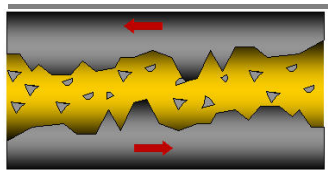


**PPM** ( parts per million หรือ ส่วนในล้านส่วน )  
ค่าที่รายงานปริมาณของอนุภาคเศษโลหะสึก  
หรือ ของ เหล็ก ทองแดง ดีบุก อลูมิเนียม ในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น  
นั้น จะตรวจวิเคราะห์ โดยเทคนิคของเครื่องมือ ที่เรียกว่า Atomic  
Emission Spectrometer ในเอกสารต่างๆ อาจเรียกรวมการตรวจ  
วิเคราะห์ปริมาณอนุภาคเศษโลหะนี้ว่า Spectrometric Oil Analysis  
(SOA) หรือ SOAP –Spectrometric Oil Analysis Program

แต่ เทคนิคของ Spectrometric Oil Analysis ก็ไม่สามารถตรวจวิเคราะห์  
หาปริมาณ ppm ของอนุภาคเศษโลหะ ได้ทุกขนาดอนุภาค  
เครื่องมือ Atomic Emission Spectrometer มีข้อจำกัดในตรวจวิเคราะห์  
ขนาดของอนุภาคเศษโลหะขนาดใหญ่ (ดูรูป 1)  
และเป็นที่ยอมรับและเข้าใจกันดีในวงการ ว่า ถ้าอนุภาคของเศษโลหะ  
ขนาดใหญ่ขึ้น เทคนิคของ Spectrometric Oil Analysis จะไม่เที่ยงตรง  
เนื่องจาก ไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ขนาดใหญ่ได้

### การสึกหรอปกติ (Normal Wear)

ระหว่างที่เครื่องจักรกำลังทำงานนั้น ชิ้นของ  
อนุภาคเศษโลหะสึกหรอ อาจเกิดขึ้นจากการ  
เคลื่อนที่ขัดถูกันของชิ้นส่วนอุปกรณ์ของ  
เครื่องจักร ซึ่งอาจจะมีทั้งอนุภาคเศษโลหะสึกหรอ



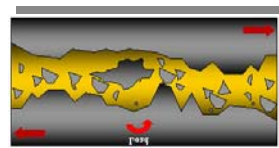
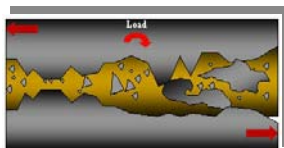
การสึกหรอปกติ

แบบปกติ หรืออนุภาคเศษโลหะที่ผิดปกติ  
โดยทั่วไปอนุภาคเศษโลหะสึกหรอแบบปกติ จะมีขนาด  
ละเอียดหรือขนาดเล็ก หรือมีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน

### การสึกหรอแบบผิดปกติ (Abnormal Wear)

ส่วนการสึกหรอที่ผิดปกตินี้ (เช่น มีภาระสูง ; ความเร็วสูง ฯลฯ )  
อนุภาคเศษโลหะที่ผิดปกติ ส่วนใหญ่แล้วจะพบว่าทั้งอนุภาคขนาด  
ละเอียดและขนาดหยาบปะปนรวมกัน โดยที่ปริมาณของอนุภาคเศษ

โลหะสึกหรอขนาดเล็กหรือขนาดละเอียดมีปริมาณมาก รวมเข้า  
ด้วยกันกับอนุภาคเศษโลหะที่มีขนาดหยาบ หรือขนาดใหญ่ ( ที่โตกว่า  
5 ไมครอน )



การสึกหรอผิดปกติ

### ข้อจำกัดของขนาดอนุภาคเศษโลหะที่ตรวจวิเคราะห์ได้ด้วย Spectrometric Oil Analysis

เป็นที่ทราบกันดีว่า เทคนิคของ Spectrometric Oil Analysis คือการ  
ตรวจวิเคราะห์

- ปริมาณของอนุภาคเศษโลหะ
- อนุภาคสิ่งสกปรก(ฝุ่นผง)
- สารเคมี ปฏุงแต่งในน้ำมัน

ผลที่ได้จะ รายงานเป็น หน่วย ppm (part per million) หรือ จำนวน  
ส่วน ใน จำนวนล้านส่วน โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า RDE –AES  
Spectrometer หรือ เครื่องมือ ICP –AES Spectrometer ทั้ง RDE  
และ ICP จะไม่มีประสิทธิภาพหากขนาดอนุภาคสึกหรอ สิ่งสกปรก

นั้นมีขนาดใหญ่เกินความสามารถของเครื่องมือ ซึ่งเวลาที่เกิดการ  
สึกหรอแบบผิดปกติ อนุภาคเศษโลหะ จะมีขนาดใหญ่ และ อนุภาค  
ฝุ่นผงที่ทำให้เกิดผิดปกติจะมีขนาดใหญ่ ด้วย หรือผู้เชี่ยวชาญ  
เครื่องมือทางการตรวจวิเคราะห์ มัก จะพูดว่า

ICP – AES Spectrometer ไม่สามารถ ที่จะวัดอนุภาคที่ใหญ่กว่า 3  
ไมครอน

RDE – AES Spectrometer ไม่สามารถ ที่จะวัดอนุภาคที่ใหญ่กว่า 8  
ไมครอน

**“Spectrometric oil analysis measures only very small particles and dissolved metal elements in oil ”**  
**“ Spectrometric oil analysis , as they are routinely applied today , are blind to large debris wear particles”**

Abbreviation :

**RDE – Atomic Emission Spectrometer** : Rotating Disk Electrode - Atomic Emission Spectrometer  
**ICP – Atomic Emission Spectrometer** : Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometer

## เทคโนโลยีในการตรวจวัดอนุภาคขนาดใหญ่

โฟกัสแล็บ ได้ใช้เทคนิคที่เรียกว่า RFS Spectrometer หรือ RFS Coarse Wear Spectrometric Analysis ผสมรวมกับ RDE Spectrometric Analysis เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีเยี่ยมในการตรวจวัดทั้งอนุภาค

ขนาดละเอียดเล็ก และ อนุภาคขนาดใหญ่ เทคนิคนี้เรียกว่า

**Double WearCheck**<sup>TM</sup>



**Double WearCheck**<sup>TM</sup> ✓✓ คือ การตรวจวิเคราะห์อนุภาคเศษโลหะด้วยวิธีการสเปกโตรมิเตอร์แบบพิเศษ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการ RDE สเปกโตรมิเตอร์ ผสมกับวิธีการ RFS สเปกโตรมิเตอร์

เพื่อหาค่าความเข้มข้น ( ในหน่วย ppm ) ของทั้งอนุภาคเศษโลหะเล็กหรือที่มีขนาดละเอียด(หรือขนาดเล็กๆ) และอนุภาคขนาดใหญ่(หรือขนาดใหญ่)

Wear Metal Detection Limit due to particle size

Wear Particles Size	Wear Particles Size ( Micron )				
	0	1	10	100	1,000
AAS /AES-ICP	[Bar from 0 to 1]		< 3 micron		
AES-RDE	[Bar from 0 to 10]			< 8 micron	
AES-RFS	[Bar from 5 to 100]				
Ferrogram	[Bar from 3 to 1000]		~ 3-1000 micron		
Filtergram	[Bar from 8 to 1000]				

รูปที่ 1

▶ **Double WearCheck**<sup>TM</sup> ✓✓ สามารถตรวจวัดอนุภาคเศษโลหะที่ผิดปกติได้ดีกว่า ICP และ หรือ RDE เพียงอย่างเดียว หรือสามารถตรวจวัดอนุภาคเศษโลหะและอนุภาคสิ่งสกปรกที่ทั้ง ICP และ RDE ตรวจไม่พบ

▶ **Double WearCheck**<sup>TM</sup> ✓✓ เป็นชื่อของการตรวจวิเคราะห์อนุภาคเศษโลหะด้วยการใช้สเปกโตรมิเตอร์ทั้ง RDE และ RFS

▶ **Double WearCheck**<sup>TM</sup> ✓✓ ตรวจวิเคราะห์อนุภาคเศษโลหะเล็กหรือที่มีประสิทธิภาพมากกว่าแบบเก่าที่ใช้กันอยู่ ( RDE และ / หรือ ICP เพียงวิธีการเดียวเท่านั้น ) - ซึ่ง ดีต่อการติดตามเฟืองมีดระวาง สภาพการสึกหรอของเครื่องจักร

นอกจากนี้ ถ้าเมื่อไรที่ **Double WearCheck**<sup>TM</sup> ✓✓ ตรวจสอบอนุภาคเศษโลหะที่มีปริมาณที่ผิดปกติ และ/หรือระดับที่ผิดปกติ เราสามารถที่จะทำการตรวจวิเคราะห์สิ่งที่ผิดปกติเหล่านั้นให้ลึกซึ้งเพิ่มเติมได้ ด้วย **Ferrographic Analysis** เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาต่อไป

**RFS Coarse Spectrometric**  
(ขนาดหยาบ ประมาณ 8-100 ไมครอน)

**RDE Fine Spectrometric**  
(ขนาดละเอียด < 8 ไมครอน)

Wear Condition				
Wear Element	Method	Unit	RDE fine	RFS coarse
Iron	D-6595	PPM	8.8 C	2444.3 W
Chromium	D-6595	PPM	0.0	9.6 W
Lead	D-6595	PPM	0.0	4.6
Copper	D-6595	PPM	0.0	20.6 C
Tin	D-6595	PPM	0.0	0.0
Aluminum	D-6595	PPM	0.0	136.2 W
Nickel	D-6595	PPM	0.0	1.2 C
Silver	D-6595	PPM	0.0	0.0
Molybdenum	D-6595	PPM	0.0	0.8
Titanium	D-6595	PPM	0.0	0.0

**FOCUSLAB**<sup>TM</sup> Fluid & Oil Analysis Technology

ISO 9001:2008 Certified

FocusLab Ltd. Page 1 / 6

Code : 25038 Unit ID : 291 HW 101 WFE Preflash

Name : Unit Name :  
Unit Type : Gearbox General  
Unit Make : NORD  
Unit Model : SK 103F RFD 225-225 S4  
Oil type / Viscosity : Shell Cassia 0L200  
Oil System Capacity : 27.5 Liters

Address : Ase Industrial Estate, No.3 Moo 2  
T.Bangtong, A.Bangtong  
Rayong 21130

Site :  
Location :  
Test code : 884

**Overall Condition Rating**  
WARNING CAUTION WARNING

**Notes (Finding, Evaluation, Interpretation, Suggestion and Recommendation)**  
Sediment particles found in bottom of sample bottle.  
Note the significant increase in ferrous particles since the last sampling. This is cause for concern.  
Heavy amount of dirt and abrasive wear noted.  
Recommend check for other abnormal operating parameters, i.e., vibration, noise, heat etc. If abnormal condition exists, please inform laboratory with next sample.  
Recommend change oil and flush system with clean oil to remove contamination, if the oil from this sample is still in use in this component.

Condition History	Current Sample			Previous Sample			Baseline and Alarm Limit		
	Wear	Oil	Cont.	Wear	Oil	Cont.	Wear	Oil	Cont.
Lab ID	149610	146401	145491						
Bottle ID	924883	924288	916208						
Date Sampled	05-Dec-10	18-Oct-10	30-Sep-10						
Oil Hours (Kms)	1272	552	192						
Unit Hours (Kms)	1272	552	192						
Oil Added (Liters)									
Filtere Hours (Kms)									

**Wear Condition**

Wear Element	Method	Unit	RDE fine	RFS coarse
Iron	D-6595	PPM	8.8 C	2444.3 W
Chromium	D-6595	PPM	0.0	9.6 W
Lead	D-6595	PPM	0.0	4.6
Copper	D-6595	PPM	0.0	20.6 C
Tin	D-6595	PPM	0.0	0.0
Aluminum	D-6595	PPM	0.0	136.2 W
Nickel	D-6595	PPM	0.0	1.2 C
Silver	D-6595	PPM	0.0	0.0
Molybdenum	D-6595	PPM	0.0	0.8
Titanium	D-6595	PPM	0.0	0.0

**Oil Condition**

Parameter	Unit	Value	Alarm Limit
Viscosity @ 40 °C	cSt	216.8	<150.4 <107.3 <103.1 >240
Viscosity @ 100 °C	cSt	217.0	
Cloud Point	°C	216.7	
CFPP	°C	3.3	>4.1 >4.9
FTIR	Abn	3.4	
Abrasion	Abn	2.5	>2.7 >3.6
TAN	mg/Kg	0.27	>0.33 >1.45
TBN	mg/Kg	0.26	

**Contamination**

Parameter	Unit	Value	Alarm Limit
Water	% (Wt)	0.031	>0.019 >0.025
Sodium	PPM	1	
Silicon	PPM	2.3	>2.7 >3.6

**Additive Element**

Element	Method	Unit	Value	Alarm Limit
Boron	D-6595	PPM	0	
Magnesium	D-6595	PPM	1	
Calcium	D-6595	PPM	7	
Barium	D-6595	PPM	0	
Phosphorus	D-6595	PPM	316	
Zinc	D-6595	PPM	7	

**Additional Test**

Parameter	Unit	Value	Alarm Limit
Flash Point	°C	271	
Viscosity Index		47	

Note: Alarm Limits are variable and dependent upon dataset size and to be used as general guideline.  
No Sign or (N) : NORMAL, C or (C) : CAUTION (first level warning limit), W or (W) : WARNING (second level warning limit)  
(U) Caution : Upper CAUTION Level, (L) Caution : Lower CAUTION Level  
(U) Warning : Upper WARNING Level, (L) Warning : Lower WARNING Level  
Results will be data of value "The new oil" or "Reference oil" "Oil specification"  
Accuracy of interpretation and recommendation are based on representative sample and information supplied.  
No warranty is expressed or implied for this report.

FocusLab Ltd. 2390 Thosapol Land 4 Bldg., Bangna-Trad Rd. KM-3, Bangna Bangkok 10260, Thailand. Tel: +66 2 361 8600-3 Fax: +66 2 361 8567  
Website: http://www.focuslab.co.th Email: focuslab@focuslab.co.th

**Abbreviation :**

- RDE – Atomic Emission Spectrometer : Rotating Disk Electrode - Atomic Emission Spectrometer
- ICP – Atomic Emission Spectrometer : Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometer
- RFS Spectrometer : Rotrode Filter Spectroscopy - Atomic Emission Spectrometer
- PPM : part per million