ค.532-0001-0862

การตรวจสอบน้ำหล่อระบายความร้อนเครื่องจักรกลในเรือ

คำแนะนำทางช่าง กรมอู่ทหารเรือ

ค.532-0001-0862

การตรวจสอบน้ำหล่อระบายความร้อนเครื่องจักรกลในเรือ

คำแนะนำทางช่าง กรมอู่ทหารเรือ

ประกาศกรมอู่ทหารเรือ

เรื่อง กำหนดมาตรฐานงานช่าง กรมอู่ทหารเรือ

อาศัยอำนาจความในข้อ ๗.๓ และข้อ ๑๒ แห่งระเบียบกรมอู่ทหารเรือ ว่าด้วยมาตรฐานงานช่าง พ.ศ.๒๕๕๑ เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ จึงกำหนดมาตรฐานงานช่าง กรมอู่ทหารเรือ หมายเลข ค.๕๓๒-๐๐๐๑-๐๘๖๒ การตรวจสอบน้ำหล่อระบายความร้อนเครื่องจักรกลในเรือ ไว้ดังรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๑ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๒

พลเรือตรี

(สมัย ใจอินทร์)

เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

ค.532-0001-0862

การตรวจสอบน้ำหล่อระบายความร้อนเครื่องจักรกลในเรือ

แก้ไขครั้งที่_____เมื่อ_____

แก้ไขครั้งที่_____เมื่อ_____

แก้ไขครั้งที่_____เมื่อ_____

<u>รายการแก้ไข</u>

หมายเลขหน้า การแก้ไขครั้งที่

บันทึกการแก้ไข

วัน เดือน ปี	รายการแก้ไข

ค.532-0001-0862

การตรวจสอบน้ำหล่อระบายความร้อนเครื่องจักรกลในเรือ

1. เอกสารอ้างอิง

1. ASTM "Manual on Section and Use of Engine Coolants and Cooling System Chemicals": 4th Edition , 1989
2. MTU_ValueSevice Techical Documentation Fluids and Lubricants A001061/34E , 2010
3. MTU_ValueSevice Techical Documentation Fluids and Lubricants A001064/06E , 2016
4. Fluids and Lubricants A001061/35E: MTU , 2012
5. Development of Non-Amine Type Engine Coolant :KOMATSU TECHNICAL REPORT : Kouji Iijima, Satoshi Ohkawa and Keisaku Iwakata , 2002 Vol. 48 No.149
6. ALS TRIBOLOGY "Engine Coolant Reference Guide" , 2015
7. Diesel Engine Coolant Analysis New Application for Established Instrumentation : Daniel P. Anderson , Malte Lukas and Brian K. Lynch , 1998
8. OIL AND COOLANT DIAGNOSTICS,YOU CAN COUNTION : ZEPPELIN Power System CAT
9. Technical Data Sheet "Cooling System Maintenance Impacts Overall Engine Health" : BUREAU VERITAS
10. ANALYSIS OF ETHEYLENE GLYCOL-BASED ENGINE COOLANT AS A VEHICLE FIRE FUEL : Wendell C. Hull, Cale Robertson, Jonathan Mullen, Jack Stradling and Benjamin Sidwell , ISFI 2008
11. UNDERSTANDING COOLANTS : PENRITE
12. COOLANT /ANTI FREEZE "WHAT IS COOLANT? WHAT IS ANTIFREEZE": Behran oil co.
13. Extending the Life of Coolant : Polytest Laborlatoties

2. การแจกจ่าย

ดูรายการ "การแจกจ่าย" ท้ายเล่ม

3. ความมุ่งหมาย

-

4. ขอบเขต

-

5. เนื้อเรื่อง

5.1 ความรู้เกี่ยวกับน้ำหล่อเย็นเบื้องต้น

กระบวนการเคลื่อนไหวทางกลของเครื่องจักรจะก่อให้เกิดอุณหภูมิสูงจากการเสียดทานกันของวัสดุ ซึ่ง

การไม่ควบคุมขนาดของอุณหภูมิจะส่งผลให้เกิดความเสียหายกับเครื่องจักรได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นเครื่องยนต์จึงต้องมีระบบหล่อเย็นเพื่อควบคุมผลกระทบดังกล่าว การควบคุมอุณหภูมิกระทำโดยการพาความร้อนออกจากระบบด้วยน้ำหล่อเย็นนั้นเอง ซึ่งการทำงานของน้ำหล่อเย็นให้ได้ผลที่เหมาะสมนั้นคุณภาพของน้ำหล่อเย็นจะเป็นต้องอยู่ในสภาพที่เหมาะสมด้วย ดังนั้นการตรวจสภาพน้ำหล่อเย็นจึงมีความจำเป็นเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานของระบบหล่อเย็นได้อย่างเหมาะสม

5.1.1 น้ำหล่อเย็น (Coolant) คือ ส่วนประกอบระหว่างน้ำจืด (Freshwater) และสารหล่อเย็น (Coolant additive) ที่ผสมรวมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสมประเภทของสารหล่อเย็น แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

5.1.1.1 สารหล่อเย็นกลุ่ม A เป็นสารหล่อเย็นที่มีส่วนผสมของสารต่อต้านการแข็งตัวและต่อต้านการเดือด เช่น อีเทอร์นอล (Ethylene) ไกลคอล (Glycol) หรือ โพรไพลีนไกคอล (Propylene Glycol)

5.1.1.2 สารหล่อเย็นกลุ่ม B เป็นสารหล่อเย็นที่ไม่มีส่วนผสมของสารต่อต้านการแข็งตัวและต่อต้านการเดือดจะมีเพียงสารยับยั้งที่จำเป็นเท่านั้น เช่นสารยับยั้งการกัดกร่อน

5.1.2 หน้าที่ของน้ำหล่อเย็น คือ การควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) น้ำหล่อเย็นจะทำงานร่วมกับน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องจักร โดยน้ำหล่อเย็นจะระบายความร้อนน้ำมันหล่อลื่นผ่านฮีทเอ๊กเชนเยอร์ และการออกแบบเครื่องจักรบางแบบก็มีส่วนที่ระบายร้อนโดยตรงจากเครื่องจักรผ่านท่อหรือทางไหลของน้ำหล่อเย็นภายในเครื่องจักรขีดลักษณะทั่วไปของสารหล่อเย็นควรมี ได้แก่

5.1.2.1 เป็นของเหลวที่สามารถถ่ายเทความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.2.2 ไม่ก่อให้เกิดสนิม การกัดกร่อน คาวิเทชั่น (ไม่ก่อให้เกิดฟอง) การเยือกแข็ง และการเกิดอุณหภูมิสูงเกินไป

5.1.2.3 ไม่ทำปฏิกิริยากับพลาสติก และ ยาง

5.1.2.4 คุณสมบัติทางเคมี มีการเปลี่ยนแปลงน้อย

5.1.2.5 สามารถผสมกับน้ำได้อย่างดี

5.1.2.6 สามารถป้องกันการเกิดตะกอน

5.1.3 คุณสมบัติของน้ำหล่อเย็น (Coolant Property) ดังนี้

5.1.3.1 จุดเยือกแข็ง (Freezing Point) เป็นจุดอุณหภูมิของสารหล่อเย็นที่เริ่มกลายเป็นเกล็ดน้ำแข็ง

5.1.3.2 จุดเดือด (Boiling Point) เป็นจุดอุณหภูมิของสารหล่อเย็นที่เริ่มกลายเป็นไอ

5.1.3.3 ค่าความเป็นกรด (pH value) การทดสอบค่าความเป็นกรดมักกำหนดให้ทดสอบในอุณหภูมิ 20^{o}Cค่าpH ที่เหมาะสมจะไม่ต่ำกว่า pH 7.0 โดยมีบริษัทผู้ผลิตเครื่องยนต์ดีเซลบางรายกำหนดให้ค่า pH ของสารหล่อเย็นไม่ต่ำกว่า pH 6.5

5.1.4 สารปรับปรุงคุณภาพน้ำหล่อเย็น (Coolant Additives)

เป็นสารที่ผู้ผลิตเติมลงไปในสารหล่อเย็นเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของน้ำหล่อเย็นให้เหมาะสมกับการใช้งานของเครื่องจักร และสภาวะแวดล้อม มีดังนี้

5.1.4.1 ต่อต้านการกัดกร่อน (Anticorrosive property)

5.1.4.1.1 ต่อต้านการกัดกร่อนเหล็ก

- กลุ่มสารอนินทรีย์ เช่น Sodium Monohydrogen Phosphate (Na_2HPO_4), Sodium Polyphospahate (NaH_2PO_4) Sodium borate ($Nan._2PnO_{3n-1}$)

- กลุ่มสารอินทรีย์ เช่น Sodium Benzoate ($NaC_7H_5O_2$), P-tert-Butyl sodium ($C_{10}H_{11}Na\ O_2$), Triethanolamine ($N(CH_2CH_2OH)_3$)

5.1.4.1.2 ต่อต้านการกัดกร่อนอลูมิเนียมเป็นกลุ่มสารอนินทรีย์ เช่น Sodium Nitrate ($NaNO_3$), Sodium Silicate (Na_2SIO_3))

5.1.4.1.3 ต่อต้านการกัดกร่อนทองแดงเป็นกลุ่มสารอินทรีย์ เช่น Benzotriazole (BT: $C_6H_5N_3$)), Mercapto Benzothiazole (MBT: C_7H_5NS), Tolytriazole (TT: $C_7H_5N_2$)

5.1.4.2 ปรับสภาพ Ph (pH buffer) เป็นสารปรับปรุงคุณภาพที่มีหน้าที่ในการรักษาระดับค่า pH
ให้อยู่ในช่วงใช้งาน เช่น Phosphoric Aciid (H_3PO_4), Sodium Monohydrogen Phosphate (Na_2HPO_4), Sodium Polyphospahate (NaH_2PO_4), Triethanolamine ($N(CH_2CH_2Na\ OH)_3$

5.1.4.3 ป้องกันการเกิดตะกอน

5.1.4.3.1 ยับยั้งการเกิดตะกอน (Scale Inhibitor) เช่น Sodium Benzoate ($NaC_7H_5O_2$)

5.1.4.3.2 ทำให้เกิดการกระจายตัวของตะกอน (Dispersal of Scale) เช่น Polymethacrylate $(C_2H_3COOCH_3)_n$

5.1.4.4 รักษาสมดุลและยับยั้งการเกิดซิลิเคท (Silicate stabilizer and Silicate precipitate inhibitor)

5.1.4.5 ต่อต้านการเกิดฟอง (Antifoaming Agent) ได้แก่ Polyalcohol

5.2 การเปลี่ยนถ่ายน้ำหล่อเย็น

น้ำหล่อเย็นเมื่อใช้ไประยะหนึ่งสารหล่อเย็นจะเสื่อมสภาพทำให้คุณสมบัติที่ควรจะเป็นด้อยคุณภาพลง และนอกจากนั้นจะมีการสะสมของตะกอนและสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ เพิ่มขึ้น ฉะนั้นเมื่อถึงระยะเวลาหนึ่ง จึงต้องมีการถ่ายเปลี่ยนน้ำหล่อเย็นเช่นเดียวกับน้ำมันหล่อลื่น

5.2.1 ระยะเวลาในเปลี่ยนถ่ายน้ำหล่อเย็น

หลังจากใช้งานน้ำหล่อเย็นไปหลังจาก 1 ปี แล้วคุณภาพของสารหล่อเย็นจะเริ่มลดลง และการปนเปื้อนจากสนิม และตะกอนต่าง ๆ ก็จะเพิ่มมากขึ้น โดยทั่วไปแล้วตามคำแนะนำ Manual on Selection and Use of Engine Coolants and Cooling System Chemicals: 4^{th} Edition แนะนำให้เปลี่ยนถ่ายน้ำหล่อเย็นในช่วงเวลาไม่เกิน 2 ปี อย่างไรก็ตาม ช่วงระยะเวลาในการเปลี่ยนอาจจะขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องจักรและประเภทของสารหล่อเย็นควรตรวจสอบคำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิตประกอบ

5.2.2 การเลือกสารหล่อเย็น

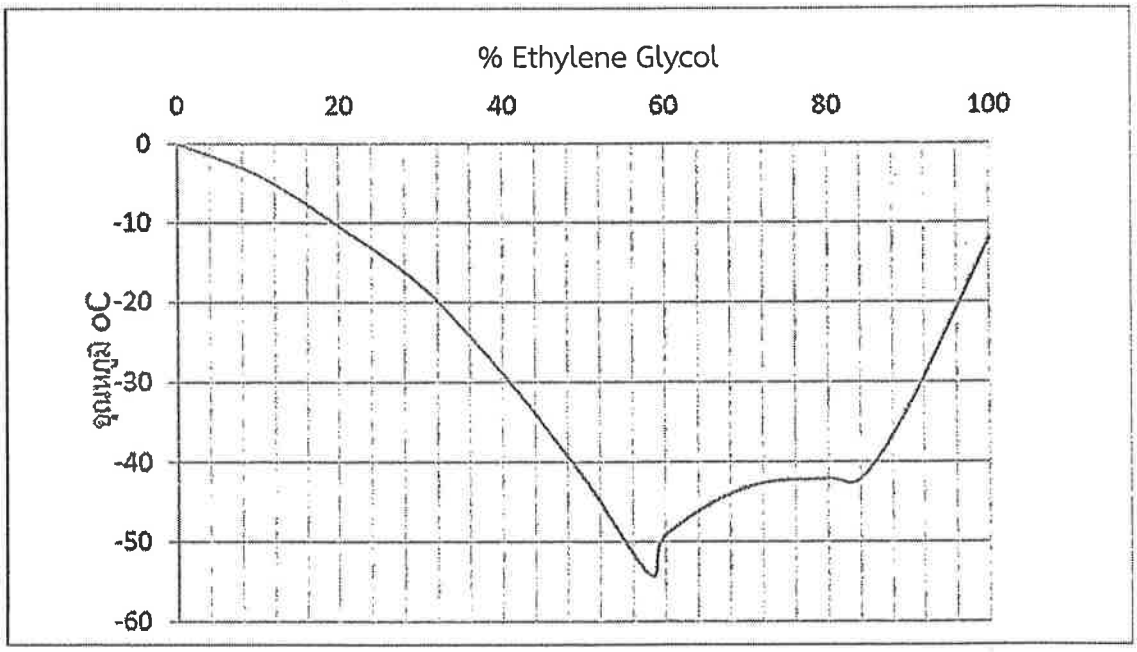
การเลือกใช้สารหล่อเย็นทั่วไปจะขึ้นอยู่ลักษณะในการใช้งาน ลักษณะของเครื่องจักร สภาวะแวดล้อมโดยมีการพิจารณา ดังนี้

- คำแนะนำการใช้งานของผู้ผลิตเครื่องจักร
- การกำจัดน้ำมันที่หลุดเข้าระบบ (Tramp oil rejection)
- ความสามารถในการกำจัดของแข็ง (Ability to settle out solids) ข้อมูลตามตารางที่ 1, 2 รูปที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงจุดเดือดและจุดเยือกแข็งน้ำหล่อเย็น (โดยประมาณ) จากผลกระทบจากอัตราส่วนผสมสารหล่อเย็นประเภท อีเทอร์ลีนไกคอล (Ethylene Glycol)

เปอร์เซ็นต์สารหล่อเย็นประเภทไกคอลโดยปริมาตร	จุดเดือด		จุดเยือกแข็งที่ความดันบรรยากาศ
	ที่ความดันบรรยากาศ	ที่ความดันใช้งาน 103 kPa	
44%	107.0 °C	128.0 °C	-30.0 °C
50%	107.2 °C	129.0 °C	-36.6 °C
60%	111.0 °C	132.0 °C	-50.0 °C
70%*	114.0 °C	136.0 °C	-69.0 °C

หมายเหตุ * ไม่แนะนำให้ใช้ส่วนผสมของสารหล่อเย็นเกินกว่า 68% เนื่องจากถ้าสารหล่อเย็นมีส่วนผสมมากกว่านี้แล้ว จะทำให้คุณสมบัติต่อต้านการแข็งตัวลดลงตามกราฟด้านล่าง



รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมสารหล่อเย็นประเภท อีเทอร์ลีนไกคอล (Ethylene Glycol) และจุดเยือกแข็ง (โดยประมาณ)

ตารางที่ 2 คุณลักษณะทางกายภาพของสารประกอบน้ำหล่อเย็น

คุณลักษณะ	น้ำ	เมทริลแอลกอฮอล	อีเทอร์นอล ไกคอล
ค่าความถ่วงจำเพาะที่ 20°C	1.00	0.7924	1.1155
ค่าความร้อนจำเพาะ cal/g	0.99765	0.600	0.574
จุดเยือกแข็ง - บริสุทธิ์ - ผสมน้ำ 50%	 0 °C -	 -97 °C -44.5 °C	 -13.3 °C -36.6 °C
จุดเดือด บริสุทธิ์ ผสมน้ำ 50%	 100 °C -	 64.5 °C 24.4 °C	 197.3 °C 107.2 °C
กำลังดันไอที่ 20°C mmHg	17.535	96.1	0.12
จุดวาบไฟ (ถ้วยเปิด)	-	15.6 °C	115.6 °C
ความหนืดที่ 20°C, cP	1.01	0.59	20.9

5.2.3 คุณลักษณะน้ำจืดที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นน้ำหล่อเย็น

คุณลักษณะน้ำจืดตามการแนะนำของ ASTM ตารางที่ 3 และ ตามการแนะนำของ MTU ตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ข้อแนะนำของ ASTM :Manual on Section and Use of Engine Coolants and Cooling System

Chemicals: 4th Edition

คุณสมบัติ	ค่าต้องการ
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid)	ไม่เกิน 340 ppm (20 grains/gal.)
ค่าความกระด้าง (Total Hardness)	ไม่เกิน 170 ppm (10 grains/gal.)
คลอไรด์ (Chloride: Cl)	ไม่เกิน 40 ppm (2.5 grains/gal.)
ซัลเฟท (Sukfate: SO_4)	ไม่เกิน 100 ppm (5.8 grains/gal.)

ตารางที่ 4 คุณลักษณะน้ำจืดตามข้อแนะนำของ MTU

รายการ	เกณฑ์	หมายเหตุ
ความกระด้างของน้ำ (Total earth alkalines)	ไม่น้อยกว่า 0 mmol/l, 0°d ไม่มากกว่า 2.7 mmol/l, 15°d	1mmol/l = 5.6°d = 100 mg/kg $CaCO_2$ 1°d = 17.9 mg/kg $CaCO_2$, USA 1 °d = 1.79° French hardness 1 °d = 1.25° English hardness
ค่า Ph	ไม่น้อยกว่า 6.5 ไม่มากกว่า 8.0	
ไอออนคลอไรด์ (Chloride ions)	ไม่มากกว่า 100 mg/l	
ซัลเพสไอออน (Sulfate ions)	ไม่มากกว่า 100 mg/l	
Anions Total	ไม่มากกว่า 200 mg/l	
เบคทีเรีย (Bacteria)	ไม่มากกว่า 10^3FU (colony forming unit)	กำหนดเฉพาะ NTU รุ่น 2000 4000(เครื่องยนต์ที่มีฝาสูบเป็นอลูมิเนียม) ในรุ่น 1600 1800 ไม่กำหนด
ราและยีสท์ (Fungi and yeasts)	ไม่กำหนด	

- ความต้านทานแบคทีเรีย (Bacterial resistance)
- ความสามารถในการรวมตัวกับน้ำมัน (Emulsification capability)
- การเกิดโฟมและการป้องกัน (Foaming nature and resistance)
- อายุการใช้งานของสารหล่อเย็นที่เหมาะสม (Optimal coolant life)
- อายุการใช้งานของน้ำหล่อเย็นตามมาตรฐานอุตสาหกรรมในปัจจุบัน (Longevity of coolant as measured against current industrial stands)
- ราคา (Cost of coolant)
- การก่อให้เกิดปฏิกิริยากัดกร่อน (Chemical restriction reactivity of coolant)
- คุณภาพการหล่อลื่น (Lubricating quality)
- ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradability)
- คุณภาพของน้ำจืด (Water compatibility and requirements)
- ประวัติการใช้งานของสารหล่อเย็น (History of dermatitis)

5.3. การเก็บตัวอย่างน้ำหล่อเย็น

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการเก็บตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเป็นตัวแทนของน้ำหล่อเย็นในระบบทั้งหมด

5.3.1 ตำแหน่งสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำหล่อเย็น

5.3.2.1 หากเครื่องจักรมีการติดตั้งวาล์วสำหรับเก็บน้ำหล่อเย็นให้เก็บตัวอย่างผ่านทางวาล์ว

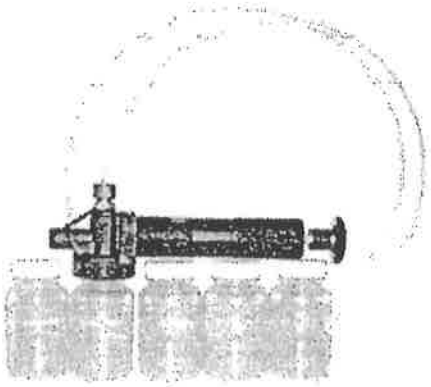
5.3.2.2 หากเครื่องจักรไม่มีการติดตั้งวาล์วสำหรับเก็บน้ำหล่อเย็นควรเก็บตัวอย่างน้ำหล่อเย็นจากหม้อน้ำ หรือฮีทเอ็กเชนเจอร์ (ไม่ควรเก็บตัวอย่างน้ำหล่อเย็นจากถังพักน้ำหล่อเย็น หรือจากรูเดรน)

5.3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นควรใช้การดูดจากหม้อน้ำ หรือฮีทเอ็กเซนเจอร์ ผ่านทางฝาปิดไม่ใช้รูเดรนในการเก็บตัวอย่าง ปั๊มที่ใช้ดูดรวมถึงอุปกรณ์การจัดเก็บมีความสะอาดและแห้ง ก่อนการเก็บตัวอย่างควรเดินเครื่องจักรก่อน และเพื่อความปลอดภัยให้เก็บตัวอย่างหลังจากเลิกเครื่องแล้ว 1 ชั่วโมง

5.3.3 อุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำหล่อเย็น

5.3.3.1 ขวดหรือภาชนะเก็บตัวอย่างเป็นขวดหรือภาชนะที่เป็นขวดใหม่มีฝาปิดมิดชิด หากจำเป็นต้องใช้ภาชนะใช้แล้วให้ล้างให้สะอาด และทำให้แห้งก่อนใช้งาน

5.3.3.2 ต้องใช้ปั๊มในการดูดน้ำหล่อเย็น เป็นปั๊มแบบแยกส่วนแวคกัม (Separate vacuum extraction pump) พร้อมสายดูด



รูปที่ 2 ตัวอย่าง ขวดและปั๊มสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำหล่อเย็น
http://www.mydieseldoctor.com/wp-content/uploads/2015/05/samplingpump.png

5.3.4 การบันทึกข้อมูล การบันทึกข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้การวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นไม่เกิดความผิดพลาดและรวดเร็ว โดยข้อมูลที่จำเป็นมีดังนี้

5.3.4.1 ตราอักษร รุ่น ชื่อเรียก และหมายเลขประจำเครื่องจักร

5.3.4.2 ชั่วโมงการใช้งานและ อายุการใช้งานเครื่องจักร

5.3.4.3 ชั่วโมงการใช้งานน้ำหล่อเย็น

5.3.4.4 ตราอักษร รุ่น และ ชื่อเรียก ของสารหล่อเย็น

5.3.4.5 ข้อมูลจำนวนการเติมน้ำน้ำหล่อเย็น จำนวนและวัน-เวลาที่เติม

6. คำแนะนำในการปฏิบัติ

6.1 การตรวจสอบน้ำหล่อเย็น

6.1.1 ขั้นการตรวจสอบและช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเพื่อการตรวจสอบ (ข้อมูลจาก ZEPPELIN Power Systems CAT: OIL AND COOLANT DIANOSTICS)

6.1.1.1 การตรวจสอบน้ำหล่อเย็นขั้นแรก :

เป็นการตรวจสอบน้ำหล่อเย็นขั้นต้นซึ่งตรวจสอบคุณสมบัติทั่วไปของน้ำหล่อเย็น มี

ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบทุกวงรอบการใช้งานเครื่องจักรทุก ๆ 500 ชั่วโมง โดยมีรายการการตรวจสอบดังนี้

- Glycol concentration (frost protection temperature)
- Nitrite concentration
- pH value
- Conductivity
- Appearance
- Smell

6.1.1.2 การตรวจสอบน้ำหล่อเย็นขั้นที่ 2

เป็นการตรวจสอบตามข้อ 4.1 และเพิ่มการตรวจสอบถึงคุณลักษณะทางเคมีและอื่น ๆ มีระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบทุก ๆ 1 ปี โดยมีรายการการตรวจสอบดังนี้

- การตรวจสอบทั้งหมดตามข้อ 4.1
- การตรวจสอบเพื่อหาสาเหตุของการกัดก่อนและการเกิดสิ่งปนเปื้อน Identifying the cause of metal corrosion and contamination
- การตรวจหาสารปนเปื้อนสะสมที่ทำให้เกิดตะกอน Identifying accumulated contaminants that cause scale
- การตรวจหาสิ่งสกปรกสะสม Identifying accumulated impurities
- ระบุองค์ประกอบอิเล็กโตไลสิสในน้ำหล่อเย็น Identifying potential electrolysis in the engine cooling system
- การตรวจหาปริมาณโลหะทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการกัดกร่อน Quantitative determination of all metals that can appear due to corrosion
- การตรวจหาปริมาณสารป้องกันการกัดกร่อนทั้งหมด Quantitative determination of all corrosion protection additive

6.2 การตรวจสอบจากการมองเห็น

การตรวจสอบน้ำหล่อเย็นจากสิ่งที่มองเห็นได้ ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การตรวจสอบตัวอย่างน้ำหล่อเย็นจากการสังเกตด้วยตาเปล่า

สิ่งที่มองเห็น	ลักษณะที่เหมาะสม	การสังเกต	สาเหตุ	การดำเนินการแก้ไข
ความใส	สะอาด	มีลักษณะขุ่นหรือทึบแสง	สารหล่อเย็นเครื่องยนต์ที่เสื่อมสภาพหรือปนเปื้อนหรือมีส่วนผสมของสารหล่อเย็นที่เข้ากันไม่ได้	ตรวจสอบอายุการเก็บรักษาของสารหล่อเย็น ตรวจสอบตามคำแนะนำของคู่มือการใช้สารหล่อเย็น
สี	สะอาด และมีสีเช่นเดิมกับน้ำหล่อเย็นที่ได้ผสมสารหล่อเย็นไป	มีสีน้ำตาล สามารถบ่งชี้ได้โดยเทียบกับสีที่แตกต่างจากน้ำหล่อเย็นที่ผสมแล้ว	สารหล่อเย็นลดลงหรือเสื่อมสภาพ	เมื่อพบว่าน้ำหล่อเย็นกลายเป็นสีน้ำตาลให้ตรวจสอบตามคำแนะนำของคู่มือการใช้สารหล่อเย็น
ตะกอนที่มองเห็นได้	ไม่มี	การปรากฏตัวของตะกอนมักเป็นตัวบ่งชี้การเกิดการตกตะกอนของสารปรับปรุงสภาพ การกัดกร่อนสนิมหรือสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ	การสึกหรอของปั๊มน้ำและซีล, การเกิดรูพรุนที่ปลอกสูบ,การกัดกร่อนของทองแดงและอลูมิเนียม การสึกหรอของฝาปิดและฮีทเอกเชนเจอร์ การเก็บตัวอย่างที่ไม่ดี	เพิ่มเติม SCA filter ประกอบในระบบน้ำหล่อเย็น
ชั้นของน้ำมันที่มองเห็นได้	ไม่มี	มีการปนเปื้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงหรือน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งโดยปกติแล้วจะเป็นลักษณะแยกชั้นกับน้ำหล่อเย็น	มีกาซเสียรั่วไหลเข้าระบบน้ำหล่อเย็น มีน้ำมันรั่วไหลในฮีทเอ็กเชจเจอร์ การเก็บตัวอย่างที่ไม่ดี	ตรวจสอบสภาพซีล ต่าง ๆ

6.3 สิ่งปนเปื้อนในน้ำหล่อเย็นและแหล่งที่มา

การตรวจสอบอนุภาคที่มีอยู่ในน้ำหล่อเย็นจะสามารถวิเคราะห์การสึกหรอและการกัดกร่อนได้ในลักษณะคล้ายกับการตรวจน้ำมันหล่อใช้แล้ว โดยจะสามารถแยกแยะสิ่งที่ตรวจพบได้เป็น จากสิ่งปนเปื้อน จากสารปรับปรุงคุณภาพ และจากน้ำจืดได้ดังนี้

6.3.1 สิ่งปนเปื้อนที่เกิดจากการเสียดสีการกัดกร่อนภายในระบบน้ำหล่อเย็นโดยทั่วไป ตามตารางที่ 6 แต่ทั้งนี้ต้องตรวจสอบจากบริษัทผู้ผลิตเพื่อความถูกต้องก่อนการวิเคราะห์

ตารางที่ 6 สิ่งปนเปื้อนที่เกิดจากการเสียดสีการกัดกร่อนภายในระบบน้ำหล่อเย็น

ชิ้นส่วน	ชนิดวัสดุที่ตรวจพบ
พัดน้ำ (Water Pump)	เหล็กหล่อ เรซิน ไนลอน อลูมิเนียม คาร์บอนความแข็งสูง
ออยล์คูลเลอร์ (Oil Cooler)	เหล็กหล่อ เหล็กกล้าดีเหนียว เหล็กสเตนเลส อลูมิเนียม
ปลอกสูบ (Cylinder Block)	เหล็กหล่อ, VMQ, NBR, EPDM, CR
ยอดสูบ (Cylinder Head)	เหล็กหล่อ ทองเหลือง
เทอร์โทสตัท (Thermostat)	ทองเหลือง อลูมิเนียม เหล็กหล่อ
หม้อน้ำ (Radiator)	ทองเหลือง อลูมิเนียม โลหะบัดกรี
ท่อทาง	SBR NBR EPDM VMQ
อาฟเตอร์คูลเลอร์ (After Cooler)	ทองแดง ปลอกหุ้มทองแดง

6.3.2 สารองค์ประกอบสารหล่อเย็นประกอบด้วย โบรอน โมริบดินัม ฟอสฟอรัส โปเตสเซียม ซิลิคอน และ โซเดียม

6.3.3 สารที่ตรวจพบจากน้ำจืดประกอบด้วย แคลเซียม แมงกานีส

การแจกจ่าย

หน่วย	จำนวนเล่ม	เลขทะเบียน
กพช.อร		
จก.กพช.อร.	1	
ผ.วิชาการ กวจพ.กพช.อร.	1	
ห้องสมุด กวจพ.กพช.อร.	5	
กคภ.กพช.อร.	2 (รวมต้นฉบับ)	
กผช.อร.		
กผงร.กผช.อร.	1	
กอร.กผช.อร.	1	
กอจ.กผช.อร.	1	
กอฟ.กผช.อร.	1	
อธบ.อร.		
กผป.อธบ.อร.	1	
กงน.อธบ.อร.		
อจปร.อร.		
ห้องสมุด อจปร.อร.	3	
กพ.อจปร.อร.		
คป.อจปร.อร.		
กผป.อจปร.อร.	1	
กพห.อจปร.อร.		
กอบ.อจปร.อร.		
กพด.อจปร.อร.		
กคภ.อจปร.อร.	1	
กชส.อจปร.อร.	1	
กรก.อจปร.อร.	1	
กรล.อจปร.อร.	1	
กบต.อจปร.อร.	1	
กบก.อจปร.อร.		
อรม.อร.		
กจก.อรม.อร.		
กพ.อรม.อร.		

หน่วย	จำนวนเล่ม	เลขทะเบียน
กผป.อรม.อร.	1	
กคภ.อรม.อร.	1	
กรก.อรม.อร.	1	
กรล.อรม.อร.	1	
กฟฟ.อรม.อร.	1	
กสน.อรม.อร.		
กพด.อรม.อร.		
กรง.ฐท.สส.		
กผกช.กรง.ฐท.สส.	1	
กงน.กรง.ฐท.สส.	1	
ฐท.สข.		
กงน.ฐท.สข.	1	
ฐท.พง.		
กงน.ฐท.พง.	1	