

การวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน ตามมาตรฐาน ASTM D5185

ผู้เรียบเรียง : รพีพร สุคนธ์ปฏิภาค

บทนำ

น้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูปผลิตจากการผสมน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกับสารเพิ่มคุณภาพ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติ ลักษณะหรือประสิทธิภาพของน้ำมันพื้นฐานให้ดีขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานแต่ละประเภท เมื่อน้ำมันหล่อลื่นผ่านการใช้งานในเครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้และการเสียดสี จะเกิดปฏิกิริยาความร้อน ปฏิกิริยาออกซิเดชัน และสารปนเปื้อนต่างๆ เช่น น้ำ เศษโลหะ กรด ยางเหนียว และสารอินทรีย์ เป็นต้น ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่น เกิดการเปลี่ยนแปลงไป เช่น คุณสมบัติในการหล่อลื่นลดลง ความหนืดเพิ่มขึ้น มีสีดำจากเขม่าที่เกิดจากการเผาไหม้ มีโลหะหนักเจือปน เป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดอายุการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น โดยทั่วไปจะเปลี่ยนถ่ายตามคำแนะนำในคู่มือการใช้งานของเครื่องยนต์ หรือเครื่องจักร และอีกวิธีจะกำหนดโดยการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว

การวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น ตามวิธีการทดสอบสารมาตรฐาน ASTM D5185 ด้วยเทคนิค ICP-OES สำหรับหาปริมาณสารเติมแต่ง การสึกหรอของโลหะ และสารปนเปื้อน ในน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว และใช้ในการพิจารณาเลือกองค์ประกอบในน้ำมันพื้นฐาน นอกจากนี้ใช้เป็นวิธีคัดกรองอย่างรวดเร็วเพื่อตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ เครื่องยนต์ เครื่องจักร เพื่อกำหนดระยะเวลา การบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องยนต์และเครื่องจักร ทำให้ยืดอายุการใช้งาน ลดค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุง ซึ่งสารวิเคราะห์ที่เป็นโลหะ หรือสารประกอบอินทรีย์โลหะ จะต้องละลายได้ในน้ำมัน

ดังนั้นการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว จึงเป็นอีกวิธีที่สามารถบ่งชี้คุณภาพของน้ำมันหล่อลื่น ใน ASTM 5185-18 ได้ ระบุถึงการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วดังนี้

การวิเคราะห์

สารเคมี

- CONOSTAN PremiSolv ICP Solvent
- CONOSTAN base oil
- S21 CONOSTAN oil-based standard 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-based standard 5000 mg/kg, Co
- SRM 1085c - Wear Metals in Lubricating Oil (ความเข้มข้นโดยประมาณ 300 mg/kg)

การเตรียมตัวอย่างและสารมาตรฐาน

- Sonication ตัวอย่างและ stock standard 15-20 นาที ใน Sonication bath (อุณหภูมิประมาณ 60 °C)
- เจือจางสารมาตรฐานภายในโคบอลต์ (Co) ด้วย PremiSolv (ความเข้มข้นสุดท้ายประมาณ 10 mg/kg)
- เติม base oil ในสารมาตรฐาน S-21 (โดยให้เมทริกซ์ของสารมาตรฐาน S-21 เท่ากับเมทริกซ์ของตัวอย่าง)
- เจือจางตัวอย่างและสารมาตรฐาน 1:10 (w/w) ด้วย PremiSolv
- เติมสารมาตรฐานภายในโคบอลต์ (Co) 10 mg/kg 1:10 (w/w) ใน blank, สารมาตรฐาน และตัวอย่าง (ความเข้มข้นสุดท้ายประมาณ 1 mg/kg)



รูปที่ 1 การเจือจางตัวอย่างและสารมาตรฐาน 1:10 (w/w)

Parameter	Value
RF power	1350 W
Coolant gas flow	14.5 L·min ⁻¹
Auxiliary gas flow	2.0 L·min ⁻¹
Nebulizer gas flow	0.30 L·min ⁻¹
Nebulizer	Glass V-Groove
Spray chamber	Baffled glass cyclonic
Center tube	1 mm
Plasma view	Radial
Radial viewing height	8 mm
Mode	Organic
Pump tubing: Solva Flex	Sample: orange/white Drain: white/white
Pump speed	25 rpm
Exposure time	10 s
Repeats	3

ตารางที่ 1 แสดงพารามิเตอร์ของ iCAP PRO XP

Constituent	λ (nm)	Av CAL-conc* (mg/kg)	SRM 1085c (mg/kg)	% Recovery
Aluminum (Al)	306.215	307.120	292	104.87
Barium (Ba)	233.527	299.158	306	97.76
Boron (B)	249.678	305.006	304	100.33
Calcium (Ca)	317.933	307.082	299	102.70
Chromium (Cr)	267.716	309.082	302	102.35
Copper (Cu)	324.754	301.147	298	101.06
Iron (Fe)	238.204	299.088	301	99.36
Lead (Pb)	220.353	310.568	303	102.50
Magnesium (Mg)	285.213	299.037	300	99.68
Manganese (Mn)	257.610	304.973	299	102.00
Molybdenum (Mo)	281.615	311.012	305	101.97
Nickel (Ni)	231.604	309.526	306	101.15
Phosphorus (P)	213.618	305.141	304	100.38
Silver (Ag)	328.068	301.009	298	101.01
Sodium (Na)	589.592	304.021	300	101.34
Silicon (Si)	251.611	289.893	293	98.94
Tin (Sn)	189.989	296.060	298	99.35
Titanium (Ti)	337.280	303.075	300	101.03
Zinc (Zn)	202.548	290.271	285	101.85

ตารางที่ 2 แสดงค่าความเข้มข้นจากการวัด SRM 1085c

*(n=3)

Constituent	λ (nm)	PT av conc. (mg/kg)*	Cert.PT value (mg/kg)	% Recovery of PT
Calcium (Ca)	317.933	880.6	902.7	97.55
Magnesium (Mg)	285.213	526.1	518.6	101.45
Phosphorus (P)	213.618	699.5	689.6	101.44
Zinc (Zn)	202.548	782.5	765.2	102.26

ตารางที่ 3 แสดงค่าความเข้มข้นจากการวัด PT-Lubricant Oil

*(n=3)

Constituent	λ (nm)	used oil (mg/kg)	CAL SRM 1085c (mg/kg)	% Recovery SRM**
Aluminum (Al)	308.215	0.1	305.21	104.52
Chromium (Cr)	267.716	2.54	301.57	99.86
Copper (Cu)	324.754	3.49	302.082	101.37
Iron (Fe)	238.204	30.8	299.102	99.37
Lead (Pb)	220.353	8.0	305.526	100.83
Molybdenum (Mo)	281.615	0.38	307.005	100.66
Nickel (Ni)	231.604	0.48	304.371	99.47
Silver (Ag)	328.068	0.81	297.82	99.94
Titanium (Ti)	337.280	0.51	301.572	100.52

ตารางที่ 4 แสดงค่าความเข้มข้นของธาตุในน้ำมันหล่อลื่น ที่ผ่านการใช้งาน 200 ชั่วโมง และ % recovery ของ SRM 1085c (ตัวแปรควบคุม)

**เปรียบเทียบกับค่า Certified SRM concentration ดังตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์

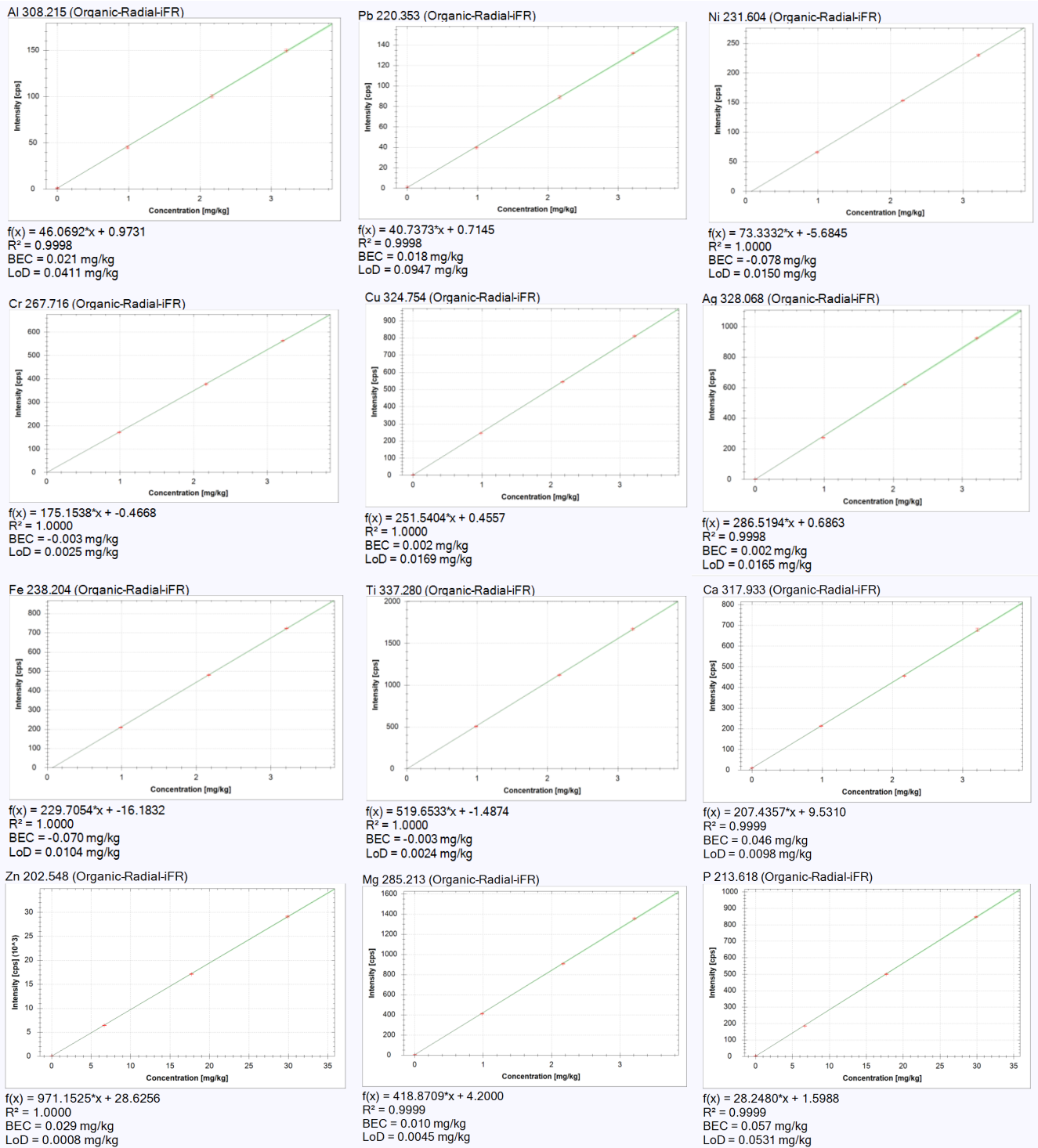
จากตารางที่ 2 ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ Standard Reference Material - Wear Metals in Lubricating Oil (SRM 1085c) และ % Recovery ของ SRM 1085c อยู่ในช่วง 97 - 105%

จากตารางที่ 3 ค่าความเข้มข้นของโลหะสึกหรอในน้ำมันหล่อลื่น ที่ผ่านการใช้งาน 100 ชั่วโมง และค่า % Recovery ของ SRM 1085c ที่นำมาตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ซึ่งค่าที่ได้อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้คือไม่เกิน $\pm 5\%$

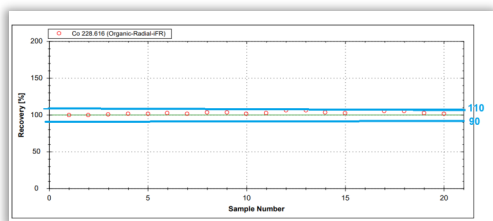
จากตารางที่ 4 ค่าความเข้มข้นของโลหะในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานมาแล้ว 200 ชั่วโมง โดยมีการวัด SRM 1085c เป็นตัวแปรควบคุมสภาวะในการทดสอบ

นอกจากนี้การวิเคราะห์โลหะสึกหรอในน้ำมันหล่อลื่น สามารถระบุหรือประเมินถึงแหล่งที่มาได้ เช่น

- ☞ B Mg Ca Ba P Zn น่าจะมาจากสารเพิ่มคุณภาพ
- ☞ Fe Al Pb Cr Cu Ni Ag น่าจะเกิดจากการสึกหรอ
- ☞ Na Si H₂O น่าจะมาจากสิ่งสกปรกปนเปื้อน เป็นต้น



รูปที่ 2 แสดงเส้นกราฟมาตรฐานของธาตุทั้ง 12 ชนิด โดยวัดที่ความยาวคลื่นที่ต่างกัน



รูปที่ 3 % Recovery ของ ISTD ซึ่งใช้ Cobalt (Co) มีค่าอยู่ระหว่าง 100 - 107 %

สรุปผลการวิเคราะห์

iCAP PRO XP - radial ICP-OES จากผู้ผลิต Thermo Fisher Scientific ประเทศสหรัฐอเมริกาถูกออกแบบมาสำหรับตัวอย่างที่มีเมทริกซ์สูงๆ สามารถวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นตามวิธีการทดสอบมาตรฐาน ASTM D5185 ซึ่งจะวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นที่ทำการเจือจาง 1:10 (w/w) ได้โดยตรงสำหรับโลหะสีหรือและสารเติมแต่ง นอกจากนี้ค่าความเข้มข้นที่ได้จากการวัด SRM 1085c และ Proficiency Testing (PT) อยู่ในช่วงความเข้มข้นที่กำหนด $\pm 5\%$ และผลที่ได้จากการวัดพบว่าความยาวคลื่นที่เลือกใช้ไม่มีการรบกวนจากความยาวคลื่นอื่นจึงไม่จำเป็นต้องทำ Inter-Element Correction (IEC)

การตรวจวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นเพื่อดูการเสื่อมสภาพของน้ำมันหล่อลื่นว่าเป็นไปตามปกติตามอายุของการเปลี่ยนถ่าย หรือเกิดการเสื่อมสภาพน้ำมันที่ผิดปกติ เพื่อทำการแก้ไข หรือรู้ปัญหาล่วงหน้า ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

เอกสารอ้างอิง

1. ASTM D 5185: Standard Test Method for Determination of Additive Elements, Wear Metals, and Contaminants in Used Lubricating Oils and Determination of Selected Elements in Base Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES)

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