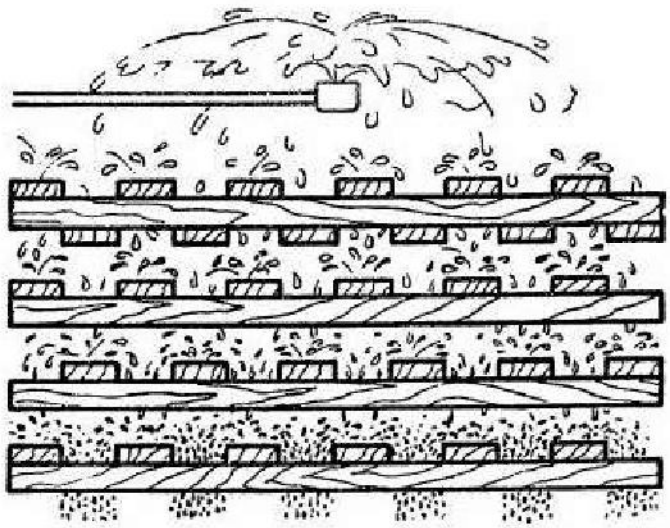
کندانسور سطحیSurface Condensor

همانطورکه قبلا نیزگفته شداین نوع کندانسورها شبیه به یک مبدل حرارتی هستند که در داخل تیوپ های انها آب خنکی که از برج خنک کننده تامین می شود وارد می شود و بخارات خروجی از توربین داخل پوسته یا Shell کندانسورعبورمی کنندوبه مایع تبدیل می شوند.بخارات مایع شده جهت تولید بخار مجددا واردسیستم بویلر می شود و آب گرم خروجی ازتیوب های کندانسور جهت خنک شدن مجددابه طرف برج خنک کنندهCooling Tower برمی گردد .

همچنین برای حفاظت مبدل ها در برابر خوردگی در قسمت Water Side انها ازسیستم حفاظت آندی استفاده می شود

کندانسور جت تایپ

این نوع کندانسورها مثل نوع قبلی به صورت مبدل حرارتی عمل نمی کنند بلکه بخارات خروجی از توربین با آب خنکی که از برج خنک کننده می آید در داخل محفظه کندانسور با هم مخلوط می شوند بدین صورت که آب خنک کننده به صورت فواره ای روی بخارات خروجی از توربین پاشیده می شودوباعث خنک شدن ومایع شدن ان می شود البته لازم است که آب خنک کننده باید دارای هیچ نوع سختی نباشد و به طور کلی سختی آن با بخار آب برابر باشد آب خروجی از کندانسور به دو قسمت تقسیم می شود یک قسمت ان جهت خنک شدن مجددابه برج خنک کننده برمی گردد و بقیه بخار تقطیر شده به طرف بویلر هدایت می شود .



انواع برج های خنک کننده Cooling Tower

در نیروگاهها و پالایشگاهها و کارخانجات برای خنک کردن آب خروجی از کندانسور هایا مبدل های حرارتی که گرمای بخار یا هر ماده دیگری را اکتساب می کنندازبرج های خنک کننده استفاده می شودکه یکی از ارکان اساسی یک سیکل بخار می باشد

برج های خنک کننده درسه دسته زیرطبقه بندی می شوند:

الف : برج خنک کننده تبخیری Evaperation Cooling Tower

ب: برج خنک کننده تبادل حرارتی

ج : برج خنک کننده خشک رادیاتوریDry Cooling Tower

برج های خنک کننده تبخیری

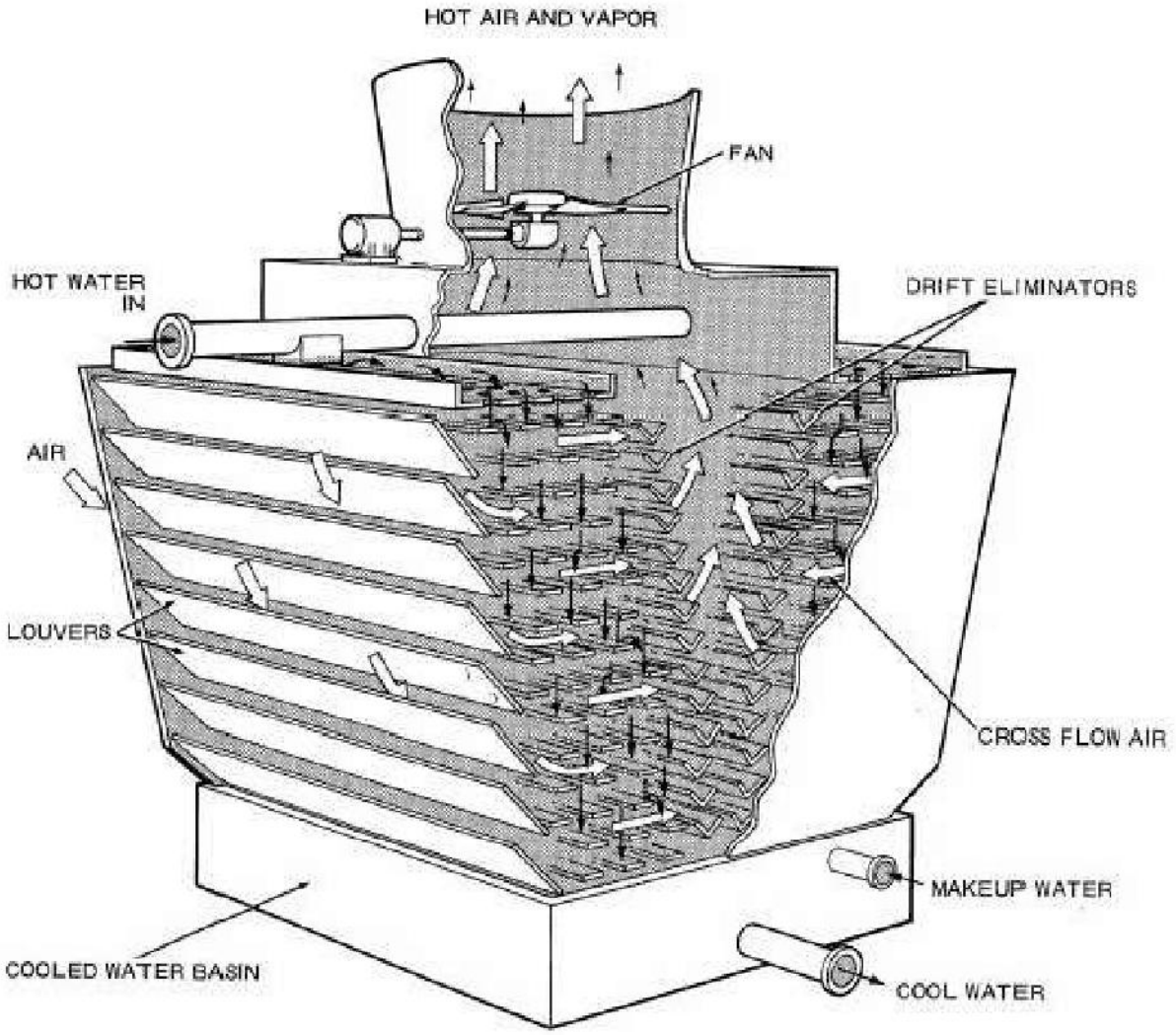
در این سیستم برای خنک کردن اب گرم ان را به بالای برج که ارتفاع ان تا ٤٠ متر می رسد پمپاژ می کنند و آب از بالای برج بر روی سینی های مشبکی که به فواصل نیم تا یک متری هم تعبیه شده و دارای سوراخهای نسبتا ریزی می باشدبصورت دوش مانند ریخته می شودکه مقداری ازآب بخارVaporمی شودکه آب تبخیر شده گرمای نهان تبخیر را از محیط یعنی آب دریافت می کند و باعث خنک شدن آب می شود . در بالای برج خنک کننده تعدادی فن در داخل تنوره هائی تعبیه شده که به انها مکنده یا Induced Drafit Fan گفته می شود ووظیفه انهامکیدن وبیرون راندن بخارات آب از داخل برج برای بالابردن کارائی برج است و باعث می شود که محیط به حد اشباع نرسد.

بطورمتال در یک برج که در ساعت حدود $260\frac{m^3}{hr}$ آب تبخیر می شود مقدار گرمایی را که از آب می گیرد و باعث خنک شدن آب می گردد به این شکل محاسبه می شود :

$$Q = mL$$

$$Q = 260\frac{m^3}{hr} \times 1000\frac{dm^3}{m^3} \times 80\frac{kal}{dm^3}$$

$$Q - 2080000\frac{Kcal}{hr}$$



چون در این نوع برج ها همیشه مقداری آب بخار می شود بنابراین سختی آب باقیمانده مرتبا افزایش پیدامی کندکه بوسیله خارج کردن تدریجی اب سخت از پایین برج Blow Down سختی آب در حد مطلوب کنترل می شودکه این کارتوسط دستگاه هائی بنام کلاریفایرانجام می شودکه ذیلا به شرح ساختمان واصول کاران پرداخته می شود .

دراین نوع برج هاروزانه مقدارقابل توجهی اب به بخارتبدیل می شودکه نیازبه جبران ان می باشدکه بخصوص درفصل گرم تابستان ودرمناطق گرم وخشک ازلحاظ اقتصادی وتامین ان اب موردنیاز بسیارحائزاهمیت است.

ساختمان واصول کار Clarifire

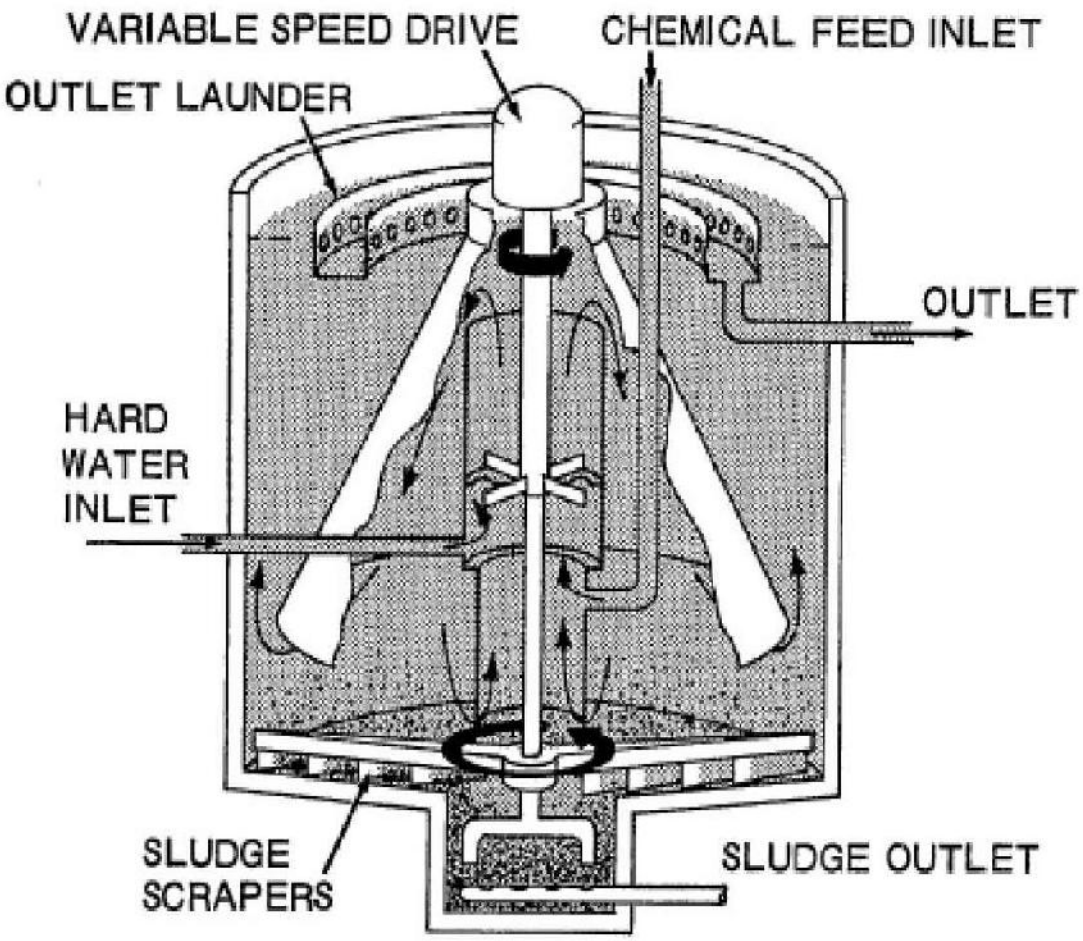
به دلیل تبخیر مداوم اب و ایجادرسوبات ناشی ازحرکت اب درداخل لوله های مبدل های حرارتی ومسیرهای جریان اب که درهرشبانه روزصدهابااین مسیرها طی می شودوبه دلیل ورود اب Make Upکه احتمالادارای ناخالصی است به مرورزمان باعث ا فزایش سختی اب گردشی می شودکه باعث ایجادرسوب درداخل لوله ها و کاهش سرعت اب وته نشین شدن ذرات درداخل تیوب های Heat Exchengerاهاوکاهش راندمان حرارتی دستگاه ها می شودکه درقسمت ته برج انباشته می شودکه لازم است بطورمرتب ازاب کولینگ نمونه گیری شودوسختی ان اندازه گیری شودودرپریودهای مختلف زمانی که بصورت تجربی بدست امده است سختی ان کاهش داده شود.

برای کم کردن سختی اب ازروش های مختلفی مثل فیلتراسیون, روش های شیمیائی ,روش های مکانیکی وروش شیمیائی مکانیکی استفاده می شود که با توجه به کاربرد زیادسیستم های مکانیکی شیمیائی که برای صاف کردن اب ته حوضچه های کولینگ دراکثرمراکزصنعتی ونیروگاهی مورداستفاده قرارمی گیرد. به شرح ساختمان ان می پردازیم.

درصفحه بعد شمائی ازیک دستگاه کلاریفایرکه ازروش مکانیکی - شیمیائی برای تصفیه اب وکم کردن سختی های موجوددران استفاده می شود نشان داده شده است. همانطورکه ملاحظه می شوداب باسختی زیاد ازکف حوضچه های کولینگ ومواد شیمیائی موردنیازازدومسیرجداگانه تقریبا ازوسط کلاریفایر واردان می شوندوتوسط هم زن پروانه ای باهم مخلوط می شوندودراثرمخلوط شدن اب باسختی زیاد ومواد شیمیائی تزریق شده به ان وباهم زدن انها واکنش شیمیائی انجام می شودکه باعث می شودناخالصی های موجوددراب جداشوندوبصورت لجن درایند.

دراثرحرکت پره های دواربه طرف بالاحرکت کنندودرحین پایین امدن ازلوله مرکزی عمودی دراثروزنشان در قسمت ته مخزن رسوب کنندوتوسط یک سیستم پاروماننندScraper که باسرعت دورانی کمی درحال چرخش است به طرف حوضچه ای که درکف مخزن تعبیه شده است هدایت شوندوازانجاتوسط پمپ های لجن کش ازسیستم خارج شوندوابی که سختی ان گرفته شده است به دلیل سبک شدن به طرف بالاحرکت کندوذرات جامدهمراه با ان مجددارسوب کندوبه قسمت ته مخزن برسدو اب تمیزشده ازقسمت بیرونی

قسمت مخروطی بالا رودوازطریق کانال مشبکیOutlet Launder که درقسمت بالای مخزن است اب تمیزخارج می شود.



حرکت چرخشی قسمت مخروطی شکل باعث بالا رفتن سرعت کاروکم ترشدن حجم دستگاه می شودکه توسط الکتروموتوروگیرباکس هائی حرکت چرخشی پاروهای پایین ومخروط هرکدام باسرعت مناسب می چرخند.

برج خنک کننده تبادل حرارتی

این نوع برج ها در محل هایی مانند کنار دریا هاو رودخانه های بزرگ که میزان آب در تمام فصول سال زیاد است مورداستفاده قرارمی گیرندوطرز کارانها به این صورت است که لوله های حاوی آب گرم خروجی از دستگاه هاواردداستخرهایاحوضچه هائی می شوند که در انجا آب خنک فیلتر شده از دریایارودخانه به داخل

ان وارد شده است وبان تبادل حرارت کرده و آب کولینگ گرم گرمای خود را به آب زیاد دریا یا رودخانه منتقل می کندودوباره به شبکه اب کولینگ برمی گردد.

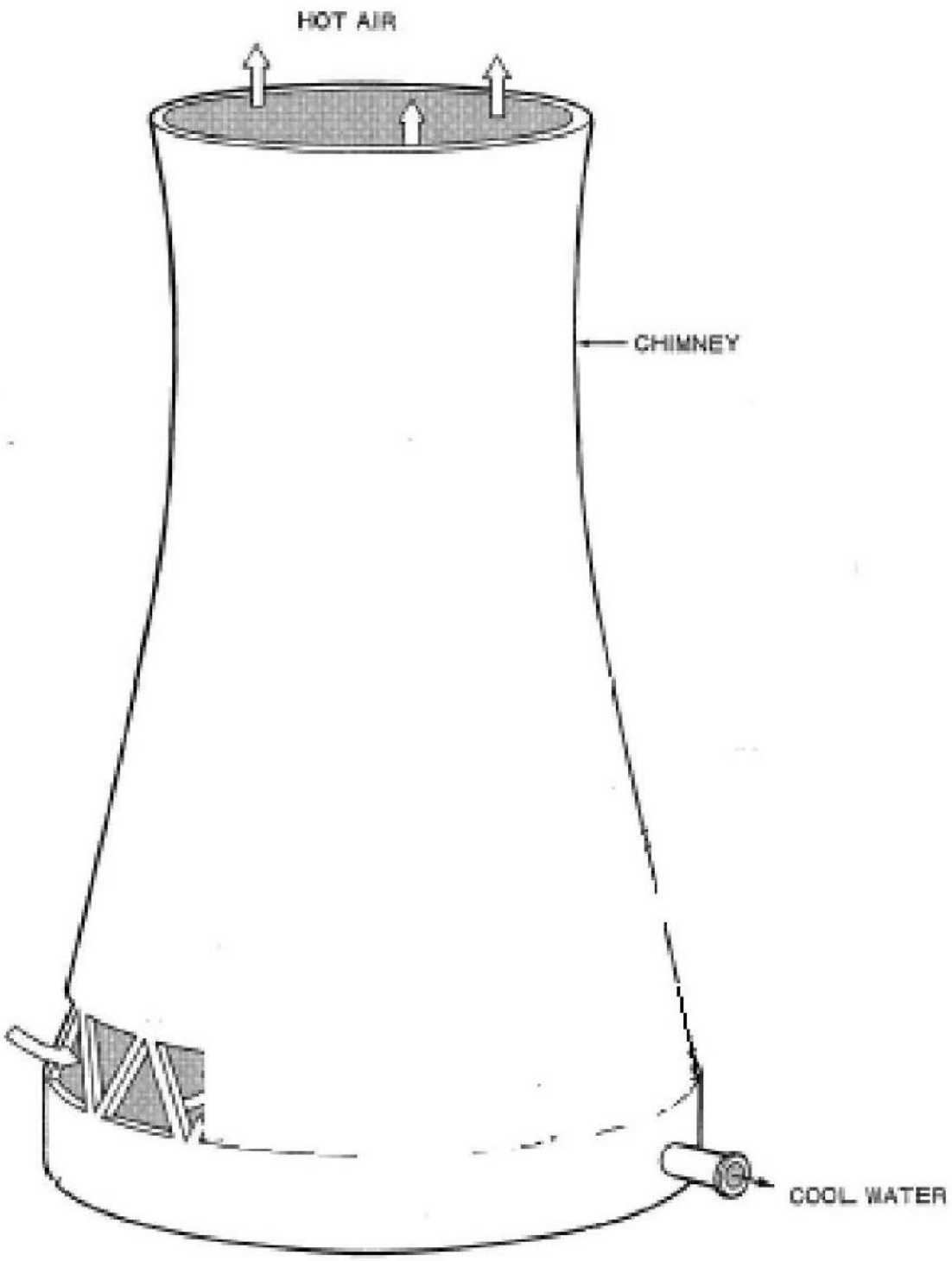
ازاین نوع برجهای خنک کننده درنیروگاه نکاو پالایشگاه بندرعباس استفاده شده است.

برج خنک کننده خشک

در این نوع برج ها آب گرم خروجی از کندانسورهایاتجهیزات دیگر در داخل رادیاتورهایی که در داخل دیواره های پایینی برج قرار دارد گردش می کند و به علت سطح زیاد پره های رادیاتورها با هوای محیط تبادل حرارت می کندکه باعث خنک شدن ان می شودو افزایش گرمای اطراف رادیاتورها باعث گرم شدن هواو صعود هوای گرم به بالای برج و درنتیجه یک سیر کولاسیون طبیعی Natural Circulation همیشگی در اطراف رادیاتورها می شود.

دربعضی ازطراحی ها جهت حرکت دادن به هوادرداخل برج ازفن هائی Forced Draft Fan جهت نیل به راندمان بالاتراستفاده می شود . در این سیستم تبادل حرارت اب داخل لوله های پره دارFin Fan با هوا است و هیچگونه تبادل جرمی وجود ندارد مزیت این سیستم به سیستم نوع اول در صرفه جوئی آب می باشد و درمناطق گرم وخشک که محدودیت اب وجودداشته باشدومیزان بارندگی کم باشدازاین نوع برج ها استفاده می شود ضمن اینکه سرمایه گذاری اولیه آن در مقایسه با نوع تبخیر بالاتر است .

درنیروگاه شهیدمنتظری اصفهان ازاین نوع برج های خنک کننده استفاده شده که درصفحه بعدشمائی ازان نشان داده شده است.



این برج هابصورت توخالی هستند وفقط جریان هوای گرم دران برقراراست.

یاتاقان های توربین های بخار

به علت کم بودن فاصله یاClearance قطعات داخلی توربین هانسبت به یکدیگر حرکت محور در توربین ها ی بخارباید کاملا محدود ودرحد کمترین مقدارباشددر این حالت قبل از اینکه قطعات داخلی با یکدیگر برخورد نمایند یاطاقان ها بایدعمل کنندو محور رادر موقعیت مناسب نگه دارند.و چنانچه این حرکت ها(ارتعاشات)بیشتر از حد با شد توسط آژیر به مسئول دستگاه خبر داده می شود و چنانچه به وضعیت خطرناک رسیده باشد توربین بطوراتوماتیک از سرویس خارج می شود.

وظایف یاتاقان

۱- کنترل کردن وجذب وانتقال نیروهای شعاعی.

۲- کنترل کردن وجذب وانتقال نیروهای محوری.

۳- کاهش اصطکاک دربرابرحرکت چرخشی محور.

٤- قراردادن محوردریک موقیت مناسب ازلحاظ محوری وشعاعی(تنظیم فاصله نازل).

بطور کلی یاتاقانهاازلحاظ ساختمان به دو دسته تقسیم می شوند :

الف- یاتاقانهای لغزشیSleeve Bearings

ب- یاتاقانهای چرخشی Roll Bearings

یاتاقانهای لغزشی

در این نوع یاتاقانها که اصولاً ازفلزات نرم ساخته می شوند محورروی فیلم نازکی از روغن داخل یاتاقان حرکت می کند .این نوع یاتاقانها بر حسب مورد استفاده از جنس ها و شکلهای مختلفی ساخته می شوند که پرمصرف ترین آنها یاتاقان های نیمه استوانه ای با لایه داخلی وایت متال(بابیت) است .

یاتاقانهای لغزشی دردودسته طبقه بندی می شوند:

۱- یاتاقان های شعاعی یا Journal Bearing که برای کنترل ومهارنمودن نیروها و حرکت های شعاعی بکارمی روند .

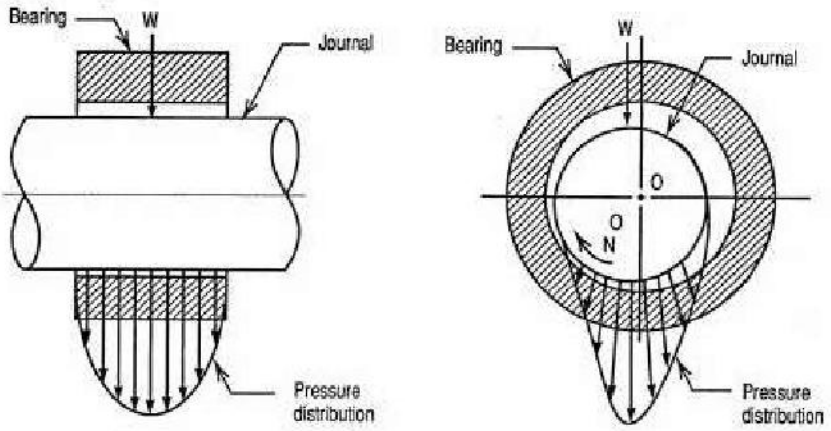
۲- یاتاقان های محوری Thrust Bearingکه برای کنترل کردن وخنثی نمودن نیروهای محوری بکارمی روند که ذیلا به تشریح ساختمان واصول کارهرکدام ازانهاپرداخته می شود.

یاتاقان لغزشی شعاعی Journal Bearings

این نوع یاتاقان کنترل کننده کلیه نیروهای شعاعی هستند که بوسیله رتور به آنها وارد می شود. این نیروها ازطریق یاتاقان ها به بدنه دستگاه وازانجابه فوندانسیون ونهایتابه زمین منتقل می شوند .

دراین نوع یاتاقان هافسمتی از محوردردلخل یاتاقان محصورمی شودوروی فیلم نازکی ازروغن چرخش می کندودرصورتی که یاتاقان درست طراحی شده باشد وجنس ان مناسب باشدودرست تنظیم شده باشدواختلالی درسیستم روغنکاری ازلحاظ نوع روغن وفشارروغن وجودنداشته باشدودرست استفاده شوند(مسائل حین راه اندازی وازسرویس خارج کردن دستگاه درست باشد)ازمعدودقطعاتی هستند که می توان ادعانمود طول عمرانها بی نهایت است ولی به دلیل نیازبه مراقبت های بیشترنسبت به بال برینگ ها مورداستفاده انهامحدود است.

Oil film pressure profile.



شرایط انتخاب این نوع یاتاقان ها به عوامل زیر بستگی دارد:

الف- قطر شافت

ب- مقداربارویا نیروی وارده بوسیله محور و قطعات

ج- سرعت دوران محور

د- غلظت روغن و روش روغنکاری

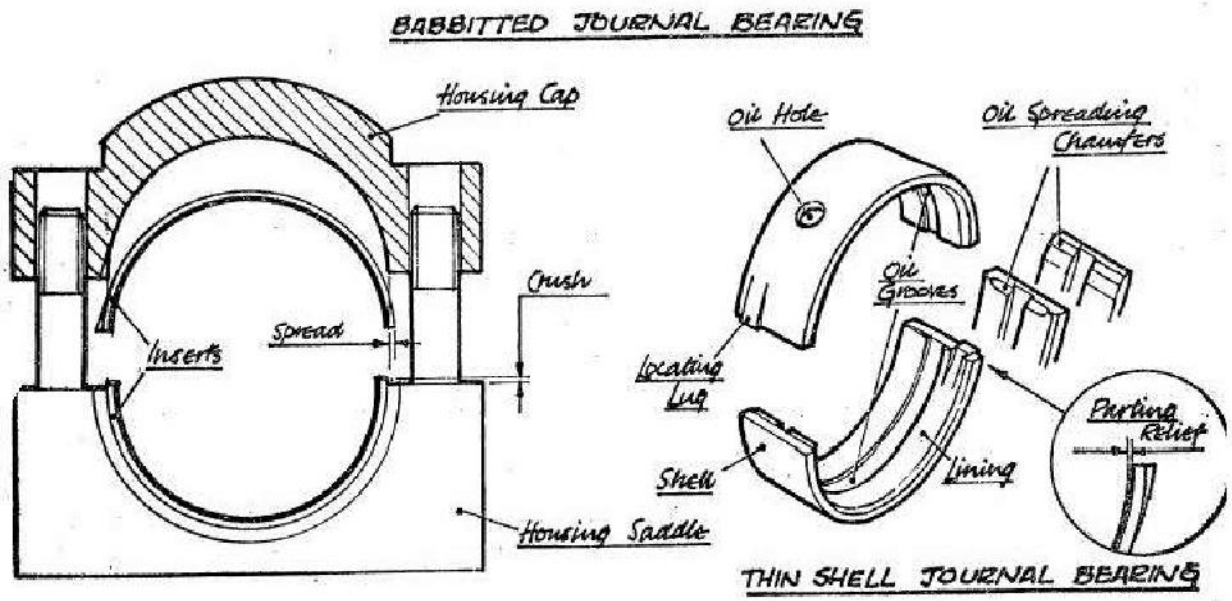
ه- درجه حرارت کاری و .....

این یاتاقان هادردونوع کلی ساخته می شوند:

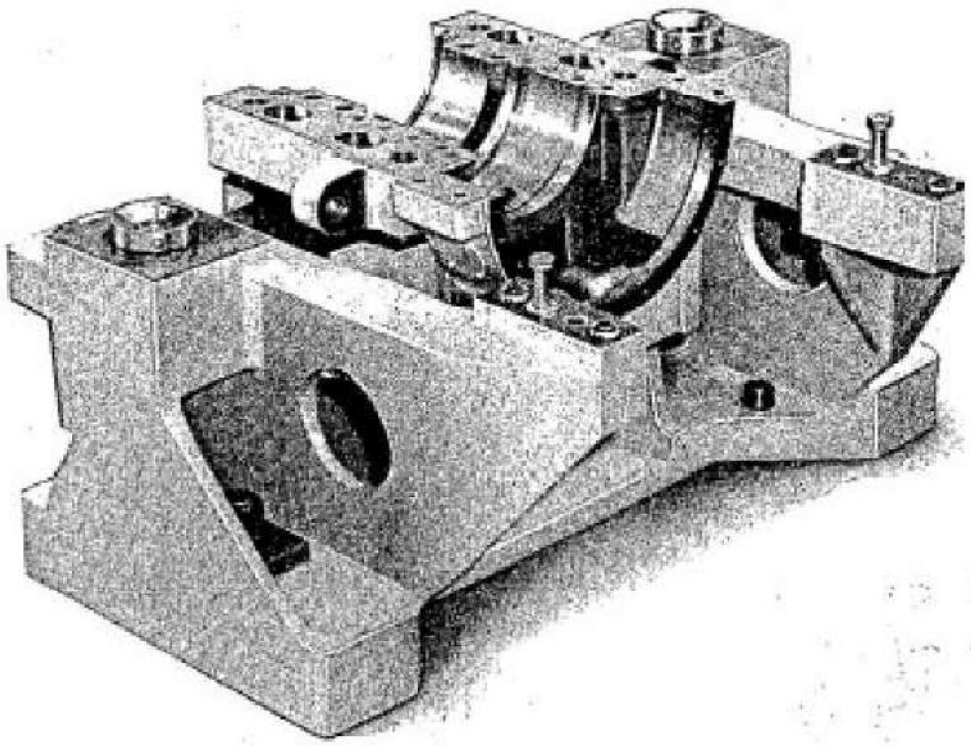
۱-یاتاقان های پوسته نازکThin Shell Type

۲-یاتاقان های گوشت دارShell Bearing

درشکل هاي زيرهردونمونه ان نشان داده شده است.



Lower half of a tilting-pad thrust bearing



مواردحائزاهمیت برای یاتاقان های لغزشی

الف-کلرنس یا لقی بین یاتاقان ومحور بایددرحدتوصیه شده توسط طراح یاکارخانه سازنده باشد کـه بیشـتر شدن ان باعث افزایش ارتعاشات وحرکت محور، کاهش فشارفیلم هیدرواستاتیکی روغن زیریاتاقان، سـایش و خرابی زودرس یاتاقان و.....می شودوکم بودن لقی باعث عدم وجودفضای کافی بـرای نفـوذ روغـن واخـتلال درسیستم روغنکاری وگرم شدن یاتاقان و.....می شود.

ب-روغن وروش روغنکاری صحیح.

پ-درجه حرارت کاری مناسب وثابت نگه داشتن دمای انهادرحین کار.

ت-داشتن جنس مناسب که دارای ضریب اصطکاک کم باشد.

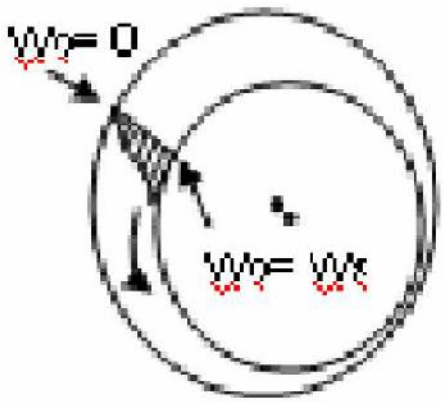
ث-داشتن مقاومت کافی دربرابرنیروهای اعمال شده ودرعین حال ضعیف بربودن ان نسـبت بـه محـوربرای جلوگیری ازخرابی محور.

ج-وجودخاصیت الاستیسیته مناسب برای Dampping ارتعاشات و....

یکی ازمحدودیت های کاری این نـوع یاتاقـان هـا اسـتفاده انهادرماشـین الات بادورهـای بالااسـت کـه باعـث ایجادپدیده ای به نام چرخش روغن یاOil Whirl می شود .

چرخش روغنOil Whirl

اگر سرعت چرخش محور در داخل ژورنال بر ینگ ها از مقدار مشخصی بالاتر رود به دلیل اصطکاکی که بـین روغن و یا تا قان وجوددارددودر اثرحرکت چرخشی محور، روغنی که در اطراف یاتاقان برای روغنکـاری خنـک کاری و..... تزریق شده است شروع به چرخش می کند وباعث اعمال نیروهای توربولانسی روی محور مـی شودکه باعث شلاق زدن روی شافت می شودکه بخصـوص درماشـین الاتـی نظیرتـوربین هاوکمپرسـورهای گریزازمرکزکه دارای رتورهای بادورهای بالا ونسبتا سبکی هستند ارتعاشات وحرکت های اضـافه ای را باعـث می کرددکه می تواندباعث کاهش طول عمردستگاه وایجادخسارت های جدی روی انها شود.



راه های اصلاح مشکل چرخش روغن

۱- تغییردادن درجه حرارت روغن

۲-تغییردادن نوع روغن

۳-تغییردادن کلرنس یا تاقان

٤- تغییردادن فشار روغن

۵- تغییر دادن نوع یاتاقان

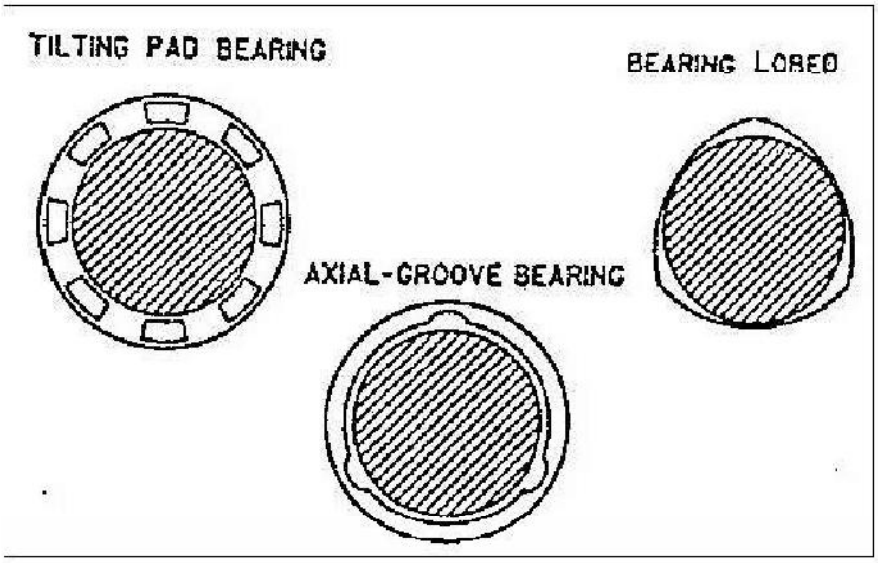
معمولا برای رفع این مشکل روی توربین ها و کمپروسورهای گریزازمرکزبا دور بالا از چندین نوع طراحی یاتاقان استفاده می شود:

۱-استفاده ازیاتاقان هائی که در داخل انها شیارهای محوریAxial Groove به فاصله مساوی از یکدیگرتعبیه شده است.

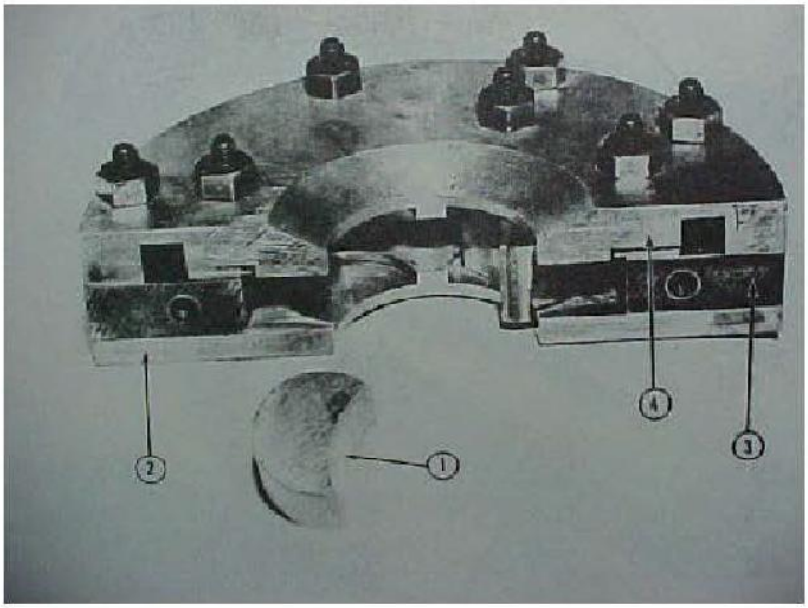
۲-طراحی نوع Lobed که باعث فرورفتن روغن دراین شیارها شده و جلوی چرخش روغن گرفته می شود.

۳- استفاده ازبرینگ های نوع لقمه ایTitling Pad که حالت Titling کفشک های ان باعث می شود که کفشک حرکت ثابت را دنبال کند ویاتاقان بتواند بصورت خودمیزان Self Aligningعمل کندودر نتیجه علاوه برخنثی نمودن چرخش روغن و Damping سیستم پایداری کلی محوررافزایش می دهد.

درشکل زیرشمائی ازانواع یاتاقان های Axial GrooveوLobedنشان داده شده است.



درشکل زیریاتاقان های نوع لقمه ای Titling Padنشان داده شده است.



نکته- اگردرحین راه اندازی توربین بخار ورودی مرطوب یا تر باشدWet Steam نیروئی بیشتر از حدطراحی شده به یاتاقان وارد می شود و باعث اعمال حرکت اضافی روی محوروياتاقان ها می شودکه می تواندمنجربه افزایش ارتعاشات وخرابی زودرس یاتاقان و.....شود.

یاتاقانهای تراست درتوربین های بخار

این یاتاقان از حرکت محوری بیش ازاندازه شافت و متعلقات که باعث برخوردقطعات ثابت ومتحرک می شودومی تواندباعث ایجادخسارت روی توربین شودجلوگیری می کنند.منشا نیروهای محوری اعمال شده روی محوردراثراختلاف فشارطرفین پره های متحرک وهمچنین دراثربرخورد مماسی بخار است. معمولاجهت نیروهای تراست درتوربین های بخارهمیشه ازطرف فشارییشتر به یک طرف فشاریاین است وبرینگ بایدطوری طراحی وانتخاب شودکه قادربه کنترل این نیروهاوحرکت ها باشدولی باتوجه به سرج های موقتی که روی محورایجادمی شوداحتمال وجودنیروی محوری درهردوجهت وجوددارد که بایدکنترل شوند.

یاباقان های محوری به چنددسته زیرطبقه بندی می شوند:

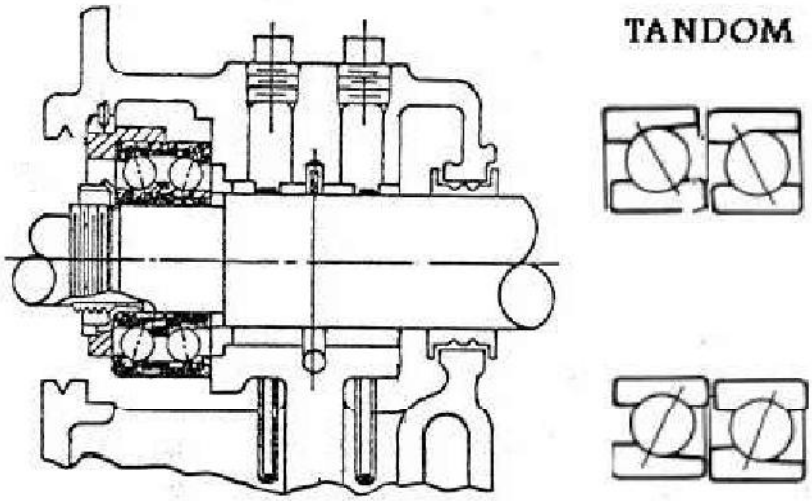
الف- بال برینگ هاAngular Contact Ball Bearing

ب-ترکیب برینگ های نوع فلنچی وبا ل برینگ

ج- برینگ های نوع کینگزبوری

بال برینگ های تراستAngular Cotact Ball Bearing

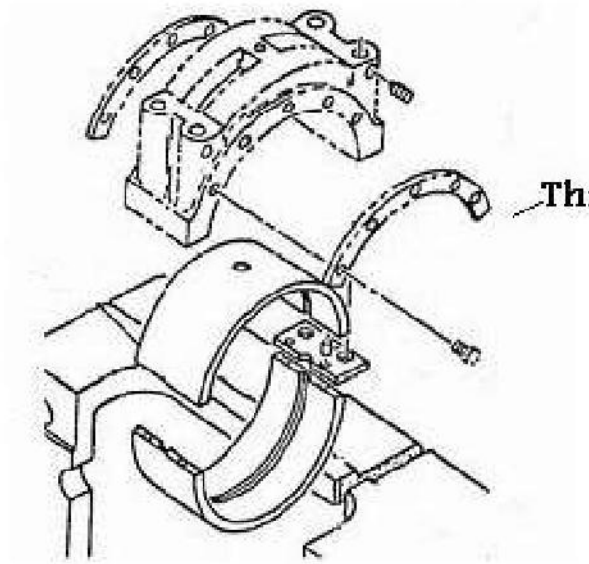
درتوربین های ضربه ای کوچک که اختلاف فشارطرفین پره های متحرک انهاکم است ونیروی محوری کمی وجوددارد برای کنترل نیروهای محوری ازبال برینگ ها استفاده می شودبرای نیروهای کم ازبال برینگ های شعاعی وبرای نیروهای محوری متوسط ازبال برینگ های نوع تماس زاویه ای ودرصورت بیشتربودن نیروها ازدوعددبال برینگ تماس زاویه ای یاازبال برینگ های تماس زاویه ای دوردیفه استفاده می شودکه البته بایدتوجه داشت که جهت نیروهای محوری همیشه دریک جهت است وبایدهنگام نصب انهادقت شودکه برینگ درجهت صحیح خودنصب شوند درغیراین صورت بال برینگ قادربه کنترل کردن نیرونیست که می تواندمنجربه افزایش حرکت محوری ,تغییرنمودن فاصله نازل ورتوروبرخورد قطعات ثابت ومتحرک و.....شود.



دربعضی ازطراحی ها که ازبال برینگ های تماس زاویه ای استفاده شده است ولی روی یک طرف بعضی از سیلیوبرینگ لبه ای قرارداده می شود که روی ان با لایه ای از وایت متال (بابیت) پوشانده می شود و بااستفاده ازفیلم روغنی که دراین ناحیه توسط سیستم روغنکاری تزریق می شود از حرکت محوری شافت (درجهت عکس نیروهای داخلی)جلوگیری می کندودربعضی ازطراحی های دیگر ازبال برینگ های دوردیفه استفاده شده است که گاها درداخل یاتاقان های نوع بوشی محلی برای قرارگرفتن این بال برینگ ها(کنس خارجی انها)تعبیه شده است و بامهار کردن ان نیروهای محوری نیزمهارمی شوند.

دربعضی ازطراحی های دیگرنیز بجای بابیت ریزی روی سطح یاتاقان های شعاعی ازیاتاقان های نعلی شکلی که بصورت نیم دایره ای هستندوتوسط پیچ روی سطح یاتاقان نصب می شود استفاده می شود. بطورمثال یاتاقان

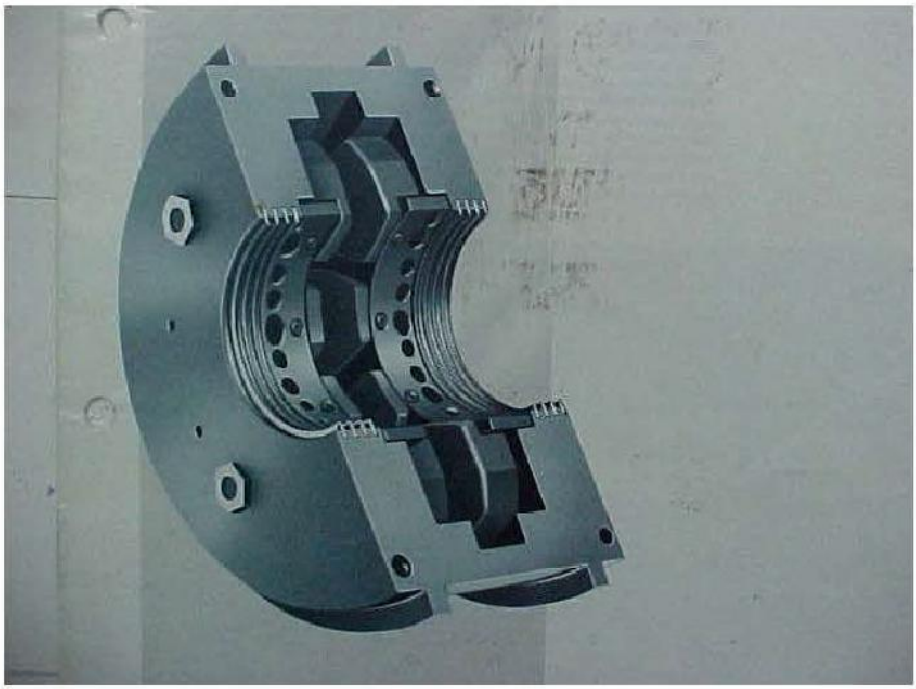
های تراستی که برای کنترل حرکت محوری میل لنگ ها بکارمیرودیا یاتاقان هائی که برای کنترل حرکت های جانبی دسته شاتونها ست استفاده می شود ازاین نوع است.



یاتاقان های نوع لقمه ای یاکینگزبوری

یکی ازانواع یاتاقان های تر است که معمولابرای تحمل نیروهای محوری زیاددرتوربین های بزرگ استفاده می شودبرینگ های نوع کینگزبوری یالقمه ای است که بارهای محوری را به توسط لقمه هائی با روکش بابیت که پد نامیده می شود تحمل می کنند .عمل این نوع یاتاقان هامثل ترمزهای دیسکی است که درانومبیل هااستفاده شده است که بانزدیک شدن لقمه هابه دیسک(لنت ها)ازچرخش دیسک جلوگیری می کنندبااین تفاوت که دریاتاقان های کینگزبوری پدها یا لقمه ها درجای خودثابتند وحرکت های محوری شافت توسط دیسکی که روی محورثابت است وبه ان تراست دیسک گفته می شودگرفته می شودوهرکدام ازمجموعه لقمه هائی که روی هرطرف مجموعه هوزینگ برینگ نصب شده اندنیروی محوری دریک جهت راکنترل می کنندکه البته باید یک فاصله محوری کمی بین لقمه ها وتراست دیسک وجودداشته باشدتا فیلم روغن روانکاری بتواندبین انهاتشکیل شود وعملیات روغنکاری وجذب وانتقال حرارت و....راانجام دهد. روغن از قسمت پائین یاتاقان وارد می شود و ضخامتی از روغن بین دیسک و پد ها Thrust Pad Shoe بوجود می آورد. گردش روغن در تمام مدتی که توربین در سرویس است توسط پمپ اصلی روغن صورت می گیرد

چنانچه ضخامت روغن در یک طرف دیسک به علت حرکت محور کم شود به دلیل فشار روغن باایجاد نیروئی در جهت عکس خنثی می شود و در نتیجه باعث می شودمحور به محل نرمال خود برگردد.



درشکل زیرشمائی ازیک تراست دیسک که روی محورنصب شده رانشان می دهد.

جنس یاتاقان ها

اصولاً یاتاقانها بایدازجنسی انتخاب شوند که :

۱- در مقابل تنشهای فشاری مقاوم باشد .

۲- مدول الاستیسیته انهایائین باشد (نرم باشند).

۳- خاصیت جوش خوردگی نداشته باشند(ذوب نشوند).

٤-دربرابر سایش در تماس با فولاد مقاوم باشند .

۵- خاصیت جذب ذرات نرادانشته باشند بصورتی که ذرات خارجی روغن را جذب نماید و در نتیجه قشر روغن تمیز شود .

۶- مقاومت برشی انها پائین باشد، یعنی به آسان تغییرشکل دهند(مسطح و صاف شوند) .

۷- در مقابل زنگ زدگی مقاوم باشند.

۸- خاصیت هدایت حرارتی آنها خوب باشد .

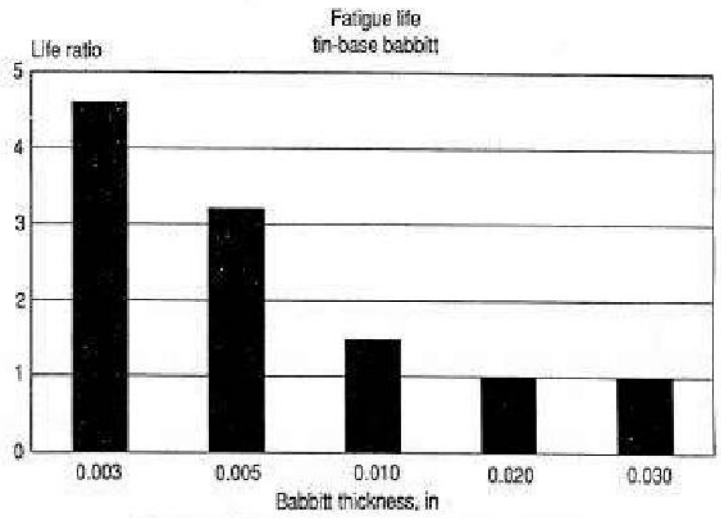
آلیاژهای مسی و بابیتی (Babbit از آلیاژ قلع و سرب است) بیشتر از انـوع دیگـر الیاژهـا در یاتاقانهـای مـورد استفاده قرار می گیرند. در جدول صفحه بعد فلز و در صد آلیاژ های مصـرفی در سـاخت ایـن نـوع یاتاقـان هاآورده شده است . یکی از محاسن بابیت این است که می توان آنرا براحتی جاسازی نمـود یـا بعبـارت دیگـر پس از ریخته گری یاتاقان و نصب آن محور را مدتی در آن چرخاند تا کاملاً جا بیفتد یاآب بندی شود.

آلیاژ	بابیت		آلیاژ مس		آلیاژ مس،سرب
	SAE	SAE	4SAE	SAE	SAE
	11	13	791	79	48
مس CU	5.75	-	88	73.5	70
قلع SN	37.5	6	4	3.5	-
سرب Pb	-	84	4	23	30
نیموان Sb	6.75	10	-	-	-
روی Zn	-	-	4	-	-

بابیت خاصیت جذب نمائی دارد و در مواردی که محور کمی خارج ازمرکزی داشته باشد خـود را براحتـی بـا محور وفق می دهد . البته از فلزات دیگر نیز می توان برای ساخت یاتاقان استفاده کـرد . بـه عنـوان مثـال از آلیاژهای نقره برای مواردی که بارهای سنگین وجود داشته باشد وهمچنین در صورتی که سطح جدن خـوب

صیقل شده باشدمی توان برای مواردی که امکان فرسودگی زیادباشد از آلیاژهای دیگری مثل چدن استفاده کرد.

ضخامت بابیت پارامتربسیارمهمی است که تاثیربسزائی درطول عمر این نوع یاتاقان می تواندداشته باشدطبق گراف زیر.هرچه ضخامت بابیت کمترباشدطول عمران بالاترمی شودالبته به این نکته نیزبایدتوجه نمودکه ضخامت بابیت بایدبه اندازه ای نیزباشد تااگرذرات جامد یابراده ای هم زیریاتاقان قرارگرفت بتواندبطور کامل دران فرورودوباعث فرسایش محورنشود.



Bearing life as affected by babbitt thickness.

از آلیاژهای مس – آلومینیوم نیزدریاتاقانهای موتورهای احتراق داخلی به وفور استفاده می شود گاها برای ساختن یاتاقان از موادی نظیر لاستیک, نایلون, تفلون, سرامیک ذغالی و ... نیزمی توان استفاده کرد برای مثال ازاین نوع یاتاقان ها برای ساختن بوش های پمپ های عمودی که توسط مایع پمپ شونده روانکاری می شوند استفاده زیادی می شود.

در طراحی یاتاقانهای نوع بوشی نسبت $\frac{L}{D}$ اهمیت زیادی دارد(Lطول یاتاقان وDقطرداخلی ان است) چون هر چه قطریاتاقان بیشتر باشد فشار هیدرواستاتیکی متوسط زیریاتاقان کمترمی شود . ولی تجربه نیزنشان داده است که نسبت $\frac{L}{D} \cong 1$ دراکثرمواردجواب خوبی داده است . یعنی طول یاتاقان متناسب با قطر آن باشد. با کاهش L و در نتیجه کاهش نسبت $\frac{L}{D}$ مقدار روغن خارج شده از دو انتهای یاتاقان بیشتر می شود و خروج روغن زیاد باعث خروج مقدار بیشتری از حرارت تولید شده می گردد .

سیستم لوله کشی توربین های بخار

وضعیت لوله های ورودی وخروجی توربین های بخارتاثیرزیادی روی نحوه کارکردتوربین ودستگاه گردنده دارد.به دلیل کم بودن کلرنس های داخلی باید از افزایش نیروهای خارجی روی توربین که باعث تغییرشکل بدنه توربین.Distortion وساپورت هاوکم شدن کلرنس های داخلی قطعات ازخدمجازو وهمچنین ناهم محوری توربین وگردنده می شودو.....ممانعت به عمل ایدبخصوص روی توربین های سبکی که دردورهای بالاکارمی کنندطراحی لوله های بخارباید طوری باشدکه ازایجادنیروهای اضافیPipe Stress روی توربین ازطریق فلنج هاجلوگیری شود.

منشائیروهای ناشی ازسیستم لوله کشی روی توربین های بخار شامل:

الف- نیروی ناشی ازوزن لوله هاDead Weight

ب-نیروی ناشی ازرشدحرارتی لوله هاThermal Expansion

ج-نیرویAxial Thrust ناشی ازExpansion Jointهااست

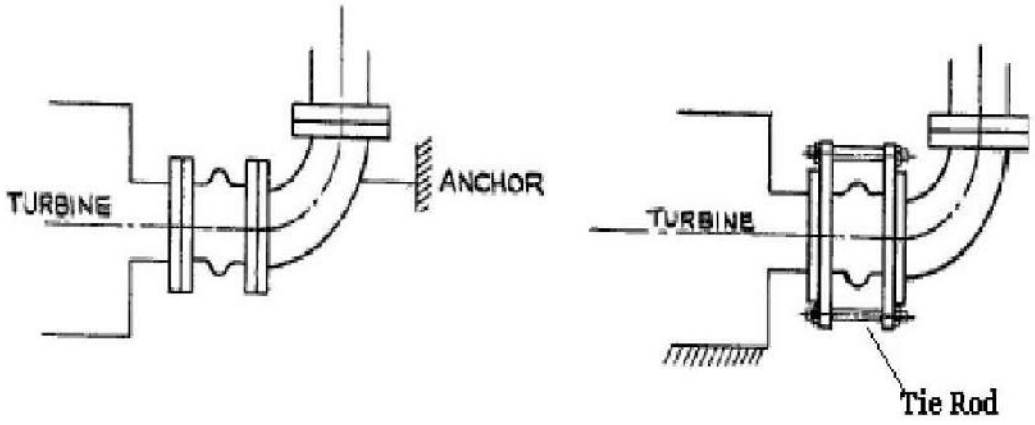
به دلیل وجودحالت های زیادبرای موقعیت فلنج ها وسیستم های لوله کشی نمی توان یک روش خاصی رابرای سیستم لوله کشی برای تمامی توربین های بخارتعریف کردولی اصول وتئوری های طراحی ان در Manual Bookهای مربوطه واستانداردهای مربوطه اورده شده است .

لوله های خروجی توربینExhaust Piping

لوله های خروجی توربین هائی که درسیستم خلا کارمی کنندمعمولا دارای فشارپایین. سایزهای بزرگ وFlexibilityکم هستندومعمولا برای جلوگیری ازPipe Stress وبالابردن Flxibilityانها از Expansion Jointاستفاده می شودکه درصورت استفاده ونصب غیراصولی انهاباعث افزایش نیروی عکس العمل لوله به مقداربالاترازحدمجازو Axial Comression(زیادشدن فاصله بین فلنج ها)می شودکه نیروی بسیارزیادی برای کم کردن این فاصله لازم است که معمولا بالاترازحدمجازتحمل فلنج ها است ودرصورت استفاده ازExpansion Joint بایدصحیح نصب شودونحوه عملکردان موردبررسی قرارگیرد.

برای ممانعت از Axial Thrust روی توربین وزیادشدن فاصله فلنج وتوربین دراکثرموارد از Tie Rodهااستفاده می شودکه باعث عدم انتقال نیروهای ناشی ازفشارهای داخلی لوله هاروی فلنج توربین می شودواجازه حرکت محوریTension&Compression از سیستم لوله کشی گرفته می شودولی اجازه ناهم

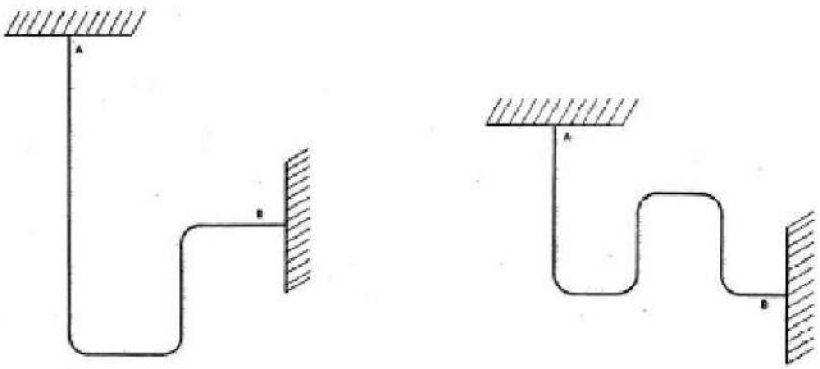
محوربودن فلنج ها که باعث جلوگیری ازتنش های برشی Shear روی فلنج ها وتوربین می شودبه انهاداده می شود.

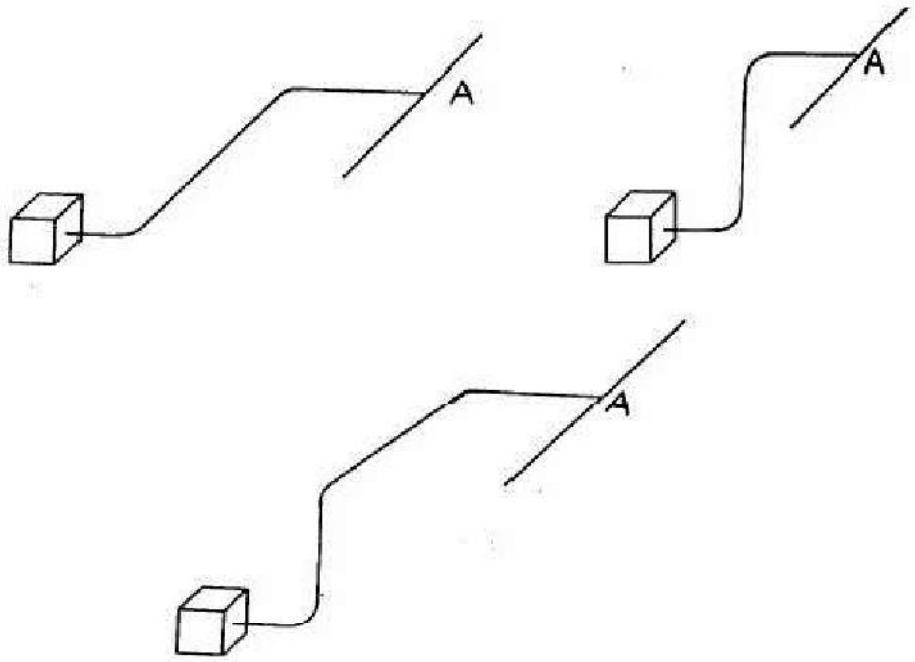


درتوربین های کوچکتر که فشارودرجه حرارت خروجی انها بالاست برای جلوگیری ازPipe Stresبهتراست بجای استفاده ازExpansion Joint میزانFlexibility سیستم لوله کشی افزایش داده شود که البته این تصمیم بعدازانالیزدقیق سیستم لوله کشی گرفته می شودکه ایانیاز به ان هست یانه.

بالابردن Flexibilityسیستم لوله کشی با لوپ هائی که به لوله هاداده می شودانجام می شودهرچه طول خم هابیشترباشدLong Runs میزان انعطاف پذیری بیشترمی شود.طول خم های مربوط به لوپ ها بستگی به اندازه لوله و Schedule لوله ها دارد.همچنین در طراحی یک سیستم لوله کشی لازم است نقطه اندازه گیری مبناکه انحرافات وحرکات نقاط نسبت به ان اندازه گیری می شودمشخص شود.

درشکل های زیرچندین نمونه ازلوپ های مورداستفاده درسیستم لوله کشی توربین های بخاراورده شده است.

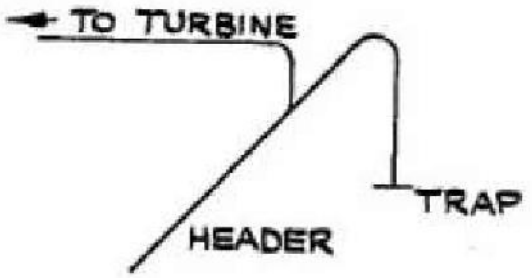




سیستم لوله کشی ورودیSteam Inlet Piping

نیروهای ناشی ازسیستم لوله کشی ورودی روی توربین های بخارناشی ازانبساط حرارتی لوله هااست وبه دلیل بالابودن فشاردرجه حرارت لوله به ندرت ازExpansion Joint استفاده می شودوبرای کم کردن نیروهایPipe Stres میزانFlexibilityسیستم لوله کشی باایجادلوپ های مناسب افزایش داده می شودکه شمائی ازانهادرشکل های فوق نشان داده شده است.

نکته حائزاهمیت برای سیستم لوله کشی ورودی بخاروجودقطرات ریزاب است که درصورت ورودانهابه توربین باعث ایجادخسارت جدی روی ان می شودکه بانصب تله بخارSteam Trapوطراحی Headerدرموقعیت مناسب بایدمشکل مرتفع شود.



برای جلوگیری ازجمع شدن مایع درمسیرلاین ورودی بایدلاین طوری طراحی شود که دارای حفره یا Low Spotنباشدوعلاوه بران حتی الامکان بابالابردن سایزلوله سرعت بخاردرداخل لوله کاهش داده می شودتاتاثیرHammeringناشی ازوجوداحتمالی اب کاهش داده شود .

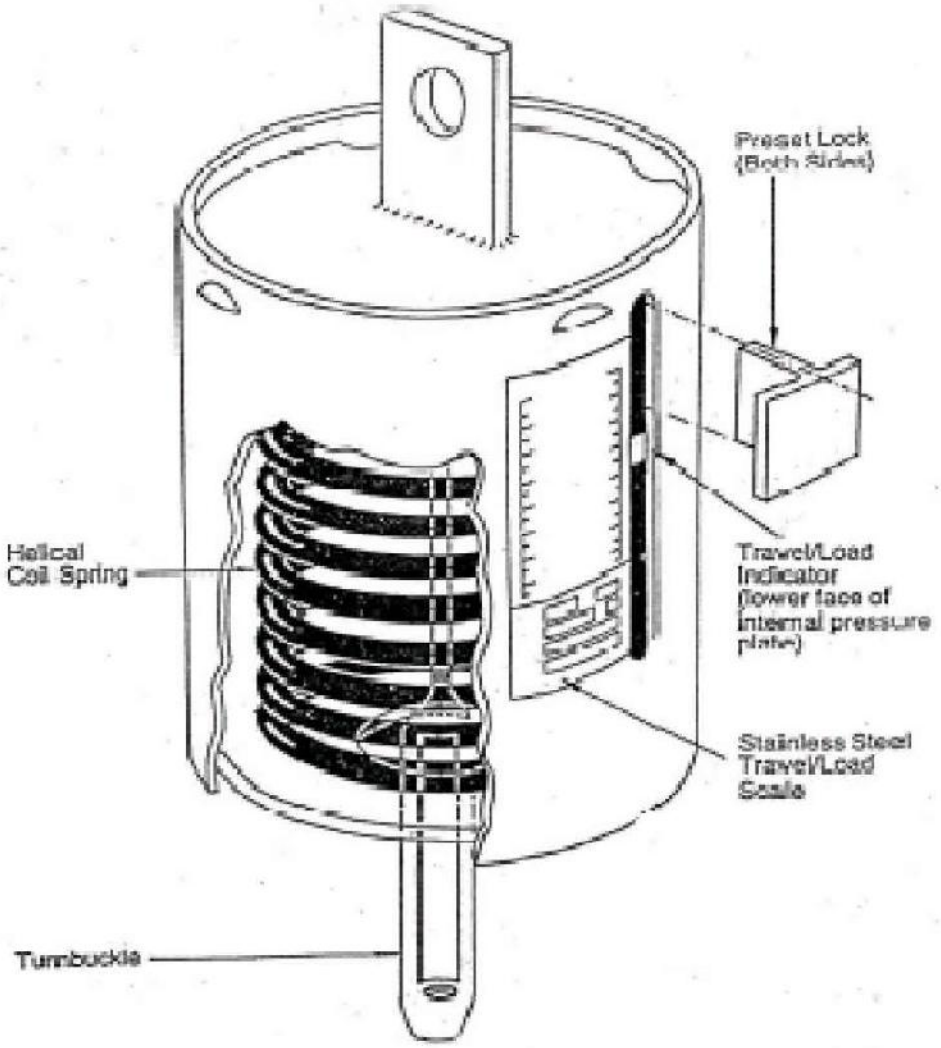
برای توربین هائی که جدیدنصب می شوندقبل ازمتصل کردن لاین بخاربه ورودی توربین لوله هابایدتمیزBlown Outشوندکه برای این منظورلوله ازتوربین بازمی شودومسیرلوله به اتمسفرهدایت می شودوبابازکردن ولوی Shut-Offکه درنزدیک ترین نقطه به بویلر است بخاربافشاربالا بطورمتناوب واردلاین می شودکه دراثر گرم وسردشدن لوله وعبوربخارباسرعت زیادباعث ازادشدن و کنده شدن رسوبات و گل های جوشکاری می شودوباجریان بخاربه سمت اتمسفرمنتقل می شودکه این عملیات چندین ساعت طول می کشد.

نگهدارنده های لوله هاPiping Supports

بارناشی ازوزن لوله هاتوسط ساپورت ها مهارمی شودکه در دونوعRigidوSpring طبقه بندی می شوند.ساپورت های ثابتRigid Supportبه عنوان نگهدارنده لوله هستندودرمواقعی استفاده می شودکه ازExpansion Jointاستفاده شده باشدوبرای محدودکردن حرکت یک نقطه برای جلوگیری ازایجادتغییرشکلDeflection بکارمی روندومعمولا درموقعیت هائی که انبساط حرارتی باعث ایجادحرکت درلوله شودقابل استفاده نیستند.

نگهدارنده های فنریSpring Hanger Or Supportبرای مهارنمودن وزن لوله هائی که دارای رشدحرارتی هستنداستفاده می شود. حرکت ناشی ازانبساط حرارتی لوله مقدارفشردگی فنرراتغییرمی دهدکه بابارگذاری اولیه روی فنرهای انها درخلاف جهت حرکت فنربارناشی ازحرکت لوله خنثی می شود.

درصفحه بعدشمائی ازساختمان داخلی یک نگهدارنده فنری نشان داده شده است.



تنظیم Spring Hanger درحالت گرم Hot Set

در صورتی که سیستم لوله کشی در حالت گرم باشد و کلیهٔ انبساطهای حرارتی انجام شده باشد Spring Hanger درحالت گرم تنظیم می شوند به عبارت دیگر در حالتی که واحد در سرویس کامل عملیاتی باشد. روش کار به این صورت است که با اعمال نیروئی معادل وزن لوله ، عایق و مایع داخل ان روی Spring Hanger(که این مقدارنیرو از داخل Data Sheet مربوطه به دست می اید)فنران جمع فشرده می شود و در این حالت فاصله پین های ثابت ومتحرک اندازه گیری وگوشواره ها طبق این اندازه ساخته می شود وپس از قفل کردن به واحد منتقل و درجای مربوطه نصب می شود . پس از قرارگیری هنگر در جای خود (معمولا وقتی فلنج لولهٔ مربوطه باز است) با کم و زیاد کردن طول میله ها ،فلنج های سیستم لوله کشی و فلنج دستگاه به اندازهٔ ضخامت یک Gasket فاصله داده می شود و فلنج مربوطه بسته وسپس هنگر ازحالت قفل خارج می شود(البته پس از ازاد شدن هنگرفاصله بین فلنج ها نباید تغییر کند) و در این صورت می توان اطمینان پیدا کرد که لوله کاملاً توسط Hanger مهار شده است ونیروی اضافی(کششی یا فشاری) روی دستگاه اعمال نمی شود .

روغنکاری Lubrication

وظایف روغن های روان کننده

روغن های روان کننده بسته به شرایط کار دستگاه وظایف زیر راانجام می دهند:

1-روان کنندگی وکاهش اصطکاک باتشکیل فیلم روغن بین قطعات متحرک به منظوربه حداقل رساندن اصطکاک وجلوگیری وتقلیل سایش درحین کار.

۲-جذب وانتقال حرارت وخنک کردن قطعات.

۳-جلو گیری ازاثرات ضربه قطعات بریکدیگردرحین حرکات مکانیکی قطعات.

٤-اب بندی فواصل بین قطعات.

۵-انتقال نیرودرروغن های هیدرولیک.

۶-عمل کننده به عنوان حاملCarrierمواد شیمیایی یاذرات ساییده شده موجوددرروغن وانتقال انها ازمحوطه یاتاقان به داخل مخزن وجداکردن ان درداخل فیلترروغن.

۷-شستشو وتمیزکردن قطعات وجلوگیری ازته نشین شدن والودگی روغن(بخصوص درموتورهای احتراق داخلی).

۸- صرفه جوئی درمصرف انرژی باکاهش اصطکاک.

۹-حفاظت ازسطوح درمقابل زنگ زدگی وخوردگی شیمیائی.

که البته تمامی این وظایف با شدت یکسان در همه موارد مورد نیاز نیست وبسته به مورد کاربردومصرف روغن ممکن است بعضی از وظایف فوق از وظایف اصلی روغن وبقیه به عنوان وظایف فرعی مطرح باشد. لازمه لغزش بین دو سطح که توسط روغن روانکاری می شوند مولکولهای روغن است که بستگی به ضریب اصطکاک بین سطح لغزنده و روغن داردو برای لغزش با ضریب اصطکاک کم باید روغن مناسب باشد و غلظت آن طوری باشد که در مقابل درجه حرارت های بالا و فشارهای وارده ثابت بماند و خاصیت روانکاری خود را از دست ندهد.

نکته حائز اهمیت این است که روغن ها برای این که بتوانندوظایف خود رابه درستی انجام دهند باید دارای شرایط وویژگی های معینی باشند که در واقع همین خواص روغن ها است که روغن های مختلف وکیفیت انها رامتمایز می کند. البته به دلیل ویسکوزیته روغن در خود روغن نیز نیروی اصطکاک ایجاد می شودکه باید در محاسبات یاتاقانها منظور گردد.

خواص ضروری روغن های روان کننده

روغن های روان کننده باید:

۱-دارای گرانروی یا ویسکوزیته مناسبی باشند تافیلم روغن باضخامت مناسبی تشکیل وباعث کم شدن اصطکاک وسایدگی وانتقال حرارت وضربه گیری واب بندی وانتقال نیرو را بخوبی انجام دهد.

۲-گرانروی خود رادرمحدوده درجه حرارت کاری درحد کافی حفظ کنندتا لطمه ای به انجام وظایف انهاوارد نشود (در اصطلاح گفته می شود شاخص گرانروی VIبه اندازه کافی وبالایی داشته باشند).

۳-درمقابل حرارت وسوختن به حد کافی مقاوم باشند(مقاومت درمقابل تجزیه حرارتی و اکسید اسیون).

٤-باعث زنگ زدگی وخورد گی بیش از حد قطعات که توسط مواداسیدی وساینده بوجود می اید نشود.

۵-دارای مواد پاک کننده ومعلق مناسب باشند تا از ته نشین شدن رسوبات درلابلای قطعات جلو گیری نماید.

۶-درسرما به اندازه کافی روان باشند تاشروع وادامه حرکت قطعات اسان شود.

۷- اثر نا مطلوبی روی قطعات غیر فلزی مثل کاسه نمد ها و... نداشته باشند.

۸-روی قطعاتی که باانهادر تماس است وهمچنین روی اجزای درونی خودشان اثرنا مطلوب نداشته باشند وبین انها واجزا سازگاری وجود داشته باشد.

۹-از نظرعواملی نظیر فراریت اتش گیری ونظایر ان در شرایط مناسبی قرار داشته باشند.

۱۰-روغن ها باید بتوانند اثرات نامطلوب ناشی از کار دستگاه مثل احتراق ویا مخلوط شدن با اب درتوربین های بخارو... راتاحد ممکن خنثی نمایند.

۱۱-موادالوده کننده خارجی مثل گردوخاک و.....همراه نداشته باشند.

۱۲-درحین کارایجادکف نکنند.

اکثر ویژگی های فوق الذکرتقریبا درتمام روغن ها بطور مشترک ضروری است ولی ممکن است درهرمورد خاص مواردمعینی از انها اولویت داشته باشد. علاوه بر این ممکن است هرروغن مخصوص ویژگی های مشخص ومخصوص نیزبرایش ضروری باشد مثل قدرت پاک کنندگی در موتور های بنزینی ودیزلی ونظایر ان ویا روغن های حل شونده تراشکاری روغن باید بتواند با اب یک امولسیون پایدار تشکیل دهد و روغن های توربین های بخار باید بتوانند در مدت زمان کوتاهی از اب جدا شوند که به همین دلیل روغن های توربین ها نباید با موادی مثل پاک کننده ها که باعث ایجادامولسیون وجدانشدن اب وروغن می شوندمخلوط شوند همچنین روغن ترانسفورماتورها ونظایر ان باید درحد بالایی عایق الکتریسیته باشند وروغن های هیدرولیک باید مقاومت مولکولی بالایی برای تحمل فشار های بالارا داشته باشند تا عمل انتقال نیرو را به نحو احسن انجام دهند.

جهت دادن خواص ضروری به روغن ها بااضافه کردن مکمل هایAdetive مورد نیاز هر شرایط به روغن پایه باعث بهبود خواص ان می شود.

انواع روغن

روغنها و مواد مایع روانکاری از روغن معدنی (مواد حاصله از نفت) و یا سایر مواد معدنی یا روغنهای نباتی بدست می آیندولی اهمیت روغن های معدنی و موارد استعمال آنها بیشتر از انواع دیگر است .

روغن های معدنی از ته مانده مواد نفت خام بدست می آید و از بهترین و مناسبترین مواد برای روانکاری هستند. این روغن ها را می توان بطور خالص یا با مواد افزودنی Adetive بکار برد . افزودن مواد اضافی باعث بهبود خواص روغنها می شود و بطور کلی شرائط کار روغن را بهتر می کند و باعث طولانی شدن عمر آن می شود.

مواد اضافی ممکن است یک یا چند دسته از انواع زیر باشد:

۱- موادپاک کننده ومعلق کننده برای جذب وانتقال رسوبات.

۲-موادی که باعث بالابردن مقاومت روغن در مقابل فشار می شوند.

۳- موادی که باعث جلوگیری از پیر شدن یا کهنه شده (اکسید شدن) روغن می گردند.

٤ موادی که باعث بهبود خواص روغن در مورد تحمل حرارتهای بالا می شوند.

۵- موادی که ضد زنگ زدگیAnti Oxidant هستند.

۶-مواد ضدکفAnti Foam برای جلوگیری ازکف کردن روغن.

۷-موادضدسائیدگیAnti Wear برای کاهش اصطکاک.

۸-مواد بهبود دهنده شاخص گرانرویVI-Improver.

۹-موادپایین اورنده نقطه ریزش.

۱۰-موادضدخورندگی و.....

روش های مختلف روغنکاری

مهمترین عامل در کارآیی مفید دستگاهها وقطعات متحرک انهانوع صحیح روغن و سیستم روغن کاری است. اصولاً نوع سیستم روغنکاری بر اساس وضعیت و نیاز دستگاه مورد نظر انتخاب می شود و به روش های زیر عملی می شود .

۱- روغنکاری قطره ای

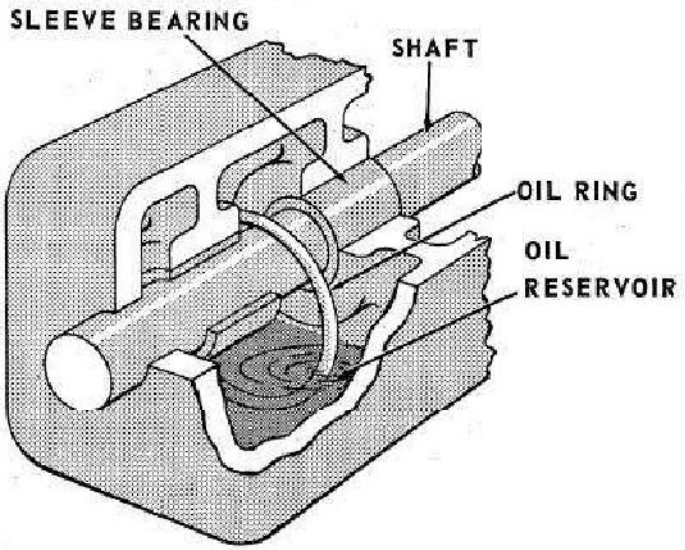
۲- روغنکاری پاششی

۳- روغنکاری هیدرواستاتیکی

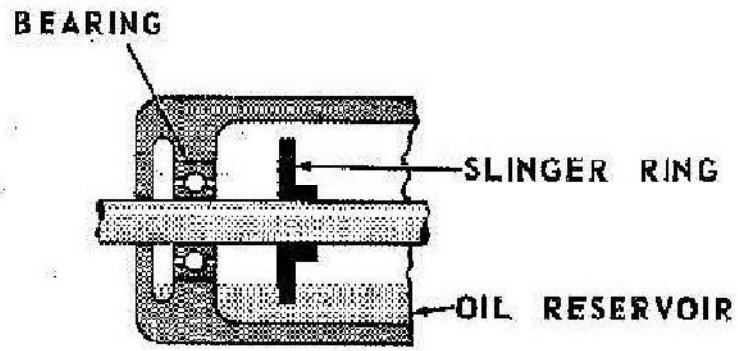
٤- روغنکاری تحت فشار و.....

روغنکاری هیدرواستاتیکی

در این روش قطعه گردنده یا در روغن غوطه ور است و یا بوسیله عاملی بطورمرتب روغنکاری می شود درتوربین های بخارکوچک ومتوسط روغن بوسیله رینگی بنام Oil Ring که از یک طرف روی محور بصورت آزاد تکیه داردو از طرف دیگر درمحفظه روغن قرار گرفته است ودر اثر حرکت محور دوران می کند روغن را با خود حمل کرده و روی محورو یاتاقان می ریزد و عمل روغنکاری را انجام می دهدو دراکثرتوربین ها ودستگاه های کوچک ازاین روش استفاده می شود.



دربعضی ازدستگاه ها بجای Oil Ringاز Slinger Ringاستفاده می شودکه شامل یک صفحه باقطرمشخص است که روی محورنصب می شودوبالن می چرخدکه کارائی ان به مراتب از سیستم قبلی بهتراست ولی به دلیل پاشش روغن معمولادردورهای بالاکمترموردااستفاده قرارمی گیرد.

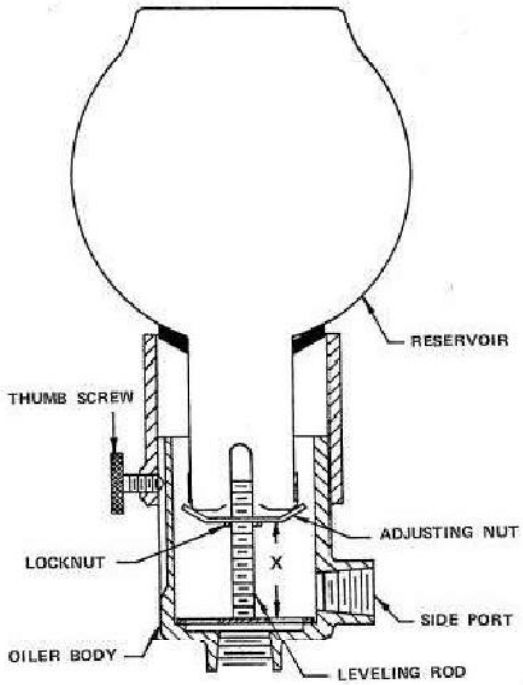


نکته مهم این است که سطح روغن داخل محفظه روغن نباید از خطی که مشخص کننده سطح روغن است کمتریا بیشتر باشد زیرادرهردوحالت باعث روانکاری ناقص می شود اگرسطح روغن کمترازحدتعیین شده باشد باعث نرسیدن روغن به یاتاقان وعدم روانکاری وخرابی وسوختن یاتاقان می شودودرصورتی که سطح روغن بالاترازمقدارمطلوب باشدباعث ایجادکف(ترکیب هواوروغن) در روغن شده و عمل روغنکاری خوب انجام نمی شود .

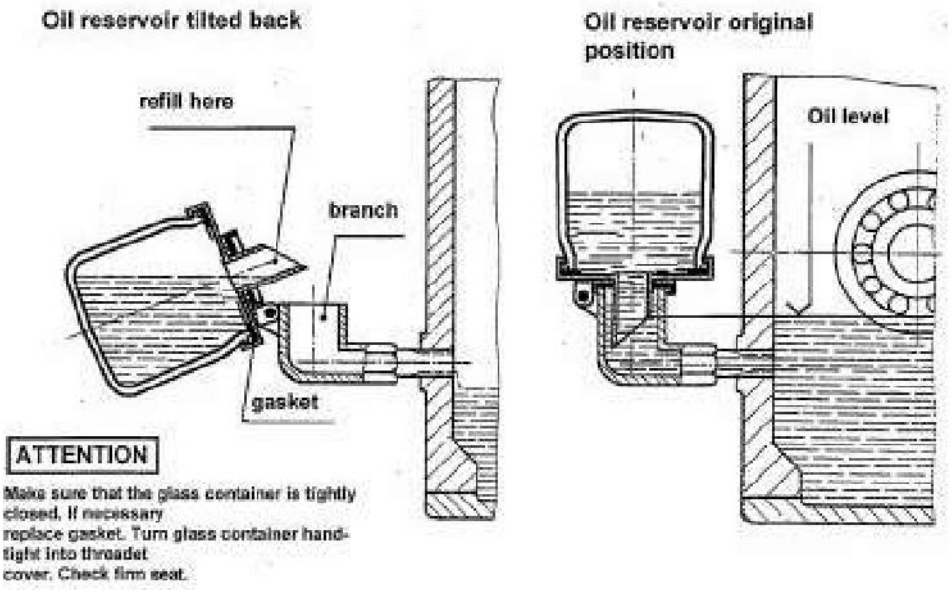
به دلیل نشتی های اجتناب ناپذیری که وجوددارد سطح روغن تغییرمی کند که این می تواندداین نوع سیستم روانکاری اختلال ایجادکند پس لازم است سیستمی وجودداشته باشدکه بتواندبطوراتوماتیک سطح روغن رادرحدمطلوبی نگه دارد .

برای تنظیم اتوماتیک سطح روغن درداخل هوزینگ بریتگ هاازسیستم هائی به نام Oil Potاستفاده می شودکه ازیک محفظه شیشه ای ویک میله تنظیم کننده Levling Rodکه درزیران واقع شده است تشکیل شده است .محفظه شیشه ای به عنوان مخزن ذخیره روغن است که درصورتی که سطح روغن محفظه یاتاقان ازحدتعیین شده پایین تررودبطوراتوماتیک ان راجبران می کندوهرچه مخزن شیشه ای بالاترقرارگیردسطح روغن بالاترمی ایدوبالعکس هرچه پایین ترقرارگیرد سطح روغن پایین ترنگه داشته می شود.تنظیم سطح مخزن شیشه ای روغن توسط میله تنظیم کننده همراه بادومهره بزرگی که روی ان پیچیده می شود و زیرمخزن شیشه ای قراردارد.تنظیم می شود.باپیچاندن این مهره هاAdjusting Nut (برای جلوگیری ازشل شدن انهادرحین کارازدومهره استفاده می شود) به سمت بالا مخزن شیشه ای بالاترقرارمی گیردوباعث تخلیه روغن ازمخزن شیشه ای بطرف هوزینگ بریتگ می شودتاحالت تعادل برقرارشود.

موقعیت قرارگیری مهره های زیرمخزن شیشه ای مبین سطح روغن داخل هوزینگ بریتگ است .



درشکل زیربک نمونه دیگرOil Potنشان داده شده است.



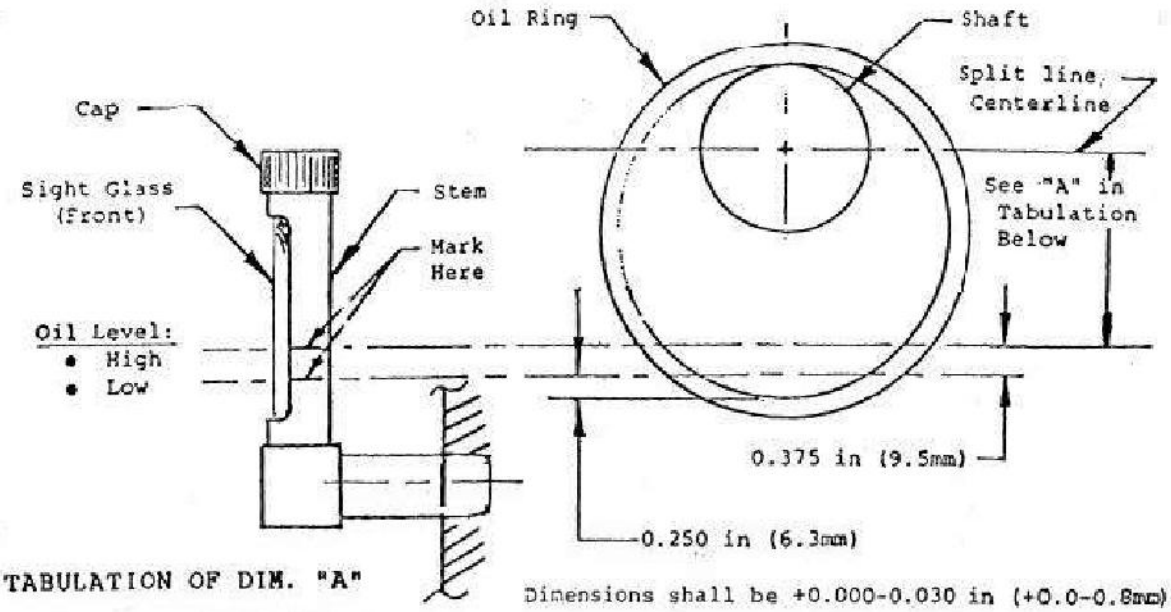
چاندلکته:

نکته اول: اگرلوله اتصال Oil Potبه محفظه باتاقان گرفتگی داشته باشدامکان تخلیه روغن وجودندارد وباوجودروغن درمحفظه شیشه ای امکان سوختن بربنگ وجوددارد.

نکته دوم:گاها مشاهده می شود که میله تنظیم کننده سطح داخل Oil Potبنا به دلایلی مفقودیا برداشته شده است که این کارمی تواندباعث ازکارافتادن Oil Pot وعدم کنترل سطح روغن شود ودرشرایطی سوختن برینگ ها وکاهش طول عمرانها رادرائر فقدان روغن بوجوداورد.

نکته سوم :اگرمخزن شیشه ای شکسته شده باشدیا ترک داشته باشد باعث می شود هواداخل ان نفوذ کندوروغن داخل ان درمدت زمان کوتاهی تخلیه شود وعملاایی سیستم کاردهی خودراازدست بدهد پس علاوه براطمینان ازپربودن مخزن شیشه ای بایدمواردفوق الذکر نیزدرطی بازدیدها ی روزانه چک شوند.

ارتفاع روغن هونزینگ برینگ هائی که ازباتاقان های بوشی استفاده می کنندوسیستم روغنکاری انهاازنوع Oil Ringاست بسته به قطرشافت وقطرربنگ است ومی توان حداقل وحداکثرارتفاع روغن رابراساس ابعاد Oil Ringومرکزشافت ازشکل زیربدست اورد.



TABULATION OF DIM. "A"

SA LINE	3.6" (91mm)
GA	3.0" (76mm)
Z LINE	2.7" (69mm)
ALL OTHERS	REF. TO ENG.

Dimensions shall be +0.000-0.030 in (+0.0-0.8mm)

روغن کاری تحت فشارForced Lubrication

دراین روش روغن توسط پمپ از مخزن کشیده می شودوروغن تحت فشارپس ازخنک شدن وفیلتر شدن به محفظه یاتاقان وارد وباایجادفیلم روغن بین یاتاقان هاومحورعملیات روغنکاری انجام می شود .

این سیستم روغنکاری از قسمت های زیرتشکیل شده است:

۱-پمپ های اصلی وکمکی روغن برای بالابردن فشارروغن.

۲-فیلترهای روغن برای جداسازی ذرات وموادجامدموجوددرروغن.

۳-کولرهای روغن برای خنک کردن روغن.

٤-کنترل ولوهاوشیرهای فشارشکن Safety Valveبرای کنترل فشاروفلوی روغن.

۵-مخزن روغن همراه با تجهیزات ان شامل نشان دهنده سطح روغن گرم کن یاهیتر سیستم تهویه و ..... برای ذخیره روغن.

۶-تجهیزات اندازه گیری شامل فشارسنج ها,دما سنج ها,اختلاف فشارسنج, اندازه گیرارتفاع و...

۷-سیستم هاورله های حفاظتی وترانسمیترها برای حفاظت ازدستگاه که به سیستم های Alarmو Shut Downفرمان می دهند وشامل :

الف-حفاظت سیستم دربرابردرجه حرارت بالای روغن.

ب-حفاظت سیستم دربرابر گرمای بیش ازحدپوسته یاتاقان ها.

پ-حفاظت سیستم روغنکاری دربرابرکم بودن فشارروغن.

ت- مخزن ذخیره روغن یااکومولاتورکه همواره مقداری روغن دران ذخیره می شود ودرانتهای چرخش محورروی یاتاقان ها تخلیه می شودوازذوب شدن یاتاقان ها جلوگیری می کندکه داخل این مخزن یک کیسه پرشدهBleader ازگازی مثل ازت تشکیل شده که بااعما ل فشارروغن دراطراف ان مقداری انرژی پتانسیل دران ذخیره می شودودرمواقع لزوم باعث تخلیه روغن می شود.

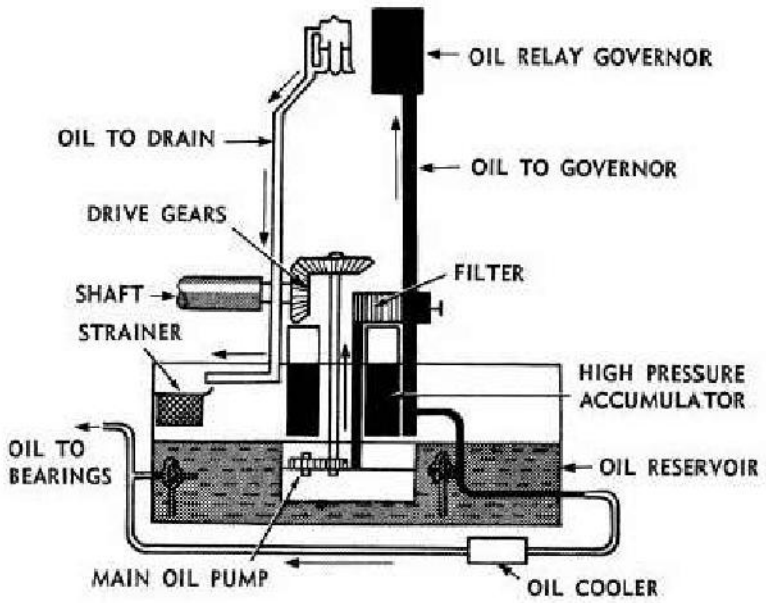
ث-حفاظت ازعدم گرفتگی فیلترهای روغن بااندازه گیری اختلاف فشاروروودی وخروجی فیلتر.

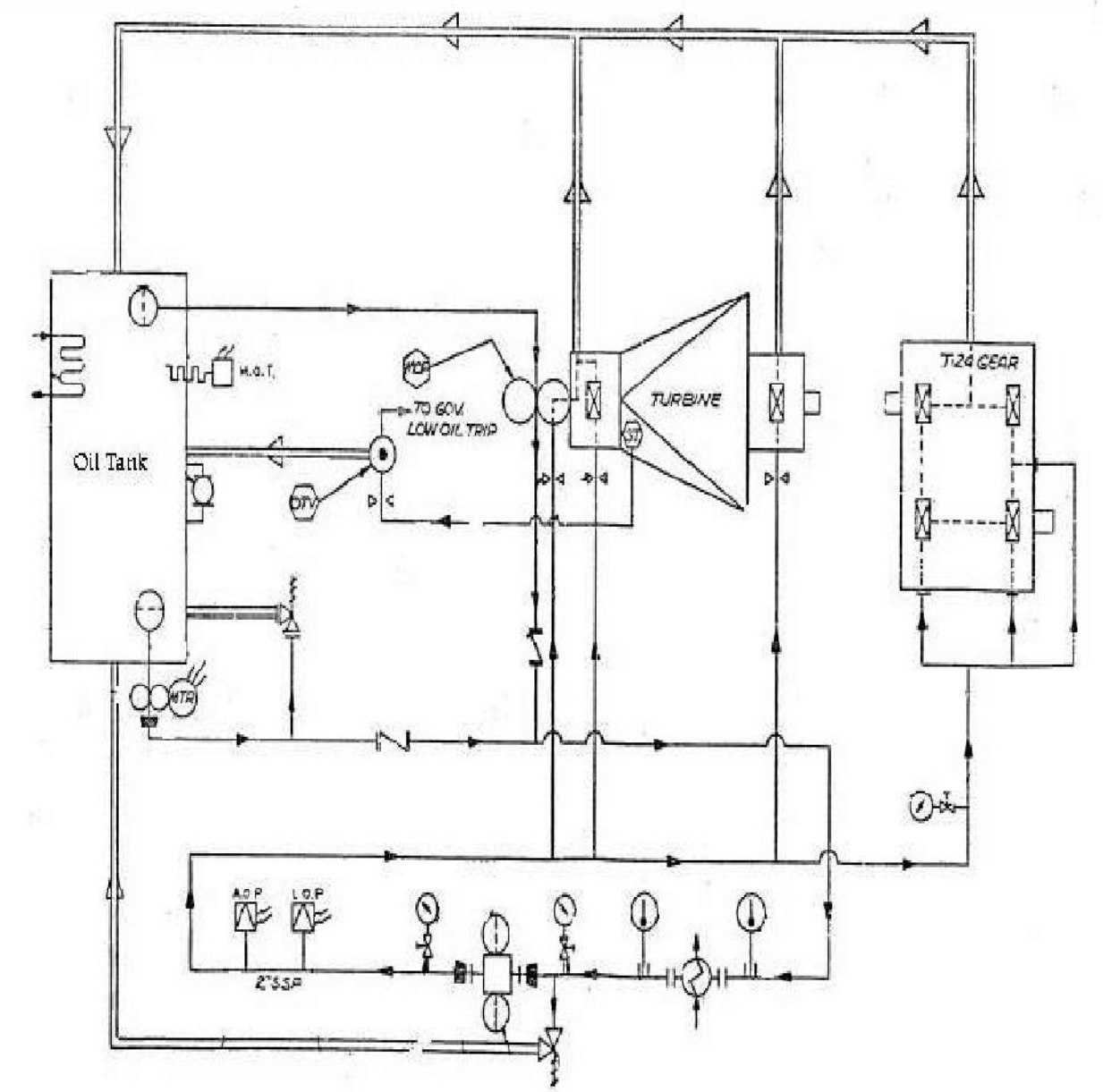
ج-حفاظت سیستم برای اطمینان ازوجودمقدارلازم روغن دردلخل مخزن.

چ-سیستم راه انداز پمپ اضطراری روغن درمواقعی که پمپ اصلی مشکل پیدامی کند.

ح--لوله ها,ولوها, شیرهای یکطرفه واتصالات که کار انتقال روغن به قسمت های مختلف راانجام می دهندوحتمابایدازجنسی باشندکه زنگ نزنندمثل فولادهای ضدزنگ.

درشکل های زیرفلودیاگرامی از سیستم روغنکاری تحت فشارنشان داده شده است.





لازم به توضیح است که قبل ازدرسرویس قراردادن پمپ یاهردستگاه دیگر کلیه این مجموعه وسیستم های حفاظتی ان بایدموردبررسی قرارگیرد(بخصوص بعدازنصب اولیه یا چک های روتین یا بعد از هر تعمیر اساسی)که ازعملکرد صحیح سیستم های حفاظتی ان اطمینان حاصل شود که ذیلا به نحوه چک کردن قسمت ها ی مختلف ان پرداخته می شود.

مسائلی که قبل از راه اندازی یک سیستم روغن باید رعایت شود

۱- تمیز کردن تمامی لوله ها ،مسیرها و ۰۰۰یا Flush

۲-تنظیم تمامی شیرهای کنترل ، کنترل ولوها ، ترانسمیترهای ، سوئیچ ها و ... طبق Set Point های توصیه شده توسط کارخانه سازنده.

۳- کالیبره کردن کلیه نشان دهنده های فشار و درجه حرارت.

٤-اطمینان ازعملکردوکالیبره بودن کلیه ترموکوپل ها و نظایر آن برای بازرسی قسمت حساسشان برای حالت Shut Down , Alarm در داخل حمام روغن یا هر منبع دیگر.

۵-چک کردن نحوه عملکرد کلیه سوئیچ هایی که بوسیله عامل فشار تغذیه می شوند (فرمان می گیرند ، تحریک می شوند عمل می کنند) بوسیله تغییر فشار سیستمی که سوئیچ برای آن تدارک شده است به میزان موردنظر.

۶- چک کردن کلیه شیرهای یک طرفه اگر در خلاف جهت جریان سیال نصب شده باشند در موقع بالا بردن فشار سیستم باعث خسارتهای شدیدی در پمپ ها ، نشان دهنده ها و ... می شوند .

۷-چک کردن وتنظیم Setting کلیه Safety Valve درفشار مورد نظر وزمان مقررشده برای هر کدام از انها.

مواردی که روی سیستم های حفاظتی روغن بایدچک شوند

۱-چک کردن سیستم اخطار ازکارافتادن پمپ اصلی روغن (پایین امدن فشارروغن).

Stand By Pump Running- Failure Main Oil Pump

وظیفه این سوئیچ درسرویس قراردادن پمپ یدک روغن وهمچنین تحریک سیستم هشداردهنده است روش تست ان به این صورت است که پمپ یدک درسرویس قرارداده می شودودوسریک اهم متر روی این سوئیچ قرارداده می شودسپس ولوی که درمسیر خروجی پمپ یدک است ارام ارام بازمی شودتافشارروغن شروع به کم شدن کند وقتی فشارروغن مساوی میزان Setting مربوطه شد بایداین سوئیچ مداررامتصل کندکه دراین صورت می توان ازدرسرویس امدن پمپ یدک درحین کاراطمینان حاصل نمود.

۲-اخطارگرفتگی فیلترروغن Filter High Differential Pressure

وظیفه این سوئیچ اعلان وضعیت گرفتگی فیلتر روغن براساس میزان افت فشاراندازه گیری شده دردوطرف ورودی وخروجی فیلترروغن است وروش تست ان به این صورت است که با بستن تدریجی Tappingروی خروجی D.P و بالا بردن فشار خروجی سیستم, اندازه گیری اختلاف فشار انجام می شودوسوئیچ اخطاردهنده نیز مثل حالت قبل چک می شود.

۳-چک نمودن سیستم Shut Downدستگاه روی کلیه فرمانهائی که روی ان اعمال می شود بصورت تک تک.....

٤-چک کردن کلیه سوئیچ هایی که به وسیله عامل درجه حرارت تغذیه می شوند (فرمان می گیرند ، تحریک می شوند و عمل می کنند) و روی قسمت های مختلف اعم از یاتاقانها ، مسیرهای روغن ، مسیر خروجی کولر روغن ، مسیر خروجی روغن از یاتاقانها و ....نصب شده اند با قراردادن آنها در مایع با درجه حرارت مناسب واطمینان از میزان Settingوعملکرد مناسب ان در شرایط طراحی وعملیاتی.

۵ اطمینان از کارکرد مناسب هیترهای روغن (برقی . بخاری) ونحوه عمل کردن آنها در درجه حرارت مناسب .

۶-هواگیری کلیه مسیرهای روغن اعم از فیلترها ، کولرها و .....

۷-هواگیری سیستم اب خنک کنندهCooling Water.

لازم به توضیح است که باتوجه به اهمیت روغنکاری وبرای حفاظت بیشترسیستم روغنکاری دردستگاه های مختلف به غیرازپمپ یدک روغن ازتجهیزات دیگری ازقبیل سیستم Top Tank ،اکومولاتورروغن و پمپ های D.C استفاده می شودکه ذیلا به انهااشاره می شود.

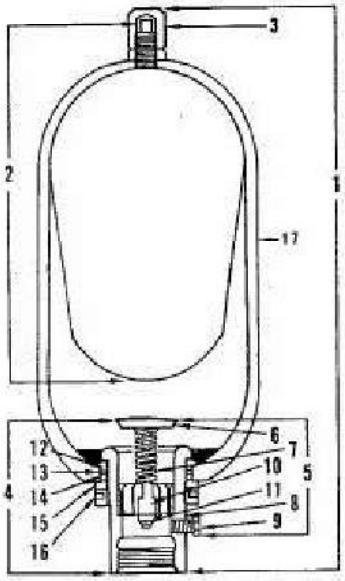
سیستمTop Tank

دراین سیستم یک شاخه ازروغنی که روی یاتاقان ها منتقل می شودجدامی شودو واردیک مخزن که درارتفاع معینی ازسطح زمین قرارگرفته می شودودرصورت ازکارافتادن پمپ اصلی ودرسرویس نیامدن پمپ یدک، روغن ذخیره شده درمخزن تازمان توقف دستگاه درطولShut Downعملیات روغنکاری راانجام می دهدتاقسمت های روغنکاری شونده رامحافظت کند.

اکومولاتورروغنLube Oil Accumulator

این سیستم شامل یک انباره استوانه باظرفیت حدوده گالن روغن است که درداخل ان یک Bladerقراردارد که بایک گازبی اثرمثل ازت بافشارمناسب شارژمی شودواطراف ان توسط روغن روانکاری احاطه می شود.این مخزن همچنین مجهزبه یک شیرتنظیم فشارویک نشان دهنده فشاراست که فشارروغن باعث جمع شدن تیوب لاستیکی داخلی شده ومقداری انرژی دران ذخیره می کند ودرصورتی که سیستم روغنکاری ازکاربیفتدوتوربین Tripکندپس ازتوقف توربین روغن ذخیره شده درداخل ان روی یاتاقان های داغ تخلیه می شودوازچسبیدن انهاروی محوروهمچنین تشکیل کک ممانعت می کند.لازم به توضیح است که

این مجموعه به هیچ وجه نمی تواند کارروغنکاری راانجام دهدوفقط برای جلوگیری ازسیزSeizکردن یاتاقان هااز ان استفاده می شود.



1	ACCUMULATOR, COMPLETE
2	BLADDER & GAS ASSEMBLY
3	VALVE GUARD
4	PORT ASSEMBLY
5	POPPET & PLUGASSEMBLY
6	POPPET
7	SPRING
8	PLUG
9	PIPE PLUG
10	PISTON
11	STOP NUT
12	ANTI-EXTRUSION RING
13	WASHER
14	PLUG "O" RING
15	SPACER
16	LOCK NUT
17	SHELL (not for sale)

لازم به توضیح است که درتوربین های بخاری که تروتل ولوواستاپ ولوبا فشارسیستم Lube Oilعمل می کنندازفشارروغن ذخیره شده دراکومولاتوربرای سریع تربسته شدن استاپ ولواستفاده می شود.

پمپ روغنکاری D.C

در دستگاه های بزرگ وگران قیمت برای حفاظت ازماشین هرقدرهم سرمایه گذاری شودمقرون به صرفه است زیرا اگر درطول عمردستگاه یک بارهم دستگاه را محافظت کنندارزش ان را داردبه همین دلیل روی توربوژنراتورهای بزرگ علاوه بریمپ های روغن اصلی ,یدکی(توربینی یابخاری) واکومولاتورروغن ازیک عددپمپ که موتوران بابرق جریان مستقیم کارمی کندنیزاستفاده می شودبدین صورت که اگربه هردلیلی هیچ کدام ازاین پمپ هابه هردلیلی نتوانند کارروغنکاری راانجام دهند(به دلیل قطع برق یابخار)این پمپ درسرویس می ایدوکارروغنکاری راازرمان ازسرویس خارج شدنTrip دستگاه تازمان توقف انجام می دهدواجازه داده نمی شودکوچکترین اختلالی درسیستم روغنکاری وکاردستگاه حاصل شود.منبع تغذیه این پمپ های جریان مستقیم است وبا سیستم UPSکارمی کند که شامل تعدادی باطری است که همیشه درحال شارژ نگهداری می شوندتادرمواقع اضطراری ازانهااستفاده شود.

روش تمیزنمودن سیستم روغن کاری Flushing

برای جلوگیری ازورودذرات جامدوزنگ های باقی مانده درلوله ها ومسیرهای روغنکاری که باعث نفوذانهابین قطعات ثابت ومتحرک می شودوحاصل ان سایش وفرسایش سریع قطعات می شود الزامی است که کلیه مسیرها ونقاط مختلف سیستم روغنکاری چه برای دستگاه هائی است که جدیدا نصب شده باشند(بادقت خیلی بالاتر) وچه بعدازتعمیرات اساسی دستگاه های سنگین عملیات Flushingایاتمیزکاری طبق یک دستورالعمل انجام شودکه ذیلا به شرح ان پرداخته می شود.

برای دستگاه هائی که جدیدنصب می شوندFlushing باروغن توصیه شده توسط کارخانه سازنده بایدانجام شودکه قادربه حل کردن موم ها ومواد‌حفاظتی سطوح داخلی قطعات می باشدومقداران بین ۳۵تا ۵۰ درصدظرفیت معمولی سیستم روغن است ولی پس ازتعمیرات اساسی دستگاه ها می توان ازروغن مورداستفاده شده روی دستگاه نیز استفاده نمودودراین شرایط مراحلی ازعملیات فلاشینگ لازم به انجام نیست.

۱- برای دستگاه هائی که جدیدا نصب می شوند موم های حفاظتی ضد زنگ بکار برده شده روی دستگاه ها در روغن مخصوص قابل حل شدن است واحتیاج به تمیز کاری ان با مواد دیگری نیست.

۲- کلیه قسمت های اطراف وداخل دستگاه باید از خاک ، شن و دیگر کثافات تمیزشود که در صورت نیاز به تمیز کاری بایدبا پارچه های بدون نخ های آزاد و با مایع تمیز کننده پاک شوند که به منظور سهولت انجام کار معمولا داخل دستگاه هارنگ سفید زده شده است تا کثافات و اجسام خارجی به راحتی قابل رویت باشند .

۳-برای شستشوی لوله های داخلیFlushing و بدنه ماشین آلات از روغن هایی باید استفاده شود که غلظت آن کمتر از غلظت روغن اصلی باشد تا قابلیت نفوذ و حرکت آن در کلیه منافذ و راهگاهها بهتر باشد . لازم به توضیح است که برای دستگاه هائی که جدیدنصب می شوندبا توجه به نوع روغن های حفاظتی که درحین حمل دستگاه رامحافظت می کند نوع روغن برای Flushing نیزتوسط کارخانه سازنده پیشنهاد می گرددتابهتربتواندروغن های حفاظتی رانیزدرخودحل کند .

٤-قبل ازانجام Flushingکلیه اریفیس ها، کفه های بالائی یاتاقان ها وتراست برینگ ها وکنترل ولوهای سیستم روغنکاری بایدبرداشته شوندتاروغن بتواندبراحتی عبورکند.

۵-برای Flushingازپمپ یدک روغنAuxilary Oil Pump یادربعضی ازمواردازپمپ های مخصوص این کاراستفاده می شود.

۶-قبل ازشروع کارابتدا بایدروغن تادرجه حرارت مشخصی گرم شود.

۷-قبل از شستشو وتمیز کاری مسیرهای روغن Flushing باید مسیرهای ورودی روغن به کلیه یاتاقانها بسته Blankشوند و ابتدا مسیرهای لوله کشی پمپ ها ، کولرها ، فیلترها و .....تمیز Flush شود . که دراین مرحله افت فشار روغن در داخل فیلترها باید به دقت تحت نظر قرار گیرند و با افزایش افت فشار فیلتر ها تعویض ، بازرسی و تمیز شوندو هنگامی که افت فشار روغن پس از چند ساعت چرخش روغنCirculation تغییر نکرد و ثابت باقی ماند مسیرهای ورودی روغن به یاتاقانها را بصورت تک تکی برقرارنمود. (با برداشتن Blank های مسیرهای روغن یاتاقان ها وقراردادن مش ریزدرانها) که این عمل بطورتناوبی برای هر یاتاقان درمدت زمان مشخصی باید ادامه پیدا کند و پس از اتصال آخرین یاتاقان عملیات دوباره ادامه پیدا کند .

۸-درطی انجام Flushingدرپاره ای ازمواردازفیلترهای مخصوص این کاراستفاده شود.

۹- هنگام عملیات Flushing هر پانزده دقیقه یک بارمحور باید یک چهارم دور چرخانده می شود .

۱۰-درحین کارکلیه اتصالات و سیستم های روغن باید از نظر نشتی مورد بازرسی قرار گیرند .

۱۱-پس ازثابت شدن افت فشارو اتمام کار Flushing روغن کثیف داخل سیستم تخلیه می شود.

۱۲-تمامی برینگ ها وشیارهای روغن و...بصورت دستی تمیزمی شوندوکفه های یاتاقان ها واریفیس ها وکنترل ولوهامجددادرجای خودنصب می شوندوسیستم بسته می شود.

۱۳- مخزن روغن وفیلترهای روغن بصورت دستی تمیزکاری می شوند.

۱٤- روغن پیشنهادی کارخانه سازنده در داخل محفظه روغن ریخته می شود و سطح آن تنظیم می شود.

۱۵پس از شارژ روغن موتور برقی یدک بکار انداخته می شود و سپس به اندازه حجم روغن کم شده که درون لوله ها ، کولرها و ....رفته است مجددا مخزن روغن تا ارتفاع مشخص شده پر می شود .

لازم به توضیح است که در صورتی که سطح روغن مخزن از حدود شاخص نشان دهنده بیشتر باشد در اثر برخوردقطعات دوار با سطح روغن ایجاد کف می شود که باعث افت فشار روغن ومخلوط شدن روغن وهوا و باعث ایجاد اختلال درسیستم روغنکاری یاتاقان هاوخرابی انهامی شود .

مواردی که درحین تعویض فیلترهای روغن بایدانجام شود:

۱- انداختن فشار Depressure فیلتر روغن با بازکردن مسیر Vent روی فیلتر .

۲- تخلیه محفظه فیلتر با استفاده از ولو Drain قسمت انتهایی محفظه فیلتر .

۳- نصب فیلتر جدید .

٤- هواگیری از محفظه فیلتربابازکردن مسیرورودی روغن ومسیرVentوتخلیه هوا .

مواردی که برای تصمیم گیری تعویض روغن باید انجام شود

۱- اندازه گیری دانسیته روغن در ۶۰ درجه فارنهایت ٪۸۷

۲- اندازه گیری ویسکوزیته SSU در ۱۳۰ درجه فارنهایت ۹٤-۸۰

۳- اندازه گیری ویسکوزیته SSU در۱۰۰ درجه فارنهایت ۱۷۰-۱٤۰ .

٤- اندازه گیری حداقل ایندکس ویسکوزیته ۹۰

۵- اندازه گیری ویسکوزیته سینماتیک بر حسب سانتی استوک در ۱۳۰ درجه فارنهایت ۱۹/۲-۱۵/۷

البته برای صرفه جوئی درمصرف بهینه روغن وتعویض به موقع ان وهمچنین کاربردهای دیگر باانالیزکردن روغن تصمیم به تعویض گرفته می شودکه باتوجه به اهمیت موضوع واشنائی بااصول ان بحث مختصری دراین زمینه ارائه می شود.

انالیزروغن

آنالیز روغن از چندین سال پیش در اکثر صنایع کشورهای پیشرفته به عنوان یک ابزار بسیارمفیدو مناسب برای اهداف و مقاصد زیادی مورد استفاده قرار گرفته که در صورت اجرای صحیح آن در صنایع مختلف می تواند گامی بلند و تحولی اساسی در جهت حفظ سرمایه های ملی و کاهش وابستگی ها و مصرف بهینه ان بوجود آورد.

کنترل اینکه درحین کاردستگاه روغن تمیز و بدون هر گونه آلودگی (آب ، گرد و خاک وذرات فرسایشی و ...) باقی مانده بسیارمهم و حیاتی وحائزاهمیت است که این کار باآنالیز روغن محقق می شود . روغن همانند خون در بدن انسان که حامل میکروب ها وبیماری هااست و با آزمایش یک نمونه ان به خیلی از بیماریها می توان پی برد روغن نیز این نشانه ها را به اطلاعات با ارزشی که به اهداف نگهداری و تعمیرات کمک می کند تبدیل می نماید .

استخراج مستمر و منظم اطلاعات روغن از درون دستگاهها و ماشین آلات از طریق نمونه گیری و آزمایش روغن به منظورهای زیرانجام می شود :

۱-حصول اطمینان از سلامت دستگاه .

۲-شناسایی عیوب احتمالی درمراحل اولیه و در بدو تشکیل عیب .

۳-شناسایی عوامل فرسایش و استهلاک های غیر عادی .

٤-کاهش هزینه های تعمیراتی و تعویض به موقع قطعات .

۵-اقدامات اصلاحی به موقع و قبل از بروز خسارت ها ی جدی.

۶-کمک دربرنامه ریزی های تعمیرات دستگاه هاوماشین الات .

۷-کنترل کیفیت قطعات و لوازم یدکی و مصرفی .

۸-توسعه تکنیک های عیب یابی .

۹-صرفه جویی در روغن مصرفی .

۱۰ بهینه نمودن سیستم PM و کنترل کردن اجرای آن .

۱۱-کنترل های مدیریت برکل سیستم .

۱۲-افزایش طول عمر و کار آیی دستگاه ها .

۱۳-کنترل کیفی تدارکات و خریدروغن .

۱٤-کنترل سیستم انبار داری .

۱۵-انجام امور تحقیقاتی .

۱۶-هشدار به موقع و تشخیص عیب مدت ها قبل از بروز خسارت (تعمیرات پیش بینانه).

۱۷-کنترل مطمئن اقدامات پیشگیرانه .

حسن روش عیب یابی دستگاهها بر اساس انالیز روغن این است که قبل از بروز خرابی مشکل ماشین در نطفه شناسایی می گرددو اقدامات اصلاحی مورد نیاز برای آن انجام می شود (برخلاف آنالیز ارتعاشات که پس از بوجود آمدن مشکل و ایجاد خرابی اقدامات اصلاحی روی آن انجام می شود) البته این دلیل برکنار گذاشتن آنالیز ارتعاشات نیست بلکه این روش هاو روشهای دیگر در کنار هم و باهم دارای بهترین راندمان و کارآیی می باشند .

اصول کلی آنالیز روغن

این روش شامل مراحل اجرائی زیر است:

۱-نمونه گیری طبق روشهای استاندارد در فواصل زمانی معین .

۲-ارسال نمونه های مختلف همراه مشحصات روغن وزمان کارکرد آن همراه با نمونه اصلی روغن مصرف شده در دستگاه به ازمایشگاهای انالیزروغن .

۳-انجام آزمایش ها ی لازم و مقایسه نتایج بدست امده با نتیجه های نمونه های قبلی .

٤-بررسی نوع و اندازه ذرات موجوددرروغن باتکنیک های مختلف.

٤-تحلیل جواب های بدست آمده وارائه توصیه هاواقدامات فنی موردنیاز.

۵-انجام اقدامات پیشگیرانه وتوصیه های اصلاحی لازم .

آزمایشاتی که روی نمونه روغن ها انجام می شود

بازدید های چشمی از روغن مصرف شده

برای این کار لازم است که حدود ۱۰۰ تا ۵۰۰ سانتی متر مکعب روغن از مدار روغن گرفته شود و در یک بطری شیشه ای ریخته شود. اگر روغن کثیف باشد یا رنگ مات داشته باشدباید آنرا به مدت یک ساعت در دمای 40^{0C} نگهداری نمود حال بر اساس ظاهر آن وتجربیات قبلی می توان اطلاعات مختصری ازان بدست اورد .

آزمون های آزمایشگاهی

آزمون های آزمایشگاهی شامل موارد زیر است :

۱-آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغن و مقایسه آن با روغن نو برای ادامه کار روغن .

۲-آزمایش ذرات فلزی جهت تشخیص وضعیت فرسایش قطعاتی که با روغن در تماسند .

۳-آزمایش الاینده های موجود در روغن .

آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی

در آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغنها پارامترهایی نظیر : ویسکوزیته ،ویسکوزیته اندیکس خواص اسیدی و قلیایی ، نقطه ریزش ،آلودگی آب و ... اندازه گیری می شود که مقادیر اندازه گیری شده با مقادیری که قبلا اندازه گیری شده وهمچنین نمونه روغن های کار نکرده بدست امده مقایسه می شود و از نتایج آن می توان به موارد زیر پی برد :

الف-کنترل وضعیت روغن برای ادامه کار یا تعویض آن.

ب-کنترل کیفی روغن های موجود در انبار .

ج-تشخیص سریع فیلتر های معیوب .

چ-تایید سالم بودن روغن ها .

ح-اطمینان از اینکه روغن صحیح در دستگاه مصرف شده یانه.

خ-تاییدعملیات تمیز کاری سیستم پس از انجام تعمیرات روی دستگاه .

د-تایید سالم بودن آب بندها و مسیر هواکش از آلودگی ها .

ذ- کنترل مرغوب و تمیز بودن روغن ها قبل از ورود به انبار.

آزمایش روغن جهت بررسی ذرات فلزی

آزمایش روغن جهت بررسی ذرات فلزی موجوددر ان با استفاده از تحلیل اسپکترومتری ذرات سائیده شده درون ان و همچنین تعیین منابع آن که معمولا به کمک گرادیان مغناطیسی ذرات سائیده شده جدا سازی می شوند و اندازه های نسبی ذرات تعیین می شود که می تواند در راستای جدی بودن خسارات احتمالی کمک کند و سپس با بررسی های میکروسکوپی شکل واندازه های ذرات برای تعیین مکانیزم های سایش و با استفاده از یک نمونه رقیق شده روغن، ذرات شمارش می شود وباانالیزو تحلیل ذرات سائیده شده موجوددرروغن دستگاه، برای آگاهی دادن از وجود ذرات ناشی از تخریب قطعات ماشین مورد شناسائی قرار می گیردوعیوب احتمالی که ممکن است درایندہ ای نزدیک باعث تخریب ویا اعمال خسارت های زیاد به دستگاه شودرفع می گردد.

البته روغن ازلحاظ شبکه های کریستالی ومولکولی نیز می تواند تحت آزمایش قرار گیرد تا وضعیت مناسب یا نامناسب آن ازلحاظ شکست مولکولی،تغییرمولکولی و.....نیز مورد تحلیل قرار گیردتاازعملکرد ان درحین کارمطمئن شد .

نتایج حاصل از آزمایشات ذرات فلزی موجوددرروغن

الف- تشخیص فرسایش های احتمالی در آینده (بر اساس روند سایش).

ب-تشخیص اینکه ذرات ناشی از فرسایش مربوط به آلودگی روغن است یاخرابی قطعات.

پ-تشخیص شدت مشکل ایجاد شده ازطریق نرخ تغییرات بدست امده از آزمایشات انجام شده .

ت-تایید مشکل ایجاد شده از راه های دیگر (مثل آنالیز ازتعاشات).

ث-استنتاج کلی و مشترک از سیستم برای تشخیص سریع ریشه های مشکل .

ج-ضرورت انجام یک اقدامات نگهداری و تعمیرات.

تکنیک های آزمایش ذرات سائیده شده در روغن

۱-اسپکتروسکوپی جذب اتمی .

۲-اسپکتروسکوپی انتشار اتمی .

۳-فروگرافی.

٤-رسوب دهنده دورانی ذرات.

۵-فلورسنت پرتوایکس .

۶-اسپکتروسکپی انتشاری (پلاسمایی – القایی).

۷-مشاهده میکروسکوپیک

که باتوجه به تخصصی بودن مباحث فوق ازپرداختن به انها دراین مقوله صرف نظرمی شود .

بهره برداری ومسائل عملیاتی توربین های بخار

برای کاهش حوادث وسوانح برای پرسنل ودستگاه هاوافزایش طول عمرانها قبل ازراه اندازی وکاربادستگاه هاوماشین الات بایدمواری ازنکات ایمنی زادرنظرداشت که ذیلا به شرح انهاپرداخته می شود.

۱-مطالعه Manual Bookمربوط به دستگاه وتوجه دقیق به نکات توصیه شده توسط کارخانه سازنده.

۲-نصب تابلوهای ایمنی درمحوطه وقسمت های موردنیاز.

۳-تقسیم کاربین کارکنان ومشخص نمودن وظایف هر کدام ازانها.

٤-مطلع نمودن واحدهای عملیاتی مرتبط با دستگاهی که قراراست راه اندازی شود.

۵-روانکاری, رفع نشتی وازمایش (بازوبسته کردن)ولوهائی که بادست بازوبسته می شوند.

۶-ازمایش کردن ولوها وکنترل ولوهائی که باهوای فشرده کارمی کنند.

۷-مطلع نمودن ادارات ایمنی واتش نشانی درصورت نیاز.

۸-ازمایش نمودن شیلنگ های اتش نشانی .

۹-قراردادن کپسول های اطفا حریق درمکان هائی که احتمال اتش سوزی وجوددارد.

۱۰-ازمایش کردن کلیه فشارسنج ها حرارت سنج هاودورسنج ها واطمینان ازکالیبره بودن انها.

۱۱-توجه کامل به توصیه های ایمنی وتوجه دقیق به انها.

اپراتورهای مناسب برای دستگاه ها

کارکنان مناسب افرادی هستندکه ازاصول کاروتصب وراه اندازی وتعمیرات دستگاه ها ومسائل ونکات ایمنی دستگاه ها وخطرات ناشی ازبی توجهی به انها اگاهند.

انها:

۱-دوره های اموزشی راه اندازی وازسرویس خارج کردن دستگاه های مرتبط باکارشان راگذرانده اند.

۲-از حوادث ناشی ازبی موالاتی هابخوبی اگاهند.

۳ علت وروش استفاده ازتجهیزات ووسائل ایمنی را می دانند.

٤-دوره های اموزشی اطفا حریق وکمک های اولیه را گذرانده اند.

۵-وظایف قطعات واصول کاردستگاه هارامی دانند.

۶-اموزش های لازم جهت استفاده ازابزارهاودستگاه ها مناسب رادیده اند.

۷-درکلاس های یاداوری ایمنی واطفا حریق مرتب شرکت می کنند.

۸-تفاوت لوله های بخار اب گازومواد نفتی رامی دانند وقطع ارتباط فی مابین لوله ها رایاد گرفته اند.

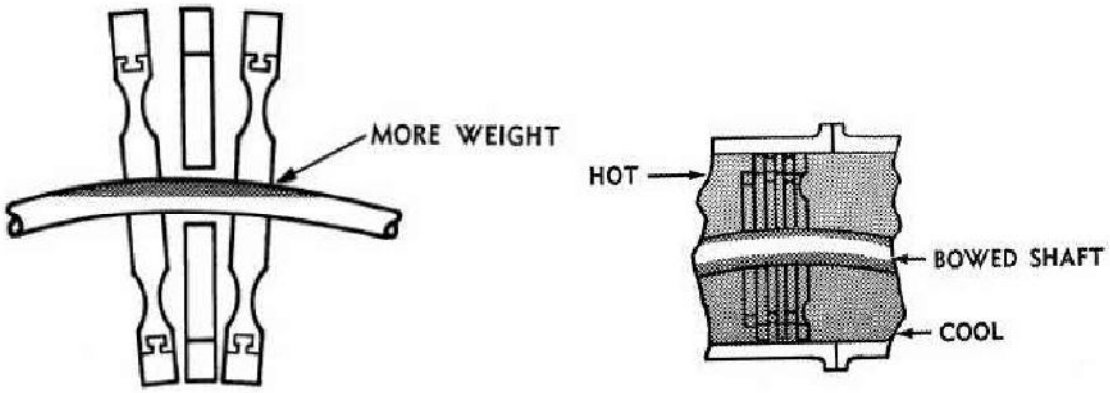
۹-بطورکلی مسلط به کارشان هستند.

با توجه به اهمیت استفاده اصولی ازتوربین های بخارکه تاثیربسیارزیادی درافزایش طول عمرانها وکاهش ریسک ها وجلوگیری ازخطرات احتمالی برای نفرات وواحدهای عملیاتی وماشین الات می تواندداشته باشد دراین فصل سعی شده است مباحث متعددی درزمینه های مختلف اعم ازاماده سازی مسائل حین تعمیر راه اندازی ازسرویس خارج کردن .....وعوارض ناشی ازعدم دقت دراین مواردرابطورفشرده موردبحث وبررسی قرارگیرد.

گرم کردن توربین های بخار

گرم کردن صحیح توربین در پیشگیری از وقوع خرابی ها و طولانی کردن عمرتوربین وقطعات آن سهم بسزائی دارد. بخاری که وارد بدنه توربین می شود چون خاصیت گازها را داردابتدا بطرف بالای بدنه حرکت می کند بنابراین قسمتهای بالا ی رتوروبدنه زودتر از قسمت های پائین ان گرم می شوند و این اختلاف درجه حرارت دراثر خاصیت ترموستاتیکی باعث پیچیده شدن بدنهDistortion و خم شدن محور می شود. چنانچه زمان کافی به قطعات جهت گرم شدن داده نشود باعث خمش محورمی شودو همانطور که قبلا گفته شد آب بند های دندانه ای ودیافراگم ها فاصله کمی بامحوردارند و چنانچه محور خم شودباعث از بین رفتن این دندانه ها و در نتیجه نشت بخار به مرحله بعدی و هدر رفتن بخارایجادخسارت روی قطعات و..... می شود.

بنابراین قبل ازراه اندازی توربین ها(ودیگرماشین الاتی که دردرجه حرارت های بالا کارمی کنند)ابتدابایدانهارابطورتدریجی وبه ارامی گرم کردتاتمامی نقاط توربین به درجه حرارت ثابت برسندوسپس اقدام به راه اندازی ان نمود.کارکردن توربین هادردورهای کم درزمان راه اندازی به محورمهلت می دهدتاخم نشودلذاباصاف شدن خمیدگی محورفقط یک کمانش موقتی بوجودمی اید(خمیدگی ناشی ازبدنه توربین)وبه نیروهای گریزازمرکزاجازه داده نمی شودکه باعث افزایش کمانش شوند.



اثرات گرم و سرد شدن غیر یکنواخت توربین های بخار

۱-خمیدگی محور Bent Shaft که موجب نابالانسی و لرزش شدیدمی شود .

۲- خمیدگی محوروبدنه باعث خرابی لابیرینت ها می شود (چون کلرنس شعاعی بین محور و آب بندها خیلی کم است).

۳- چون رتورزودترازپوسته گرم می شودانبساط رتور زودترازپوسته یا بدنه انجام می شود(تغییرموقعیت نمی دهند) باعث تماس رتوربادیافراگم ها(درجهت محوری)وخرابی انهامی شود.

٤-به دلیل این که افزایش طولی رتور ازبدنه بیشتر است ممکن است چرخ هایاپره های روی محور به دیافراگم ها برخورد کنند و موجب سائیده شدن وخرابی آنها شود .

۵-اگربخارآب بندی قبل از گرم شدن توربین وارد شود یک طرف توربین بیشتر از طرف دیگر گرم می شود و نهایتاً انبساط یک طرف بیشتر از طرف دیگر می شودو محورمی تواند به حالت خمیدگی نزدیک می شود .

۶-گرم شدن سریع باعث تغییرشکل دائمی وباقی ماندن خمیدگی ایجادشده می شود .

گرم کردن یکنواخت برای توربین های بزرگ نسبت به توربین های کوچک ازاهمیت بیشتری برخورداراست چون باتوجه به طویل وسنگین بودن رتورانهاحتی برای راه اندازی انهادردورهای پایین هم نیاز به حجم بخارخیلی زیادی است که این نیزمی تواندباعث تشدیدکمانش گرددبه همین دلیل برای جلوگیری ازاین مشکل درحین راه اندازی وازسرویس خارج کردن توربین برای کمک به چرخاندن توربین هابامقدارکمتربخار ازدستگاه های کمکی بادورهای پایین مثل سیستم های Turning Gearویاالکتروگیرباکس ها استفاده می شودکه ذیلا به شرح ان می پردازیم.

سیستم Turing Gear

در ماشین های سنگین بخاطر اینکه چندین دستگاه باهم کوپله می شوند (مثلاً مولد ، گیربکس و توربین) نیاز به قدرت خیلی زیادی برای راه اندازی انها است که اگر قرار باشد این قدرت زیاد توسط بخاربه توربین داده

شودنیاز به مقدار خیلی زیادی بخارSteam است که بتواند ماشین ها را به حرکت در آورد . حجم بالای بخار ورودی به توربین باعث سریع و نامتعادل گرم شدن توربین می شود که می تواند مسائل زیادی راکه قبلا به آن اشاره شد به دنبال داشته باشد ولذابرای جلوگیری از این مسائل برای گرم کردن متعادل توربین در راه اندازی وهمچنین ازسرویس خارج کردن انها از سیستمTurning Gearیا Baring استفاده می شود وروش کار آن بدین صورت است که روغن تحت فشارکه توسط پمپ بافشاربالا تولیدشده است ومی توان ان رایک توربین روغنی نامید به پره هایی که معمولاروی یکی ازمحورهای داخل Gear Boxنصب شده اندبرخورد می کند و موجب کمک به حرکت مولد توربین ، گیر بکس با مقداربخارکمتربادور کم می شود . گه در نظر گرفتن چنین سیستمی برای توربین های با قدرت بالا ضروری است.

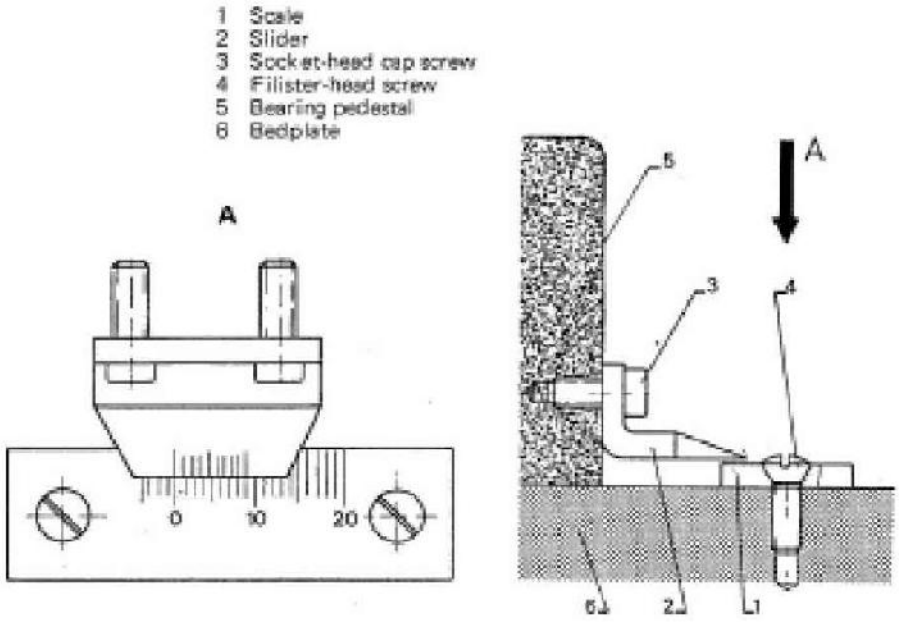
البته دربعضی ازتوربین های بخاربجای توربین روغنی ازیک دستگاه الکتروگیرباکس بادورپایین که درموقعیتی مناسب ومعمولاروی سیستم گردنده نصب می شودوازطریق یک مکانیزم مکانیکی بامحورکوپله می شوداستفاده می شودکه قبل ازراه اندازی ویاهنگامی که توربین ازسرویس خارج می شودوظیفه ارام چرخاندن محورتوربین راانجام می دهد.

سیستم Jack Oil

درتوربوژنراتورهای بزرگ وسنگین برای کاهش دادن نیروهای اصطکاکی و روان چرخیدن محورکه باعث نیازکمتربه بخاربرای چرخاندن توربین می شود از سیستم Jack Oilاستفاده می شود .این سیستم در موقع راه اندازی وازسرویس خارج کردن ماشین در سرویس می آیدو اصول کار آن بدین صورت است که روغن با فشار بالا که معمولا از پمپ Jack Oil تامین می شوداز قسمت پایینی برینگ ها ازیک مسیرتعبیه شده برای این منظوروواردانها می شود و موجب بلند شدن شافت از جای خودمی شود وموجب کاهش اصطکاک وحرکت توربین باحجم کم بخار می شود. لازم به توضیح است که در ماشین های بزرگ نظیرتوربوژنراتورها که وزن رتورهای مختلف در آنها مثل رتور مولد ، رتور توربین ، رتور پینون و رتور Gearو.... متفاوت است نیاز به روغن با فشارهای متفاوتی برای بلند کردن آنها است که این در طراحی سیستم مراعات شده و به توسط رگولاتورهای فشاری که در قسمت های مختلف تعبیه شده به هر قسمت فشار طراحی شده روغن همان قسمت اعمال می شود .

نکته مهم: کلیه مسائلی که درحین گرم شدن توربین هایاماشین الاتی که دردرجه حرارت های بالاکارمی کنندبوجودمی ایددرحین سرد شدن انهانیزمی تواندباتفاق بیفتدوباعث ایجادخسارت های سنگین شودکه متاسفانه گاهابه انهاتوجه اساسی نمی شودزیرا درحین سردشدن نیزگرادیان درجه حرارت نقاط مختلف متفاوت است وبه دلیل خاصیت ترموستاتیکی ناشی ازاختلاف درجه حرارت بین قسمت های مختلف رتوروبدنه باعث خمیدگی محوروبدنه خواهدشد.همچنین مسائل ناشی ازگرم وسردکردن ناگهانی دستگاه ها برای توربین هاوماشین الات کوچک نیزمی تواندباشدت کمتری اتفاق بیفتدکه ازاین مهم نیز نبایدغافل شد.

درتوربوژنراتورهای بزرگ سیستمی روی Padstalهای انها تعبیه شده است که قادربه اندازه گیری حرکت مطلق بدنه توربین ناشی ازانبساط حرارتی می باشدکه رشدحرارتی را توسط یک ورنیه اندازه گیری می کندکه می تواندمبین وضعیت درجه حرارت بدنه توربین باشدکه همیشه بایدبه ان توجه نمودبخصوص درحین راه اندازی وبستن توربین ودرمواقع تغییرLoadووقتی دورتوربین رامی توان افزایش دادکه بدنه توربین رشدحرارتی خودرابطورکامل انجام داده باشد.



Casing Position Measurment Device

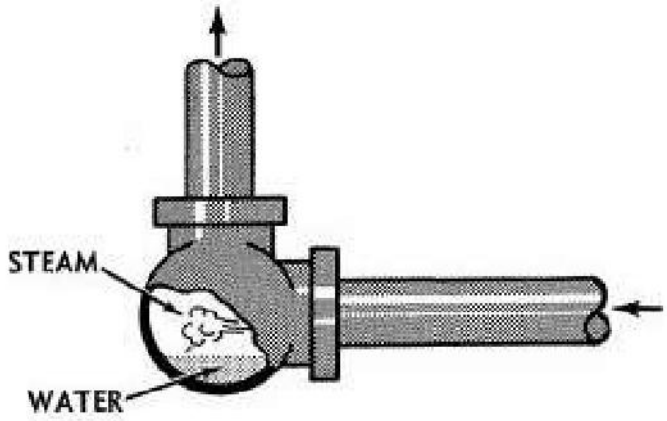
لازم به توضیح است که درتوربین های بخارمتوسط و بزرگ به دلیل ابعادبزرگ ان انبساط حرارتی تقریباًبالائی دارندکه برای جبران ان پیچ های پایه های عقب انها طوری طراحی شده است که پس ازسفت شدن نیز فاصله کمی بین پیچ وپایه توربین وجوددارد که امکان انبساط طولی بدنه دستگاه رافراهم می کندورشدطولی توربین بطرف عقب توربین منتقل می شودبافاصله کاپلینگ ها نیزبه هم نخوردولی درصورتی که ازپیچ معمولی استفاده شودوپیچ پایه را کاملاثابت کند امکان حرکت وانبساط ازتوربین گرفته می شودکه علاوه برخمش محورمی تواندمنجربه افزایش بارتراست یاتاقان های محوری وخرابی انها و افزایش لرزش توربین شود .

گرم نگه داشتن توربین های بخار

باتوجه شرایط عملیاتی توربین هائی که بایدبصورت اماده بکارStand Byباشندبایدهمواره گرم نگه داشته شوند تابدون هیچ مشکلی ودرکمترین زمان ممکن درسرویس قرارگیرندکه برای تحقق این کارباستفاده ازیک مسیرکنارگذرBypassکه شامل یک لوله سه چهارم تایک اینچ است و به ان Warm Up Lineنیزگفته می شود مقداری بخارازلاین ورودی ازقبل ولواصلی یاکنترل ولو توسط یک عددولوبه داخل توربین واردمی شودکه بابازگذاشتن جزئی این ولوهمواره مقداری بخاروواردتوربین می شودوتوربین گرم نگه داشته می شود.البته ازاین مسیرهم برای گرم نگه داشتن توربین وهم برای گرم کردن توربین درحین راه اندازی یاازسرویس خارج کردن می توان استفاده کرد.

تخلیه اب های کندانس داخل توربین های بخار

هنگام ورود بخار به داخل توربین به علت اختلاف درجه حرارت بین بخار و قطعات داخلی مقداری بخار تبدیل به مایع می شودکه این مقدار مایع در توربین های کوچک به علت پائین بودن درجه حرارت بخار و سبک بودن قطعات داخلی توربین زیاد محسوس نیست(وبایدتخلیه شود) ولی در توربین های بزرگ به علت سطح وحجم فلز زیاد مقدار بیشتری از بخار تبدیل به مایع می شودو چنانچه توربین خوب تخلیه نشود مایع می تواندرحین چرخش به پره های رتور ضربه بزندو باعث شکسته شدن آنها و یا خراب شدن دیگر قطعات داخلی رتوروپره ها شود.به این دلیل نقاط کود بدنه توربین ها وسیستم های لوله کشی بایدمجهزبه لوله های تخلیهDrainباشندوقبل ازراه اندازی اب جمع شده دراین نقاط تخلیه شودکه اغلب این لوله های تخلیه دارای تله بخارSteam Trapمی باشندکه بطوراتوماتیک اب کندانس راتخلیه می کنند. درحین راه اندازی به دلیل وجودذرات جامد وزنگ های موجوددرسیستم لوله کشی باید ابتداازمسیرهایBy Passمربوطه اب داخل توربین تخلیه شودوپس ازنرمال شدن شرایط عملیاتی تله بخاردرسرویس گذاشته شود.همچنین بایدچک های لازم ازصحت کاراین تله بخارها انجام شود.البته لازم به توضیح است که عایقکاری توربین های بخارعلاوه برجلوگیری ازاتلاف انرژی حراربی ومحافظت از اپراتورها(درمحل های داغ) برای جلوگیری ازشکیل قطرات اب نیزبسیارحائزاهمیت است ووقتی که توربین درحال کاراست بایدعایقکاری توربین باجنس مناسب وبدون عیب وخرابی انجام شده باشد.



همچنین هنگامی که توربین ازسرویس خارج است بایداقدامات لازم جهت تخلیه مایعات بجامانده درتوربین انجام شودزیرامایعات داخل توربین باعث ایجاد زنگ زدگی وخوردندگی می گنندوباعث ایجادرسوب روی رتوروازبالانس خارج شدن ان می شود که برای جلوگیری از این مسئله باید مسیرDrain بخار قبل از بدنه توربین وهمچنین مسیرهای تخلیه زیرتوربین را هنگامی که در سرویس نیست باز گذاشته شود تا چنانچه نشت بخاروجودداشته باشد داخل توربین حبس نشود.

هنگامی که توربین درسرویس قراردارددتخلیه مایعات توربین توسط تله بخارSteam Trap هائی که زیرتوربین نصب شده است بطوراتوماتیک انجام می شودولی درتوربین هائی که درسیستم خلاکارمی کنندامکان نصب تله بخاروجودندارددواز اژکتورهای تخلیه کننده استفاده می شودکه ذیلا به شرح انهپرداخته می شود.

وظیفه ونحوه کارCasing Drain Ejector

به منظور اجتناب از جمع شدن مایع در Casing توربین هائی که درسیستم خلاکارمی کنند، سیستمی طراحی شده که به طور مداوم مایعات را اززیربدنه Casing بوسیله یک اژکتور مکیده وخارج می کند باید توجه نمود در حالی که توربین در حال کار است به هیچ وجه نمی توان Drain های اصلی Casing توربین را باز نمود وحتما باید از سیستم فوق استفاده کرد. این سیستم بسیار ساده است وشامل یک اژکتوراست که با بخار ۶۰ پاوند تغذیه می شود و بوسیله یک لوله یک اینچ به قسمت زیربدنه Casing توربین متصل می شود. بخار مصرفی باضافه مایع کشیده شده از Casing معمولا به Exhaust اصلی یاخروجی توربین یا