

استاندارد ASTM D7684-10



راهنمای استاندارد ASTM D7684-10 برای بررسی میکروسکوپی ذرات فرسایشی و آلودگی های داخل روغنهای در حال کار بسیار سودمند است. این استاندارد چهارچوب و ساز و کار و کلمات تعریف شده ای فراهم می کند تا بتوان از بررسی میکروسکوپی استفاده بهتری کرد، بهتر نتایج آنرا درک کرد و ریشه های اشکال و شدت خرابی را مستند ساخت.

این راهنمای استاندارد برای استفاده از بررسی رسوبات روی کاغذ و شیشه که با روشهای استاندارد ASTM 7416 برای رسوبگیرهای کاغذی کوچک و استاندارد ASTM D7670 برای رسوبگیری روی کاغذ فیلتر و ASTM D7690 استاندارد تهیه فروگرام (رسوب روی لام) تهیه شده اند، تدوین شده است.

اهمیت توصیف و تشخیص ویژگی های ذرات فرسایشی:

یک آزمایش کننده و تحلیلگر چگونه از روی اندازه گیری تراکم آهن، PPM آهن یا ذره شماری در یک روغن در حال کار مشخص می کند چه درجه ای از خرابی و چه علل ریشه ای باید گزارش شوند؟ وقتی این جوابها بالا هستند بسیاری از تحلیلگران توصیه هایی برای نمونه گیری دوباره، فیلتر کردن یا عوض کردن روغن دارند و این نوع توصیه های همیشگی مربوط به آنالیز روغن و نت می توانند مشکل اصلی را مخفی کرده یا نتایج آنرا به تاخیر بیندازند بدون اینکه با آن رو در رو شوند. تحلیلگری که می خواهد توصیه های مشخص تری بنماید نیاز به دانستنی های بیشتری دارد تا با شناسایی ریشه های ممکن، بتواند برای هر یک، اقدام اصلاحی جداگانه ای پیشنهاد کند.

شناخت درست، در ریشه یابی و روشن کردن شدت خرابی با بهره گیری از دانسته های بررسی ذرات فرسایشی فراهم خواهد شد. بررسی ذرات فرسایشی از راه جدا کردن آنها از روغنهای در حال کار و رسوب آنها روی کاغذ فیلتر یا شیشه لام انجام می شود. کاغذ فیلتر یا شیشه سپس روی میکروسکوپ قرار داده شده به آن نور کافی داده می شود تا بررسی کننده بتواند از طریق مشاهده آلودگیها و ذرات آنها را دسته بندی و شناسایی بنماید.

روش های آماده سازی رسوب:



برای بررسی میکروسکوپی از چندی روش رسوب گیری استفاده می شود. رسوب های روی کاغذ فیلتر می توانند با توجه به استاندارد D7670 یا ASTM D7416 که روشهای تهیه رسوب روی کاغذ را پوشش می دهند آماده شوند.

رسوب های روی شیشه یا فروگرام ها را هم با ASTM D7690 می توان تهیه کرد، راههای دیگری هم برای بدست آوردن ذرات داخل روغنها وجود دارد که از جمله آنها شستشوی فیلترهای در جریان بررسی ذرات روی آهنربای مسیر روغن یادآوری می شود.

همینکه فیلتر یا لام شیشه ای یا هر راه دیگری برای شناسایی ذرات آماده شد، تصویر آنها بوسیله میکروسکوپ بررسی می شود. نرم افزارهایی که دارای یک اطلس تصاویر هستند هم می توانند به تحلیلگر کمک کنند تا ذرات را دسته بندی کنند.

پیش از آماده شدن این استانداردهای نوین، کلمات استفاده شده در بررسی میکروسکوپی، همساز و منسجم نبوده و گاهی گیج کننده و ناقص بودند. استانداردهای نوین به صنعت ارزش افزوده اند و با ارائه و تعریف کلمات

سازگار جدولی برای شناسایی درجات گوناگون شدت خرابی و توضیح بعضی از ریشه ها و آثار خرابی ها و آلودگی ها را نشان می دهند.

The screenshot shows the Atlas 5000 software interface. The left sidebar lists various particle types under categories like 'Dust Contamination' and 'Fatigue Wear'. The central image shows a microscopic view of a sample with several large, dark, irregular particles. The bottom table provides a detailed classification of these particles based on concentration, size, aspect, shape, color, texture, composition, and severity.

Conc.	Avg Size	Max Size	Aspect	Shape	Color	Texture	Composition	Classification	Severity
Few	Fine<10µ	Fine<10µ	1:1	Platelets	Red	Bright	Ferrous	Boundary Lube	Good
Moderate	Small<25µ	Small<25µ	1:2	Ribbons	Black	Dull	Steel	Abrasive Wear	Fair
Many	Med<60µ	Med<60µ	1:3	Chunks	Tempered	Oxidized	Copper	Fatigue Wear	Marginal
Dense	Large<100µ	Large<100µ	1:10	Spherical	Metallic	Pitted	Brass	Fretting	Bad
	Huge<500	Huge<500	>1:10	Spiral	Straw	Striated	Babbitt	Other Wear	Extreme
			>1:100	Thermal	Copper	Smeared	White Metal	Lube Degrade	
				Needles	Brass	Reflective	Solid Additive	Dust Contam	
				Fibrous		Polished	Dust	Other Contam	
				Powder		Amorphous	Organic		
						Corroded	Sludge		
							Paint Chips		

استاندارد جدید D7684 با استفاده از یک جدول مانند آنچه در پائین آمده است بررسی کننده را برای تحلیل و فراکافت و دسته بندی ذرات راهنمایی می کند.

شبکه چند پله ای این استاندارد، هم زمان با دسته بندی ذرات بر پایه اندازه، شکل و دیگر مشخصه های آنها، ابزاری برای تصمیم گیری در مورد کارهای لازم به شمار می آید.

جدولی که در زیر می آید، در استاندارد ASTM 7684 شرح داده است. معمولاً یک اطلس تصاویر میکروسکوپی از ذرات همراه با نرم افزار است تا بهره برداران تازه کار تصاویر اطلس را با آنچه زیر میکروسکوپ می بینند مقایسه و همانند کنند.

هرگاه نمونه مشابه آنچه در زیر میکروسکوپ دیده می شود در اطلس پیدا شد، می توان مشخصات آنرا از اطلس به داخل گزارش بررسی میکروسکوپی فرستاد. آزمایش کنندگان با تجربه، خیلی زود می توانند ذرات را شناسایی و دسته بندی کنند بی آنکه نیازی به اطلس داشته باشند.

SUGGESTED GRID FOR ANALYSIS AND CLASSIFICATION OF PARTICLES										Note: Choose one item from each column for each particle group
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Group	Concentration	Size, average	Size, max	Aspect	Shape	Color	Texture	Composition	Classification	Severity
1	Few	Fine, <6 µm	Fine, <6 µm	1:1	Platelets	Red	Bright or Reflective	Ferrous Metal	Abrasive Wear	Normal
2	Moderate	Small, 6 to 14 µm	Small, 6 to 14 µm	1:2	Ribbons	Black	Dull or Oxidized	Cupric Metal	Mild Sliding Wear	Low Alert
3	Many	Medium, 14 to 40 µm	Medium, 14 to 40 µm	1:3	Chunks	Tempered	Pitted	Other Metal	Severe Sliding Wear (Metal Removal)	High Alert
4	Dense	Large, 40 to 100 µm	Large, 40 to 100 µm	1:10	Spheres	Metallic	Striated	Dust	Rolling Fatigue Wear (Subsurface Spall)	Low Fault
5		Huge, >100 µm	Huge, >100 µm	1:100	Spiral	Straw	Smeared	Organic	Corrosive Wear	High Fault
					Thermal	Copper	Amorphous	Sludge	Other Wear	
					Needles	Brass	Other Texture	Paint Chips	Lube Degradation	
					Fibrous	Other Color		Other Material	Dust Contamination	
					Powder				Other Contamination	
					Other Shape					

جدول پیشنهادی برای بررسی و دسته بندی ذرات

* توجه- برای هر گروه، از هر ستون یک گزینه را انتخاب کنید.

گروه	فراوانی	اندازه (متوسط)	اندازه (بزرگترین)	نسبت ابعادی	شکل	رنگ	ساختار	جنس	دسته بندی	شدت
1	کم	ریز ($> 6\mu$)	ریز ($> 6\mu$)	1:1	ورقه ای	قرمز	روشن یا براق	فلزات آهنی	خوردگی سایشی	عادی
2	متوسط	کوچک (6 تا 14μ)	کوچک (6 تا 14μ)	1:2	نواری	سیاه	کدر یا اکسیده	فلزات آلایز یا مس	فرسایش لغزشی ملایم	هشدار 1 (پائین)
3	زیاد	متوسط (14 تا 40μ)	متوسط (14 تا 40μ)	1:3	سه بعدی	داغ شده	مُک دار یا ناصاف	فلزات دیگر	فرسایش لغزشی شدید (کنده شدن فلز)	هشدار 2- (بالا)
4	خیلی زیاد متراکم	بزرگ (40 تا 100μ)	بزرگ (40 تا 100μ)	1:10	ساجمه-کره	متالیک	خط دار و ناصاف	گرد و غبار	فرسایش خستگی در بلبرینگ و رولبرینگ ها- کنده شدن از زیر سطح و مُک افتادن	خرابی کم
5		خیلی بزرگ (بزرگتر از 100μ)	خیلی بزرگ (بزرگتر از 100μ)	1:100	مارپیچ و فبری	زرد (کاهی)	Smeard	مواد آلی	خوردگی شیمیایی	خرابی زیاد
6					سوخته یا ذوب شده	مسی	بی شکل	لجن روغن	فرسایش های دیگر	
7					سوزنی شکل	برنجی	شکل های دیگر	تکه های رنگ	فساد روغن	
8					الیاف	رنگهای دیگر		جنس های دیگر	خاک و آلودگی سیلیس	
9					نرمه و پودر				آلودگی های دیگر	
10					شکل های دیگر					

یک برتری جدولی همچون آنکه در بالا آمده است، استفاده از کلمات مشخص و تعریف شده است. کمک این چهارچوب نرم افزار ما خواهد توانست آنچه از بررسی میکروسکوپی بدست آمده را به نحو موثری تحلیل و تشخیص و دسته بندی کرده و در گزارش داده شده مشخصات کیفی بررسی میکروسکوپی را به مشخصات کمی و عددی تبدیل و میسر نماید.

در جدول دسته بندی ذرات و آلودگی ها، هر ستون با ساز و کار مشخص به کار دسته بندی ذرات می آید:

1- گروه Group



بررسی کننده، یک گروه از ذرات را انتخاب و آنرا گروه 1 می نامد. سپس مشخصات این گروه از ذرات را در جدول مشخص و یادداشت می نماید. سپس به سراغ گروه دوم رفته و آنها را دسته بندی و تعیین مشخصات می کند و الی آخر. معمولاً پر شمارترین ذرات گروه یک را تشکیل داده و گروههای بعدی بر اساس تعداد یا اهمیت تقسیم می شوند.

2- فراوانی Concentration



ستون دوم یک برآورد کیفی از تعداد ذرات هر گروه در مقایسه با ذرات گروه های دیگر است. بازه فراوانی از کم تا خیلی زیاد تقسیم بندی شده است.

3- اندازه متوسط و بزرگترین بُعد Average Size and Max Size



ذرات به کمک خط کش میکروسکوپ اندازه گیری می شوند. اندازه به مفهوم بزرگترین ضلع با بُعد ذره در هر گروه می باشد. در بخش بعدی اندازه ها، ریز به کوچکتر از 6 میکرون، کوچک به از 6 تا 14 میکرون، متوسط به 14 تا 40 میکرون، بزرگ به 40 تا 100 میکرون و خیلی بزرگ به 100 میکرون به بالا گفته می شود. این اندازه های میکرونی با استانداردهای ASTM 7416 و D7647 همخوان هستند و مفهوم ذره شماری یا دسته بندی ابعاد را با افزودن دانسته های جدید پر بارتر کنند.

4- نسبت ابعادی Aspect Ratio



نسبت کوچکترین بُعد یک ذره از یک گروه را به بزرگترین بُعد آن ذره نسبت ابعادی ذرات آن گروه نامیده می شود. این نسبت ها از یک به یک تا یک به صد بخش بندی شده اند.

5- شکل Shape



این دسته بندی تصویر کلی از شکل و شمایل ذرات هر گروه را ارائه می دهد تا بهتر بتوانیم منشأ احتمالی ایجاد ذرات و مکانیزم فرسایش را پیش بینی کنیم. این دسته بندی شامل ورقه ای (پولکی)، نواری، سه بعدی (قلوه ای- کلوخه ای)، ذرات کروی و ساچمه ای، حرارتی (سوخته یا ذوب شده، قطره مانند)، سوزنی، الیافی، پودری و غیره می باشد.

6- رنگ Color



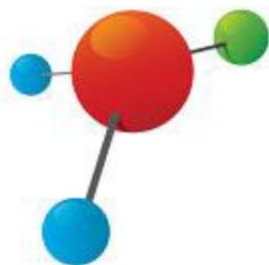
دسته های ذرات سپس بر اساس رنگ آنها دسته بندی می شوند. از جمله قرمز- سیاه، سوخته و داغ شده، زرد کاهی، قرمز مسی، زرد برنجی و غیره.

7- ساختار Texture



در این ستون، بررسی کننده ساختار رویه ذرات هر گروه را از روی آنچه در زیر میکروسکوپ دیده می شود، دسته بندی می کنند. برای هر گروه یک عبارت توصیفی انتخاب می شود. مثلاً روشن و براق، کدر و اکسید شده سوراخ سوراخ و حفره دار، خط دار و شیار شیار، بی شکل و غیره.

8- جنس Composition



بررسی کننده همه توان خود را برای تشخیص جنس ذرات هر گروه را بکار می بندد. از روی آنچه می بیند، اطلاعات دیگری که در دست هستند، مانند PPM اسپکترومتری، PQ و پاسخ ذرات به میدان مغناطیسی. کلماتی که برای دسته بندی جنس ذرات هر گروه استفاده می شوند اینها هستند: فلزات خانواده آهن، فلزات خانواده مس، سیلیس و گردو خاک، مواد آلی، لجن، رنگ و

9- دسته بندی فرسایشی Classification



بررسی کننده آنگاه هرچه در اختیار دارد از معلومات بررسی میکروسکوپی و دیگر اندازه گیری ها را برای شناخت ریشه احتمالی و مُد فرسایشی هر گروه از ذرات مورد استفاده قرار می دهد. کلماتی که در این ستون استفاده می شوند از این قبیل هستند: خوردگی سایشی (abrasive Wear)، فرسایش لغزشی ملایم، فرسایش لغزشی شدید (همراه با کنده شدن فلز)، فرسایش خستگی بلبرینگ ها و رولبرینگ ها (جدا شدن ذرات فرسایشی از عمق بدلیل پیشرفت ترک های خستگی)، خوردگی شیمیایی، فرسایش های دیگر، فساد روغن، خاک و آلودگی سیلیس و آلودگی های دیگر.

10- شدت Severity



پس از دسته بندی مشخصات هر گروه از ذرات و با استفاده از اطلاعات دیگر در دسترس، بررسی کننده یک برآورد کلی از شدت فرسایش برای هر گروه از ذرات انتخاب می کند. پنج سطح برای روشن شدن وضع اینها هستند:

عادی- هشدار اول- هشدار دوم- خرابی کم و خرابی زیاد.

فراموش نکنید، اطلاعات بدست آمده از ذره شمارهای اتوماتیک آلودگی سیستم شما را اندازه می گیرند، اعداد PQ یا PPM های آهن و مس می توانند راهنمایی برای تشخیص خوردگی احتمالی بعضی قطعات باشند اما این دانسته ها یا دانسته های دیگر بدست آمده از آزمایشات دیگر فقط مشکلات احتمالی را گوشزد می کنند، نه ریشه اصلی آن مشکلات را. بررسی میکروسکوپی ذرات فرسایشی یک راه عالی برای آشکار سازی دلایل احتمالی بروز مشکل و شدت سطح خرابی است.

کلمات دسته بندی

برخی کلمات و عباراتی که در استاندارد جدید تعریف شده اند در زیر می آیند.

- مکانیزم فرسایش
- نوع ذرات (خاک، الیاف، اکسید و

دسته بندی ذرات:

- 1- فرسایش خستگی غلطشی- این ذرات اغلب نتیجه بارهای دینامیک هستند که روی بلبرینگ و رولبرینگ ها یا دایره گام دنده ها اثر می کنند. معمولاً پیشنهاد می شود از آنالیز ارتعاشات برای شناسایی لنگی ها، بالانس نبودن ها و ناهمراستایی ها یا دیگر مشکلات مربوط به ارتعاشات استفاده شود.
- 2- فرسایش لغزشی ملایم ممکن است عادی باشند و معمولاً همراه با خوردگی شیمیایی هستند. پیشنهاد معمول بررسی آلودگی آب یا مواد شیمیایی دیگر است.

3- فرسایش لغزشی شدید (کنده شدن ذرات فلز) اغلب نتیجه روغن کاری ناکافی هستند، توصیه پیشنهادی جستجو برای دلیل روغنکاری ناکافی است. مانند: سطح روغن پائین، ویسکوزیته کم، دور پائین یا فشار کاری بیش از حد.

دسته بندی وضعیت- شدت

•

عادی سالم یا در حدّ نو- فرسایش قابل قبول در مقایسه با شرایط کاری. هشدار اوّل- کمی خروج از شرایط عادی- هنوز اقدامی توصیه نمی شود. هشدار دوّم- خروج از شرایط عادی- اقدام برای اصلاح لازم و نزدیک است. خرابی کم- خروج قابل ملاحظه از شرایط عادی- اقدام توصیه می شود. خرابی زیاد- خروج قابل ملاحظه از شرایط عادی- باید زودتر اقدام می شد.