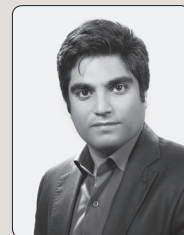


کف کردن روغن توربین (بخش چهاردهم)

روانکاری



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



وجود کف در روغن، موجب کاهش قابلیت روان کاری روغن توربین می‌شود. ابتدا عوامل کف کردن روغن توربین را برای شما شرح می‌دهم و در ادامه مشکلات ناشی از افزایش فوم روغن توربین و راهکارهای جلوگیری از فوم را بررسی و تحلیل می‌نمایم.

عوامل کف کردن روغن توربین

۱- مکانیکی

ویبره و لرزش ماشین عامل ایجاد فوم می‌باشد.

۲- آلودگی

آلاینده‌ها با سطح فعال (Surface-Active Contaminant) عامل ایجاد حباب و تشکیل فوم در روغن توربین هستند. این ذرات معمولاً سایزی کمتر از چهار میکرون دارند.

۳- اکسیداسیون روغن

محصولات حاصل از اکسیداسیون روغن؛ مواد قطبی هستند و خاصیت قطبی روغن (Fluid Polarity) و ویسکوزیته آن را افزایش می‌دهند. این مساله باعث ایجاد فوم پایدار در روغن توربین می‌شود.

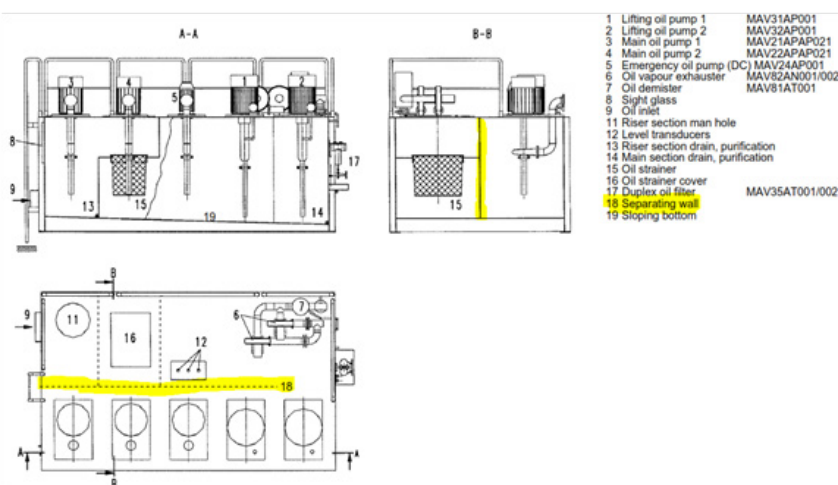
۴- طراحی ضعیف سیستم روغن کاری

طراحی ضعیف مخزن ذخیره روغن

در صورتی که اندازه مخزن ذخیره روغن کوچک باشد، زمان بازداری (Retention Time) روغن در آن کاهش می‌یابد؛ بدین ترتیب از فرصت روغن برای جدایی از فوم نیز کاسته می‌شود. این مساله در توربین‌های گازی که در کشتی‌ها نصب می‌شود (و به دلیل محدودیت فضا، مخزن ذخیره روغن کوچکی دارند) بیشتر خودش را نشان می‌دهد. استاندارد API 614 حداقل زمان توقف روغن در تانک روغن توربین را هشت دقیقه تعیین کرده است. زمان مذکور فرصت جدا شدن کف را به روغن می‌دهد. نصب صفحات مشبک (Baffle Plates) صدر مخزن ذخیره روغن نیز باعث افزایش سطح تماس روغن و آزادسازی فوم می‌شود.

طراحی نادرست سیستم لوله‌کشی

کوچک بودن سطح مقطع لوله یکی از عواملی است که منجر به افزایش سرعت روغن در لوله، افزایش تلاطم در روغن توربین و ایجاد کف در آن می‌شود. عامل دیگر افزایش فوم روغن، زیاد بودن فشار ورودی پمپ روغن کاری است. یک دلیل متداول دیگر در بروز ناگهانی کف، نشت مکش می‌باشد؛ این پدیده اغلب به سادگی و به کمک تکنیک‌های مرسوم نشت‌یابی هوا قابل تشخیص است، از طرفی لوله خط برگشتی روغن ممکن است از بالای سطح روغن تخلیه شود و این مساله موجب تلاطم و ایجاد کف در روغن توربین گردد. همچنین در صورتی که خط برگشت روغن از یاتاقان‌های توربین به مخزن ذخیره روغن و لوله مکش پمپ‌های روغن کاری، نزدیک به هم نصب شود، در روغن فوم و کف تشکیل می‌شود. به دلیل مذکور و همان‌طور که در تصویر (۱-۱۴) مشاهده می‌کنید، شرکت مپنا در ساخت مخزن ذخیره روغن توربین بخار MST 50C با استفاده از دیوار جداکننده (Separating Wall - 18) بیش‌ترین فاصله را بین خط برگشت روغن از یاتاقان‌های توربین به مخزن ذخیره روغن (Oil Inlet - 9) تا لوله مکش پمپ‌های روغن کاری (Main Oil Pump - 3,4) ایجاد کرده است.



تصویر (۱-۱۴) - مخزن ذخیره روغن توربین بخار MST 50C مپنا

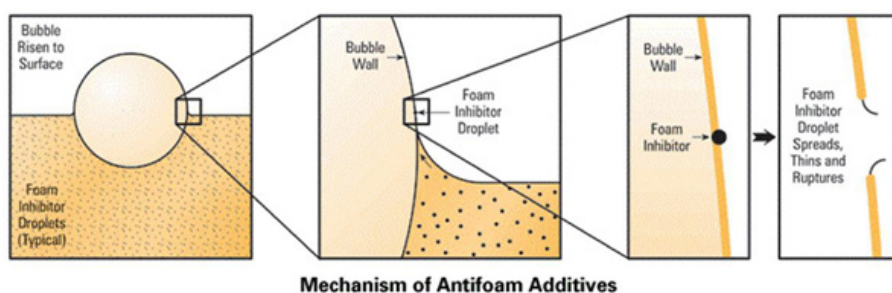
۵- مصرف شدن ادتیوها

ادتیوهای آنتی فوم روغن، مواد پلیمری (Polymeric) است که به دو دسته کلی تقسیم بندی می شوند:

۱- مواد حاوی سیلیکون: مانند پلی سیلوکسان (polysiloxanes)، پلی دی متیل سیلوکسانها (Polydimethylsiloxane)

۲- مواد فاقد سیلیکون: مانند پلی اکریلات (polyacrylate) و پلی متیل متاکریلات (polymethacrylate)

ادتیوهای آنتی فوم روغن توربین کشش سطحی روغن را کاهش می دهند و حباب های وارد شده به روغن را آزاد می کنند. آزادسازی حباب باعث کاهش فوم روغن توربین می شود. مواد ضد کف به حباب های هوا می چسبند و می توانند پل های ناپایدار بین حباب ها را گسترش دهند و یا حتی آن ها را ایجاد کنند. این عمل منجر به تشکیل حباب های بزرگ تری می شود، در نتیجه حباب راحت تر به سطح لایه کف می آیند و پس از ترکیدن، هوا را آزاد می کنند. مراحل تخریب حباب روغن توسط ادتیو آنتی فوم در تصویر (۲-۱۴) نشان داده شده است.



تصویر (۲-۱۴) - مراحل تخریب حباب روغن توسط ادتیو آنتی فوم

دلایل کاهش ادتیو آنتی فوم:

- دمای زیاد روغن
- چسبیدن ادتیو آنتی فوم به سطوح فلزی
- فیلترهای سیستم روان کاری
- ته نشین شدن ادتیو آنتی فوم به دلیل سیرکوله نشدن و ساکن بودن روغن
- برای جبران ادتیو آنتی فوم می توانید این ادتیو را به روغن توربین اضافه کنید. البته افزودن آنتی فوم به روغن می تواند روی قابلیت جدا شدن هوا از روغن (Air release) اثر منفی داشته باشد.
- ویسکوزیته
- به طور معمول فوم در روغن با ویسکوزیته پایین، سریع تر از فوم روغن با ویسکوزیته بالا از بین می رود.
- دما

کاهش دما، افزایش ویسکوزیته و در ادامه آن، افزایش فوم را در پی دارد. این مطالب را مختص کاربران توربین گازی V94.2 نوشته ام. در صورتی که شما خواننده گرامی از این گروه نیستید، پیشنهاد می کنم ادامه مطالعه شما از آیت شماره هشت یعنی "فیلتراسیون روغن" باشد.

دلایل کاهش ادتیو آنتی فوم:

در یک توربین گازی V94.2 زمانی که دمای تانک روغن به کمتر 40°C می رسید، دور ترنینگ از 50 rpm بالاتر نمی رفت. از طرفی فعال شدن SFC به دور 80 rpm ملزم شده بود؛ زیرا در صورتی که دور کمتر از 80 rpm باشد، در اثر شتاب ناگهانی ممکن است به پره های توربین آسیب برسد.

عملاً استارت این توربین گازی به دلیل کف کردن روغن و اختلال در عملکرد توربین پلتون در چرخ ترنینگ، مقدور نبود. از آنجایی که افزایش دمای روغن باعث کاهش ویسکوزیته و تسریع جدا شدن فوم از روغن می‌شود، در این مورد گرم کردن مخزن ذخیره روغن توربین با هیتر پرتابل که مشتمل بر هیترهای سرامیکی در غلاف فولادی غرق در روغن بود، انجام گرفت؛ این گرمکن زمانی که دمای سالن توربین 15°C است، دمای مخزن روغن را تا 40°C افزایش داد و شرایط استارت برقرار گردید.

مورد کاوی دوم:

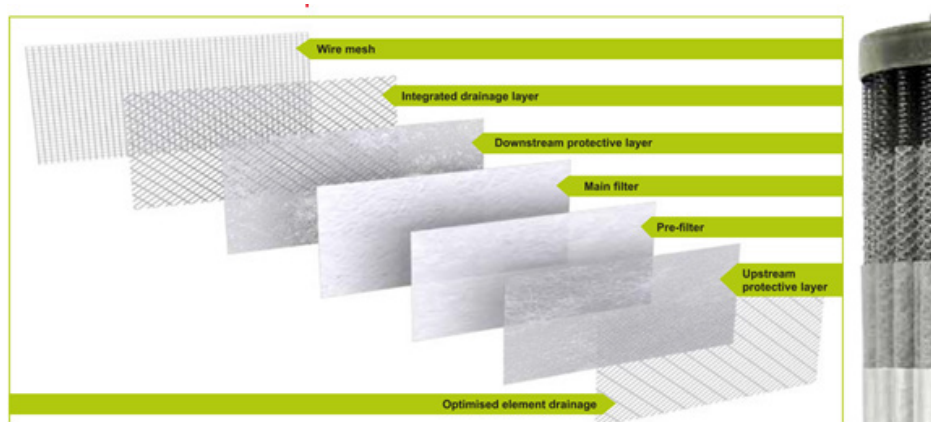
در یک توربین گازی V94.2 زمانی که توربین در حالت ترنینگ بود به دلیل ایجاد فوم و کاهش فشار روغن، پمپ DC روان کاری نیز استارت می‌شد. در این توربین وقتی کولر روغن کراس می‌شد (یعنی آب خنک کاری CCW به یک طرف کولر روغن و روغن توربین به سمت دیگر کولر روغن هدایت می‌شد) یا کلاً مسیر آب خنک کاری بسته می‌شد، به دلیل افزایش دمای روغن و برطرف شدن فوم، دیگر نیازی به استارت پمپ DC برای جبران کاهش فشار روان کاری نبود.

مورد کاوی سوم:

در یک توربین گازی V94.2 با افزودن دو پلیت در دو طرف چرخ توربین پلتون، از تشکیل فوم (به دلیل تلاطم روغن در حالت ترنینگ توربین) جلوگیری شد. پس از این اصلاحات، این توربین در روزهای سرد زمستان بدون هیچ‌گونه مشکلی در حالت ترنینگ قرار می‌گیرد.

• فیلتراسیون روغن

بعضی ادتیوهای کنترل کننده فوم به لحاظ شیمیایی مشابه جنس المان فیلتر روغن توربین است. اگرچه اندازه ادتیو آنتی فوم از مش‌های فیلتر کوچک تر است ولی به دلیل یکسان بودن ماهیت شیمیایی این ادتیوها با المان فیلتر، آن‌ها به هم جذب می‌شوند و در فیلتر به دام می‌افتند. از آنجایی که ادتیو آنتی فوم در روغن توربین‌های بادی نقش مهمی ایفا می‌کند، برای جلوگیری از این مشکل در توربین‌های بادی از فیلتراسیون چند مرحله‌ای (Multipass Filtration) استفاده می‌شود.



تصویر (۳-۱۴) – المان فیلتر روغن توربین

بنابراین انتخاب فیلتر روغن علاوه بر بهبود سطح تمیزی روغن در خواص عملکردی روغن مانند کف کردن نیز می‌تواند اثرگذار باشد.

• آب

هنگامی که مساله کف به طور ناگهانی در روغن اتفاق می افتد، حضور آب می تواند نقش مهمی داشته باشد. بنابراین از پایین ترین محل مخزن روغن (که معمولاً محل تخلیه روغن است)، یک نمونه روغن بگیرید و مشاهده کنید که آیا در نمونه گرفته شده آب آزاد وجود دارد یا خیر؟ زیرا ایجاد کف، هشدار برای حضور آب در سیستم تلقی می شود.

• حجم زیاد روغن

مشکلات حاصل از کف کردن روغن توربین

در صورتی که مقدار فوم تانک روغن توربین کمتر از شش اینچ باشد و این مقدار باعث سرریز از تانک روغن یا ایجاد اختلال در کنترل سطح روغن level-monitoring نشود، کف کردن روغن جای نگرانی ندارد؛ اما کف کردن ناگهانی روغن نشان دهنده وقوع عیب است و مشکلات زیر را در پی دارد:

۱- اکسیداسیون روغن

۲- پدیده میکرودریزلینگ

۳- عملکرد اسفنجی روغن در سیستم های هیدرولیکی و کاهش دقت کنترل

۴- کاهش توان تحمل بار روغن در رولبرینگ ها و افزایش فشار داخلی بین چرخ دنده ها

۵- تماس فلز با فلز به دلیل روغن کاری ناکافی تجهیزات

۶- کاویتاسیون گازی (Gaseous Cavitation)

۷- کاهش اتلاف حرارتی روغن توربین

۸- انتقال نامناسب روغن در سیستم روان کاری توربین و کمبود روغن در یاتاقان ها

ارزیابی تمایل روغن به تشکیل فوم

تمایل روغن به تشکیل فوم به کمک آزمایش ASTM D892 ارزیابی می شود. در این آزمایش 190 ml نمونه روغن به کمک هوادهی (Air flow: 5 ± 94 ml/mimute) متلاطم می شود. این کار به مدت پنج دقیقه ادامه می یابد و بلافاصله بعد از قطع هوادهی، مقدار فوم تشکیل شده یادداشت می شود. این عدد تمایل روغن به تشکیل فوم (Foam Tendency) را نشان می دهد. در ادامه و پس از گذشت 10 دقیقه از قطع هوادهی، مجدداً مقدار فوم روغن اندازه گیری می شود. این عدد معرف پایداری فوم روغن (Foam Stability) می باشد. در آزمایش فوم مرحله اول، دمای نمونه روغن 24°C می باشد.

نتیجه آزمایش به صورت دو عدد متوالی گزارش می شود. عدد اول تمایل روغن به تشکیل فوم و عدد دوم پایداری فوم روغن را نشان می دهد. به عنوان مثال اگر نتیجه آزمایش به صورت 20/0 باشد:

• 20 یعنی 20 ml کف، نشان دهنده تمایل روغن به تشکیل فوم

• صفر یعنی 0 ml کف، نشان دهنده پایداری فوم تشکیل شده در مرحله اول بعد از گذشت 10 دقیقه

معمولاً در روغن توربین سالم می بایست پس از 250 ثانیه کف کاملاً از بین برود.

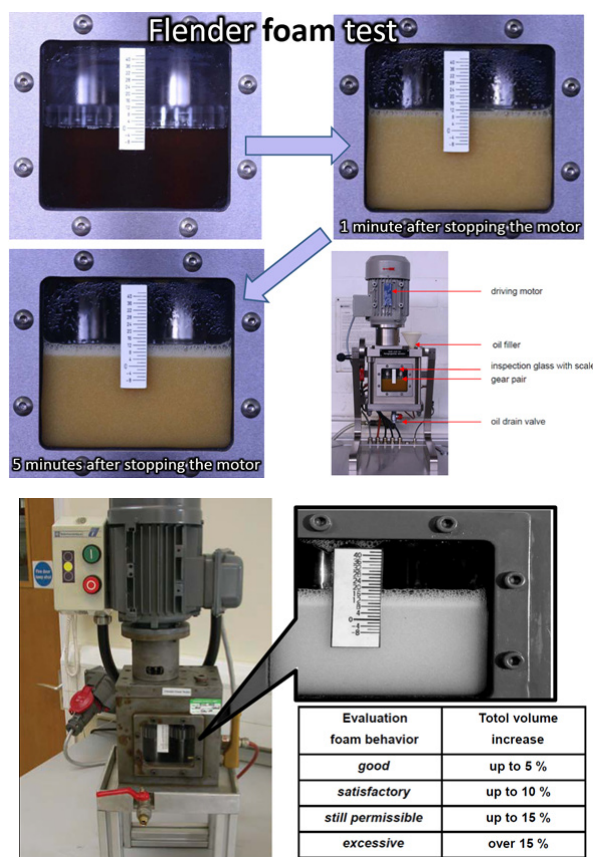
استانداردهای دیگری از جمله:

ISO 6247 ; IP 146 ; DIN 51566 ; FTM 791-3211 ; NFT 60-129

آزمایش کف فلندر (Flender foam test) و استاندارد ملی ایران به شماره 196، فوم موجود در روغن را ارزیابی می کنند.

آزمایش کف فلندر (Flender Foam Test)

آزمایش کف فلندر نسبت به ASTM D 892 مزیت دارد؛ زیرا در این آزمایش از هوا خبری نیست؛ بنابراین تفاوت بین فوم و حباب هوا به خوبی قابل تشخیص است. آزمایش کف فلندر، مقاوت روغن را در برابر کف، به صورت واقع بینانه تری نشان می دهد. این دستگاه آزمایش متشکل از یک موتور 0.55 kw و دور کاری 1450 rpm است که به مدت پنج دقیقه در روغن به دمای 25 °C کف ایجاد می کند. پس از خاموش کردن، درصد افزایش حجم کف در دقیقه اول، پس از خاموش شدن و در پنج دقیقه پس از خاموش شدن موتور یادداشت می شود. شرایط روغن به لحاظ مقدار فوم در تصویر (۴-۱۴) به همراه جدول بیان شده است.



تصویر (۴-۱۴) - آزمایش کف فلندر

اظهارنظر توربین سازها و استانداردها در مورد کف روغن توربین

توربین سازهای مختلف در مورد حد مجاز تشکیل فوم و پایداری فوم روغن، اظهارنظر کرده اند. استاندارد ASTM D 892، حد مجاز تشکیل فوم را کمتر از 400 ml و حد مجاز پایداری فوم روغن توربین را کمتر از 10 ml اعلام نموده است. شرکت مپنا حد مجاز تشکیل فوم روغن توربین را کمتر از 400 ml و حد مجاز پایداری فوم روغن توربین را کمتر از 450 ثانیه پیشنهاد می کند. در واقع این شرکت مدت زمانی را که طول می کشد تا کف ایجاد شده کاملاً ناپدید شود، 450 ثانیه ارزیابی نموده است.

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

	ASTM D4378	Ahlistom - Gas and Steam	GE - Gas	GE - Steam	Solar	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	Exceeds ISO VG Class	0.4	0.5	0.6 max for mineral oils; 0.8 for SHC	0.4 increase over new	0.3 to 0.4 over new oil
RPVOT	< 25%	< 25%	< 25%	> 50 minutes	> 25% of new oil	> 25% of original	25% of new oil
Water	> 0.1%	> 0.1%	> 0.1%	0.1% max	2,000 ppm max		200 ppm max
Flash Point - ASTM D92	30°F drop or more	30°F drop or more	30°F drop or more	30°F (191°C) minimum			
Rust Prevention - ASTM D665	Light Discoloration	Light Discoloration	Light Discoloration				
Cleanliness							
Demulsibility							
Metals							
Air Release							
Foam	Seq I exceeds 450/10				Seq I - 300/10; Seq II - 300/10 (guideline)		Seq I - 400/10

تصویر (۵-۱۴) - اظهار نظر توربین سازها در مورد کف روغن توربین

پیشنهاد می‌شود در صورت مشاهده تغییرات ناگهانی، میزان فوم روغن توربین را بر اساس استاندارد ASTM D 892 Sequence I ارزیابی کنید. حجم روغن مورد نیاز برای انجام آزمایش، 200 ml است. برای توربین بخار پیشنهاد می‌شود این آزمایش شش ماهه و نهایتاً سالیانه انجام شود. در صورتی که میزان TAN، Foaming، به همراه RBOT از حد مجاز خودشان بالاتر روند، می‌بایست روغن توربین تعویض شود.

نحوه نمونه‌گیری در جواب آزمایش فوم اهمیت دارد. پیشنهاد می‌کنم که ظرف نمونه‌گیری چند بار از روغن توربین پر و خالی شود، سپس نمونه‌گیری روغن انجام گیرد.

برای مشاهده فایل ویدئویی این بخش، به لینک زیر مراجعه کنید و یا بارکد را اسکن نمایید.

<https://goo.gl/ioUEty>

