. จัดทำขึ้น สามารถใช้ในการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้าง ปริมาณคลอไรด์ และสารห้ามสนิม ในน้ำ ซึ่งนอกจากจะตรวจน้ำในระบบหล่อเย็นแล้วยังสามารถใช้ตรวจน้ำอุปโภคบริโภคในเรือได้

การตรวจวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ภาพที่ ๓๘ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

๑. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์

๑.๑ หลอดสำหรับวัดเทียบสี จำนวน ๒ หลอด

๑.๒ Wide Range 4 pH Indicator Solution

๑.๓ กล่องเทียบสี

๑.๔ แผ่นเทียบสี

๒. วิธีวิเคราะห์

๒.๑ เทน้ำที่ต้องการตรวจลงในหลอดวัดจนถึงขีดทั้ง ๒ หลอด

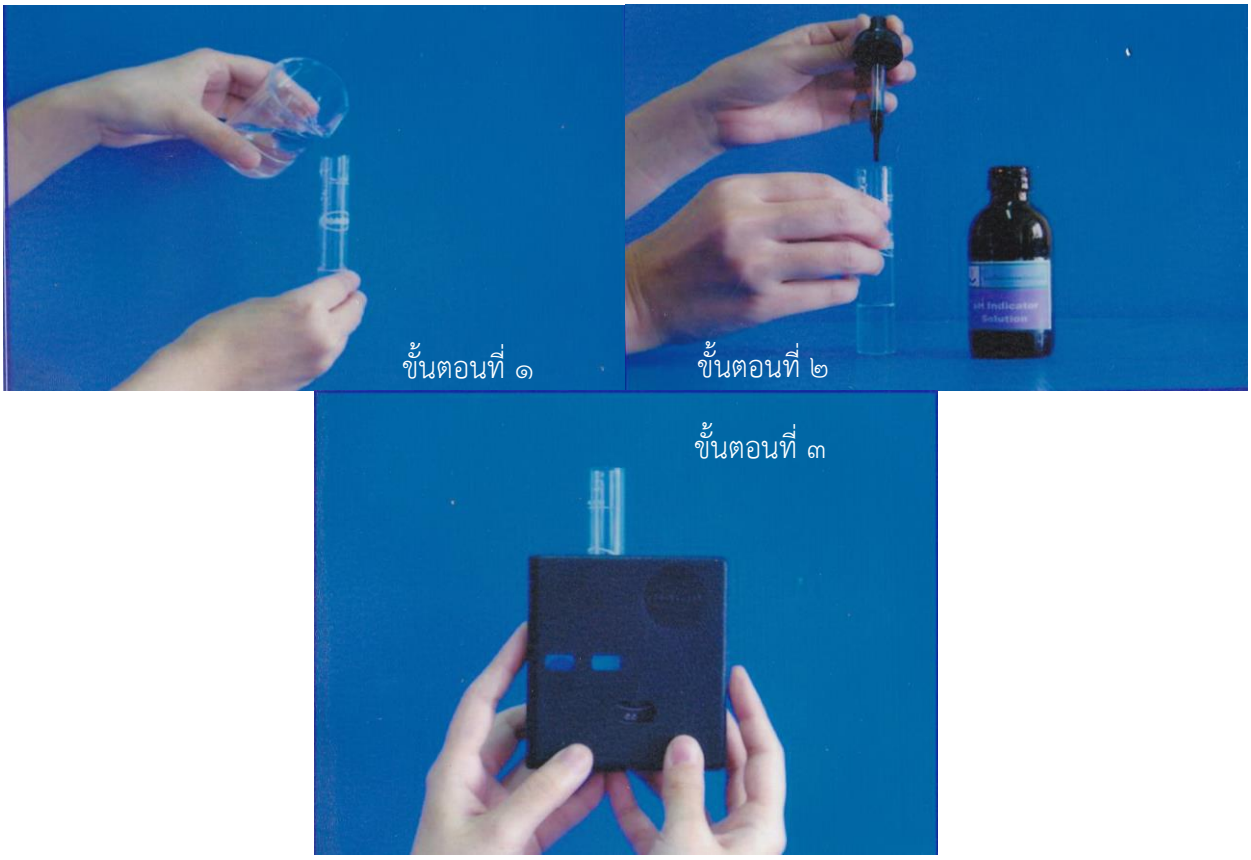
๒.๒ หยด Wide Range 4 pH Indicator Solution จำนวน ๖ หยด ลงในหลอดใดหลอดหนึ่ง เขย่าให้เข้ากัน

๒.๓ ใส่หลอดที่เติมน้ำยาในข้อ ๒.๒ ลงในช่องด้านขวาของกล่องเทียบสี และใส่หลอดที่ไม่เติมน้ำยาลงในช่องที่เหลือ

๒.๔ ถือกล่องเทียบสีเข้าหาแสง หมุนแผ่นเทียบสีพยายามให้สีในช่องเทียบสีทั้งสองช่องเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันมากที่สุด

๒.๕ อ่านค่าความเป็นกรด – ด่าง จากสเกลตัวเลขทางตอนล่างของช่องเทียบสี

ความเป็นกรด – ด่าง (pH) = ค่าที่อ่านได้จากช่องวัด



ภาพที่ ๓๙ แสดงวิธีวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)

การตรวจวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ (Hardness)

ภาพที่ ๔๐ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ (Hardness)

๑. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์

๑.๑ ขวดผสมสารและหลอดตวงพลาสติก

๑.๒ Buffer Solution ; Hardness 1

๑.๓ Man Ver ® Hardness Indicator ; Hardness 2

๑.๔ Hardness 3 ; Titrant Reagent

๒. วิธีวิเคราะห์

๒.๑ เทน้ำที่ต้องการตรวจวัดลงในหลอดตวงพลาสติกจนเต็ม แล้วเทลงในขวดผสม

๒.๒ เติม Buffer Solution ; Hardness 1 จำนวน ๓ หยด ลงในขวดผสม เขย่าขวดให้น้ำยาผสมกัน

๒.๓ เติม Man Ver ® Hardness Indicator ; Hardness 2 จำนวน ๑ หยด ลงในขวดผสม เขย่าขวดให้น้ำยาผสมกัน

๒.๔ หยดน้ำยา Hardness 3 ลงในขวดผสมทีละหยด พร้อมเขย่าให้น้ำยาผสมกัน จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีน้ำเงิน นับจำนวนหยดของน้ำยาที่ใช้

การคำนวณ

ความกระด้างของน้ำ = จำนวนหยด x 17.1 ppm

ภาพที่ ๔๑ แสดงวิธีวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ (Hardness)

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์ (Chloride , Cl^-)

ภาพที่ ๔๒ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์ (Chloride , Cl^-)

๑. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์

๑.๑ ขวดแก้วผสมสารและหลอดตวงพลาสติก

๑.๒ Chloride 2 Indicator powder pillow

๑.๓ ที่ตัดเล็บ

๑.๔ Silver nitrate solution

๒. วิธีวิเคราะห์

๒.๑ ตวงน้ำที่ต้องการตรวจวัดลงในหลอดพลาสติกจนเต็ม แล้วเทลงในขวดผสม

๒.๒ ใช้ที่ตัดเล็บตัดหลอดยา Chloride 2 Indicator ๑ หลอด

๒.๓ เทสารเคมีที่อยู่ในหลอดยา Chloride 2 Indicator ลงในขวดผสม เขย่าให้เข้ากัน

๒.๔ หยดน้ำยา Silver nitrate ลงในขวดทีละหยด ขณะหยดเขย่าขวดให้น้ำยาผสมกันจนสีของสารละลายเปลี่ยนเป็นสีส้ม นับจำนวนหยดของน้ำยาที่ใช้

การคำนวณ

ปริมาณคลอไรด์ = จำนวนหยด x 30 ppm

ภาพที่ ๔๓ แสดงวิธีวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์ (Chloride , Cl^-)

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารห้ามสนิม (Corrosion inhibitor)

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารห้ามสนิมในระบบหล่อเย็นตามวิธีการของ MTU นั้น สามารถตรวจได้ ๒ วิธี คือ การตรวจอย่างง่ายโดยการเปรียบเทียบความขุ่น (Milky-turbid) เรียกว่าวิธี Quick-test-Comparison Test อีกวิธีเป็นการวิเคราะห์ปริมาณสารห้ามสนิมอย่างละเอียด (Exact determination) สำหรับชุดตรวจน้ำประจำเรือที่ วศ.ทร. จัดทำขึ้น การตรวจปริมาณสารห้ามสนิมจะทำการตรวจอย่างง่าย โดยเปรียบเทียบความขุ่น

๑. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์

๑.๑ หลอดทดสอบขนาด ๑๕ x ๑๕๐ มิลลิเมตร

๑.๒ หลอดความขุ่นมาตรฐานหมายเลข ๑ (มีปริมาณสารห้ามสนิม ๐.๔%)

๑.๓ หลอดความขุ่นมาตรฐานหมายเลข ๒ (มีปริมาณสารห้ามสนิม ๑.๕%)

๒. วิธีวิเคราะห์

๒.๑ เทน้ำหล่อเย็นที่ต้องการตรวจปริมาณสารห้ามสนิมลงในหลอดทดสอบ เขย่าให้เข้ากัน

๒.๒ เปรียบเทียบความขุ่นของน้ำหล่อเย็นจากข้อ ๑ กับหลอดความขุ่นมาตรฐานหมายเลข ๑ และ ๒

๒.๓ ถ้าตัวอย่างน้ำหล่อเย็นมีความขุ่นระหว่างค่าความขุ่นมาตรฐานทั้งสอง แสดงว่าน้ำหล่อเย็นมีปริมาณสารห้ามสนิมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม เพราะตามมาตรฐานของเครื่องยนต์ MTU น้ำในระบบหล่อเย็นต้องมีปริมาณสารห้ามสนิมอยู่ระหว่าง ๐.๔ – ๑.๕%

เกณฑ์กำหนดมาตรฐานน้ำหล่อเย็นของเครื่อง MTU

ความเป็นกรด-ด่าง (ที่อุณหภูมิ ๒๐ $^{\circ}$C)	๖.๕ – ๘.๐
ความกระด้างของน้ำ	๐ – ๑๘๐ มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm)
ปริมาณคลอไรด์	ไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm)
ปริมาณสารห้ามสนิมอยู่ระหว่าง	๐.๔ – ๑.๕ %

บทที่ ๔
การนำชุดตรวจน้ำประจำเรือมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมคุณภาพน้ำดื่มในเรือ

กล่าวโดยทั่วไป

ชุดตรวจน้ำประจำเรือ นอกจากจะใช้ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำหล่อเย็นแล้ว ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์เพิ่มเติมได้ในการตรวจวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำดื่มที่ผ่านเครื่องกรองน้ำของเรือได้ เพื่อให้กำลังพลของเรือได้บริโภคน้ำที่มีคุณภาพดี สำหรับรายการวิเคราะห์ที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพน้ำเบื้องต้น ได้แก่ ค่าความกระด้าง ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณคลอไรด์

เพื่อให้หน่วยเรือมีความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องกรองน้ำดื่ม และการควบคุมคุณภาพ ในบทนี้จะกล่าวถึงความรู้ในภาพรวมเกี่ยวกับเครื่องกรองน้ำประเภทต่างๆ ปัญหาในการดูแลรักษาเครื่องกรองน้ำดื่มให้ผลิตน้ำดื่มที่มีคุณภาพดีพอสำหรับการบริโภคได้อย่างปลอดภัย การปรนนิบัติบำรุงเครื่องกรองน้ำดื่มอย่างง่าย และการตรวจวิเคราะห์น้ำดื่มเพื่อการควบคุมคุณภาพโดยใช้ชุดตรวจน้ำประจำเรือ

ความรู้เกี่ยวกับเครื่องกรองน้ำประเภทต่าง ๆ

กล่าวโดยทั่วไป

๑. **เครื่องกรองน้ำประเภทต่าง ๆ** ที่มีขายอยู่ในท้องตลาดและมีใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน สามารถแบ่งเป็น ๒ ชนิด ได้แก่

๑.๑ เครื่องกรองน้ำดื่มทั่ว ๆ ไป ที่มีระบบกรองตะกอน สี กำจัดความกระด้าง กรองและฆ่าเชื้อโรค

๑.๒ เครื่องกรองน้ำระบบ RO หรือ Reverse Osmosis เป็นระบบกรองน้ำโดยให้น้ำผ่านเยื่อกรองความละเอียดสูงแล้วเพิ่มแรงดัน น้ำที่ผ่านการกรองด้วยวิธีนี้จึงมีความบริสุทธิ์สูงเทียบเท่ากับน้ำกลั่น

ภาพที่ ๔๔ เครื่องกรองน้ำที่ขายตามท้องตลาด

สำหรับในกองทัพเรือ จะใช้เครื่องกรองน้ำทั้ง ๒ ประเภท โดย ประเภทแรก ติดตั้งเป็นโรงผลิตน้ำดื่มขนาดใหญ่ สำหรับผลิตน้ำดื่มสนับสนุนหน่วยอื่น และหน่วยของตนเอง เช่น โรงผลิตน้ำดื่ม วศ.ทร. ที่ ฐท.กท. , วศ.ทร. (พุทธมณฑลสาย ๓) , แผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ , อาคารที่พักอาศัยส่วนกลาง ทร. พื้นที่สัตหีบ และ นย. เป็นต้น หรืออาจติดตั้งเครื่องกรองน้ำขนาดเล็กตามสำนักงาน ในเรือ ในโรงงาน สำหรับเครื่องกรองน้ำระบบ RO มีใช้น้อยกว่า โดยมีใช้ตามหน่วยเรือ และหน่วยบกบางหน่วย เช่น สอ.รฝ. และ ฐท.สข. เป็นต้น

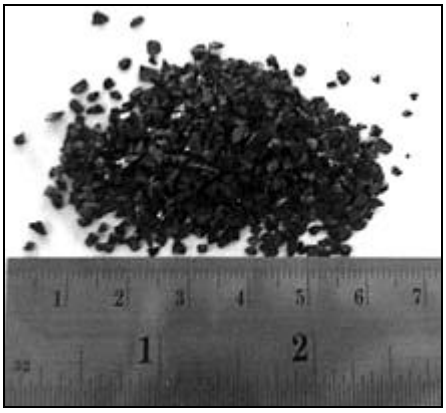
โดยทั่วไปปัญหาของการใช้เครื่องกรองน้ำดื่มของผู้ใช้หรือหน่วยมักเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากการไม่เข้าใจระบบการทำงานและวิธีการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำดื่ม การเรียนรู้ถึงระบบการทำงาน ประสิทธิภาพการกรอง ข้อดีข้อเสียของเครื่องกรองน้ำทั้ง ๒ ชนิด ตลอดจนการปรนนิบัติบำรุงอย่างถูกวิธี จะช่วยให้ได้ประโยชน์ในเรื่องการประหยัดงบประมาณในการซ่อมบำรุง และเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคของน้ำดื่มของหน่วยนั้น ๆ

๒. เครื่องกรองน้ำดื่มทั่ว ๆ ไป

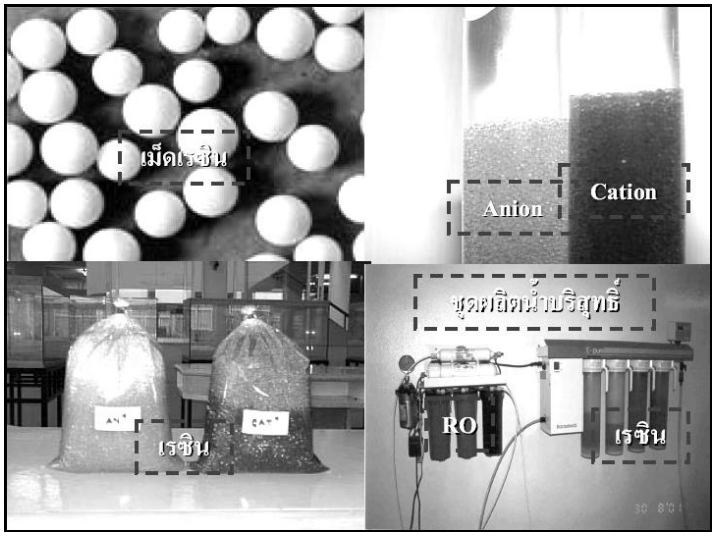
เป็นเครื่องกรองน้ำที่ประกอบด้วยท่อโลหะ หรืออาจเป็นท่อที่ไม่ใช่โลหะ จำนวน ๒ - ๕ ท่อ แล้วแต่ผู้ผลิตจะออกแบบมาให้เหมาะสมกับการกรอง ภายในท่อจะบรรจุสารกรองชนิดต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ในการกรองน้ำให้เป็นน้ำดื่มตามลำดับ ดังนี้

๒.๑ สารกรองทราย เครื่องกรองน้ำดื่มตามท้องตลาดส่วนใหญ่จะไม่ติดตั้งท่อบรรจุสารกรองทรายนี้ แต่มีบางตราอักษรที่มีท่อบรรจุสารกรองทราย โดยทำหน้าที่สำหรับกรองตะกอน และสารแขวนลอยขนาดใหญ่ให้กับน้ำที่ผ่านเข้าเครื่อง

๒.๒ สารกรองคาร์บอน สารกรองคาร์บอน คือ ACTIVATED CARBON ที่มีลักษณะเป็นผงถ่านสีดำที่มีความพรุน ทำหน้าที่กำจัดสี และกลิ่นของน้ำ ตลอดจนช่วยในการกรองตะกอนขนาดใหญ่ได้บางส่วน

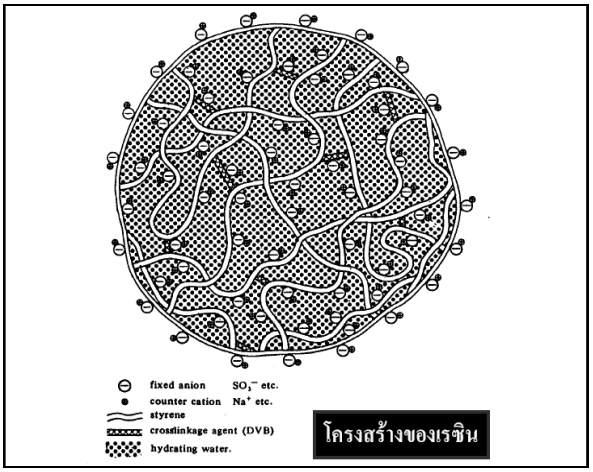


ภาพที่ ๔๕ สารกรองคาร์บอน

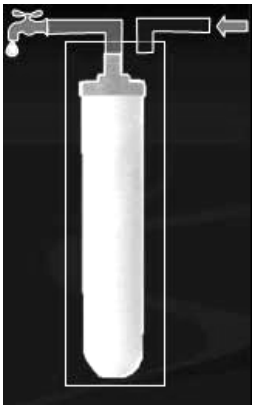


ภาพที่ ๔๖ สารกรองเรซิ่นและชุดผลิตน้ำ RO

๒.๓ ท่อบรรจุสารกรองเรซิ่น สารกรองเรซิ่น ทำหน้าที่กำจัดค่าความกระด้างของน้ำที่เกิดจากสารประกอบของแคลเซียม แมกนีเซียม และอิออนบวกอื่นๆ ที่มีอยู่ในน้ำ โดยแคลเซียม และแมกนีเซียมอิออน เป็นสารที่มีอยู่ในน้ำธรรมชาติเป็นจำนวนมาก และถ้ามีมาก จะมีผลทำให้น้ำนั้นมีความกระด้างสูง (ทำปฏิกิริยากับสบู่แล้วเกิดตะกอน ไม่เกิดฟอง ทำให้ใช้สบู่มากกว่าปกติ หรือ เกิดเป็นตะกรันติดภาชนะ เมื่อนำไปต้ม) การลดค่าความกระด้างของน้ำทำโดยการกรองน้ำผ่านสารกรองเรซิ่น สารเรซิ่นจะจับความกระด้างไว้ และมีผลทำให้ค่าความกระด้างลดลง



ภาพที่ ๔๗ โครงสร้างของเรซิ่น



ภาพที่ ๔๘ ไส้กรองเซรามิก

๒.๔ ไส้กรองเซรามิก ไส้กรองเซรามิก ทำหน้าที่กรองตะกอนละเอียด และ เชื้อโรค โดยไส้กรองที่มีความละเอียด ๐.๓ ไมครอน จะสามารถกรองจุลินทรีย์ได้ดี ทำให้น้ำที่ผ่านออกมาสะอาดปราศจากจุลินทรีย์

๒.๕ หลอดอัลตราไวโอเลต เป็นหลอดที่ให้แสงอัลตราไวโอเลต ทำหน้าที่ในการฆ่าจุลินทรีย์หรือเชื้อโรคอีกชั้นหนึ่ง ก่อนจะนำมาดื่ม

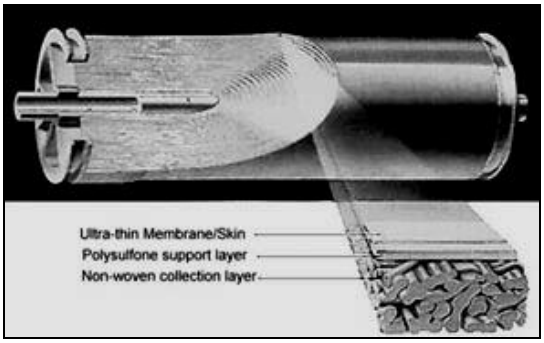
สำหรับราคาของเครื่องกรองชนิดนี้ หากเป็นขนาดเล็กที่ติดตั้งตามบ้านเรือนหรือสำนักงานขนาดเล็กจะมีราคาประมาณ ๓,๐๐๐ - ๕,๐๐๐ บาท ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องและประสิทธิภาพในการกรอง แต่หากเป็นเครื่องที่มีระบบฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตราไวโอเลตเพิ่มขึ้นมาก็จะมีราคาสูงขึ้นเป็นประมาณกว่า ๑๐,๐๐๐ บาท

๓. เครื่องกรองน้ำระบบ RO หรือ Reverse Osmosis

เครื่องกรองน้ำแบบนี้จะพบได้ทั่วไปในรูปตู้ขายน้ำหยอดเหรียญตามหมู่บ้านหรือตามห้างสรรพสินค้า นอกจากนี้ เครื่องกรองน้ำ RO ยังมีผลิตขายเป็นขนาดเล็กสำหรับใช้ตามบ้านเรือน ผลิตขายสำหรับทำเป็นโรงงานผลิตน้ำดื่ม น้ำดื่มบรรจุขวดที่ขวดขายตามท้องตลาดส่วนใหญ่ก็จะเป็นน้ำที่ผ่านระบบ RO เช่นกัน เครื่องทำ

น้ำ RO จะมีราคาที่ค่อนข้างสูง หากเป็นขนาดเล็กใช้ตามบ้านเรือนจะมีราคาไม่ต่ำกว่าหมื่นบาท หากเป็นขนาดใหญ่สำหรับผลิตน้ำขายจะมีราคาอยู่ที่หลายหมื่นบาทจนถึงแสนบาท

ภาพที่ ๔๙ เครื่องกรองน้ำ RO



ภาพที่ ๕๐ เยื่อกรองเมมเบรน

ในต่างประเทศ การกรองน้ำโดยใช้กระบวนการออสโมซีสผันกลับ (Reverse Osmosis) นำมาใช้สำหรับการทำน้ำดื่มจากน้ำทะเล แต่ในประเทศไทยนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการทำน้ำดื่มจากน้ำบาดาล น้ำกร่อย หรือน้ำประปา สำหรับในกองทัพเรือ มีการติดตั้งระบบผลิตน้ำ RO ในเรือบางลำ หรือบางหน่วยงานที่มีคุณภาพน้ำที่กร่อย เช่น สอ.รฝ.

ระบบ RO มีราคาแพง เนื่องจากเยื่อกรอง หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า เมมเบรน (Membrane) ที่ทำหน้าที่หลักในการกรองน้ำให้มีความบริสุทธิ์สูงมีราคาแพง ต้องเปลี่ยนเมื่อครบอายุการใช้งานหรือเมื่อเมมเบรนอุดตันไม่สามารถกรองน้ำต่อไปได้ เนื่องจาก เมมเบรนมีราคาสูง ดังนั้นน้ำที่จะเข้าสู่เมมเบรนต้องมีความสะอาดปราศจากสารแขวนลอย ตะกอน และปราศจากสารคลอรีนที่จะทำลายเมมเบรน ดังนั้น เพื่อลดภาระของเมมเบรนและยืดอายุการใช้งาน ผู้ผลิตระบบกรองน้ำ RO จึงออกแบบระบบให้น้ำที่นำมาผลิตน้ำดื่ม(ส่วนใหญ่เป็นน้ำประปาหรือน้ำบาดาล) ไหลผ่านระบบกรองน้ำทั่วๆไป ซึ่งได้แก่ระบบกรองน้ำตามข้อ ๒ เพื่อเป็นการเตรียมน้ำให้เหมาะสมก่อนที่จะผ่านเมมเบรน ดังนั้นน้ำที่ผ่านระบบ RO จึงมีความบริสุทธิ์ที่สูงมากเทียบเท่ากับน้ำกลั่น และมีค่าความเป็นกรดมากกว่าน้ำดื่มที่ได้จากระบบกรองน้ำทั่วไป ในปัจจุบันจึงยังมีข้อโต้แย้ง หรือ งานวิจัย ต่างๆที่เกี่ยวกับอันตรายต่อสุขภาพในการบริโภค

น้ำ RO เป็นจำนวนมาก เนื่องจากความเป็นกรดและความบริสุทธิ์สูงเกินไปกว่าน้ำทั่วๆไป จากประสบการณ์การทำงานในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มในห้องปฏิบัติการ วศ.ทร. พบว่าน้ำดื่มที่ผ่านเครื่องกรองน้ำทั่ว ๆ ไปจะมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง ๖.๕ - ๘.๕ (ขึ้นกับคุณภาพน้ำแต่ละแห่งด้วย) ในขณะที่น้ำดื่ม RO จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ ๖ กว่า ๆ ซึ่งในบางครั้งต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด (เกณฑ์กำหนด คือ ๖.๕ - ๘.๕)

ทำไมน้ำดื่มที่ผลิตได้จึงไม่สะอาดหรือบริสุทธิ์พอที่จะบริโภคได้อย่างปลอดภัย

ปัญหาที่พบ หรือคำถามที่ต้องตอบและให้คำแนะนำให้กับหน่วยงานของ ทร. ที่ผลิตน้ำดื่ม ส่วนใหญ่จะพบว่าน้ำดื่มไม่ได้คุณภาพ ไม่ว่าจะเป็นทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มของกระทรวงสาธารณสุข เช่น สี ความขุ่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ค่าความกระด้าง ปริมาณคลอไรด์ และมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่อาจก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร ปัญหาต่างๆเหล่านี้เกิดจากสาเหตุใหญ่ และแต่ละสาเหตุอาจมีความสัมพันธ์กันดังต่อไปนี้

๑. น้ำที่นำมาเข้าเครื่องกรองน้ำดื่มมีคุณภาพไม่ดีพอ เช่น มีตะกอน มีค่าความกระด้างสูง มีคลอไรด์สูง มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ เนื่องจากได้รับการฆ่าเชื้อโรคไม่เพียงพอ

๒. ระบบเครื่องกรองน้ำไม่สามารถกรองน้ำให้มีคุณภาพดีพอ เนื่องจาก

๒.๑ ตัวระบบเองไม่ได้ติดตั้งระบบการแก้ปัญหาน้ำบางประเภทไว้ เช่น การที่มีปริมาณเหล็กในน้ำบาดาลสูง แล้วนำมาผ่านเครื่องกรองน้ำทั่วไปที่ไม่มีระบบกำจัดเหล็ก ก็จะไม่สามารถลดปริมาณเหล็กได้ หรือในกรณีของคลอไรด์ในน้ำของบางหน่วยที่ใกล้ทะเลจะมีความกร่อยหรือคลอไรด์สูง แต่ระบบผลิตน้ำดื่มไม่มีระบบกำจัดคลอไรด์ ก็จะไม่สามารถลดปริมาณคลอไรด์ได้

๒.๒ ระบบเครื่องกรองน้ำดื่มไม่ได้รับการดูแลและบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง ปัญหานี้เป็นปัญหาที่พบบ่อย บางครั้งสามารถแก้ไขได้ด้วยการปรนนิบัติบำรุงตามวงรอบ แต่บางครั้งแก้ไขไม่ได้เนื่องจากขาดงบประมาณ ในกรณีที่ต้องจัดหาหรือจัดซื้อ สารกรอง ไส้กรอง หรือเมมเบรน ที่หมดอายุการใช้งานแล้ว

๒.๓ การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ไม่ถูกวิธี บ่อยครั้งที่ผู้เก็บตัวอย่างดำเนินการเก็บตัวอย่างไม่ถูกวิธี เช่น ขวดที่เก็บตัวอย่างใช้ขวดสุรา ขวดน้ำหวาน โดยไม่ล้างทำความสะอาดให้เพียงพอ มีฝุ่นผงหรือสารตกค้างในขวด ไม่ได้กลั้วล้างขวดด้วยตัวอย่างน้ำก่อน ไม่ได้เปิดตัวอย่างน้ำที่ค้างในระบบทิ้งไปก่อนที่จะทำการเก็บนานพอ หรือในกรณีของการเก็บตัวอย่างส่งตรวจทางจุลชีววิทยา ไม่ได้ใช้ขวดที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ไม่ได้เก็บโดยวิธีไร้เชื้อ และนำส่งตัวอย่างโดยไม่ได้แช่เย็น เป็นต้น สิ่งต่างๆเหล่านี้ เป็นสาเหตุให้ตัวอย่างที่ส่งตรวจเป็นตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวแทนของตัวอย่างน้ำที่ผลิตได้จริง ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานฯ

ทำอย่างไรจึงจะผลิตน้ำที่สะอาดและมีคุณภาพดีพอที่จะดื่มได้อย่างปลอดภัย

ก่อนอื่นต้องคิดก่อนว่า การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำไม่ใช่วิธีแก้ปัญหา แต่เป็นการตรวจวิเคราะห์น้ำเพื่อทราบคุณภาพน้ำและเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหา หน่วย หรือผู้ใช้จะต้องดูแลปรนนิบัติบำรุงเครื่องกรองน้ำของหน่วยเองเพื่อให้ได้น้ำที่มีคุณภาพดีเพียงพอที่จะดื่มได้ ในที่นี้จะขอกล่าวกว้างๆ ถึงปัจจัยที่จะทำให้ได้น้ำดื่มที่มีคุณภาพดีเพียงพอที่จะบริโภคเท่าที่จะทำได้ในขีดความสามารถของหน่วย

๑. ใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี การเลือกน้ำที่มีคุณภาพดีมาผ่านเข้าระบบผลิตน้ำดื่ม ได้แก่ น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปา หรืออาจใช้น้ำบาดาล เพื่อให้น้ำมีคุณลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของน้ำที่ใช้สำหรับดื่ม (เกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มกระทรวงสาธารณสุข) หากใช้น้ำที่มีคุณภาพไม่ดีพอ เครื่องกรองน้ำจะต้องรับภาระหนักในการกรองมากกว่าที่ควรเป็น ทำให้มีอายุการใช้งานสั้นกว่าปกติ และบางครั้งไม่สามารถผลิตน้ำดื่มที่มีคุณภาพดีพอที่จะดื่มได้

๒. การใช้เครื่องกรองน้ำดื่มอย่างถูกต้องและทำการปรนนิบัติบำรุงอย่างสม่ำเสมอ จะเป็นการยืดอายุการใช้งานของเครื่องกรองน้ำดื่ม และทำให้ผู้ใช้ได้ดื่มน้ำที่มีคุณภาพที่ดี และสะอาด ในทางตรงกันข้ามหากผู้ใช้ไม่รู้ และไม่เข้าใจในการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำดื่ม เครื่องกรองน้ำดื่มนั้นก็จะเป็นแหล่งที่สะสมตะกอน สิ่งเจือปนและเชื้อโรคอยู่ในเครื่องกรอง ทำให้ผู้ใช้ได้บริโภคน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี และไม่สะอาด เพียงพอที่จะใช้ในการบริโภค

การปรนนิบัติบำรุงเครื่องกรองน้ำดื่มอย่างง่าย

๑. การล้างสารกรองทรายและคาร์บอน ทำได้โดยการล้างย้อนกลับระบบ (BACKWASHED) โดยการปิดลิ้นทางเข้าของน้ำที่ใช้กรองตามปกติ แล้วเปิดลิ้นทางเข้าของน้ำให้ผ่านเข้าทางด้านล่างของท่อบรรจุสารกรองคาร์บอน แล้วปล่อยน้ำที่ล้างย้อนกลับนี้ไหลทิ้งไปจนกระทั่งได้น้ำใส ในโรงงานผลิตน้ำขนาดใหญ่ของหน่วย ที่มีการผลิตน้ำในปริมาณมาก อาจต้องล้างทุกวัน หรือ ล้างวันละ ๒ ครั้ง หากเป็นเครื่องกรองน้ำขนาดเล็กตามสำนักงาน หรือที่พักอาศัย ควรทำการล้างประมาณ ๑ ครั้งต่อสัปดาห์ อัตรานี้ไม่ตายตัว ทั้งนี้ขึ้นกับคุณภาพน้ำก่อนเข้าเครื่อง ปริมาณน้ำที่ผลิต และประสิทธิภาพของเครื่อง

๒. การล้างสารกรองเรซิ่น โดยการล้างคืนสภาพสารเรซิ่น เมื่อหมดอายุการใช้งาน ซึ่งจะสังเกตได้จากรสชาติของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรอง และหลังผ่านเครื่องกรองมีรสคงเดิม ไม่จืดสนิท หรือโดยการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ หรือใช้ชุดตรวจภาคสนาม หาค่าความกระด้างเปรียบเทียบก่อน - หลังกรอง แล้วพบว่าค่าความกระด้างของน้ำก่อนและหลังผ่านกรองมีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือไม่ลดลงหลังผ่านเครื่องกรอง จะต้องทำการล้างคืนสภาพสารเรซิ่น โดยการใช้น้ำเกลือเข้มข้น ๒๐ % ไหลผ่านสารกรองเรซิ่น แล้วแช่ทิ้งไว้ ประมาณ ๑ ชั่วโมง แล้วจึงปล่อยให้น้ำผ่านเครื่องกรองเพื่อไล่น้ำเกลือที่ตกค้างออกจากเครื่อง จนกระทั่งน้ำที่ผ่านเครื่องกรองมีรสจืด ไม่มีความเค็มตกค้าง ในโรงงานผลิตน้ำขนาดใหญ่ของหน่วย ที่มีการผลิตน้ำในปริมาณมาก อาจต้องล้างทุกวัน หรือทุก ๒-๓ วัน หรือสัปดาห์ละครั้ง หากเป็นเครื่องกรองน้ำขนาดเล็กตามสำนักงาน หรือที่พักอาศัย ควรทำการล้างประมาณ ๑ ครั้งทุก ๒ สัปดาห์ อัตรานี้ไม่ตายตัว ทั้งนี้ขึ้นกับคุณภาพน้ำก่อนเข้าเครื่อง ปริมาณน้ำที่ผลิต และประสิทธิภาพของเครื่อง

๓. การล้างไส้กรองเซรามิก เมื่อไส้กรองเซรามิกใช้กรองไปได้ระยะหนึ่งจะเกิดการอุดตัน ผู้ใช้จะต้องถอดไส้กรองเซรามิกออกมาทำความสะอาด โดยใช้ใยขัดสำหรับใช้ขัดเซรามิก หรือแปรงขนอ่อน ๆ ทำความสะอาดไปในทิศทางเดียวกัน จนไส้กรองสะอาดไม่มีสิ่งสกปรกอุดตัน ในกรณีที่มีการปนเปื้อนของ จุลินทรีย์ในระบบกรองน้ำ ซึ่งทราบได้จากผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาในห้องปฏิบัติการ อาจนำไส้กรองเซรามิกไปต้มในน้ำเดือดเพื่อฆ่าเชื้อโรค แล้วจึงนำเข้าไปติดตั้งในเครื่องกรอง แล้วจึงใช้กรองน้ำดื่มตามปกติ

๔. การทำความสะอาดหลอดอัลตราไวโอเลต โดยปกติบริษัทผู้ขายจะออกแบบให้ทำความสะอาดหลอดอัลตราไวโอเลต โดยการดึงคันชัก เพื่อทำความสะอาดหลอดได้จากภายนอก และให้ทำการเปลี่ยนหลอดเมื่อครบชั่วโมงการใช้งาน หรือ เมื่อหลอดหมดอายุไม่สามารถผลิตแสงได้ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคที่ดี

๕. การทำความสะอาดเมมเบรนในกรณีของระบบน้ำ RO ให้ดำเนินการตามคู่มือใช้งานเครื่อง โดยอาจเป็นการใช้น้ำยาล้าง หรือเปลี่ยนใหม่ตามระยะเวลาที่กำหนด หรือเมื่อหมดอายุการใช้งาน โดยดูจากประสิทธิภาพการกรองที่ลดลง

ในการบำรุงรักษาข้างต้นควรได้กำหนดเป็น รปจ. จัดทำตารางบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาต่าง ๆ ไว้และรายงานผลการวิเคราะห์ไว้เพื่อทราบประสิทธิภาพของระบบกรองน้ำดื่ม

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มโดยใช้ชุดตรวจน้ำประจำเรือ

ตามปกติแล้ว การตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของกองทัพเรือ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการแผนกวิเคราะห์ทั่วไป กองวิเคราะห์และทดสอบ กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ เป็นห้องปฏิบัติการที่ให้บริการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่ม ทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา แต่การตรวจวิเคราะห์เบื้องต้นโดยใช้ชุดตรวจน้ำประจำเรือสามารถช่วยในการตรวจคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีได้ในเบื้องต้น ในระยะยาวควรได้มีการเก็บตัวอย่างน้ำส่งตรวจ ณ ห้องปฏิบัติการ เพื่อทราบผลการวิเคราะห์โดยละเอียดและทราบประสิทธิภาพของเครื่องกรอง โดยอาจเก็บตัวอย่างส่งตรวจ ณ ห้องปฏิบัติการ อาจส่งทุก ๑ เดือน ๒ เดือน ๓ เดือน หรือ ๖ เดือน ขึ้นกับความสะดวกของหน่วยเรือ หรือ ขนาด/จำนวนกำลังพลที่บริโภคน้ำ มากน้อยเพียงใด

เมื่อได้กล่าวถึงพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับเครื่องกรองน้ำดื่ม และวิธีปรนนิบัติบำรุงรักษาแล้ว การควบคุมคุณภาพน้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มให้ประสบความสำเร็จ หน่วยเรือสามารถดำเนินการ ดังนี้

๑. กำหนดวงรอบการปรนนิบัติบำรุงที่เหมาะสม เช่น ทุกสัปดาห์ หรือ สัปดาห์ละ ๒ วัน อัตราเหล่านี้เป็นไปตามคุณภาพน้ำก่อนผ่านเครื่องกรอง และปริมาณน้ำดื่มที่ผ่านเครื่องกรอง โดยอาจปรับแต่งระยะเวลาได้ตามความเหมาะสมของเรือแต่ละลำ

๒ กำหนดเจ้าหน้าที่รับผิดชอบให้ชัดเจน การกำหนดเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบการปรนนิบัติบำรุงเครื่องกรองน้ำดื่มและเจ้าหน้าที่ตรวจวิเคราะห์อาจเป็นเจ้าหน้าที่คนเดียวกันหรือคนละนาย โดยอาจจัดให้อยู่ภายใต้การ

ดูแลของนายทหารพลาธิการ และ/หรือเหล่าแพทย์ และ/หรือพรรคกลินของเรือ การกำหนดเจ้าหน้าที่ดูแลคุณภาพน้ำดื่มให้เหมาะสมกับการบริโภค ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการจัดของของเรือแต่ละลำ

๓. ให้มีการบันทึกผลการวิเคราะห์ การบันทึกผลการวิเคราะห์และเสนอให้ผู้บังคับบัญชาที่รับผิดชอบการปรนนิบัติบำรุงเครื่องกรองน้ำดื่มได้รับทราบผลการวิเคราะห์ เพื่อทราบคุณภาพน้ำดื่มว่าอยู่ในเกณฑ์ที่บริโภคได้หรือไม่ และหากคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์จะได้หาสาเหตุและแก้ไขต่อไป

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำตรวจวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างน้ำดื่มในการวิเคราะห์มีความสำคัญต่อผลการวิเคราะห์มาก ดังนั้น ต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อให้ได้ตัวแทนที่แท้จริงของน้ำดื่มที่ต้องการทราบคุณภาพ ในการเก็บตัวอย่างควรเก็บตัวอย่างน้ำก่อนเข้าเครื่องกรองน้ำดื่ม และหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพและทำให้ทราบปัญหาและแก้ไขหากผลการวิเคราะห์ไม่เป็นไปตามเกณฑ์กำหนด

๑. ภาชนะบรรจุ

ใช้ขวดแก้วหรือพลาสติกมีความจุประมาณ ๑ ลิตร ที่ได้ล้างด้วยแปรงอย่างสะอาดและแห้งแล้ว ก่อนทำการเก็บตัวอย่างน้ำให้ใช้น้ำที่จะเก็บล้างขวดอีกครั้ง ห้ามนำภาชนะที่เคยบรรจุยา สารเคมี หรือน้ำมัน หรือสิ่งอื่นที่ไม่สามารถล้างออกได้หมดมาใช้เก็บตัวอย่างน้ำ เพราะสิ่งที่เปรอะเปื้อนภาชนะอาจทำให้ผลการวิเคราะห์น้ำไม่ถูกต้องตามความเป็นจริง

๒. วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับตรวจวิเคราะห์ แบ่งเป็น ๒ ส่วน คือ การเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับการตรวจวิเคราะห์เพื่อพิจารณาทางกายภาพและเคมี และ การวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา ในการตรวจวิเคราะห์โดยใช้ชุดตรวจน้ำประจำเรือจะเป็นการเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับการตรวจวิเคราะห์เพื่อพิจารณาทางกายภาพและเคมี

ให้เก็บตัวอย่างน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม (ตัวอย่างที่ ๑) และ น้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม (ตัวอย่างที่ ๒) ก่อนเก็บต้องล้างหัวก๊อกให้สะอาดเสียก่อน แล้วจึงเปิดน้ำแรง ๆ ไว้สัก ๒ - ๓ นาที ให้น้ำค้างท่อไหลออกให้หมดก่อนบรรจุลงขวดและควรเป็นเวลาที่น้ำไหลอย่างสม่ำเสมอ การจับขวดเก็บตัวอย่างน้ำ ควรจับบริเวณก้นขวดอย่าจับบริเวณปากขวด บรรจุน้ำให้ถึงคอขวดแล้วปิดจุกให้แน่น และปิดฉลากแจ้งรายละเอียดของตัวอย่างน้ำตามตัวอย่างการกรอกข้อมูลฉลากติดข้างขวด ดังนี้

ตัวอย่างที่....๑.....
สถานที่เก็บ .....เครื่องกรองน้ำห้องเมสสัญญาบัตร.....
ตำแหน่งที่เก็บ...น้ำก่อนเข้าเครื่องกรองน้ำดื่ม.....

แผนภาพ/แผนภูมิที่ ๓

๓. ระยะเวลาในการเก็บและตรวจตัวอย่างน้ำ

ตัวอย่างน้ำที่เก็บได้ควรทำการตรวจวิเคราะห์ทันที เนื่องจากน้ำจะเปลี่ยนแปลงคุณภาพตลอดเวลา จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอย่างน้ำและการเก็บรักษา ตัวอย่างน้ำที่เก็บรักษาไว้ในที่มืดและอุณหภูมิต่ำ (แช่เย็นที่ ๔ องศาเซลเซียส) จะมีการเปลี่ยนแปลงช้ากว่า

การตรวจวิเคราะห์น้ำดื่มโดยใช้ชุดตรวจน้ำประจำเรือ

ชุดตรวจน้ำประจำเรือสามารถนำมาใช้ตรวจน้ำดื่มที่ผ่านเครื่องกรองน้ำได้ ๓ รายการวิเคราะห์ คือ ค่าความกระด้าง ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณคลอไรด์ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และแนวทางการแก้ไขเมื่อผลการตรวจไม่เป็นไปตามเกณฑ์ สำหรับวิธีการตรวจให้ทำการตรวจตามวิธีการเดียวกับการตรวจคุณภาพน้ำหล่อเย็น

๑. ค่าความกระด้าง (Hardness)

เกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.๒๕๒๔ และ พ.ศ.๒๕๓๔ กำหนดค่าความกระด้างที่ยอมให้มีในน้ำดื่ม ดังนี้

ความกระด้าง (คำนวณเป็น $CaCO_3$) ไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l)

แนวทางการวิเคราะห์ผลและแก้ไข

ค่าความกระด้างของน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม(ตัวอย่างที่ ๒) มีค่าใกล้เคียงหรือสูงกว่าน้ำก่อนผ่านเครื่องกรอง (ตัวอย่างที่ ๑) แสดงว่า เรซินเสื่อมสภาพ ไม่สามารถจับความกระด้างในน้ำได้ ควรฟื้นฟูสภาพสารกรองเรซินด้วยน้ำเกลือ และหากฟื้นฟูสภาพเรซิ่นแล้ว ให้เก็บตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ซ้ำ ถ้ายังให้ผลเหมือนเดิม แสดงว่าเรซิ่นเสื่อมสภาพถาวร ไม่สามารถฟื้นฟูได้ ให้ทำการเปลี่ยนสารกรองเรซิ่นต่อไป

๒. ความเป็นกรด - ด่าง (pH range)

เกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.๒๕๒๔ และ พ.ศ.๒๕๓๔ กำหนดค่าความเป็นกรด – ด่าง ในน้ำดื่ม ดังนี้

ความเป็นกรด – ด่าง ๖.๕ – ๘.๕

แนวทางการวิเคราะห์ผลและแก้ไข

น้ำดื่ม RO จะมีค่าความเป็นกรด - ด่างอยู่ที่ ๖ กว่า ๆ ซึ่งในบางครั้งต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด (เกณฑ์กำหนด คือ ๖.๕ - ๘.๕) เล็กน้อยอาจเป็นเรื่องปกติสำหรับน้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำ RO

สำหรับน้ำดื่มที่ผลิตจากเครื่องกรองน้ำดื่มทั่ว ๆ ไป ถ้าค่าความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม (ตัวอย่างที่ ๒) มีค่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ให้ตรวจสอบค่าความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรอง (ตัวอย่างที่ ๑) ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ แสดงว่า เกิดจากน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำมีคุณภาพไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ผลิตน้ำดื่ม อาจต้องแก้ไขโดยหาแหล่งน้ำใหม่ หรือปรับสภาพน้ำก่อนเข้าเครื่องกรอง ในกรณี ควรได้เก็บตัวอย่างน้ำส่งตรวจ ณ ห้องปฏิบัติการ เพื่อตรวจโดยละเอียด และเสนอแนะวิธีแก้ไขที่เหมาะสมต่อไป

๓. ปริมาณคลอไรด์ (Chloride - Cl^-)

เกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.๒๕๒๔ และ พ.ศ.๒๕๓๔ กำหนดปริมาณคลอไรด์ที่ยอมให้มีในน้ำดื่ม ดังนี้

คลอไรด์ (Cl^-) ไม่เกิน ๒๕๐ มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l)

แนวทางการวิเคราะห์ผลและแก้ไข

สำหรับหน่วยเรือแล้ว ค่าคลอไรด์ ถือเป็นค่าที่สำคัญ เนื่องจากเป็นค่าแสดงถึงความเค็มที่มีอยู่ในน้ำ ควรให้ความสนใจในการตรวจค่านี้ เนื่องจากหากนำน้ำทะเลมาผ่านเครื่องกรองน้ำ RO แล้ว ค่านี้จะลดลงอย่างชัดเจนหากเมมเบรนยังคงมีอายุการใช้งาน ถ้าเป็นกรณีใช้น้ำทะเลเป็นน้ำดิบในการผลิตน้ำดื่ม ไม่จำเป็นต้องตรวจหาค่านี้ในน้ำทะเล (ตัวอย่างที่ ๑) เพราะในน้ำทะเลมีความเค็ม และมีค่าคลอไรด์สูงมาก ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองสารเคมีในการตรวจโดยไม่จำเป็น นอกจากนี้ ในบางครั้งค่านี้อาจสูงเกินเกณฑ์ได้ในกรณีหลังจากล้างฟื้นฟูเรซิ่นด้วยน้ำเกลือ แล้วทำการล้างน้ำเกลือออกจากเรซิ่นได้ไม่หมด (ใช้น้ำจืดไล่น้ำเกลือน้อยเกินไป) ทำให้ค่านี้สูงได้ในน้ำดื่มได้เช่นกัน

ถ้าค่าคลอไรด์ ของน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม (ตัวอย่างที่ ๒) มีค่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ให้ดูผลตามลำดับ ดังนี้

กรณี ๑ ใช้น้ำจืดเป็นน้ำดิบในการผลิตน้ำดื่ม

- น้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม (ตัวอย่างที่ ๒) ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ และมีค่าสูงกว่ากับน้ำก่อนผ่านเครื่องกรอง (ตัวอย่างที่ ๑)
- เพิ่งทำการล้างเรซิ่นด้วยน้ำเกลือหรือไม่ ถ้าใช่ ให้ผ่านน้ำจืดลงในเรซิ่นจนเกลือไม่ตกค้างในระบบ แล้วเก็บตัวอย่างตรวจใหม่

กรณี ๒ ใช้น้ำทะเลเป็นแหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำดื่ม (เครื่อง RO)

- น้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม (ตัวอย่างที่ ๒) ไม่เป็นไปตามเกณฑ์
- ทำการล้างเมมเบรนตามวิธีการของคู่มือเครื่อง แล้วเก็บตัวอย่างตรวจหากยังเป็นไปตามเกณฑ์
- ตรวจสอบอายุการใช้งานของเมมเบรน ของเครื่องกรองน้ำ RO ถ้าหมดอายุให้ดำเนินการเปลี่ยนเมมเบรน

สรุป

เครื่องกรองน้ำดื่มที่มีใช้งานในกองทัพเรือหรือขายตามท้องตลาด ผู้ขายมักเสนอขายโดยใช้ข้อมูลประสิทธิภาพของเครื่องในการกรองน้ำดื่ม แต่หากสอบถามถึงการบำรุงรักษาต่าง ๆ จะมีน้อยรายนักที่สามารถให้ข้อมูลที่ดีแก่ผู้ซื้อ ในบางครั้งพบว่าผู้ขายแทบไม่มีความรู้เลยในการบำรุงรักษาผลิตภัณฑ์นั้น ๆ โดยผู้ซื้อมักตัดสินใจซื้อเนื่องจากต้องการนำมาใช้กรองน้ำให้มีคุณภาพดีใช้ดื่มได้อย่างสนิทใจ แต่หลังจากนำมาใช้มาแล้ว มักจะใช้อย่างเดียวไม่ได้ทำการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำดื่มเลย หรืออาจทำบ้างนาน ๆ ครั้ง ดังนั้นประสิทธิภาพต่าง ๆ ในการกรองจะลดลง ไม่สามารถกรองน้ำดื่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ได้ดื่มน้ำที่ไม่สะอาด หรือคุณภาพไม่ดีพอที่จะดื่มได้ นอกจากการบำรุงรักษาตามที่กล่าวมาแล้วผู้ใช้จะต้องทำการเปลี่ยนสารกรองทราย สารกรองคาร์บอน สารกรองเรซิ่น ไส้กรองเซรามิค หลอดอัลตราไวโอเลต และเมมเบรน เมื่อครบอายุการใช้งาน หรือเมื่อหมดประสิทธิภาพ แม้ว่าจะได้ทำการล้างย้อนกลับ หรือทำการล้างคืนสภาพแล้ว อายุการใช้งานของสารกรองทั่ว ๆ ไปจะขึ้นกับคุณภาพน้ำที่นำมาผ่านเครื่องกรอง เช่น น้ำบาดาล หรือน้ำประปา ที่มีค่าความกระด้างมากจะทำให้สารเรซิ่นมีอายุการใช้งานสั้นกว่าปกติ ต้องทำการล้างคืนสภาพบ่อย และมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าปกติ หรือน้ำที่ขุ่น มีสี และกลิ่น จะทำให้อายุการใช้งานของสารกรองทราย สารกรองคาร์บอน และไส้กรองเซรามิค สั้นกว่าปกติ แต่โดยปกติแล้วควรทำการเปลี่ยนสารกรองคาร์บอนทุก ๒ ปี สารเรซิ่น ทุก ๓ ปี ไส้กรองเซรามิคทำการเปลี่ยนเมื่อชำรุด หรืออุดตันจนไม่สามารถกรองน้ำได้ หลอดอัลตราไวโอเลต และเมมเบรน เมื่อครบกำหนดอายุการใช้งานตามคู่มือเครื่อง

ผนวก ก
เกณฑ์มาตรฐานเกี่ยวกับน้ำมันหล่อลื่นใช้การ

๑. น้ำมันเชื้อเพลิงเบนซิน

๑.๑ ออกเทน 91

๑.๒ ออกเทน 95

เกณฑ์กำหนดตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
เรื่อง กำหนดคุณลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซิน พ.ศ. ๒๕๔๗

รายการวิเคราะห์ทดสอบ	Test method	เกณฑ์กำหนด	
		91	95
1. API Gravity @ 15.5° C.	ASTM D 1298	Report	Report
2. Colour	VISUAL	Red	Yellow
3. Distillation	ASTM D 86		
3.1 Initial Boiling Point , ° C.		Report	Report
3.2 10 % Vol. evaporated,° C.		max.70	max.70
3.3 50 % Vol. evaporated,° C.		70 -110	70 -110
3.4 90 % Vol. evaporated,° C.		max.170	max.170
3.5 End Point , ° C.		max.200	max.200
3.6 Residue , %Vol.		max.2.0	max.2.0
4. RVP @ 37.8 ° C., Kpa	ASTM D 323	max.62	max.62
5. Existent Gum , g/100 ml.	ASTM D 381	max.0.004	max.0.004
6. Copper Strip Corrotion (3hr. 50 ° C.)	ASTM D 130	max. No.1	max. No.1

๒. น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล

เกณฑ์กำหนดตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
เรื่อง กำหนดคุณลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ ๒) พ.ศ.๒๕๔๗

รายการวิเคราะห์ทดสอบ	Test method	เกณฑ์กำหนด
1. Specific Gravity @ 60°F	ASTM D 1298	0.81-0.87
2. API	ASTM D 1298	-
3. Colour	ASTM D 1500	max.4.0
4. Viscosity @ 40°C, cSt.	ASTM D 445	1.8-4.1
5. Cetane Index	ASTM D 976	min.47
6. Flash Point , °C.	ASTM D 93	min. 52
7. Distillation	ASTM D 86	min. 6.0
7.1 Initial Boiling Point, °C.		-
7.2 10% Vol.evaporated, °C.		-
7.3 50% Vol.evaporated, °C.		-
7.4 90% Vol.evaporated, °C.		max.357
8. Water & Sediment, % Vol.	ASTM D 2709	max.0.05

๓. น้ำมันหล่อลื่นใช้การ Shell Gadinia SAE 40

๓.๑ เกณฑ์กำหนดของเครื่อง MTU

๓.๒ Recommended Used Oil Test Limits ของบริษัท Shell

รายการวิเคราะห์ทดสอบ	Test method	เกณฑ์กำหนด	
		MTU	Shell
1. Specific Gravity @ 60°F	ASTM D 1298	-	-
2. Viscosity @ 40°C, cSt.	ASTM D 445	-	-
3. Viscosity @ 100°C, cSt.	ASTM D 445	10.5 -18.0	10.8 – 18.0
4. Viscosity Index	ASTM D 2270	-	-
5. Flash Point, °C.	ASTM D 92	min.190	min.205
6. Water Content, % vol.	ASTM D 95	max.0.2	max.0.2
7. Total Base Number, mgKOH/g.	ASTM D 2896	min.6.0	min.6.0
8. n-Pentane Insoluble , %wt.	ASTM D 893	max.4.0	max.4.0

๔. น้ำมันหล่อลื่นใช้การ Shell Rimula 15W 40

๔.๑ เกณฑ์กำหนดของเครื่อง MTU

๔.๒ Recommended Used Oil Test Limits ของบริษัท Shell

รายการวิเคราะห์ทดสอบ	Test method	เกณฑ์ที่กำหนด	
		MTU	Shell
1. Specific Gravity @ 60°F	ASTM D 1298	-	-
2. Viscosity @ 40°C, cSt.	ASTM D 445	-	-
3. Viscosity @ 100°C, cSt.	ASTM D 445	10.5 -18.1	10.9 – 18.1
4. Viscosity Index	ASTM D 2270	-	-
5. Flash Point, °C.	ASTM D 92	min.190	min.181
6. Water Content, % vol.	ASTM D 95	max.0.2	max.0.2
7. Total Base Number,	ASTM D 2896	min.6.0	min.6.0
mgKOH/g.	ASTM D 893	max.4.0	max.4.0
8. n-Pentane Insoluble , %wt.			

๕. น้ำมันหล่อลื่นใช้การ Caltex Delo 300 SAE 30

เกณฑ์กำหนดตาม Warning Limit ของบริษัท Caltex

รายการวิเคราะห์ทดสอบ	Test method	เกณฑ์ที่กำหนด
1. Specific Gravity @ 60°F	ASTM D 1298	-
2. Viscosity @ 40°C, cSt.	ASTM D 445	80 -139
3. Viscosity @ 100°C, cSt.	ASTM D 445	-
4. Viscosity Index	ASTM D 2270	-
5. Flash Point, °C.	ASTM D 92	min.180
6. Water Content, % vol.	ASTM D 95	max.0.2
7. Total Base Number, mgKOH/g.	ASTM D 2896	min.4.0
8. n-Pentane Insoluble , %wt.	ASTM D 893	max.1.5

๖. น้ำมันหล่อลื่นใช้การ Caltex Marine 1000 SAE 40

๖.๑ เกณฑ์กำหนดของเครื่อง MTU

๖.๒ เกณฑ์กำหนดตาม Warning Limit ของบริษัท Caltex

รายการวิเคราะห์ทดสอบ	Test method	เกณฑ์ที่กำหนด	
		MTU	Caltex
1. Specific Gravity @ 60°F	ASTM D 1298	-	-
2. Viscosity @ 40°C, cSt.	ASTM D 445	-	102.7 – 171.3
3. Viscosity @ 100°C, cSt.	ASTM D 445	10.5 -18.8	-
4. Viscosity Index	ASTM D 2270	-	-
5. Flash Point, °C.	ASTM D 92	min.190	min.190
6. Water Content, % vol.	ASTM D 95	max.0.2	max.0.2
7. Total Base Number, mgKOH/g.	ASTM D 2896	min.4.0	min.4.0
8. n-Pentane Insoluble , %wt.	ASTM D 893	max.1.5	max.1.5

๗. น้ำมันหล่อลื่นใช้การ Caltex Compresser Oil 100

เกณฑ์กำหนดตาม Warning Limit ของบริษัท Caltex

รายการวิเคราะห์ทดสอบ	Test method	เกณฑ์ที่กำหนด
1. Specific Gravity @ 60°F	ASTM D 1298	-
2. Viscosity @ 40°C, cSt.	ASTM D 445	86 - 105
3. Viscosity @ 100°C, cSt.	ASTM D 445	-
4. Viscosity Index	ASTM D 2270	-
5. Flash Point, °C.	ASTM D 92	-
6. Water Content, % vol.	ASTM D 95	max.0.2

ผนวก ข

ปริมาณสารปนเปื้อนที่ยอมให้มีในน้ำหล่อเย็น และน้ำสำหรับหม้อไอน้ำ ผลของสารปนเปื้อน และวิธีการกำจัด

ชนิดสารปนเปื้อน	ผลของสารปนเปื้อน	ปริมาณที่ยอมให้	วิธีกำจัด
๑. สี	เกิดฟองในหม้อไอน้ำ		๑. ตกตะกอน ๒. กรอง ๓. ดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์
๒. ตะไคร่น้ำ	เป็นแผ่นติดบนผิวรับความร้อน		- เติมคลอรีน
๓. วัตถุแขวนลอย	เกาะเป็นแผ่นบนผิวรับความร้อน		๑. ตกตะกอน ๒. กรอง
๔. น้ำมัน	๑. เกิดตะกอน ๒. เกิดตะกรัน	5 ppm	๑. กรอง ๒. ตกตะกอน ๓. แยกด้วยตะแกรง
๕. เกลือแมกนีเซียม และแคลเซียม		20 ppm	๑. การกลั่น ๒. ทำให้เป็นน้ำอ่อน ๓. เติมสารเคมีในหม้อไอน้ำ
๖. ด่างที่เกิดจากโซเดียมคาร์บอเนต และโซเดียมไบคาร์บอเนต	๑. เกิดการแตกร้าวบริเวณรอยต่อ ๒. เกิดฟอง ๓. เกิดแคร์รีโอเวอร์	700 ppm	๑. เติมปูนขาว ๒. ทำเป็นน้ำอ่อน [๑] ประเภทปูนขาว และโซเดียม ๓. ปรับสภาพด้วยกรด ๔. ปรับสภาพน้ำด้วยไฮโดรเจนซีโอไลต์ [๒] ๕. ใช้อุปกรณ์ขจัดเกลือแร่ [๓]

๑. : เครื่องทำน้ำอ่อนเรียกทั่วไปตามท้องตลาดทับศัพท์ว่า ซอฟเทนเนอร์ (Softener)

๒. : ซีโอไลต์ เป็นสารผสมทางเคมีที่มีส่วนประกอบของหินปูน โซดา และอลูมินัมออกไซด์

๓. : อุปกรณ์ขจัดเกลือแร่ (Demineralysation) ใช้วิธีการระเหยให้น้ำผ่านทางอุปกรณ์จับประจุบวก และประจุลบ จะทำให้เกลือแร่ในน้ำหมดไป

ชนิดสารปนเปื้อน	ผลของสารปนเปื้อน	ปริมาณที่ยอมให้	วิธีกำจัด
๗. ออกซิเจน	ตัวเร่งให้เกิดการผุกร่อน	0.3 ppm	๑. ไล่อากาศออกโดยใช้ความร้อน [๔] ๒. เติมโซเดียมซัลไฟล์
๘. คาร์บอนไดออกไซด์	ตัวเร่งให้เกิดการผุกร่อน เนื่องจากให้น้ำเป็นกรด	3 ppm	๓. เติมไฮดราซิน ๑. ไล่อากาศออกด้วยความร้อน ๒. เติมด่างให้เป็นกลาง
๙. กรดอิสระ เช่น กรดเกลือ กรดกำมะถัน หรือกรดดินประสิว	เป็นสาเหตุให้เกิดการผุกร่อน	25 ppm	๓. เติมสารเอไมน์ [๕] ๔. เติมโซเดียมซัลเฟต
๑๐. เหล็ก	เกิดการจับเกาะเป็นตะกรัน	ไม่ให้มี	๕. เติมไฮดราซิน - ทำให้เป็นกลางด้วยด่าง
๑๑. ซิลิก้า	เกิดการจับเกาะเป็นตะกรัน	20 ppm 0.3 ppm	๑. กรอง ๒. ตกตะกอน ๓. ทำปฏิกิริยากับอากาศ ๔. ใช้เครื่องทำน้ำอ่อน
๑๒. ซัลเฟต	เกิดเป็นแผ่นฟิล์มของแคลเซียมซัลเฟต และจับเกาะเป็นตะกรัน		ประเภทจับประจุบวก ๑. การกลั่น ๒. การดูดซับ ๓. การทำให้เป็นน้ำอ่อนด้วยกระบวนการร้อน [๖] ๑. การกลั่น ๒. เติมโซดาแอช ๓. เติมฟอสเฟต ๔. ใช้อุปกรณ์ขจัดเกลือแร่

๔. ดีแอเรชั่น (Deairation) การไล่ก๊าซที่ผสมในน้ำดิบด้วยการใช้ความร้อน ซึ่งอาจจะเป็นความร้อนที่ได้จากไอน้ำไอเสียฯ

๕. เอไมน์ (Amines) สารอนุพันธ์ของแอมโมเนียที่เกิดจากการที่อะตอมไฮโดรเจนเข้าไปเป็นส่วนประกอบของโมเลกุลอนุมูลสารประกอบไฮโดรเจนกับคาร์บอน เช่น เมธิลลาไมน์ (CH_3NH_2)

๖. กระบวนการร้อน (hot process) คือ การทำให้น้ำกระด้างเป็นน้ำอ่อนที่อุณหภูมิใกล้เคียงกับจุดเดือดของน้ำ ส่วนกระบวนการเย็น คือ การทำให้น้ำกระด้างเป็นน้ำอ่อนที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดสารปนเปื้อน	ผลของสารปนเปื้อน	ปริมาณที่ยอมให้	วิธีกำจัด
๑๓. คลอไรด์	เกิดการกัดกร่อน	100 ppm	๑. การกลั่น ๒. ใช้อุปกรณ์ขจัดเกลือแร่
๑๔. สารที่ละลายในน้ำทั้งหมด	๑. เกิดฟองที่ผิวน้ำ ๒. สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ๓. เกิดแคร์รีโอเวอร์	3,500 ppm	๑. ควบคุมปริมาณความเข้มข้นตามประเภทของสาร ๒. เปิดน้ำทิ้งจากระบบหล่อเย็นหรือใต้หม้อน้ำ

ผนวก ค
แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล

๑. แบบฟอร์มใบนำส่งตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นใช้การ

ชื่อเรือ.....สังกัด.....

ว.ด.ป.ส่งตัวอย่าง.....

จำนวน ต.ย.ที่ส่งตรวจ.....

ตัวอย่าง ดังนี้

ต.ย.ที่ 1.....

ต.ย.ที่ 2.....

ต.ย.ที่ 3.....

ต.ย.ที่ 4.....

ต.ย.ที่ 5.....

ต.ย.ที่ 6.....

ผู้รับผิดชอบการให้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง และการประสานงานในกรณีเกิดปัญหาในการวิเคราะห์

ยศ-ชื่อ-สกุล.....

ตำแหน่ง .....โทรศัพท์.....

(ลงชื่อ).....

( )

ผู้ส่งตัวอย่าง

ตัวอย่างการกรอกข้อมูลใบนำส่งตัวอย่าง

ชื่อเรือ ร.ล.คีรีรัฐ สังกัด กฟก.๑ กร.

ว.ด.ป.ส่งตัวอย่าง ๖ มี.ค.๖๑

จำนวน ต.ย.ที่ส่งตรวจ ๖

ตัวอย่าง ดังนี้

ต.ย.ที่ 1 นมล.เครื่องจักรใหญ่ ขวา

ต.ย.ที่ 2 นมล.เครื่องจักรใหญ่ ซ้าย

ต.ย.ที่ 3 นมล.เครื่องไฟฟ้าหมายเลข 1

ต.ย.ที่ 4 นมล.เครื่องไฟฟ้าหมายเลข 2

ต.ย.ที่ 5 นมล.เกียร์ขวา

ต.ย.ที่ 6 นมล.แกียร์ ซ้าย

ผู้รับผิดชอบการให้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง และการประสานงานในกรณีเกิดปัญหาในการวิเคราะห์

ยศ-ชื่อ-สกุล ร.อ.เก่ง การนาวี

ตำแหน่ง รอง ตก. ร.ล.คีรีรัฐ โทรศัพท์ ๕๕๑๙๘

(ลงชื่อ) *ร.อ. เก่ง การนาวี*

(เก่ง การนาวี)

ผู้ส่งตัวอย่าง

๒. แบบฟอร์มฉลากติดข้างขวดเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นใช้การ

<u>ฉลากติดข้างขวดน้ำมัน (เก็บตัวอย่างน้ำมันขณะร้อน)</u>

เรือ/หน่วยงาน ..... ว.ด.ป. ..... ครั้งที่ .....
ชนิดตัวอย่างน้ำมัน นมล.ตราอักษร ..... SAE .....
เครื่องยนต์ตราอักษร ..... ชม.งานที่ ใช้ ปัจจุบัน .....
เปลี่ยน นมล.ครั้งสุดท้าย เมื่อ ..... ปริมาตรของ นมล.ที่ใช้ ..... ลิตร
วงรอบการใช้งานของ นมล. ..... ชม. จุดเก็บตัวอย่าง .....
นมล.ใช้การแล้ว จำนวน ..... ชม.
ผู้เก็บ ..... ตำแหน่ง ..... โทรศัพท์ .....

ตัวอย่างการกรอกข้อมูลฉลากติดข้างขวดน้ำมัน

เรือ/หน่วยงาน ร.ล.คีรีรัฐ ว.ด.ป. ๖ มี.ค.๖๑ ครั้งที่ ๒
ชนิดตัวอย่างน้ำมัน นมล.ตราอักษร เชลล์การ์ดิเนีย SAE 40
เครื่องยนต์ตราอักษร MTU ชม.งานที่ ใช้ ปัจจุบัน ๒๖๔๘
เปลี่ยน นมล.ครั้งสุดท้าย เมื่อ ๓๐ พ.ย. ๖๐ ปริมาตรของ นมล.ที่ใช้ ๔๐ ลิตร
วงรอบการใช้งานของ นมล. ๒๐๐ ชม. จุดเก็บตัวอย่าง คจญ.ซ้าย
นมล.ใช้การแล้ว จำนวน ๑๐๐ ชม.
ผู้เก็บ จ.อ.ปรีชา ใจกล้า ตำแหน่ง จ่าช่างกล โทรศัพท์ ๕๔๖๒๒

๓. แบบฟอร์มการบันทึกผลการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นใช้การโดยใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ

ร.ล...... **จุดเก็บ ตย**..... **เครื่องยนต์/รุ่น/ตราอักษร**.....									
ชนิด นมล...... **วงรอบการใช้งาน นมล.**..... **ชม.**									
วดป.ตรวจ	ชม.งานที่ใช้ปัจจุบันของเครื่อง	ชม.ใช้การ นมล.	รายการตรวจวิเคราะห์					ผู้ตรวจ	หมายเหตุ
			Fuel Dilution	ความหนืด	Water cont.	Spot Test	ความเป็นกรด		

ตัวอย่างการกรอกแบบฟอร์มการบันทึกผลการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นใช้การโดยใช้ชุดตรวจน้ำมันหล่อลื่นประจำเรือ

ร.ล. สิมิลัน **จุดเก็บ ตย** เครื่องจักรใหญ่ซ้าย **เครื่องยนต์/รุ่น/ตราอักษร** MTU

ชนิด นมล. เชลล์การ์ดิเนีย SAE 40 **วงรอบการใช้งาน นมล.** ๒๕๐ **ชม.**

วดป.ตรวจ	ชม.งานที่ใช้ปัจจุบันของเครื่อง	ชม.ใช้การ นมล.	รายการตรวจวิเคราะห์					ผู้ตรวจ	หมายเหตุ
			Fuel Dilution	ความหนืด	Water cont.	Spot Test	ความเป็นกรด		
25 มิ.ย.60	3015	50	ผ่าน	ผ่าน	1-ผ่าน	1-ผ่าน	ผ่าน	จ.อ.นาวี ช.	
10 ก.ค.60	3065	100	ผ่าน	ผ่าน	1-ผ่าน	1-ผ่าน	ผ่าน	จ.อ.นาวี ช.	
25 ก.ค.60	3115	150	ผ่าน	ผ่าน	1-ผ่าน	2-ผ่าน	ผ่าน	จ.อ.นาวี ช.	
31 ก.ค.60	3130	165*	ไม่ผ่าน	ผ่าน	2-รอทดสอบซ้ำ	2-ผ่าน	ผ่าน	จ.อ.นาวี ช.	* ตรวจก่อนครบ 50 ชม. ใช้การ เนื่องจากเครื่องยนต์ร้อนผิดปกติ

๔. แบบฟอร์มการบันทึกผลการวิเคราะห์น้ำหล่อเย็นโดยใช้ชุดตรวจน้ำประจำเรือ

วดป.ตรวจ	จุดเก็บ ตย.	ชม.งานที่ใช้ปัจจุบันของเครื่อง	รายการตรวจวิเคราะห์และเกณฑ์กำหนด				ผู้ตรวจ	หมายเหตุ
			กรด – ด่าง 6.5 – 8.0	ความกระด้าง ไม่เกิน 180 ppm	คลอไรด์ ไม่เกิน 100 ppm	สารห้ามสนิม 0.4 – 1.5%		

ตัวอย่างการกรอกแบบฟอร์มการบันทึกผลการวิเคราะห์น้ำหล่อเย็นโดยใช้ชุดตรวจน้ำประจำเรือ

วดป.ตรวจ	จุดเก็บ ตย. น้ำหล่อเย็น	ชม.งานที่ใช้ปัจจุบันของเครื่อง	รายการตรวจวิเคราะห์และเกณฑ์กำหนด				ผู้ตรวจ	หมายเหตุ
			กรด – ด่าง 6.5 – 8.0	ความกระด้าง ไม่เกิน 180 ppm	คลอไรด์ ไม่เกิน 100 ppm	สารห้ามสนิม 0.4 – 1.5%		
10 พ.ค.60	คจญ.1	3550	7.0	34.2	60	0.4 – 1.5%	จ.อ.เก่ง ก.	
	คจญ.2	3145	7.5	51.3	90	0.4 – 1.5%	จ.อ.เก่ง ก.	
	คฟฟ.1	3650	7.5	68.4	60	น้อยกว่า 0.4 %*	จ.อ.เก่ง ก.	* ไม่ผ่าน
	คฟฟ.2	3455	6.5	17.1	30	0.4 – 1.5%	จ.อ.เก่ง ก.	

๕. แบบฟอร์มการบันทึกผลการวิเคราะห์น้ำดื่มโดยใช้ชุดตรวจน้ำประจำเรือ

วดป.ตรวจ	จุดเก็บ ตย.	รายการตรวจวิเคราะห์และเกณฑ์กำหนด			ผู้ตรวจ	หมายเหตุ
		กรด – ด่าง 6.5 – 8.5	ความกระด้าง ไม่เกิน 100 ppm	คลอไรด์ ไม่เกิน 250 ppm		

ตัวอย่างการกรอกแบบฟอร์มการบันทึกผลการวิเคราะห์น้ำดื่มโดยใช้ชุดตรวจน้ำประจำเรือ

วดป.ตรวจ	จุดเก็บ ตย.	รายการตรวจวิเคราะห์และเกณฑ์กำหนด			ผู้ตรวจ	หมายเหตุ
		กรด – ด่าง 6.5 – 8.5	ความกระด้าง ไม่เกิน 100 ppm	คลอไรด์ ไม่เกิน 250 ppm		
10 พ.ค.61	ตย.1 น้ำก่อนเข้าเครื่องกรองน้ำดื่ม	8.0	171	180	จ.ท.กล้า ก.	ต.ย.1 ไม่นำมาเทียบกับเกณฑ์
	ตย.2 น้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม	8.0	34.2	180	จ.ท.กล้า ก.	
17 พ.ค.61	ตย.1 น้ำก่อนเข้าเครื่องกรองน้ำดื่ม	8.0	171	180	จ.ท.กล้า ก.	ต.ย.1 ไม่นำมาเทียบกับเกณฑ์
	ตย.2 น้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม	8.0	171*	180	จ.ท.กล้า ก.	* ความกระด้าง ตย.ที่ 1และ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน และไม่ผ่านเกณฑ์ ให้แก้ไขโดยทำการล้างเรซิ่นด้วยน้ำเกลือ
17 พ.ค.61	ตย.1 น้ำก่อนเข้าเครื่องกรองน้ำดื่ม	8.0	171	180	จ.ท.กล้า ก.	ต.ย.1 ไม่นำมาเทียบกับเกณฑ์
	ตย.2 น้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม (หลังล้างเรซิ่น)	8.0	17.1	180	จ.ท.กล้า ก.	