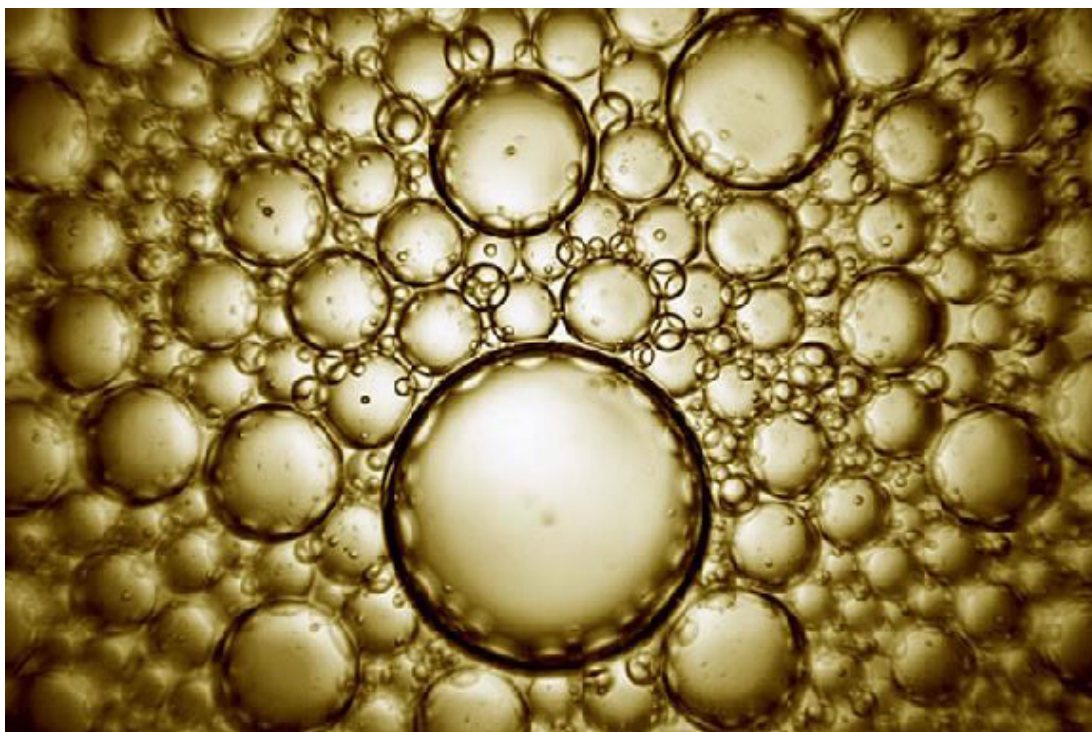
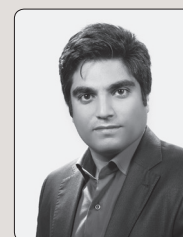


قابلیت جدا شدن هوا از روغن توربین (بخشی پانزدهم)



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



اختلاط روغن توربین با هوا در تجهیزات مختلف سیستم روانکاری مانند یاتاقان‌ها، پمپ‌ها و خط برگشت روغن به مخزن، امر اجتناب‌ناپذیری است. این مساله تشکیل حباب‌های ریز هوا در روغن توربین را به همراه دارد. از طرفی هوا یکی از آلاینده‌های سیستم روانکاری محسوب می‌شود. این نکته ارزش اشاره دارد که هوای موجود در روغن در هر حالتی برای توربین و روغن آن خطر آفرین است. به عنوان مثال، مطالعات انجام شده در بخش خدمات فنی آزمایشگاه شرکت موبیل، وجود هوا در مخزن روغن سیستم‌های هیدرولیکی را عامل اصلی خرابی سرو ولوها^۱ اعلام نموده است. در این گزارش نوشته شده است: هوای موجود در روغن در تسریع زوال روغن و همچنین خرابی کنترل ولو بیشترین سهم را دارد؛ زیرا مراحل مختلف خرابی روغن به تشکیل وارنیش و رسوب‌های اولیه منجر می‌شود و در نهایت به خرابی سرو ولو ختم می‌گردد.



انواع حالات هوا در روغن

هوای موجود در روغن توربین به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شود:

هوای محلول^۲

هوا به مقداری ناچیزی در روغن توربین حل شده و هوای محلول نامیده می‌شود. به عبارت دیگر، هوای محلول میکروحباب‌های هوای معلق در روغن بوده و غیر قابل رویت هستند.

هوای شناور^۳

هرگاه مقدار هوای حل شده در روغن توربین از میزان قابلیت حل شدن آن بیشتر شود، حباب‌های کوچکی تشکیل می‌شوند و به صورت معلق و شناور در روغن باقی مانده و باعث کدر شدن روغن می‌شوند. این هوای حبس شده در آغاز با چشم دیده نمی‌شود، اما رفته رفته رشد کرده و معمولاً با آلودگی آب اشتباه گرفته می‌شود. لازم به ذکر است هوای حبس شده در روغن‌ها با ویسکوزیته بالا، پایدارتر است.

هوای آزاد^۴

خارج شدن هوای شناور به تشکیل هوای آزاد منجر می‌شود. در بعضی موارد و با خاموش شدن توربین، جداسدن هوا از روغن به ورود حجم زیادی از هوای آزاد به بخش‌های سیستم روانکاری منتهی می‌شود. این حجم از هوا در بالاترین نقاط مدار روانکاری توربین مانند لوله‌ها و یا حلزونی پمپ‌های سانتریفیوژ جمع شده و فشارسازی پمپ‌ها را مختل می‌کند. این مساله در زمان خارج بودن توربین، احتمال وقوع بیشتری دارد و استارت‌های ناموفق توربین‌ها را باعث می‌گردد.

کف^۵

حباب‌های هوا که بر روی سطح روغن قرار می‌گیرند کف نامیده می‌شود. به عبارت دیگر فوم یا کف در روغن توده‌ای دو فازی از حباب‌های هوا و لایه نازکی از روغن بوده که می‌تواند از 0/01mm تا 1mm ضخامت داشته باشد.

علت‌های ورود هوا به روغن توربین

عوامل اصلی کف کردن روغن توربین به صورت زیر دسته‌بندی می‌شود.

طراحی ضعیف سیستم روانکاری روغن توربین

در طراحی و ساخت مخزن روغن، رهاسازی هوا و کف کردن روغن باید مدنظر قرار گرفته شود. رعایت این نکات، رها شدن هوا از روغن توربین را بهبود می‌بخشد.

۱- نکات مهم در طراحی تانک روغن توربین

ابعاد تانک روغن

تانک روغن توربین محل مناسبی برای تخلیه حباب‌های محبوس شده در روغن است. اگر اندازه مخزن کوچک باشد، زمان ماندگاری^۶ یا توقف روغن کوتاه است. در بعضی موارد زمان توقف روغن مطابق با استاندارد بوده اما مساحت مقطع تانک به قدری کوچک که روغن نمی‌تواند هوای محبوس را در سطح تخلیه کند. در این شرایط نصب صفحات مشبک^۷ در محل ورود روغن به تانک افزایش سطح تماس روغن را به همراه داشته و به آزادسازی هوا کمک می‌نماید.

جانمایی لوله‌های ورودی و خروجی

موقعیت خط‌برگشت روغن از یاتاقان‌های توربین به مخزن ذخیره روغن و همچنین لوله مکش پمپ‌های روغنکاری در وضعیت هوای موجود در روغن نقش پررنگی بازی می‌کند. همان‌طور که در تصویر (۱۴-۱) مشاهده می‌کنید، در ساخت مخزن ذخیره روغن یک توربین بخار از دیوار جداکننده^۸ استفاده شده است. با این ترفند، بین خط برگشت روغن از یاتاقان‌های توربین^۹ و لوله مکش پمپ‌های روغنکاری^{۱۰} بیشترین فاصله را ایجاد کرده است. لذا روغن برای رها شدن از حباب هوا فرصت بیشتری را به دست می‌آورد.

1. servo valve

3. Entrained Air

5. Foam

7. Baffle Plates

9. Oil Inlet

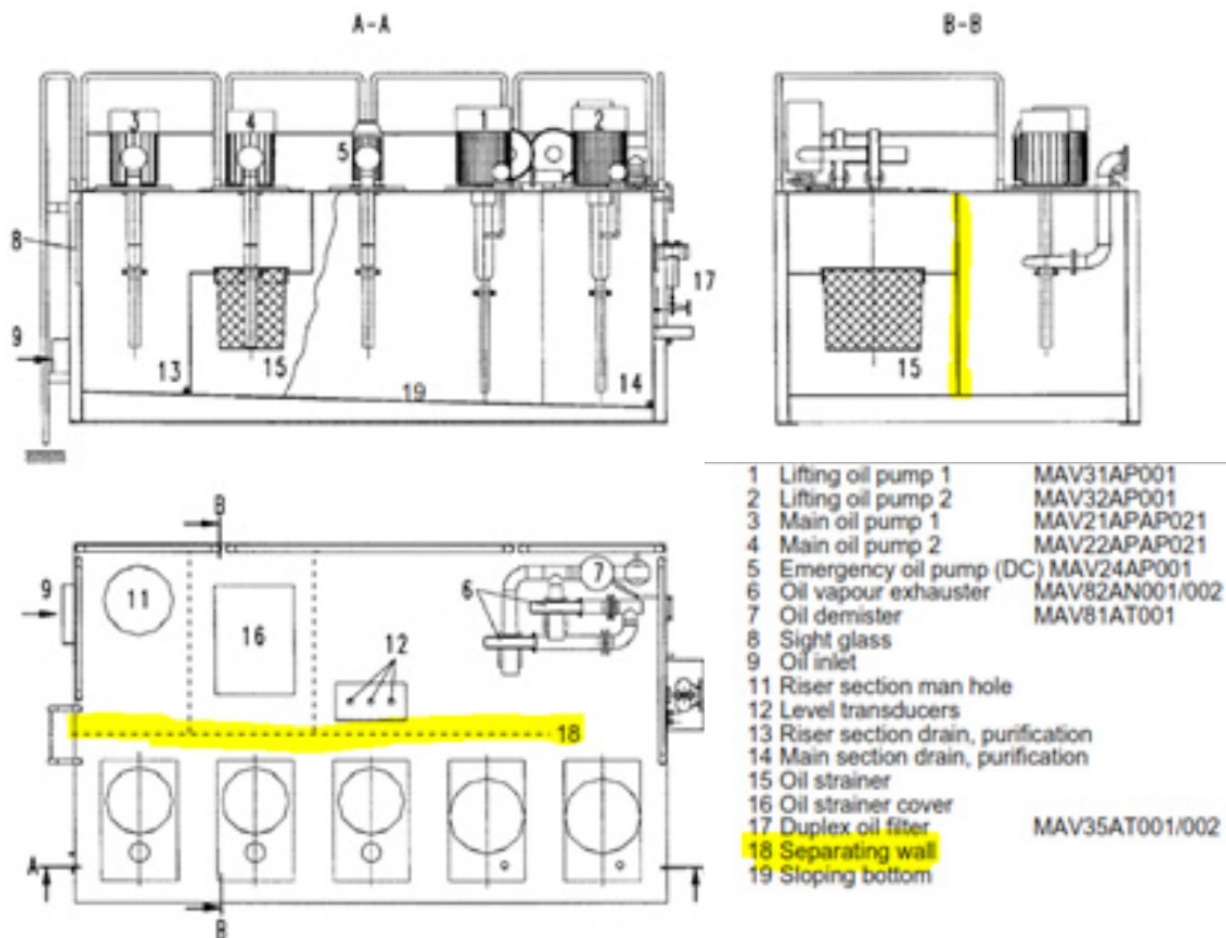
2. Dissolved Air

4. Free Air

6. Retention Time

8. Separating Wall

10. Main Oil Pump



تصویر (۱-۱۴) - مخزن ذخیره روغن توربین بخار

۲- نکات مهم در طراحی سیستم لوله کشی

سرعت زیاد روغن در لوله ها با ایجاد اغتشاش باعث ورود هوا به داخل روغن می شود. در این شرایط می توان با افزایش سطح مقطع لوله ها نسبت به کاهش سرعت روغن و کاهش تلاطم روغن توربین اقدام کرد. عامل دیگر افزایش فوم روغن، زیادبودن فشار ورودی پمپ روغنکاری است. از طرفی لوله خط برگشت روغن ممکن است از بالای سطح روغن تخلیه شود و این مساله موجب تلاطم و ایجاد کف در روغن توربین گردد. ساده ترین راه حلی که می تواند بسیار مفید واقع گردد این است که روغن برگشتی به مخزن از میان یک لوله U شکل معکوس عبور داده شود.

آلودگی روغن

آلودگی های موجود در روغن کشش سطحی آن را هدف می گیرد. از این منظر ورود آب به روغن یکی از علت های افزایش نرخ هوای محبوس در روغن می باشد. به عبارت دیگر روغن آلوده به آب نسبت به روغن تمیز کشش سطحی کمتری دارد؛ بنابراین هنگام تلاطم روغن آلوده به آب، حباب های هوای موجود در روغن راحت تر به حباب های کوچکتر شکسته می شوند و در روغن توربین سوسپانسیون^{۱۱} می شوند. این حباب های کوچک با سرعت کمتری نسبت به حباب های بزرگ، به سطح روغن مهاجرت می کنند؛ در نتیجه جدایش هوا از روغن سخت شده و زمان جدایش افزایش می یابد.

لازم به ذکر است، آلاینده های دیگر روغن از قبیل حلال ها، آلاینده های شیمیایی و محصولات جانبی اکسیداسیون روغن و حتی سرریز روغن اشتباه نیز دارای اثر مشابهی مانند آب می باشند.

11. Suspension

افزایش ویسکوزیته روغن

به طور معمول هوای محبوس در روغن با ویسکوزیته پایین، سریع تر از روغن با ویسکوزیته بالا از بین می رود. به همین علت، اکسیداسیون روغن با افزایش ویسکوزیته به افزایش مقدار هوا در روغن توربین منجر می شود.

کاهش دمای روغن

کاهش دما، افزایش ویسکوزیته و در ادامه آن، افزایش مقدار هوای محبوس در روغن را در پی دارد. به همین خاطر مشکلات توربین در خصوص هوای روغن، بیشتر در فصول سرد سال اتفاق می افتد.

عوامل مکانیکی

تلاطم روغن در مسیر روانکاری روغن توربین یکی از موانع جدی برای جدایش حباب هوا از روغن است. علت آن است که هوای محبوس شده در روغن در عبور از پمپ و فیلتر به حباب های ریزتری تبدیل می شود و به راحتی از روغن خارج نمی گردد. با سرد شدن هوا این مساله چشمگیرتر شده و ممکن است برای استارت شدن توربین مانعی بزرگی باشد.

مشکلات روغن توربین به علت آلوده شدن با هوا

شناوری هوا در جریان روغن توربین می تواند تاثیر مخربی بر خواص مکانیکی روغن داشته و می تواند به اثرات نامطلوب زیر منجر شود.

- ۱- کاویتاسیون در پمپ های سیستم روانکاری
 - ۲- تماس شفت توربین با یاتاقان به علت عملکرد اسفنجی روغن حاوی هوا
 - ۳- اکسیداسیون روغن
 - ۴- توقف ناخواسته توربین به علت افت فشار روغن
 - ۵- ایجاد قفل هوایی و اختلال در روشن شدن پمپ های سانتریفیوژ سیستم روانکاری
 - ۶- پدیده میکرو دیزلینگ
 - ۷- کاهش ظرفیت خروجی پمپ ها و افت فشار سیستم روانکاری توربین
 - ۸- سایش قطعات به علت کاهش ویسکوزیته روغن
- به عنوان مثال سایش های اتفاق افتاده در یاتاقان تراست توربین، ممکن است به علت خارج شدن هوای محلول از روغن و تبدیل آن به هوای نامحلول و محبوس باشد. فشار مثبت در ورودی یاتاقان تراست به همین علت است.

ارزبایی توانایی رهاسازی هوای روغن توربین

توانایی روغن در جدا شدن از هوا با عنوان رهاسازی هوا^{۱۲} شناخته میشود. این قابلیت روغن با استاندارد ASTM D 3427 اندازه گیری می شود. در این آزمایش، هوا با فشار 0/2 bar و به مدت هفت دقیقه در ظرفی حاوی 200ml روغن فرستاده می شود و کف تولید می کند. سپس دستگاه متوقف شده و زمان لازم برای کاهش حجم کف به کمتر از 2% حجمی روغن به عنوان نتیجه آزمایش گزارش می شود.

بررسی میزان آلوده شدن روغن توربین با هوا در محل

از روغن توربین یک نمونه روغن بگیرید و مطابق توضیحات جدول زیر وضعیت توانایی رهاسازی هوای روغن توربین را بررسی نمایید. استفاده از چراغ قوه به تشخیص بهتر کمک خواهد کرد.

اقدام	علت احتمالی	وضعیت ظاهری نمونه یک ساعت بعد از نمونه‌گیری	وضعیت ظاهری نمونه بلافاصله بعد از نمونه‌گیری
بررسی علت	اگر عمر حباب‌های ایجاد شده حدود 5 دقیقه باشد	شفاف است	نمونه روغن حاوی حباب‌های هوا بوده و روغن رفته رفته از پایین
بررسی علت و ارسال نمونه روغن به منظور آزمایش جدای هوا از روغن	هوای زیاد در روغن وجود دارد و این مسئله به علت آلودگی یا تخریب حرارتی روغن است	حباب‌های ریز هوا هنوز باقی مانده است.	ظرف در حال شفاف شدن است.

نظر سازندگان توربین در مورد توانایی روغن در جدا شدن از هوا

شرکت سُلار^۳ حداکثر زمان مجاز رهاسازی هوا از روغن توربین را ده دقیقه 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
Air Release		8 minutes for ISO VG 32			10 minutes max (guideline)		4 minutes max

تصویر (۱۴-۲) - اظهارنظر توربین‌سازها در مورد توانایی روغن در رهاسازی هوا

مطابق با اظهارنظر استاندارد ASTM D 4378، در صورتیکه این زمان از دو برابر زمان ثبت شده برای روغن نو توربین بیشتر شود، باید نسبت به توانایی رهاسازی هوای روغن اعلام نگرانی نمایید. لازم به ذکر است، به جز چند مورد نادر، در این شرایط نمی‌توان خاصیت رهاسازی هوا از روغن را با اضافه کردن ادتیو بهبود داد و به همین سبب حفظ این خاصیت روغن اهمیت ویژه‌ای دارد. اما با توجه به نتایج سایر پارامترهای روغن پیشنهاد می‌شود نسبت به جوانسازي کردن روغن و بهبود خاصیت رهاسازی هوای روغن اقدام شود.

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

<https://goo.gl/Yg7qco>

