



การวิเคราะห์สารเติมแต่งในน้ำมันเครื่องยนต์ ตามมาตรฐาน ASTM D4951

ผู้จัดทำ: รพีพร สุคนธ์ภิภาค

บทนำ

น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์หรือน้ำมันเครื่อง มีหน้าที่หล่อลื่นชิ้นส่วนต่างๆ ลดการเสียดสีและการสึกหรอ ระบายความร้อน และอุดช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ ทั้งยังป้องกันการรั่วซึมไม่ให้ความดันรั่วไหล ทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ น้ำมันเครื่องนี้ส่งผลโดยตรงต่ออายุการใช้งานของเครื่องยนต์

น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานมีด้วยกันสองชนิด ได้แก่

- น้ำมันแร่ (Mineral) ซึ่งได้จากกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมโดยตรง
- น้ำมันหล่อลื่นสังเคราะห์ (Synthetic) เป็นการนำน้ำมันแร่ไปผ่านกระบวนการทางเคมีให้มีคุณภาพดีขึ้น มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

สารเติมแต่งน้ำมัน เป็นสารประกอบทางเคมีชนิด ออร์แกนิก เมทัลลิก การสันดาปภายในเครื่องยนต์เป็นเวลานาน หากไม่มีสารเติมแต่งดังกล่าวจะทำให้เกิดการเสื่อมสภาพ การรั่วไหล และการสึกหรอของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ โดยสารเติมแต่งที่ใช้สำหรับความหนืดและการหล่อลื่น การควบคุมสิ่งปนเปื้อน และช่วยให้สารหล่อลื่นทำงานได้ดีภายใต้สภาวะรุนแรงเช่นอุณหภูมิหรือแรงดันที่สูง

สารเติมแต่งน้ำมันแบ่งได้เป็น

- เพื่อควบคุมการสลายตัวของสารเคมี เช่นใช้เพื่อทำความสะอาด และทำให้สิ่งสกปรกในน้ำมันเกิดการขบข้นขึ้นส่วนเครื่องยนต์ให้น้อยที่สุด
- เพื่อเพิ่มความหนืด
- เพื่อลดแรงเสียดทาน ยับยั้งการสึกหรอ
- เพื่อควบคุมสารปนเปื้อน เช่นสารกระจายตัว ทำให้ไม่จับตัวกันเป็นก้อน
- เพื่อต้านการเกิดฟองอากาศและโฟมในน้ำมัน ซึ่งจะทำให้สูญเสียการหล่อลื่น เกิดรูพรุนและการกัดกร่อน
- เพื่อเหตุผลอื่นๆ เช่น ปรับสภาพซีลให้ลดการรั่วซึมของน้ำมัน

การวิเคราะห์ตรวจสอบน้ำมันหล่อลื่นสามารถบ่งชี้สมรรถนะและสภาพของเครื่องยนต์ โดยพิจารณาจากอัตราการสึกหรอ สภาพของน้ำมันหล่อลื่น อายุการเปลี่ยนถ่าย หรือหากเกิดการเสื่อมสภาพผิดปกติ จะได้ทำการแก้ไขได้อย่างทันท่วงที

การวิเคราะห์การสึกหรอของโลหะในน้ำมันหล่อลื่น แยกได้เป็นสามประเภท ตามแหล่งที่มา

1. การสึกหรอ (Wear Metal) เกิดจากการเสียดทานและการสึกหรอของชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งจะตรวจวัดสภาพของการสึกหรอ
2. สารปนเปื้อนหรืออนุภาคสิ่งสกปรกในระบบหล่อลื่น เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ น้ำมันเครื่อง เสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วผิดปกติ ซึ่งจะนำมาสู่การชำรุดเสียหายของเครื่องยนต์ก่อนเวลาอันควร ค่าความสะอาดของน้ำมันจะตรวจเช็คโดยการนับอนุภาคสิ่งสกปรกตามมาตรฐาน ISO 4406 vs NAS 1638
3. สารเติมแต่งน้ำมัน แสดงถึงธาตุโลหะของสารเติมแต่งในน้ำมันหล่อลื่น

สภาพการสึกหรอ (Wear Condition)		สิ่งสกปรก ปนเปื้อน (Contamination)	สารเพิ่มคุณภาพ
Fe	Al	Na	B
Cr	Ni	Si	Mg
Pb	Ag	H ₂ O	Ca
Cu	Mo		Ba
Sn	Ti		P
			Zn

ตารางที่ 1 แสดงแหล่งที่มาของโลหะสึกหรอที่ตรวจพบในน้ำมันหล่อลื่น

การทดสอบ

การทดสอบองค์ประกอบสารเติมแต่งในน้ำมันหล่อลื่นตามมาตรฐาน ASTM D4951 วัดตัวอย่างที่มีการเจือจางด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสม

ตัวอย่างที่นำมาทดสอบ

- น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์
- น้ำมันเกียร์
- น้ำมันเกียร์อัตโนมัติ (ATF)

สารเคมี

- CONOSTAN Premisolv ICP Solvent
- CONOSTAN base oil
- S21 CONOSTAN oil-based STD 500 mg/kg (Ag, Al, B, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Si, Sn, Ti, V, Zn)
- CONOSTAN oil-base STD 5,000 mg/kg, Y
- CONOSTAN oil-base STD 5,000 mg/kg, Co
- SRM 1085c - Wear Metals in Lube
- SRM 1848 - Lube oil Additive Package

การเตรียมตัวอย่าง

1. Sonicate ตัวอย่างและ STD ใน Sonication bath ประมาณ 15-20 นาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
2. เจือจาง Y ซึ่งใช้เป็น ISTD ด้วย Premisolv ให้ได้ความเข้มข้นประมาณ 10 mg/kg
3. เติม base oil ใน STD ให้มีเมตริกส์เท่ากับตัวอย่าง
4. เจือจางตัวอย่างและ STD ด้วย Premisolv ในอัตราส่วน 1:10 (w/w)
5. เติม Y ลงใน Blank, STD และ ตัวอย่าง ให้มีความเข้มข้นสุดท้ายประมาณ 1 mg/mL

Parameter	Value
RF power	1350 W
Coolant gas flow	14.5 L/min
Auxiliary gas flow	2.0 L/min
Nebulizer gas flow	0.3 L/min
Nebulizer	Glass V-Groove
Spray chamber	Baffled glass cyclonic
Center Tube	1 mm
Plasma View	Radial, 8 mm Height
Mode	Organic
Exposure	10 s
Pump Speed	25 rpm
Pump tubing:	Sample: orange/white Drain: white/white
Repeats	3

ตารางที่ 2 แสดงพารามิเตอร์ของเครื่อง iCAP PRO XP

ผลการทดสอบ

Constituent	λ (nm)	av CAL conc* (mg/kg)	Cert. SRM 1085c (mg/kg)	% Recovery
Barium (Ba)	233.527	310.206	306	101.37
Boron (B)	249.678	302.101	304	99.38
Calcium (Ca)	317.933	311.092	299	104.04
Copper (Cu)	324.754	296.315	298	99.43
Magnesium (Mg)	285.213	301.804	300	100.60
Molybdenum (Mo)	281.615	309.251	305	101.39
Phosphorus (P)	213.618	303.014	304	99.68
Zinc (Zn)	202.548	299.035	285	104.92

ตารางที่ 3 แสดงค่าความเข้มข้น และ % Recovery ของ SRM 1085c (Wear Metal in Lube Oil)

Constituent	λ (nm)	av CAL conc* (mg/kg)	Cert. SRM 1848	% Recovery
Boron (B)	249.678	1311.022	1370	95.70
Calcium (Ca)	317.933	3605.038	3590	100.42
Magnesium (Mg)	285.213	8104.021	8210	98.71
Phosphorus (P)	213.618	7973.004	7880	101.18
Zinc (Zn)	202.548	8806.029	8730	100.78

ตารางที่ 4 แสดงค่าความเข้มข้น และ % Recovery ของ SRM 1848 (Lube Oil Additive)

Constituent	λ (nm)	av CAL conc* (mg/kg)	CAL SRM 1848 (mg/kg)	% Recovery**
Calcium (Ca)	317.933	918.455	3718.017	103.57
Magnesium (Mg)	285.213	530.254	8207.103	99.96
Phosphorus (P)	213.618	704.320	8002.519	101.55
Zinc (Zn)	202.548	774.370	8911.490	102.08

ตารางที่ 5 แสดงค่าความเข้มข้นของธาตุในน้ำมันหล่อลื่น และ % Recovery ของ SRM 1848 (ตัวแปรควบคุม)

Constituent	λ (nm)	Av conc* (mg/kg)	CAL SRM 1848 (mg/kg)	% Recovery**
Boron (B)	249.678	138.350	1397.081	101.98
Phosphorus (P)	213.618	890.466	7991.201	101.41
Zinc (Zn)	202.548	0.713	8994.121	103.03

ตารางที่ 6 แสดงค่าความเข้มข้นของธาตุทั้งสามชนิดในน้ำมันเกียร์ และ % Recovery ของ SRM 1848 (ตัวแปรควบคุม)

*(n=3)

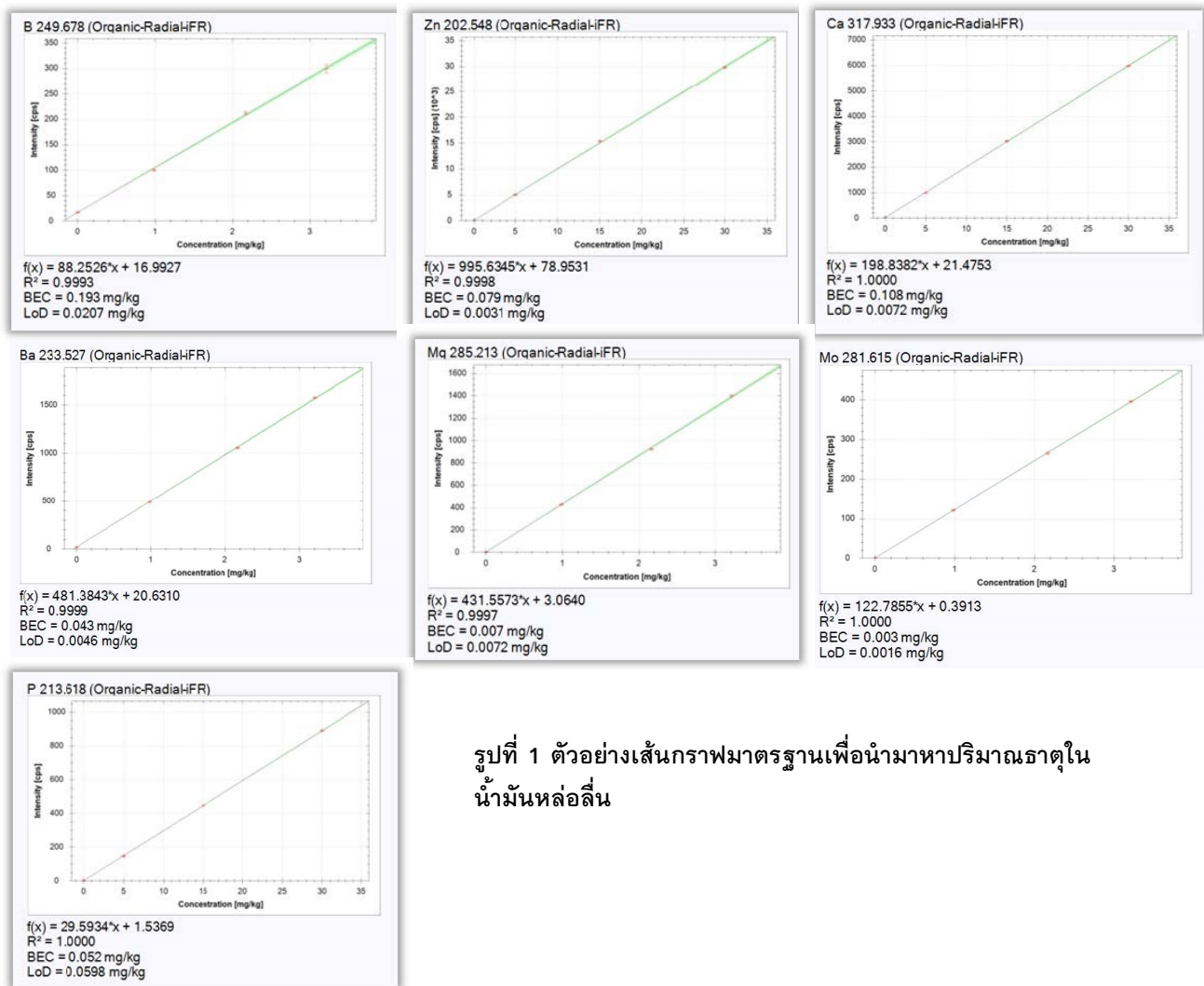
**เปรียบเทียบค่า Certified SRM concentration ดังตารางที่ 4

Constituent	λ (nm)	av CAL conc* (mg/kg)	CAL. SRM 1805c (mg/kg)	% Recovery**
Barium (Ba)	233.527	< LOD	309.501	101.14
Boron (B)	249.678	80.3	301.401	99.15
Calcium (Ca)	317.933	66.7	303.27	101.43
Copper (Cu)	324.754	< LOD	297.35	99.78
Magnesium (Mg)	285.213	0.1	303.516	101.17
Molybdenum (Mo)	281.615	0.012	301907	98.99
Phosphorus (P)	213.618	191.094	300.521	98.86
Zinc (Zn)	202.548	2.7	290.051	101.77

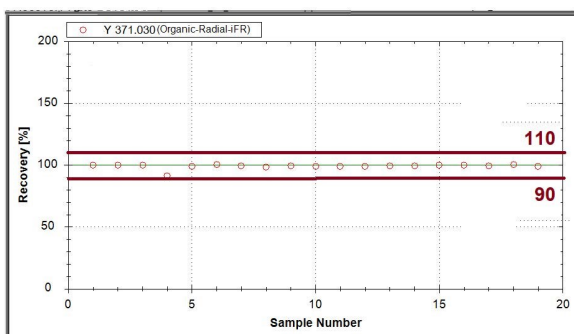
ตารางที่ 7 แสดงค่าความเข้มข้นของธาตุทั้งสามชนิดในน้ำมันเกียร์อัตโนมัติ (ATF) และ % Recovery ของ SRM 1805c (ตัวแปรควบคุม)

*(n=3)

**เปรียบเทียบกับค่า Certified SRM concentration ดังตารางที่ 3



รูปที่ 1 ตัวอย่างเส้นกราฟมาตรฐานเพื่อนำมาหาปริมาณธาตุในน้ำมันหล่อลื่น



รูปที่ 2 % Recovery ของ Y ซึ่งเป็น ISTD

สรุปผลการทดสอบ

iCAP PRO XP - radial ICP-OES จากผู้ผลิต Thermo Fisher Scientific ประเทศสหรัฐอเมริกาถูกออกแบบมาสำหรับตัวอย่างที่มีเมทริกซ์สูงๆ สามารถวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นตามวิธีการทดสอบมาตรฐาน ASTM D4951 ซึ่งจะวิเคราะห์สารเติมแต่งน้ำมันหล่อลื่นที่ทำการเจือจางในอัตราส่วน 1:10 (w/w) ได้โดยตรง นอกจากนี้ยังพบว่าด้วยประสิทธิภาพของเครื่องมือในการทดสอบตัวอย่างที่มีเมทริกซ์สูงๆ ไม่มีการรบกวนจากความยาวคลื่นอื่นๆจึงไม่จำเป็นต้องทำ Inter-Element Correction (IEC)

ค่า % Recovery ของตัวแปรควบคุม อันได้แก่ SRM1848 และ SRM 1805c ในการวิเคราะห์ปริมาณโลหะในน้ำมันหล่อลื่นน้ำมันเกียร์ และน้ำมันเกียร์อัตโนมัติ (ATF) ได้ค่าอยู่ในช่วง $\pm 5\%$

การตรวจน้ำมันหล่อลื่นเพื่อตรวจสอบการเสื่อมสภาพ เพื่อทำการแก้ไขหรือบำรุงรักษาได้ทันเวลาที่ในกรณีที่มีการเสื่อมสภาพเร็วกว่าปกติ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. ASTM D4951-02 : Standard Test Method For Determination Of Additive Elements In Lubricating Oils By Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry

ติดตามแอปพลิเคชันอื่น ๆ ได้ที่ <https://www.scispec.co.th>



บริษัท ชายนี สเปค จำกัด
10 กาญจนภิเษก ซอย 0010 แยกสอง
เขตบางแค กทม. 10160
โทร 02-454-8533



/scispec



@scispec

ThermoFisher
SCIENTIFIC