



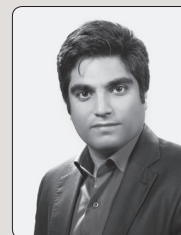
آنالیز عنصری

روغن توربین

(بخش نهم - قسمت دوم)



سعید کردی زاده
شرکت بهره‌برداری و تعمیراتی مپنا
Site@kordizade.com



شرکت آلتوم جمع فلزات فرسایشی و آلودگی‌های روغن توربین گازی را 15-25 ppm تعیین کرده و آخرین حد مجاز آن را 30 ppm معرفی نموده است. استاندارد ASTM D6224 حد مجاز 10 ppm را اعلام کرده است.

	ASTM D4378	Ahlistom - Gas and Steam	GE - Gas	GE - Steam	Solar	MHI - Steam & Gas	Siemens/Westinghouse
Source	ASTM D4378	HTGD901117	GEK 32568f	GEK 46506D	ES9-224	MS04-MA-CL001 and CL002	K-8962-11
Viscosity @ 40°C	+/- 5% of new oil	Exceeds ISO VG Class	25 to 41	29.6 to 36.3	+20% or -10% of new oil	26 to 39	+/- 10% of new oil
TAN	0.3 to 0.4 over new oil	0.2 rise above new oil	0.4	0.5	0.6 max for mineral oils; 0.8 for SHC	0.4 increase over new oil	0.3 to 0.4 over new oil
RPVOT	< 25%		< 25% of new	> 50 minutes	> 25% of new oil	> 25% of original	25% of new oil
Water					3 ppm max		200 ppm max
Flash Point - ASTM D92	30°F						
Rust Prevention - ASTM D665							
Cleanliness		17/14		16/14	Change		17/14 max
Demulsibility		30 minutes max					< 20 minutes
Metals		15-25 ppm; >30 ppm limit					Trend/consult
Air Release		8 minutes for ISO VG 32			10 minutes max (guideline)		4 minutes max
Foam	Seq I exceeds 450/10				Seq I - 300/10; Seq II - 300/10 (guideline)		Seq I - 400/10

آنالیز عنصری

تصویر (۹-۱۰) - اظهار نظر کمپانی آلتوم در خصوص آنالیز عنصری روغن توربین

پیشنهاد می‌شود ماهیانه آنالیز عنصری روغن توربین را به روش طیف‌سنجی نشر اتمی و استاندارد ASTM D 6595 انجام دهید. مقدار روغن مورد نیاز برای انجام آزمایش 10 ml می‌باشد.



تصویر (۹-۱۱) - آنالیز عنصری

برای مشاهده فایل ویدیویی آنالیز عنصری، به لینک زیر مراجعه کنید و یا بارکد را اسکن نمایید.

<https://goo.gl/3SBYb5>

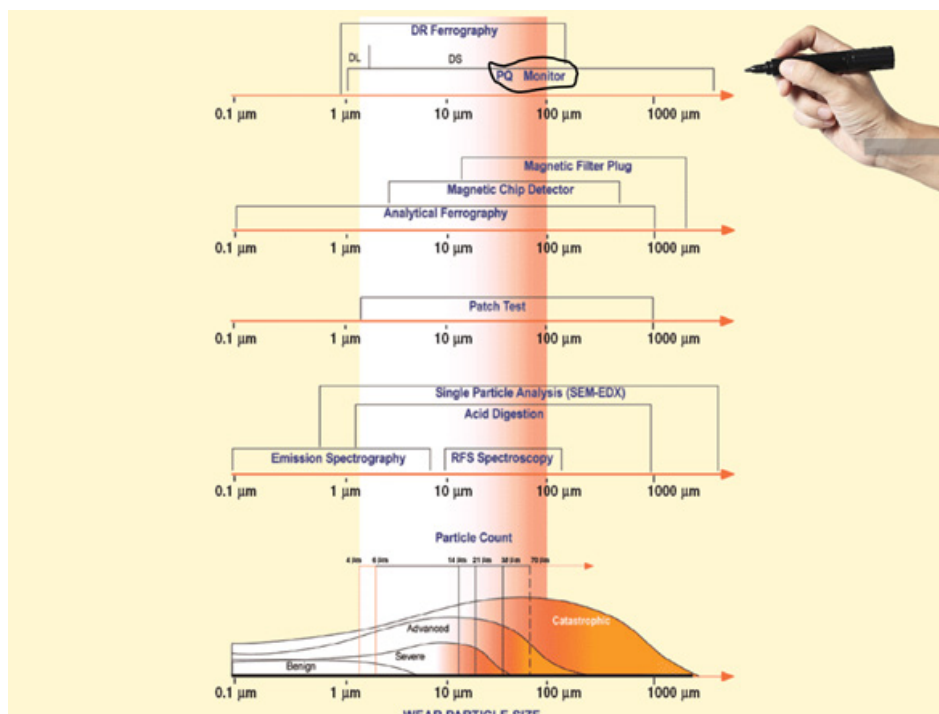


آزمایش شاخص فرسایش ذرات آهنی Particle Quantifier

یکی دیگر از روش‌های شناسایی ذرات روغن، آزمایش شاخص فرسایش ذرات آهنی Particle Quantifier یا PQ می‌باشد. این آزمایش حضور ذرات درشت آهنی را در روغن توربین به خوبی نشان می‌دهد. منظور از ذرات درشت آهنی، ذرات بزرگ‌تر از پنج میکرون تا ۱۰۰۰ میکرون می‌باشد.



ما را با نام نشریه نگهداری و تعمیرات (NetsaNews.ir) در اینستاگرام دنبال نمایید.
تصاویر، ویدیو و ایده‌های خلاقانه خود را جهت به اشتراک گذاشتن در
اینستاگرام به آدرس ایمیل NetsaNews@gmail.com ارسال نمایید.



تصویر (۹-۱۲) - آزمایش شاخص فرسایش ذرات آهنی Particle Quantifier

در آزمایش PQ ذرات درشت آهنی از طریق میدان مغناطیسی، دقیق شناسایی می‌شود. نتیجه این آزمایش در درجه اول به سایز ذرات و سپس به تعداد ذرات بستگی دارد. هرچه عدد PQ بالاتر باشد، فرسایش آهنی دستگاه از حالت عادی دورتر خواهد بود.

ارتباط آنالیز عنصری بر اساس طیف‌سنجی نشر اتمی با شاخص PQ

می‌توانید شاخص PQ را با مقدار عنصر آهن (Fe) که از آنالیز عنصری بر اساس طیف‌سنجی نشر اتمی به دست می‌آید، مقایسه کنید. اگر PQ از مقدار عنصر آهن کوچک‌تر باشد، می‌توان چنین نتیجه گرفت که روغن فاقد ذرات آهنی درشت (بزرگ‌تر از پنج میکرون) است. چنانچه PQ از مقدار عنصر آهن بزرگ‌تر شود، ذرات درشت آهنی در روغن وجود دارد و در این صورت می‌بایست به شاخص TDPQ مراجعه کرد.

تعیین شاخص TDPQ

ابتدا روغن در ظرف مخصوص دستگاه اندازه‌گیری PQ وارد کرده و اولین آزمایش PQ روی روغن انجام می‌شود. سپس مجدداً از روغن موجود در دستگاه، آزمایش PQ گرفته می‌شود. این کار تا چهار مرحله روی روغن انجام می‌شود. نموداری که از وصل کردن چهار PQ اندازه‌گیری شده از یک روغن حاصل می‌شود را TDPQ گویند. فرض کنید از سه نمونه روغن به نام‌های Sample1، Sample2 و Sample3 آزمایش PQ گرفته می‌شود. همان‌طوری که در تصویر (۹-۱۳) مشاهده می‌کنید. از میان این سه نمونه روغن، تغییرات TDPQ در نمونه روغن شماره یک (Sample1) زیاد می‌باشد. این پدیده تاییدکننده این است که ذرات درشت آهنی در نمونه روغن شماره یک (منحنی قرمز رنگ) بیشتر از سایر نمونه‌های روغن می‌باشد. این مساله نشان‌دهنده این است که در نمونه روغن شماره یک، ذرات آهنی زیادتری نسبت به نمونه روغن شماره‌های دو و سه وجود داشته زیرا با گذشت زمان و در هر بار آزمایش PQ، این ذرات آهنی به مرور رسوب کرده و به همین دلیل مقدار PQ اندازه‌گیری شده روند افزایشی داشته است.

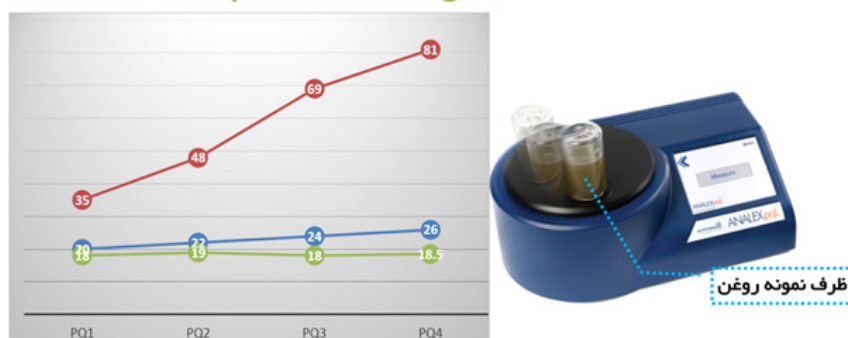
پیشنهاد می‌شود در صورت مشاهده تغییر ناگهانی در TDPQ، آزمایش فروگرافی مشاهداتی را (Analytical Ferrography Test) برای روغن توربین انجام دهید.

Particle Quantifier شاخص ذرات آهنی

TDPQ for Sample1: High

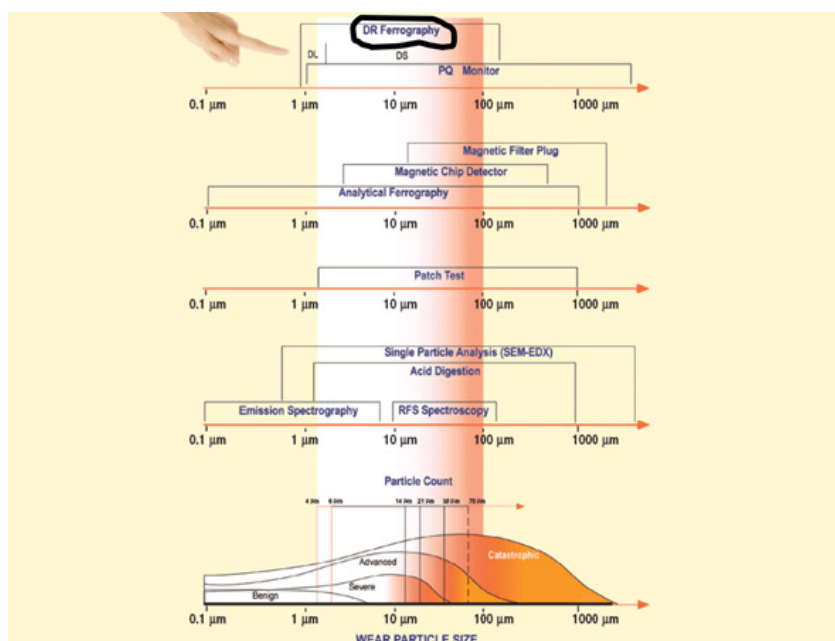
TDPQ for Sample2: Normal

TDPQ for Sample1: no change



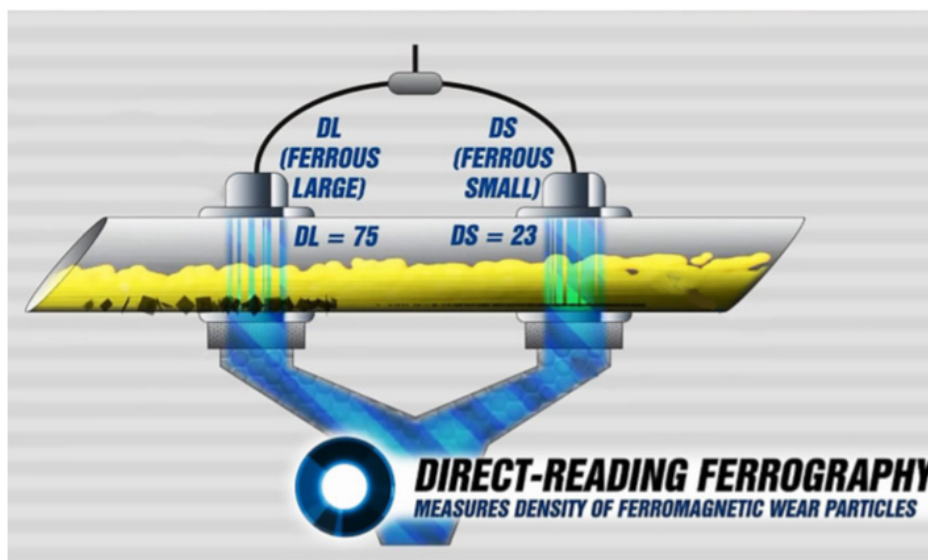
تصویر (۹-۱۳) - منحنی شاخص فرسایش ذرات آهنی Particle Quantifier

آزمایش فروگرافی مستقیم (DRF) Direct Reading Ferrography



تصویر (۹-۱۴) - آزمایش فروگرافی مستقیم (DRF) Direct Reading Ferrography

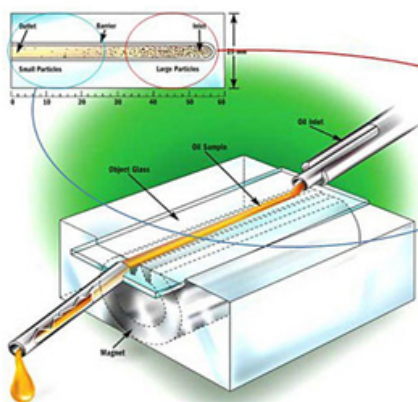
در آزمایش فروگرافی مستقیم (DRF) نمونه روغن از دو میدان مغناطیسی عبور داده می‌شود. همان‌طور که در تصویر (۹-۱۵) مشاهده می‌کنید، در میدان مغناطیسی اول ذرات بزرگ‌تر از پنج میکرون (DL) شکار می‌شوند و در ادامه در میدان مغناطیسی دوم ذرات کوچک‌تر از پنج میکرون (DS) جذب می‌گردند.



تصویر (۹-۱۵) - روش انجام آزمایش فروگرافی مستقیم (DRF)

این آزمایش تراکم ذرات آهنی را در دو محدوده اندازه‌ای بزرگ DL و کوچک DS شناسایی می‌کند سپس از روی این دو پارامتر شاخص پیشرفتگی فرسایش (IS) محاسبه می‌شود.

Direct Reading Ferrography فروگرافی مستقیم



ذرات نسبتاً درشت بزرگتر از $5\text{ }\mu\text{m}$ DL =

ذرات نسبتاً ریز کوچکتر از $5\text{ }\mu\text{m}$ DS =

شدت فرسایش IS =

$IS = (DL - DS) \times (DL + DS)$



تصویر (۹-۱۶) - محاسبه DL و DS و IS در آزمایش فروگرافی مستقیم (DRF)

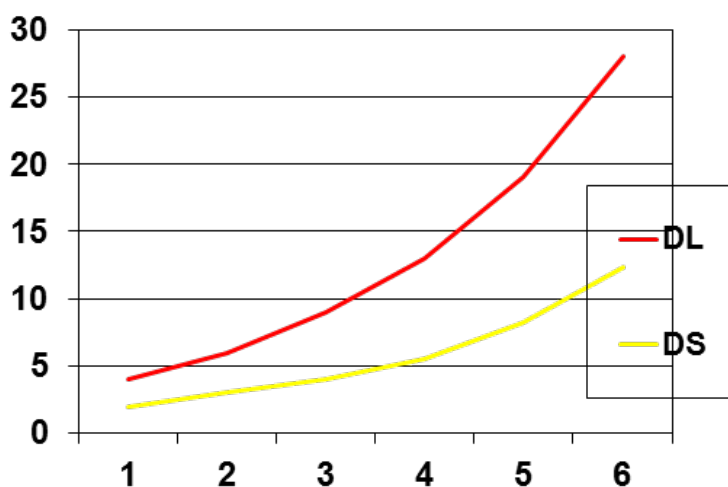
وجود ذرات درشت آهنی بزرگتر از پنج میکرون (DL) بیانگر وقوع فرسایش غیرعادی در سیستم می باشد و از طرفی میزان این ذرات در مقایسه با ذرات کوچکتر از پنج میکرون (DS) در تفسیر میزان فرسایش موثر است. خوشبختانه توربین ها در صنایع نیروگاهی دارای مخازن روغن در ابعاد بزرگ است و تراکم ذرات فرسایشی فلزی در آن ها پایین می باشد، با این وجود تغییر میزان ذرات فرسایشی می بایست نقطه شروع نگرانی ما برای توربین باشد. این روش نسبت به ذرات فرسایشی غیر آهن ربایی مانند برنج، برنز، آلومینیوم، سرب، استنلس استیل و اکسید آهن (Fe_2O_3) بی اثر می باشد؛ بنابراین آزمایش فروگرافی مستقیم (DRF) به عنوان یکی از آزمایش جانبی در کنار آزمایش آنالیز عنصری بر اساس طیف سنجی نشر اتمی بکار برده شده است و به تنهایی قادر به شناسایی ذرات فرسایشی مهم در نمونه روغن نیست.

حجم روغن مورد نیاز برای انجام آزمایش فروگرافی مستقیم (DRF)، 50 ml می باشد.

مقایسه آزمایش فروگرافی مستقیم (DRF) با شاخص فرسایش ذرات آهنی (PQ)

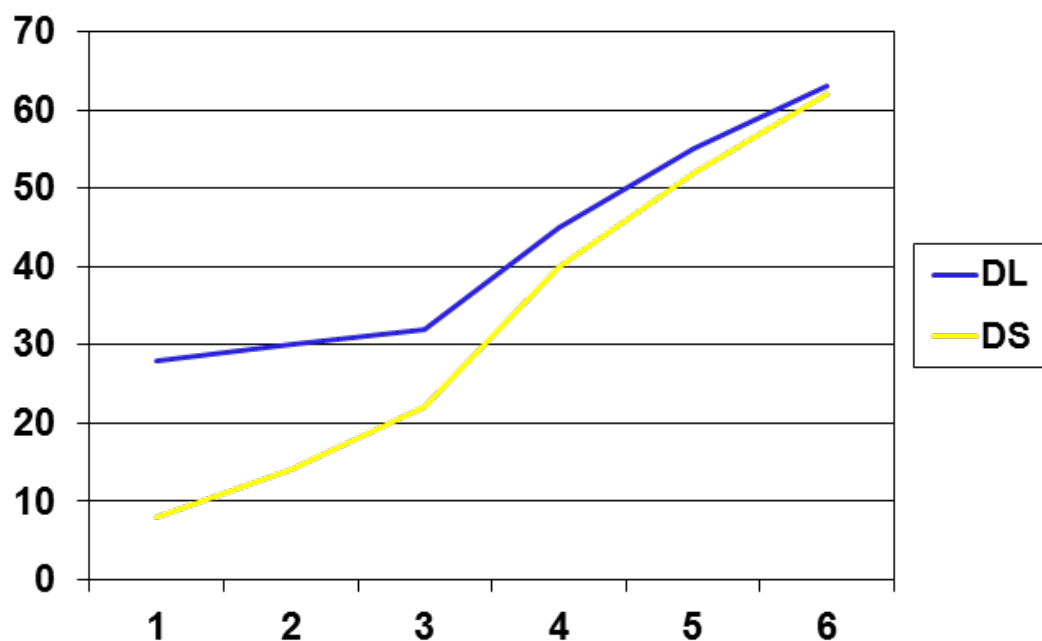
افزایش PQ بیانگر افزایش تعداد ذرات آهنی است که اندازه آن ها کوچکتر از ۱۰۰۰ میکرون می باشد، در صورتی که آزمایش DRF تراکم ذرات آهنی بزرگتر از پنج میکرون را (DL) در کنار ذرات کوچکتر از پنج میکرون (DS) اندازه گیری و مقایسه می کند؛ بنابراین در آزمایش DRF با مشاهده روند تغییرات DL و DS، وضعیت فرسایشی سیستم به خوبی قابل رؤیت است.

به عنوان مثال در تصویر (۹-۱۷) افزایش DL و افزایش یافتن اختلاف آن با DS نشان دهنده نوعی فرسایش در تجهیزات مرتبط با سیستم روان کاری است. رشد DL بدتر شدن وضعیت فرسایش را نشان می دهد.



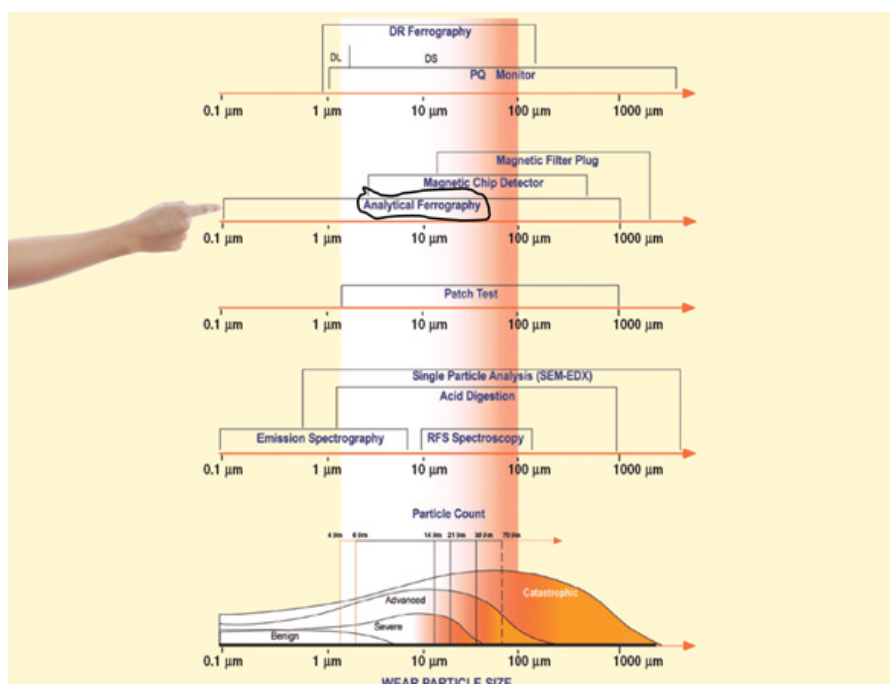
تصویر (۹-۱۷) - فرسایش مکانیکی

در حالی که افزایش همزمان DL و DS و کاهش اختلاف آن ها به معنای تولید بیش از حد ذرات کوچک آهنی در سیستم، به دلیل وقوع خوردگی شیمیایی است.



تصویر (۱۸-۹) - خوردگی شیمیایی

فروگرافی مشاهداتی (AF) Analytical Ferrography



تصویر (۱۹-۹) - فروگرافی مشاهداتی (AF) Analytical Ferrography

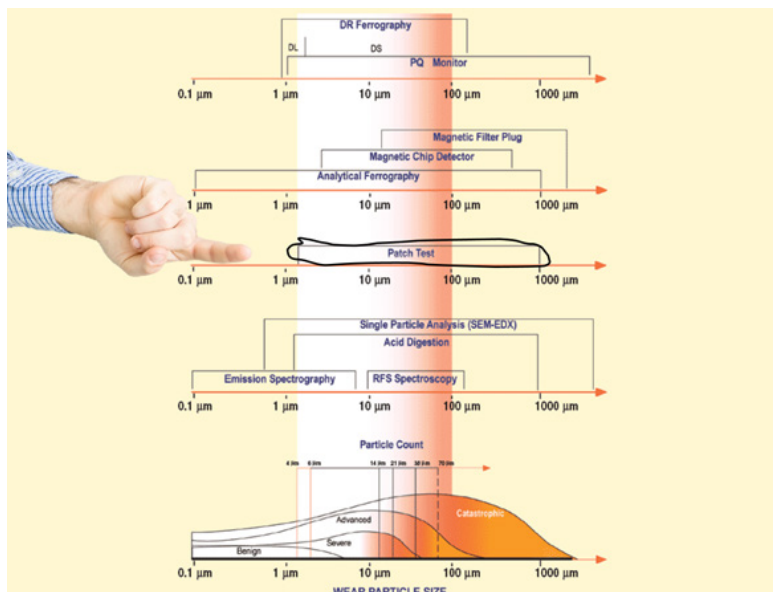
یکی دیگر از تکنیک‌های اندازه‌گیری فرسایش فلزات آهنی روغن، فروگرافی مشاهداتی (AF) است. در این آزمایش ابتدا ذرات آهنی موجود در روغن، توسط میدان مغناطیسی روی اسلاید شیشه‌ای رسوب داده می‌شوند، سپس به کمک میکروسکوپ نوری این ذرات مشاهده می‌گردند. با توجه به نوع، تراکم و شکل ذرات می‌توان در مورد نوع فرسایش، علت و بعضاً محل وقوع آن اظهارنظر کرد. ذرات ناشی از ساییدگی به‌ویژه ذراتی که تازه تشکیل شده و سطح آن‌ها دچار اکسیداسیون نشده است، به خاطر بازتاباندن نور براق به نظر می‌رسند. مشاهده ذرات بزرگ‌تر از ۲۰ میکرون به تعداد زیاد، نشان‌دهنده شروع خرابی است. در صورت مشاهده ذرات بزرگ‌تر از ۵۰ میکرون به تعداد زیاد، خرابی دستگاه اتفاق افتاده است.



تصویر (۲۰-۹) - روش انجام فروگرافی مشاهداتی (AF) Analytical Ferrography

حجم روغن مورد نیاز برای انجام آزمایش فروگرافی مشاهداتی 10ml می‌باشد.

آزمایش Patch Test



تصویر (۹-۲۱) - آزمایش Patch Test

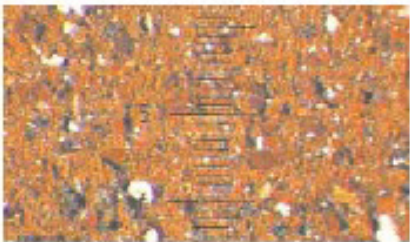
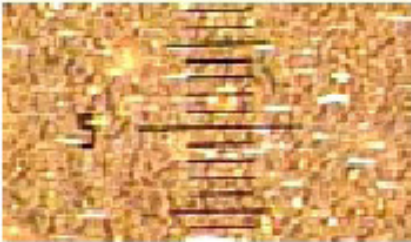
یکی دیگر از روش‌های آنالیز عنصری، آزمایش Patch Test می‌باشد. همان‌طوری که در تصویر (۹-۲۲) مشاهده می‌کنید، ابتدا نمونه روغن گرفته شده از توربین، در یک حلال کاملاً تمیز حل می‌گردد و از یک ممبران فیلتر (Membrane Filter) ۰٫۸ میکرون عبور داده می‌شود. در نهایت ممبران فیلتر در داخل آون (Oven) خشک و زیر میکروسکوپ مشاهده می‌شود.

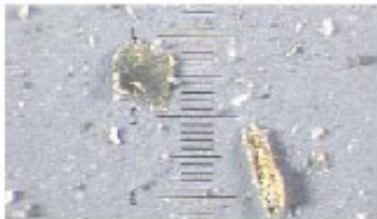


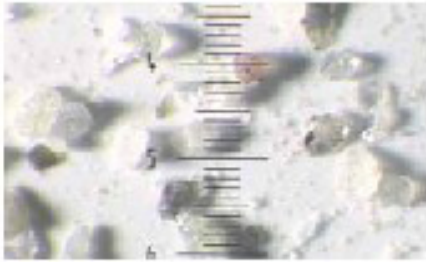
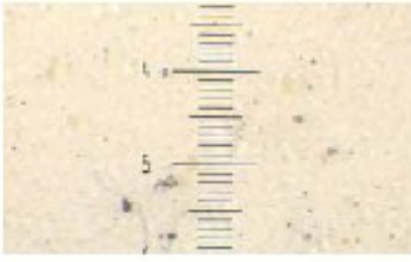
تصویر (۹-۲۲) - روش انجام آزمایش Patch Test

در این روش علاوه بر اینکه شدت آلودگی روغن نشان داده می‌شود، با تفسیر تصویر آلودگی‌ها زیر میکروسکوپ منشأ عیب نیز مشخص می‌گردد. تعدادی از این تصاویر سایشی را به همراه تفسیر آن، در قسمت پیش روی کتاب برای شما قرار داده‌ام.

تصاویری را که در ادامه آورده‌ام از کاتالوگ شرکت‌های داک [www.hydac.com] انتخاب کرده‌ام. در این تصاویر نتایج آزمایش Patch Test در مشکلات شایع سیستم روغن‌کاری توربین نشان داده شده است.

		
اغلب زنگ‌زدگی، ذرات سفید ادتیو	محصولات پیر شدن و زوال روغن	نوع ذرات
زوال سریع روغن، خرابی پمپ و ولوها، سایش قطعات	گرفتگی فیلتر، تشکیل لجن	مشکلات احتمالی

		
تکه‌ها و براده‌های برنز، برنج و مس	براده‌های فلزی	نوع ذرات
زوال سریع روغن، خرابی پمپ و ولوها، سایش سیل، نشستی روغن	زوال سریع روغن، خرابی پمپ و ولوها، سایش سیل، نشستی روغن	مشکلات احتمالی

		
وجود سیلیس در نتیجه فقدان یا عملکرد نامناسب فیلتر هوا	ذرات ژله‌ای باقی‌مانده از المان فیلتر	نوع ذرات
سایش شدید تجهیزات، خرابی پمپ و ولو، سایش سیل‌ها آب‌بندها	گرفتگی فیلتر، لجن و گل لای گرفتن	مشکلات احتمالی
		
الیاف در اثر آلودگی اولیه، باقی‌مانده پارچه نظیف در زمان تمیزکاری تانک روغن	ذرات رنگی قرمز و قهوه‌ای و ذرات صنعتی آبی‌رنگ	نوع ذرات
گرفتگی نازل‌ها، نشستی از سیت ولوها	خرابی پمپ و ولو، سایش سیل‌ها آب‌بندها	مشکلات احتمالی