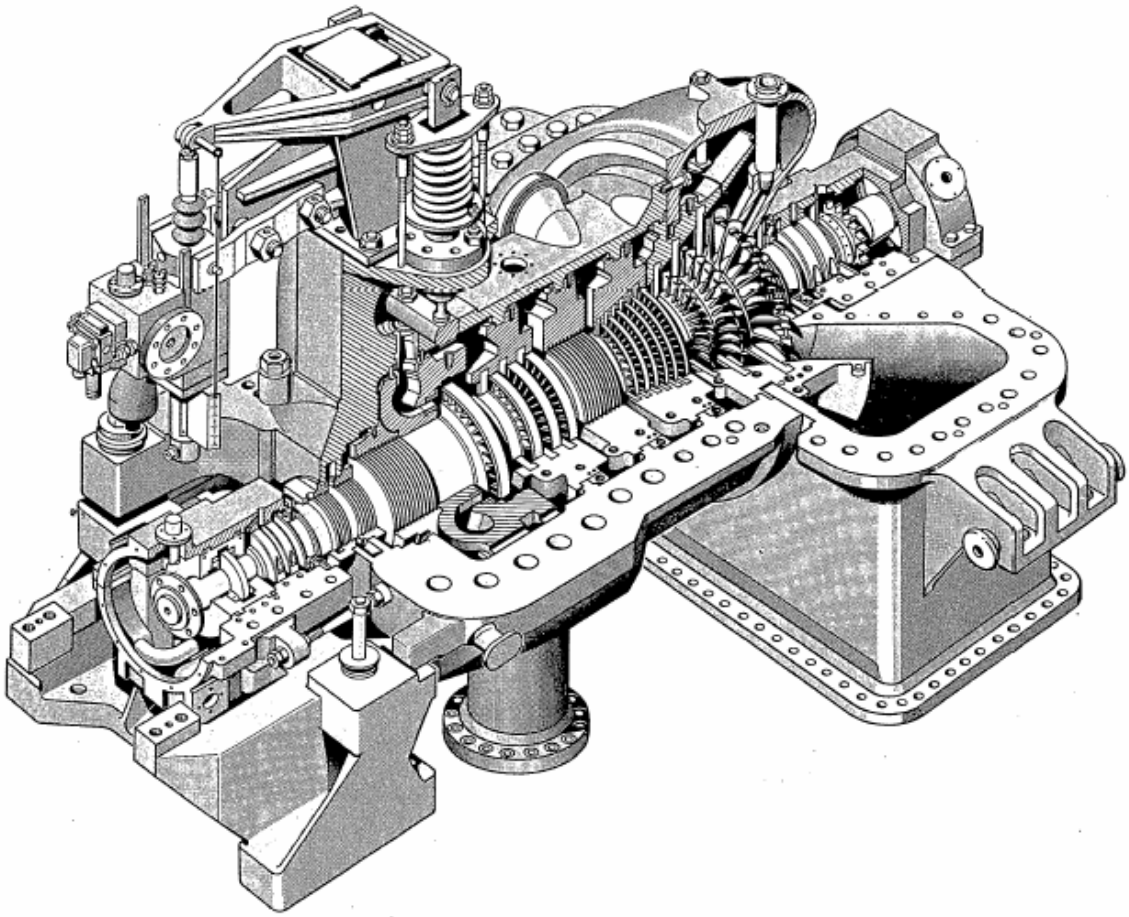
شرکت ملی پالایش وپخش فرآورده های نفتی ایران
شرکت پالایش نفت اصفهان (سهامی خاص)

**اداره آموزش شرکت پالایش نفت اصفهان**

# توربين هاي بخار

## اصول کارانواع قطعات بهره برداری تعمیرات عیب یابی



**تهیه وتدوین:**

**مهندس مهدی نصرازادانی**

## فهرست مطالب


| | |
|---|---|
| مقدمه | ۳ |
| تعریف توربین های بخار | ۵ |
| بخاروتجهیزات تولیدبخار | ۶ |
| وظایف تله بخارها, انواع, نصب ومسائل انها | ۱٤ |
| اصول کاروطبقه بندی توربین های بخار | ۲۱ |
| اجزاوقطعات توربین های بخار | ٤۵ |
| ولوهای توربین های بخار | ۵۶ |
| انواع اب بندهای توربین های بخار | ۷۵ |
| سیستم های تنظیم دورتوربین های بخار(گاورنرها ) | ۹٤ |
| خلا وتجهیزات مربوط به سیستم خلا | ۹۸ |
| برج های خنک کننده وکندانسورها | ۱۱۰ |
| انواع یاتاقان های توربین های بخار | ۱۱۶ |
| سیستم های لوله کشی توربین های بخار | ۱۲۹ |
| روغن ,روغنکاری ,انواع سیستم های روغنکاری وانالیزروغن | ۱۳٤ |
| بهره برداری ومسائل عملیاتی توربین های بخار | ۱۵٤ |
| تعمیرات, مسائل تعمیراتی وسیستم های نگهداری توربین های بخار | ۱۷۳ |
| عیب یابی وروش های رفع عیب توربین های | ۱۹۶ |
| بخارساختمان اصول کارومشخصات گاورنرهایPG-PL | ۲۰۵ |
| ضمائم | ۲٤۲ |

**بسمه تعالی**

**مقدمه**

باعنایت به کمبودمنابع فارسی مناسب درزمینه توربین های بخارواهمیت انهادرصنایع مختلف ونیازمهندسین وتکنسین ها ی تعمیرات وبخصوص پرسنل زحمت کش واحدهای عملیاتی که هرروزه بااین دستگاه ها سروکاردارند توفیقی حاصل گردیدتابتوانم مطالبی رادراین زمینه گرداوری ترجمه تدوین و به رشته تحریردراورده ودراختیارکلیه دوستان وهمکاران وعلاقه مندان قراردهم که امیداست موردتوجه واستفاده واقع شود وانشاا.....توانسته باشم قدمی هرچندکوچک در جهت ارتقا دانش و اگاهی وکاهش هزینه ها ونیل به خودکفائی بیشتربرداشته باشم .

مطالب این مقوله چکیده ای ازکلیه Manual Bookهای توربین های بخار موجوددرپالایشگاه مربوط به توربوپمپ ها توربوکمپرسورها وتوربوژنراتورهای موجوددرپالایشگاه اصفهان ازکارخانه های زیمنس Terry,Wortington,Sulzerودیگرکارخانجات سازنده توربین و بخش هائی از کتب فنی API ودیگر جزوات موجوددراداره اموزش شرکت پالایش نفت اصفهان و کاتالوگ های Woodward Governorکه ازبزرگترین کارخانجات سازنده گاورنراست وشبکه های Internet وهمچنین تجربیات شخصی کاری چندین ساله, ومباحث مطرح شده دردوره های اموزشی توربین های بخار بوده که درپالایشگاه اصفهان تدریس می شده است.

درطی بحث ها سعی شده توربین های بخارازابعادمختلف موردبحث وبررسی قرارگیرندوحتی الامکان درهرزمینه ای بطورمفصل وتقریبا کامل انواع متداول سیستم هامکانیزم ها وقطعاتی که درانواع مختلف توربین ها ی بخاربکارگرفته می شوداعم ازانواع اب بندها یاتاقانها پره هاو..... موردبحث قرارداده شودکه امیداست این کتاب بتواندراهکارهای عملی مناسبی برای شناخت بیشترواستفاده بهینه ازامکانات موجودرافراهم نماید ولی درعین حال خالی ازاشکال نیزنبوده و بی صبرانه منتظردریافت نقطه نظرات دیدگاه هاوپیشنهادات سازنده دوستان وهمکاران عزیزهستیم تاانشاا.....بتوانیم درچاپ های بعدی مدنظرقراردهیم.

درپایان لازم می دانم ازکلیه مسئولین محترم اداره اموزش شرکت پالایش نفت اصفهان ودیگردوستانی که درتهیه این جزوه ودیگرجزوات با اینجانب صمیمانه همکاری نموده اند واین جانب راموردالطاف خودقرارداده اند تشکروقدردانی نمایم وازدرگاه خدای متعال برای همگان ارزوی توفیقات روزافزون همراه باسلامتی

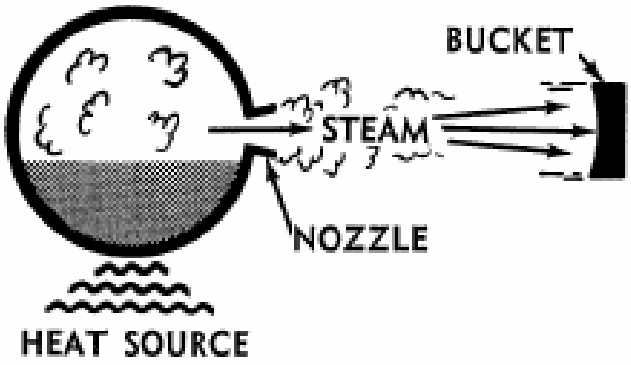
وعزت درکنارخانواده ای صمیمی درکشوری ابادوازاد وسربلنددارم و امیداست این حرکت هرچندک.وچک موردقبول خدای متعال واقع گردد واستدعادارم که این حقیررااازدعای خیرخویش فراموش نفرمائید .

**ومن ا...التوفیق**

**مهر ماه ۱۳۸۳ –مهدی نصرآزادانی**

## تعریف توربین بخار

توربین های بخارازقدیمی ترین دستگاه هائی است کـه درانقـلاب صـنعتی صـده هـای اخیـرنقش بسـیارمهمی راایفانمودوبه جرات می توان ادعانمود که اگراختراع نمی شد شایدسرعت تکنولوژی به این حـدنمی توانسـت برسد.توربین دستگاهی است که دراثربرخوردمولکول های بخارباپره های نصب شده روی رتوران باعـث بـه حرکت درامدن رتورشده ومی تواندباعث چرخش دستگاه های بزرگی نظیرکمپرسورها وژنراتورهای سنگین شود به عبارت دیگر انرژی حرارتی و فشاری را به انرژی مکانیکی (حرکت دورانی ) تبدیل می کننـد. امـروزه توربین های بخار از نظر تکنیک و ظرفیت پیشرفت های فراوانی نموده اند.




## مزایای توربین های بخار

۱- ساختمان انهاساده است .

۲- قابلیت اعتماد انهابالااست.

۳- هزینه های تعمیر و نگهداری انهاپایین است.

٤- حجم کم آنها نسبت به موتورهای الکتریکی با قدرت مساوی کمتراست.

٥- راندمان انها بالا است.

٦- قابلیت تغییر دور دارند.

۷- قابلیت تولید دورهای بالارادارند .

۸- گشتاور راه اندازی انهازیاداست .

**محدودیت های استفاده از توربین های بخار**

۱-بواسطه اینکه هزینه تولید بخار زیاد است و تجهیزات آن زیاد و گران قیمت است محدودیت استفاده را ایجاد می کندومعمولادر جاهایی که بخار در دسترس باشد مثل نیروگاهها یا پالایشگاههاو...ازانها استفاده می شود.

۲-راه اندازی و بستن آنهاOperation نسبتامشکل است .

۳-هزینه های نقل وانتقال بخارزیاداست.

٤-تلفات بخاردرانها زیاداست.

**موارد استفاده از توربین های بخار**

۱- محرک ژنراتورهای برق

۲- محرک دستگاه های یدک (پمپ های روغنکاری Lube Oil وSeal Oilواب مقطرCondensate)

۳- محرک پمپ های خوراک واحدهای عملیاتی

٤- محرک کمپرسورهای رفت وبرگشتی و گریزازمرکز

**بخاروتولیدبخار**

بخاردراثرانتقال حرارت اعمال شده به اب مطلوب که ازلحاظ رسوبات, املاح, ضریب هدایت گرمائی و.....مناسب باشددردیگ های بخارتولیدمی شوداین اب توسط پمپ های اب تغذیه بافشاری بالاترازفشاردیگ بخارواردان می شود فشاردیگ بخارتابع فشارطراحی شده ان است بدین مفهوم که عمل گرمایشی درفشارثابتی انجام می شودوهرچه مقدارحرارت منتقل شده به بخارازطریق جداره لوله هابیشترباشدانرژی ومقدارکارائی ان بیشترخواهدبودبخارتولیدشده بایدعاری از اکسیژن ودیگرگازهاوذرات رسوب کننده باشدکه معمولا باتهیه اب مناسب وتزریق موادشیمیائی این خواص به اب داده می شوددرحین تهیه اب مصرفی دیگ بخار توسط پروسه هائی که انجام می شودودرظرف های مخصوصی گازهای همراه اب جدامی شودوبخارمطلوب تولیدمی شودکه بایدتوسط سیستم های لوله کشی به مصارف موردنظربرسدکه به دلیل فشارودرجه حرارت بالای ان درحین انتقال باافت فشارودرجه حرارت همراه است وبدین لحاظ فاصله بین دیگ های بخارومصرف کننده هابایدتاحدامکان نزدیک به هم باشندولوله های مسیرعایق کاری شوندتاازاتلاف

انرژی وتغییرفازدادن ان که باعث مسائل متعددی می شودجلوگیری گرددکه البته لازم است درحین انتقال بطوراتوماتیک مراقبت های لازم انجام واب تولیدشده ازبخارجدا شودتاازایجادخسارت روی سیستم های لوله کشی ودستگاه های مصرف کننده ممانعت شود .

**مشخصات وتهیه آب مصرفی دیگهای بخار**

اب مصرفی دیگ های بخارباید‌اب مطلوبی باشددرغیراین صورت میتواندباعث ایجادخسارت وکم نمودن کارائی دستگاه های مهم وحساس شود.که ذیلا به برخی ازخواص موردنیازان اشاره می شود

**۱**-عاری از هرگونه سختی (املاح کلسیم و منیزیم) باشد

۲-عاری از گازهای خورنده (شامل$O_2$ ، $CO_2$) باشد.

۳-عاری از املاح رسوبی (سیلیس‌ها و . . . ) باشد.

٤-دارای PH مناسب جهت کنترل خوردگی و املاح خورنده باشد.

۵-عاری ازهرگونه موادالی ونفتی باشد.

برای تهیه چنین آبی در واحد آب صنعتی ابتدا آب وارد برج‌های فعل و انفعالReaction Tower می‌شود. در برج فعل و انفعال با تزریق بخار به آب باعث گاززدایی و همچنین بالارفتن دمای آب تا حدود 100 درجه می‌شود. بی کربنات های املاح محلول در آب که در دمای بین 70 تا 90 درجه سیلیوس شروع به غیر محلول شدن و در نتیجه رسوب کردن می‌کند و این یکی از روش‌های جداسازی املاح محلول است. یکی از روش‌های دیگر جداسازی املاح که در این برج به کار می‌رود استفاده از تزریق آب آهک است که بی‌کربنات‌های کلسیم و منیزم را تبدیل به کربنات کرده و باعث رسوب کردن آنها می‌شود.

$$CaOH + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2CaCo_3 + H_2O + Co_2$$

رسوبات در پائین برج جمع‌آوری شده و آب با سختی حدود 70ppm از برج فعل و انفعال خارج شده و سپس برای زلال‌سازی و حذف Turbidity آب از صافی‌های زغالی عبورداده می شود و سختی آب به حدود 50ppm می‌رسد. آب در این مرحله فقط دارای سختی‌های دائم (سولفات‌ها و کلرورهای کلسیم و منیزیم)

می‌باشد. برای حذف این سختی‌ها از خاصیت تبادل یونی استفاده می شود و با استفاده از کاتیون رزین سدیم, یون سدیم را جایگزین یون کلسیم و منیزم کرده و سختی‌های باقیمانده به املاح نرم (دارای یون سدیم) تبدیل می شود.

سختی آب خروجی از فیلترهای رزینی به کمتر از 0.2ppm خواهد رسید که به مصرف دیگ‌های بخار خواهد رسید.

همچنین آب مقطر جمع‌آوری شده در سطح پالایشگاه نیز که از میعان شدن بخار مصرف شده در واحدهای عملیاتی بدست آمده است پس از مرحله روغن‌گیری و گرفتن سختی‌های احتمالی به همراه آب تهیه شده در واحد آب صنعتی برای مصرف دیگ های بخار به سمت واحد تولید بخار فرستاده می‌شود.

**ساختمان دیگ های بخارBoiler Structure**

قسمت اصلی دیگ بخارکه دران احتراق صورت می‌گیردو انتقال حرارت ازطریق شعله به جداره لوله ها انجام می شودکوره نامیده می شود. جدار کوره ها از آجرهای نسوز ساخته شده است و معمولاً لوله‌های بویلر Boiler Tubes روی دیواره‌های ان را می پوشانند. چون اتلاف حرارت توسط آجرهای نسوز دیواره‌های کوره بسیار کم می‌باشد طبیعتاًدمای کوره زیاد است که باعث انتقال حرارت بیشتر به لوله‌های بویلر می‌شود در قسمتهای بالای کوره جهت هدایت گازهای گرم و استفاده حرارتی بیشتر از آنها از دیوارهای مانع Brick Baffles استفاده می‌شود.

دربویلرهاجریان صحیح آب و حرکت منظم گازهای گرم اهمیت فراوانی دارندو همیشه باید حرکت گازهای گرم طوری باشد که از حداکثر سطح گرم شونده بویلر استفاده شود بدون آنکه یک قسمت را خیلی گرم و یا قسمتی از گرما محروم شود بطور کلی منظوراز حرکت یکنواخت گازهای گرم و تماس کامل با تمام سطح گرم شونده طبق طرح پیش‌بینی می‌باشد. در پشت لوله‌های تولید کننده بخار Risers دیواری آجری Brick Baffles قرار داده شده است این دیوار گازهای گرم را مجبور می‌کند تا تمام سطح لوله‌های Riser را طی کنند و پس از اینکه حرارت خود را از دست دادند به طرف لوله‌های Down Comer جریان پیدا نماید.

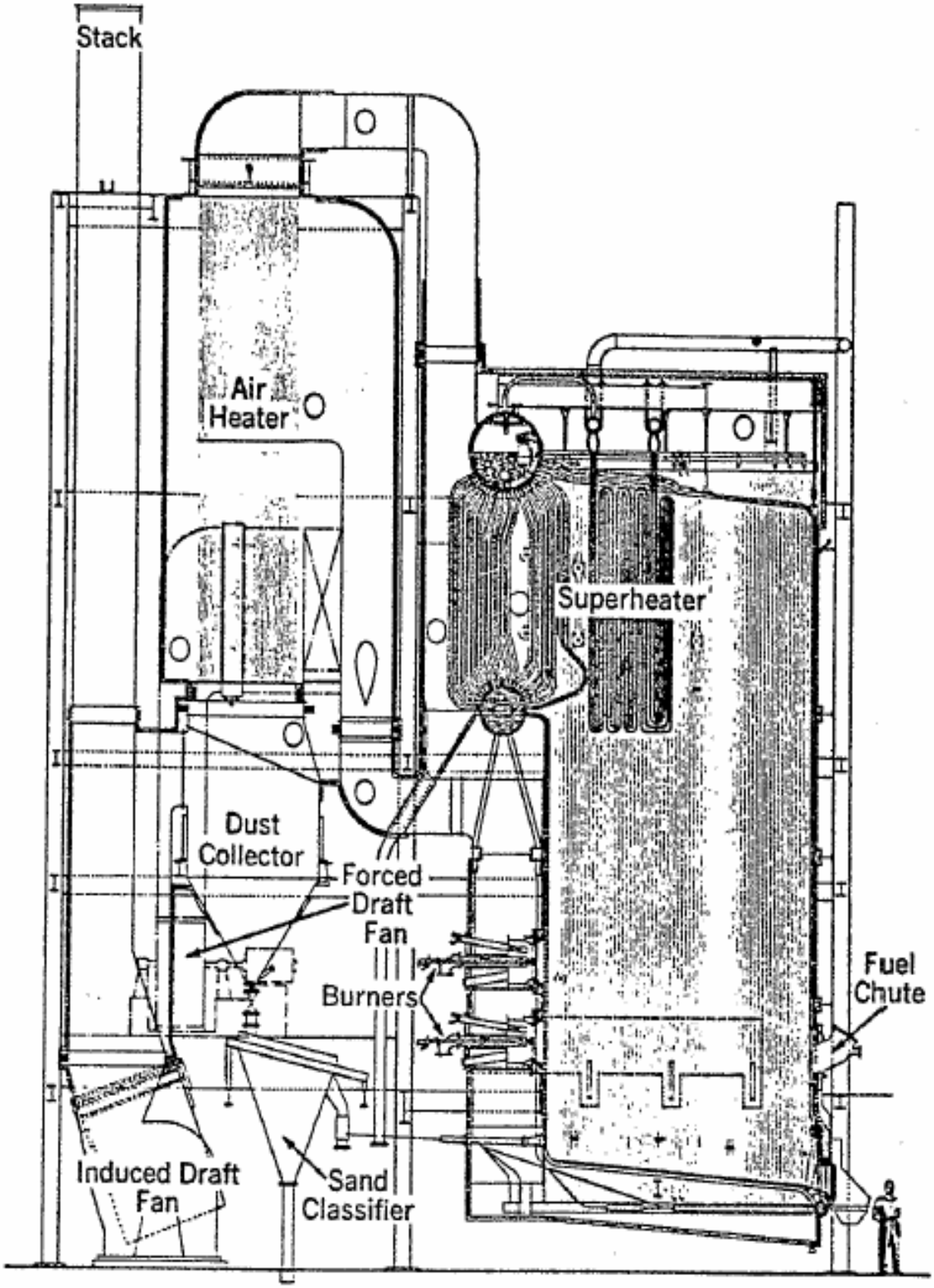
آب خوراک دیگ‌های بخار ابتدا وارد مخزن‌های گاز زدا Dearator می شود و با استفاده از بخار ذرات هـوا و اکسیژن محلول در آب از آن جدا شده و به همراه بخار به اتمسفر Vent می‌شود. جداسازی گازها بـه ویـژه اکسیژن به منظور کاهش خوردگی در تجهیزات خوددیگ‌های بخار است .

البته با استفاده از مواد شیمیایی نیز می توان عمل گاززدایی را انجام داد برای مثـال اسـتفاده از هیـدرازین یـا سولفیت سدیم ($NaSo_3$).آب پس از گاز زدایی با مـواد شـیمیایی ضـد خـوردگی (هلامـین 906) و ضـد کـف (هلامین 506) مخلوط می‌شوندکه هلامین 906 با ایجاد یک فیلم محافظ در لوله‌های مسیر آب و بخار باعـث جلوگیری از تماس مستقیم آب باجداره فلز شده و از خوردگی تجهیزات جلوگیری می‌کند.

هلامین 506 یا آنتی فوم باعث جلوگیری از کف کردن سطح آب مـی‌شـودکه کـف کـردن آب باعـث ایجـاد Level کاذب و یا Cary Over در Steam Drum دیگ بخار خواهد شد.

پس از تزریق مواد شیمیایی فشار آب به وسیله تلمبه‌های چندین مرحله‌ای به دهاتمسفر Bar می رسـد کـه این فشار بالا باعث خواهد شد که فشار آب ورودی به دیگ های بخار بر فشار داخـل ان غلبـه کنـد و آب بـه دیگ بخار تزریق شود. میزان آب ورودی به دیگ بخار توسط یک کنترل ولو Level Control تنظیم می‌شود.

دیگ بخار دارای یک درام اصلی Steam Drum در بالا است که آب خوراک خروجی ازپمپ هـای تغذیـه وارد آن می‌شود و توسط لوله‌های Down Comer Tube ضمن پـیش گـرم شـدن بـه درام پـائینی Mud Drum منتقل می شود. این درام آب را بین لوله‌های دیوارهٔ کـوره Riser Tube تقسـیم مـی کنـدو ایـن لولـه‌هـا در معرض مستقیم شعله قرار دارند و در حین گرم کردن آب آن را به دلیل تفاوت جرم حجمی آب گـرم و آب سرد, به طرف بالا می رانندو در انتها آب گرم همراه با بخارات به درام بالا برگشت داده مـی‌شـود. در درام بالا بخار مرطوب از آب جدا شده و از بالای درام وارد لوله‌های Super Heaterمی شـوند و در ایـن لولـه‌هـا ضمن بالابردن درجه حرارت بخار آن را به بخار خشک و سپس بخار سوپرهیت Super Heat با درجه حرارت بالا تبدیل می‌کند. و وقتی فشار بخار به حدی بالا رفت که بتواند بر شبکه اصلی (40Bar )غلبه پیدا کند به خط اصلی بخار تزریق می شود و تولید بخار ادامه پیدا خواهد کرد.




Two-drum Stirling boiler with furnace arranged

هردیگ بخار دارای چندین مشعل است که دردویاچندردیف قرارمی گیرند که شعله انها باعث گرم شدن آب داخل Tube هاشده وان را به بخار تبدیل می کند. برای تأمین هوای مورد نیاز مشعل‌ها هر دیگ بخار مجهز به یک یا دو دمندهٔ هواست که هر کدام ازانها به وسیله توربین بخاری یاالکتروموتوربه چرخش در می ایند و مقدار هوای مورد نیاز باتنظیم دریچه‌های ورودی دمنده‌ها کنترل می‌شود. سوخت مورد نیاز مشعل‌ها نیز از Fuel Oil Gas و Gasoline یاگازطبیعی تأمین می شود. مقدار سوخت ورودی هر دیگ بخار به وسیله یک کنترل ولو تنظیم می‌شود و مقدار آن با مقدار هوای ورودی که توسط دمنده‌ها تولید می‌شود متناسب است. هوائی که جهت احتراق به کوره فرستاده می‌شود از طریق کانال تعبیه شده در زیر کوره گذرانده می‌شود تا در اثر مجاورت با کوره ابتداگرم شودوسپس واردکوره شودتاباعث کاهش درجه حرارت کوره نشودواحتراق کامل انجام شود.

برای کاهش یا افزایش مقداربخار تولیدی هر دیگ بخار کافی است که هوای تولیدی دمنده‌ها توسط کم و یا زیاد کردن دریچه‌های ورودیDamper افزایش یاکاهش داده شودکه در این حالت به طور اتوماتیک سوخت نیز افزایش خواهد یافت و در نتیجه افزایش شعله در کوره مقدار تولیدبخار نیز افزایش پیدا خواهد کرد.

جهت جلوگیری از رسوب املاح محلول در آب که T.D.S یا Total Dissolve Solid و به عبارتی Conductivity نامیده می‌شود دو نوع تخلیه در هر بویلر انجام می‌شود.

۱-تخلیه دائم یا Continuous Blow Down از Steam Drum

۲-تخلیه لحظه‌ایIntermittent Blow Down ازWater Drum

هر بویلر درهر ۸ ساعت یک مرتبه از طریق شیری به نام شیر Double Valve که روی Water Drum نصب است به مدت حدود ۶۰ ثانیه تخلیه می‌شود.

**چگونگی کنترل و تنظیم بخارتولیدی**

مشخصه اصلی در تولید بخار فشار شبکه اصلی است که مقدار آن همواره باید ثابت نگه داشته شود در اثر مصرف بخار, فشار شبکه بخار کاهش پیدامی کند که این افت فشار توسط تولید بخار در دیگ‌های بخار

جبران می شود. چگونگی کاهش یا افزایش فشار شبکه اصلی توسط یک Pressure Controller که به Plant Master معروف است، تشخیص داده می شود و مقدار تولید بخار دیگ‌های بخار با میزان مصرف ان هماهنگ می شود.

**نحوه کار کنترل کننده های دیگهای بخار**

۱-فشار بخار- فشار دیگ بخار بوسیله Press Transmitter به کنترل کننده اصلی Master Control منتقل می شود. سپس از کنترل کننده اصلی سیگنالی به دمپرها فرستاده می‌شوددر نتیجه دمپرها تنظیم می‌شود و هوای لازم را به کوره می‌فرستند و یا در صورت لزوم مقدارهواراکم یازیاد می‌کنند.

۲-سوخت ها- جریان هر یک از سوخت ها به Transmitter منتقل می‌شود و از Transmitter علامتی به Relay فرستاده می‌شود سیگنالی که از جریان سوخت(گازولین و نفت) گرفته می‌شود مشترکاً به یک Relay و سیگنالی که از جریان گاز گرفته می‌شود به Relay دیگر منتقل می‌شود. این دو Relays با هم مرتبط هستند و مشترکاً سیگنالی به Fuel Air Ratio Controller می‌فرستند که از آنجا به شیر های اصلی کنترل سوخت منتقل می شودوباعث افزایش سوخت بویلروافزایش بخارتولیدشده می شود.

۳-جریان هوای داخل کوره- جریان هوای مصرفی کوره به وسیله Air Flow Transmitter اندازه‌گیری می‌شود و به دستگاه Fuel Air Ratio سیگنال می فرستدو از Fuel Air Ratio Transmitter سیگنالی بر روی شیر کنترل هر یک از سیستم های سوخت می‌فرستد و باعث کم و یا زیاد شدن سوخت به کوره می شود. این سیستم کنترل سوخت را بطور یکنواخت به کوره می‌فرستد و لذا چنانچه بخواهند از سوختی به نسبت بیشتر یا کمتر مصرف نمایند این تغییر بوسیله دست انجام می‌شود.Oxigen Analyzer به نسبت کم و زیادی اکسیژن موجوددرگازهای خروجی کوره سیگنالی به تنظیم‌کننده هوا و تواماً به Fuel Air Ratio می‌فرستد و سیستم را کنترل می‌کند.

٤-سیستم جریان آب- چنانچه مصرف بخار زیاد شود احتیاج به آب بیشتر ی است. سیگنالی از تغییر جریان بخار بوسیله Transmitter وسیگنالی از،جریان آب بوسیله Transmitter وهمچنین سیگنالی ازارتفاع اب

داخلSteam Drum مشترکاً سیگنالی به Water Controller می‌فرستند کـه ازانجانیزفرمـانی بـه شـیرکنترل روی آب فرستاده می‌شود و در نتیجه جریان آب ورودی به بویلرکم یا زیاد می‌شود.

**مسائل ناشی از وجود آب درسیستم های بخار**

آب مقطر دراثرانتقال حرارت لوله های حامـل بخـار بـامحیط اطـراف وافـت درجـه حـرارت بخـار تولیـدمی شودومی تواندباعث کاهش فشارشـبکه بخارنیزبشـود کـاهش فشـار Steam دراثرافـت فشـارهای موضـعی درطول مسیرکه در اثر انتقال حرارت از بخار به مصرف کننده ها یاتبدیل ان بـه انـرژی مکـانیکی دردسـتگاه های مصرف کننده هم حاصل می شود .

آب مقطر به دلایل زیرباید از سیستم خارج شود :

۱-برای جلوگیری از خرابی پروانه و Erossion رتورو پره ها یBlade توربین های بخار.

۲-برای جلوگیری از ایجاد ضربه فوچ Hammering در لوله های بخار و محفظه توربین.

۳-برای بالانگه داشتن راندمان دستگاههای حرارتی.

٤-به دلیل تاثیرات ان روی سیستم تنظیم دور Governingکه باعث تغییردورتوربین می شود.

۵-خطر شکستگی پره ها و متعاقب آن ویرانی توربین در اثر برخورد رتور با بدنه .

۶- Erosion شدید روی لوله ها ی انتقال بخار ونازل های توربین های بخار.

۷-پیشگیری ازخوردگی حاصل ازPHاسیدی ان.

**مسائل ناشی از وجود هوا در سیستم های بخار**

۱-اکسـیژن موجـود در هـوا موجـب اکسـیده شـدن فلـزات مـی شـود و سـرعت خـوردگی را افـزایش می دهد.

۲-وجود هوا در بخار بصـورت لایـه ای سـطوح انتقـال حـرارت را پوشـانده و بطـور مـوثر از انتقـال حـرارت جلوگیری می کند و بازده حرارتی را به شدت کاهش می دهدبطوری که وجود تنها نیم درصد حجمی هوا در بخار، راندمان حرارتی دستگاه را حدود پنجاه درصد کاهش می دهد.

۳-کاهش درجه حرارت بخار در فشار کلی که هر چه درصد حجمی هوا بیشتر باشد کاهش درجه حرارت بخار بیشتر می شود.

## تله بخارها و موارد نصب آنها Steam Traps

برای رفع مواردذکرشده فوق درطول مسیرانتقال بخارازبویلرهاتامصرف کننده هاوحفاظت مداوم از سیستم لوله کشی, دستگاه هاوتوربین های بخار از تله بخار هااستفاده می شود که وظیفه ان جدا نمودن ذرات آب، هوا و گازهای محلول در بخار مثل $CO_2$و..... از سیستم بخاراست که با نصب تله بخارهادرموقعیت های مناسب وقتی دراثرافت فشار ویاتغییردرجه حرارت بخارکه هردوباعث تغییرفازبخاربه مایع می شوندودرسیستم مایع بوجودمی ایدواردعمل می شوندوباتخلیه لحظه ای وبه موقع اب کندانس وظیفه خودراانجام می دهندواز تلفات بخار نیزجلوگیری می کنند.

## مواردنصب تله بخارها

تله بخارها معمولادرجاهائی که احتمال وجودافت فشارباشد مثل تغییر جهت ها و تغییر قطرها و.....وهمچنین درموقعیت هائی که درجه حرارت کاهش پیدامی کندنصب می شوندکه درزیربه مواردی ازانهااشاره می شود:

۱-قبل از دستگاههای حساس مثل توربین ها , کنترل ولوها, اژکتورهاو.....برای حفاظت ازانها.

۲-در طول مسیر انتقال بخار ( فاصله ۳۰ متر به سی متر )، لوپ های افقی و عمودی و Riser ها برای حفاظت ازسیستم لوله کشی.

۳-در نقاط گود Low pointکه محل جمع شدن مایعات است.

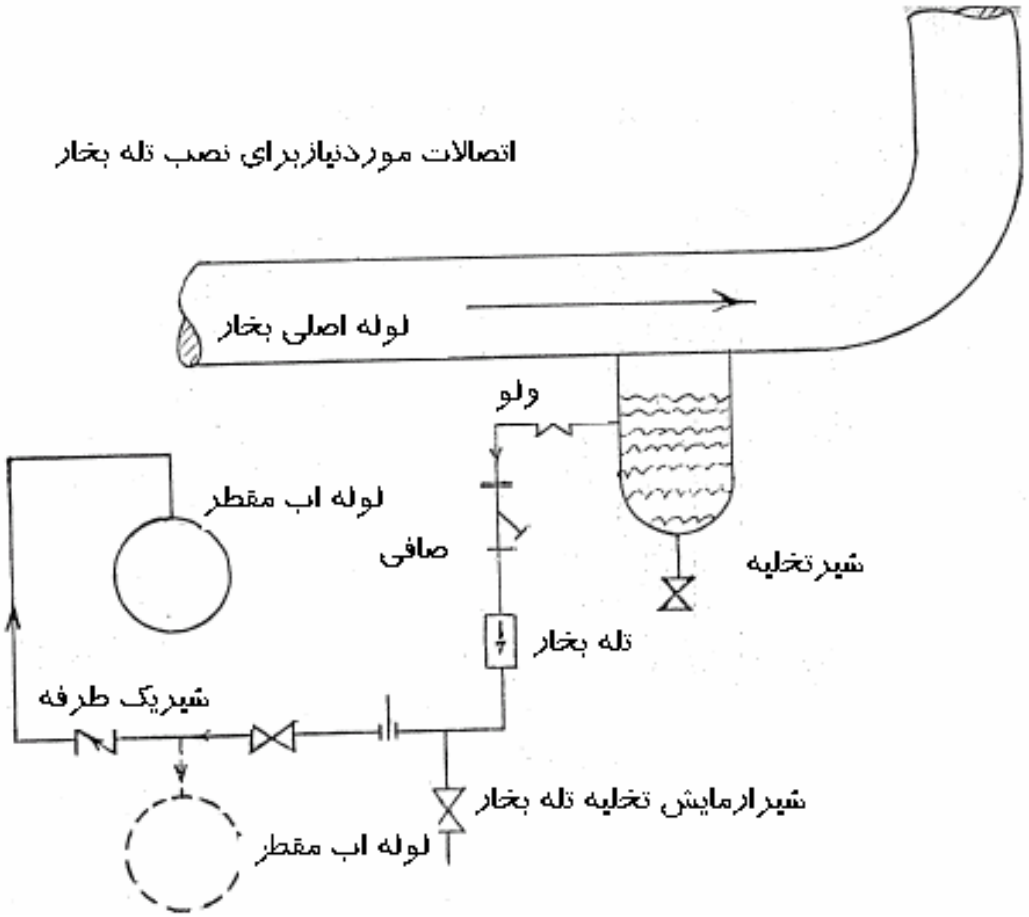
٤-قسمت خروجی سیستم های گرم کننده برای بیرون راندن مایعات .

۵--در انتهای خطوط لوله های بخارکه بخارساکن می شودودراثرسردشدن به مایع تبدیل می شود .

۶-زیر توربین های بخار برای تخلیه اتوماتیک بخار جهت ممانعت ازبرخوردپره های متحرک با ذرات اب.

۷-درتغییرجهت ها وجاهائی که افت فشاروجوددارد.

برای کاردهی مناسب تله بخارها بایدبه نحو مناسبی نصب شوندکه نحوه صحیح نصب انهادرشکل زیرنشان داده شده است.




**انواع تله بخارها**

تله بخارها از نظر چگونگی عملکردشان به چند دسته کلی زیر تقسیم بندی می شوندولی انتخاب نوع مناسب انهاتابع شرایط عملیاتی نظیرفشار,درجه حرارت ,نوع کاربرد,میزان اب مقطرتولیدشده هزینه های اولیه, راندمان کاری و.....داردودراین قسمت فقط اشاره ای گذرابه انواع انهامی شودکه برای کسب اطلاعات بیشتردررابطه با اصول دقیق کارانهاو.....می توان به کتب مربوطه مراجعه نمود.

**الف : تله بخار های حرارتی Thermostatic Steam Traps**

این تله بخارها با تغییرات درجه حرارت عمل می کنندزیراوقتی بخاربه مایع تبدیل می شودکه سرد شده باشداصول کار این نوع تله بخارهابراین اساس است وحسن انهابه این است که در راه اندازی اولیه می توانند هوا را به سهولت از سیستم خارج کنند.

و شامل انواع زیر هستند:

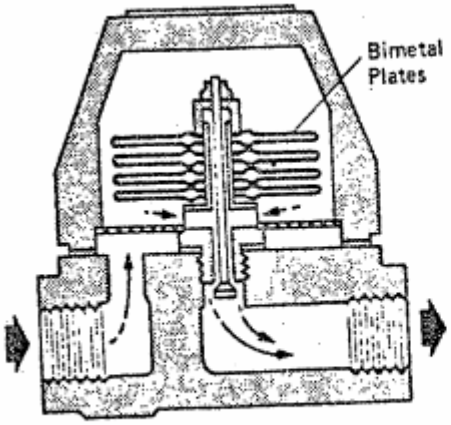
۱- تله بخارهای فانوسی Lantern Steam Traps

۲- تله بخارهای دیافراگمیDiaphragm Steam Traps

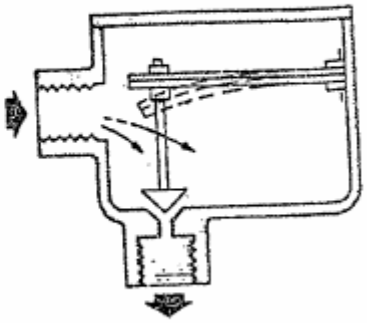
۳- تله بخارهای انبساطی Liquid Expansion Steam Traps.

٤- تله بخارهای بی متالیک BI.Metalic Steam Traps

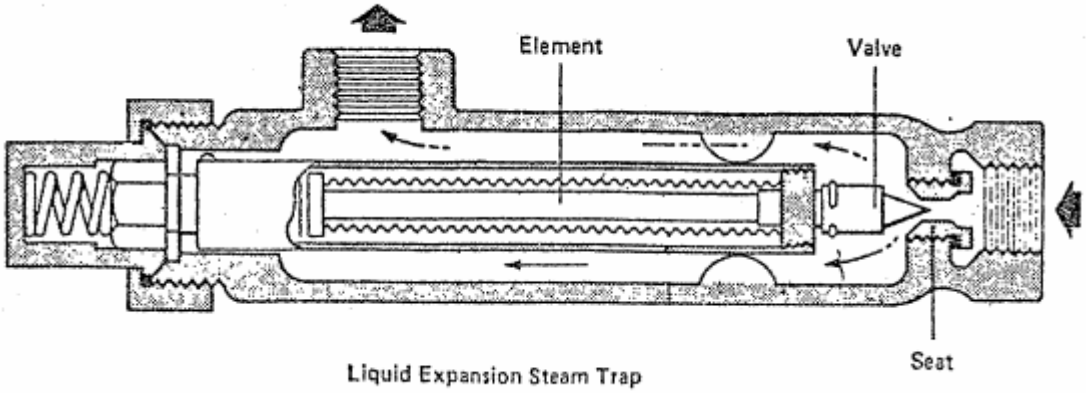
درشکل های زیرچندین نوع انهانشان داده شده است.



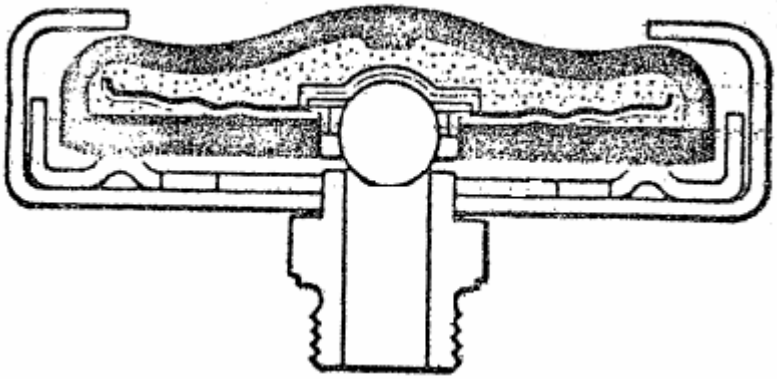

ThermostaticTrap With Bimetal Plate



Simple Bimetal Steam Trap




Liquid Expansion Steam Trap



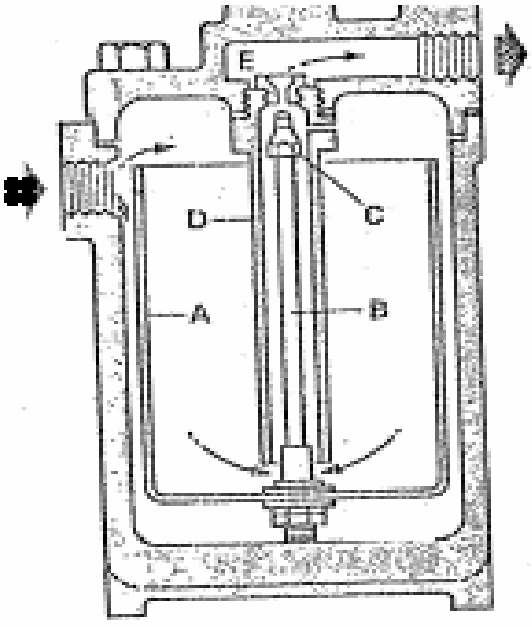
**ب- تله بخار های مکانیکیMechanical Steam Traps**

این نوع تله بخارها بر اساس نیروی ارشمیدس عمل می کنند و برای تخلیه مقدار زیادی آب مقطر وبا فشارهای مختلف طراحی می شوندو دارای انواع ذیل می باشند .

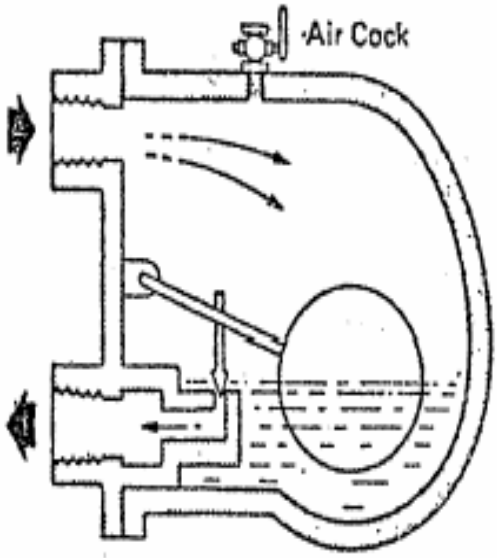
۱-تله بخارهای توپی شناور Ball Float Steam Traps

۲- تله بخارهای سطلی وارونه Inverted Bucket Steam Traps

۳-تله بخار های سطلی مستقیم Open Top Bucket Steam Trap




Open Top Bucket Trap

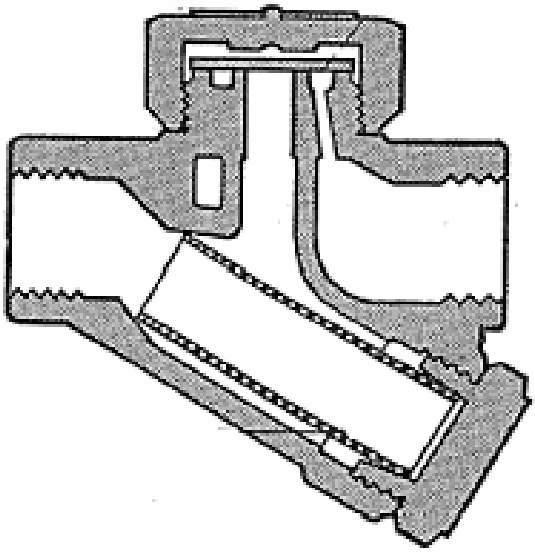



Float Trap

**پ- تله بخارهای ترمودینامیکی Thermodynamic Steam Traps**

این نوع تله بخارها براساس شرایط ترمودینامیکی نظیر درجه حرارت و سرعت بخار هنگام عبور از تله بخار عمل می کنند.در نوع دیسکی این تله بخارها وقتی درجه حرارت آب مقطر به درجه حرارت بخار موجود می رسد واردعمل می شود وبطوراتوماتیک دریچه تخلیه مایع را می بندد و زمانی که بخار در محفظه کنترل ان به مایع تبدیل می شود ودرجه حرارت اب مقطرازدرجه حرارت بخارکمترمی شودمسیر خروجی ان بطوراتوماتیک بازمی شود و اب مقطر موجود در سیستم تخلیه می گردد .

درشکل زیرشمائی ازیک تله بخارترمودینامیکی نشان داده شده است.

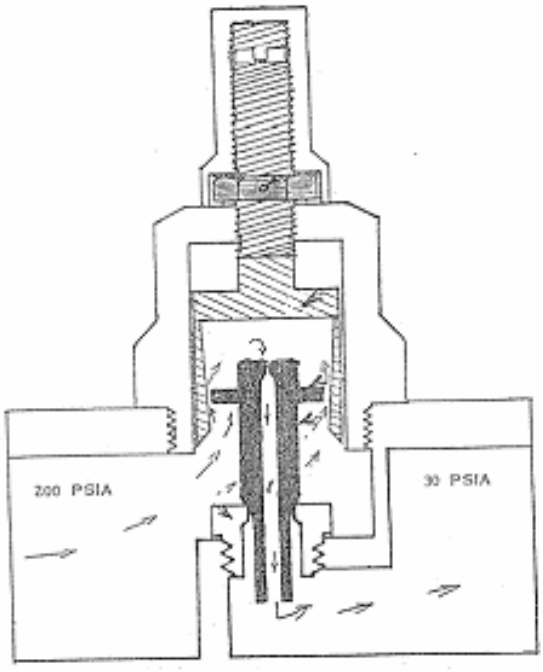


Thermodynamic Steam Traps

**ت- تله بخارهای متفرقه**

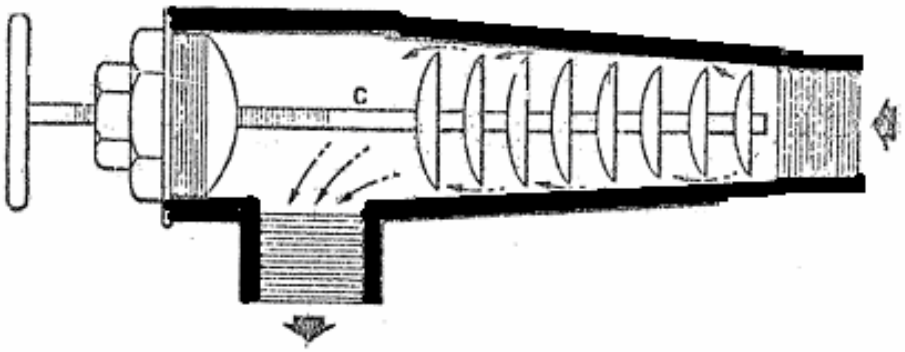
۱-تله بخارهای ضربه ای Impulse Steam Traps

۲-تله بخارهای کاهش دهنده فشار Labyrinth Type Steam Traps




Impalse Steam Trap

درزیرشمائی ازیک تله بخارنوع لابیرینتی که باایجادافت فشاردرمسیربخارهمواره مقداری بخررااز سیستم خارج می کندنشان داده شده است که البته به دلیل تلفات بخارمورداستفاده صنعتی ندارد.




Labyrinth Type Steam Trap

**علل نشتی بخار از تله بخارها**

درصورت عدم اب بندی یا به موقع عمل نکردن تله بخارهامثل یک شیرنیمه بازعمل می کنندوبطوردائم بخارات راازسیستم به سمت بیرون به هدرمی دهندکه باتوجه به هزینه های بالای تولیدبخارازلحاظ اقتصادی بسیارحائزاهمیت است وبخصوص درجاهائی که خروجی چندین تله بخاروارد یک مخزن Headerمی شودوازبیرون مشخص نیست بایددقت لازم رادررابطه بانصب استفاده ونگهداری ان انجام دادودرغیراین صورت حتی با نصب تله بخارسالم نیزمشکل مرتفع نمی شودکه ذیلا به برخی از مواردی که باعث نشتی انها می شوداشاره می گردد:

۱-ورود آشغال و ذرات جامد به داخل تله بخار باعث عدم اب بندی وخارج شدن بخارات رافراهم می کند که بانصب صافی یااستفاده ازصافی مناسب مشکل مرتفع خواهدشد.

۲-عدم آب بندی کامل دریچه تله بخاربه دلیل ناصاف بودن ان که به دلیل Erossion بوجود می اید

۳-کافی نبودن اختلاف فشاربین لوله های ورودی و خروجی تله بخاربالاخص در تله بخارهای ترمودینامیکی و ضربه ای که علت ان انتخاب نادرست تله بخاراست.

٤-گرفتگی صافی در تله بخارهای ترمودینامیکی و ضربه ای که باعث افت فشارمی شود.

۵-ناکافی بودن ظرفیت تله بخار استفاده شده باتوجه به آب مقطر تولید شده وانتخاب غلط تله بخار

۶-خرابی ترموستاتیک تخلیه هوا در تله بخارهای مجهز به ترموستات ، خرابی بلوز در تله بخارهای فانوسی و انبساطی و خرابی دیافراگم در تله بخارهای کپسولی .

**علل عدم کاردهی تله بخارها**

۱- بسته بودن ولوهای ورودی و خروجی به تله بخار و یا مسیرهای داخلی تله بخار .

۲- حبس شدن هوا در تله بخار های توپی شناور و فاقد ترموستات .

۳- گرفتگی مسیرهای ورودی و خروجی تله بخارها به علت یخ زدگی.

٤- سرعت زیاد هوا هنگام عبور از تله بخاردرزمان هواگیری که موجب بسته ماندن دائمی تله بخار می شود که البته بازدن چند ضربه مشکل مرتفع می شود.

٥- اگر اختلاف فشار ورودی و خروجی تله بخار از مقدارطراحی بیشتر باشد موجب بسته ماندن تله بخارهای مکانیکی می شود .

**نکاتی که در رابطه با نصب تله بخار هابایدمورد توجه قرار گیرد**

١-تله بخار حتی الامکان بایدنزدیک و یا پایین تر از دستگاه مصرف کننده بخار نصب شود .

٢-قطر لوله های ورودی و خروجی تله بخار باید حداقل هم اندازه دهانه ورودی و خروجی تله بخار باشد .

٣-در صورتی که خروجی چندین تله بخار به یک لوله Header تخلیه می شود، لوله فوق باید قادر به تخلیه هم زمان کلیه تله بخارها باشد .

٤-در موقع نصب تله بخارباید به جهت ورودی و خروجی آنها توجه شود ( طبق دستورالعمل کارخانه سازنده نصب گردند ).

٥-در صورتی که تله بخار مجهز به صافی نیست روی لوله ورودی قبل از تله بخار بایدصافی مناسبی نصب گردد.

٦-قبل از در سرویس قراردادن تله بخار از طریق شیر تخلیه یاDrain آب گیر یا مسیر By Pass بایدکثافات براده هاو اکسید فلزات تخلیه شود و پس از آن تله بخار در سرویس قرارداده شود .

٧-تله بخارهای ترمودینامیکی باید روی لوله های عمودی طوری نصب شوند که خروجی آنها به سمت پایین باشد ودر لوله های افقی تله بخار به پهلو نصب شود تا از یخ زدگی آن در فصل زمستان جلوگیری شود .

٨-تله بخار ها را به هیچ وجه نباید مستقیماً به لوله اصلی Steam متصل نمود و حتماً باید از آب گیر استفاده شود.

٩- انشعاب ورودی تله بخارباید بالاتر از سطح کف آب گیر قرارگیرد ( برای تخلیه کامل آب مقطر و جلوگیری از ورود ذرات جامد به داخل تله بخار).

١٠-مسیر سیستم لوله کشی باید طوری باشد که نقاط Low Point وجود نداشته باشد و در تغییر قطرها باید از Reducer خارج از مرکزی مناسب استفاده نمود.

**اصول کارتوربین های بخار**

هرمرحله از توربین بخار از یک سری نازل Nozzleیا پره ثابت تشکیل شده است که روی بدنه توربین نصب شده است ودرتوربین های چندمرحله ای پره های راهنما Guide Blade,یا پره های ثابتStationary Blade نامیده می شوند و یک سری پره متحرک به نام Moving Blade که روی محورقراردارندوبه عنوان پره های انجام دهنده کار Working Blade موسوم می باشند.

وقتی که جریان بخار باسرعت وفشار زیاد از بین پره های متحرک عبور می کندجریان بخـار وانـرژی نهفتـه دربخاربه پره های توربین برخوردمی کندو به انرژی مکانیکی دورانی تبدیل می شودو باعث حرکت پره هاو درنتیجه حرکت محور توربین می شود به عبارت دیگر انرژی جنبشی یاسینتیک بخار تبدیل به کـار مکـانیکی و چرخش رتور توربین می شودالبته انبساط بخار در نازل ها و عبور جریان بخار از میان پره های متحرک باعث افت انرژی فشاری ,حرارتی و افت انرژی جنبشی نیزمی شودکه این افت هاباعث کاهش راندمان هـر مرحلـه ازتوربین می شود .

تحولات بخار هنگام عبور از پره های متحرک نسبتا پیچیده است و بستگی به افت انرژی جنبشی ، تغییـر جهـت حرکت بخار ، تشکیل فشار زیادتر در لایه های مرزی پره ها، پیدایش جریان های چرخشی Eddy بین پره های ثابت و متحرک و ..... داردکه برای مطالعه تحولات انبساط بخار باید با معادلات پایه دینامیک گازها که بـرای محاسبات حرارتی توربین های بخاری به کار برده می شود آشنایی داشته باشیم که باتوجه به پیچیـده بـودن وتخصصی ان دراین مقوله ازان صرف نظرمی شود.

**سیکل قدرت ونقش توربین های بخار**

توربین های بخار یک نوع ماشین حرارتی هستند که بادو منبع گرم (بویلر) و سرد (کندانسور ) کار مـی کننـد آب سرد داخل کندانسور از برج خنک کننده تامین می شود و آب گرم خروجی از کندانسور نیزجهـت خنـک شدن به طرف برج های خنک کننده پمپاژ می شود.

توربین های بخار در سیکل بسته رانکین کار می کنند شکل زیر بطور شماتیک یک سیکل تولیدقـدرت رانکـین وموقعیت قرارگیری توربین بخار را نشان می دهد .

همانطورکه ملاحظه می شود سیکل بسته رانکین دارای چهار تحول است .

الف-دو تحول ایزنتروپیک شامل:

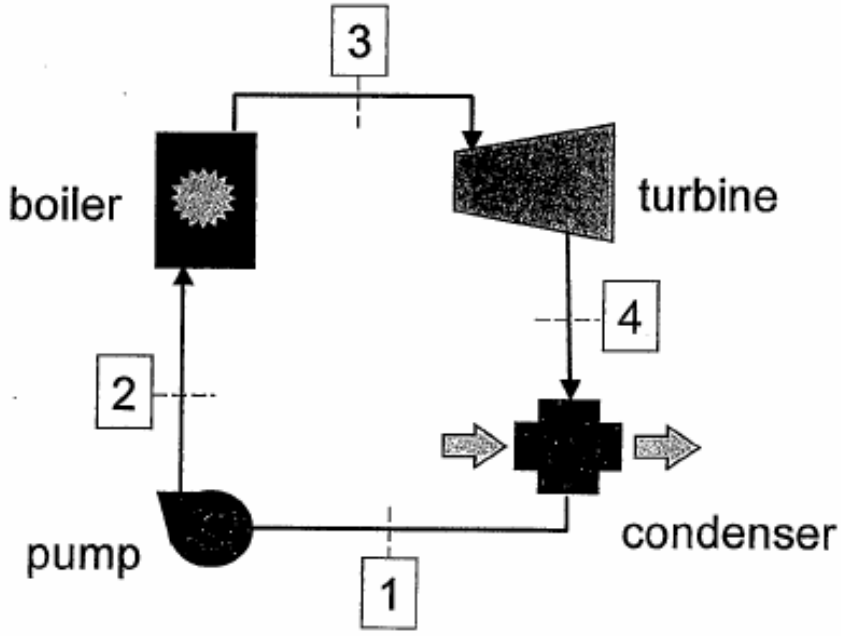
۱- پمپ کردن مایع برای بالابردن فشاربدون افزایش درجه حرارت(تحول ۲-۱) .

۲- انبساط بخارداخل توربین (تحول٤-۳).

ب- یک تحول فشار ثابت در داخل بویلربرای گرم کردن وتغییرفازاب درفشارثابت (تحول۳-۲).

ج-یک تحول کاهش فشاردر درجه حرارت ثابت در داخل کندانسور برای تبدیل بخارات به مایع تحول۱-٤).

که درقسمت های اتی به شرح عناصراین سیکل بیشترپرداخته می شود.

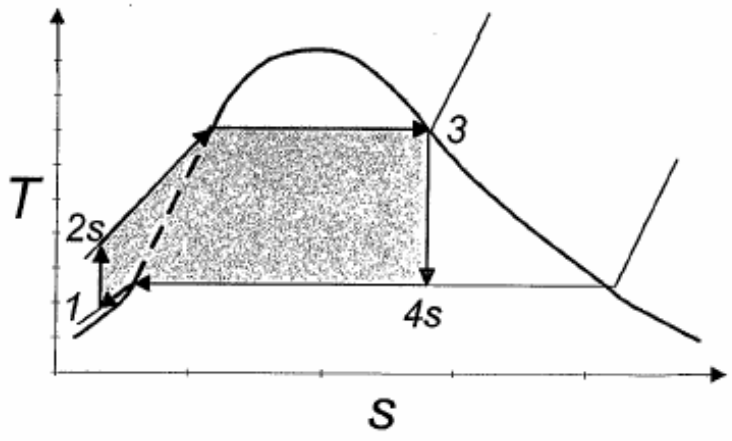



**راندمان سیکل رانکین**

راندمان سیکل رانکین عبارت است از کار مفید که برابر است با تفاوت کار توربین و پمپ تقسیم بر انـرژی ای که بویلر جهت تبدیل و نهان کردن آن در داخل آب و بخار کردن مصرف می کندویا بـه عبـارت دیگرسـطح زیرمنحنی T-Sکه هرچه این سطح بیشترباشد تـوربین دارای رانـدمان بـالاتری خواهـدبود. ازلحـاظ ریاضـی راندمان این سیکل برابراست با:

$$\zeta = \frac{w_t - w_p}{Q_H} = \frac{h_2 - h_3 - (h_1 - h_4)}{h_2 - h_1}$$

$$\zeta = 1 - \frac{h_3 - h_4}{h_2 - h_1}$$



**راههای افزایش راندمان سیکل رانکین**

۱-بالا بردن فشار دیگ بخار

۲-کاهش فشار چگالنده یاکندانسور

۳-افزایش دمای دیگ بخار

٤-کاهش دمای کنداسور

۵-استفاده ازسیکلReheat به این معنی که بخار خروجی از مرحله فشار قوی توربین را قبل از اینکه وارد مرحله فشار متوسط شود ، در داخل بویلر ودر فشار ثابت گرم می کنندومجدداواردتوربین می کنند.

**طبقه بندی توربین های بخار**

توربین ها از نظر شرایط عملیاتی و طراحی نحوه تبدیل انرژی و.....به دسته های مختلف زیر تقسیم بندی می شوند:

**الف- ازلحاظ نحوه تبدیل انرژی به:**

۱-توربین های ضربه ایImpulse Turbine

۲-توربین های عکس العملیReaction Turbine

۳-توربین های مختلط که ترکیبی ازدوحالت فوق است.

**ب-ازلحاظ تعدادمراحل به:**

۱- توربین های یک مرحله ایSingle Stage Turbine

۲-توربین های چندمرحله ایMultistage Turbine

**پ-ازلحاظ جریان ورودی بخاربه:**

۱-توربین های تک جریانیSingle Stream

۲-توربین های دوجریانیDouble Stream

۳-توربین های مرکبCompound Turbine

**ت-ازلحاظ حرکت بخاردرتوربین به:**

۱-توربین های جریان شعاعیRadial Flow

۲-توربین های جریان محوریAxial Flow

۳-توربین های جریان مماسیTangantial Flow

**ث-ازلحاظ فشارخروجی به:**

۱-توربین های بافشارخروجی مثبتBack Pressure

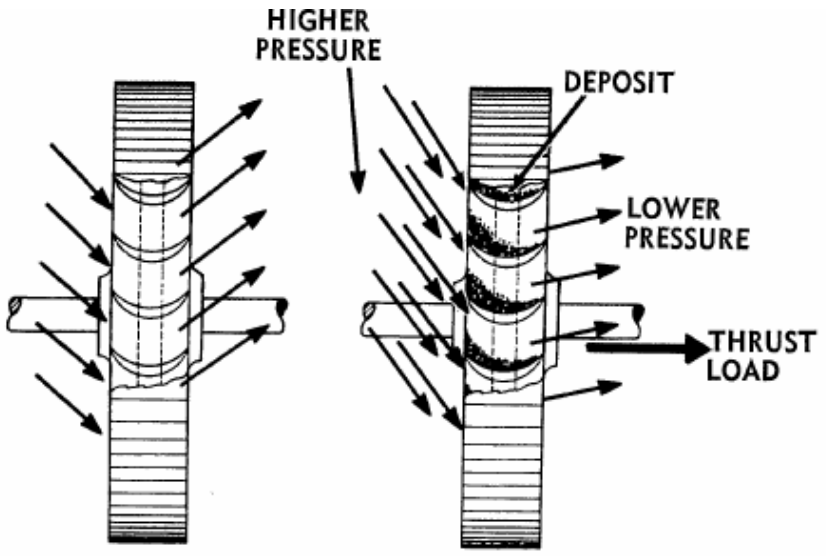
۲-توربین های بافشارخروجی جوAtmospheric Pressure

۳-توربین های خلا Vaccume Pressure

تقسیم بندی می شوندکه ذیلا ودرصفحات اتی به شرح ساختمان واصول کارهرکدام ازانهاپرداخته می شود.

**توربین های ضربه ای Impulse Turbine**

در این نوع توربین ها بخار پس از,ورودبه محفظـه بخـاروعبور از نـازل هـا بـه پـره هـای چـرخWheel اول برخورد می کند و در صورتی که توربین یک مرحله ای باشد از توربین خارج می شـودولی در تـوربین هـای چند مرحله ای بخار پس از عبور از اولین ردیف پره های متحرک توسط پره های ثابتی که دربدنه تعبیه شده است هدایت شده و به پره های متحرک مراحل بعدی توربین برخورد می کند و همین عمل بسته به تعـداد مراحل ادامه پیدامی کند تا باانتقال انرژی خودبه توربین فشار و سرعت ان کم شود ونهایتا از تـوربین خـارج شود.



در این نوع توربین ها انبساط بخار در نازل ورودی و پره های ثابت انجام می شود و در پـره هـای متحـرک هیچگونه افت فشاری وجودندارد وبه عبارت دیگردراین توربین هافقط انرژی جنبشی بخاربه انـرژی مکـانیکی تبدیل می شود .

توربین های ضربه ای دردسته های زیرطبقه بندی می شوند:

الف-توربین های ضربه ای یک مرحله ای

ب-توربین های ضربه ای چندمرحله ای

ج– توربین های ضربه ای نوع کورتیس Curtis

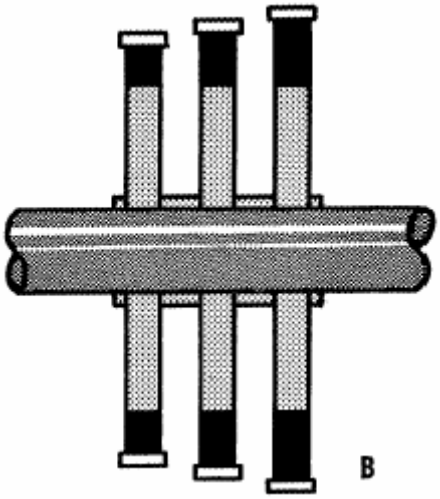
**توربین های ضربه ای یک مرحله ای**

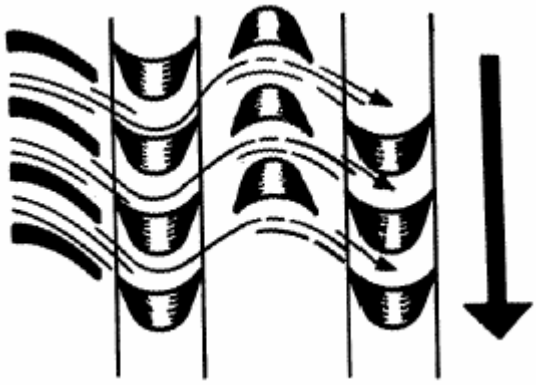
دراین نوع توربین ها بخار با سرعت زیاد و فشار کم فقط در یک ردیف نازل انبساط پیدا می کندواز نـازل هـا خارج می شود و پس از برخورد به پره های متحرک انرژی جنبشی خودرا به رتور منتقل می کند و از توربین خارج می شود. روی محوراین نوع توربین ها فقط یک رتور ویک ردیـف پـره متحـرک نصـب شـده اسـت و انبساط بخاریا افزایش سرعت در نازل های توربین انجام می شـود و باعـث مـی شودسـرعت بخـار افـزایش پیدامی کند وبخارباسرعت بالابه پره های توربین برخوردنماید فشاردر دوطرف پره های متحرک ثابت است و با افت سرعتی که در پره متحرک ایجادمی شودرتوربه حرکت درمی اید.

**توربین های ضربه ای چندمرحله ای**

درتوربین های ضربه ای چند مرحله ای که دارای چندین ردیف پره روی یک محـورمی باشـندتمامی مراحـل توربین بصورت صددرصدضربه ای عمل نمی کنندوفقط مرحله اول توربین که دارای نازل به مفهـوم واقعـی است بصورت ضربه ای مطلق است و مراحل بعدی بصورت ضربه ای و عکس العملی با درجات متفاوت عمـل می کنندکه هرچه به طرف خروجی توربین نزدیک تر شویم درجه عکس العملی بیشترودرجه ضربه ای کمتـر می شود .

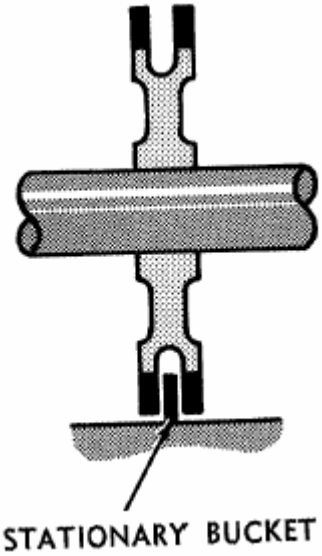
لازم به توضیح است که به دلیل انبساط بیشتربخاردرمراحل انتهائی توربین نیازبه پره های بزرگ تـری اسـت تااحتمال برخورد مولکول های بخار ومحوربیشترباشدونهایتا باعث افزایش راندمان توربین خواهدشد.



**توربین های ضربه ای نوع کورتیس**

این توربین هاازلحاظ ساختمانی دارای یک رتورمی باشندکه دوردیف پره روی انهانصب شده است ویک ردیف پره ثابت نیز روی بدنه قراردارددوبخاررا اززروی پره های ثابت ردیف اول به طرف پره های بعدی تغییرجهت داده و هدایت می کندکه نسبت به توربین های دیگرازراندمان بسیاربالاتری نیزبرخورداراست در این نوع توربین ها افت فشار فقط در نازل انجام نمی شود بلکه مقداری افت

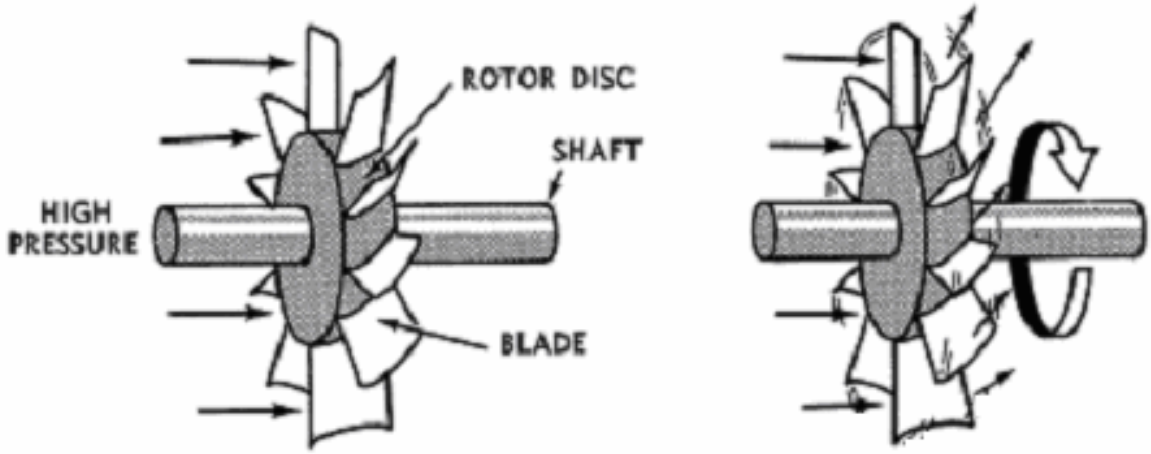



فشار در نازل و مقداری در پره های ثابت انجام می گیردوبخارباسرعت زیادتوربین را به حرکت وامی داردواین ازاین نوع طراحی درمرحله اول توربین های چندمرحله ای نیزاستفاده می شود . مقداری ازافت سرعت در پره های ثابت به علت اصطکاک رتوروبخارات است که باعث کاهش راندمان توربین می

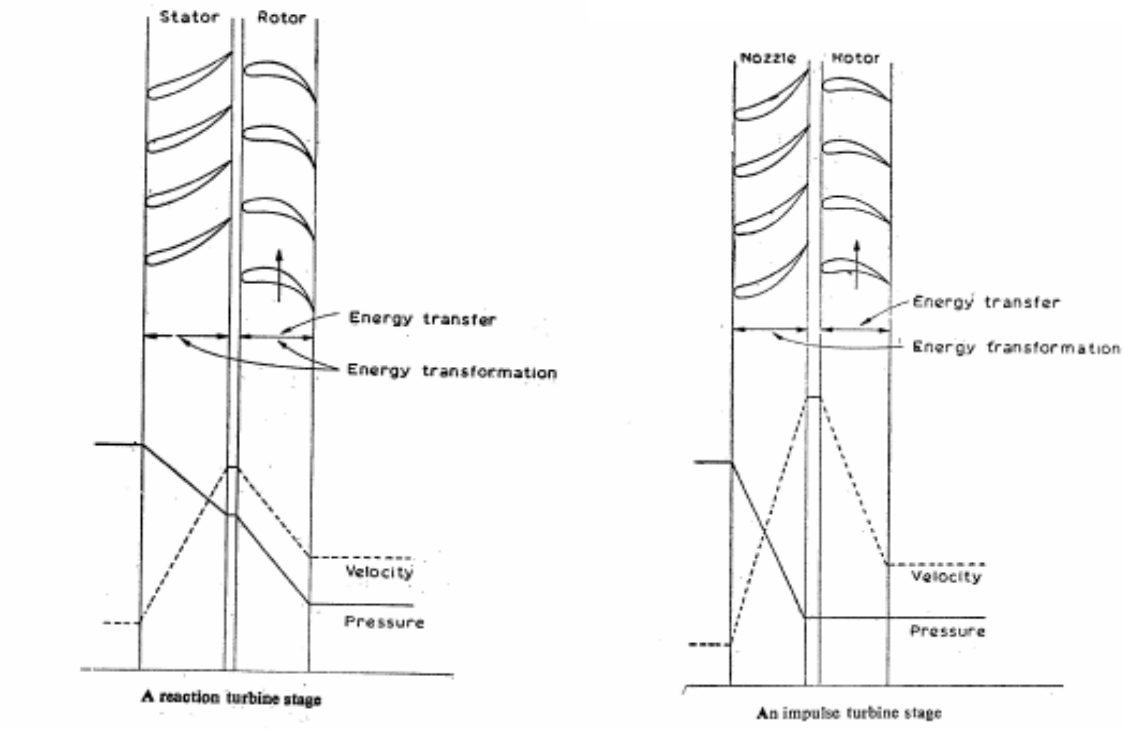
شودتفاوت این توربین هاباتوربین های یک مرحله ای دراین است که تغییرات سرعت روی پره های متحـرک این نوع توربین ها با شیب خیلی تندتر از شیب پره های ثابت افت پیدا می کند .

**توربین های عکس العملی Reaction Turbine**

در توربین های عکس العملی انبساط یاافت فشار بخارغالبادر پره های متحرک توربین انجام می شود. در ایـن توربین ها نازل ها مفهوم اصلی خود را از دست می دهندوکارتبدیل انرژی فشاری وجنبشی به انرژی مکانیکی توسط پره های متحرک وتغییرجهت دادن به حرکت بخارتوسط پـره هـای ثابـت انجـام مـی شـودبه عبـارت دیگردرتوربین های عکس العملی انرژی فشاری بخاربه انرژی مکانیکی تبدیل می شود. دربیشتر تـوربین هـای عکس العملی افت فشار هم در نازل ها و پره های ثابت و هم در پره های متحرک انجام می شوددر حالی کـه در توربین های ضربه ای فشار فقط در نازل ها افت پیدا می کند و فشار درطـرف پـره هـای متحـرک ثابـت است .




درمنحنی های صفحه بعدنحوه تبدیل انرژی درتوربین های ضربه ای وعکس العملـی نشـان داده شـده اسـت همانطورکه ملاحظه می شوددرتوربین هـای ضـربه ای تمـامی افـت فشـارفقط درنـازل هاانجـام مـی شـود وفشاردوطرف رتوربرابراست ولی درتوربین های نوع عکس العملی افـت فشـارهم درپـره هـای ثابـت وهـم درپره های متحرک اتفاق می افتدودرطرفین پره های متحرک اختلاف فشاروجوددارد‌که باعـث ایجـادنیروی محوری یا تراست روی رتورمی شود.

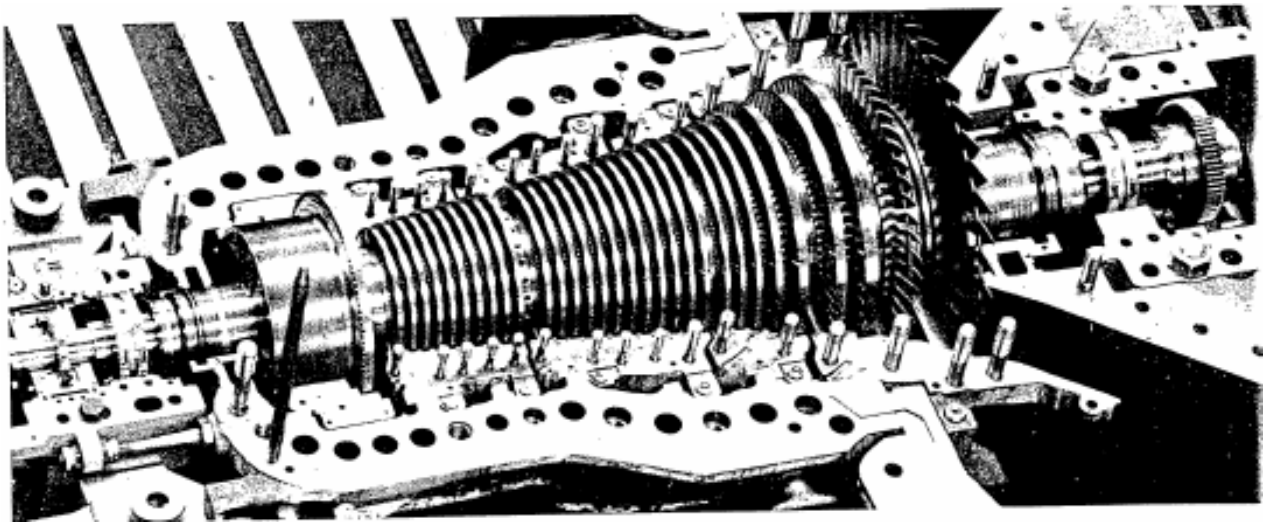



**ترکیب عکس العملی و ضربه ای**

همانطور که ازنام این توربین ها پیداست این نوع توربین ها با ترکیب دو نوع سیستم عکس العملی و ضربه ای کارمی کنند. معمولا در توربین های با قدرت بالاتر از سه مگاوات(3 MW)توربین صددر صد عکس العملی یا صددرصد ضربه ای طراحی واستفاده نمی شودبلکه توربین بصورت تلفیقی از حالات ضربه ای وعکس العملی عمل می کند که به ان ، توربین های مختلط هم گفته می شود .

در توربین های مختلط مرحله اولFirst Stageمعمولا صددرصد ضربه ای است و هرچه به طرف مراحل بعدی (فشار متوسط ) و فشار ضعیف نزدیک می شود از درجه ضربه ای بودن توربین کاسته می شود و به درجه عکس العملی آنها اضافه می شود به طوری که در مراحل آخر یا فشار ضعیف توربین صددرصدعکس العملی می شودوطبعا به دلیل انبساط بیشتربخاردرمراحل انتهائی هرچه به طرف خروجی توربین نزدیک ترمی شودرتورهابزرگترمی شوندتاباایجادسطح تماس بیشتررااندمان توربین افزایش پیداکند.

درشکل زیرشمائی ازیک توربین نوع مختلط که شامل تعدادی مراحل ضربه ای وعکس العملی است نشان داده شده است.



**مقایسه توربین های ضربه ای و عکس العملی**

درطی سال های قبل انواع واقسام توربین ها طراحی وساخته شده اندکه دران میان بیشتر کارخانجات صنعتی امریکایی اقدام به ساخت توربین ضربه ای نموده اندرحالی که کارخانجات اروپایی بیشترتمایل به ساخت توربین های عکس العملی نشان داده اند.

درزیراین دونوع توربین ازلحاظ ابعادمختلف انها با هم مقایسه شده اند:

۱-وقتی فشار بخارSteam بالا باشد راندمان توربین ضربه ای بالاتراست درحالی که توربین عکس العملی علاوه برفشارهای بالادر فشارهای پایین هم راندمان خوبی دارند به همین دلیل قسمت های انتهایی توربین های مختلط از نوع عکس العملی ساخته می شود.

۲- در شرایطی که توربین خارج از شرایط طراحی شده کار می کند راندمان توربین های عکس العملی بالا است ولی توربین ضربه ای اگر در غیر شرایط طراحی شده کار کنند راندمان آن پایین می آیدکه علت ان افت فشاربخار ومسائل ناشی ازخفگی جریان در نازلهای ورودی و..... است ولی به طور کلی راندمان توربین عکس العملی بیشترازتوربین های ضربه ای است .

۳-رتورتوربین های ضربه ای در مقایسه با توربین های عکس العملی کوچکتر است که این موجب افزایش هزینه ساخت شافت و بدنه توربین های عکس العملی وباعث کم شدن دور بحرانی توربین های عکس العملی می شود وباعث می شودشافت انها Flexible باشدکه درحین راه اندازی نیازبه مراقبت بشتردارند.

٤- تعداد مراحل توربین عکس العملی باقدرت مساوی خیلی بیشتر از توربین ضربه ای است که باعث افـزایش هزینه های ساخت انهامی شود .

۵-فاصله شعاعی بین پره های متحرک و بدنه در توربین هـای ضـربه ای اثرزیـادی روی نشـتی هـای داخلـی توربین ندارد چون تمامی افت فشارها در نازل اتفاق می افتـد و فشـار طـرفین رتـور یکسـان اسـت ولـی در توربین های عکس العملی بخاطر اینکه مقداری از افت فشار در پره های متحرک اتفاق می افتد فشار طـرفین رتور مساوی نیست و فاصله لبه های رتورتابدنه باید به کمترین مقدار خود برسد(واب بندی شود) تـا نشـت جریان داخلی بخار کمتر شود و راندمان توربین افزایش پیدا کندکه مستلزم صرف هزینه است .

۶-رسوب ذرات جامد Scale روی پره های توربین های عکس العملی اثر در رانـدمان آنهـااثر کمتـری دارد ولی رسوب ذرات جامد در نازل ها ورتورتوربین های ضربه ای باعـث ، افـت فشـار و مصـرف بیشـتر از حـد Steam و نهایتا باعث کاهش راندمان توربین می شود .

۷-وجود قطرات آب همراه باجریان بخار در توربین های ضربه ای موجـب خـوردگی Errosion شـدیدروی پره ها می شود ولی در توربین های عکس العملی اثرات ان کمتراست.

۸-چون سرعت برخوردبخار Steam به پره های متحرک در توربین های ضـربه ای بیشـتر از تـوربین هـای عکس العملی است به همین دلیل لرزش توربین های ضربه ای بیشتر از توربین های عکس العملی است.

۹-محدوده سرعت کاری توربین های عکس العملی خیلی وسیع تر از توربین های ضربه ای است .

۱۰-نیروی محوری توربین های ضربه ای از لحاظ تئوری صفراست( که البته به علت رسوب گرفتن پره هـا و ایجاد افت فشار روی آنها بعضی مواقع به وجود می آید که باید خنثی شود)ولی در توربین هـای نـوع عکـس العملی این نیروهازیاداست زیرااختلاف فشار طرفین پره های متحرک درتوربین های عکس العملی زیاداسـت که برای کنترل کردن ان نیازبه تمهیدات خاص ویااستفاده ازتراست برینگ های قوی است .

۱۱- درتوربین های عکس العملی رسوب گرفتن پره ها اثر ناچیزی روی نیروهای محوری داردولی درتوربین های ضربه ای اثرات ان بیشتراست.

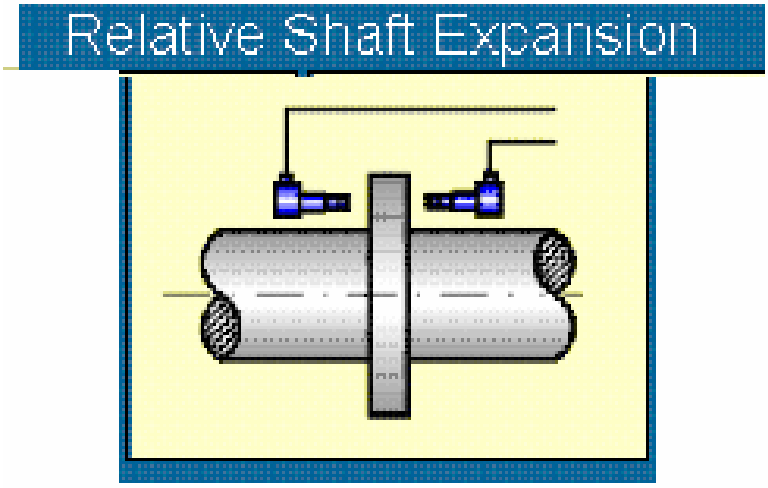
۱۲- توربین های عکس العملی باشرایط مساوی نسبت به تـوربین هـای ضـربه ای دارای طـول عمـر بیشـتری هستند.

**منشانیروهای محوری در توربین های بخار**

از آنجایی که بخار بافشاربالا واردتوربین می شود وبافشارکم ازان خارج می شود درداخل توربین همیشه اختلاف فشاروجوددارد که این اختلاف فشارباعث ایجادنیروی محوری ازطرف فشاربالا به طرف فشارپایین روی رتورو محور توربین می شودودرصورتی که این نیروهاخنثی نشوندباعث افزایش بارتراست برینگ ها شده ودرصورتی که تراست برینگ ها قادربه خنثی کردن ان نباشندباعث تماس قطعات ثابت ومتحرک وانهدام توربین می شود که برای خنثی کردن ان باید توربین به شکلی طراحی شود که هنگامی که توربین در حین کار است کمترین نیروی محوری روی رتوران اعمال شود.

به دلیل کم بودن فواصل بین قطعات ثابت ومتحرک جابجائی بیش ازحد محوری می تواندباعث ایجادخسارت های سنگین روی توربین شود وبه همین دلیل درتوربین های بزرگ برای آن یک سیستم اخطار دهنده و Shut Down به نام Turbine High Axial Displacement Alarm And Shut Down پیش بینی می شود که این سیستم روی انتهای محورنصب می شودوهمواره فاصله بین محوروپراب اندازه گیری ونشان داده می شود اصول کاراین سیستم برحسب افت ولتاژبوجودامده دراثرزیادشدن فاصله پراب ومحوراست که به ازاءِ هرمقدارفاصله فاصله یک ولت افت جریان ایجادمی کند و وقتی که جابجائی محوری رتور توربین نسبت به تنظیم اولیه افزایش پیداکند اخطار دهندهAlarm در سرویس می آید و وقتی که مقدار افزایش بازهم بیشترشودتوربین بصورت اتوماتیک ازسرویس خارج Shut Down می شود.

چون این پراب ها روی بدنه توربین نصب می شوندوبدنه توربین نیزمشمول رشدحرارتی است درخیلی ازمواردممکن است انبساط بدنه باعث تغییرفاصله پراب شودوایجادخطا نمایدکه برای جلوگیری ازاین مواردازدوعددپراب دردوجهت مخالف استفاده می شودکه مجموع فواصل انهامبین وضعیت رتوراست که درشکل زیرشمائی ازان نشان داده شده است.




برای کنترل کردن نیروهای محوری وممانعت ازتماس قطعات ثابت ومتحرک ازروش های مختلفی استفاده می شودکه ذیلا به شرح انهاپرداخته می شود.

**روشهای خنثی کردن نیروهای محوری:**

الف-استفاده از یاتاقان های محوریThrust Bearing

ب-استفاده از بالانس پیستونBalance Piston

ج-تغییردادن جهت مسیرورودبخار

باتوجه به این که خنثی کردن صددرصدنیروهای محوری امکان پذیرنیست درهمه توربین های بخارازتراست برینگ هااستفاده می شودکه اصول کاروانواع انهادربخش های بعد بطورمفصل موردبحث قرارمی گیرندولی در توربین های با قدرت متوسط وبالا برای جلوگیری ازافزایش بارتراست بسته به نوع طراحی دراغلب اوقات نیروهای محوری به توسط بالانس پیستونBalance Pistonوتغییرجهت دادن به بخارانجام می شود که ذیلا به شرح این روش ها پرداخته می شود.

**بالانس پیستونBalance Piston**

این سیستم شامل یک استوانه است که درقسمت فشاربالای توربین(طرف ورودبخار) روی محورنصب می شودوبانصب اب بندهای مناسب درطول سطح خارجی ان طرفین ان نسبت به هم اب بندی می شود ومحفظه پشتی ان توسط یک لوله چنداینچی به محفظه فشارپایینی مثل لوله خروجی توربین یا

کندانسورمتصل و باعث می شوددرحین کاریک طرف بالانس پیستون درمعـرض فشـارپایین وطـرف دیگـران درمعرض فشارزیادقرار گیردکه این اختلاف فشارباعث ایجادیک نیروی محوری درجهت عکس نیروی محوری طبیعی رتور می شود.

اب بندهای مورداستفاده برای اب بندی قطربیرونی بالانس پیستون درتمامی توربین های بخارازنوع لابیرینتی است ودربعضی ازطراحی هاکه قطربالانس پیستون زیاداست ازCaulking Sealاستفاده می شودومعمولا سیل ها بطورثابت روی بدنه نصب می شوندوبرای اب بندی بهترروی بالانس پیستون شیارهای پله داری تعبیه می شودکه باعث افت فشاربیشتردرمسیربخارمی شود .درشکل صفحه بعدشمائی ازیک بالانس پیستون ونیروهای واردشده بران نشان داده شده است.

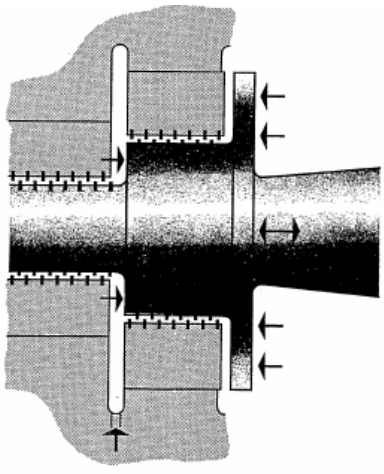
نیروهای اعمال شده روی رتورشامل:

۱-نیروی طبیعی ناشی ازاختلاف فشارداخل توربین که باعث اعمال نیروبه سمت چپ می شود.

۲-نیروی واردشده روی سطح سمت راست بالانس پیستون که باعث اعمـال نیروئـی بـه طـرف سـمت چـپ رتورمی شود.

۳-نیروی واردشده روی سطح سمت چپ بالانس پیستون که باتوجه به منفی بـودن ان باعـث اعمـال نیروئـی بطرف سمت چپ روی رتورمی شود.

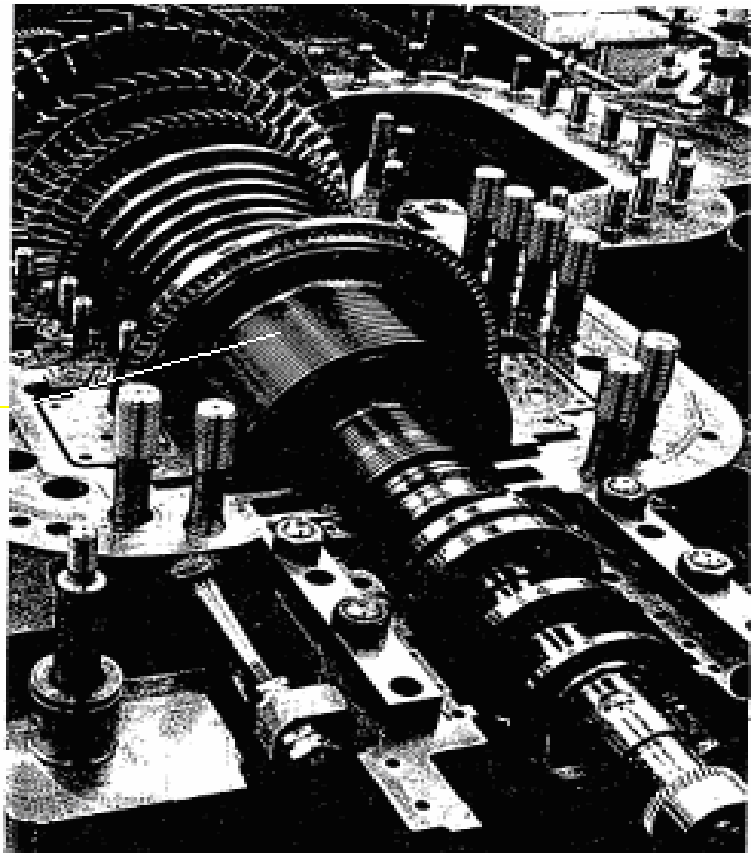
که باطراحی قطر مناسب برای بالانس پیستون نیروهای تراست داخلی بوجودامده درتـوربین بطوراتوماتیـک وباکمترین هزینه خنثی شود.



Principle of counterbalancing the axial thrust

درصورت اختلال درسیستم  اب بندی درطول سطح بالانس پیستون, فشارپشت ان مـی توانـدافزایش پیداکنـد وباعث به هم خوردن تعادل نیروی محوری رتورشود. همچنین درصورتی که خلاتـوربین شکسـته شـودباعث افزایش فشارپشت بالانس پیستون وتعادل نیروهای محوری روی رتورمی شـود کـه مـی توانـدباعث حرکـت رتورودرصورتی که این نیروهـاکنترل نشـودباعث برخوردقطعـات ثابـت ومتحـرک شـده ومـی توانـدباعث ایجادخسارت های جدی روی توربین شودکه معمولا درتوربین های بزرگ یکـی ازسیسـتم هـای حفـاظتی کـه باعث تحریک سیستم های Alarm وShut Down توربین می شود مقدارفشارخروجی یـاخلا اسـت کـه عـلاوه برمواردفوق می تواندمنجربه تشکیل قطرات اب و خوردگی پره های قسمت فشارپایین توربین شود.

قطرات اب همراه با بخارمثل حالت Sand Blastعمل می کنندکه درحین برخـوردان باقطعـات باعـث سـایش وErosionمی شودودردرازمدت می تواندباعث Erosionروی پره های رتورتوربین وهمچنین پیچ وخم های مسیرسیستم لوله کشی شودکه منجربه کاهش ضخامت سیسـتم لولـه کشـی وهمچنـین  ایجادنابالانسـی روی رتورگردد.درشکل زیرشمائی ازبالانس پیستون نصب شده روی یک توربین بخاربزرگ چندمرحلـه ای نشـان داده شده است.



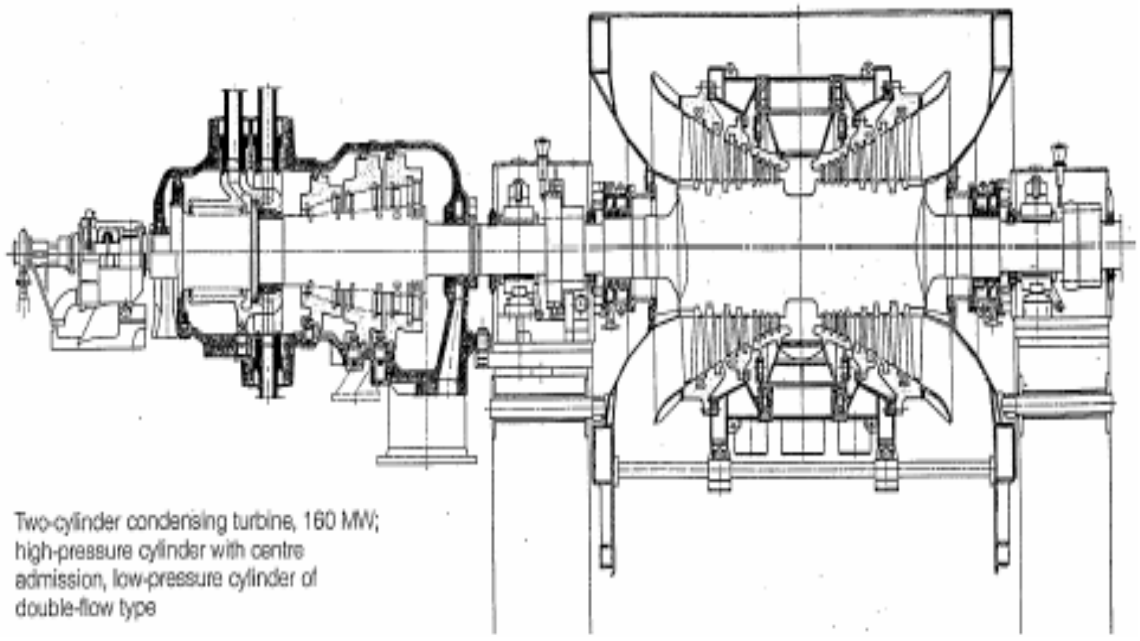
**تغییردادن جهت ورود بخار**

یکی دیگرازروش های کنترل کردن نیروهای محوری درتوربین های بخار تغییردادن جهت بخارواردشده به توربین است وبه این صورت عمل می شود که بخارازدوناحیه واردتوربین می شودوشاخه ای ازبخار که درفشاربالا واردتوربین می شود با شاخه دیگربصورت پشت به پشت عبور داده می شود وگاها نیزمرحله فشار ضعیف را دو جریانه Double Fow طراحی می کنند که نیروهای محوری ناشی ازانها بطوراتوماتیک همدیگر را خنثی کنندکه براین اساس نیزتوربین ها به چنددسته زیرطبقه بندی می شوند.

**طبقه بندی توربین های بخار از نظر جریان بخار**

۱-توربین های تک جریانی که دراین نوع توربین ها بخار پس از خروج از نازل ها و برخورد با پره ها رتورتوربین را به حرکت در می آورد و سپس از توربین خارج می شود.

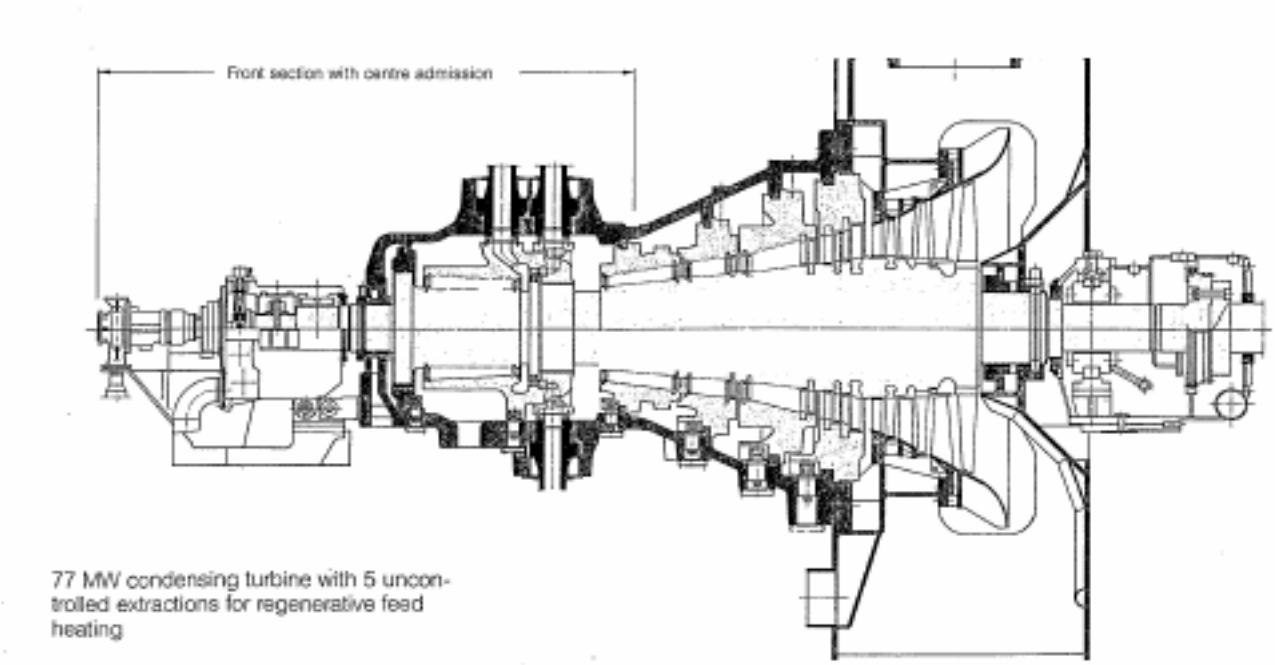
۲-توربین های دو جریانی دراین نوع توربین هابخار از وسط بدنه واردتوربین می شود و به دو جریان تقسیم می شود. هر یک از این جریانها به تعدادی ازپره ها برخورد نموده و چرخ آنرا بحرکت در می آورند.



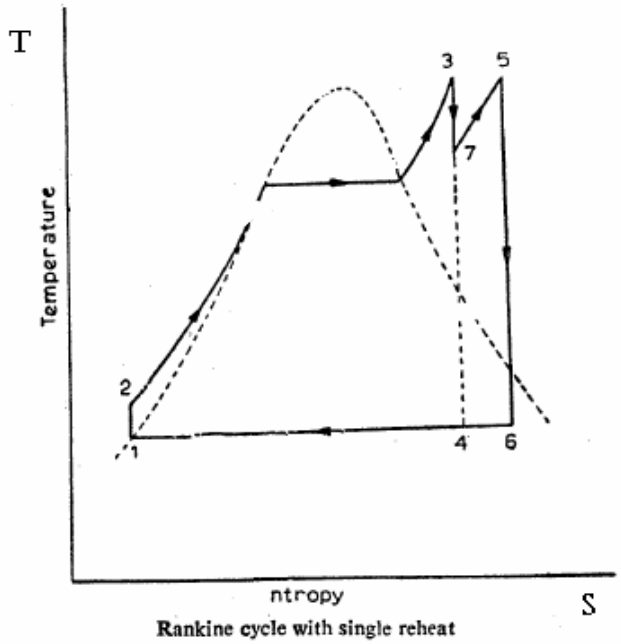
Two-cylinder condensing turbine, 160 MW; high-pressure cylinder with centre admission, low-pressure cylinder of double-flow type

۳-توربین های مرکب برای بالابردن راندمان توربین های بخاروسیکل رانکین بابرقرارکردن جریانات بخاربه داخل توربین یاازتوربین به سمت بیرون استفاده می شودکه به ذکرنمونه هائی ازان پرداخته می شود.

الف-گرم کردن مجددبخاریاReheatکه دراین نوع طراحی مقداری ازبخارات بافشارودرجه حرارت کم که انرژی ان به انرژی مکانیکی تبدیل شده است ازمراحل میانی توربین خارج می شود ومجدداواردبویلرمی شودوپس ازگرم شدن دوباره واردیکی ازمراحل میانی توربین می شود.

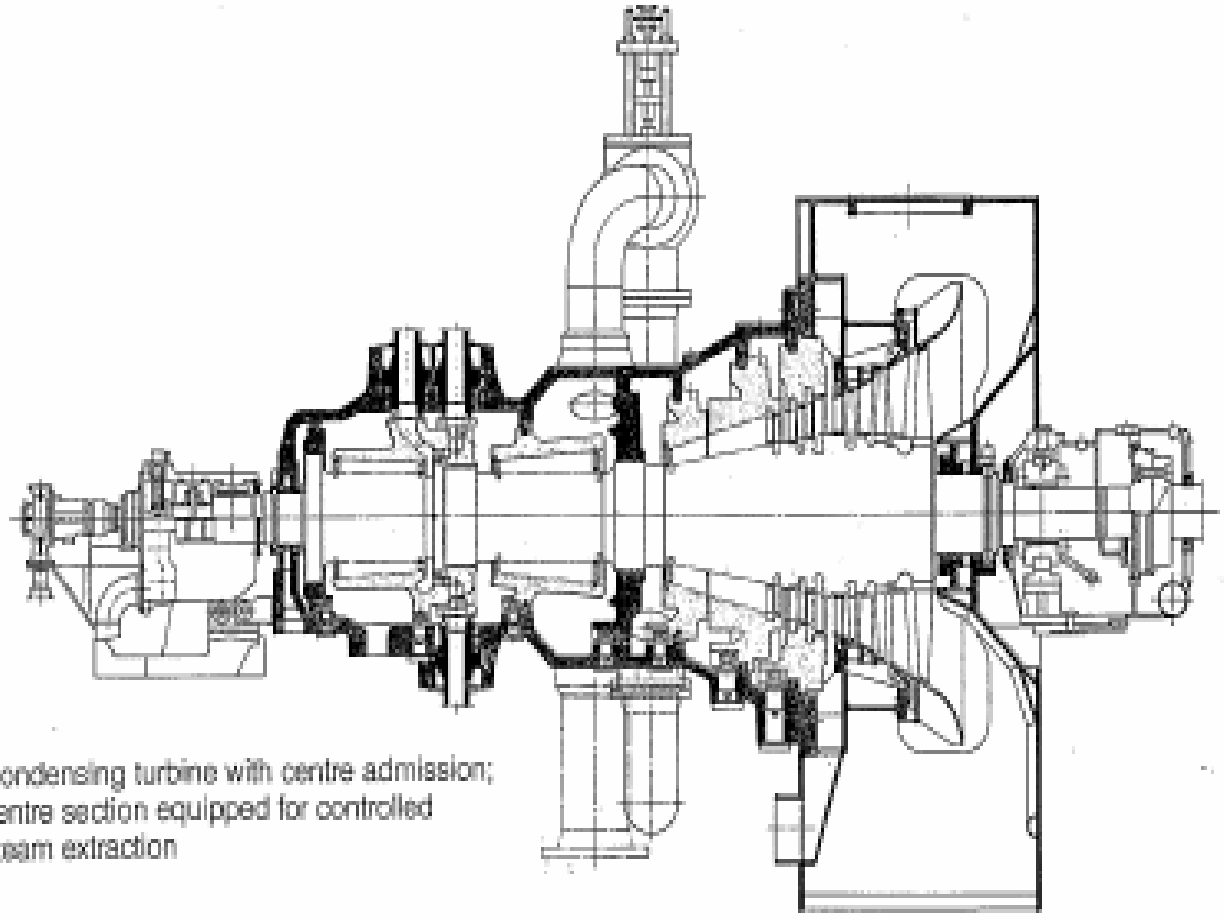



درشکل زیرتاثیرReheatروی منحنی T-Sنشان داده شده است که همانطوری که ملاحظه می شوددوباره گرم کردن بخارباعث افزایش سطح زیرمنحنی وبالاتررفتن قدرت توربین وافزایش راندمان ان می شود.



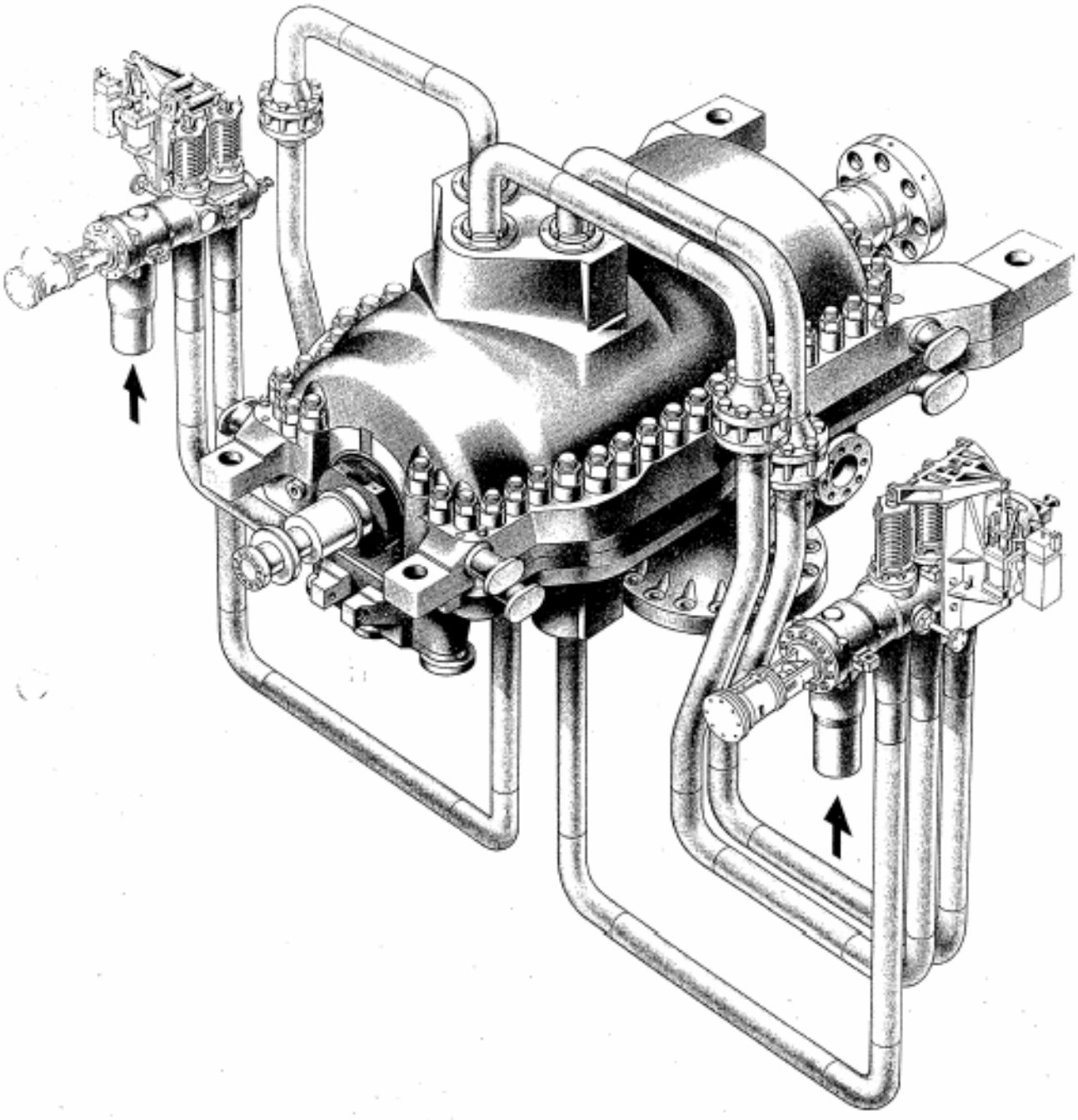
Rankine cycle with single reheat

ب-خارج نمودن بخارازتوربینExtraction- دراین روش بخارات داخل توربین ازیکی ازمراحل میانی تـوربین خارج می شودوبرای عملیات دیگری نظیرگرمایش و..... استفاده می شود.




در شکل صفحه قبل توربینی که باشـرایط Extruction کـارمی کندومجهزبـه سیسـتم کنتـرل کننـده بخـارات خروجی ازمراحل میانی توربین است نشان داده شده است.

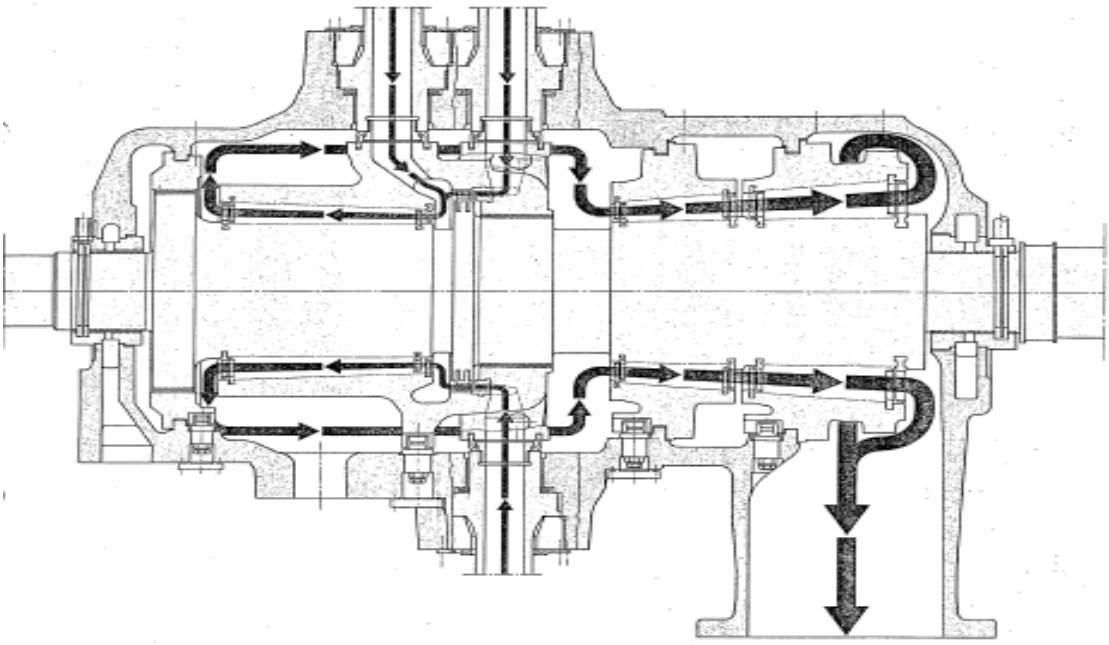
ج-واردکردن بخاربـه تـوربینInduction-دراین تـوربین هامقـداری بخاراضـافی باشـرایط مناسـب دریکـی ازمراحل میانی واردتوربین می شودوباعث بالابردن راندمان توربین می شود.دراین نـوع تـوربین هـا بخـار خروجی باقیمانده از یک توربین یابخارخارج شده ازبویلر، مجددا وارد توربین دیگری شده و آنرا بـه حرکـت در می آورد.



**تقسیم بندی توربین های بخار از نظرجهت حرکت بخار**

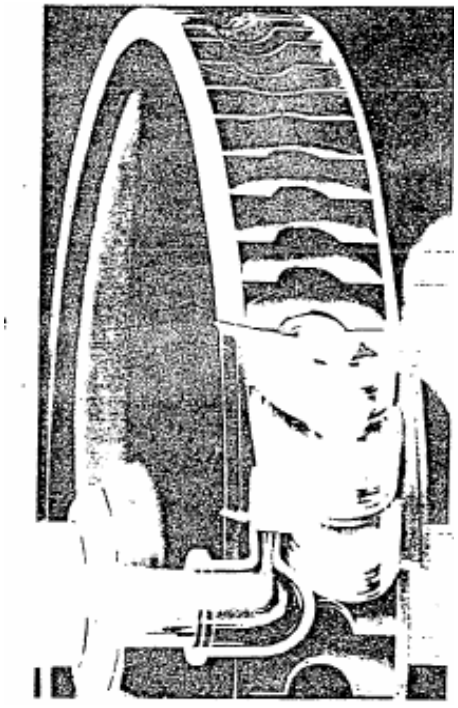
توربین هازنظرجهت حرکت بخاردرداخل بدنه توربین در چنددسته زیرطبقه بندی می شوند:

۱-توربین های جریان محوری Axial Flowکه دراین نوع توربین ها بخار به موازات محور وارد بدنه می شود وپس ازبه حرکت دراوردن توربین در همان راستا ازلوله خروجی توربین خارج می شود .توربین های نوع عکس العملی جزاین دسته اند.



۲-توربین های جریان شعاعی Radial Flowدر این نوع توربین ها جریان بخار به شکل تعدادی از جریان های یکنواخت بخار از مرکز صفحات به طرف شعاع صفحه حرکت می کنند و از طرف حاشیه صفحه خارج می شوند.

۳-توربین های جریان مماسی Tangential Flow دراین نوع توربین ها بخار به حالت مماسی به پره های توربین برخورد می کند و پس از به حرکت درآوردن رتور از توربین خارج می شود.



**طبقه بندی توربین های بخارازلحاظ فشارخروجی**

توربین های بخار از نظر فشار خروجی بخاردرسه دسته طبقه بندی می شوند:

الف-توربین های بافشارخروجی بیشترازفشارجوBack Pressure

ب-توربین های بافشارخروجی مساوی فشار جوAtmospheric Pressure

ج-توربین های بافشارخروجی کمترازفشارجوVaccum Pressure

که ذیلابه شرح کارانهاپرداخته می شود.

**توربین هائی که فشارخروجی انهابالاترازفشارجواست Back Pressure**

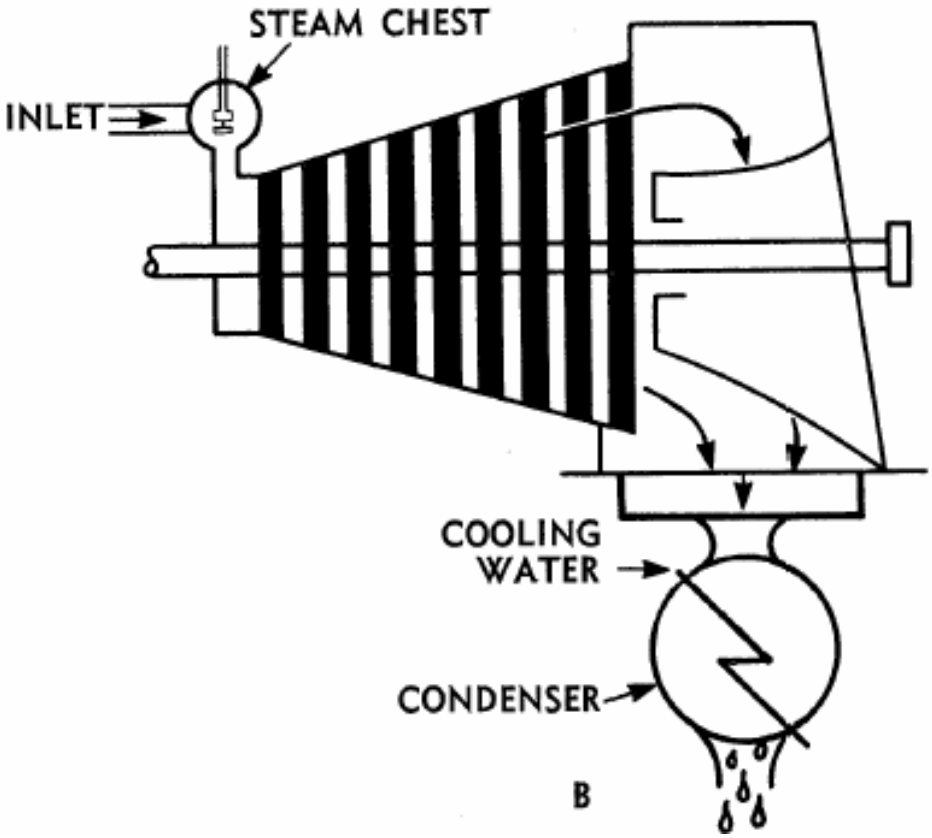
دراین نوع توربین هابخار پس از به حرکت درآوردن توربین بافشاربیشترازفشاراتمسفر ازتوربین خارج می شود بخارات خارج شده ازتوربین یا توربین دیگری را بحرکت در می آوردیا به مصرف گرم کردن دستگاه هاوتجهیزات دیگرمی رسد یا جهت مصرف عملیاتی وتحولات دیگر به لاین های بافشارکمترمنتقل می شودکه بایدفشارلاین حتماازفشارخروجی توربین کمترباشددرغیراین صورت باعث افزایش فشارخروجی توربین Back Pressureونهایتا کاهش قدرت ان می شود. بیشترتوربین های کوچک وهمچنین اکثرتوربین های نوع ضربه ای یک مرحله ای به این دسته تعلق دارند .

**توربین هائی که فشارخروجی انها برابرفشارجواست**

همانطور که از نام انها پیداست فشارخروجی این نوع توربین ها بافشارجوبرابراست یابه عبارت دیگر بخار خروجی ازاین توربین هابه طرف اتمسفر منتقل می شود و در حقیقت می توان گفت که بخارخروجی ازتوربین به هدر می رود ازاین نوع طراحی توربین های کوچکی که بصورت اضطراری درسرویس قرارمی گیرندمثل ژنراتورهای اضطراری برق که باقطع برق شبکه برای ایجاد روشنائی بطوراتوماتیک درسرویس قرارمی گیرنداستفاده می شودچون این توربین ها بندرت درسرویس قرارمی گیرندانجام لوله کشی بخاربرگشتی ازلحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست بخارات به طرف اتمسفر هدایت می شوندو باعث اتلاف بخارمی شوند.

**توربین هائی که فشارخروجی انها کمترازفشارجواست Vaccum**

فشارخروجی این نوع توربین هاکمترازفشارجواست وگاها تا چنداینچ جیوه مطلق می رسد وبه دلیل زیادبودن اختلاف فشاربین ورودی وخروجی توربین ازتمامی انرژی بخاراستفاده می شود و به انرژی مکانیکی دورانی تبدیل می شود.راندمان این نوع توربین ها نیزبه مراتب بیشترازانواع توربین های دیگراست واب حاصل از بخارات کنداس شده(به مایع تبدیل شده) درکندانسورنیزمجددا به سیستم تولیدبخاربرگشت داده می شودو به مصرف بویلرها می رسد. ایجادخلا درقسمت خروجی این توربین ها توسط سیستم خلا که شامل کند انسور و دیگر متعلقات ان است انجام می شودکه دربخش های بعدی بطورمفصل به شرح ان پرداخته می شود.



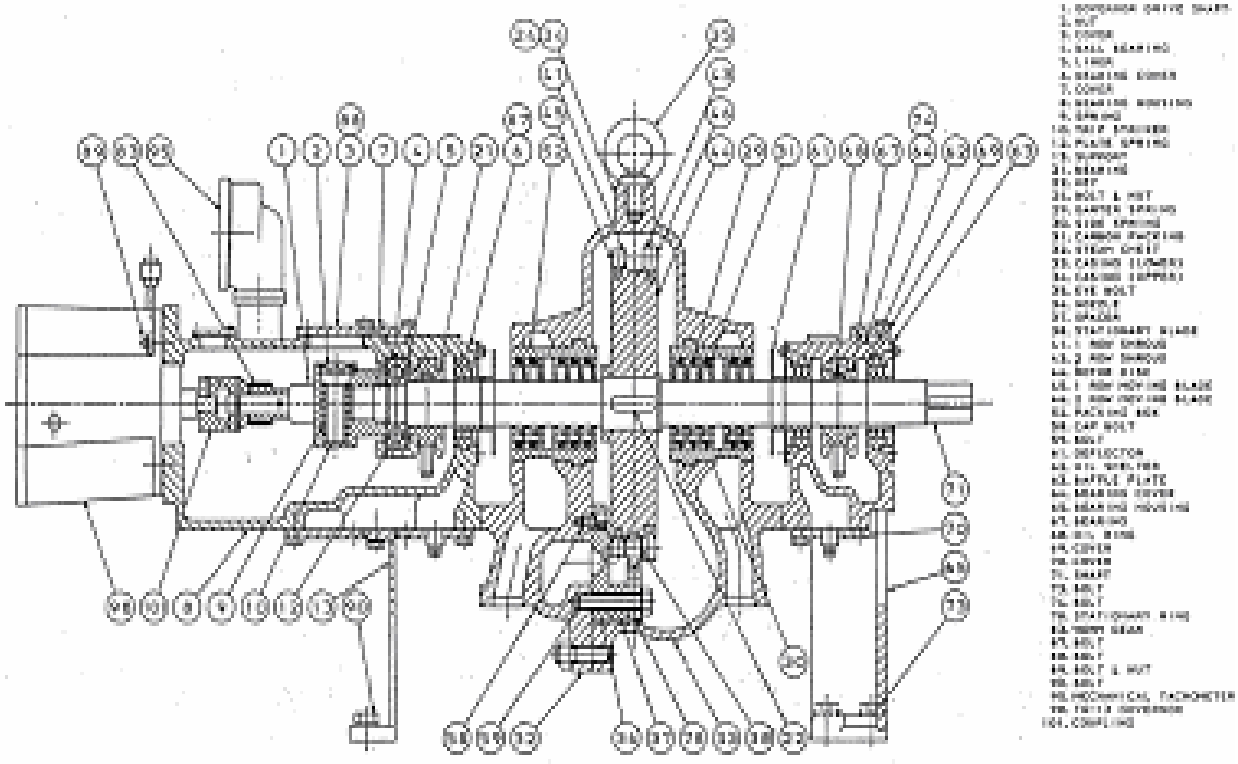

تقریبا تمامی توربین های متوسط وسنگین که قدرت انهاازچندمگاوات بالاتراست به این صورت طراحی وساخته می شوندولی برای توربین های کوچک به دلیل نیاز به سرمایه گذاری های اولیه بالا ازلحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست.

## اجزاء وقطعات توربین های بخار

ساختمان توربین های بخارشامل دوجزاصلی شامل قطعات ثابت ومتحرک است که قطعات ثابت شامل بدنه اصلی توربین شامل نازل ها, یاتاقان ها ,هوزینگ برینگ ها,دیافراگم ها ,پره های هدایت کننده ,محفظه بخار ,تروتل ولو ,استاپ ولوشیرهای اطمینان, گاورنر, اب بند هاسیستم روغنکاری, و.....وقطعات متحرک شامل رتورومتعلقاتی نظیر:شافت, پره های متحرک,رینگ های روغنکاری, کاپلینگ, سیستم دوربیشینه, سیستم های حفاظتی و.....است.

## ساختمان بدنه توربین

بدنه توربین ازدوقسمت مجزای متصل به هم تشکیل شده است :

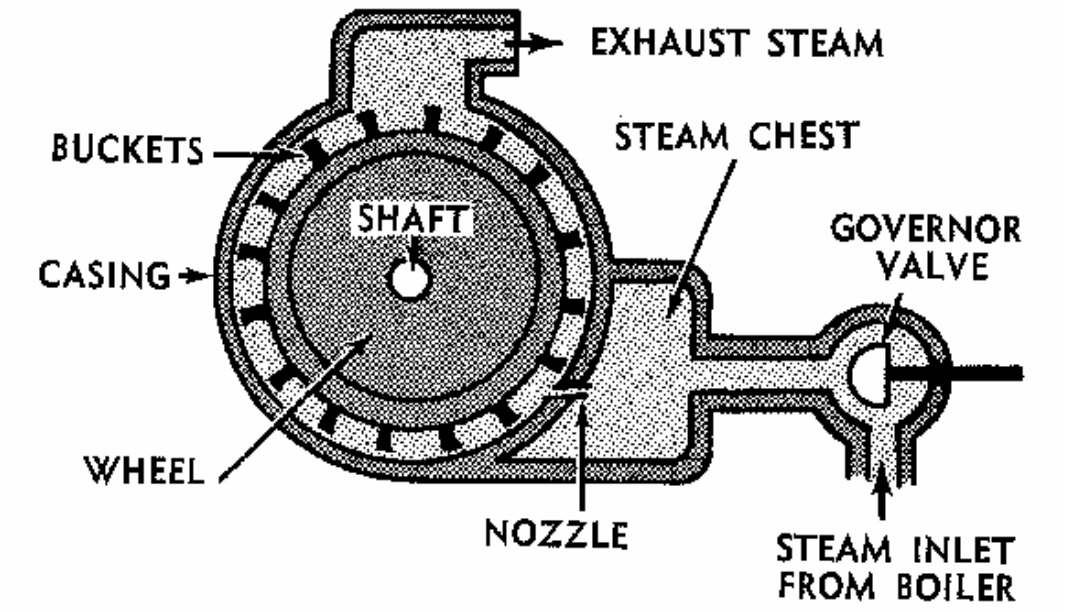


۱-محفظه فشارپایین که محل قرارگیری رتوروپره های متحرک است وفشارکاری ان به مراتب کمترازفشاربخارورودی به توربین است وازلحاظ مقاومت بدنه تحمل فشارودرجه حرارت بالاراندارد.که البته درحین کار,فشاراین محفظه بایدپایین نگه داشته شودتا باایجاداختلاف فشارامکان ,واردشدن بخاروکاردهی توربین فراهم شودزیراتوان توربین متناسب بااختلاف فشاربین این محفظه ومحفظه بخاروهمچنین مقداربخاروارد شده به ان داردودرصورتی که به هردلیلی فشاراین محفظه افزایش پیداکندباعث کاهش توان

وراندمان توربین می شود به علاوه این که بالارفتن فشاراین محفظه منجربه ترکیدن بدنه توربین نیز خواهدشد.

بخصوص درحین راه اندازی توربین هابایددقت لازم رادراین کارانجام شودوقبل ازبازکردن ولو ورودی بخارابتدا ولوخروجی رابازکردتافشاراین محفظه بالانرودهمچنین هنگام ازسرویس خارج کردن توربین ها ابتدابایدولوورودی بسته شودوبعدولوخروجی ان. لازم به توضیح است که رابط این دومحفظه نازل ها ی توربین هستندکه این دومحفظه رابه هم راه می دهد.

۲-محفظه فشاربالا که به ان محفظه بخاریاSteam Chestگفته می شودکه مقاومت لازم برای تحمل فشارودرجه حرارت بخارورودی راداردکه ازیک طرف منتهی به لاین ورودی بخاروازطرف دیگربا نازل های توربین درارتباط است ووظیفه ان این است که نوسانات وتلاطم بخارواردشده به توربین را می گیرد(بازیافت فشار)وبخارراازطریق نازل ها, روی رتورمنتقل می کندودرحین کارتوربین بایدازاقداماتی که باعث کم شدن ویاایجادافت فشارزیاددراین قسمت می شودجلوگیری نمود.




به عنوان مثال بایدتعدادنازل ولوهائی که درسرویس قراردارندراطوری انتخاب کردکه گاورنرولوبه بیشترین درجه بازبودن برسدوتنظیم جریان بخار توسط نازل ولوها انجام شودتاباعث افت فشاردرمسیربخارنشود.درصورتی که تعدادنازل ولوهای باز,زیادباشدکنترل جریان بخاربه توسط

گاورنرولوانجام می شود یعنی بصورت نیمه باز عمل می کندکه باعث افت فشاردرمسیرونهایتا کم شدن فشارمحفظه Steam Chestوکاهش اختلاف فشارمحفظه های کم فشاروپرفشارتوربین می شودکه منجربه افزایش مصرف بخاروکم شدن راندمان توربین خواهدشد.

برای بالابردن ضریب ایمنی توربین ومحافظت هرچه بیشترازتوربین های بخار یک عددشیراطمینان یا Safety Valveکوچک حدود۳/٤به عنوان شیرمحافظ روی بدنه توربین نصب می شودوروی فشارمناسبی Setمی شودتااگربه هردلیلی فشارمحفظه توربین (محل قرارگیری پره های متحرک)بالارفت باسوت کشیدن اپراتورها راازبالارفتن فشارخبردارکندولی شیرمحافظ به تنهائی خطرازدیادفشاررانمی تواندازبین ببرد. عموما توربین های بخاردارای یک شیراطمینان بزرگ روی لوله خروجی هستندکه به ان Full Flow Relief Valve گفته می شودوبه عنوان یک شیراطمینان عمل می کندو درموقع بالارفتن فشاربطوراتوماتیک عمل نموده وبخارات راازتوربین خارج می کندوازانهدام توربین ممانعت می شود.که دربعضی ازمواقع پس ازعمل کردن این ولوبه دلیل ورودذرات جامدبین قطعات اب بندی شیرازاب بندی می افتدوباعث هدررفتن بخارمی شودکه اجباراباید بازوبه کارگاه ارسال گرددوعلت عمل کردن ان مشخص وپیگیری شود.

**نازل یاشیپوره Nozzle**

بخار از طریق لاین ورودی واستاپ ولووگاورنرولو وارد محفظه Steam Chest می شودوپس ازگرفته شدن نوسانات فشار ازطریق نازل ها بخار انبساط پیدا می کندوانرژی پتانسیل ان به انرژی جنبشی تبدیل می شودو وارد توربین می شود و انرژی نهفته شده در بخار به انرژی مکانیکی تبدیل می شودو سپس بخار ازطریق نارل خروجی توربین ، توربین را ترک می کند.

**وظایف نازل ها**

نازل هامعمولا درتوربین های صددرصدضربه ای برای تبدیل انرژی فشاری به انرژی جنبشی مورداستفاده قرارمی گیرندولی درتوربین های عکس العملی یا درمراحل بعدی توربین های ضربه ای پره های ثابت یاپره های هدایت کننده عمل تبدیل انرژی را برعهده دارند که ساختمان وطرزکارانهانیزبانازل ها متفاوت است ودرصفحات بعدموردبحث قرارمی گیرند.

بطورکلی وظایف نازل ها شامل:

۱-تبدیل کردن انرژی فشاری وپتانسیل بخاربه انرژی جنبشی .

۲-اجازه دادن به جریان بخاروخروج ازمحفظه بخاربه سمت رتورکه دراثراختلاف فشارانجام می شود.

۳- جریان بخار را به سمت پره های توربین هدایت می کند.

انرژی جنبشی بخار باعث چرخش پره های متحرک و درنتیجه چرخش دیسک و شافت توربین وتولید کار مکانیکی می شود.

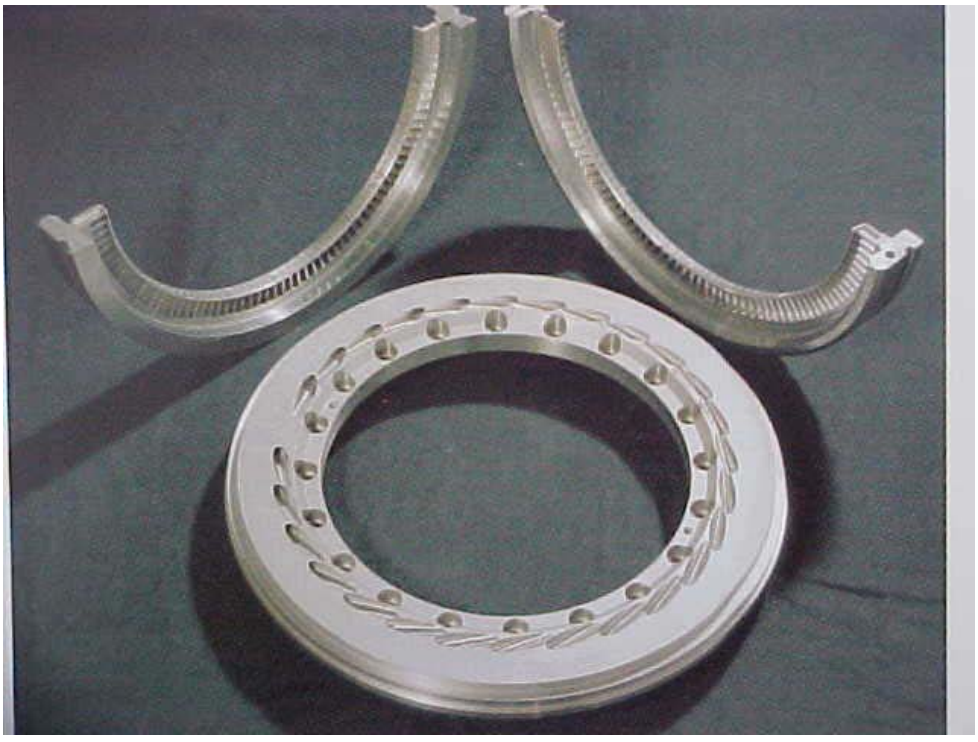
نازل ها شیپوره های همگرا واگرائی هستندکه دارای سطوح صاف وصیقلی وازجنس های سخت ساخته می شوندکه قدرت تحمل درجه حرارت وسایش راداشته باشند.

درتوربین های بخارنازل ها به دوصورت طراحی وساخته می شوند:

الف-بصورت تکی که دراین نوع طراحی نازل ها بصورت جداگانه ساخته می شونددرموقعیت وزاویه مناسبی ازطریق Holderهای مربوطه روی بدنه Steam Chest پیچ می شوندکه ازاین طراحی درتوربین های کوچک بخصوص توربین های نوع Bucket Typeکه تعدادنازل های انها محدوداست استفاده می شود.

ب-بصورت مجموعه ای که این نوع طراحی معمولادرتوربین های بزرگ که نیازبه تعدادزیادی نازل دارند استفاده می شود.

درزیرشمائی ازیک نازل رینگ نشان داده شده است.



نازل های بافرم شکل وزاویه مطلوب باباربرداری ازروی رینگ های فلزی که بصورت دونیم دایره می باشندو به انهاNozzle Ringگفته می شوداستفاده می شودوروی جداره محفظهSteam Chest توسط پیچ بسته می شودوازلحاظ مونتاژودمونتاژنیزنسبت به نازل های تکی بسیارراحت تراست.

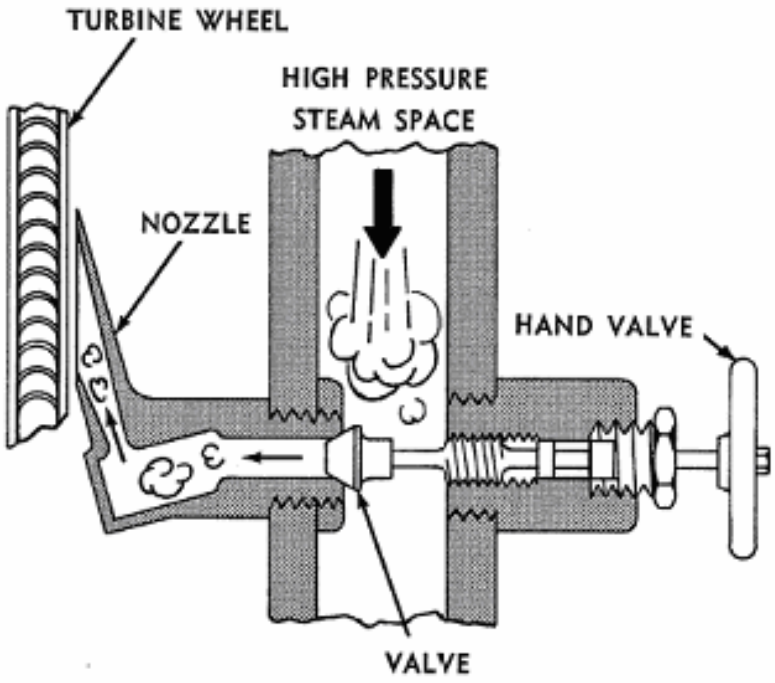
نازل ها ازلحاظ عبورجریان بخار به دو دسته تقسیم می شوند :

الف – نازل های اصلی که همیشه درسرویس قراردارند.

ب – نازل های کمکی که با نازل و لوها در سرویس می آیند.

**نازل ولوها Nozzle Valve**

بانازل ولوها می توان مسیرنازل ها رابازیابسته نمودومقداربخارواردشده به پره های متحرک یا به عبارت دیگرتوان توربین راکم یازیادنمود.زیراتوربین های بخاربرای رنج تقریبا وسیعی از قدرت ساخته می شوندوبابازوبسته کردن تعدادنازل ها می توان قدرت توربین راتغییرداد .دراکثرتوربین های کوچک که نازل های تکی دارندنازل ولوها فقط مسیریک نازل رابازوبسته می کندولی درتوربین های بزرگ که تعدادنازل های انها زیاداست ونازل هادرنازل رینگ تعبیه شده اندموقعیت قرارگیری نازل ولوهابه گونه ای است که بابازوبسته کردن یک عددنازل ولوهم زمان جندین نازل بازیابسته می شوند.



بسته به توان موردنیازبرای توربین تعدادنازل های درسرویس بایدطوری بازباشدکه افت فشاربخاردرداخل گاورنرولودرحدمینیمم باشددرغیراین صورت مصرف بخارافزایش پیداخواهدکرد.به عبارت دیگردرمواقعی که توربین باحداکثرظرفیت کارنمی کندیادرمواقعی که فشارورودی بخارکم باشدیاتوربین درشرایط اضافه بارباشدبرای بالابردن راندمان توربین از نازل ولوهااستفاده می شودالبته نازل ولوهارانبایدبصورت نیمه بازقراردادزیراعلاوه برایجادافت فشارباعث Erossionوسایش سطوح اب بندکننده انهامی شودبه این دلیل نازل ولوهابایدبصورت کاملابازیاکاملابسته باشند.

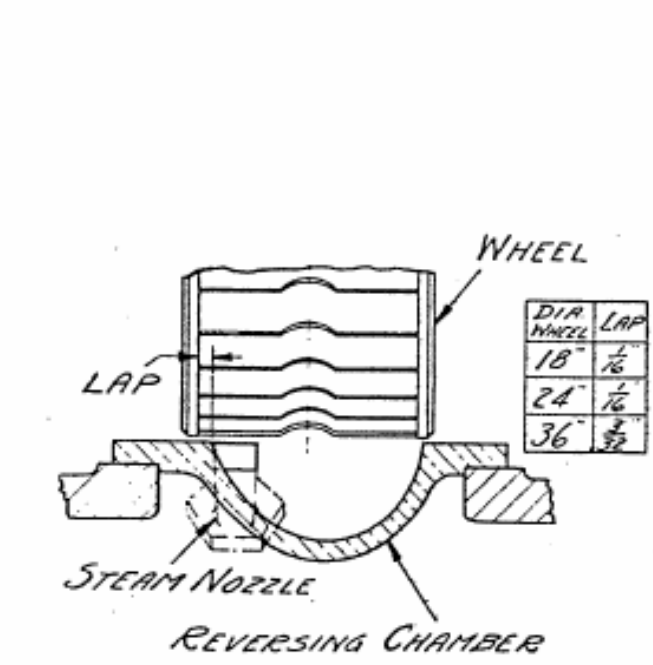
**نکته مهم:** قبل ازدرسرویس قراردادن توربین (وقتی توربین سرداست)نازل ولوها نبایدبطورکامل ومحکم بسته شوندزیرادراثرگرما بدنه توربین منبسط می شودوباعث جام شدن ولومی شودو بازکردن ا ن درحالت گرم مشکل می شود.

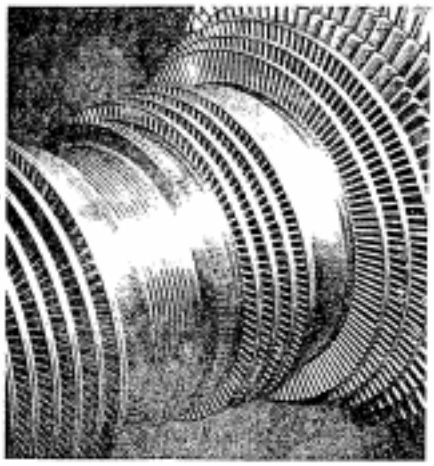
**رتور توربین**

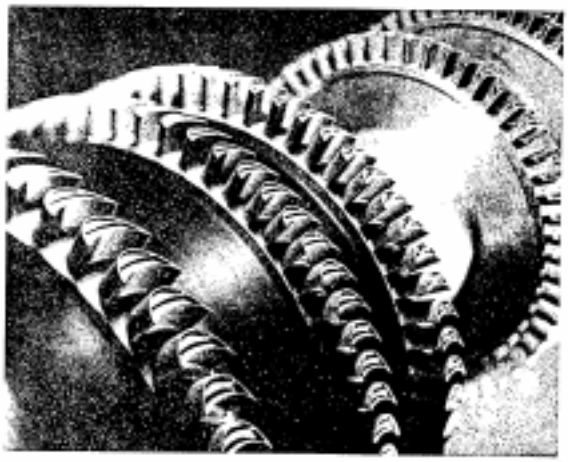
رتورتوربین شامل محور,پره های متحرک,کوپلینگ وسیستم تحریک کننده Over Speed است که بر روی محورShaftسوارمی شوندوعملیات تبدیل انرژی جنبشی وفشاری به انرژی مکانیکی دورانی وانتقال ان به محورماشین گردنده رابرعهده دارد.

مهم ترین قسمت رتورمجموعه پره های متحرک است که عمل تبدیل انرژی جنبش را به انرژی مکانیکی یاحرکت دورانی انجام می دهند.بسته به طراحی ونوع تبدیل انرژی درتوربین های بخارازپره های متعددی استفاده می شودکه درزیربه چندنمونه ازانهااشاره می شود:

الف-پره های نوعBucketشعاعی که این نوع پره هاکه بارتوربصورت یک پارچه ساخته می شونددرداخل رتورگودی هائی تعبیه شده است که بابرخوردبخاربصورت تقریباشعاعی به انها باعث حرکت رتورمی شود.این نوع پره هامعمولادرتوربین های نوع ضربه ای یک مرحله ای استفاده می شودوحسن انهابه این است که به غیرازمحدوده نازل ها فاصله محوری رتوروبدنه انهازیاداست واحتمال برخوردوتماس قطعات کمترمی شودالبته ازلحاظ فاصله شعاعی بسته به قطررتورمحدودیت وجوددارد که درشکل صفحه بعدنشان داده شده است..

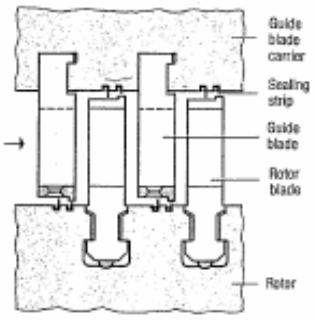


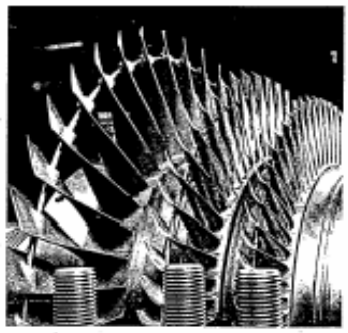




ب-پره های نـوع جریـان مماسـی وجریـان محـوری کـه درایـن نـوع رتورهـا تیغـه هـای متحـرک بصـورت جداجداساخته شده اندوازطریق شیارهائی روی رتورنصب می شوندکه هزینه های سـاخت انهـاخیلی بالاسـت ولی ازلحاظ راندمان وکارائی نسبت به نوع قبلی خیلی مناسـب ترمـی باشـندوجریان بخـارازروی انهابصـورت محوری می باشدودرتوربین های یک مرحله ای وچندمرحله ای قابل استفاده هستند.ولی بـرخلاف پـره هـای قبلی وجودرسوبات وناصافی ها روی سطوح انهامی تواندباعث کاهش راندمان شود.

Rotor drum stage blading with integral shrouding

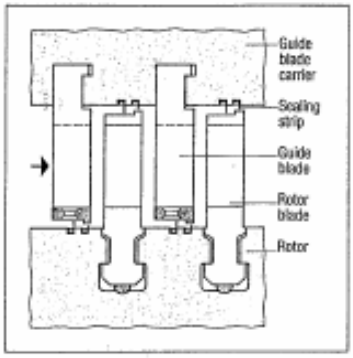


Last stages of a condensing turbine

ج-پره های نوع عکس العملی که شامل تیغه هـای بلنـدی هسـتندکه بـاپیچش وپروفیـل خاصـی طراحـی مـی شوندروی محورمونتاژمی شوندوسطح نسـبتازیادانهاباعث عـدم تاثیررسـوبات روی انهـامی شـودولی چـون درمراحل فشارپایین توربین نصب می شوندمشکل Erosionپیدامی کنندوبه دلیل اختلاف فشـاردوطرف پـره های متحرک نیازبه اب بندی لبه های پره هانسبت به بدنه است که درشکل های زیرشـمائی ازانهانشـان داده شده است.

Cylindrical moving blade with T-root and integral shroud




Blade tip sealing

Fir-tree root of a moving blade of the last condensing stage

Last stages of a condensing turbine

رتورها معمولا ازاین لحاظ در دودسته زیرطبقه بندی می شوند:

۱-رتورهای سختRigid Rotor

۲-رتورهای نرمFlexible Rotor

هررتوریامکانیزمی بسته به خواص فیزیکی ومکانیکی ان دارای یک فرکانس طبیعی است که وقتی تحریک می شودبااان فرکانس مرتعش می شودودرصورتی که فرکانس ارتعاشات اجباری بافرکانس طبیعی رتوربرابرشودباعث تشدیدشدن ارتعاشات می شودکه به این دوردوربحرانی یاCritical Speedگفته می شودکه ازلحاظ تئوری ارتعاشات دراین دور به سمت بی نهایت میل می کندکه می تواندبرای رتورودستگاه بسیارخطرناک باشد.به رتورهائی که دوربحرانیCritical Speedانهابالای دورکاریشان انهاباشدرتورسختRigid گفته می شودوبه رتورهائی که دوربحرانی انهازیردورنامی یا کاری انهاباشدرتورهای نرم یاFlxibleگفته می شود.دراین رتورها درحین افزایش دوردستگاه بایدازمحدوده دوربحرانی عبورکندکه بایددقت لازم انجام شودکه به هیچ وجه رتوردرمدت زمان زیاد دردوربحرانی قرارنگیردکه می تواندباعث افزایش ارتعاشات وخرابی قطعات گردد.

**دیافراگم هاDiaphragm**

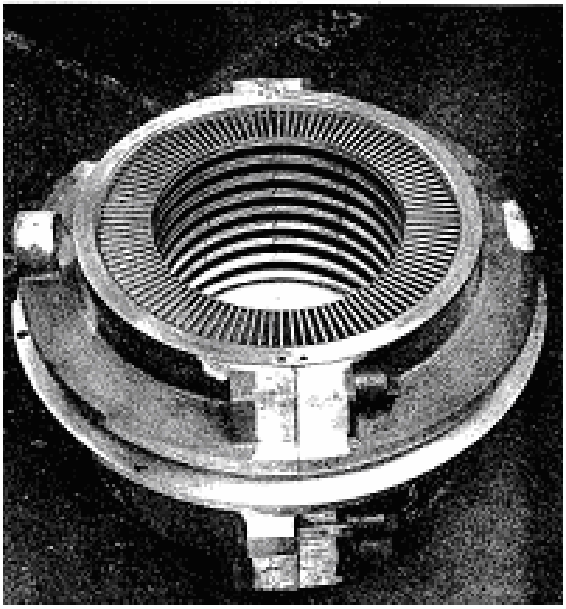
دیافراگم ها صفحات دایره ای شکلی هستندکه نیمی ازانهادربدنه بالائی ونیمه دیگرانهادربدنه پایینی دربین مراحل مختلف توربین های چندمرحله ایMultistage نصب می شودوچندین عمل مهم راانجام می دهند:

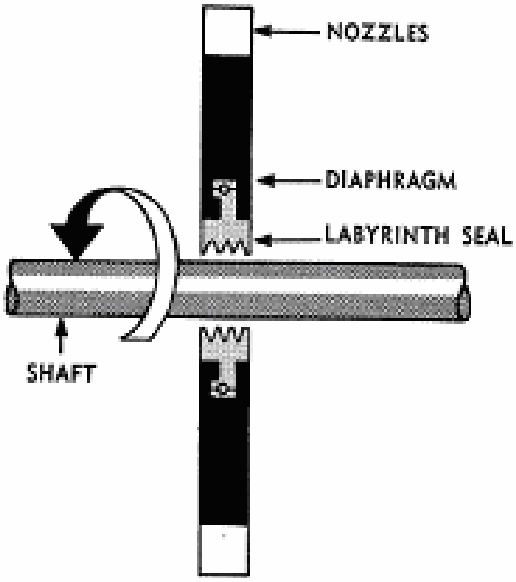
۱-جداکردن مراحل مختلف توربین ازیکدیگر.

۲- محل قرارگیری پره های هدایت کننده به منظورجهت دادن به بخار.

۳- محل قرارگیری اب بندهای داخلی برای جلوگیری ازنشتی های داخلی.

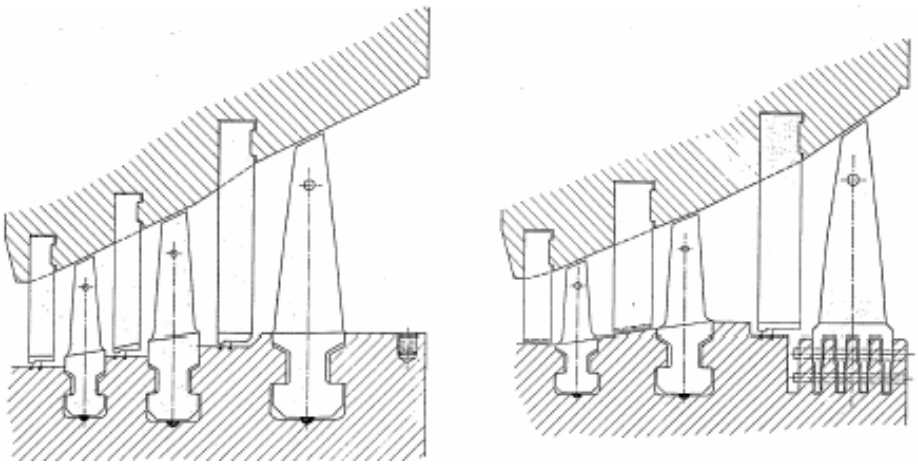
درشکل های زیرشمائی ازدیافراگم هانشان داده شده است.






**پره های ثابت یاپره های هدایت کننده**

وظیفه انها بازیافت فشاروجهت دادن به بخارازیک مرحله به مرحله بعدی توربین است دردیافراگم تعبیه شده اندوبه دلیل اختلاف فشاری که بین مراحل مختلف توربین وجوددارد‌بایدنسبت به هم اب بندی باشندکه معمولا توسط لابیرینت هائی که درقسمت قطرداخلی دیافراگم هانصب گردیده است عملیات اب بندی داخلی انجام می شودومسیرانتقال بخاازیک مرحله به مرحله دیگراجباراازطریق پره های متحرک انجام می شودتاانرژی نهفته دربخار به رتورمنتقل شود وباعث کاهش ارتعاشات و افزایش راندمان توربین شود.



## ولوهای مسیر بخار

برای کنترل کردن مسیرهای بخاروواردشده به توربین های بخارعلاوه برولوهائی که روی لوله های ورودی InletوخروجیOutlet توربین نصب شده (برای جداکردن توربین ازسیستم لوله کشی)ازدوعددولودیگر شامل :

۱-گاورنرولو یاتروتل ولوThrottle Valve-Governor Valve

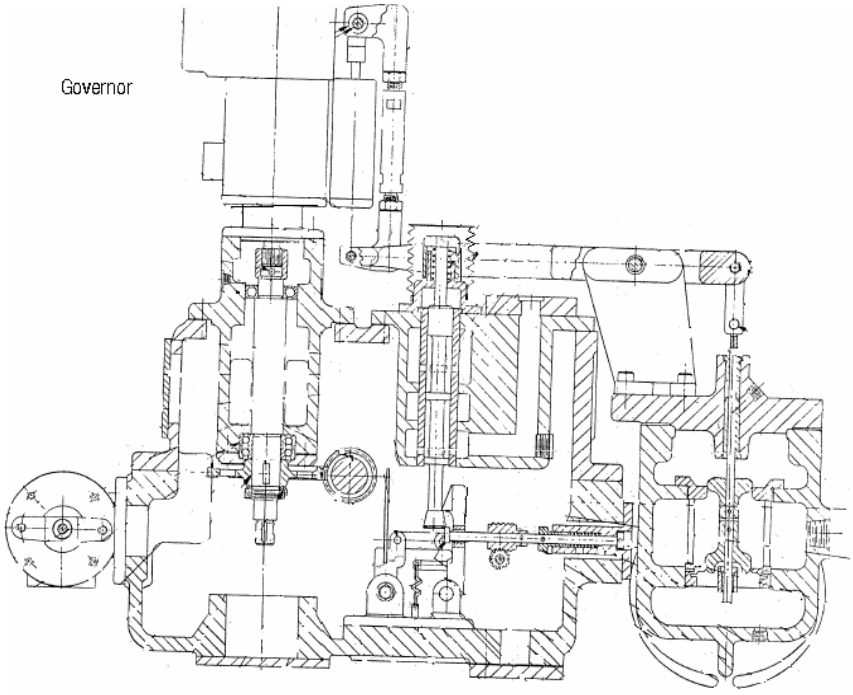
۲-استاپ ولویاولواضطراریEmergency Trip –Stop Valve استفاده می شود.

دربیشترتوربین های کوچک ومتوسط این دوولودرداخل یک بدنه تعبیه شده اندو دربیشترطراحی ها ابتدا استاپ ولوتعبیه شده(بخاراول به استاپ ولووواردمی شود)وبعدازان گاورنرولوودربعضی مواردنیزعکس این حالت است .

ذیلابه شرح کاروساختمان هرکدام ازانهاپرداخته می شود.

### وظیفهGovernor Valve یاThrottle Valveساختمان و اصول کار آن

بخار ازداخل ولوهای فوق عبورمی کند تا به مرحله اول توربین هدایت شود. گاورنرولویاتروتل ولواز یک دستگاه به نامSpeed Governor یا گاورنرکه وظیفه ان ثابت نگه داشتن دورتوربین است و معمولا ازطریق اتصالات مکانیکی بهThrottle Valve متصل می شودوازان فرمان می گیرد

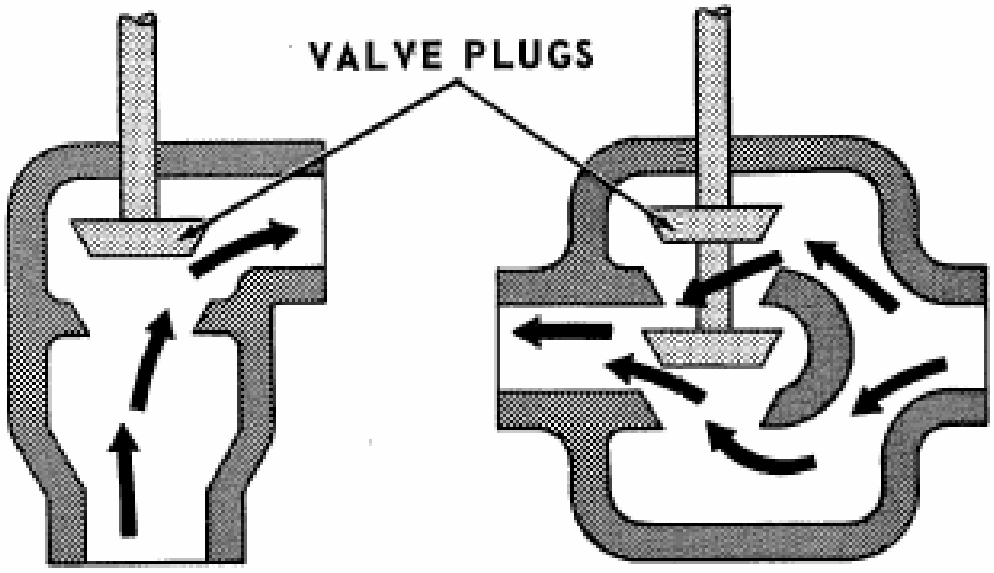


وقتی که توربین درسرویس نباشداین ولوکاملآ باز است وهنگامی که توربین درسرویس قرارمی گیـرد بسـته به مقداربار ودورتوربین ونیازتوربین به بخارمقداربخاروروودی بـه تـوربین رابرحسـب باراعمـال شـده روی توربین تنظیم می شود.

میله حامل Seat این ولو از خارج به یک اتصال مکانیکی مربوط می شود که در بالا و پائین محفظه خود از میان بوش های فولادی ضد رنگ از جنس سخت که کاملآ راه خروج بخار را به بالا یا پائین محفظه بخار مـی بنـدد Close Fitting عبور می کندولی با این حال احتمال دارد که مقداری بخار از طریق بوش ها بـه بـالا یـا پـائین محفظه نشت کندکه برای ممانعت ان دو راهگاه مناسب تخلیهDrain برای خارج کردن بخار یـا Condensate در محلهای فوق تعبیه شده است که به آنها Leak Off Point گفته می شود این مسیرها هرگـز نبایـد بسـته باشند و حتمآ باید به اتمسفر یا به Drain مناسبی تخلیه شوند.

برای عملکردسریع گاورنردرثابت نگه داشتن دورباید گاورنر ولوبتواندسریع عمل کندکه این کارازطریق کـم کردن اصطکاک درمقابل حرکت محوری وبالانس نمودن هیدرولیکی ان انجام می شودبه این معنی که اختلاف فشاردوطرف پلاک این ولوهاباعث ایجادنیروی محوری روی ان نشودکه برای نیل بـه ایـن هـدف بخصـوص درولوهای باسـایزبزرگ کـه درفشـارهای بالاکـارمی کننـدازولوهای بـالانس شـده کـه دارای دومسـیربرای عبوربخاردادن استفاده می شود.

درشکل زیریک نمونه ازاین نوع ولونشان داده شده است.

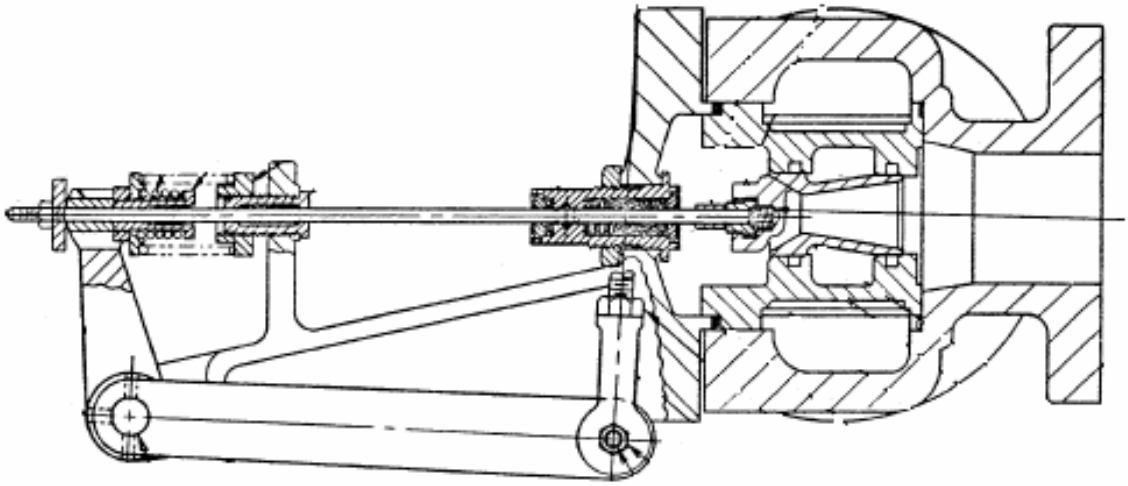



گاورنر ولوها که فرمان بازوبسته کردن را ازگاورنرمی گیرندبه دوصورت طراحی واستفاده می شوند:

الف-Single Valve Governor

ب-Multi Valve Governor

درزیرشمائی ازیک ولو نوع تکی Single نشان داده شده است.



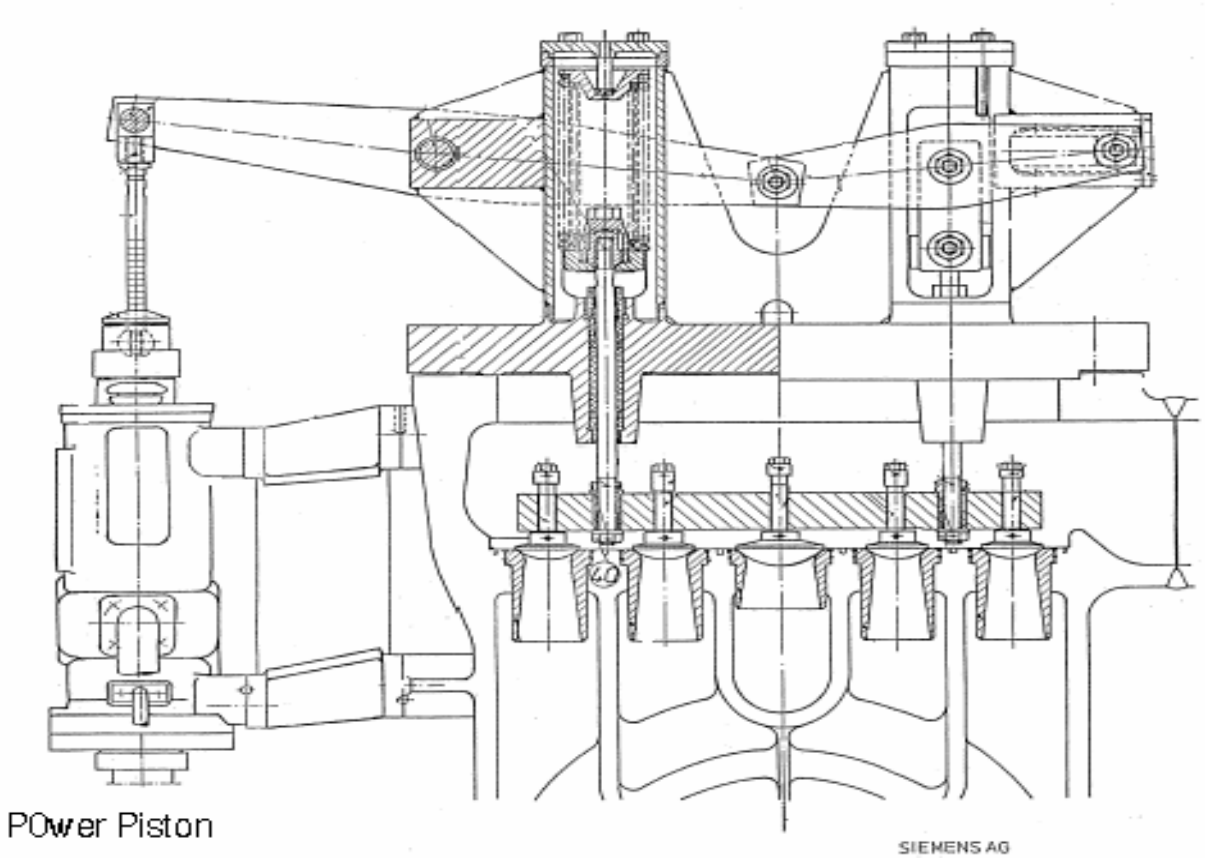
درتوربین های بزرگ گاورنربطورهم زمان مسیرعبوربخارچندین ولوکه هرکدام ازانهاچندین نازل را تغذیه می کنند راباهم کنترل می کنندMulti Valve Governor که درحالت تمام بارFull Load همه یابیشتر ولوهابازهستندووقتی بارتوربین کاهش پیدامی کندگاورنربعضی ازولورامی بند د البته موقعیت ولوهابستگی به محل قرارگیری مهره انهابرروی دسته های ولوهادارداگرمهره دربالاترین محل خودقرارداده شودوقتی میله گاورنر به طرف بالاحرکت می کندولوکمتربازمی شودوبرعکس.البته هرکدام ازاین ولوها نیزبخارموردنیازیک ردیف ازنازل هاراتامین می کندکه برای بازوبسته کردن این ولوهانیازبه نیروی زیادی است که توسط فشارروغن تامین می شود.

طراحی Multi Valve Governor معمولا روی توربوژنراتور های بزرگ که محدوه تغییرات بار انهازیاد است استفاده می شودودیگرنیازبه استفاده ازنازل ولوهای کمکی نیست ودرهنگام تعمیرات روی این ولوها بایدبه اب بندی انهانیزتوجه نمودزیرادرمواقعی که بارروی توربین کم است بعضی ازولوها بایدمسیررابطورکامل ببندودرصورت اب بندنبودن باعث سایش وخرابی بیشترسطوح اب بندی ولوهامی شود.

لازم به توضیح است کهPlug Valveهاروی میله های مربوطه ازادندووقتی میله افقی بطرف پایین حرکت می کندوولودرمحل خودقرارمی گیردتوسط فشارناشی ازبخارداخل محفظهSteam Chestقطعات انهاروی همدیگراب بندی می شوند.

درزیرشمائی ازMulti Valve Governor که دارای پنج عددریچه ورودی بخارباچنداندازه مختلف طراحی شده است نشان داده شده است.

.




**شیرقطع اضطراریStop Valve- Emergeney Trip Valve**

در توربین ها علاوه برولو گاورنرGovernor Valve که جهت تنظیم مقداربخارورودی به توربین برای کارکردن توربین روی یک دورمشخص بکارمی رود یک ولودیگر به نام شیرقطع اضطراری Emergency Trip Valveروی ان تعبیه می شود که یک ولو دو حالتی است بدین معنی که در هنگامی که توربین در حال کار است ولو کاملا باز است ولی اگر به هر علتی توربین بایدبصورت اضطراری ازسرویس خارج شودکاملامسیربخاررامی بندد.

فرمانهای قطع اضطراری Shut Downروی این ولواعمال می شودرتوربین های کوچک بصورت مکانیکی وبیشترفرمان ازمکانیزم دوربیشینهOver Speedگرفته می شودولی درتوربین های بزرگ بصورت

هیدرولیکی عمل می کندوباقطع فشارهیدرولیکی روغن مسیر بخار را مسدود می کندکه درصفحات بعدبطورمفصل تری موردبحث قرارمی گیرد.

ولو اضطراری درتوربین های بزرگ وظیفه قطع کردن جریان بخار به توربین را در یکی از شرایط زیر عهده داراست:

۱- پائین بودن فشار روغنLow Oil Pressure

۲- حرکت بیش از اندازه محور High Axial Movment

۳- اشکال در سیستم خلاءLow Vccum

٤- بالا رفتن بیش از اندازه دورOver Speed

۵- بالارفتن درجه حرارت روغنHigh Lube Oil Tempreture

۶- افزایش لرزش وارتعاشاتHigh Vibration

۷- تغییرات ارتفاع اب داخل کندانسور

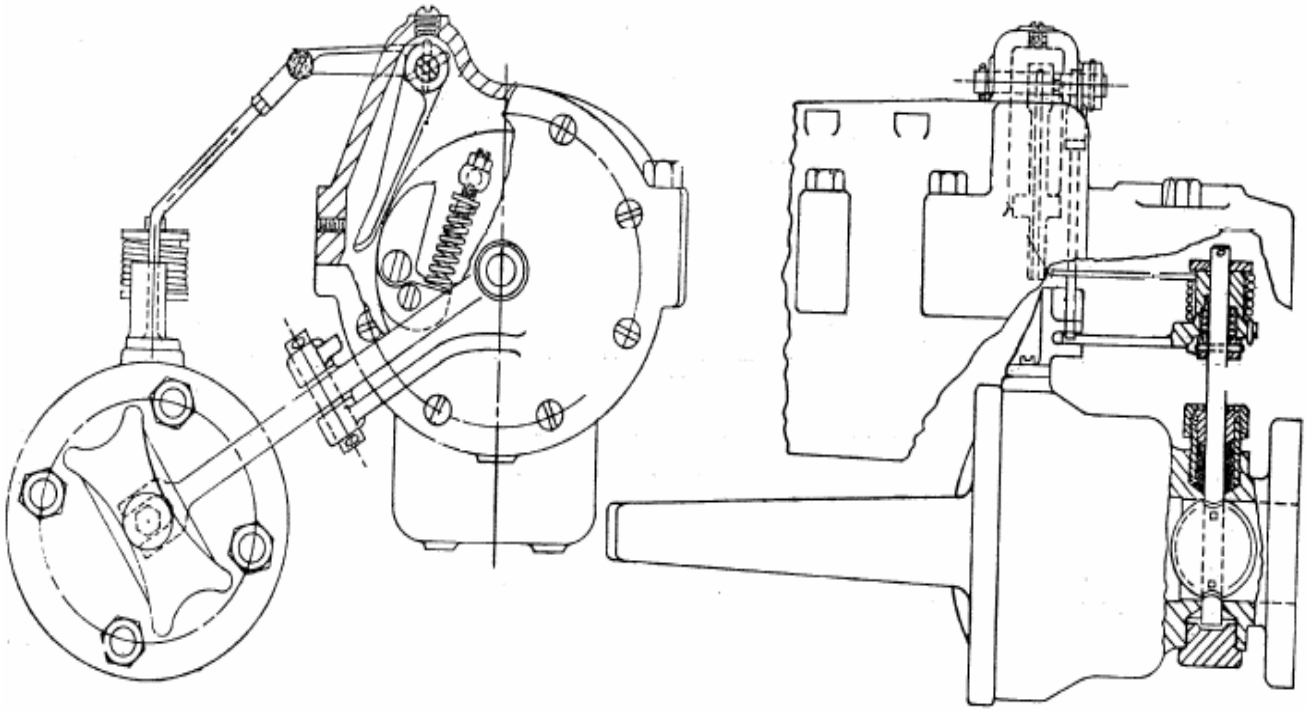
۸- مسائلی که باعث اسیب رساندن به سیستم گردنده می شودو.....

لازم به توضیح است که این سیستم ها مجهز به سیستم های آلارم هم هستند و قبل از اینکه فرمان Shut Down صادرشود بوق های آرام نیز وارد عمل می شود و اگر باز هم شرایط فوق رو به افزایش باشد فرمان Shut Down صادر می گردد و موجب بسته شدن ولواضطراری Stop Valve وقطع جریان بخار ورودی به توربین وازسرویس خارج شدن توربین می شود .

**ساختمان مکانیکی ولواضطراری**

درتوربین های مختلف این ولوهابه روش های مختلفی طراحی وساخته می شونددرتوربین های کوچک معمولا ازولوهای پروانه ای یا دیسکیButerrfly Valve که توسط یک میله که بامحورولومی چرخد ویک فنرپیچشی که روی ان قرارگرفته است استفاده می شودکه وقتی ولوResetشده است توسط زائده ای که جلوی حرکت میله رامی گیردکاملا مسیررابازنگه می داردودرصورت حرکت زائده وازادشدن محورولو با۹۰درجه چرخش می تواندمسیربخاربه توربین را کاملا ببندد وتوربین راازسرویس خارج کند.

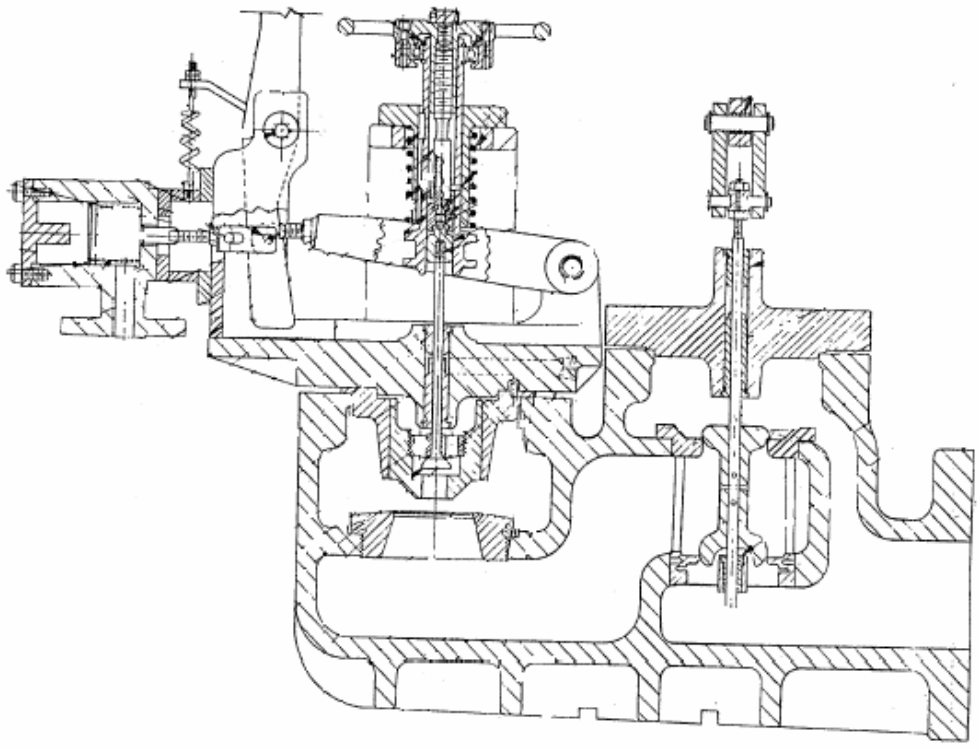
درشکل صفحه بعدشمائی ازButerrfly Valveکه ازطریق مکانیزم مکانیکی عمل قطع ورودبخاربه توربین راانجام می دهد نشان داده شده است.



لازم بـه توضـیح اسـت کـه ایـن ولوهابایـددرزمانی Resetشـوندکه فشاربخارازپشـت انهابرداشـته شـده باشددرغیراین صورت نیازبه نیروی زیادی بـرای Resetکـردن مـی باشـدکه مـی تواندمنجربـه خرابـی پـین ویاتغییرشکل میله ولوونهایتاعدم اب بندی ان شود. استفاده ازاهرم یالوله برای Resetکـردن نیزباعـث همـین مشکلات خواهدشدکه بایدمدنظرقرارگیرد.

درتوربین های بزرگ ازGlobe Valveها به عنوان شیراضطراری استفاده مـی شـودکه ایـن نـوع ولوهازیـک بدنه فولادی ساخته شده اندکه درداخل ان محلی برای نشستن قسمت اب بندکننده تعبیه شده است وقسمت دیگراب بندکننده روی یک میله فولادیStemسواراسـت کـه باحرکـت کشـوئی خودعمـل بـازکردن یابسـتن مسیربخاروورودی به توربین راانجام می دهد.میله ی حامل شیر اضطراری در بالا و پائین محفظه عبور از میان بوش های فولادی ضدرنگ از جنس سخت بالقی یاClearanceکم عبور می کنندکه در قسمت بـالای محفظـه عبور در بدنه شیر یک منفذ با مته ایجاد شده است که بخار یا Condensate را که ممکن اسـت از بـوش بـالا نشت کرده را به خارج هدایت کند. این مسیر هرگز نباید بسته باشد و حتمـآ بایـد بـه اتمسـفر یـا بـه Drain مناسبی تخلیه شود.

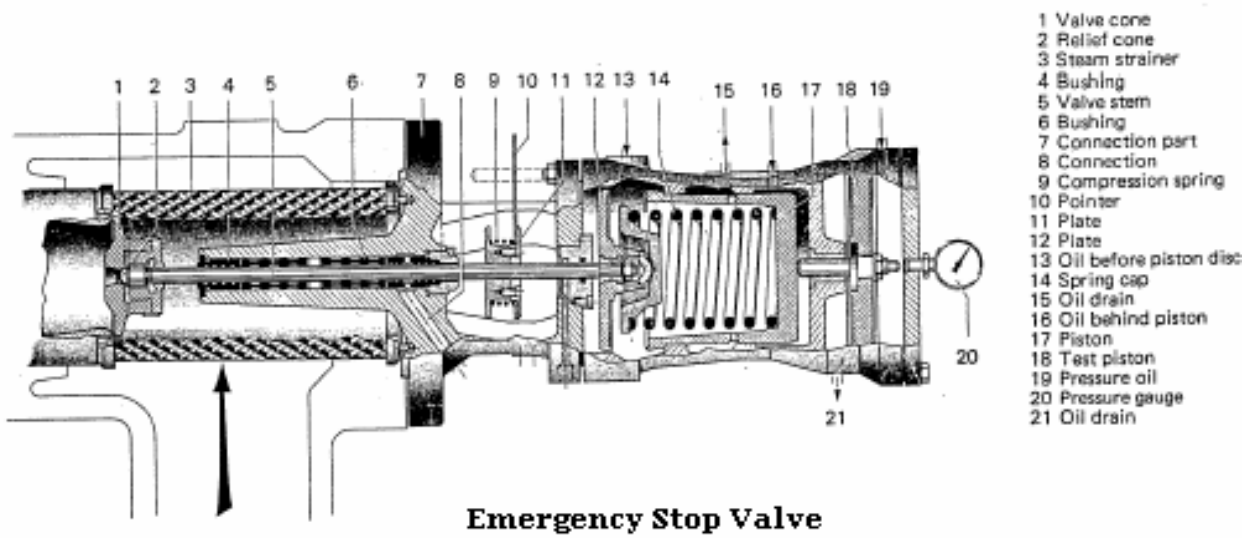
درشکل زیرشمائی ازساختمان گاورنرولووشیراضطراری که توسط فشارهیدرولیکی روغن عمل می کند نشان داده شده است.



لازم به توضیح است که وقتی توربین درموقعیت تریپ قراردارد تریپ ولوباید جلوی مسیرورودی بخاربه توربین راکاملامسدودکندواجازه ورودبخاربه توربین داده نشودکه این مستلزم اب بندی کامل این ولواست که درحین تعمیرات باید بادقت بالائی قطعات اب بندی انGrindشود.

بخارورودی علاوه برمسیر نرمالی که به شیروارد می شود از طریق یک Orifice که در بدنه شیر تعبیه شده است به بالای Seat شیر هم هدایت می شودتافشاردوطرف پلاک ولورامتعادل کندوازایجادنیروهای هیدرولیکی روی میله ولوممانعت به عمل اوردودرکمترین زمان ممکن وکمترین نیروبتواندمسیربخارورودی به توربین راببندد.نحوه عمل کردن این نوع ولوهابخصوص درتوربین های بزرگ بیشتربصورت هیدرولیکی است وبافشار روغن کارمی کنند این ولو به یک سیلندر و پیستون مجهزشده اند که با واردکردن روغن به پشت پیستون مکانیزم Trip درگیر می شود و هرگاه فشار روغن ازحدمعینی کمترشود نیروی فنری پشت پیستون, پیستون رادرجهت مخالف حرکت می دهدوباازادشدن ضامن مربوطه ولو جریان ورودی بخار را می بندد.

درشکل زیرنیزشمائی ازساختمان داخلی یک ولو اضطراریStop Valveکه درتوربوژنراتورهای بزرگ استفاده می شودنشان داده شده است.




**Emergency Stop Valve**

**سیستم حفاظتی قطع اضطراری سرعت بالاEmergency Over Speed Trip**

برای حفاظت ازتوربین ها دربرابرافزایش دور,تمامی توربین هامجهزبه یک سیستم حفاظتی هستندکه ازایجادخسارت ناشی ازدورهای بالا روی انهاممانعت به عمل می اوردکه به ان Emergency Over Speed Trip یا گاورنراضطراری Emergency Governorگفته می شودکه وقتی دورتوربین ازحدی که قبلا برای ان تعریف وتنظیم شده است بالاترودواردعمل می شودباقطع جریان بخارتوربین راازسرویس خارج می کند.

.سرعت Over Speed بسته به نوع استفاده از توربین وساختمان ان داردوبرای توربین های مختلف باهم متفاوت است مثلا برای توربین هائی که درسیستم های سوخت رسانی به بویلرهاوکوره مورداستفاده قرارمی گیرندبایددوربیشینه بالاترباشدتادرصورتی که مشکلی بوجودمی ایدسریع ازسرویس خارج نشودبه عبارت دیگرتوربین فدای سیستم شودوازTotal Shut Downممانعت شود.معمولا دورOver Speedتوربین ها روی Name Plateانهادرج می شود دراکثرمواقع این سرعت حدود ۱۰ تا۱۵ درصد بالاتر از سرعت کاری توربین تنظیم می شود.بطورمثال اگردورتوربین ۳۰۰۰دوردردقیقه باشد(با۱۰درصدبالای دور)دوربیشینه روی ۳۳۰۰دوردردقیقه تنظیم می شود.

بعدازتعمیرات روی توربین حتمابایدازکارائی این سیستم اطمینان حاصل نمودوروش کاربه این صورت است که با جداکردن کاپلینگDiscoupleازماشین گردنده ارام ارام دورتوربین بالابرده می شودووقتی که به

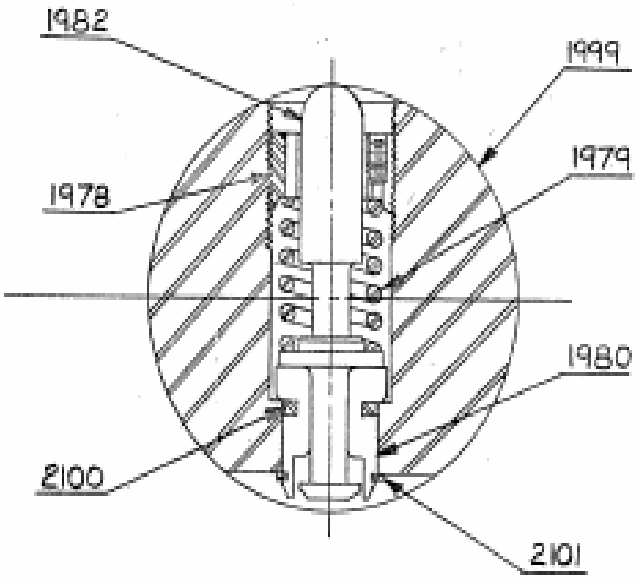
دورOver Speedمی رسدبایدتوربین بطوراتوماتیک ازسرویس خارج شودکه البتـه بـرای اطمینـان بیشـتراین کاردرچندین مرحله بایدانجام شود.

این سیستم حفاظتی ازدوقسمت تشکیل شده است یکی مجموعه ای که روی محورتوربین قراردارددوبه عنـوان Sensorدورعمل می کندوبه ان گاورنراضطراری گفته می شوددیگری مکانیزم وسیستم اهـرم بنـدی وانتقـال حرکت است روی ولواضطراری است که باعث Shut Downتوربین می شودکه ذیلا به شرح انهامی پردازیم.

**ساختمان گاورنراضطراری Emergency Governor**

همانطورکه قبلا نیزاشاره شداین مکانیزم به عنوان حس کننده دورتوربین عمل می کندووقتی که دورتوربین به دوری که ازقبل روی ان تنظیم شده می رسدباعث عمل کـردن ایـن سیسـتم وتحریـک مکـانیزم مربوطـه وShut Downتوربین می شود.

گاورنرهای اضطراری بصورت مکانیکی وبراساس تعادل نیروهاعمـل مـی کننـدوغالبا بـه دوصـورت وزنـه ای ودیسـکی طراحـی مـی شـوندکه ازلحـاظ سـاختمان بـا هـم متفـاوت انـدولی ازلحـاظ اصـول کاربـا هـم یکـی هستند.درشکل زیرشمائی ازگاورنرنوع وزنه ای وقطعات ان نشان داده شده است.



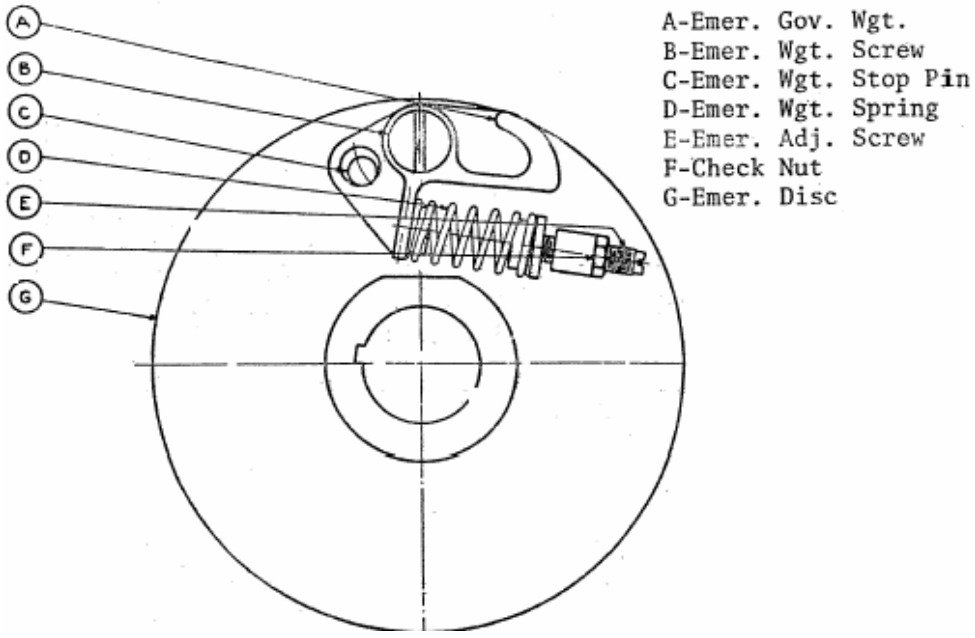

EMERGENCY GOVERNOR CUP ASSEMBLY

| PART NO. | NAME OF PART |
|---|---|
| 1978 | ADJUSTING SCREW |
| 1979 | EMERGENCY SPRING |
| 1980 | EMERGENCY WEIGHT BUSHING |
| 1982 | EMERGENCY WEIGHT |
| 1999 | EMERGENCY GOVERNOR CUP |
| 2100 | RETAINING RING - OPEN TYPE |
| 2101 | RETAINING RING - EXTERNAL TYPE |

گاورنر اضطراری در داخل محوریادرداخل یک محفظه فنجان مانند در انتهای شافت توربین نصب می شـوند و کاملاً مستقل از گاورنر سرعت Speed Governor عمل می کند. این سیستم از یک وزنه ویک فنـر ومهـره

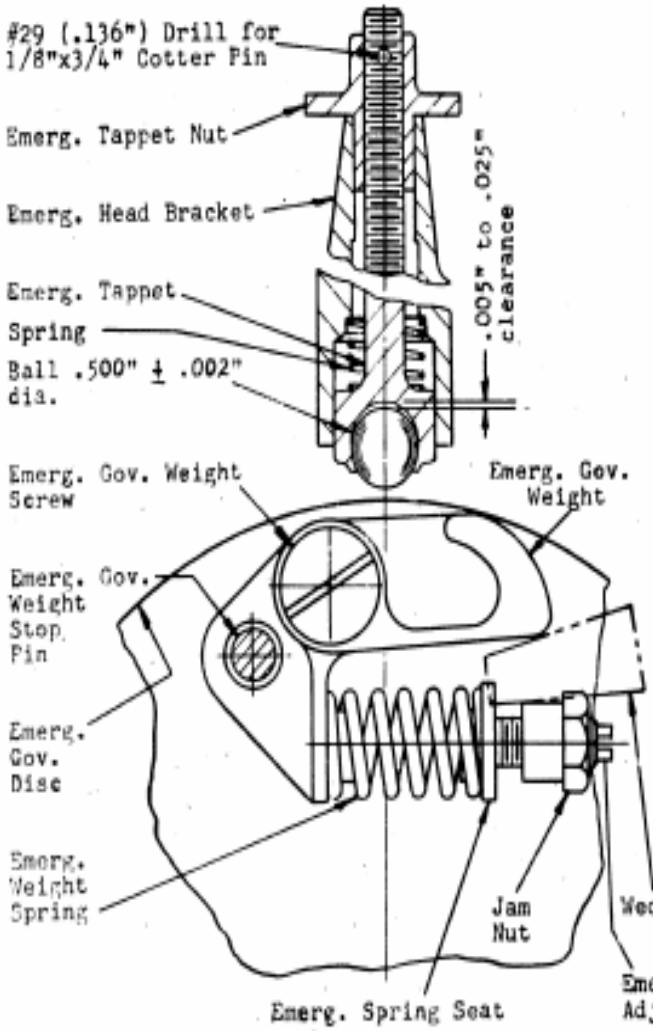
تنظیم تشکیل شده است واصول کاران براساس تعادل نیروی گریزازمرکزناشی ازدوران محوورروی وزنه ونیروی ناشی ازفشردگی فنراست که درجهت مخالف یکدیگرروی وزنه اعمال می شوند. وقتی که سرعت توربین به دوربیشینه Over Speedیا سرعت Trip می رسدنیروی گریز از مرکز وزنه برنیروی فنری غلبه پیدامی کند وباعث می شودوزنه ازداخل محور بطرف بیرون حرکت کندو به زائده ای بنام Trip Trigger ضربه می زندوباعث تحریک سیستم مکانیکی یاهیدرولیکی می شودکه ان نیزباعث تحریک Emergency Valveوبستن سریع بخارورودی به توربین وتریپ دادن ان می شود.

درزیرنیزشمائی ازیک گاورنراضطراری نوع دیسکی نشان داده شده است که این مجموعه توسط کلیدKeyروی محورقرارمی گیردوبا ان می چرخدووقتی که دورتوربین به حدOver Speedرسیدنیروی گریزازمرکزناشی ازدوران وزنه گاورنر.Emer. Gov. Weightبرنیروی فنری غلبه پیدامی کندوباعث چرخش وزنه حول پین مربوطه وبیرون امدن ان وتحریک سیستم می شودوتوربین بصورت اضطراری ازسرویس خارج می شود.




لازم به توضیح است که برای تنظیم سیستم گاورنراضطراری روی دورموردنظر ازپیچ تنظیم Adjusting Screw استفاده می شودکه توسط ان نیروی فشاری فنررامی توان کم وزیادنمودرصورتی که نیروی ناشی ازفشردگی فنرافزایش پیداکندتوربین دردوربالاتری Tripمی دهدوبرعکس هرچه نیروی فشاری فنرباشل کردن پیچ تنظیم کمترشودتوربین دردورپایین تری Tripخواهدکرد.

درشکل های زیرشمائی ازمکانیزم داخلی این سیستم که دراکثرتوربین های بخاراستفاده مـی شودنشـان داده شده است.




Setting Disc-Type Emergency with Ball-type Tappet During Turbine Shut-down

1. Remove the emergency weight spring, emergency spring seat and jam nut.

2. Use a wedge to block the emergency governor weight in its maximum outward position.

3. Replace the bearing cap and rotate the shaft so that the emergency governor weight presents its maximum height to the ball tappet. With the emergency tappet nut held down firmly against the emergency head bracket, screw down the tappet until the ball is just held between the emergency governor weight and the top of ball seat, after which, screw the ball tappet down exactly one turn. Do not screw tappet any further. Drill and install a cotter pin in the tappet to hold this setting.

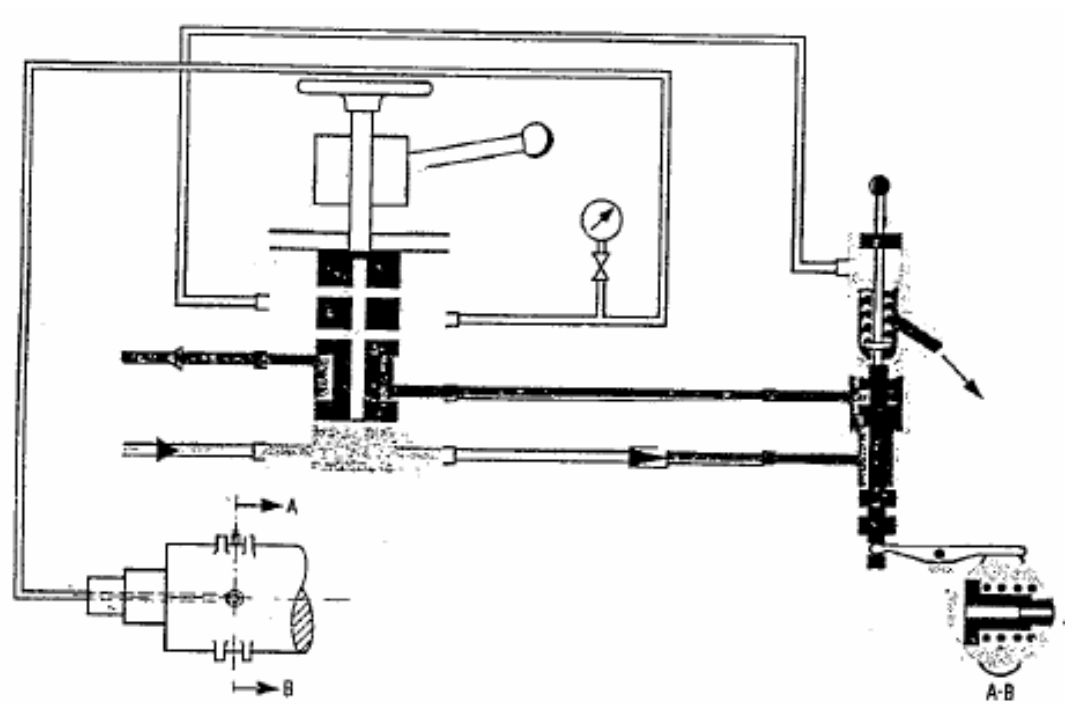
4. The tappet is now properly set with respect to the weight.

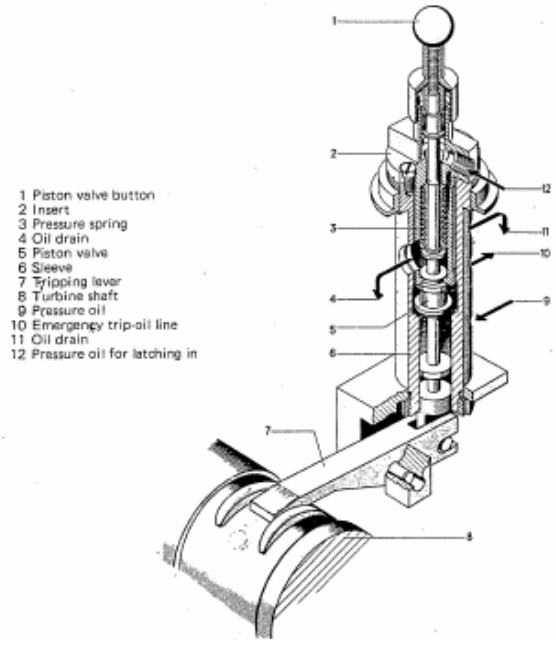
5. Remove the wedge and reinstall the emergency weight spring, spring seat, emergency spring adjusting stud and jam nut. Obtain the proper tripping speed by adjusting the compression on the spring with the emergency spring adjusting stud and lock by means of the jam nut.

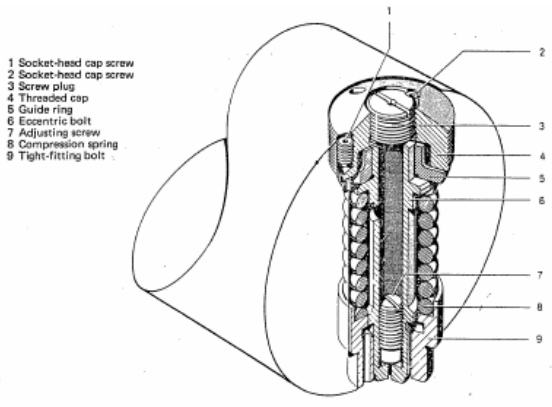
لازم به توضیح است که بنابه اهمیت سیستم Over Speedدرمحافظـت ازتـوربین هـای بخـاراین سیسـتم هـا بایـدطبق برنامـه هـای زمـان بنـدی چـک شوندتاازکارکردصـحیح انهااطمینـان حاصـل شـودبه همـین دلیـل درتوربوژنراتورهای بزرگ مکانیزمی طراحی می شودکه قادربه تست نمودن این سیستم درحین کـارتوربین است وبه انEmergency-Governor Testing Device گفته می شودونحوه کاران به این صورت اسـت کـه بااعمال روغن تحت فشارازمسیرتعیین شده ازوسط شافت به زیروزنه گاورنراضطراری ازعملکردصحیح وجام نبودن ان اطمینان حاصل می شودکه درپریودهای زمانی مشخصی این سیستم بایدچک شود.

البته فشارروغن فقط به اندازه ۶۰۰دوردردقیقه کمک به کاهش نیروی فنری می کندوباتوجه به این که مقداری نشتی روغن وجوددارداین سیستم کامل اب بندی نیست وعمل کردن این سیستم بافشارروغن دلیل برعمل کردن دقیق سیستم Over Speedدردوربیشینه نیست.

درشکل زیرشمائی ازاین سیستم که درتوربوژنراتورهای تولیدبرق استفاده می شودنشان داده شده است.



## نحوه عملکرد گاورنراضطراری

بسته به نوع توربین وطراحی اولیه این سیستم بااستفاده ازچندمکانیزم,عمل قطع اضطراری Shut Downتوربین راانجام می دهد:

الف-قطع مکانیکی

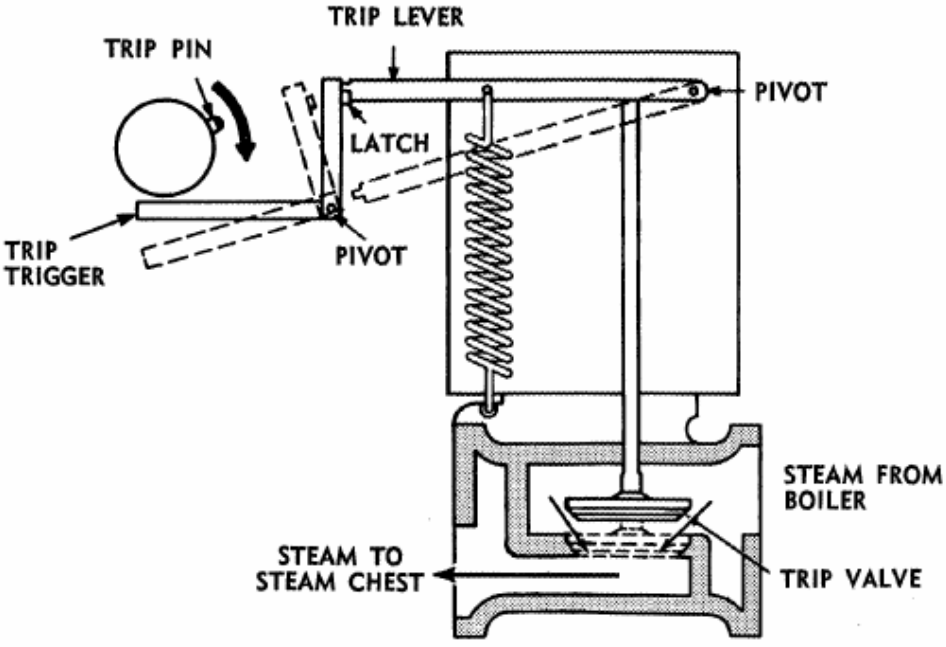
ب-قطع هیدرولیکی- مکانیکی

ج-قطع هیدرولیکی

که ذیلا به نحوه عملکرداین سیستم هاپرداخته می شود.

## سیستم Trip مکانیکی

درتوربین های کوچک سیستم Over Speedبصورت مکانیکی عمل می کند و چنانچه دور بیش از اندازه مشخصی بالا تررود وزنه ای که بر روی محورویادیسک نصب شده است در اثر نیروی گریز از مرکز بطرف بیرون از محیط دیسک حرکت داده می شود و با دسته اهرمیTrip Trigger که به ضامن شیر اضطراری متصل است برخورد می نمایدوباعث تحریک سیستم اهرم بندی وازادشدن ضامن نگهدارنده ولواضطراری وعمل کردن Emergency Valve و بستن مسیربخارباکمک نیروی فنروازسرویس شدن توربینTrip می شود. درشکل زیر شمائی ازان نشان داده شده است.



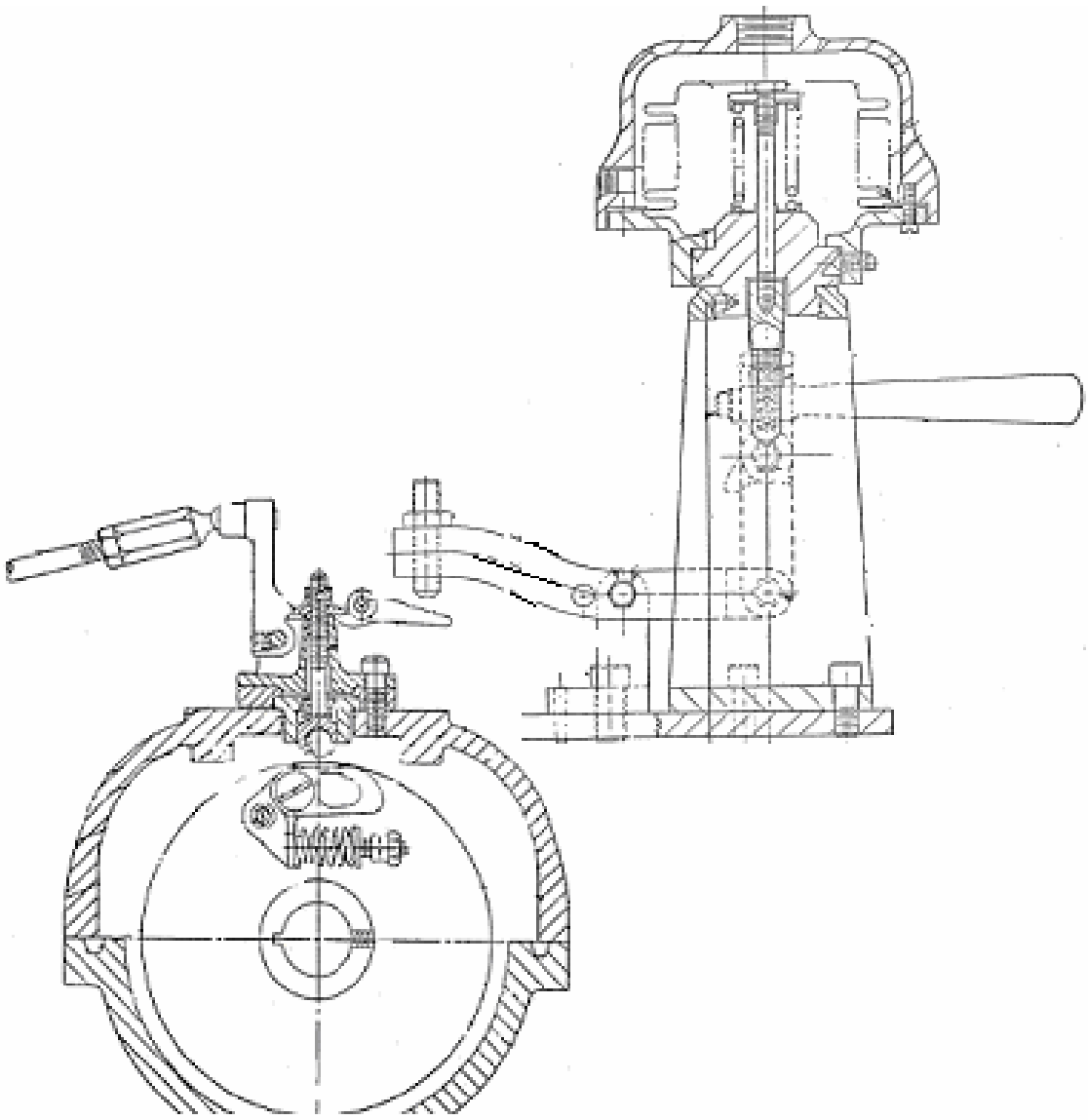
لازم به توضیح است که سیستم های مکانیکی موردبحث فوق که معمولا درتوربین های کوچک استفاده می شود فقط قادرهستند توربین رادربرابردورهای بالامحافظت کنندرصورتی خطرات دیگری نظیر کم شدن فشارروغن لرزش وارتعاشات و.....که باعث خسارت دیدن توربین می شوندوتوربین بایدازسرویس خارج شودبایدازسیستم های هیدرولیکی استفاده شودکه بسته به شرایط طراحی وهزینه های اولیه طراحی ونصب ودرخواست سفارش دهنده توربین دارد.

پاسخ زمانی سیستم های مکانیکی به دلیل وجودنیروهای اصطکاکی بین اتصالات پایین است که همین باعث تاخیرزمانی دربستن ولواضطراری می شودکه می تواندباعث افزایش دورناگهانی وایجادخسارت های جدی روی توربین شودودرتوربین های بزرگ ازاین نوع طراحی کمتراستفاده می شود.

**سیستم Trip هیدرولیکی- مکانیکی**

دربعضی ازتوربین های کوچک ومتوسط برای قطع اضطراری بخارورودی به توربین از سیستم Sylphone Typeکه باکاهش فشارروغن کارمی کنداستفاده می شودکه یک نمونه ازان درشکل صفحه بعدنشان داده شده است.همانطورکه ملاحظه می شوداین سیستم شامل یک قسمت مکانیکی است که با Over Speedشدن توربین باعث بالا رفتن Tappetشده وباازادکردن ضامن سیستم اهرم بندی باعث قطع ورودبخاربه توربین می شودومکانیزم دیگران بااستفاده از فشارروغنی که دراطراف بلوزواردمی شودعمل می کندوباعث جمع شدن بلوزمی شودعمل می کند.وقتی فشارروغن ازحدمعینی کمترشودنیروی فنری زیربلوزبیشترازفشارروغن می شودوباعث بالامدن بلوزومیله متصل به ان وسیستم اهرم بندی ان می شودوبازموجب ازادشدن ضامن سیستم اهرم بندی وقطع بخاربه توربین می شود.

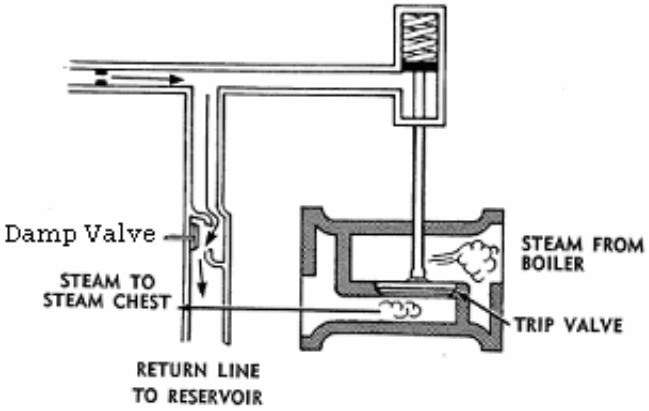
درصفحه بعدیک نمونه ازاین سیستم که عمل قطع اضطراری بخارورودی هم بصورت مکانیکی وهم بصورت هیدرولیکی روی سیستم اهرم بندی ولواضطراری عمل می کند نشان داده شده است.



**سیستم Trip هیدرولیکی**

درتوربین های بزرگ برای پاسخ زمانی بالاترازمکانیزم های هیدرولیکی استفاده می شوداین مکانیزم ها باستفاده ازفشارروغن عمل می کنندو کلیه فرمانهائی که باعث ازسرویس خارج شدن توربین می شودروی دوعددولوتعبیه شده درمسیرروغن اعمال می شود که یکی ازانهابرقی بوده وفرمان های Shut Down اعمال شده ازسیستم های حفاظتی باعث تحریک ان می شودو به ان Selenoid Valve گفته می شودودیگری Hydraulic Trip Valve است که بصورت مکانیکی هیدرولیکی عمل می کندودرهنگامی که دورتوربین ازحدمجاز Over Speed افزایش پیدا کندواردعمل می شودو باعث تخلیه روغن وافت فشارروغن وعمل کردن استاپ ولو وازسرویس خارج کردن توربین می شودتاازایجادخسارت روی توربین جلوگیری شود.

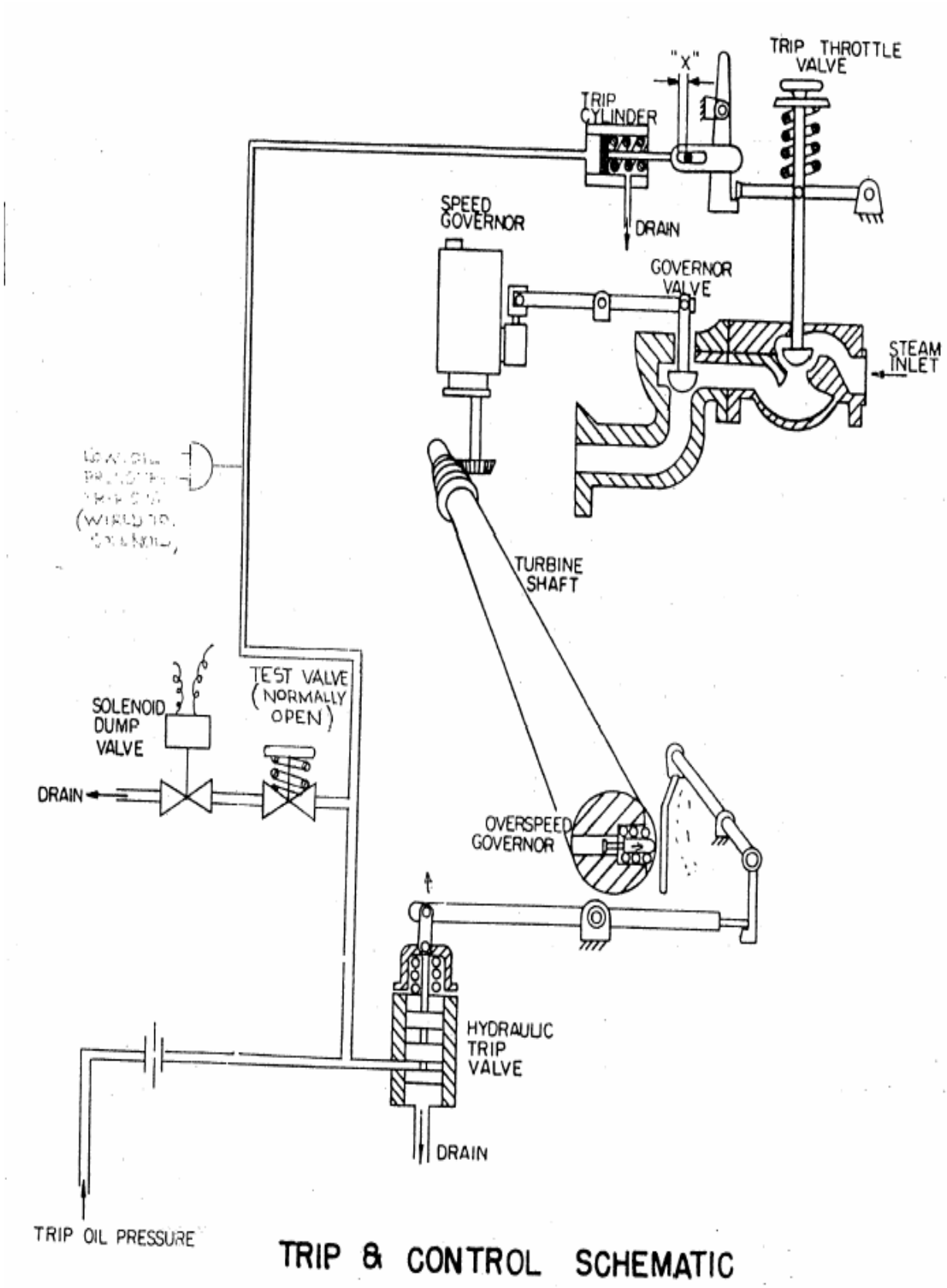
درشکل زیرشمای ساده ای ازیک ولواضطراری که بصورت هیدرولیکی ودراثرکاهش فشارروغن عمل قطع بخاروارد‌شده به توربین راانجام می دهد نشان داده شده است.




فشارروغن ضامنی را که به پیستون ان متصل است را با دستگیره شیر اضطراری درگیر می کند و باعث می شود پیستون به سمت جلوحرکت کند(درخلاف جهت فشردگی فنر) پیستون درطرف دیگر دارای یک دسته است که به اهرم Trip اضطراری متصل است. فشار پیستون موجبات درگیری اهرم Trip اضطراری و اهرم شیر اضطراری را فراهم می کند. چنان چه دورتوربین ازحدمجازی افزایش پیداکندباعث جابجائی وزنه وتحریک سیستم اهرم بندی شده در نتیجه اهرم Trip درHydraulic Trip Valve از درگیری خارج و Seat شیر که تا این زمان راه عبور روغن را مسدود کرده بود کنار رفته و روغن آزادانه به مخزن روغن Resevoir برمی گردد و فشار روغن در Trip Cylinder پائین می آید و در نتیجه ضامن نگهدارنده شیراضطراری ازادشده وباکمک نیروی فنری پشت ان باعث بسته شدن سریع Stop Valve وShut Down وازسرویس خارج شدن توربین می شود.

قبل از این که توربین مجددا راه اندازی شود بوسیله فشردن Hydraulic Trip Valve به داخل مجددا سیستم باید Reset شود.هرگاه به هر علتی فشار روغن در سیستم از حدمجازتعیین شده کمترشود پیستون دراثرنیروی فنری به طرف عقب برمی گردد و اهرم Tripاضطراری از درگیری خارج می شودو باعث عمل نمودنTrip Valve وبستن مسیربخاروارد‌شده به توربین و Shut Down توربین می شود.علاوه برمواردفوق دراکثراوقات یک عددPressure Switchنیزروی مسیرروغن روانکاری نصب می شودتادرصورتی که به هردلیلی اعم ازخرابی یاتاقان ها نشتی روغن و...فشارروغن کاهش پیداکندباعث تحریک سلونوئیدولومی شود وتوربین ازسرویس خارج می شود.

درشکل زیرشمائی ازسیستم فوق نشان داده شده است.




TRIP & CONTROL SCHEMATIC

**نحوه عمل Hydraulic Trip Valve**

همین طورکه درشکل صفحه قبل مشاهده مـی شـوددراین سیسـتم یـک انشـعاب۳/٤ ایـنچ روغـن از روغـن روغنکاری یاتاقان هاازطریق یک عدداریفیس وارداین لوپ می شودویک شـاخه ازان بـه داخـل سـیلندر Trip Cylinder هدایت می شودکه باغلبه برنیروی فنرباعث درگیرشدن ضامن اهرم بامکـانیزم نگهدارنـده Trip Valveمی شودودرصورت کم شدن فشارروغن باعث ازادشدن درگیری ضـامن وحرکـت ولـو دراثرنیـروی فنری اعمال شده روی ان ونهایتا قطع جریان بخاربه توربین می شود.

لازم به توضیح اسـت کـه درمسـیرورودی روغـن روانکـاری بـه ایـن سیسـتم یـک عـدداریفیس نصـب مـی شودتادرهنگام Tripکردن توربین فشارسیستم روغنکاری کاهش پیدانکندوباعث اختلال درروغنکاری یاتاقان ها نشود.

**نحوه عمل Solenoid Dump Valve**

در حالت های اضطراری که برای توربین یا قسمت گردنده(کمپرسور پمـپ و.....)مشـکلی پـیش مـی آیـد وتوربین بایدمجبور به Shut Down شود(اعم از اشکالات در سیستم Lube Oil و Seal Oil ,سیستمهای پـیش بینی شده برای ارتعاشات غیرمجاز محور توربین و گردنده , جابجائی محوری در آنها ,بالا رفتن سـطح مـایع درSnuberها بالا رفتن درجه حرارت گازخروجی از کمپرسور و .....).فرمان مربـوط بـه انهـا روی ایـن شـیر اعمال می گردد وباعث می شود توربین ازسرویس خارج شود. ایـن ولویـک شـیربرقی اسـت کـه دارای یـک سلونوئید ویک هسته است که در حالت عادی بسته Energized است وجلـوی تخلیـه روغـن وکـاهش فشـار روغن رامی گیرد وقتی که Solenoid Valve باز کندیا به عبارت دیگر De – Energized شودباعث بازشدن ولو می شود وروغن از مسیر برگشتی بـه Reservoir تخلیـه مـی شـود و باعـث Shut Down تـوربین مـی شودبه عبارت دیگرعمل هرکـدام ازسیسـتم هـای حفـاظتی Safety Dvice تـوربین روی ایـن ولـو اثـر مـی گذارندو عمل انها فقط وصل یک مدار الکتریکی و ایجاد یک میدان مغناطیسی در Solenoid است کـه موجـب جذب یا دفع Seat ولو مذکور یا عکس این عملیات می شود . این فرمان ها به وسیله سوئیچ های مربوطـه ای می باشدکه درقسمت های مختلف سیستم نصب شده اند ووظیفه انهاحفاظـت ازتـوربین, سیسـتم گردانـنـده وواحدعملیاتی است .

لازم به یادآوری است که قبل از این ولو یک عددTest Valve تعبیه شده است که در مواقعی کـه لازم باشـد Solenoid Valve به هردلیلی مثلآ تست سوئیچ هاOver Speed و.....By Pass ازسرویس خارج شود از آن استفاده می شود این ولو بوسیله یک فنر که درزیر Wheel آن تعبیه شده بارگذاری می شودو هرگـز نبایـد در موقع کارکردن توربین بسته باشدزیرادر این صورت کلیه سیستم های حفاظتی و ایمنی توربین از کار مـی افتند.

لازم به توضیح است که اگرتوربین دراثـرOver Speedتریـپ کـرده باشـدباعث ازادشـدن ضـامن Oil Trip Valveوتخلیه روغن این مسیرمی شوددرغیراین صورت این ولوبه هیچ عنوانی نباید عمل کند.

**وظایف اب بندهادرتوربین های بخار**

ازاب بندهادرتوربین های بخاربه دومنظوراستفاده می شود:

الف-برای ممانعت ازورودهوابه داخل توربین (توربین هائی که فشارخروجی انهاپایین ترازفشارجواست)که بـه دلیل Noncondenseبودن هوا باعث شکسته شدن خـلا تـوربین وکندانسوروتشـکیل قطـرات اب درخروجـی توربین می شود که باعث خوردگی رتور وهمچنین به هم خوردن تعادل نیروهای محوری روی رتورکه باعث خرابی تراست برینگ ها واحتمال برخوردقطعات ثابت ومتحرک توربین می شود.

ب-برای ممانعت ازخارج شدن بخارات داخل توربین به طرف بیـرون کـه عـلاوه بـراتلاف انـرژی و بـه دلیـل نزدیک بودن محفظه یاتاقان ها می تواندواردسیستم روغن شودومسائل زیـادی رابوجوداوردکـه درقسـمت های بعدی بطورمفصل راجع به اثرات ان وروش های اصلاح ان بحث خواهدشد.

**انواع آب بندهای مورداستفاده در توربین های بخار**

آب بندها در توربین به دو دسته تقسیم می شوند:

الـف-اب بنـدهای داخلـی کـه بـرای جلـوگیری ازنشـتی هـای داخلـی تـوربین ازیـک مرحلـه بـه مرحلـه دیگرمورداسـتفاده قرارمـی گیرنـدو روی دیـافراگم هاوبـالانس پیسـتون نصـب مـی شـوندوتقریبادرتمامی کاربردهاازلابیرینت ها استفاده می شود.

ب- اب بندهای خارجی برای جلوگیری ازنشتی های توربین بطرف محیط اطراف یابرای جلوگیری ازنفوذهوابه داخل توربین مورداستفاده قرارمی گیرند.

بسته به دورمحور قطرشافت فشارودرجه حرارت بخارنوع توربین ومقدارهزینه های اولیه وشرایط کارازیکی از انواع اب بندهای زیریاترکیبی ازانهااستفاده می شود.

الف- اب بندهای غیرفلزی Carbon Ring.

ب- اب بندهای فلزی Labyrinth.

پ-اب بندهای بخاری Steam Seal.

ت-اب بندهای ابیWater Seal.

ث-اب بندهای خشک Dry Gas Seal.

**آب بندهای ذغالیCarbon Seal Ring**

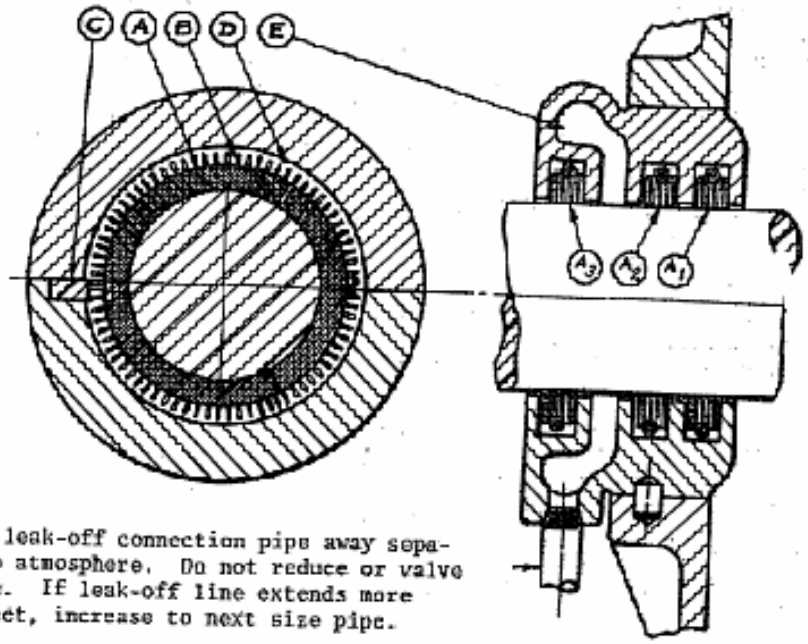
آب بندهای ذغالی بصورت موثر در توربین های کوچک و یاباترکیبی از آب بندهای دندانه ای یالابیرینتی و گاهی اب بندهای آبی در توربین های کوچک و بزرگ مورداستفاده قرارمی گیرند.

همان طور که از اسم این اب بندها پیداست این آب بندها ازحلقه های ذغالی ساخته شده اند که بصورت دو,سه یاچهارتکه ساخته می شوند و توسط یک فنرGater Spring که روی انهاقرارمی گیردروی محوربالقی کمی نصب می شوند.این حلقه هادر داخل محفظه خودازادهستندوتوسط رینگ ممانعت کننده Stop Piece ازچرخش انهاممانعت می شود و محور در داخل آن می چرخدونیازی به روغنکاری ندارندکه البته این چرخش محور درون حلقه ذغالی باعث خورده شدن تدریجی آن می شود که پس از مدتی باید تعویض شوند.

روی هرکدام ازقطعات کربن رینگ ها علامت هائی حک شده است که درحین قراردادن انهاکناریکدیگربایددقت شودقطعاتی که علامت های انهابا هم یکی است درکنارهمدیگرواقع شونددرغیراین صورت احتمال نشتی بخارازفواصل بین انهازیاداست.

اب بندهای ذغالی یاکربنی جز دسته Floating Packing Ringهاهستندکه برای اب بندی بخارداخل توربین درقسمت فشاربالا وهمچنین برای ممانعت ازورود هوابه داخل توربین درقسمت فشار پایین(خروجی) استفاده می شود.کربن رینگ ها به صورت چندتایی روی محورنصب می شوندکه هرکدام ازانها مقداری افت فشار وممانعت درمسیربخاری که از توربین می خواهد خارج شودایجاد می کنندومورد استفاده انها بیشتر روی توربین های بخار ی است که فشارودور پایین دارند.جنس انهابرای درجه حرارت های پایین معمولااز گرافیت

های معمولی است ولی درسرعت ها وفشارهای بالاازکربن رینگ های مخصوص که برای بالابردن مقاومت انها ازفلزاتی نظیر مس و.....به کربن اضافه می شود وباروش خاصی تولیدمی شوند.




معمولا رینگی که درسمت فشار قرارمی گیرد کلرنس ان با شافت کمی بیشتر از رینگ های دیگراست ورینگ های بعدی به تدریج کلرنس یالقی شان بامحورکمترمی شودکه درحین نصب باید مراعات شوند درغیراین صورت باعث شکسته شدن رینگ ها وکاهش شدیدطول عمران یانشتی زیاد می شود.البته به دلیل فاصله ای که بین محوروکربن رینگ ها وجوددارد همواره مقداری نشتی وجوددارد‌که برای ممانعت از ورود بخارات خارج شده ازتوربین به محوطه بیرون ونفوذ ان به داخل محفظه هوزینگ برینگ درقسمت انتهایی رینگ های اب بندی مسیری برای تخلیه بخارات نشت شده تعبیه شده که درتوربین های کوچک که نشتی کم است توسط سیستم لوله کشی به محیط بیرون ودرتوربین های بزرگ که نشتی زیاداست و قابل صرف نظرکردن نیست روی سیستمGland Condensorمنتقل می شودکه بافشار منفی که در داخل ان برقراراست بخارات به سمت ان مکیده می شودوبه اب مقطر تبدیل می شود وگاهی مجددا واردبویلر می شودکه صرفه جویی زیاداقتصادی رانیز درپی خواهدداشت.لازم به توضیح است که مسیر Drainبه هیچ وجه نباید مسدود شودحتی نصب ولو هم دراین مسیر مجازنیست زیراباعث افزایش فشاردراین ناحیه شده وباعث خارج شدن بخار اززیر کربن رینگ انتهایی وورود ان به محفظه هوزینگ برینگ ها می شود.

همچنین درمواردی که توربین در شرایط خلا کار می کندبرای جلوگیری ازنفوذهوا به داخل توربین ازیک مسیر مقداری بخار واردپکینگ ها می شود که به دوشاخه تقسیم می شودیک شاخه ان وارد توربین می

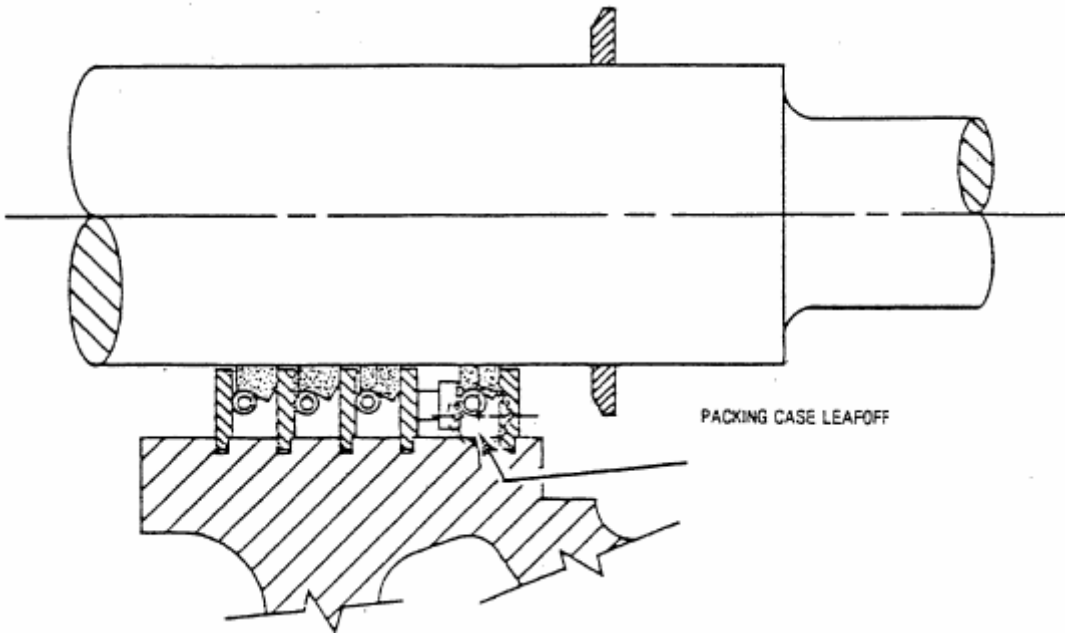
شودوشاخه دیگر به محیط اطراف نشت می کندکه به دلیل بالاتر بودن فشاران نسبت به فشار جو باعث پس زدن هوا وجلوگیری ازنفوذ هوا به داخل توربین می شود.

اصول کاراین نوع رینگ ها به این صورت است که فشاربخاراب بندشونده درجهت محوری روی رینگ ها واردمی شودوباعث چسبیدن وتماس سطح یک طرف رینگ کربنی باسطح عمودی استافینگ باکس شده وازخارج شدن بخارازپشت رینگ جلوگیری می شودودرصورتی که این سطوح تماسی ناصاف باشندویا ذرات روی انهارسوب کرده باشدیا تاب برداشتگی داشته باشندو.....باعث نشتی خواهدشد.

روانکاری بین کربن رینگ ومحور با بخاری که اززیر پکینگ ها خارج می شودانجام می شود.شافت در ناحیه قرارگیری پکینگ رینگ ها باید سخت شده باشد وکاملا سنگ زده شده باشد تامسائل سایشی کمتر شودمسئله قابل توجه این که کربن رینگ ها ازنظر شعاعی ومحوری داخل محفظه Carbon Glandازادند وتنها کم بودن کلرنس وفاصله انها با شافت برای اب بندی کفایت نمی کند بلکه باید سطوح طرفین انها وهمچنین سطوح گلند(درجهت محور) که سطح کربن رینگ روی ان قرار می گیرد کاملا برشافت عمود باشدوکاملا صاف وصیقلی باشددرغیر این صورت باعث نشتی بخارازپشت کربن رینگ می شود.

به دلیل این که گلندهای محل قرارگیری کربن رینگ هابصورت دوتکهHorizontal Splitبایدساخته شوند جفت شدن انهابایکدیگروهمچنین تراشکاری انهابامشکل مواجه است که اخیرادربعضی ازطراحی هابجای دیواره های جداکننده درمحفظه اب بندی محل قرارگیری کربن رینگ هاازرینگ های واشرمانندی که درداخل گلندقرارمی گیرند استفاده می شودوحسن ان دراین است که امکان تراشکاری وصیقل کردن انهابه جهت اب بندی پشت رینگ هاخیلی راحت تراست ولی ازنظرنصب کربن رینگ هاکارکمی مشکل تراست .

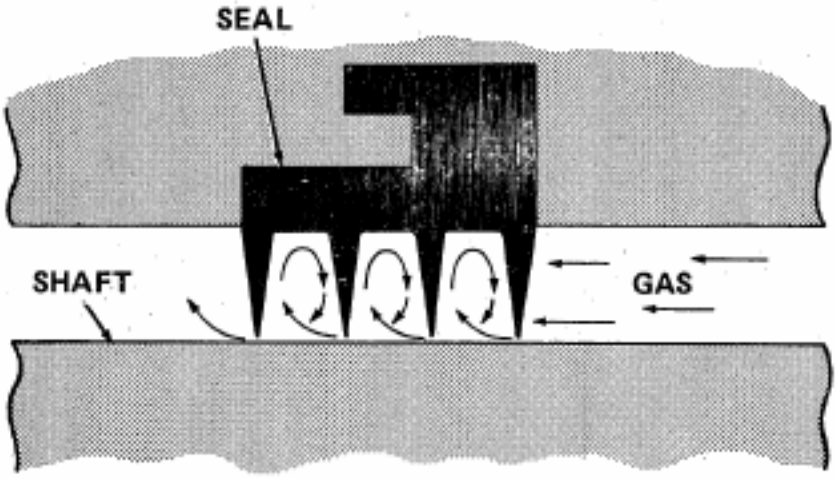
درشکل زیرشمائی ازان نشان داده شده است.



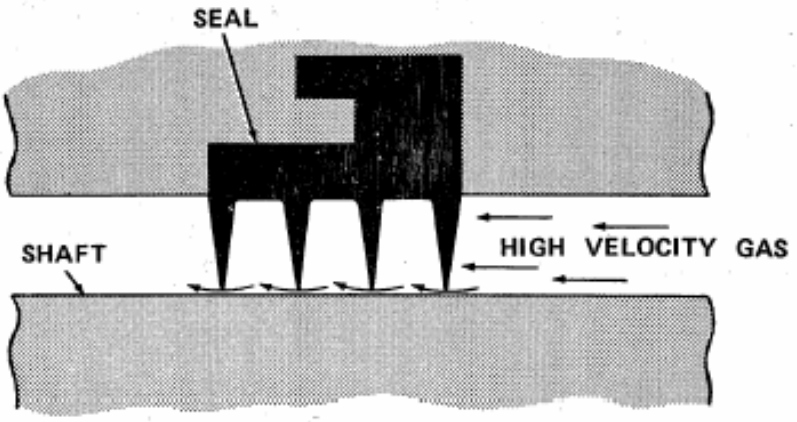
یکی ازمعایب کربن رینگ ها عدم توان دراب بندی انهابرای فشارهای پایین است بطورمثال وقتی توربین درحالت Stand Byقراردارددچون فشارداخل محفظه اب بندی کم است امکان چسبیدن کربن رینگ ها در جداره محفظه اب بندی بطورکامل وجودندارد وباعث می شودبخارازپشت کربن رینگ ها ازداخل گلندتوربین خارج شودوایجادنشتی کند.

**اب بندهای فلزی Labyrinth Seal**

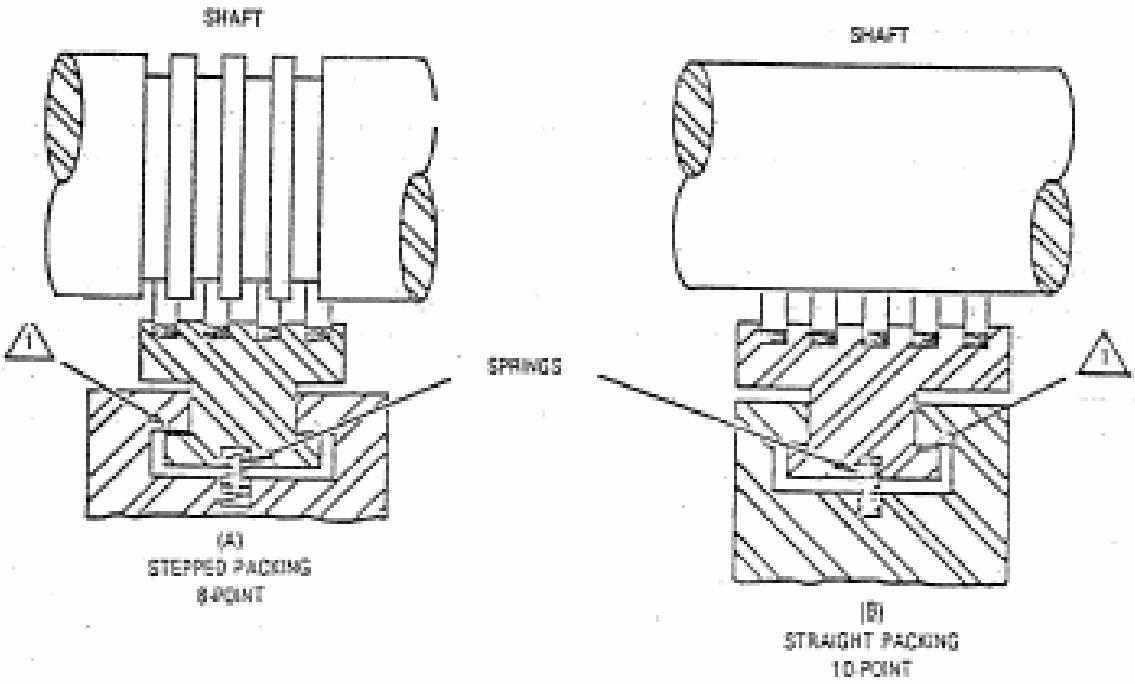
این نوع آب بندهابصورت بوش هائی هستندکه داخل انها بصورت لابیرینتیادندانه اره ایباتیغه های باگام های بلندونازک است و درمحفظه اب بندی نصب می شوند و دارای حداقل فاصله با شافت می باشند سر تیغه ها بسیار نازک ساخته شده است تاچنانچه با محور تماس پیدا کردند بدون اثر گذاشتن بر محور خودشان از بین بروند.جنس این نوع آب بندها از جنس فلز محور ضعیف تر است. باید در نظر داشت آب بندهای دندانه ای فقط نشتی بخار را تا حد قابل کنترل پائین می آورندوقادربه اب بندی کامل نیستندو در توربین هائیکه فشارشان بالا است از تعداد بیشتری از این آب بندها استفاده می شود.



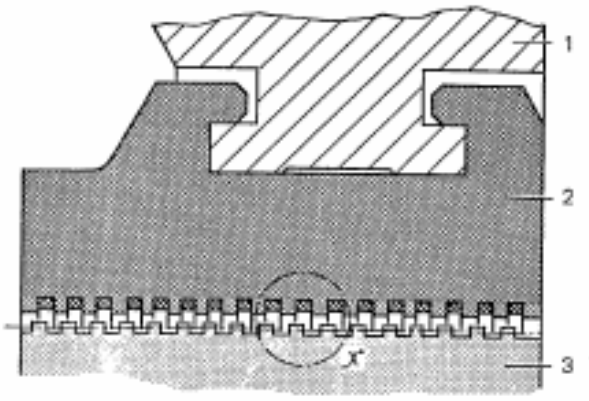

همینطورکه درشکل فوق ملاحظه می شوداصول کاراین نوع اب بندها به این صورت است که بخار درحین خارج شدن اززیردندانه هاشروع به چرخیدن می کندوباعث ایجادجریان های چرخشی Eddy می شودکه این جریانات چرخشی باعث افت فشارزیاددرفاصله بین لابیرینت هادرطول لابیرینت شده وبصورت یک مانع از خروج بخارات جلوگیری می کند.البته لازم به توضیح است که به دلیل فاصله ای که بین لابیرینت و محور وجود دارد مقداری نشتی وجوددارداین نوع اب بندها قادربه اب بندی کامل نیستند.درصورتی که سرعت بخارخروجی خیلی کم یاخیلی زیادشودامکان ایجاد توربولانس وایجادجریان های چرخشی وجودنداردبدین لحاظ این نوع اب بندهاقادربه اب بندی سیستم هائی که اختلاف فشارانهاخیلی بالایاخیلی پایین باشدراندارند.




شکل ,اندازه وجنس لابیرینت ها بسته به شرایط کارتوربین اعم ازدرجه حرارت فشار سرعت و..... دارد.استفاده ازتعدادلابیرینت ها نیزهمانندکربن رینگ ها بسته به مقدارفشار دارد هر چه فشاربیشترباشدنیازبه تعدادلابیرینت بیشتری است .

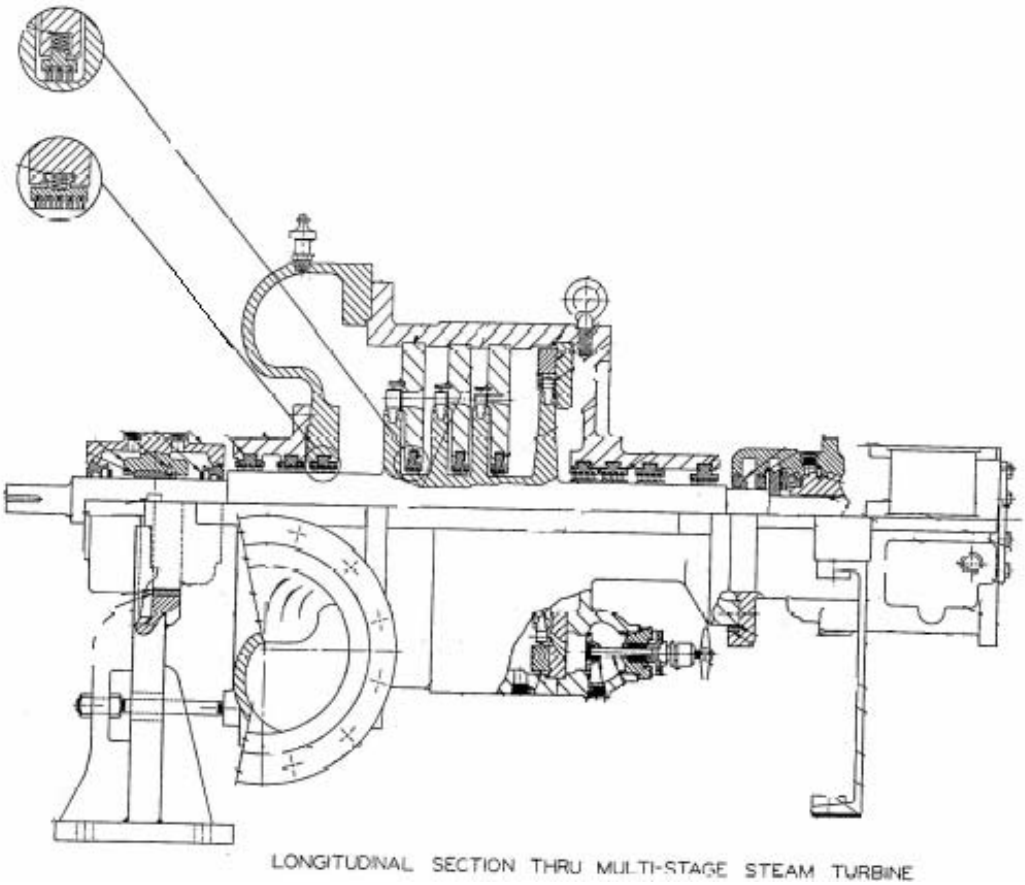



در بعضی از طراحی ها نیز لابیرینت ها بصورت پله دار(دندانه های کوتاه وبلند)ساخته می شوند تا افت فشاربیشتری دربرابرمسیر حرکت بخار بوجوداوردوکارائی سیستم بالا تربرده شودودربعضی طراحی های دیگر نیز روی محورهم شیارهائی تعبیه می شود که باعث افزایش راندمان سیستم اب بندی می شود .همچنین دربعضی ازطراحی های دیگربرای کم کردن فاصله محور ولابیرینت ها در پشت لابیرینت ها فنرهایی قرارمی دهند تاهمواره کمترین فاصله بین شافت ولابیرینت بوجود ایدوجلوی خروج بخار ازداخل توربین به سمت محیط اطراف گرفته شود.



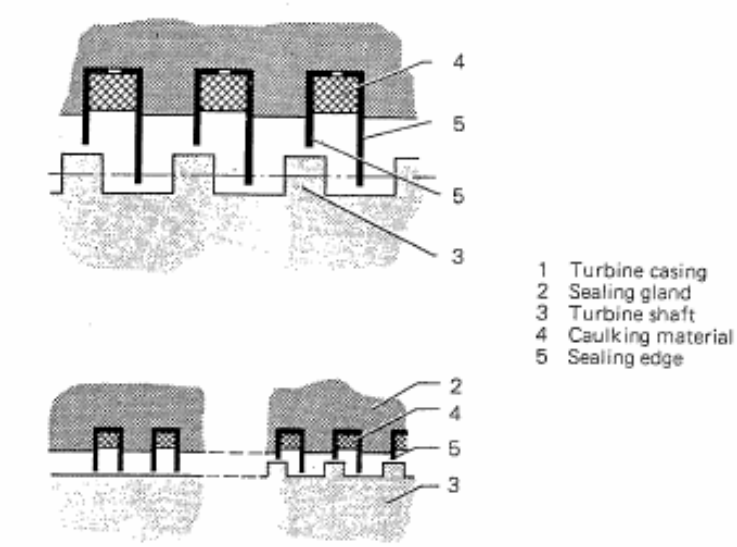

معمولا لابیرینت های باقطرمتوسط بصورت کمان هائی ازدایره وبصورت دویاچند تکه ساخته می شوند و بصورت کشوئی درمحفظه اب بندی طرفین توربین هادر محل قرارگیری خود نصب می شوند که البته به دلیل بالابودن فشارودرجه حرارت کاری(درقسمت فشاربالای توربین) نسبت به لابیرینت های دیگر از جنس های سخت تری باید ساخته شوند.

درشکل زیرشمائی ازمحل قرارگیری لابیرینت های داخلی وخارجی دریک توربین چندمرحله ای نشان داده شده است.

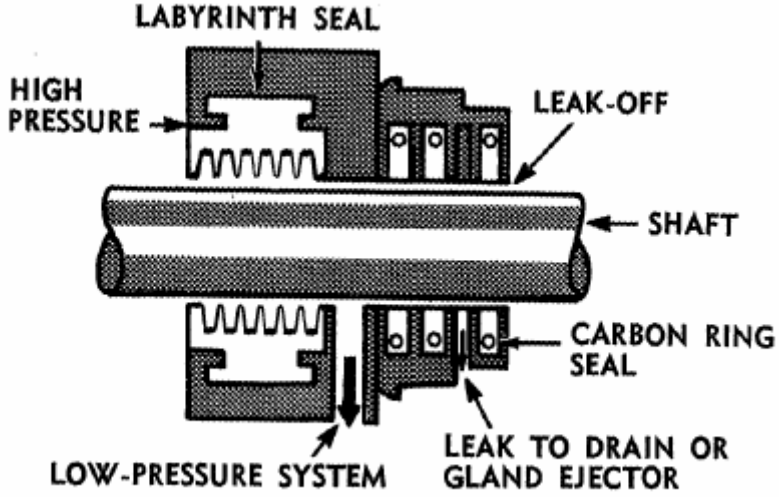


درجاهائی که قطرمحورزیاد است ونیازبه استفاده ازلابیرینت باقطرزیاداست وامکان استفاده ازلابیرینت های بوشی به دلیل محدودیت مکانی یا.....وجودنداشته باشدمثل توربوژنراتورهای بزرگ لابیرینت ها بصورت تیغه ای Caulking Seal روی محوریابدنه نصب می شوندوباخم کردن انهاوقراردادن انها درداخل شیارهائی که دربدنه توربین ویا رتور تعبیه شده است باکوبیدن میله هائی باسطح مقطع مربعی Caulking Materialشکل می باشندروی انها سیل ها درجای خودثابت می شوندوسپس ارتفاع لبه های اضافی تیغه های اب بندی طبق نقشه ها اندازه می شودتا کمترین فاصله مجازبرای انهابدست اید.

درشکل زیرشمائی ازCaulking Seal هاونحوه قرارگرفتن انهادرداخل شیارهای انهانشان داده شده است.




دربعضی ازطراحی های دیگر ترکیبی از لابیرینت وکربن رینگ بکارمی رودکه لابیرینت هابه دلیل مقاومت مکانیکی بالاتردرمقابل فشارودرجه حرارت درسمت فشاربالاترقرارمی گیرند وکربن رینگ ها نیزدرقسمت های بافشارکمتراب بندی بخارات خارج شده ازلابیرینت هاراانجام می دهندکه درشکل زیرشمائی ازان نشان داده شده است.

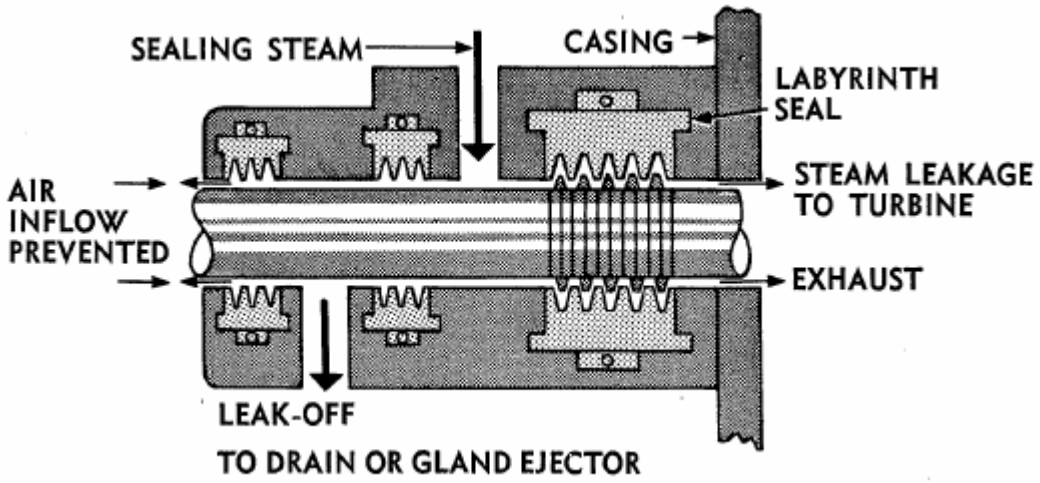


همانطور که قبلا نیز اشاره شدلابیرینت ها درتوربین های بخار بزرگی که فشارخروجی انها کمترازفشارجواست علاوه برممانعت از خروج بخارداخل توربین به سمت بیرون درقسمتHigh Pressure برای جلوگیری ازنفوذ هوا به داخل توربین درقسمت Low Pressureنیزاستفاده می شوند.باعنایت به فاصله ای که بین لابیرینت ومحوروجوددارلابیرینت به تنهایی قادر به اب بندی هوا نیست که دراین گونه موارد معمولا ازبخار اب برای اب بندی هوا استفاده می شود که ذیلا به شرح ان می پردازیم.

**اب بند های بخاری:**

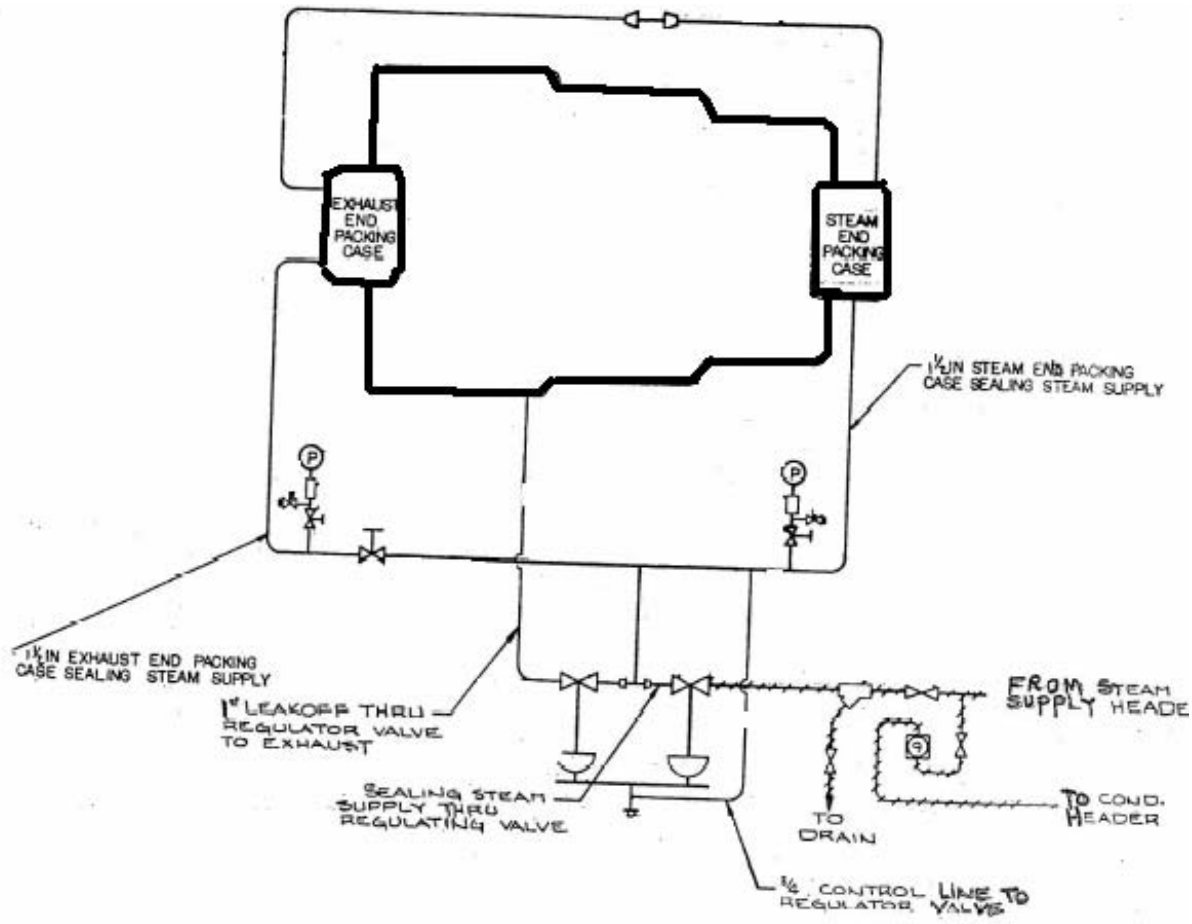
با توجه به پایین بودن فشارخروجی توربین های کندانسوردارامکان خروج بخارازقسمت تحت خلا توربین به سمت بیرون نیست وچون فشار جو بیشترازفشارداخل توربین است باعث می شودکه هوا وارد توربین شودو باعث شکسته شدن خلا توربین شود که می تواندباعث کاهش راندمان توربین وتشکیل رطوبت وقطرات اب وخوردگی روی پره های توربین وهمچنین بالارفتن فشار پشت بالانس پیستون وافزایش نیروهای محوری(ازطرف فشاربالابه سمت فشارپایین) وامکان برخورد قطعات ثابت ومتحرک شودکه می تواند باعث ایجاد خسارت های سنگینی روی توربین شود. به همین دلیل برای محافظت ازتوربین ها یکی ازسیستم های حفاظتی که روی توربین ها ی بخار بزرگ که در شرایط خلا کار می کنندنصب می شودوهشداردهنده سیستم خلا است که بالارفتن فشار خروجی توربین رانشان می دهد و باعث تحریک سیستم های Alarmو Shut Downتوربین می شود .

اصول کار اب بندهای بخاری عبوردادن بخاربافشاری بیشترازفشارجواز بین لابیرینت ها ست که با بیرون امدن ان ازداخل وزیرلابیرینت هابطرف بیرون یک فشارمثبت ایجادمی کندو ازنفوذ هوا به داخل توربین ممانعت می شود. منبع تامین بخار یا ازیکی مراحل انتهائی خودتوربین است یا ازیک منبع خارجی دیگر با فشار مناسب می باشد




روش اب بندی به این صورت است که بخاراب بندکنندهSteam Seal دروسط لابیرینت ها ی انتهائی وارد محفظه اب بندی می شود وبه دو شاخه تقسیم می شود که یک شاخه ان به سمت داخل توربین حرکت می

کندو واردتوربین می شودکه دران شرایط چون به اب مقطرتبدیل می شود وکاهش حجم پیدامی کندو جای زیادی رااشغال نمی کند ( برخلاف هوا که قابل مایع شدن درشرایط داخل توربین نیست وهر حجمی ازهواکه وارد شود به همان اندازه جا اشغال می کند)و باعث شکسته شدن خلا توربین نمی شودوشاخه دیگر بخار به سمت محیط بیرون حرکت می کندکه با توجه به بالاتر بودن فشاران نسبت به فشارجو امکان وارد شدن هوارانمی دهد (هوا راپس می زند) وباعث جلوگیری از نفوذ هوا به داخل توربین می شود.




لازم به توضیح است که قبل ازراه اندازی توربین های بخاری که درخلاکارمی کنندفشار خروجی تـوربین بایـد به اندازه کافی پایین باشد تا بتوان توربین راراه اندازی کرد به همین دلیل درابتدای راه اندازی, بخار اب سیل کننده Steam Seal باید به هردوقسمت فشار کمL.P وفشارزیاد H.Pوارد شـودکه معمـولا در ایـن مرحلـه بخارازمنبع دیگری تامین می شودکه به ان سیستم بخار کمکی گفته می شود و پـس از افـزایش فشـار Steam داخل توربین بطور اتوماتیک این مسیر از سرویس خارج می شودولی چنانچه اشکالی در قسمت فشار بالا پیش آید و بخار به قسمت فشار پائین نرسد. این سیستم بخار کمکی مجددابطوراتوماتیک در سرویس می آید و تا هنگام رفع اشکال بخار آب بندی فشار پائین و بالا را تامین می کند .وقتی توربین راه انـدازی شدودرسـرویس

قرارگرفت توسط دوعـدد کنتـرل ولـو کـه شـامل Pressure Reducer و Pressure Regulator اسـت کـه بطوراتوماتیک بخار کمکی که از منبع خـارجی واردگلنـدمی شـود را قطـع مـی کندومسـیربخاری کـه از یکـی ازمراحل میانی توربین که فشار ان پایین است یاازمسیربخارات نشت شده از سیل های فشـاربالا(بافشـارحدود ۶۰پوند براینچ مربع وتوسط رگولاتورولو هاروی فشار مورد نظر تنظیم می شوند)تامین می شود.

درتوربین های متوسط وبزرگ بخاراتی که به محیط بیرون منتقل می شود قابل توجه است ومهار کردن وبازیافت ان از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است وهمچنین امکان وارد شدن ان به محفظه های هوزینگ برینگ ها وتشکیل اب وجود دارد که باعث مخلوط شدن ان با روغن می شودومی تواندمسائل متعددی رابوجوداوردکه ذیلا به انهااشاره می شود.

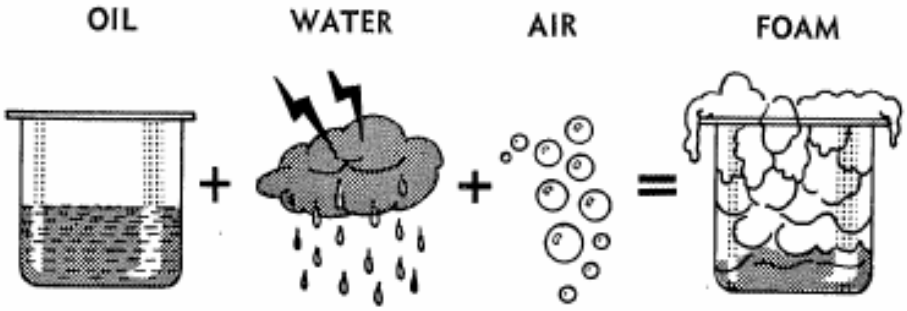
**مسائلی که دراثرورواب به داخل روغن بوجودمی اید**

۱- مخلوط اب وروغن باعث اختلال درسیستم روانکاری یاتاقان هاوخرابی وکاهش طول عمر انهامی شود.

۲-اب باموادشیمیائی مخلوط می شودوباعث خورندگی می شود

۳-اب مخلوط شده باروغن تشکیل یک محلول چرب وغلیظـی رامـی دهدکـه مـی توانـدباعث مسدودشـدن فیلترهای روغن وکاهش طول عمرانها شود.

٤-دراثرمخلوط شدن اب, روغن وهواکفFoamبوجودمی ایدودرصورت بیرون امدن ان ازهوزینـگ برینـگ ونفوذان در عایق های توربین درصورتی که درجه حرارت به درجه مناسبی برسدممکن است اتش بگیرد.




۵- اب باعث زنگ زدگی سطوح بدون پوشش مسیرهای می شود.

برای کنترل کردن این بخارات بسته به نوع توربین وظرفیت وفشاران درطراحی های مختلف ازچندین طرح استفاده می شود

**راه های کنترل نشتی های بخار**

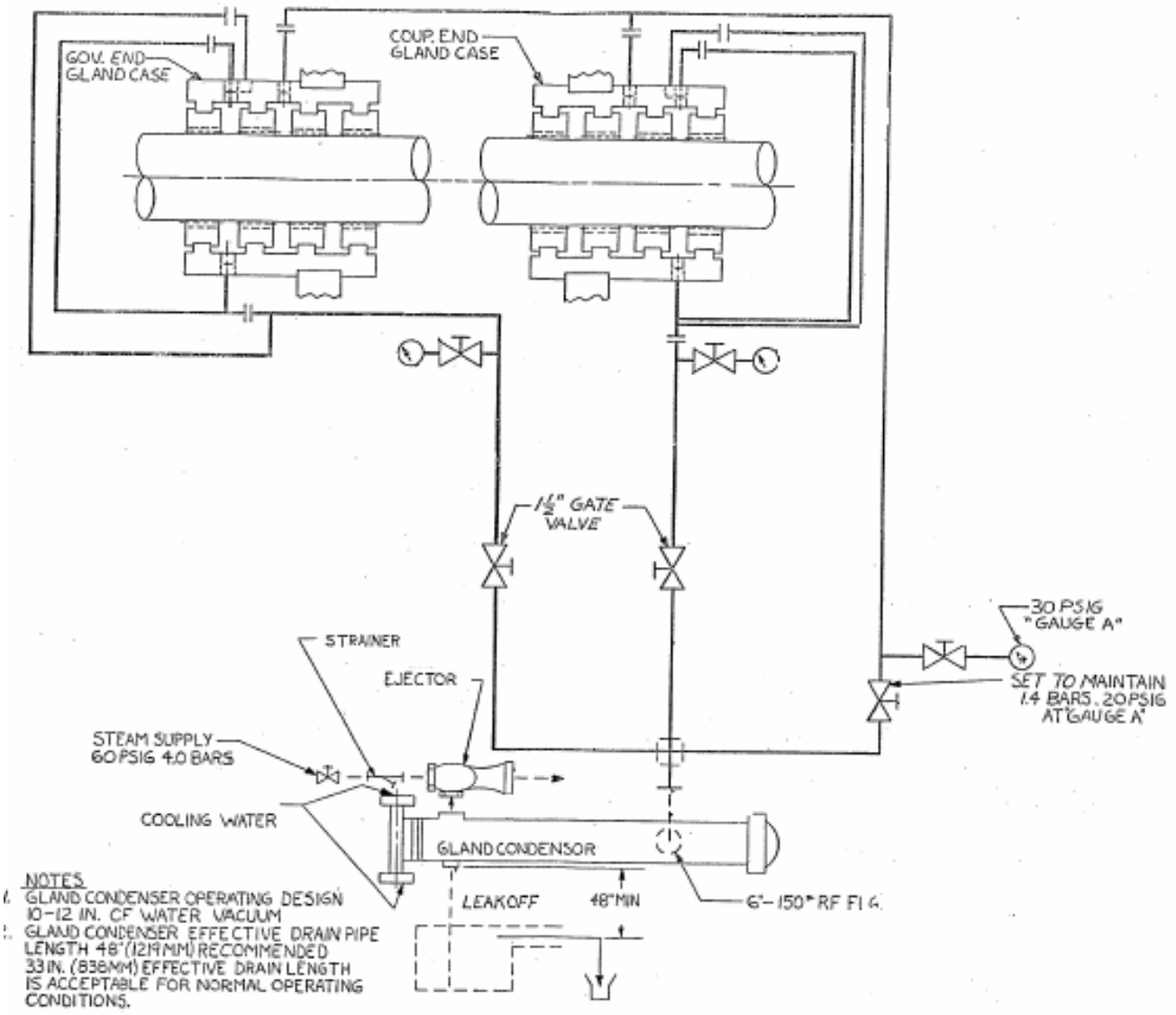
الف-منتقل کردن بخارات به محیط بیرون ازطریق لاین تخلیه Drainدرتوربین های کوچک یاموارد‌ی که فشاربخارات خروجی پایین ومقدارنشتی کم است ولی به هرحال دراین روش باعث اتلاف بخار می شود.

ب-منتقل کردن بخارات ازطریق مسیرDrainبه سیستم لوله کشی بخاربافشارمناسب واستفاده مجدد از انهابرای مصارف گرمایشی و عملیاتی و.....

پ-منتقل کردن بخارات به کندانسوراصلی که دراین نوع طراحی مسیرDrainگلندتوربین توسط سیستم لوله کشی به کندانسوراصلی منتقل می شودکه خلاکندانسورباعث مکیدن بخارات به داخل کندانسورمی شودوازهدررفتن بخارات جلوگیری می شودکه البته این مسیرتوسط یک عدد ولو کنترل می شودکه درصورت بیش ازحدبازبودن ولواین مسیرامکان وارد شدن هوا به کند انسور اصلی اززیرسیل های فشارپایین وجوددارد.

ت-منتقل کردن بخارات خروجی ازتوربین بطرف گلندکندانسورGland Condensorکه دراین طراحی بانصب یک عدد کندانسورکوچک که به انGland Condenserگفته می شودبخارات به طرف ان کشیده می شودوازخارج شدن ان ازطرفین توربین وورودانها به داخل هوزینگ برینگ ومخلوط شدن ان با روغن جلوگیری می شودالبته اصول کاروتجهیزات روی سیستم گلند کند انسور دقیقامشابه کندانسورهای اصلی Surface Condenserاست .

ث-ترکیبی ازروش های فوق.



یک نمونه طراحی فوق درصفحه قبل نشان داده شده است. همانطورکه مشاهده می شوددراین طراحی بخشی ازبخارات خارج شده ازپکینگ هاکه فشارانهازیاداست (حدود70پوندبراینچ مربع) به شبکه بخا ربافشار کمتر(۶۰ پوندی) منتقل می شودکه می تواندبرای مصارف دیگری مثل گرمایش ,استفاده دراژکتورهای گلندکندانسورو.....مورداستفاده قرارگیردوبخش دیگربخاراتی که پکینگ های فبلی وبعدی این مسیر قادر به اب بندی ان نیستندواردقسمت Shell گلندکندانسور می شودوبه مایع تبدیل می شوند.

گلندکندانسوریک مبدل حرارتی کوچک است که ازداخل تیوب های ان اب خنک عبورداده می شود وبخارات خارج شده ازگلندهاواردShellان می شودکه دراثرتماس انهاباسطح سرد تیوب ها به اب مقطر تبدیل می شوندوبخاراتی که به مایع تبدیل نشده اندتوسط یک عدد اژکتورازان خارج می شوند.

خلا داخل گلندکندانسور به علت تغییرفاز بخارات به مایع است که دراثرمیعان حجم انها کم می شده وباعث ایجاد خلا می شودکه خلا تولید شده باعث مکیدن بخارات نشت شده به سمت گلند کندانسور شده واجازه خارج شدن بخار ازلابیرینت ها به سمت بیرون را نمی دهد .باید توجه داشت که نقش اجکتور هامکیدن و بیرون راندن گازها وبخارات داخل کندانسور است که به مایع تبدیل نشده اند نه به عنوان دستگاه تولید خلا و معمولابابخاربافشار۶۰پوندکارمی کنند .

علاوه برمواردمطرح شده فوق نفوذبخارت داخل محفظه یاتاقان هااجتناب ناپذیراست که بامصرف روغن های HBدر توربین های بخار که براحتی ازاب جدامی شوندوهمچنین با تخلیه مداوم اب داخل هوزینگ برینگ ها(طبق تجربه نفرات)کمک قابل ملاحظه ای دررفع مشکل می کند. همچنین درتوربین های بزرگ که دارای مخزن روغن می باشندبااستفاده ازدستگاه های جداکننده اب وروغن که باعمل نیروی گریزازمرکز کارمی کند طی پریودهای زمانی معین روغن ازمحل مناسب وارددستگاه می شود وپس از جداشدن اب ومواد دیگران مجدداروغن تمیزشده وارد مخزن روغن می شود.

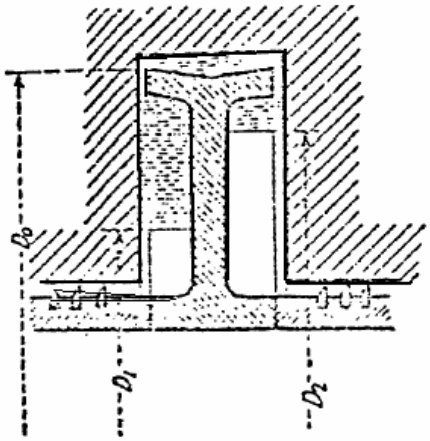
**اب بندهای هوائی:**

در توربین های کوچک ارزان قیمت که مجهز به Suface Condensorنیستند بزرگترین مشکل نفوذ بخارات نشت شده از لابیرینت ها یا کربن رینگ ها به داخل محفظه هوزینگ برینگ ها است دربعضی ازطراحی ها به توسط یک لاین هوای ابزار دقیقی مقداری هوا(بافشار دوتا سه پوند براینچ مربع) وارد هوزینگ برینگ ها می شود که باعث ایجادفشار مثبت در داخل محفظه یاتاقان می شودواز وارد شدن بخار به محفظه هوزینگ برینگ ممانعت می شود .

**آب بندهای آبیWater Seals**

اصول کاراین نوع آب بندها دقیقا مشابه یک پمپ گریز از مرکزاست که پروانه آن روی محور نصب می شودوباان می چرخدو بدنه آن نیز جزئی از بدنه گلند توربین است. مایع این پمپ معمولا آب مقطر Water Condensate است و توسط تانکی که چند متر بالاتر از توربین قرار گرفته است تامین می شود.

درشکل زیرشمائی ازاین نوع اب بندنشان داده شده است.



Water-Sealed Gland

هنگامی که توربین در حال سکون است عمل آب بندی توسط آب بندهای دندانه ای انجام می شود و وقتی که توربین درسرویس قرارگرفت و به دور نرمال رسیدمسیرورودی آب به پمپ گریز از مرکز باز می شودو در اثر نیروی گریز از مرکز آب بطرف جداره ها پرتاب می شود و در نتیجه دیواره ای از آب را بوجود می آورد که مانع عبور بخار از طرف توربین به طرف محیط بیرون می شود..

در این نوع آب بندها گردش آب باعث اصطکاک و در نتیجه تولیدحرارت می شود و اگر توربین از نوع خلاءِ باشد آب در دمای پائین تری( ۸ درجه فارنهایت) بجوش می آیدوباعث تبخیربیشتران می شود کمبود آب در این پمپ توسط تانک آب تامین می شودو به منظور جلوگیری از رسوب مواد به هنگام جوش آمدن آب ,باید از آب مقطر که فاقد مواد رسوبی است استفاده شود.

آب بندهای آبی معمولا در توربین هائی که دورشان از ۱۵۰۰ دور در دقیقه بیشتر است و دارای ارتعاشات کمی هستند استفاده می شود در غیر این صورت ممکن است آب به داخل توربین کشیده شودومسائل ومشکلات دیگری رابرای توربین بوجوداوردولذا منطقی ترین روش به منظور کم کردن نشتی در توربین ها ابتدا به حداقل رساندن فاصله قطعات داخلی نسبت به یکدیگر( با در نظر گرفتن مقدار انبساط آنها ) سپس بکار بردن نوع آب بند متناسب باشرایط کارتوربین است.

لازم به توضیح است که درموقع راه اندازی توربین های بخار به دلیل سردبودن قطعات ان فاصله ازادبین قطعاتClearance بخصوص رینگ های اب بندی زیادبوده وباعث زیادشدن نشتی های بخارمی شودووقتی

توربین گرم می شودنشتی هاکم شودولی درصورتی که پکینگ هاخوب نصب نشـده باشـندممکن اسـت پـس ازگرم شدن توربین نیزنشتی کم نشود.

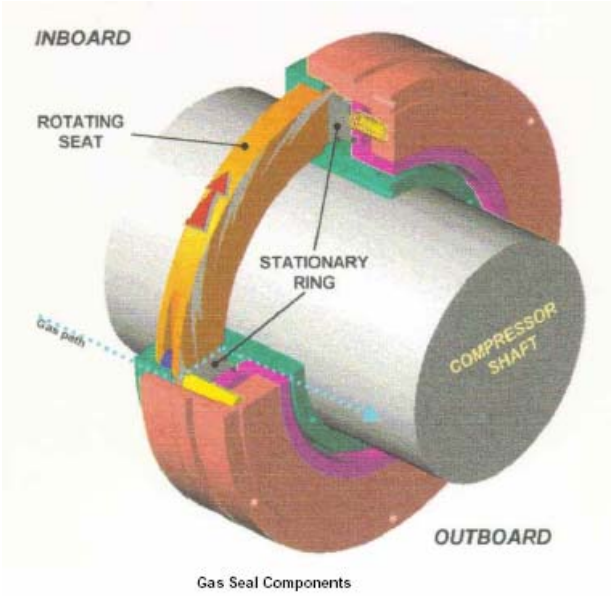
**اب بندهای خشک Dry Gas Seal**

با توجه به اهمیت انرژی وجلوگیری ازتلفات ان واجتناب ناپذبربودن نشتی های بخار باسیل های نوع قدیمی وهزینه های بالای تهیه بخارومسائل ومشکلات ناشی ازورودان به محفظه هوزینگ برینگ هاومخلوط شدن ان باروغن باعث الزام به استفاده ازسیل های باکارائی بالا وباکمترین نشتی درتوربین های شده است.باتوجه به پیشرفت علم وتکنولوژی درطی سال های اخیرمهندسان طراح در صد د طراحی وساخت سیل های پیشرفته تری بوده اند که بتواندمعایب سیل های قدیمی رامرتفع نماید که سرانجام ان به طراحی وساخت سیل های خشک Dry منتهی شد که کلیه معایب سیل های قبلی را پوشش می دهند.همانطورکه ازنام این سیل ها مشخص است این نوع سیل هابصورت خشک کارمی کنندونیازی به روانکاری ندارند.

**ساختمان واصول کارسیل های خشک**

اصول اب بندی این نوع اب بندها مثل مکانیکال سیل هاSeal Faceاست بـا ایـن تفـاوت کـه سـطوح اب بنـدی مکانیکال سیل ها روی فیلم بسیارنازکی از مایع می چرخندوازتماس مستقیم سـطوح اب بنـدی جلـوگیری مـی شودولی درDry Gas Sealهابه دلیل عدم امکان روغنکاری سطوح تماسـی توسـط بخـاراب یاگازهاعمـل اب بندی ازطریق کم کردن فاصله بین سطوح اب بندی انجام می شود. ساختمان سیل های نوع خشک Dry Gas Sealها دقیقا مثل مکانیکال سیل های بالانس شده هیدرولیکی نوع Stationaryکه مجموعه Floatان (مجموعه همراه سیستم فنری)ثابت است می باشددرطی سال های اخیر ازاین نوع سیل ها هم برای اب بنـدی گازهـای وبافشار بالا(بصورت دوتایی وپشت سرهم Double Tandem) در کمپرسورهای گریزازمرکز وهم درتوربین های بخار مورد استفاده قرارگرفته اند.

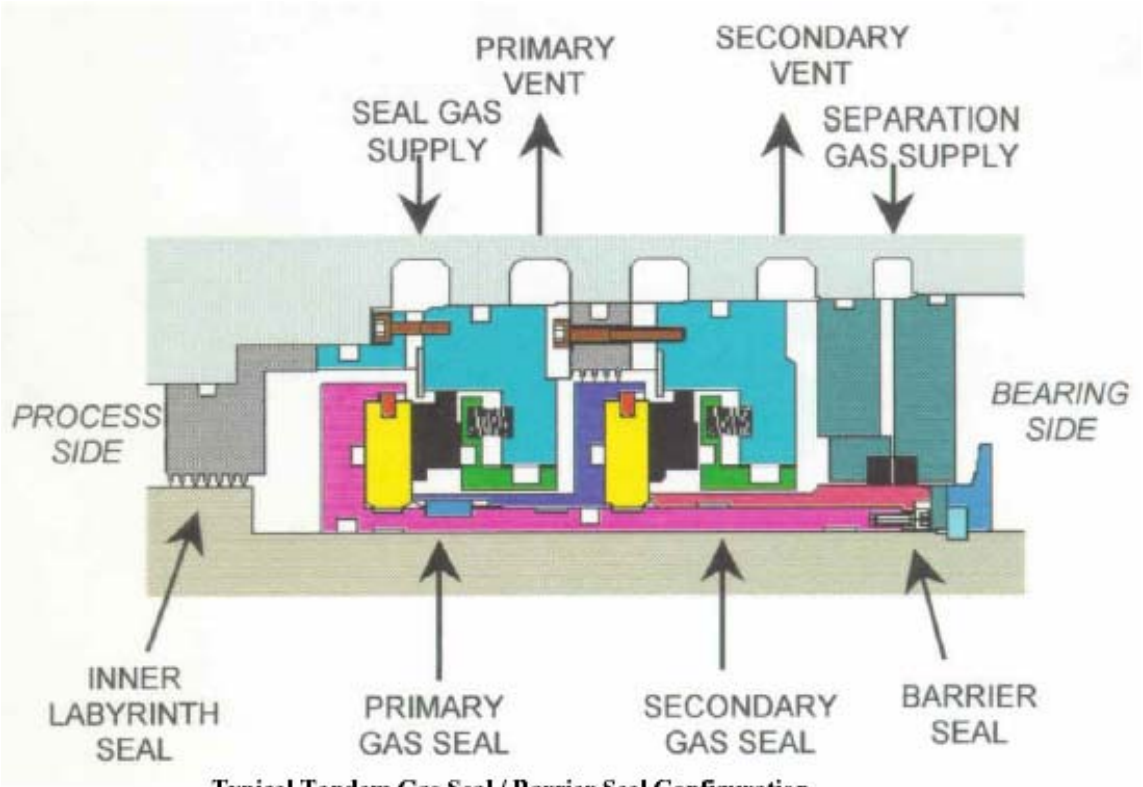
درشکل زیرشمائی ازیکDry Gas Sealنشان داده شده است.



Gas Seal Components

ساختمان انها به این صورت است که باایجاد شیارهائیGrooveکه روی قسمتی از سطوح اب بندی بصورت VیاUشکل ودرجهت چرخشDirectionalیاخلاف جهت چرخشBi-Directional با دقت خیلی بالا تعبیه(کنده کاری) می شودودرحین کارتوربین یاکمپرسور گازیابخاربا فشاربالا بین سطوح تزریق می شودکه دراثرحرکت دورانی سطوح باعث افزایش فشاربین دوسطح اب بندی می شود(شیارهاعمل کمپرس کردن گازیابخار راانجام می دهند)وافزایش فشارحاصله باعث جداشدن وعدم تماس مستقیم انهامی شودودرصورتی که به هردلیلی(حرکت محوری یاافزایش فشارگاز) فاصله سطوح بخواهد زیادشودباخالی شدن بخاریاگازازبین سطوح فشاران کاهش پیدامی کندونیروی فنری پشت سطوح درجهت کم کردن فاصله واردعمل می شوندودرصورتی که فاصله خیلی کم شودباعث افزایش فشارگازمی شودونهایتا باعث زیادشدن فاصله سطوح می شودووقتی توربین درسرویس نباشدنیز فشارفنرهاباعث روی هم قراردادن سطوح اب بندی می شودوازنشتی ممانعت می شود.

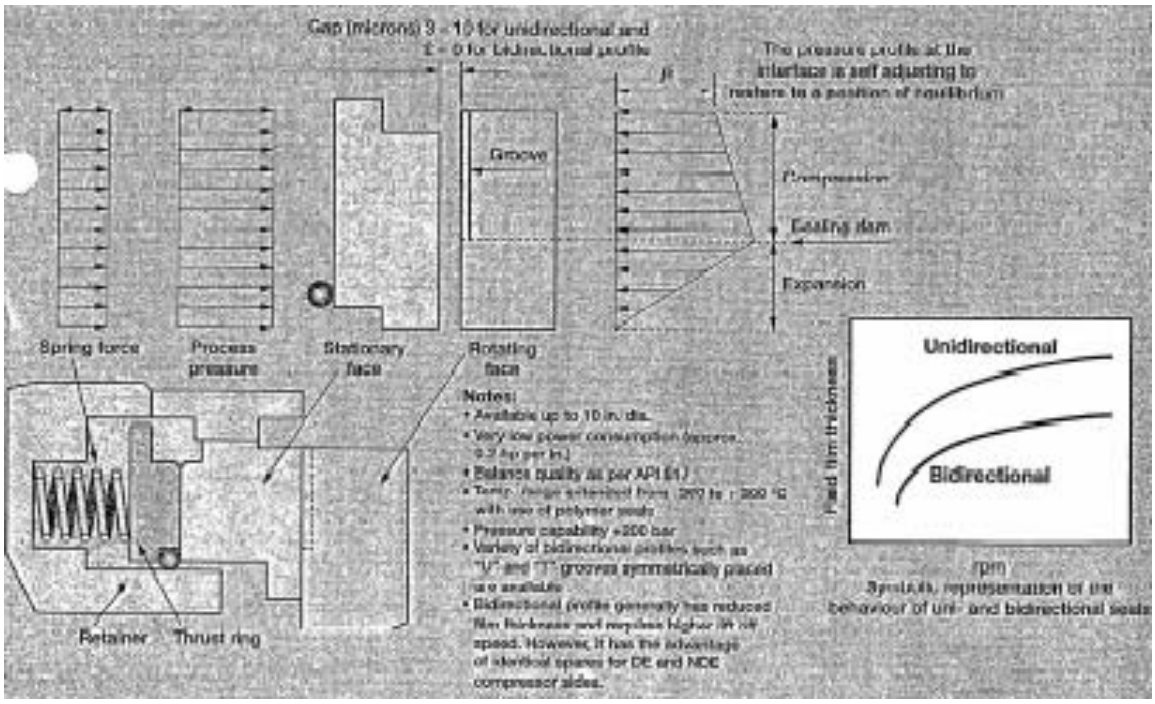
این نوع سیل ها باارایش های تکی وچندتائی بصورت پشت سرهم یاپشت به پشت هم مورداستفاده قرارمی گیرندکه درزیریکی ازاین ارایش هانشان داده شده است.




**Typical Tandem Gas Seal / Barrier Seal Configuration**

درشکل صفحه بعدپروفیل فشاربین سطوح اب بندی نشان داده شده است. همانطورکه ملاحظه می شودشیارهاطوری طراحی شده اندکه درحین کاردستگاه افزایش فشاردرقسمت میانی سیل افزایش پیدامی کند(برخلاف مکانیکال سیل هاکه پروفیل فشاربین سطوح اب بندی بصورت مثلثی است)که این افزایش

فشارباعث اب بندی دوطرفه می شودیعنی هم ازنفوذ هوابه داخل دستگاه وهم ازخارج شدن گازیابخارداخـل دستگاه بطرف بیرون جلوگیری می کند.




گازیابخارتزریق شده بین سطوح نقش خیلی مهمی در کار اب بندی ایفا می کند.بخاریاگاز تزریق شده باید کاملا فیلترشده باشد وذرات جامد خارجی ان گرفته شده باشد زیرا با نفوذ ذرات بین قطعات سیل به دلیل کم بودن فاصله بین قطعات اب بندی باعث سایش شدید انها می شود .همچنین فشارگازتزریقی باید درحد مناسبی باشد یعنی کمی بیشتر ازفشار محفظه اب بندی باشدتابتوانددرداخل محفظه اب بندی وبین سطوح تزریق شود .

باتوجه به این که اب بند ازنظرهیدرولیکی بالانس شده هستند فشارمحفظه اب بندی تاثیری برایجاد نیروی فشاری روی سطوح اب بندی ندارد.

**سیستم های تنظیم کننده دورتوربین ها Speed Governor**

به سیستم تنظیم کننده دورتوربین گاورنر گفته می شود .گاورنردستگاهی است که با تغییراتی که در مقدار باز یا بسته بودن Governor Valve در مسیر ورودی بخار به توربین می دهد دور توربین را ثابت نگه می دارد.زیرا دور توربین تابع بار و نیز مقداربخار Steam وارد شده به ان دارد ودرصورتی که مقداربارووارد شده روی توربین کاهش پیداکنددورتوربین افزایش پیدامی کندکه دراین موقعیت بافرمانی که گاورنرروی گاورنرولواعمال می کندباعث بسته شدن ان می شودوباکم نمودن مقداربخارورودی به توربین باعث می شوددورتوربین کم شودودرصورتی که دورتوربین به دلیل افزایش بار کم شودبرعکس عمل می شودوگاورنردرجهت بازنمودن گاورنرولو عمل می کند واجازه واردشدن مقداربیشتربخاربه توربین جهت ازدیاددورداده می شود.

به نوسانات ایجادشده دردورتوربین درحین برداشته شدن بارازروی توربین Huntingگفته می شود. درحین تغییربارLoadهرچه دامنه تغییرات سرعت کمترباشددلیل بربهترعمل کردن گاورنراست یابه عبارت دیگر حساسیت گاورنر بالاتراست وبرعکس هرچه نوسانات دوربیشترباشدحساسیت ان کمتر می شود.معمولاحساسیت گاورنرهارادرحالتی که بارازروی توربین برداشته می شوداندازه گیری می کنندبطورمثال اگرتوربین با3000دوردردقیقه درحال کارباشد وبطورناگهانی بارازروی توربین برداشته شودباعث بالارفتن دورتوربین می شوددرصورتی که دورتوربین تا3300دوردردقیقه افزایش پیداکندگفته می شودکه محدوده کار گاورنرده درصداست

گاورنری که درهنگام تغییرLoadتغییردورزیادی روی توربین بوجوداوردBroad Governorگفته می شود وگاورنری که دامنه تغییردور ان کم باشد(تاچهاردرصد)به ان گاورنرمحدودیاNarrow Governorگفته می شودکه هرچه درصد محدوده کاری گاورنرکمترباشدباعث کاهش نوسانات دورتوربین می شودبه عبارت دیگرحساسیت گاورنربالاترخواهدرفت ودورتوربین کمترتغییرمی کند.تغییردور یاHuntingبرای توربین های بزرگ وسنگین بخصوص درتوربوژنراتورها ازاهمیت خیلی زیادی برخورداراست زیراتغییرات دوربوجودامده در توربین باعث تغییرفرکانس برق می شودودرصورتی که ازحدچنددرصدفراتررودامکان Parallelکردن ژنراتورها بخصوص درشبکه های برق سراسری وجودنداردوباعث قطع برق شبکه ها خواهدشد.

**انواع گاورنر:**

گاورنرها ازلحاظ اصول کارکرد درسه دسته زیرطبقه بندی می شوند:

۱-گاورنرهای مکانیکی

۲-گاورنرهای هیدرو مکانیکی

۳-گاورنرهای الکتروهیدرو مکانیکی

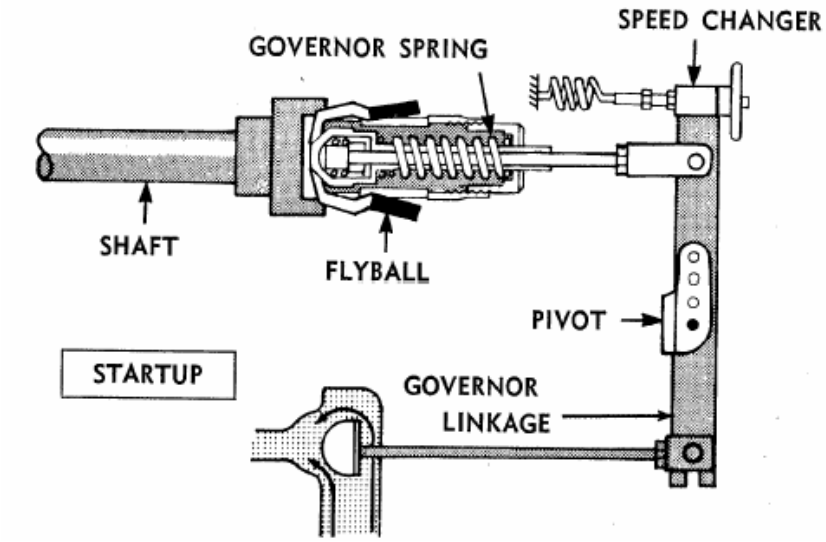
که ذیلا به شرح اصول کاروساختمان هرکدام ازانهامی پردازیم.

**گاورنرهای مکانیکی**

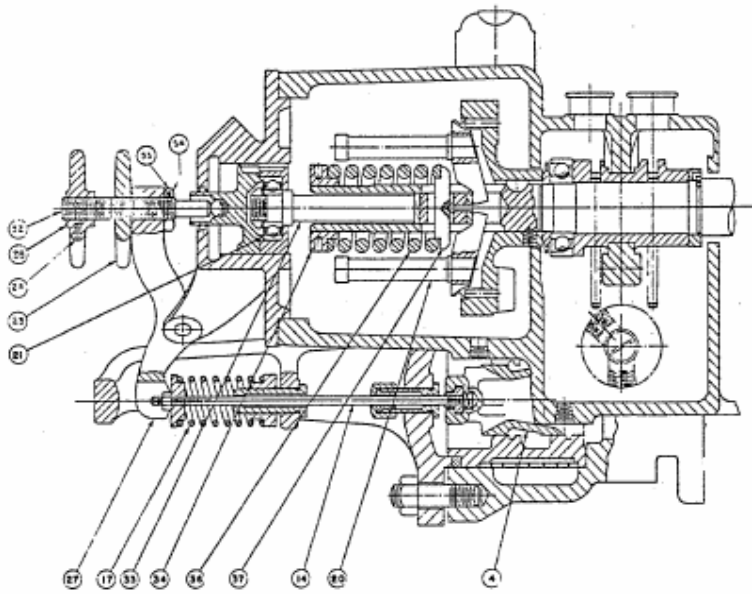
عملکرداین نوع گاورنرهابصورت مکانیکی وبراساس تعادل نیروهای مکانیکی گریزازمرکزناشی ازحرکت دورانی وزنه های گاورنرکه روی محورنصب شده اندوباان می چرخندونیروی فنراست که این دونیروبرخلاف جهت یکدیگرعمل می کنند. ساختمان کلی این نوع گاورنرها شامل دو وزنهFlyball ویک فنر Springاست که پشت ان نصب می شود وازبازشدن وزنه هادراثرنیروی گریزازمرکزممانعت می کندوبرایند نیروی انهاروی میله مخصوصیGovernor Slide که توسط سیستم اهرم بندیGovernor Lever به گاورنرولومتصل شده است اعمال می گرددوباعث بازوبسته کردن تروتل ولومی شود.گاورنرهامعمولادرانتهای بیرونی محورکه فضای کافی برای نصب موجوداست نصب می شوند .

همانطور که درشکل بعدی ملاحظه می شودقبل ازراه اندازی بواسطه عدم وجودنیروهای گریزازمرکزوزنه ها Governor Weightهادراثرنیروی فنرجمع می شوندوباعث می شودگاو رنر ولومسیرورودی بخارراکاملا بازنگه دارد دراثربالارفتن دورتوربین نیروی گریزازمرکز افزایش پیدامی کندوباعث می شودوزنه ها ازهمدیگردور شوندوباعث جمع شدن فنر شوند و محور داخل فنرGovernor Slide را بطرف بیرون حرکت دهندکه این حرکت توسط دسته اهرمGovernor Lever به شیر بخار ورودی منتقل می شود و در این حالت شیر Governor Valve را می بنددتا مقدار جریان بخاری که واردتوربین می شودراکم کند و وزنه ها رامجددا جمع می کند.وقتی توربین به سرعت واقعی خودمی رسدنیروهای گریزازمرکزونیروی فنربا هم به حالت تعادل می رسندومقداربخارواردشده به توربین ثابت می شودوقتی که باراعمال شده روی توربین افزایش پیدامی کند دورتوربین کاهش پیدامی کندوباعث می شودوزنه ها به هم نزدیک شونددراین حالت

حرکت اهرم متصل به گاورنرولو درجهت بازنمودن مسیربخارعمل می کندوبااجازه ورودبخاربیشتربه داخل توربین دورتوربین افزایش پیدامی کندتامجدداتعادل برقرارشود.




وجودنیروهای اصطکاکی دراین نوع گاورنرهاباعث می شودکه درمقابل حرکت سیستم اهرم بندی گاورنرمقاومت ایجادشودوهمچنین به دلیل وجودنیروهای نابالانس ناشی ازاختلاف فشاروجریان بخاردرطرفین گاورنرولوامکان تنظیم دقیق دورتوربین فراهم نیست وسرعت توربین بطورمداوم کم وزیادمی شود Hunting این گاورنرها جزدسته گاورنرهایBroad Governorهاهستند که باتوجه به حساسیت پایین انها معمولا در توربین های کوچک که تغییرات دوردرانهاخیلی اهمیت نداردبکار گرفته می شوند.



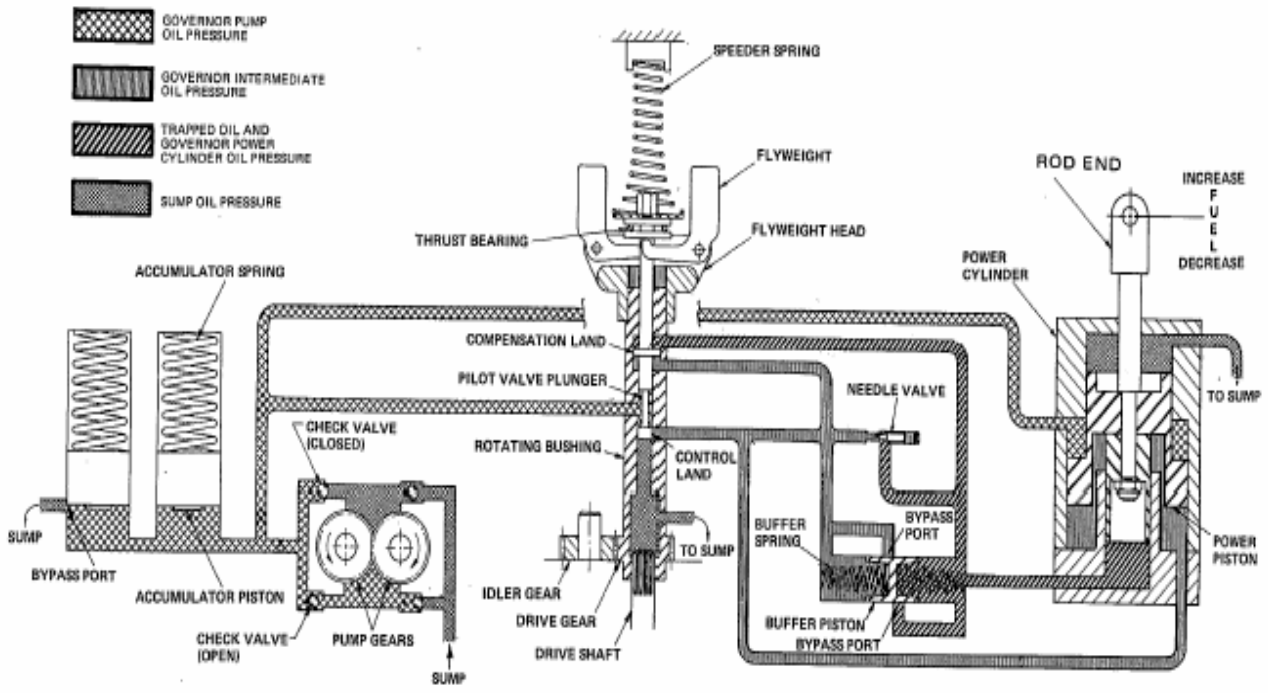
**مکانیزم تغییردورگاورنرهای مکانیکی**

تغییردوردرگاورنرهای مکانیکی بصورت دستی انجام می شودو قادربه تنظیم دوردرحدود۲۰درصدرنج کاری توربین می باشند. این تغییرات باتنظیم موقعیت میله تغییرسرعتSpeed Changer Studانجام می شودبه این صورت که باازادکردن مهره قفل کننده Lockwheelروی مهره تنظیم اصلی وشل یا سفت کردن مهره های تعبیه شده درانتهای گاورنرباعث تغییرطول سیستم اهرم بندی ها می شودومقداربازبودن گاورنرولوکم وزیادمی شود.روی میله تنظیم سرعت دومهره تعبیه شده که ازیکی ازانهابرای قفل کردن دیگری استفاده می شود ولی بایدتوجه داشت که بااین مکانیزم نمی توان گاورنرولورابطورکامل بست.

**گاورنرهای هیدرومکانیکی**

به دلیل دقت پایین گاورنرهای مکانیکی به علت مسائل اصطکاکی ونیازبه نیروی زیادبرای بازوبسته کردن گاورنرولو ووجودنیروهای نامتعادل روی میله Stem تروتل ولو در بیشتر توربین های بخاراز گاورنرهای هیدرومکانیکی استفاده می شودکه بافشارروغن کارمی کنندو باتوجه به حذف مسائل اصطکاکی نسبت به نوع قبلی دارای دقت بیشتروتغییرات دورHuntingکمتری می باشند.

نحوه عملکرداین نوع گاورنرهابه این صورت است که حرکت محور توربین ازطریق چرخ دنده وکوپلینگ به دو وزنه گریز از مرکز منتقل می شودو براینـد نیروهای گریزازمرکزونیروی فنری باعث حرکت Pilot Valve Plunger می شود که حرکت ان درجهت بازیابسته شدن مسیرهای روغن وورود ان بطرف Power Piston وحرکت دادن ان می شود که این حرکت باعث حرکت اهرمی که به انتهای میله گاورنرولو وصل است می شود و باعث کم و زیاد شدن بخارورودی به توربین می شود و درنتیجه دور را نسبت به افزایش یاکاهش بارروی توربین روی دورثابت تنظیم می کند.




اصول کاراین گاورنر ها که از نوع ساده تا پیچیده ان ساخته شده است شبیه به هم است وگاورنرهای نوع بلوزی ساخت کارخانه Woodwardازنوع پیشرفته ودقیق انهااست که دربخش اخرکتاب بطورمفصل راجع به شرح کاروساختمان داخلی ان پرداخته می شود.

**سیستم خلاء درتوربین های بخار**

نیروی محرکه توربین های بخاربستگی مستقیم به اختلاف فشار و درجه حرارت ورودی و خروجی بخـار دارد. هرچه فشار ودرجه حرارت بخار خروجی کمتر باشد توربین انـرژی بیشـتری راازبخاردریافـت مـی کنـدو در نتیجه توربین توان بیشتری را تولید می کند بطور مثال اگر بخار با۶۰۰ پوند فشار به توربین داخل شـده و بـا ۶۰ پوند فشار خارج شود طبعآ انرژی کمترو در نتیجه توان کمتـری بـه تـوربین مـی دهـد تـا اینکـه بخـارات خروجی بوسیله سیستم خلاءِ مکیده شود بدین لحاظ درتـوربین هـای چندمرحلـه ای باقـدرت هـای متوسـط وبالابرای بهره گیری بیشترازانرژی بخارتوربین های باخروجی خلا طراحی می شودتاعلاوه برمواردفوق امکان تبدیل بخاربه اب مقطروبرگشت ان به بویلرها نیزفراهم گردد.

**اجزا سیستم خلا**

سیستم خلاءِشامل قسمتهای زیراست :

۱-کندانسوراصلیMain or Surface Condenser و کنترل کننده های مربوطه

۲-اژکتورهاEjectors

۳- پمپ های گردش آب کندانس Condensate Pumps

٤- کندانسورداخلیInter Condenser واژکتورهای مرحله اولIst Stage Ejectors

۵-کندانسوربیرونی After Condenser واژکتورهای مرحله دومIst Stage Ejectors

۶- اژکتورباقدرت بالا Hogging Ejector

۷- شیر ایمنی Atmospheric Relief Valve

۸-شیر خلا شکن Quick Opening Valve

۹- اندازه گیرAir Leakage Meter

که ذیلا به توضیح المان های مختلف این سیستم پرداخته می شود.

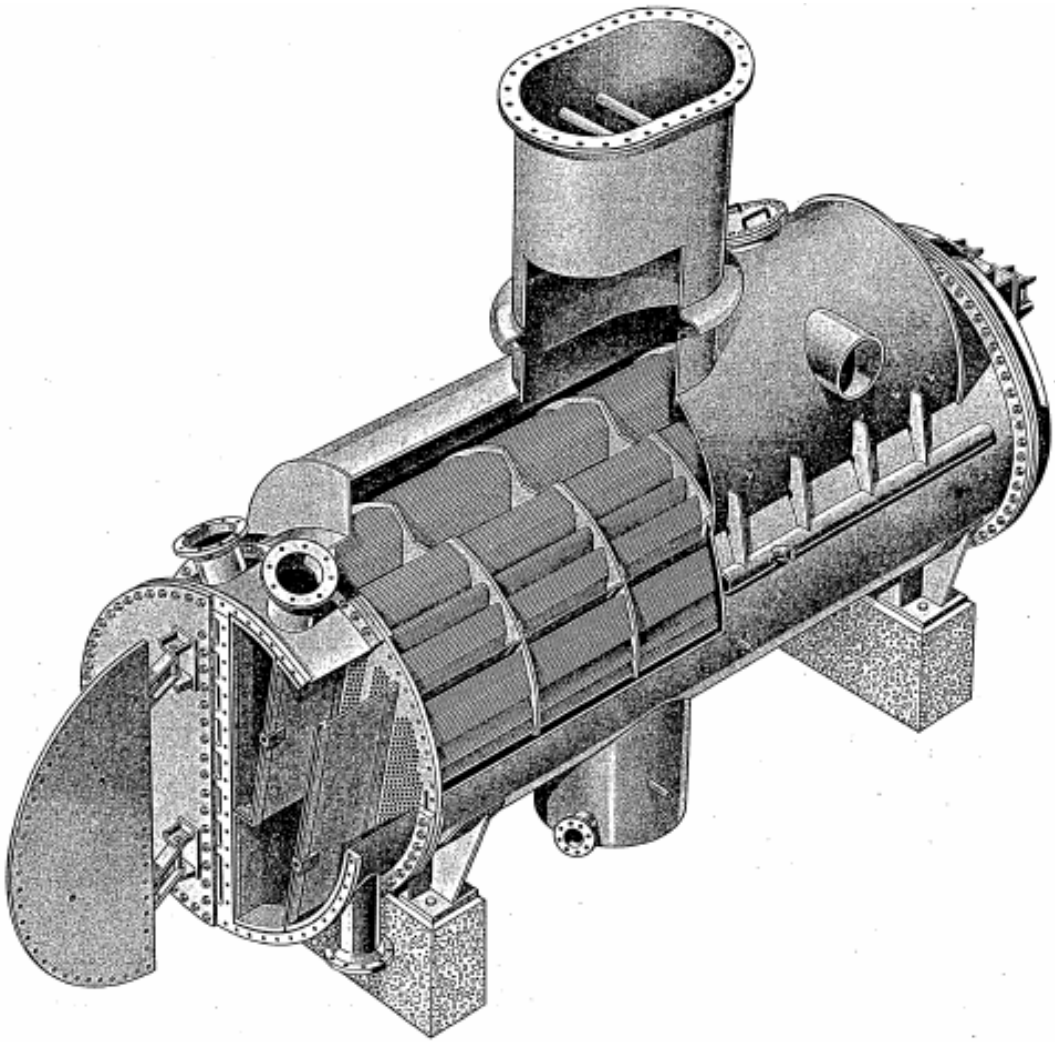
**وظایف کندانسور در توربین ها ی بخار**

درتوربین های بخاری نوع خلا ازکندانسوربرای اهداف زیراستفاده می شود:

۱- سردکردن بخارات خروجی ازتوربین و تبدیل انها به آب مقطر

۲- بالا بردن راندمان توربین و استفاده بیشتر از انرژی فشاری وحرارتی بخار (خلاداخل کنداسور بین ۰،۰۳ تا ۰،۱۵Bar است )

۳-کم کردن فشار بخار خروجی توربین جهت جلوگیری از تشکیل قطرات آب درتوربین که باعث سایش پره های توربین می شود واستفاده بیشترازانرژی نهفته دربخاراستفاده می شود.



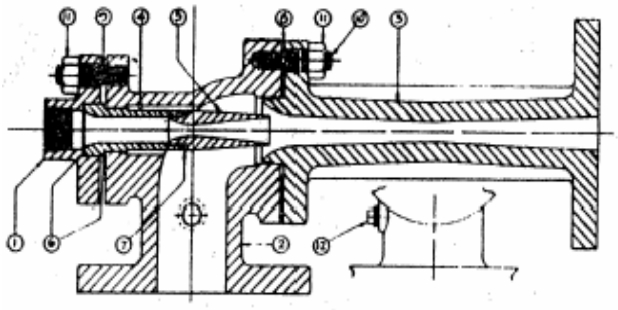
درسیستم خلاتوربین های بخارمعمولاازدودستگاه کندانسوراستفاده می شودکه یکی ازانهابخارات خارج شده ازتوربین را به اب مقطرتبدیل می کندوکندانسوراصلیMain-Surface Condensor نامیده می شودکه به دلیل بالابودن حجم بخارات خروجی ازتوربین حجم ان خیلی زیاداست ودیگری به عنوان کندانسورهایInter&After Condensor کمکی هستندکه وظیفه انهاسردکردن یامایع کردن بخارات خروجی ازاژکتورهاوبخارات کندانس نشده واردشده به اژکتورهاازطرف کندانسوراصلی است که بخارات کندانس نشده راازکندانسوراصلی وهمچنین کندانسورمیانی می مکندتاازتلف شدنWaste بخارجلوگیری شود.

دربعضی ازطراحی هاInter&After Condensor درداخل یک پوسته طراحی می شوندکه قسمت Tube Sideانهامشترک است وتوسط اب خروجی ازBootکندانسوراصلی تغذیه می شودولی قسمت پوستهShellانهاتوسط یک صفحه از یکدیگرجدامی شود ودربعضی ازطراحی های دیگرشامل دومبدل حرارتی جداگانه است.

**اژکتورهاEjectors**

برای بیرون کشیدن بخارات مایع نشده Non Condenseداخل کندانسورهاکه معمولاباگازهاهمراه هستندوباعث کاهش راندمان کندانسورمی شودازاژکتورهااستفاده می شود. اژکتورها درقسمت فوقانی کندانسورنصب می شوندو ساختمان انهابصورت یک شیپوره همگرا واگراست که باسرعت گرفتن سیال عبوری ازان ایجادخلا نموده و خلاایجادشده می تواندبخارات راازداخل کندانسورمکیده وازانجاخارج می کند.اژکتورهای مورداستفاده درتوربین های بخارمعمولابابخاراب Steamبافشار مناسب ( بسته به شرایط عملیاتی۶۰یا۳۰۰پوندی) کارمی کنند. دراژکتورهای کوچک که بابخاربافشار پایین کارمی کنندبخارات خارج شده ازاژکتوربطرف محیط بیرونVentمی شودولی دراژکتورهای بزرگ که بافشارهای بالاکارمی کنندبه دلیل زیادبودن حجم بخارات عبوری ازاژکتورVentکردن بخارات مقرون به صرفه نیست اگرفشارخروجی ازاژکتوردرحدمناسبی باشدبخارات خارج شده واردشبکه بخارمناسب باان فشارمی شودوبه مصرف دستگاه های دیگرمی رسدودرغیراین صورت بخارات خارج شده وارد مبدل های حرارتی دیگری(کندانسورهای داخلی ومیانی)می شودودرانجابه مایع تبدیل می شودوهمچنین بخارات کندانس نشده این مبدل هانیزتوسط اژکتورهای دیگری مکیده می شوندکه دربخش بعدی راجع به ان بحث خواهدشد.

درزیرشمائی ازیک اژکتوروقطعات تشکیل دهنده ان نشان داده شده است.



STEAM JET EJECTORS

| REF. NO. | PART NAME |
|---|---|
| 1 | STEAM CHEST |
| 2 | AIR CHAMBER |
| 3 | DIFFUSER |
| 4 | NOZZLE EXTENSION |
| 5 | STEAM NOZZLE |
| 6 | GASKETS, Extension |
| 7 | GASKET, Nozzle |
| 8 | GASKET, Air Chamber |
| 9 | STUDBOLTS, Steam Chest |
| 10 | STUDBOLTS, Air Chamber |
| 11 | NUTS, Hex. |
| 12 | PIPE PLUG |

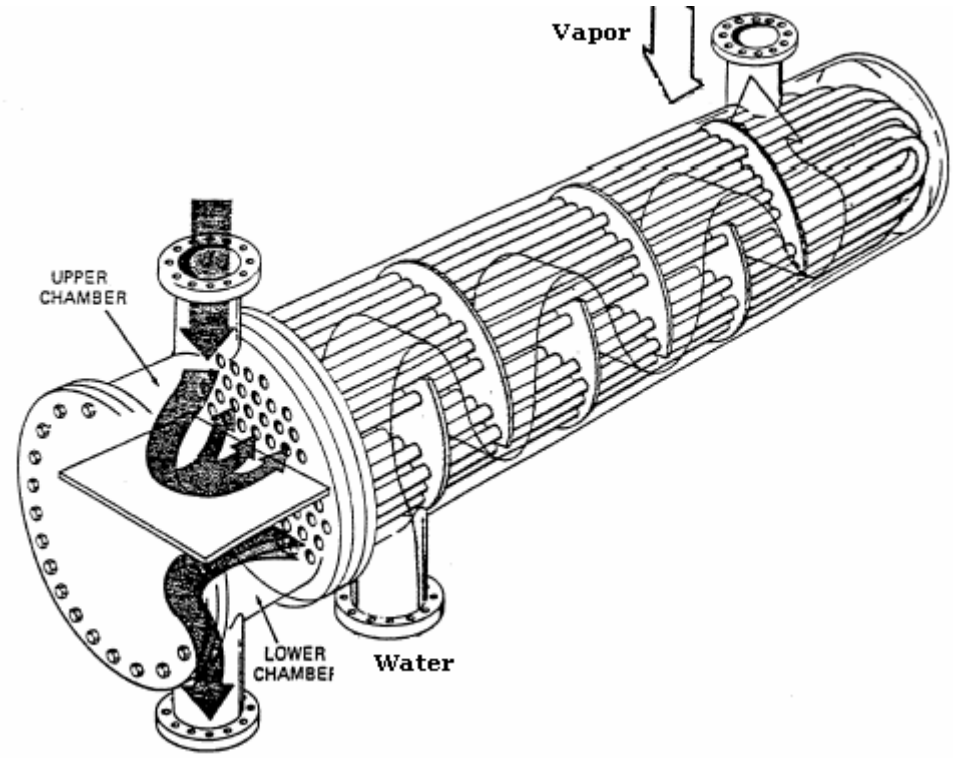
لازم به توضیح است کـه قبـل ازدرسـرویس قـراردادن اژکتورهاتوسـط لایـنDrainکـه درمیسـرلوله کشـی بخارورودی به ان قراردارددبایدمایعات مسیرخارج شودو بخارخشک وارداژکتورشوددرغیراین صـورت باعـث Erosionوخوردگی درجداره های بدنه اژکتورمی شودو باعث مـی شـودکارائی ان ازدسـت بـرود.همچنـین وقتـی کـه اژکتوردرسـرویس قراردارددبایدتلـه بخـارSteam Trapمربـوط بـه ان نیزدرسـرویس قـرارداده شودتاذرات احتمالی اب نیزگرفتـه شودوبخارخشـکSuper Heatوارداژکتـور شـودوهمچنین بانصـب صـافی درمسیربخارذرات جامدموجوددربخارباید گرفته شود.

**اژکتور باظرفیت بالاHogging Ejector**

Hogging Ejector ها,اژکتورهای با ظرفیت تخلیه بالائی هستند که با بخار ۳۰۰ پوند کار می کنند و باتوجه به این که بصورت لحظه ای(درزمان راه اندازی) درسرویس قرارمی گیرندبخار ات خارج شده ازآنهـا مسـتقیماً به آتمسفر Vent می شودوبه منظورایجاد خلاءِ در شرایط اضطراری یا به منظور ایجاد سـریع تولیـدخلاءِ در کندانسوراصلی از این اژکتور هااستفاده مـی شـود. ایـن اژکتـور مسـتقیماً روی Shell مبـدل.Surface Cond نصب می شوند و سریعاًبخارات Non Condenseوهوای همراه باآن را به آتمسفر تخلیه می کنند. در موقـع استفاده ازHogging Ejector باید ارتفاع سطح آب داخل Boot کندانسوراصلی کنتـرل شـود چـون در ایـن حالت Condensate برگشتی بهBoot قطع می شود.پس ازایجاد خلاودرسرویس قرارگرفتن توربین Hogging Ejectorازسـرویس خـارج مـی شـوندواژکتورهای مرحلـه اول کارتخلیـه بخـارات همـراه بـا هـوای داخـل کندانسورانجام می دهند.

**اصول کارکندانسوراصلی Surface Condenser ووظیفه اژکتورهای مرحله اول**

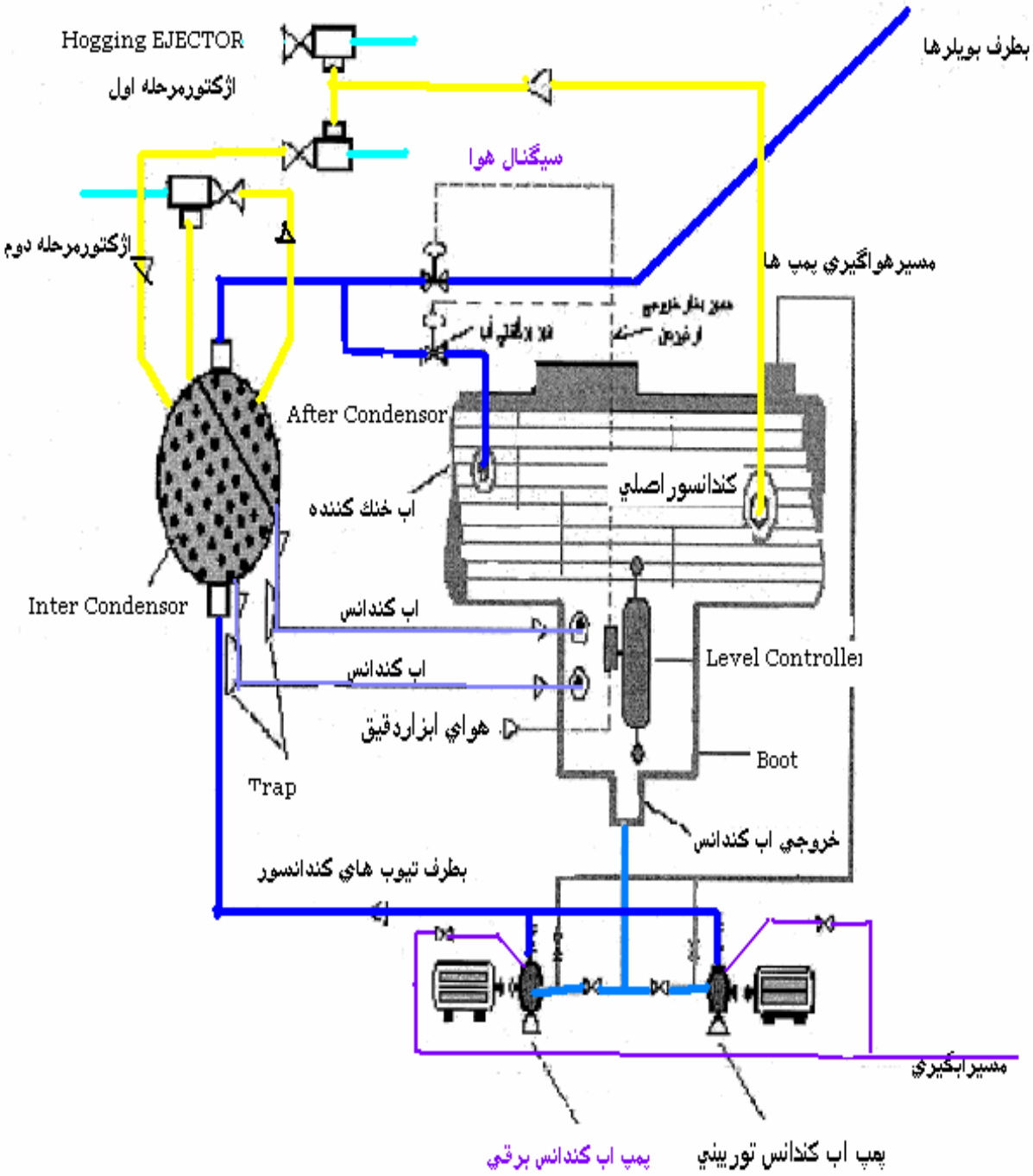
جهت ایجاد خلا وتبدیل بخـارات خروجـی از تـوربین و تبـدیل انهـا بـه آب مقطـر از کندانسـور اسـتفاده مـی شود.ساختمان کندانسوراصلی دقیقا مشابه یک مبدل حرارتی Heat Exchangerاست که ازتیوب هـای داخلـی ان اب خنکCooling Water عبورداده می شود و بخارات خروجی از توربین از طریـق یـک لولـه بـزرگ بـه داخلShell کندانسور وارد می شود و دراثرتماس باسطوح سردتیوب های.Surface Cond وتغییرجهت هائی که توسط Baffle های داخل کندانسور انجام می شودبخارات به مایع تبدیل می شوند(تغییرفازمی دهنـد)کـه این تغییرفاز باعث کم شدن حجم بخار وتولیدخلامی شود که در بعضی نیروگاهها این فشار تـا حـدودنیم PSI نیزمی رسد.




بخارات مایع شده در مخزن پائین کندانسورBoot جمع اوری می شوندوسپس توسط پمپ های اب کندانس مجددابه طرف بویلرهاپمپاژمی شوندومجددابه سیکل اصلی تولیدبخاربرمی گرددو بخاراتی که در این مرحله مایع نشده اندNon Condense ازقسمت بالای کندانسوربطور مداوم توسط اژکتورهای مرحله اولFirst Stage Ejector مکیده می شوندوازداخل کندانسورتخلیه می شوندوبه همراه بخارات عبوری ازاژکتور واردقسمتShellمبدل حرارتی دیگری به نامInter Condensorمی شوند.

ارتفاع آب در قسمت Boot بطور اتوماتیک توسط یک سیستم ابزاردقیقی بطوراتوماتیک کنترل می شود.این کنترل کنندهController روی دو کنترل ولو فرمان می فرستد، کنترل ولو اول به نام Recycle Valve است که در صورتی که سطح آب داخلBoot پائین بیاید بازمی شود و مقداری ازآب گردشی خروجی ازپمپ های اب کندانس رامجددا به آن برمی گرداند و نحوه عمل آن عکس ارتفاع آب است یعنی وقتی که ارتفاع آب بالا بیایدکنترل ولو می بندد ووقتی که ارتفاع آب پائین برود کنترل ولو باز می کندReverse Acting و کنترل ولودوم Over Board Valve نامیده می شود ودر صورتی که ارتفاع آب از حد تنظیم شده بالاتر رود این ولوواردعمل می شود و مقداری ازاب Condensate را از سیستم خارج می کندوبطرف بویلرهای تولیدبخاریا

.....می فرستد برعکس کنترل ولوقبلی عملکرد ان مطابق عمل ارتفـاع آ ب اسـت یعنـی وقتـی کـه ارتفـاع اب داخلBootبالا می ایدکنترل ولو باز می شود ووقتی که ارتفاع آب پائین می رودولو می بنددبه عبـارت دیگـر Direct Actingعمل می کندهمچنین ایـن سیسـتم بـه یـک سیسـتم هشـداردهنده ارتفـاع زیـاد Boot High Liquid Level Alarmمجهز شده است که وقتی ارتفاع نرمال آب درداخلBoot به فاصـله معینـی ازتـه آن می رسد عمل می کندونفرات عملیات رااز بالامدن ارتفاع اب داخل کندانسورباخبرمی کند.



لازم به توضیح است که درصورت افزایش زیادازحدارتفاع اب داخل کندانسور جریان بخارداخل کندانسورکه یک مسیرزیگزالی راازبین Baffleهاعبورمی کندمی تواندمتوقف شودودرسیستم خلااختلال ایجادمی شودکه بایدسریعا نسبت به تنظیم ارتفاع اب اقدامات لازم انجام شود.

**نحوه عمل کرد پمپ های اب کندانس**

به منظور گردش آب در سیستم وبرای ثابت نگه داشتن ارتفاع اب و خارج کردن آب اضافی از Boot مبدل Surface Condenser ازدودستگاه پمپCondensate Pump باظرفیت مناسب استفاده می شودکه معمولا پمپ اصلی برقی و پمپ کمکی ازنوع توربینی انتخاب می شود. روی خروجی پمپ اصلی یابرقی سیستمی Pressure Switchدر نظر گرفته شده که اگرفشار خروجی آن ازحدمشخصی کمترشودبطوراتوماتیک ورودی کنترل ولوبخار ورودی به توربین پمپ کمکی را بازمی کندوان رابطوراتوماتیک درسرویس قرارمی دهد.البته باید توجه شود که پمپ توربینی همیشه باید گرم نگه داشته شود وبادور کم در حال چرخش باشد ,ورودی و خروجی آن بازباشد ,خودپمپ گرم باشد, Trap های بخار ورودی و توربین Turbine Casing در سرویس باشند تا بطور صد در صد اماده درسرویس امدن باشدودرکمترین زمان ممکن بتوان ان رادرسرویس قرارداد .البته درصورتی که پمپ کمکی یا یدک نیزبرقی باشدبه توسط یک سوئیچ فشاری که روی مسیرخروجی پمپ اصلی است فرمان می گیردودرسرویس می اید.

**نکته:** چون ورودی این پمپها به سیستم خلاءِ متصل هستند امکان دارد هنگام هواگیری انها خلاکندانسور شکسته شودکه برای رفع این اشکال وهواگیری این پمپ هامعمولا ازیک لوله حدود٣/٤ اینچی که به Surface Cond. متصل است استفاده می شودبه عبارت دیگرهوای داخل پمپ توسط خلاکندانسورخارج می شود.

**کندانسورمیانی Inter Condو اژکتورهای مرحله دوم**

کندانسورداخلیInter Condensor یک مبدل حرارتی است که درداخل تیوب های ان اب خنک خروجی ارBootکندانسوراصلی که توسط پمپ های اب کندانس پمپ شده درجریان است وبخارات مایع نشده Non Condense خارج شده از.Surface Cond همراه بابخارات وگازها که ازاژکتورهای کندانسوراصلی توسط اژکتورهای مرحله اول خارج شده اندواردان می شوندکه دراثرتماس بخارات با سطوح خنک لوله های داخلی کندانسوربه مایع تبدیل می شوند که بخشی از بخارات مایع شده به وسیله سیستم Trap موجودمجددا بهBoot مبدل.Surface Cond برگشت داده می شوند وبخارات مایع نشده نیزمجددا توسط

دوعدداژکتورکه معمولآ یکی از آنها در سرویس می باشد ودیگری به عنوان یدک است و اژکتورهای مرحله دوم یاثانویه نامیده می شوندبخارات را به داخل Aftter Cond واردمی کنند .دراکثرکاربردها منبع خنک کننده.Inter Cond آبی است که بوسیله پمپهای آب گردشی در قسمتTubeهای آن به جریان می افتندتابخارات رابه مایع تبدیل کنند.

اژکتورهای مرحله دوم معمولابا بخار۳۰۰ پوند کار می کنند و بخار مصرفی انها به انضمام بخارات مربوط به.Inter Cond به داخلShell مبدل .Aftter Cond وارد می شوند.

**After Condenserونحوه عملکرد ان**

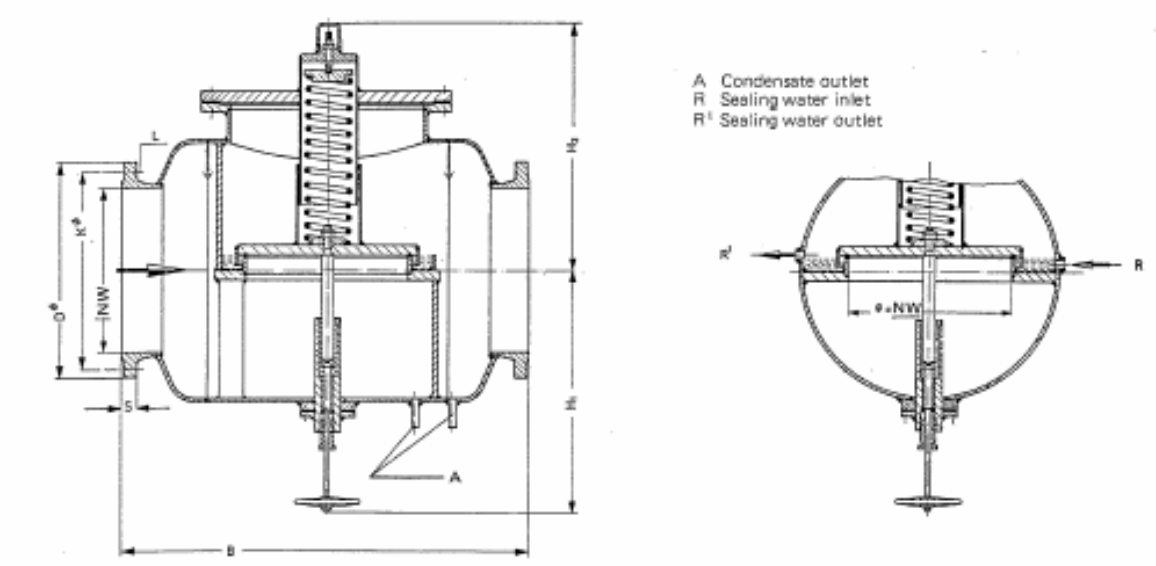
بخاراتی که در قسمتInter Cond. به مایع تبدیل نشده اند به وسیله اژکتورهای مرحله دوم که معمولآ یکی از آنها در سرویس ودیگری اماده به کارمی باشد به همراه بخارات خروجی از اژکتورمرحله دوم به طرف Shell مبدل After Cond مکیده می شوند بخارات مایع شده بوسیله سیستم Trap بهBoot مبدل. Surface Cond برگشت داده می شوند منبع خنک کننده این کندانسورنیزهمان آبی است که بوسیله پمپ های گردش آب در قسمت Tube های مبدل جریان دارد.

**شیراطمینان PSV**

چون سیستم.Surface Cond و متعلقات آن برای حالت خلاءِ طراحی شده است فشار گرفتن کندانسور بسیار خطرناک است. به منظور اجتناب از شکسته شدن خلاءِ و فشار گرفتن سیستم و بخصوص.Surface Cond یک شیر ایمنی در نظر گرفته شده است که مستقیمآ به Shell کندانسوراصلی متصل می شود. نقطه تنظیم این شیر ایمنی حدود 3-5Psig می باشد و به محض این که فشار کندانسور بالامی رودعمل می کند و فشارداخل کندانسوررا به اتمسفر تخلیه می کند البته این مبین شکسته شدن خلادراثرنفوذهواست که دراین گونه مواردبایداقدامات لازم برای شناسائی مشکل انجام شود.

برای این که در حالت عادی از طریق شیر ایمنی, هوا به داخل سیستم خلاءِ نشت نکندوهواواردان نشود روی قسمت Seal Disc ان بایدبا آب پر شود. برای این منظور یک لوله۳/٤ اینچ ازاب Condensate گردشی در سیستم از قسمت خروجی پمپ گرفته می شود که درقسمت ورودی ان به شیر ایمنی نیز دارای یک ولو است که اب راروی ان تخلیه می کند. ضمنآ یک نشان دهنده شیشه ای Sight Glass روی شیر ایمنی نصب شده است که با استفاده از ولو و نشان دهنده باید سطح آب را روی قسمت های ذکر شده شیر ایمنی همیشه در

حد نرمال نگه داشته شودکه البته مصرف زیاد آب روی این شیرنیزمبین این است که شیر کاملآ Seal نیست و باید تنظیم شود.




**کاربرد Quick Opening Valve و نشان دهنده Air Leakage Meter**

هرگاه خلاسیستمی که در حالت نرمال نزدیک به خلاکامل(حدود ۲۶ اینچ جیوه یاکمتر) است بطور ناگهانی شکسته شودمی تواند بسیار خطرناک باشدو حتی احتمال انفجار سیستم نیزوجود دارد. برای اینکه در مواقع لزوم مثلآ بعد از ازسرویس خارج کردن توربین بتوان به آرامی سیستم را به فشار اتمسفر رساند بطوری که خسارتی به توربین وارد نشود تسهیلاتی فراهم شده است که شامل یک شیر بسیار روان و یک نشان دهنده است که مقدار( پوند در ساعت) هوای واردشده به کندانسور را نشان می دهد. نشان دهنده از صفرتا٤٠ پاوند در ساعت مدرج شده است که بانصب Quick Opening Valve به راحتی می توان مقدار هوای عبور نموده یا میزان شکسته شدن خلاءِ را تنظیم نمود. در موقع شکستن خلاءِ باید عملیات بآرامی انجام شود و سرعت ورود هوا به سیستم روی نشان دهنده هرگز نباید Top Scale شود. سیستم فوق مستقیمآ به After condenser و قسمت Shell ان مربوط است.

**انواع کندانسور**

کندانسورها به دو دسته تقسیم می شوند:

الف- کندانسورهای سطحی Surface Condensor

ب -کندانسورهای جت تایپ Jet Type Condensor

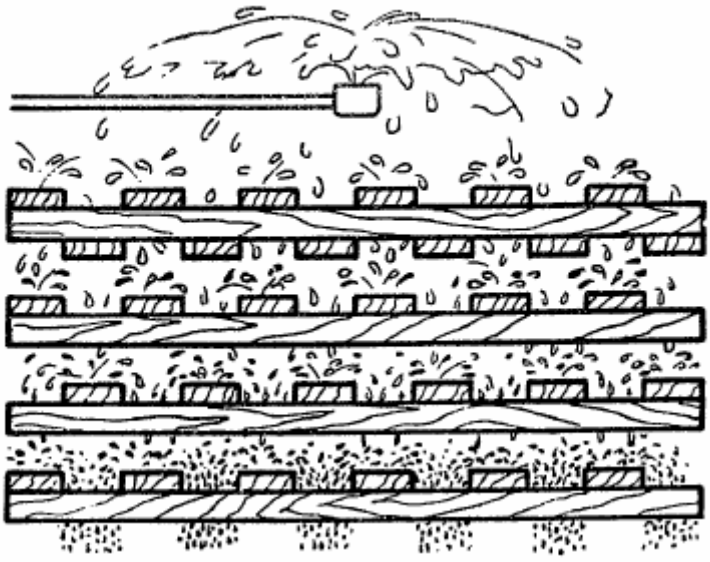
**کندانسور سطحی Surface Condensor**

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 پالایشگاههاو 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

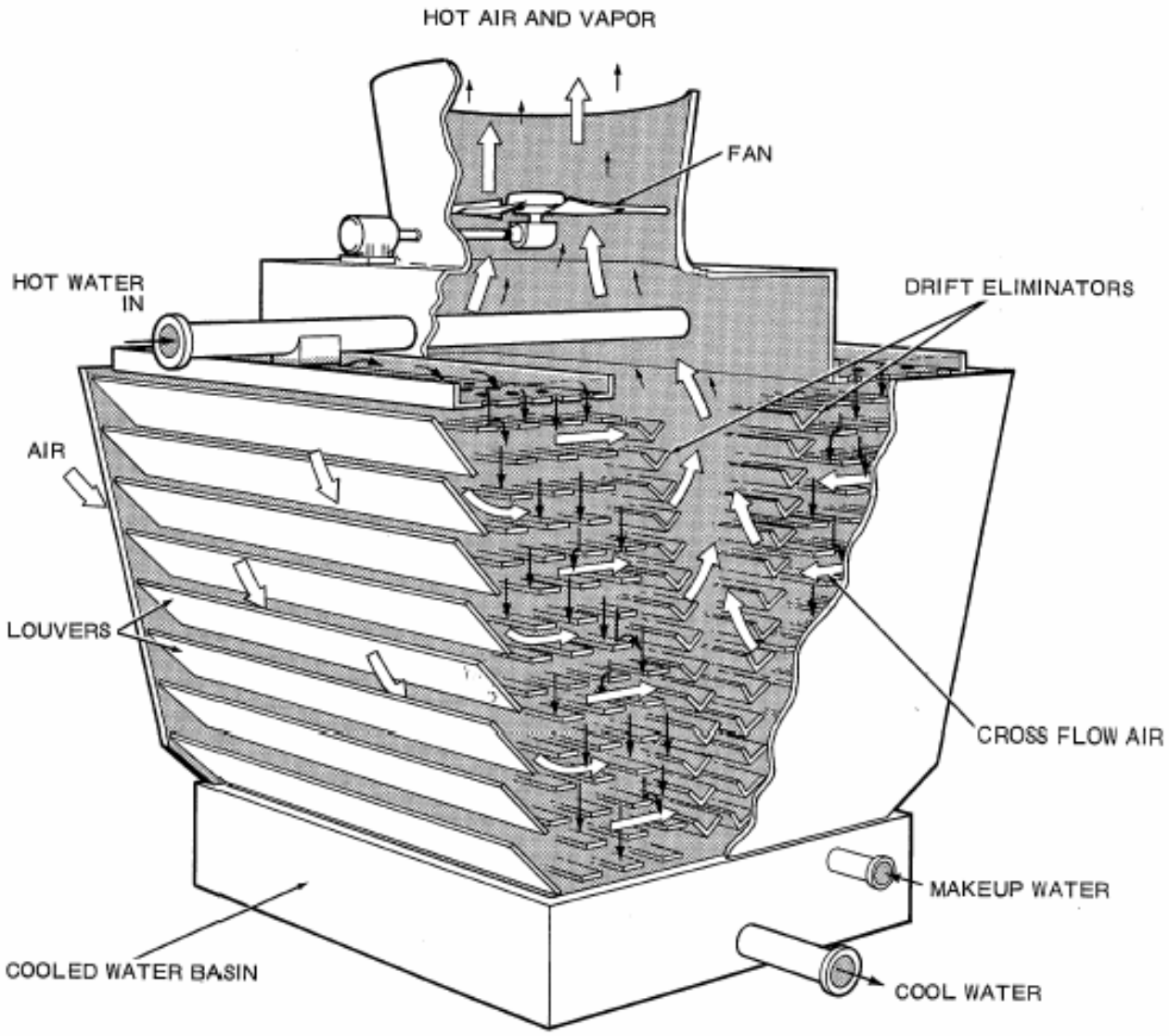
در این سیستم برای خنک کردن اب گرم ان را به بالای برج که ارتفاع ان تا ٤٠ متر می رسد پمپاژ می کنند و آب از بالای برج بر روی سینی های مشبکی که به فواصل نیم تا یک متری هم تعبیه شده و دارای سوراخهای نسبتا ریزی می باشدبصورت دوش مانند ریخته می شودکه مقداری ازآب بخارVaporمی شودکه آب تبخیر شده گرمای نهان تبخیر 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.

بطورمثال 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 :

$$Q = mf$$

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

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




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**

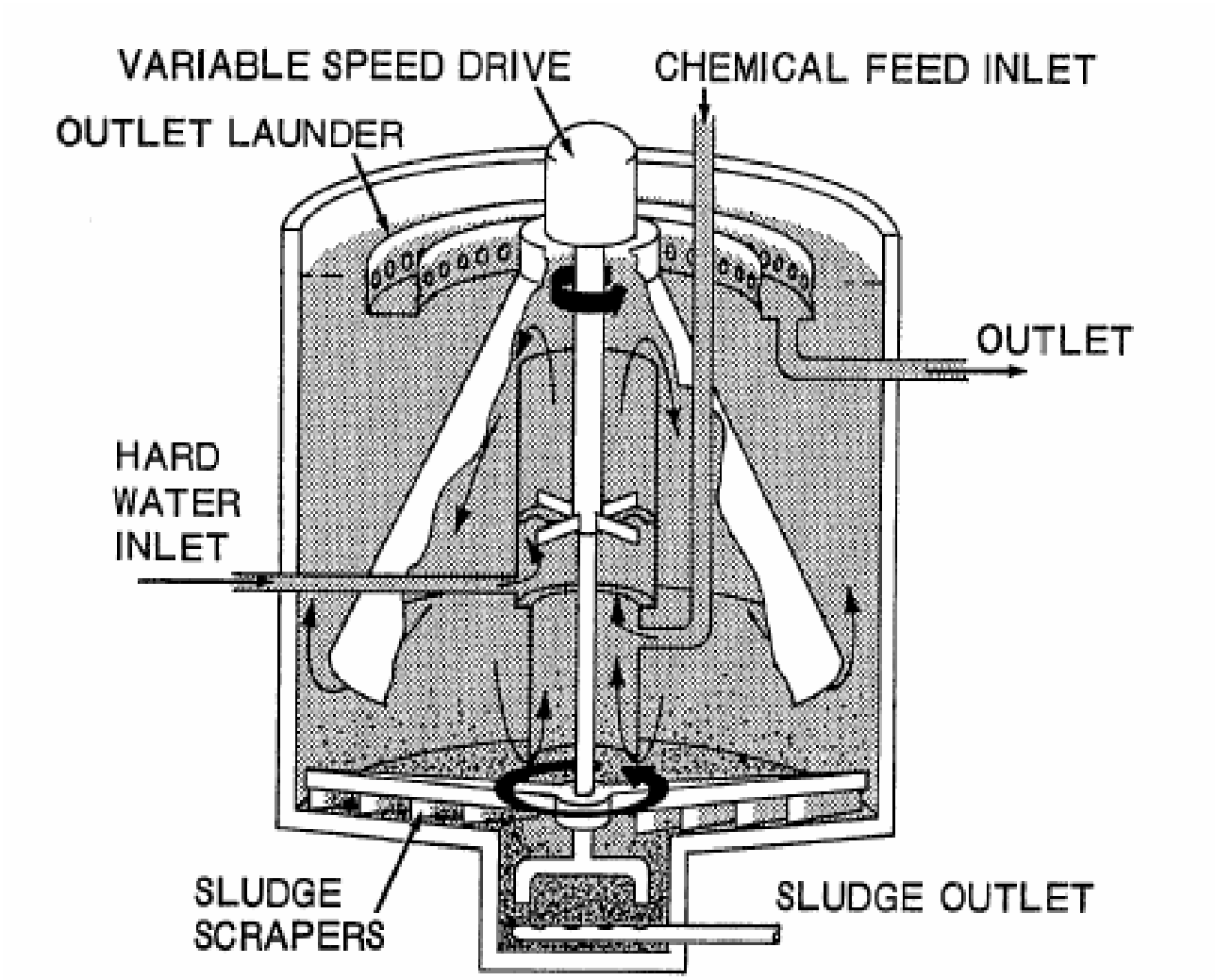
به دلیل تبخیر مداوم اب و ایجادرسوبات ناشی ازحرکت اب درداخل لوله های مبدل های حرارتی ومسیرهای جریان اب که درهرشبانه روزصدهاباراین مسیرها طی می شودوبه دلیل ورواب Make Upکه احتمالادارای ناخالصی است به مرورزمان باعث ا فزایش سختی اب گردشی می شودکه باعث ایجادرسوب درداخل لوله ها و کاهش سرعت اب وته نشین شدن ذرات درداخل تیوب های Heat Exchengerهاوکاهش 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 رودوازطریـق کانـال مشـبکیOutlet Launder کـه درقسـمت بـالای مخـزن اسـت اب تمیزخارج می شود.




حرکت چرخشی قسمت مخروطی شکل باعث بالا رفتن سرعت کاروکم ترشـدن حجـم دسـتگاه مـی شـودکه توسط الکتروموتوروگیرباکس هائی حرکت چرخشی پاروهای پایین ومخروط هرکدام باسـرعت مناسـب مـی چرخند.

**برج خنک کننده تبادل حرارتی**

این نوع برج ها در محل هایی مانند کنار دریا هاو رودخانه های بزرگ که میـزان آب در تمـام فصـول سـال زیاد است مورداستفاده قرارمی گیرندوطرز کارانها به این صورت است که لوله های حاوی آب گرم خروجـی از دستگاه هاواردااستخرهایاحوضچه هائی می شوند که در انجا آب خنک فیلتر شده از دریایارودخانه به داخل

ان وارد شده است وباان تبادل حرارت کرده و آب کولینگ گرم گرمای خود را به آب زیاد دریـا یـا رودخانـه منتقل می کندودوباره به شبکه اب کولینگ برمی گردد.

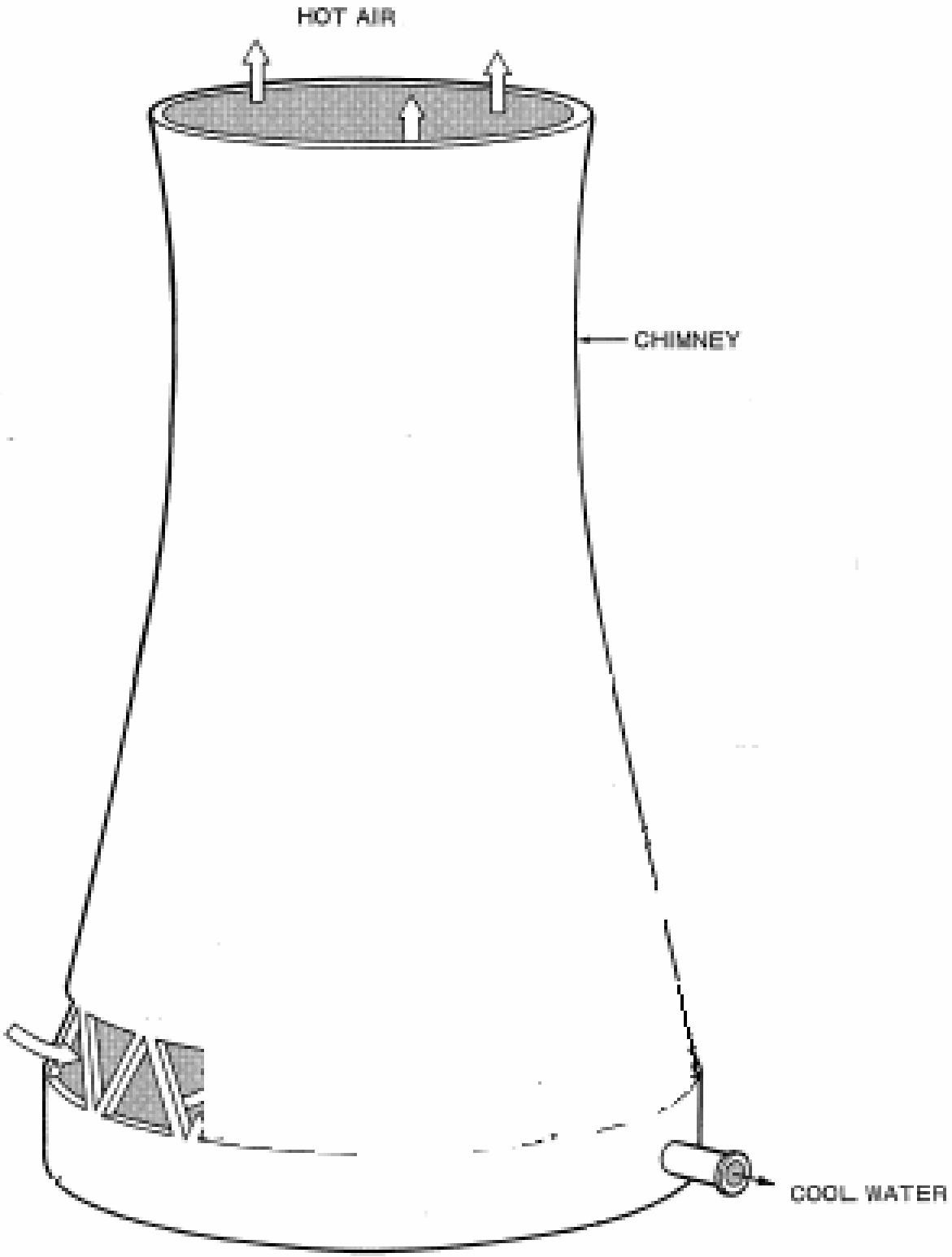
ازاین نوع برجهای خنک کننده درنیروگاه نکاو پالایشگاه بندرعباس استفاده شده است.

**برج خنک کننده خشک**

در این نوع برج ها آب گرم خروجـی از کندانسـورهایاتجهیزات دیگـر در داخـل رادیاتورهـایی کـه در داخـل دیواره های پایینی برج قرار دارد گردش می کند و به علت سطح زیاد پره های رادیاتورها بـا هـوای محـیط تبادل حرارت می کندکه باعث خنک شدن ان می شودو افزایش گرمای اطراف رادیاتورها باعـث گـرم شـدن هواو صعود هوای گرم به بالای برج و درنتیجه یک سیر کولاسیون طبیعـی Natural Circulation همیشـگی در اطراف رادیاتورها می شود.

دربعضی ازطراحی ها جهت حرکت دادن به هوادرداخل برج ازفن هـائی Forced Draft Fan جهـت نیـل بـه 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 مـی باشـد 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 درصـفحه بعدشـمائی 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 بخاربایدکاملا محدود ودرحدکمترین 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 .

پاتاقانهای لغزشی دردودسته طبقه بندی می شوند:

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

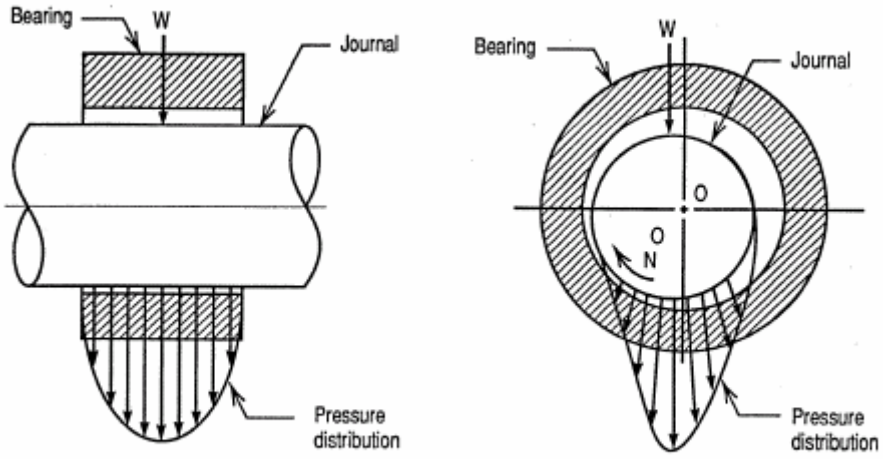
۲- یاتاقان های محوری Thrust Bearingکه برای کنترل کردن وخنثی نمودن نیروهای محوری بکارمی روند که ذیلا به تشریح ساختمان واصول کارهرکدام ازانهاپرداخته می شود.

**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 هاقسمتی از محوردرداخل 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- مقداربارياریا نیروی وارده بوسیله محور و قطعات

ج- سرعت دوران محور

د- غلظت روغن و روش روغنکاری

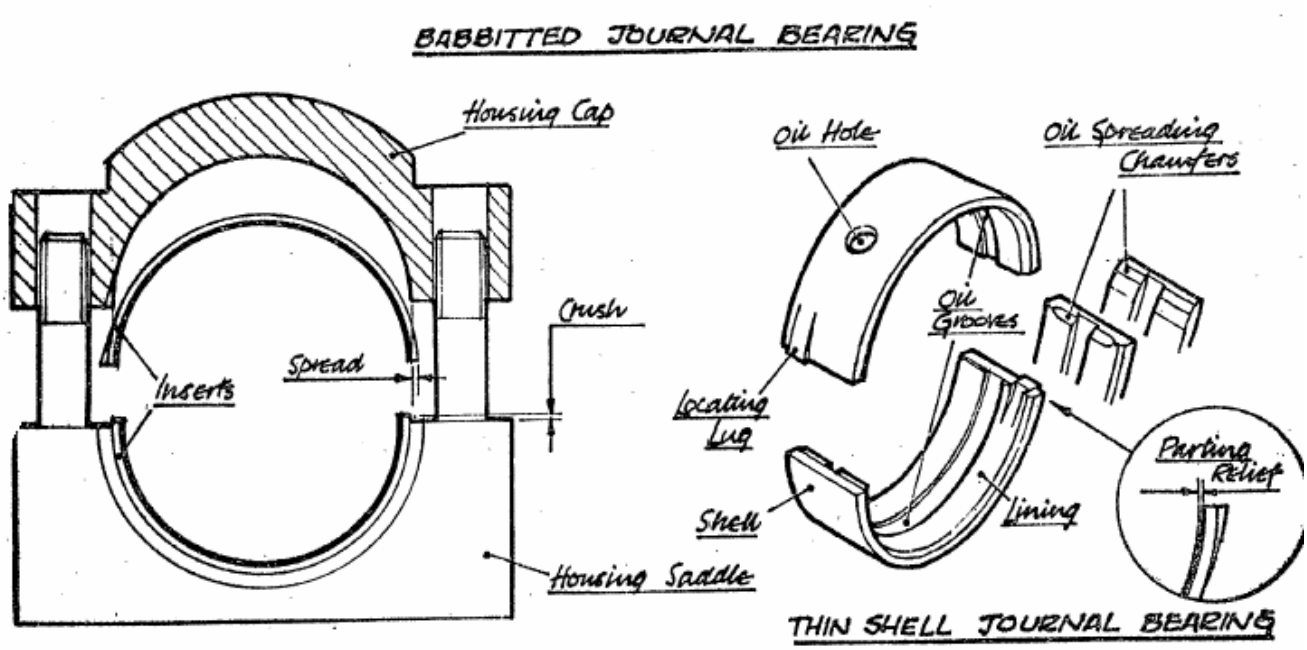
ه- درجه حرارت کاری و .....

این یاتاقان هادردونوع کلی ساخته می شوند:

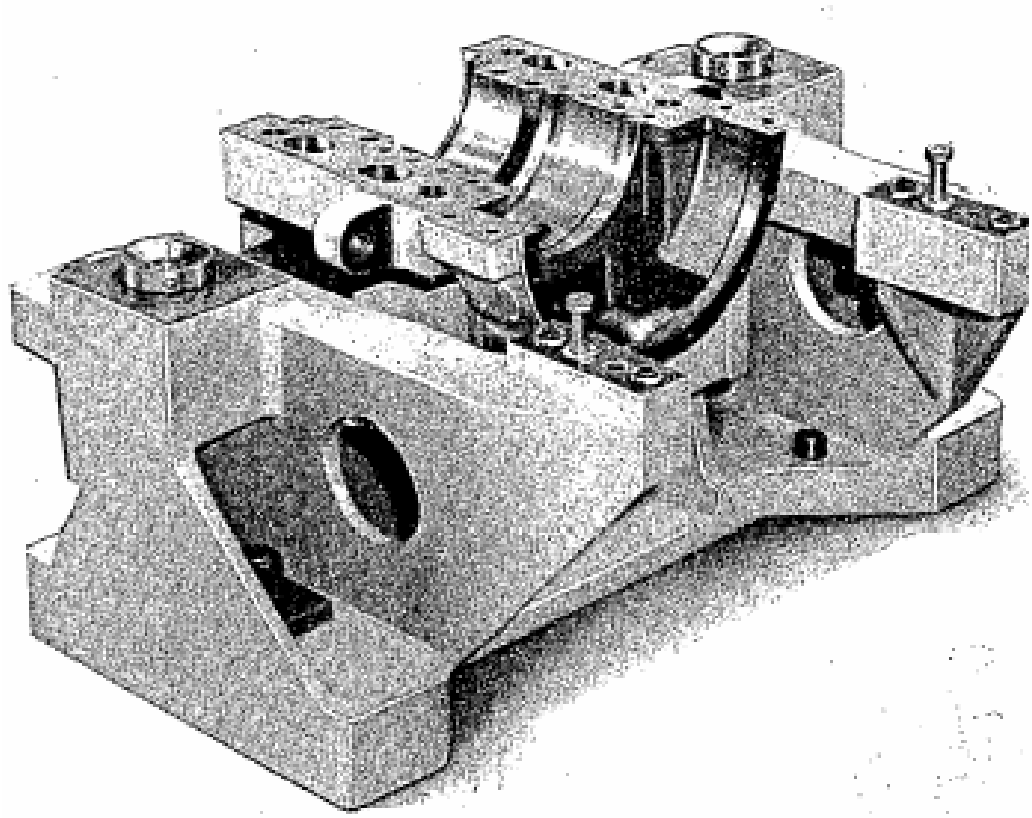
۱ـیاتاقان هاي پوسته نازكThin Shell Type

۲ـیاتاقان هاي گوشت دارShell Bearing

درشکل هاي زير هردونمونه 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 که بیشتر شدن ان باعث افزایش ارتعاشات وحرکت محور, کاهش فشارفیلم هیدرواستاتیکی روغن زیریاتاقان, سایش و خرابی زودرس یاتاقان و.....می شودوکم بودن لقی باعث عدم وجودفضای کافی برای نفوذ روغن واختلال 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.

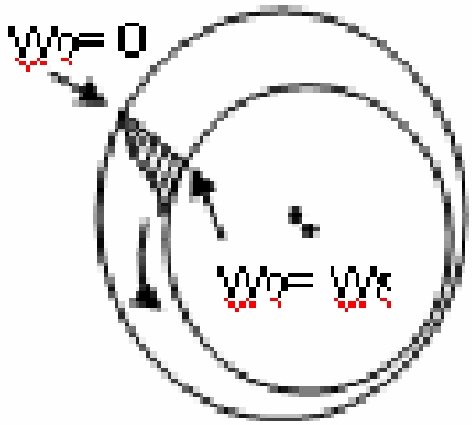
ث-داشتن مقاومت کافی دربرابرنیروهای اعمال شده ودرعین حال ضعیف تربودن ان نسبت به محوربرای جلوگیری ازخرابی محور.

ج-وجودخاصیت الاستیسیته مناسب برای Dampingارتعاشات و....

یکی ازمحدودیت های کاری این نوع یاتاقان ها استفاده انهادرماشین الات بادورهای بالااست که باعث ایجادپدیده ای به نام چرخش روغن یاOil Whirlمی شود .

**چرخش روغنOil Whirl**

اگر سرعت چرخش محور در داخل ژورنال بر ینگ ها از مقدار مشخصی بالاتر رود به دلیل اصطکاکی که بین روغن و یا تا قان وجوددارددودر اثرحرکت چرخشی محور, روغنی که در اطراف یاتاقان برای روغنکاری خنک کاری و..... تزریق شده است شروع به چرخش می کند وباعث اعمال نیروهای توربولانسی روی محور می شودکه باعث شلاق زدن روی شافت می شودکه بخصوص درماشین الاتی نظیرتوربین هاوکمپرسورهای گریزازمرکزکه دارای رتورهای بادورهای بالا ونسبتا سبکی هستند ارتعاشات وحرکت های اضافه ای را باعث می گرددکه 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

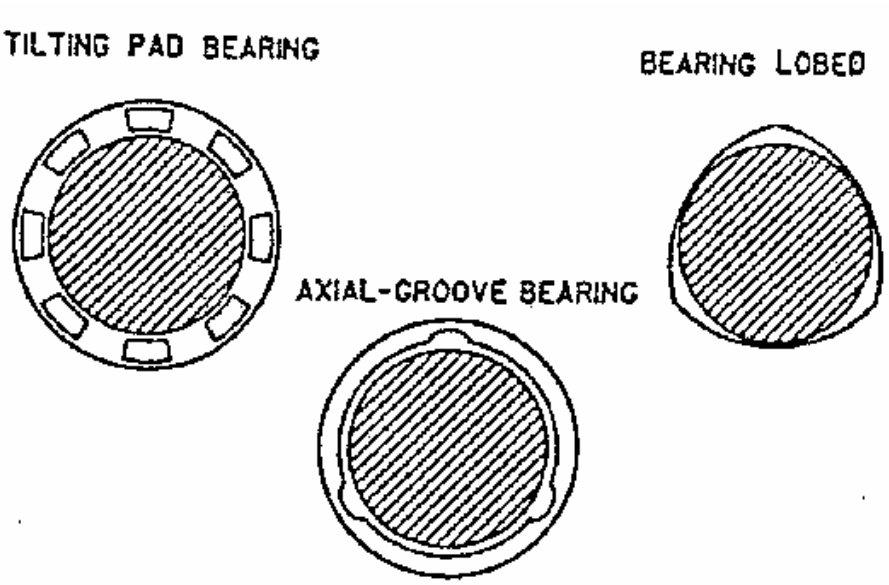
معمولا برای رفع این مشکل روی توربین ها و کمپروسورهای گریزازمرکزبا دور بالا از چندین نوع طراحی یاتاقان استفاده می شود:

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

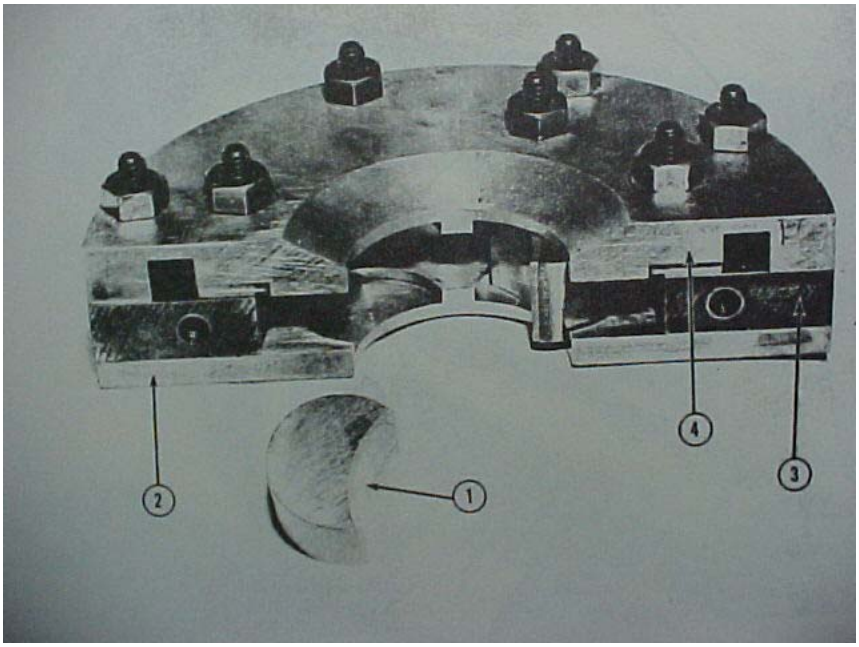
۲-طراحی نوع Lobedکه باعث فرورفتن روغن دراین شیارها شده و جلوی چرخش روغن گرفته می شود.

۳- استفاده ازبرینگ های نوع لقمه ایTitling Pad که حالت Titlingکفشک 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 محورویاتاقان 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 فشاربیشتر به یک طرف فشارپایین 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.

یاتاقان های محوری به چنددسته زیرطبقه بندی می شوند:

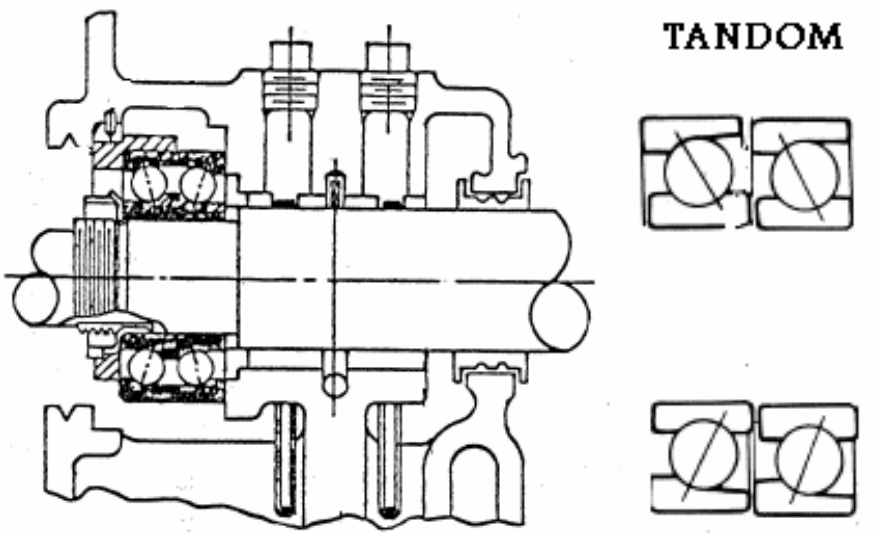
الف- بال برینگ هاAngular Contact Ball Bearing

ب-ترکیب برینگ های نوع فلنچی وبا ل برینگ

ج- برینگ های نوع کینگزبوری

**بال برینگ های تراستAngular Cotact Ball Bearing**

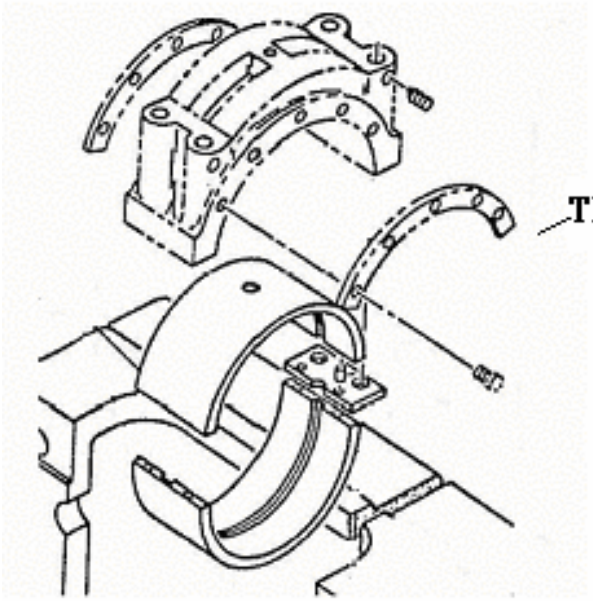
درتوربین های ضربه ای کوچک که اختلاف فشارطرفین پره های متحرک انهاکم است ونیروی محوری کمی وجوددارد برای کنترل نیروهای محوری ازبال برینگ ها استفاده می شودبرای نیروهای کم ازبال برینگ های شعاعی وبرای نیروهای محوری متوسط ازبال برینگ های نوع تماس زاویه ای ودرصورت بیشتربودن نیروها ازدوعددبال برینگ تماس زاویه 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 شودکه 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 بامهارکردن 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

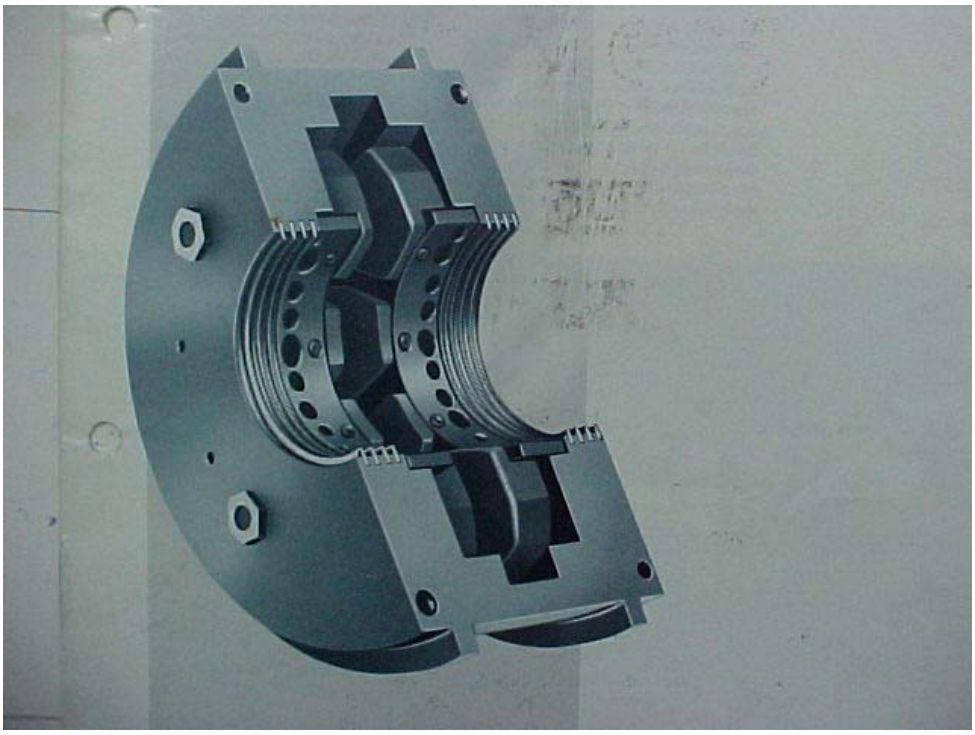
های تراستی که برای کنترل حرکت محوری میل لنگ ها بکارمیرودیا یاتاقان هائی که برای کنترل حرکت های جانبی دسته شاتونها ست استفاده می شود ازاین نوع است.



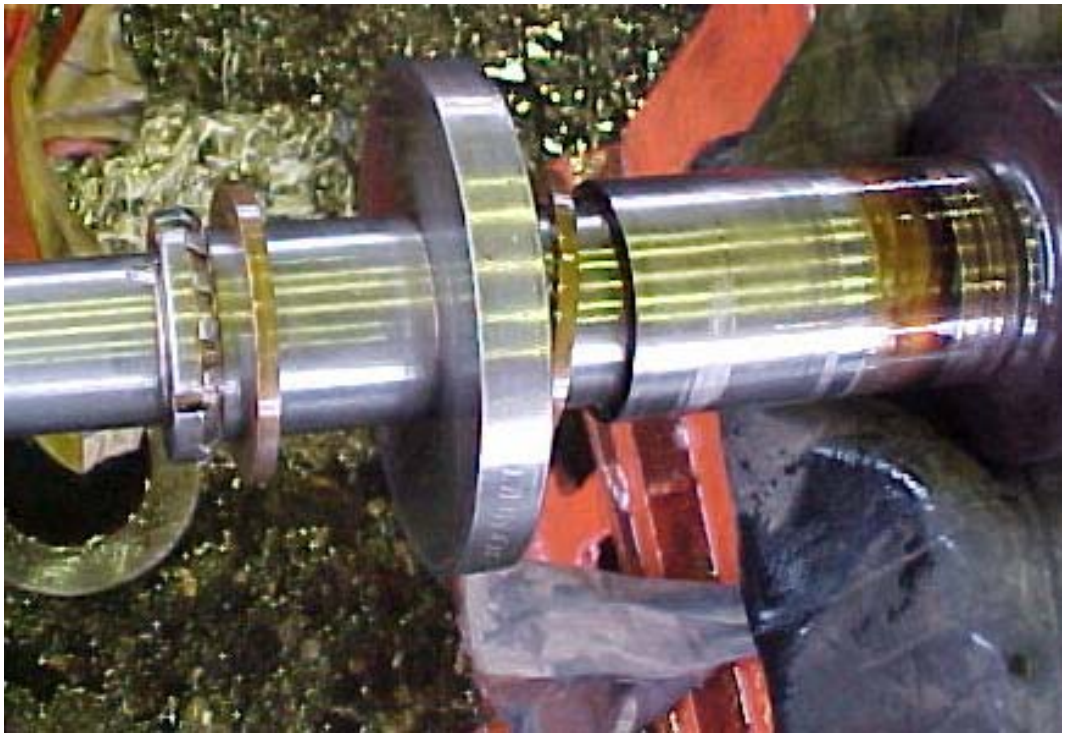

**یاتاقان های نوع لقمه ای یاکینگزبوری**

یکی ازانواع یاتاقان های تر است که معمولابرای تحمل نیروهای محوری زیاددرتوربین هـای بـزرگ اسـتفاده می شودبرینگ های نوع کینگزبوری یالقمه ای است که بارهای محوری را بـه توسـط لقمـه هـائی بـا روکـش بابیت که پد نامیده می شود تحمل مـی کننـد .عمـل ایـن نـوع یاتاقـان هامثـل ترمزهـای دیسـکی اسـت کـه دراتومبیل هااستفاده شده است که بانزدیک شدن لقمه هابه دیسک(لنت ها)ازچرخش دیسـک جلـوگیری مـی کنندبااین تفاوت که دریاتاقان های کینگزبوری پدها یا لقمه ها درجای خودثابتند وحرکت های محوری شافت توسط دیسکی که روی محورثابت اسـت وبـه ان تراسـت دیسـک گفتـه مـی شـودگرفته مـی شـودوهرکدام ازمجموعه لقمه هائی که روی هرطرف مجموعه هوزینگ برینگ نصب شده اندنیروی محوری دریک جهـت راکنترل می کنندکه البته باید یک فاصله محوری کمی بین لقمه ها وتراست دیسک وجودداشـته باشـدتا فـیلم روغن روانکاری بتواندبین انهاتشکیل شود وعملیات روغنکاری وجذب وانتقال حرارت و.....راانجام دهد. روغـن از قسمت پائین یاتاقان وارد می شود و ضخامتی از روغن بین دیسک و پد ها Thrust Pad Shoe بوجود مـی آورد. گردش روغن در تمام مدتی که توربین در سرویس است توسط پمپ اصلی روغن صورت مـی گیـرد

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 بایداز جنسی انتخاب شوند که :

۱- در مقابل تنشهای فشاری مقاوم باشد .

۲- مدول الاستیسیته انهاپائین باشد ( نرم باشند).

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

٤-دربرابر سایش در تماس با فولاد مقاوم باشند .

۵- خاصیت جذب ذرات راداشته 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 .

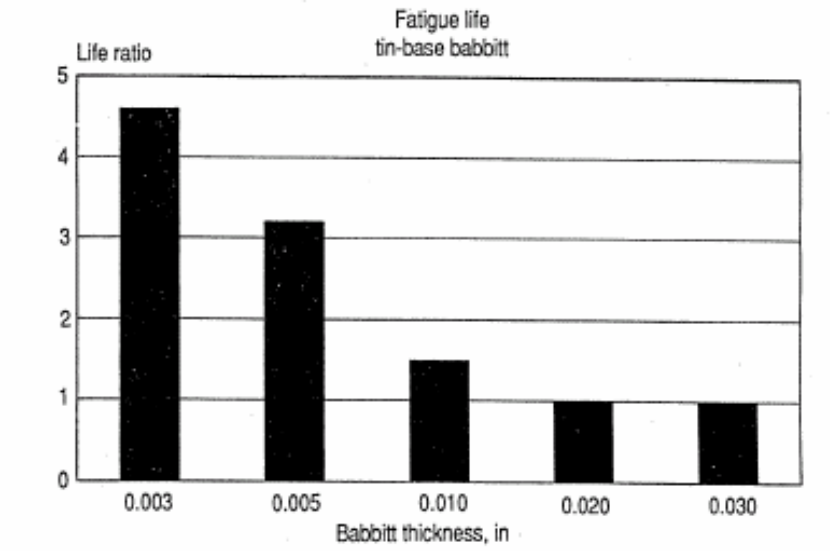
آلیاژهای مسی و بابیتی (Babbit از آلیاژ قلع و سرب است) بیشتر از انـوع دیگـر الیاژهـا در یاتاقانهـای مـورد استفاده قرار می گیرند. در جدول صفحه بعد فلز و در صد آلیاژ های مصـرفی در سـاخت ایـن نـوع یاتاقـان هااورده شده است . یکی از محاسن بابیت این است که می توان آنرا براحتی جاسازی نمـود یـا بعبـارت دیگـر 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 |
| نئیموان Sb | 6.75 | 10 | - | - | - |
| روي Zn | - | - | 4 | - | - |

بابیت خاصیت جذب نمائی دارد و در مواردی که محور کمی خارج ازمرکزی داشته باشد خـود را براحتـی بـا محور وقف 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 چدن 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 شود.البته به این نکته نیزبایدتوجه نمودکه ضخامت بابیت بایدبه اندازه ای نیزباشد تاازگرذرات 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($L$طول یاتاقان و$D$قطرداخلی 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 ازحدمجازو 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.

منشانیروهای 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

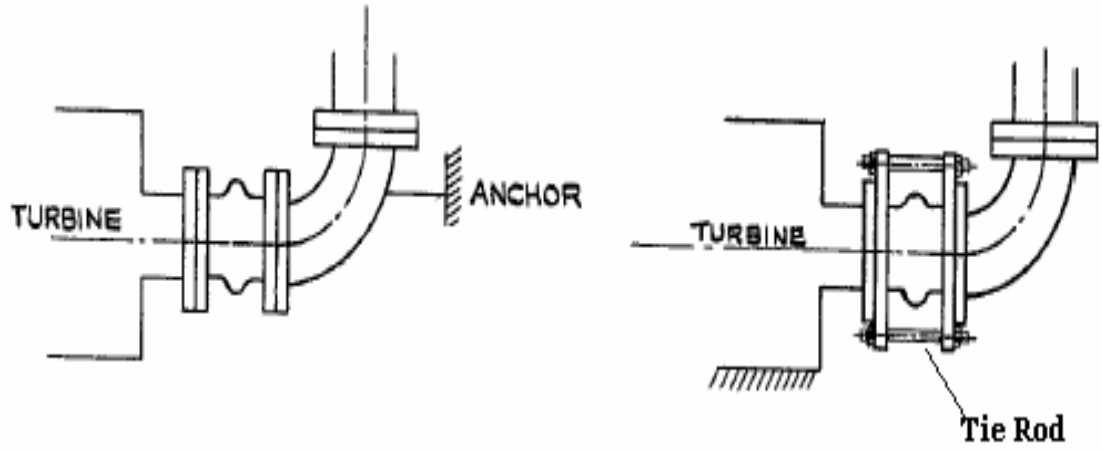
به دلیل وجودحالت های زیادبرای موقعیت فلنج ها وسیستم های لوله کشی نمی توان یک روش خاصی رابرای سیستم لوله کشی برای تمامی توربین های بخارتعریف کردولی اصول وتئوری های طراحی ان در Manual Bookهای مربوطه واستانداردهای مربوطه اورده شده است .

## 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 مقداربالاترازحدمجازوAxial 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

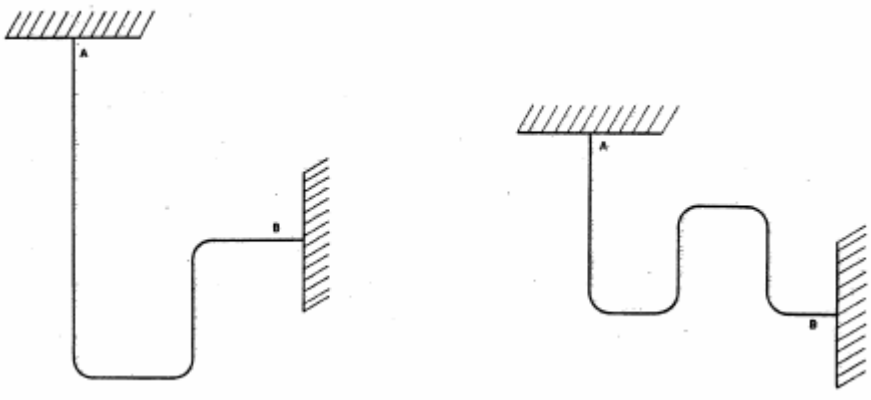
محوربودن فلنج ها که باعث جلوگیری ازتنش های برشی Shear روی فلنج ها وتوربین می شـودبه انهـاداده می شود.

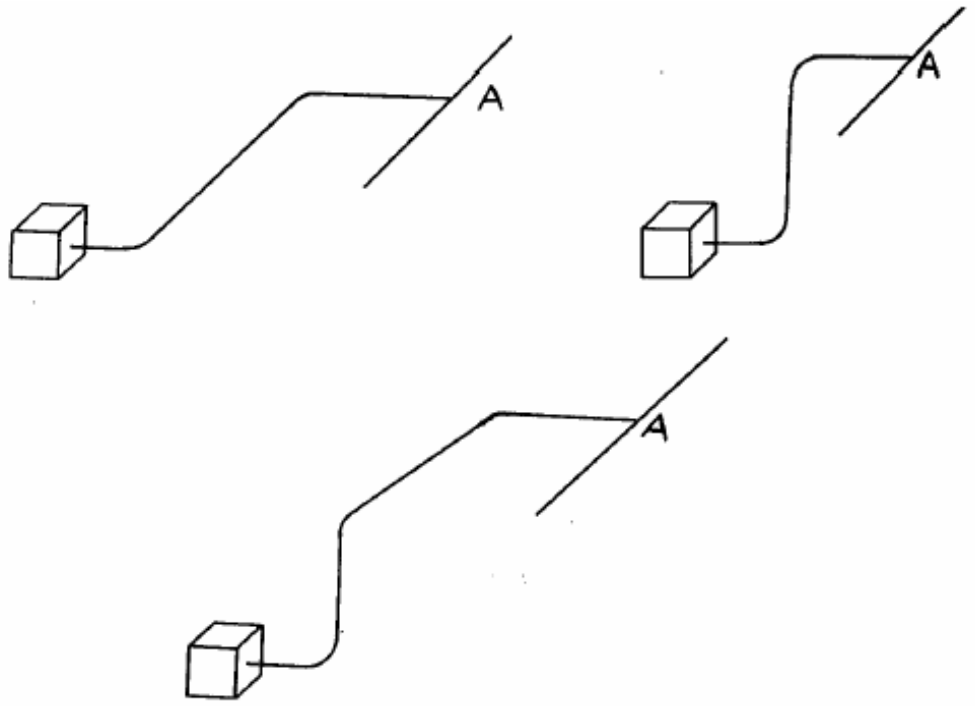



درتوربین های کوچکتر که فشارودرجه حرارت خروجی انها بالاسـت بـرای جلـوگیری ازPipe Stresبهتراسـت بجای استفاده ازExpansion Joint میزانFlexibility سیستم لوله کشی افزایش داده شود که البته این تصمیم بعدازانالیزدقیق سیستم لوله کشی گرفته می شودکه ایانیاز به ان هست یانه.

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 لـوپ هـا بسـتگی بـه 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 تـوربین هـای بخـاراورده شـده است.

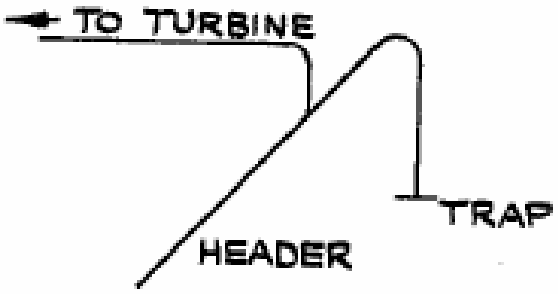





**سیستم لوله کشی ورودیSteam Inlet Piping**

نیروهای ناشی ازسیستم لوله کشی ورودی روی توربین های بخارناشی ازانبساط حرارتی لوله هااست وبه دلیل بالابودن فشارودرجه حرارت لوله به ندرت ازExpansion Jointاستفاده می شودوبرای کم کردن نیروهاPipe 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 .

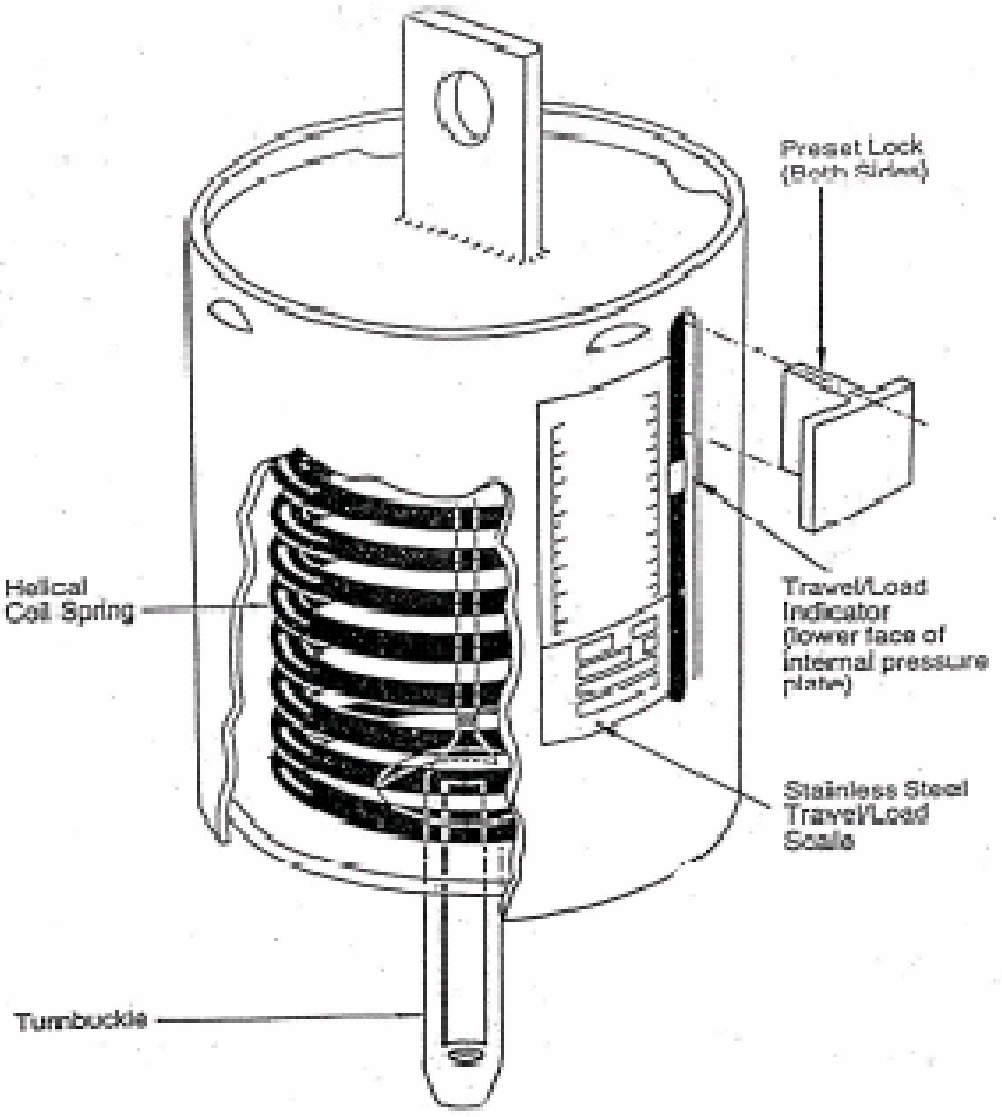
برای توربین هائی که جدیدنصب می شوندقبل ازمتصل کردن لاین بخاربه ورودی توربین لوله هابایدتمیزBlown Outشوندکه برای این منظورلوله ازتوربین بازمی شودومسیرلوله به اتمسفرهدایت می شودوبابازکردن ولوی Shut-Offکه درنزدیک ترین نقطه به بویلر است بخاربافشاربالا بطورمتناوب واردلاین می شودکه دراثر گرم وسردشدن لوله وعبوربخارباسرعت زیادباعث ازادشدن و کنده شدن رسوبات وگل 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 فلنچ لولهٔ مربوطه باز است) با کم و زیاد کردن طول میله ها ,فلنج های سیستم لوله کشی و فلنچ دستگاه به اندازهٔ ضخامت یک Gasket فاصله داده می شود و فلنچ 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 .

## روغنکاریLubrication

### 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 وساییدگی 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 گرانرویVIبه 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.
٥-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 یـا روغنهـای نبـاتی 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 مـواد بـرای روانکـاری هستند. این روغن ها را می توان بطور خالص یا با مواد افزودنی Adetive بکـار بـرد . افـزودن مـواد اضـافی 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

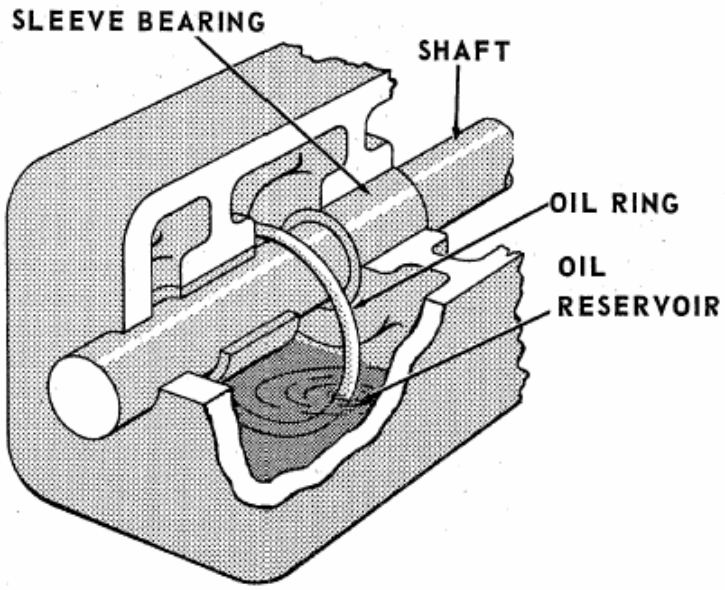
۲- روغنکاری پاششی

۳- روغنکاری هیدرواستاتیکی

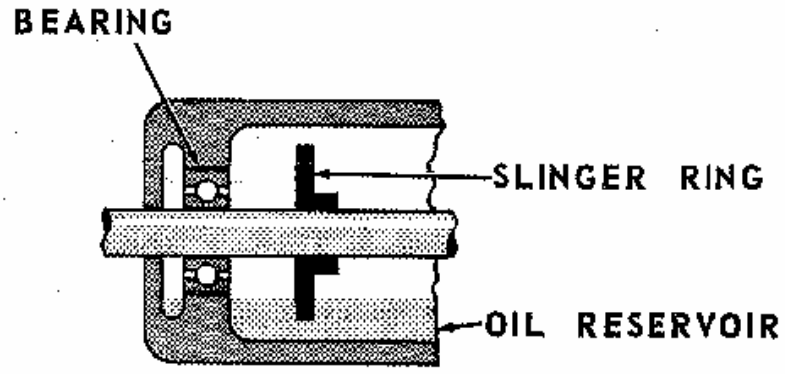
٤- روغنکاری تحت فشار و.....

**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 شودوباان می چرخدکه کارائی ان به مراتب از سیستم قبلی بهتراست ولی به دلیل پاشش روغن معمولادردورهای بالاکمترمورداستفاده قرارمی گیرد.

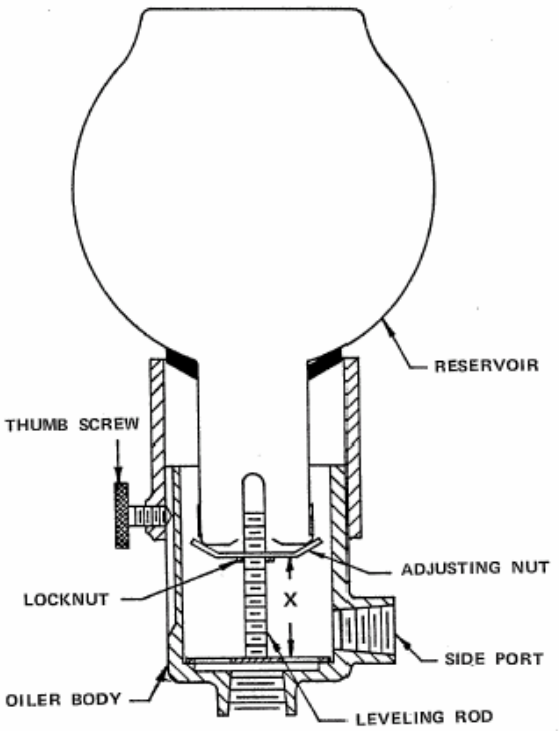



نکته مهم این است که سطح روغن داخل محفظه روغن نباید از خطی که مشخص کننده سطح روغن است کمتریا بیشتر باشد زیرادرهردوحالت باعث روانکاری ناقص می شود اگرسطح روغن کمترازحدتعیین شده باشد باعث نرسیدن روغن به یاتاقان وعدم روانکاری وخرابی وسوختن یاتاقان می شودودرصورتی که سطح روغن بالاترازمقدارمطلوب باشدباعث ایجادکف(ترکیب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

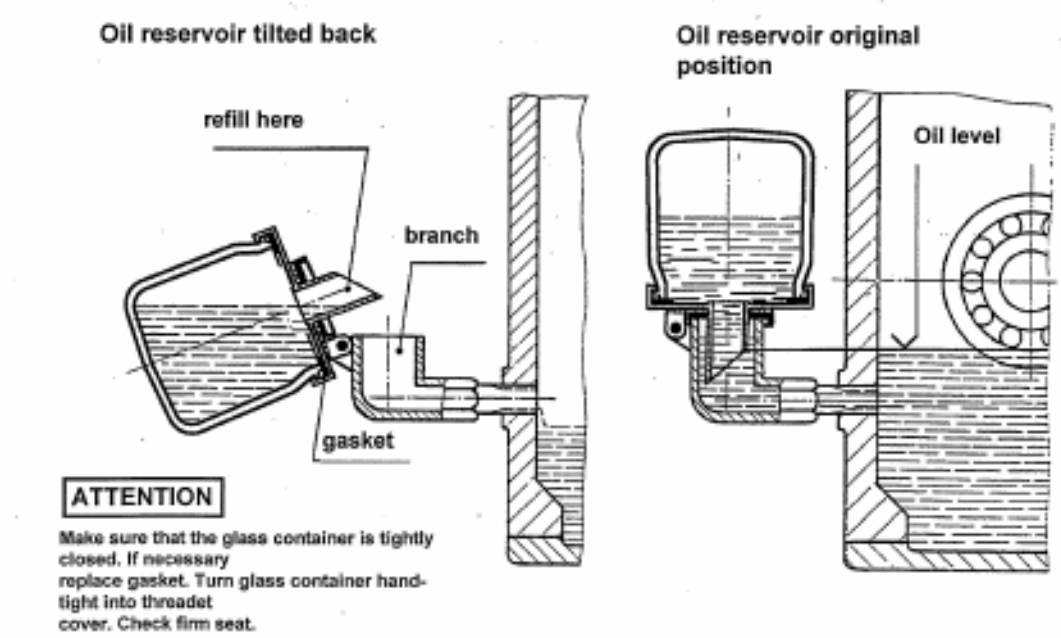
به دلیل نشتی های اجتناب ناپذیری که وجوددارد سطح روغن تغییرمی کند که این می توانددراین نوع سیستم روانکاری اختلال ایجادکند پس لازم است سیستمی وجودداشته باشدکه بتواندبطوراتوماتیک سطح روغن رادرحدمطلوبی نگه دارد .

برای تنظیم اتوماتیک سطح روغن درداخل هوزینگ برینگ 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(برای تنظیم می شود.باپیچاندن این مهره هاAdjusting Nut جلوگیری ازشل شدن انهادرحین کارازدومهره استفاده می شود) به سمت بالا مخزن شیشه ای بالاترقرارمی گیردوباعث تخلیه روغن ازمخزن شیشه ای بطرف هوزینگ برینگ می شودتاحالت تعادل برقرارشود.

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



درشکل زیریک نمونه دیگرOil Potنشان داده شده است.



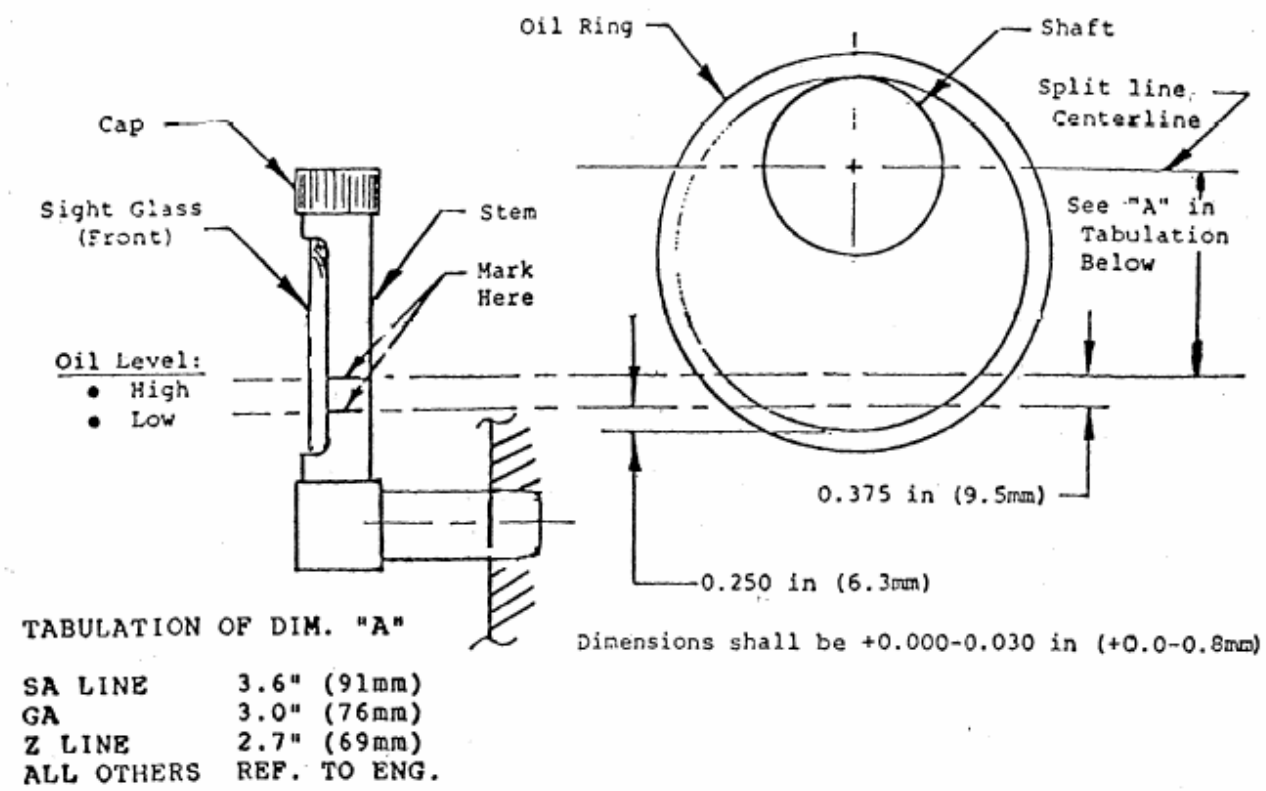

**چندنکته**:

نکتــه اول: اگرلولــه اتصــال Oil Potبــه محفظــه یاتاقــان گرفتگــی داشــته باشــدامکان تخلیــه روغــن وجودنداردوباوجودروغن درمحفظه شیشه ای امکان سوختن برینگ 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 سـطح روغـن شـود ودرشـرایطی سـوختن برینگ ها وکاهش طول عمرانها رادراثرفقدان روغن بوجوداورد.

نکته سوم :اگرمخزن شیشه ای شکسته شده باشدیا تـرک داشـته باشـد باعـث مـی شـود هواداخـل ان نفـوذ کندوروغن داخل ان درمدت زمان کوتاهی تخلیه شود وعملااین سیستم کاردهی خودراازدسـت بدهـد پـس علاوه براطمینان ازپربودن مخزن شیشه ای بایدمواردفوق الذکر نیزدرطی بازدیدها ی روزانه چک شوند.

ارتفاع روغن هوزینگ برینگ هائی که ازیاتاقان های بوشی استفاده می کنندوسیستم روغنکاری انهـاازنوع Oil Ringاست بسته به قطرشافت وقطررینگ است ومی توان حداقل وحداکثرارتفاع روغن رابراسـاس ابعـاد Oil Ringومرکزشافت ازشکل زیربدست اورد.




## 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-سیسنم هاورله های حفاظتی وترانسمیترها برای حفاطت 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.

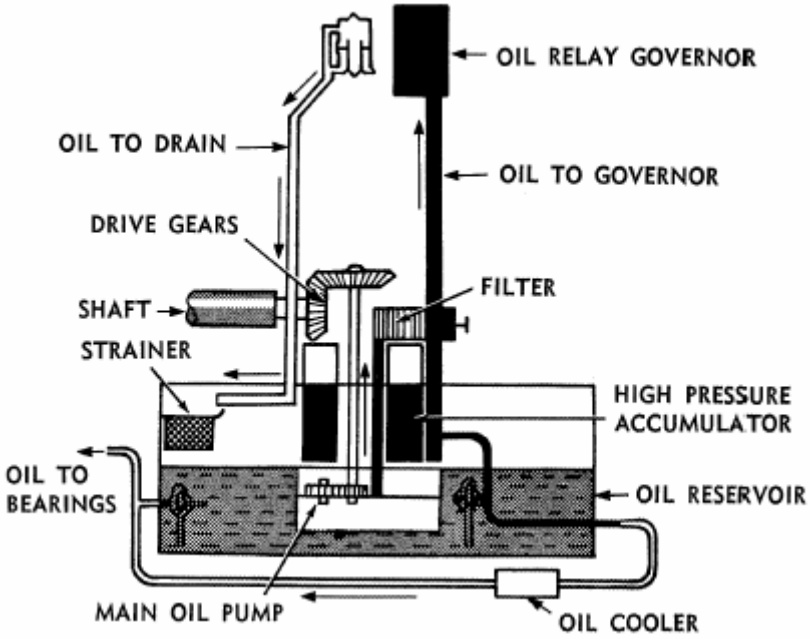
ث-حفاظت ازعدم گرفتگی فیلترهای روغن بااندازه گیری اختلاف فشارورودی وخروجی فیلتر.

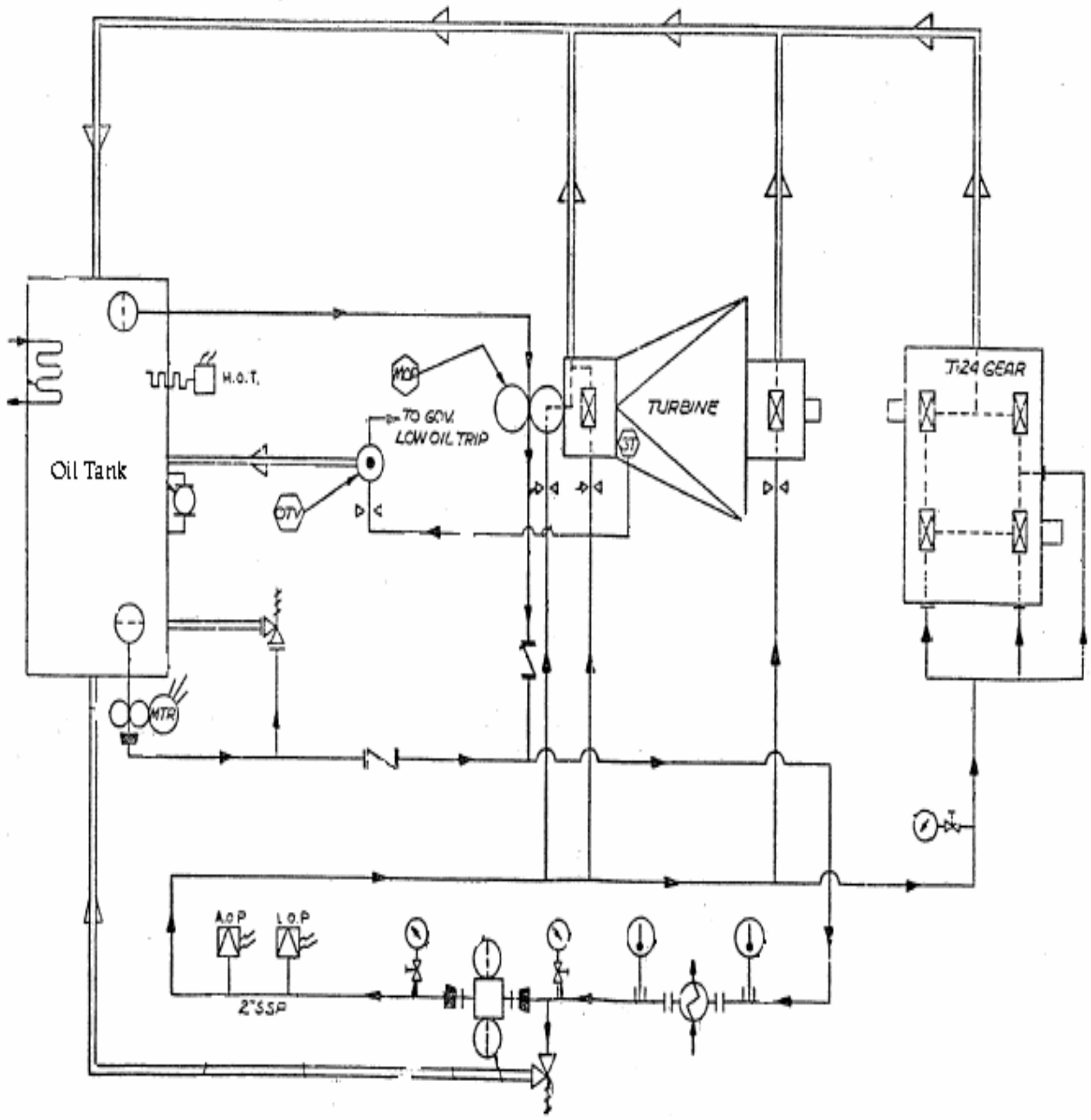
ج-حفاظت سیستم برای اطمینان ازوجودمقدارلازم روغن درداخل مخزن.

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- تمیزکردن تمامی لوله ها ،مسیرها و ۰۰۰یا Flush.

۲-تنظیم تمامی شیرهای کنترل ، کنترل ولوها ، ترانسمیترهای ، سوئیچ ها و ۰۰۰ 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 تعذیه 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 ۰۰۰ می شوند .

۷-چک کردن وتنظیم Settingکلیه 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 مدارارامتصل 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.

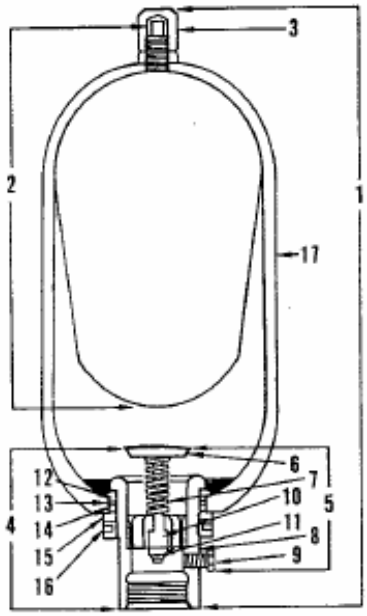
**سیستمTop Tank**

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 تواندکارروغنکاری 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 & PLUG ASSEMBLY |
| 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 اگردرطول عمردستگاه یک بارهم دستگاه را محافظت کندارزش ان را داردبه همین دلیل روی توربوژنراتورهای بزرگ علاوه برپمپ 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 رااززمان 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 Flushingیاتمیزکاری 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 ۳۵تا۵۰ 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 فیلترباباز کردن 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 مشخصات 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 ارتعاشات ).

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 رادرنظرداشت 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 هرکدام 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 کارونصب 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 گازومواد‌نفتی رامی دانند وقطع ارتباط فی مابین لوله ها رایادگرفته اند.

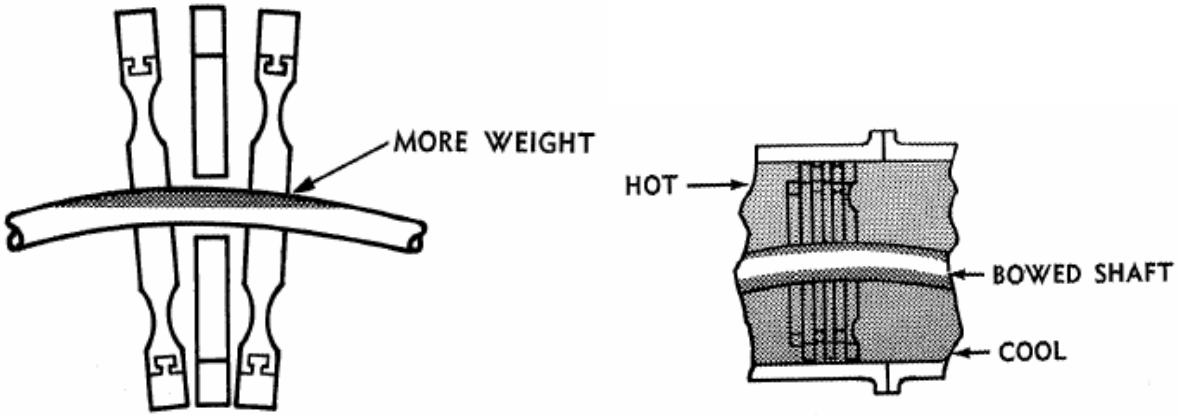
۹-بطورکلی مسلط به کارشان هستند.

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 توانندداشته 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 ایدکه(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 بخـار ورودی به توربین باعث سریع و نامتعادل گرم شدن توربین می شود که می تواند مسائل زیادی راکه قبلا بـه آن اشاره شد به دنبال داشته باشد ولذابرای جلوگیری از این مسائل برای گرم کردن متعادل تـوربین 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 تولیدشـده اسـت ومـی تـوان ان رایـک توربین روغنی نامید به پره هایی که معمولاروی یکی ازمحورهای داخـل Gear Boxنصـب شـده انـدبرخورد 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.

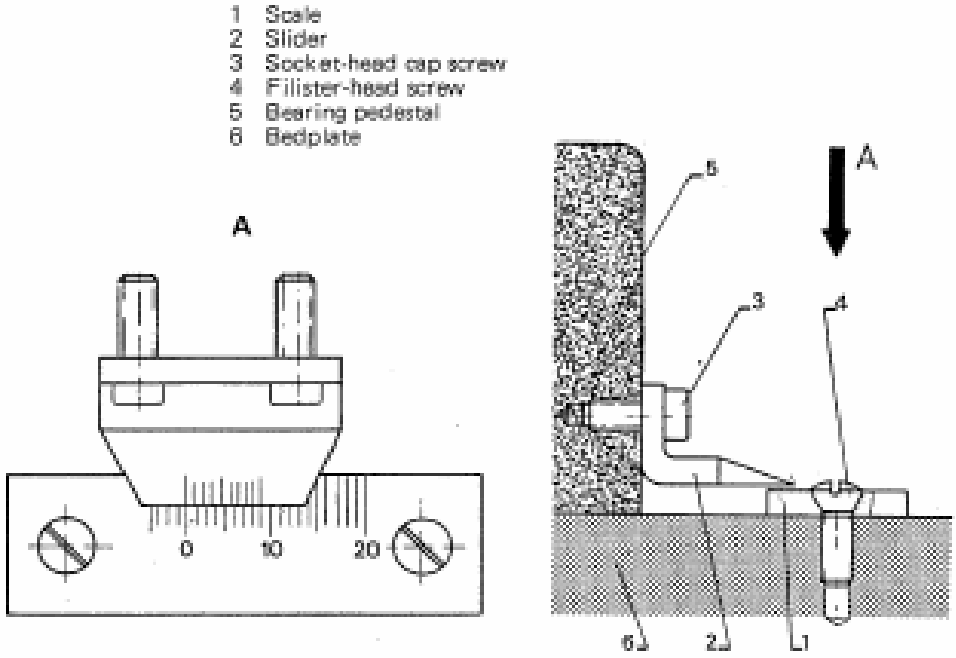
البته دربعضی ازتوربین های بخاربجای توربین روغنی ازیک دستگاه الکتروگیرباکس بادورپایین که درموقعیتی مناسب ومعمـولاروی سیسـتم گردنـده نصـب مـی شـودوازطریق یـک مکـانیزم مکـانیکی بامحورکوپلـه مـی شوداستفاده می شودکه قبـل ازراه انـدازی ویاهنگـامی کـه تـوربین ازسـرویس خـارج مـی شـودوظیفه ارام چرخاندن محورتوربین راانجام می دهد.

**سیستم Jack Oil**

درتوربوژنراتورهای بزرگ وسنگین برای کاهش دادن نیروهای اصطکاکی و روان چرخیـدن محورکـه باعـث نیازکمتربه بخاربرای چرخاندن توربین می شود از سیستم Jack Oilاستفاده می شود .این سیسـتم در موقـع راه اندازی وازسرویس خار ج کردن ماشین در سرویس می آیدو اصـول کـار آن بـدین صـورت اسـت کـه روغن با فشار بالا که معمولا از پمپ Jack Oil تامین می شوداز قسمت پایینی برینـگ هـا ازیـک مسـیرتعبیه شده برای این منظوروواردانها می شود و موجب بلند شـدن شـافت از جـای خـودمی شـود وموجـب کـاهش اصطکاک وحرکت توربین بـاحجم کـم بخـار مـی شـود. لازم بـه توضـیح اسـت کـه در ماشـین هـای بـزرگ نظیرتوربوژنراتورها که وزن رتورهای مختلف در آنها مثل رتور مولد ، رتور توربین ، رتـور پینـون و رتـور Gearو..... متفاوت است نیاز به روغن با فشارهای متفاوتی برای بلند کـردن آنهـا اسـت کـه ایـن در طراحـی سیستم مراعات شده و به توسط رگولاتورهای فشاری که در قسمت های مختلف تعبیه شده بـه هـر قسـمت فشار طراحی شده روغن همان قسمت اعمال می شود .

**نکته مهم:** کلیه مسائلی که درحین گرم شدن توربین هایاماشین الاتی کـه دردرجـه حـرارت هـای بالاکـارمی کنندبوجودمی ایددرحین سرد شدن انهانیزمی توانـداتفاق بیفتـدوباعث ایجادخسـارت هـای سـنگین شـودکه متاسفانه گاهابه انهاتوجه اساسی نمی شودزیرا درحین سردشـدن نیزگرادیـان درجـه حـرارت نقـاط مختلـف متفاوت است وبه دلیل خاصیت ترموستاتیکی ناشی ازاختلاف درجه حرارت بین قسمت های مختلف رتوروبدنه باعث خمیدگی محوروبدنه خواهدشد.همچنین مسائل ناشی ازگـرم وسـردکردن ناگهـانی دسـتگاه هـا بـرای 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**

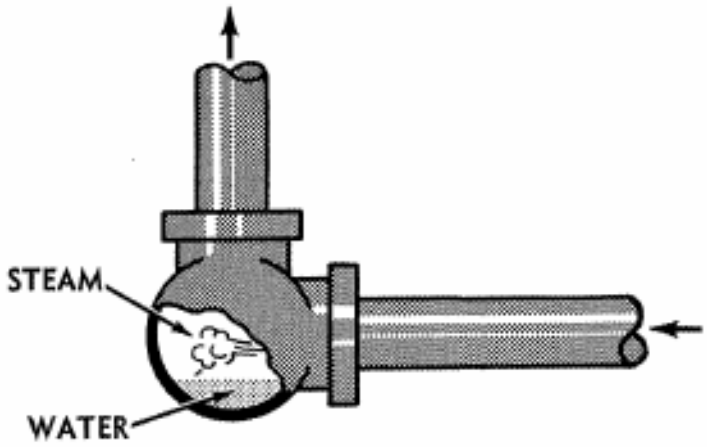
لازم به توضیح است که درتوربین های بخارمتوسط و بزرگ به دلیل ابعادبزرگ ان انبساط حرارتی تقریبابالائی دارندکه برای جبران ان پیچ های پایه های عقب انها طوری طراحی شده است که پس ازسفت شدن نیز فاصله کمی بین پیچ وپایه توربین وجوددارد که امکان انبساط طولی بدنه دستگاه رافراهم می کندورشدطولی توربین بطرف عقب توربین منتقل می شودتافاصله 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 کارااستفاده 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 تواننددرحین 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 گود 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 حرارتی ومحافظت از اپراتورها(درمحل های داغ) برای جلوگیری ازتشکیل 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 کنندوباعث 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 بازگذاشته شود تا چنانچه نشت بخاروجودداشته باشد داخل توربین حبس نشود.

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

**وظیفه ونحوه کارCasing Drain Ejector**

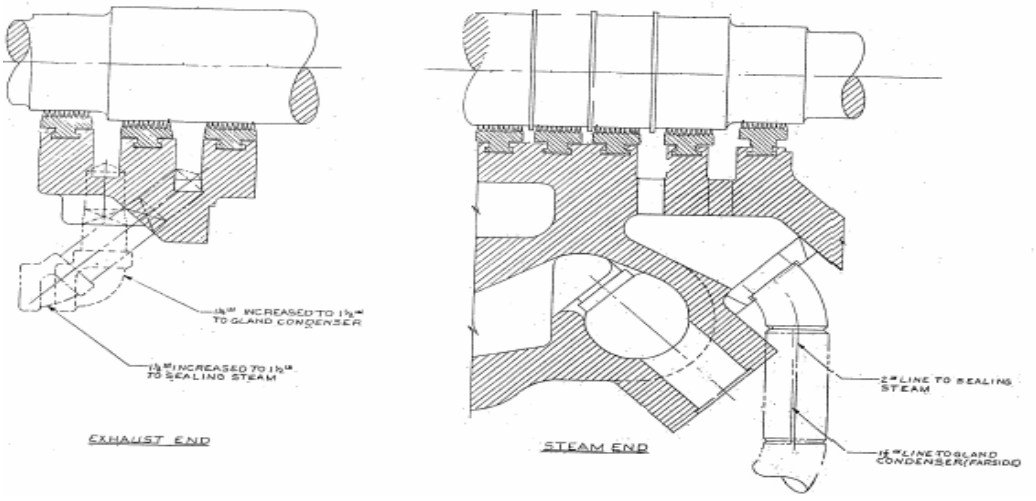
به منظور اجتناب از جمع شدن مایع در Casing توربین هائی که درسیستم خلاکارمی کنند، سیستمی طراحی شده که به طور مداوم مایعات را اززیربدنه Casing بوسیله یک اژکتور مکیده وخارج می کند باید توجه نمود در حالی که توربین در حال کار است به هیچ وجه نمی توان Drain های اصلی Casing توربین را باز نمود وحتما باید از سیستم فوق استفاده کرد. این سیستم بسیار ساده است وشامل یک اژکتوراست که با بخار۶۰ 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

کندانسوراصلی تخلیه می شوددربعضی ازطراحی هانیز بجای استفاده ازسیستم اژکتورمسیرتخلیه زیرتوربین توسط. یک سیستم لوله کشی مستقیما به کندانسوراصلی متصل می شود.

ضمناً جریان ضعیفی از بخار ۶۰ پاوند مربوط به Sealing Steam از طریق Back Press Regulator به Casing توربین جریان دارد که بوسیله اژکتور مکیده شده و به Exhaust منتقل می شود و امکان نشت هوا به داخل Casing را از بین می برد.

**اصول کار Gland Sealing System**

کاربرد Sealing System برای ممانعت ازنفوذهوا به داخل محفظه توربین Turbine Casing از میان آب بند های Packing دوطرف محورتوربین طراحی شده است. پکینگ های انتهای ورودی بخار به نام Steam End Packing و در انتهای خروج بخار بنامExhaust End Packing نامیده می شوندکه در حین کار توربین و در زمانی که توربین با دور کم کار می کند آب بند های طرف Steam End جلوی خارج شدن بخارات داخل توربین به طرف محیط بیرون رامی گیردو آب بندهای طرفExhaust End جلوی نفوذ هوا به داخل توربین رامی گیردکه برای انجام این کاروجلوگیری از نفوذ هوا یک جریان ضعیف بخار به دو طرف اب بندها تزریق می شود. در شروع راه اندازی توربین به دلایلی که ذکر شدSealing Steam در هر دو طرف محور مورد نیاز است اما وقتی که فشار توربین افزایش پیدامی کندبخارات ازیکی ازمراحل بافشار مناسب توربین به داخل Sealing Line واردمی شود و بعد از این مرحله فقط Exhaust End احتیاج به Sealing Steam خواهد داشت و جریان بخار از سمت Steam End به سمت Exhaust End خواهد بود که میزان ان توسط Back Press . Regulator کنترل می شود.



**بازرسی های قبل ازراه اندازی توربین های بخار**

۱- بازدید سطح روغن در تانک ذخیره روغن وگاورنر .

۲-بازدیدازتمامی قسمت های خارجی توربین واطمینان ازمحکم بودن کلیه پیچ ومهره ها.

۳-بازدیدازروان بودن ودرگیرشدن اهرم های گاورنرولوواستاپ ولووهمچنین لق نبودن زیادانها وروانکاری قسمت های متحرک انها.

٤-بازدیدوتست کلیه سیستم های ابزاردقیقی واطمینان ازصحیح کارکردن انها.

۵-بازرسی کلیه مسیرهای بخاروروغن ازنظرنشتی.

۶-بازرسی همه جانبه اطراف توربین اعم از اهرم بندهای گاورنراهرم های سیستم تریپینگ و سیستم قطع اضطراری و.....

۷- اطمینان از بسته بودن شیرالقائی Selenoide Dump Valve یعنی Energizedبودن آن.

۸-درسرویس قراردادن سیستم روغن کمکی و بازرسی فشار, فلو, سطح روغن و نشتی ها واطمینان از کارکرد سیستم قطع اضطراری روی فشار روغن.

۹-اطمینان ازصحت کارسیستم دوربیشینه Over Speed.

۱۰-اطمینان ازاتمام کارهای تعمیراتی .

۱۱-اطمینان ازتمیزبودن مسیرهای بخارورودی به توربین وصافی ورودی.

۱۲-اطمینان ازوجودهوای فشره وبرق Power Supply.

۱۳-چک کردن اکومولاتورروغن واطمینان ازشارژبودن ان باگازازت.

**مراحل راه اندازی توربین های بدون کندانسور**

۱-مطالعه کتاب دستورالعمل توربین وماشین متحرک ( پمپ ، کمپرسورو ۰۰۰) و روش راه اندازی ان.

۲-Resetکردن سیستمLow Oil Pressure Trip Device.

۳- تنظیم شیر قطع کننده روغن Oil Trip Valve و Reset کردن حرکت اهرم Trip Throttle Valve و اطمینان ازعملکرد شیر کنترل و بستن بخار .

٤-بازکردن کلیه مجاری تخلیه مربوط به مسیرهای ورودی ,Drain , صافی توربین , محفظه بخار قبل از نازل ها Steam Chestو پوسته توربین .

۵-اماده سازی مسیرها برای خشک کردن بخار .

۶- بستن ناب Knob گاورنر وتنظیم ان روی حالت حداقل دور.

۷-گرم کردن تدریجی توربین

۸- باز کردن تدریجی ولو ورودی بخاریا مسیرکنارگذر Minimum flow واجازه گرم شدن توربین وچرخاندن ان روی دورپایین (500 RPM) .

۹-چک کردن کلیه قسمت های توربین از لحاظ نشتی ، سرو صدا ، گرما ، اصطکاک و.....

۱۰-بستن کلیه مسیرهای تخلیه هنگامی که تمام قطرات آب خارج شد و بخار خشک شد.

۱۱-درسرویس قراردادن گلند کندانسور Gland Condensor .

۱۲-گرم کردن تدریجی توربین روی دور 500 R.P.M وگرم کردن ر تور و پوسته بطور یکنواخت ( زمان گرم شدن برای هر توربین تقریباً مشخص است ).

۱۳-Trip دادن دستی شیر Trip Throttle Valve واطمینان از عملکرد صحیح آن .

۱٤-بالا اوردن دورتوربین با بازکردن شیر ورودی بخار وعبورسریع از دور بحرانی .

۱۵-تنظیم کردن دورتوربین با ناب دستی Knob گاورنر روی دور دلخواه .

۱۶-درسرویس قرار دادن تله بخارمسیرتخلیه توربین.

۱۷- در سرویس قراردادن آب کولر روغن و تنظیم دمای روغن در حد مطلوب باتنظیم مقدار آب ورودی به کولر.

۱۸-تنظیم کردنGland Condensor برای شرایط عملیاتی .

اگردرحین راه اندازی هرمشکلی بوجودایدتوربین بایدفوراازسرویس خارج شودتا مشکل شناسائی ورفع گردد.

**چندنکته مهم:**

۱-درخلال راه اندازی توربین های بخارابتدابایدولوخروجی توربین رابازکردوبعدازان ولوورودی راودرتوقف های اضطراری لازم است اول ولوورودی وبعدازان ولوخروجی بسته شود.

۲-قبل ازدرسرویس قراردادن توربین های بخارباید ازکارکردصحیح سیستم دوربیشینه اطمینان Over Speedحاصل شود.

۳-توربین های بزرگ وچندمرحله ای بادرجه حرارت بالابیشتردرمعرض کمانش محورقرارمی گیرند.

٤-بالابردن سریع دورتوربین هنگام راه اندازی کمانش اولیه راافزایش می دهد.

٤-دامنه ارتعاش درمحورخمیده زیاداست وکارکردن ان دردوربحرانی باعث ایجادخسارت زیادروی توربین می شود.

**مراحل اماده سازی سیستم خلاء**

برای راه اندازی توربین هائی که درشـرایط خلاکـارمی کنندابتدابایدسیسـتم خـلا وسیسـتم اب بنـدی Gland Sealingدرسرویس قرارداده شودوسپس اقدام به راه اندازی توربین شودکه ذیلا به شـرح ان پرداختـه مـی شود.

قبل از این که سیستم خلا در سرویس قرارداده شود باید به موارد زیرتوجه شود:

۱-کلیه مسیرهاو شیرها ی سیستم را با توجه به نقشه بازرسی و ازوضعیت انها(بازیابسته بودن) مطـابق حالـت نرمال اطمینان حاصل نمود.

۲-اطمینان ازمسدو د نبودن Blank کلیه نقاط سیستم.

۳-اطمینان از بسته بودن کامل Quick Opening Valve .

٤-اطمینان ازاب بندی شیر ایمنی PSVبا آب که باید کاملآاب بندی Seal شده باشد.

۵-بازدیدواطمینان ازبازبودن هوای ابزار دقیق و بازبودن شیر Recycle Valve وبسته بـودن Over Board Valve.مسیراب کندانس خروجی ازکندانسوراصلی .

**مراحل راه اندازی سیستم خلا**

۱- بازکردن ولوهای ورودی و خروجی آب خنک کننده قسمت تیوب های Surface Cond

۲- اگربرای اب گیری کندانسور مسیری پیش بینی نشده است با استفاده از یک لوله مناسب یا از طریـق لولـه ورودی پمپ های اب کندانس گردشی Boot مبدل.Surface Cond اب گیری می شودتا ارتفـاع آب بـه حـد نرمال برسد. البتـه درصـورت موجودبـودن اب.Cold Cond بهتراسـت کـه بـرای راه انـدازی سیسـتم ازاب کندانس استفاده شود . بابازکردن مسیرکنارگذر By Pass روی Over Board Valve در جهت خـلاف مسـیر نرمالBoot اب گیری می شود . البته این عمل تا زمانی امکان پذیر است کـه Recycle Valve نبنـدد امـا در صورت لزوم می توان آن را در حالت Manual قرارداد و با استفاده از هوای ابزار دقیق ان رادر حالت باز نگه داشت. در این موقعیت می توان عملکرد کنترل ولوها را در مقابل Out Put ساخته شـده در Transmitter و عملکرد ان را در رابطه بانوسانات سطح آب در Boot نیز امتحان کردوسیستم اخطار دهنده را که معرف بـالا بودن سطح آب درBoot می باشدرانیز چک نمود .

۳- بعد از پرشدن Boot پمپ برقی راه اندازی می شودتاکلیه قسمت ها با آب پر شود و مجدداً مقدار آب از دست رفته در Boot را با دریافتCold Cond یا Plant Water جبران می شودراین حالت گردش آب در سیستم برقرارخواهدبودوبایداجازه داده شود تاسیستم تثبیت شودوسپس کنترل کننده هاConroller در حالت Auto قرار داده می شوند.

٤- برای تست سوئیچStandby Pump Running دراین مرحله پمپ یدک بایددروضعیت اماده به کار Stand Byقرار داشته باشد وسپس بصورت تدریجی پمپ اصلی(توربینی) ازسرویس خارج می شود دراین حالت باکم شدن فشار پمپ اصلی بایدپمپ یدک بصورت اتوماتیک روی فشارSetشده درسرویس قرارگیرددرغیراین صورت بایدمشکل شناسائی ورفع اشکال شود.

قبل از اقدام به تولید خلاءِ ازمواردزیربایداطمینان حاصل شود:

الف- ازبسته بودن کلیه Drain های مربوط بهCasing توربین اطمینان حاصل شود.

ب-ازبازبودن دوعددولو موجود روی لوله ای که Surface Condenser را به اژکتورها مربوط متصل می کنداطمینان حاصل شود.

پس از حصول اطمیناناز‌مواردفوق بخار300 پاوند مربوط به اژکتورها با استفاده از Drain مربوطه خشک می شود تاکاملاً از مایع عاری شود.درصورتی که نیازبه راه اندازی سریع است Hogging Ejector در سرویس قرارداده شودودر غیر این صورت از اژکتورهای مرحله اول ودوم استفاده می شود. توجه داشته باشید همیشه در موقع در سرویس گذاشتن یک اژکتور حتماً بایداول شیر ورود بخار به اژکتور را بازکرد وبعدازان شیر تخلیه(شیرمکش بخارات) ان را ودر موقع ازسرویس خارج کردن ان برعکس عمل شودیعنی، اول شیر تخلیه یامکش بسته شود و بعد شیرورود بخارتاازورودهوابه داخل کندانسورجلوگیری شود .

در موقعیت مناسبی که خلا داخل کندانسوربه حدمطلوبی رسید Hogging Ejector از سرویس خارج و یک اژکتور از اژکتورهای مرحله اول و یک اژکتور از اژکتورهای مرحله دوم در سرویس قرارداده می شودودرضمن از نحوه عملکردTrap های مربوط به. Inter&After Cond اطمینان حاصل شودکه کارایی لازم راداشته باشند.

**توجه** : هرگز قبل از اینکه مقدار خلاءِ توربین به حدمطلوب ( حدود10 اینچ جیوه) نرسده اقدام به راه انداختن توربین نشود و تا زمانی که مقدارخلاءِ به20 اینچ جیوه نرسیده است اقدام به بالا بردن دور توربین نشود.

**مراحل در سرویس قراردادن Gland Sealing System**

۱- تخلیه مایعات موجود در سیستم بخارورودی به اژکتورهای گلندکندانسور وخشک کردن بخارمسیرورودی به اژکتورها.

۲- بازکردن ولو ورودی بخار ۶۰ پاوند به اژکتور با استفاده از شیر کنترل دستی وتنظیم فشاران روی 20 Psig.

۳- بوسیله یک شیلنگ موقتی لوله و مخزن بالای دیافراگم شیرهای کنترل(خلا شکن) با آب پر شود.

٤-شیر کاهش فشار Pressure Reducer طوری تنظیم شود که فشار بخار خروجی روی Gauge مربوطه در حدود 3 Psig باشد.

۵- بوسیله شیر دستی و نشان دهنده, فشار بخار ورودی به سیل های طرف Exhaust End روی 1 Psig تنظیم شود.

۶- دراین حالت دورتوربین به حد نرمال رسانده می شود بعد از اینکه دور توربین به حد نرمال رسید Steam End دارای فشار مثبت می شود و جهت جریان بخار از این قسمت به طرف شیر کنترل خواهد بود در این موقع شیر کنترل Back Press Regulator طوری تنظیم شود که فشار در این قسمت . 4 – 6 . 3 Psig ثابت باشد طبعآ در این حالت شیر Press . Reducer کاملآ بسته خواهد بود.

۷- شیر کنترل بخار به اژکتور طوری تنظیم شودکه خلاءِ گلندکندانسور حد ود10 اینچ ستون آب نشان داده شود اگر مقدار خلاءِ تثبیت نمی شود به آهستگی شیر تثبیت خلاءِ بازشود تاخلاءِ تثبیت شود.

**مواردی که قبل ازراه اندازی توربین روی سیستم روغن کاری باید انجام شود**

۱-با استفاده از نقشه سیستم بطور کامل بازرسی شود.

۲-سیستم روغنکاری فلش شده باشد.

۳-دقت شود که جائی Blankنباشد.

٤- مسیر خروجی پمپ روغن باز باشد.

۵-شیرمسیرکنارگذرBypass روغن کاملاً باز باشد .

۶- فشارسیستم به آرامی بالابرده شود ( با بستن ولو بای پاس ) بخاطر این که از مچاله شدن المنتهای فیلتر روغن وقتی سیستم خالی است جلوگیری شود .

۷-ارتفاع سطح روغن در داخل Reservior در حداکثر باشد و پس از پرشدن مسیرهای روغن کمبود روغن مجدداجبرا ن شود.

۸-از هیتر روغنOil Heater و کارکرد آن اطمینان حاصل شود .

۹-پمپ های روغن باید هواگیری شده باشند و فیلترهای ورودی وخروجی آنهاتمیز باشند .
۱۰-آب خنک کننده کولرروغن باز شود و سیستم های آب و روغن اعم از لوله ها ، فیلترها ، کولرها ، سوئیچ ها Guage ها ، شیرهای کنترل و ۰۰۰ هواگیری شوند.
۱۱-پمپ یدک روغن در سرویس قرار داده شود و کلیه قسمتهای سیستم ازنظرنشتی Leakage بررسی شود.
۱۲-کلیه فشارهاو درجه حرارت ها کنترل شوند .
۱۳-وقتی که یک فیلتر یا کولر Stand By در سرویس قرار می گیرد باید اطمینان پیدا کرد که واحد Stand Byکاملاً هواگیری شده است .
۱٤-اگر هواسرد است هیتر روغن در سرویس قرار داده شود .

**مراحل راه اندازی توربین های خلا**

پس از بازرسی های اولیه ورفع نواقص احتمالی به شرح زیر اقدام به راه اندازی توربین می شود.

۱-مطالعه کتاب دستورالعمل توربین وماشین متحرک ( پمپ ، کمپرسورو ۰۰۰) و روش راه اندازی ان
۲-چک کردن وتنظیم ارتفاع روغن مخزن وگاورنر.
۳-بررسی همه جانبه اطراف توربین اعم از اهرم بندی گاورنراهرم های سیستم تریپینگ و...
٤-اطمینان ازبسته بودنEnergizedولوSelenoid Dump Valve.
۵-چک کردن اکومولاتورروغن واطمینان ازشارژبودن ان باگازازت.
۶-Resetکردن سیستمLow Oil Pressure Trip Device .
۷- در سرویس قراردادن پمپ یدک روغن روانکاری وبررسی فشار, فلو, ارتفاع روغن و نشتی .
۸-ازسرویس خارج کردن پمپ یدک واطمینان ازکارائی سیستم تریپ توربین که بافشارروغن کارمی کند.
۹- تنظیم شیر قطع کننده روغن Oil Trip Valve و Reset کردن حرکت اهرم Trip Throttle Valve و اطمینان ازعملکرد شیر کنترل و بستن بخار .
۱۰-بازکردن کلیه مجاری تخلیه مربوط به مسیرهای ورودی, Drain ,صافی توربین, محفظه بخار قبل از نازل ها ,Steam Chestو پوسته توربین.

۱۱-اماده سازی کندانسوراصلی وبررسی قسمت های مختلف ان .

۱۲-خشک کردن مسیرهای بخارورودی به توربین .

۱۳- بستن ولوهای Drain در صورت نیاز .

۱٤- تنظیم کردن Knob تغییردور گارونر روی حداقلMin .

۱۵-درسرویس قراردادن سیستم روغنکاری کمکی و بازرسی های لازم روی فشار فلوونشتی های روغن.

۱۶-راه اندازی سیستم خلا ( ولی توربین را تا هنگامی که خلا به مقدار لازم حدود ده اینچ جیوه نرسیده است راه اندازی نمی شود) .

۱۷-بازکردن ولوورودی بخارInlet Valve و تنظیم مقدار بخار توسط لاین مینیمم فلو دور را تا حدود 500 RPM (دور در دقیقه ) نگه داشته می شود تا توربین بصورت تدریجی گرم شود .

۱۸-کلیه قسمت ها جهت هر گونه اشکال و یا صدای مشکوک بازرسی می شود .

۱۹-چنانچه Drain زیربدنه توربین هنوز بسته نشده در صورتی که در بخار آب وجود نداشته باشدبسته می شود.

۲۰-درسرویس قراردادن سیستم آب بندی بخارGland Sealing System .

نکته: هرگز هنگامی که توربین در حالت سکون است سیستم آب بندها در سرویس قرارداده نشود.

۲۱-دورتوربین رویRPM 500 تا حدود نیم ساعت یا بیشتر نگه داشته شود تا تمامی قطعات وبدنه توربین بصورت تدریجی گرم شوند .درجه حرارت یاتاقانها بازرسی شود و در صورتی که درجه حرارت آنها بالا باشد آب Cooling برینگ ها در سرویس قرار داده شود .

۲۲-باتحریک Selenoid Valve توربین از سرویس خارج شود تا از کار کردن آن اطمینان حاصل شود و بدون اینکه دور توربین زیاد پایین بیاید مجددا دور به 500RPM رسانده شود .

۲۳- بازرسی سیستم خلا واطمینان از مقدار خلا که بایددر حد مجاز باشد وقتی میزان خلا کمتر از حد مجازاست (حدود 20 اینچ جیوه )دور توربین نباید بالا برده شود .

۲٤-مقدار بخار ورودی با باز کردن شیر اصلی افزایش داده شود تا دورتوربین بالا رود ( از دور بحرانی سریع عبور نمایند ) شیر ورودی بخار کاملا باز می شود و سپس نیم دور بسته می شود تا قطعات متحرک ان دراثرانبساط حرارتی جام نکنند . چنانچه لرزش یا صدای غیر عادی ملاحظه شد بلافاصله دور توربین پایین آورده می شودو به 500R.P.M رسانده شود وآنقدر روی این دورکارکندتا توربین بطورکامل گرم می شود.

۲۵-با تنظیم knob گاورنر دور تا حد لازم تنظیم می شود و به آرامی بار روی توربین قرار داده شود

۲۶-تنظیم سیستم Gland Seal Steamبرای این موقعیت

۲۷-چنانچه سیستم Cooling یاتاقان ها قبلا در سرویس قرار نگرفته در این زمان درسرویس قرار داده می شود .

**از سرویس خارج کردن توربین**

۱- برداشتن بار از روی توربین .

۲- تنظیم مقداربخاری Steamکه به آب بندهای داخلی وارد می شود متناسب با شرایط جدید .

۳-اطمینان از سرویس آمدن تلمبه کمکی روغن درحین کاهش دور.

٤- از سرویس خارج کردن توربین با بستن شیر ورودی بخار یا با Trip دادن ان .

۵-اطمینان از جریان یافتن روغن به طرف یاتاقانها ( Top Tank یا پمپ DC یا آکومولاتور روغن ).

۶- ازسرویس خارج نمودن کندانسوراصلی.

۷- قطع کردن جریان بخار روی آب بندها.

۸-سردکردن تدریجی توربین (با دور پایین ) .

۹-بستن شیرورودی اصلی بخار وبازکردن شیر زیر صافی یا جای دیگر تا چنانچه شیراصلی نشتی دارد بخار به داخل توربین وارد نشودزیرا موجب زنگ زدگی در دراز مدت می شود .

۱۰-ازسرویس خارج کردن سیستم روغنکاری پس ازسردشدن کامل توربین.

۱۱-چنانچه قرار است توربین برای مدت طولانی از سرویس خارج شود به منظور جلوگیری از خوردگی یا زنگ زدگی اجزاءِ داخلی توربین با هوا خشک می شود .

۱۲- بازنمودن کلیه شیرهای تخلیه تا راه اندازی بعدی .

۱۳-بستن آب Cooling بیست دقیقه بعدوازسرویس خارج کردن تلمبه یدک روغن .

**مواردی که هنگام بالارفتن ارتفاع آب داخل کندانسورباید انجام شود**

به عنوان اولین اقدام جهت جلوگیری از بالا آمدن بیشتر آب و از دست رفتن خلاءِ بابازکردن مسیرکنارگذر By Pass شیر Overboard که Condensate اضافی راخارج می سازد ابتداارتفاع اب داخل کندانسورکم می شود و سپس اقدامات زیر انجام می شود:

۱-چک کردن مقدار Out Put هوای ابزار دقیق روی کنترل ولوهای تنظیم ارتفاع اب کـه اگـر اخطـار دهنـده بالابودن ارتفاع اب High Levelروشن باشد باید مقدارOut Put طوری تنظیم شود که یکی ازکنتـرل ولوهـا کاملاًباز و کنترل ولودیگر بسته باشد .

۲- در صورتی که مشاهده شود بین موقعیت کنترل ولوها از نظـر بـاز و بسـته بـودن و سـطح آب در Boot تناقصی وجود داردامکان دارد که شناورFloater مربوطه گیرکرده باشد. بطورمثال در زمستان اگر Steam Tracing های Floater در سرویس نباشد امکان یـخ بسـتن وجـود داردکـه در صـورت بـروز چنـین وضـعی Floater از حالت شناوری به یک حالت ثابت تبدیل می شود و تغییرات ارتفاع سطح آب را روی Transmitter و بالنتیجه روی کنترل ولوهامنعکس نمی کند . اگر اشکال از Floater باشد گاها مشکل باFlush کردن حل مـی شودکه درزمان انجام این کار باید ارتفاع سطح آب با دقت به صـورت دسـتی Manual در حـد نرمـال خـود حفظ شود در این موقعیت یک نفر دائماً ارتفاع سطح آب را از روی Gauge Glass مشاهده و اعلام می کنـد و نفر دیگر با استفاده از کنترل ولو ومسیرکنارگذر By Pass وضعیت را تنظیم می کند.

بهتراست که در این وضعیت فقط از کنترل ولوبرای تنظـیم اسـتفاده شـود و یـک Operator ورزیـده کـه از تغییرات بسیار زیاد روی شیر کنترل جلوگیری کند و بتواند تغییرات را پیش بینی کند این عمل را انجام دهد

**چک های روتین توربین های بخار**

۱-بررسی ارتفاع سطح روغن در Reservoir .

۲-بررسی درجه روغن در Reservoir .

۳-بررسی کیفیت روغن از طریق نمونه گیری ازمایش و مشاهده .

٤-وضعیت فشار روغن ورودی پمپ ( وضعیت Strainer+ چک شدن فیلتر + ماسیدگی روغن + ضربه خوردن مچاله بودن فیلتر ) .

۵-بررسی فشارورودی وخروجی پمپ روغن.

۶-درجه حرارت روغن خروجی از کولرها (بررسی وضعیت کولرهای و کویل بخار یا هیتر روغن گرم کننده )

۷-اختلاف فشار بین ورودی و خروجی فیلترهای روغن .

۸-جریان داشتن روغن ودرجه حرارت روغن خروجی از یاتاقانها .

۹-مقدارکمی روغن برگشتی از برینگ ها .

۱۰-فشار روغن یاتاقانها .

۱۱-درجه حرارت پوسته یاتاقانها .

۱۲-بررسی کلیه فشارهاودرجه حرارت های بخارورودی وخروجی.

**مسائل تعمیراتی توربین های بخار**

**اهم بازدیدها وکارهای تعمیراتی موردنیازروی توربین های بخار**

۱-برداشتن عایق های حرارتی توربین وشستشوی بدنه خارجی ان.

۲- دمونتاژکردن قطعات.

۳- مارک کردن قطعاتی که بازمی شوند.

٤-جداکردن قطعات سالم از قطعات فرسوده و خراب.

۵ –تعمیرو بازسازی قطعات فرسوده .

۶- شستشو و تمیز کاری کلیه قطعات.

۷-از رده خارج کردن قطعات غیر قابل تعمیر وتهیه قطعات جایگزین.

۸- اندازه گیری ابعادموردنظرکلیه قطعاتی که نسبت به هم حرکت دارندو مشخص کردن مقدارلقی های انها ومقایسه ان با مقادیرمجازتوصیه شده توسط کارخانه سازنده

۹-بازدیدبررسی و ترمیم سطوح نشیمن گاه کاورهای بالائی و پائینی ازلحاظ صاف بودن تمیزبودن وتاب نداشتن.

۱۰-بازدیدبررسی وتعویض Stud Boltهای خراب.

۱۱-شستشو و تمیزکاری کلیه قطعات باحلال های مناسب.

۱۲-باز کردن یاتاقانها و برداشتن رتوراندازه گیری های اولیه روی رتورشامل لقی برینگ های شعاعی ومحوری, فاصله نازل, فاصله لابیرینت هاو.....

۱۳-تمیز کاری و گندم بلاست(الومینیوم بلاست) رتور .

۱٤-چک کردن رتورتوربین ازنظرترک های ریز(دای چک) .

۱۵-چک کردن بالانس رتور.

۱۶-دمونتاژ و بررسی لابیرینت ها و تعویض لا بیرینت های خراب.

۱۷-تعمیرلابیرینت های خراب یاکج بااستفاده ازلابیرینت تیزکن.

۱۸-بیرون آوردن دیافراگم ها و تمیزکاری وگندم بلاست.

۱۹-باز کردن کلیه متعلقات سیستم Over speed و سلونوئید ولوهاوچک کردن قطعات.

۲۰-باز کردن و بررسی سیستم انتقال دوربه گاورنر شامل چرخ دنده هامحور بوش ها ویاتاقان ها.

۲۱- سرویس و تعمیر گاورنر.

۲۲- بررسی وضعیت کوپلینگ گاورنر.

۲۳-اندازه گیری قطر رتور درمحل یاتاقانها و لابیرینت هاومقایسه ان بامقادیراولیه.

۲٤-روانکاری و تعمیر نازل ولوهای توربین و تعویض پکینگ های ان.

۲۵-بازدید و بررسی از Expansion joint ازلحاظ پارگی وترک.

۲۶-باز کردن وتمیزکاری و grind نمودن سطوح نشیمنگاه Stop Valve .

۲۷- باز کردن و بررسی و روانکاری Throttle Valve و بازدید ازبوش هاو پکینگ های آن.

۲۸-بررسی Stem های تروتل ولو وولواضطراری ازلحاظ خوردگی وصاف بودن .

۲۹-بازدید و بررسی Gear Coupling توربین.

۳۰-بررسی وضعیت سیستم لوله کشی ورودی وخروجی بخارواطمینان ازلحاظ Pipe Stress.

۳۱-بررسی وضعیت ساپورت هاونگهدارنده های سیستم لوله کشی و...

۳۲-Setکردن Spring Support Or Hangerهادرموقعیت مناسب .

۳۳-تنظیم و چک کردن Setting مربوط به کلیه Safety Valveهای روی توربین و خروجی توربین .

۳٤-چک کردن سیستم Over Speed توربین وتست ان دردورموردنظر.

۳۵- Alignment توربین و گردنده .

۳۶- چال بندی وتنظیم فاصله نازل ها.

۳۷-بررسی وچک کردن برینگ ها ازنظراندازه ها شکل ظاهری وضعیت بابیت هاو اندازه گیری و ثبت کلرنس های نهائی.

۳۸-تنظیم حرکت محوری وتنظیم فاصله نازل وتنظیم سیستم های ابزار دقیقی اندازه گیرحرکت محوری رتور.

۳۹-بازدید و تمیزکاری مسیرهای بخار سیل کننده و مسیر خروجی بخار و سیستم Surface Condensor.

٤۰- اندازه گیری و ثبت فواصل بین پره های ثابت و متحرک وتنظیم انها.

٤۱-تمیزکاری هوزینگ برینگ ها و مسیرهای ورودی و خروجی روغنFlushing.

٤۲-تمیزکاری داخل نازل رینگ هاونازل های اصلی.

٤۳- تمیزکاری کولرهای روغن وتست هیدرولیکی آنها.

٤٤- تمیزکاری وتست هیدرولیکی کندانسوراصلی.

٤۵- تمیزکاری وتست هیدرولیکی کندانسورهای میانی.

٤۶-بررسی وتمیزکاری کلیه اژکتورها.

٤۷--بررسی جای کلیدها وجای دندهScrewو دنده های مهره قفل کنLock Nut لاک واشر Lock Washer هاو...

٤۸--بررسی محورازلحاظ خمیدگی دوپهنی خوردگی و.... اندازه گیری قطرنقاطی از شافت که قطعاتی مثل بال برینگ ها اب بندها ها و.....روی ان مونتاژ می شود.

٤۹- بررسی ظاهری کوپلینگ هاHub از نظر لاغری و خرابی های جای شیارSpigotمحل قرارگرفتن Spacer و .....

۵۰- چک کردن دیفلکتور هاDeflector وبررسی نحوه قرارگیری انهاروی محوروهوزینگ برینگ ها.

۵۱-بررسی رینگ های روغنکاریOil Ring ازلحاظ اندازه وسائیدگی لبه های انهاوهمچنین بررسی محل قرارگیری انهاروی محوریاOiltrowel.

۵۲-بررسی کلیه پیچ و مهره ها Bolt& Nut ها و Stud Boltها ازلحاظ تغییرقطر.

۵۲- بررسی کامل و اطمینان از بی عیب بودن رتورو اطمینان از عدم لنگی ان.

۵۳-بررسی وکالیبراسیون کلیه تجهیزات ابزاردقیقی شامل Pressure Guageها Tem. GuageهاTransmiterهاPressure Switchهاو Tempreture Switchها.....

۵٤-مونتاژکلیه قطعات

۵۵-عایق کردن توربین

۵۶-تهیه گزارش ودرج ان درپرونده ماشین .

نکته :برای جلوگیری ازسیزکردن قطعات و بهتربازشدن انهادرتعمیرات های اینده بایدکلیه قطعات اغشته به موادمناسبی نظیر مولیکوت شوندوبعدبسته شوند .

**تنظیمات توربین های بخار**

**روش تنظیم فاصله نازل هابارتور**

پارامترمهمی که برای توربین های بخاربخصوص توربین های جریان مماسی حائزاهمیت است فاصله نازل بارتوراست که درصورتی که این فاصله بیشترازحدمجازباشدباعث افت فشاروایجادجریان های گردابی بین نازل هاورتورمی شودوباعث افزایش مصرف بخاروکم شدن توان توربین می شودواگرازحدمجازکمترشودامکان برخوردقطعات ثابت ومتحرک و.....بوجودمی ایدبه همین دلیل درحین تعمیرات وبازدیدهاحتما بایداین فاصله اندازه گیری شودوبامقادیرمجازتوصیه شده توسط کارخانه سازنده مقایسه شودودرصورتی که ازحدمجازبشتریاکمترباشدنسبت به تصحیح ان اقدام شود.

روش اندازه گیری این فاصله معمولاوقتی کاورتوربین بازباشدتوسط فیلرگیج اندازه گیری می شوددرغیراین صورت اگرتراست برینگ ها ازنوع لقمه ای یاکینگزبوری باشدبابیرون اوردن لقمه های یک طرف وحرکت دادن رتوردرجهت محوری واندازه گیری انحراف به توسط ساعت های اندازه گیرمی توان ان رااندازه گیری کردکه البته نیازبه دقت زیادی داردوبرای کم وزیادکردن ان باتغییراتی که روی ضخامت واشرتراست داده می شودمی توان ان راتنظیم نمودرصورت استفاده ازواشرضخیم ترفاصله نازل افزایش پیدامی کندودرصورتی که فاصله زیادباشدبا کم کردن ضخامت واشرتراست می توان ان راکم کردکه البته درحین

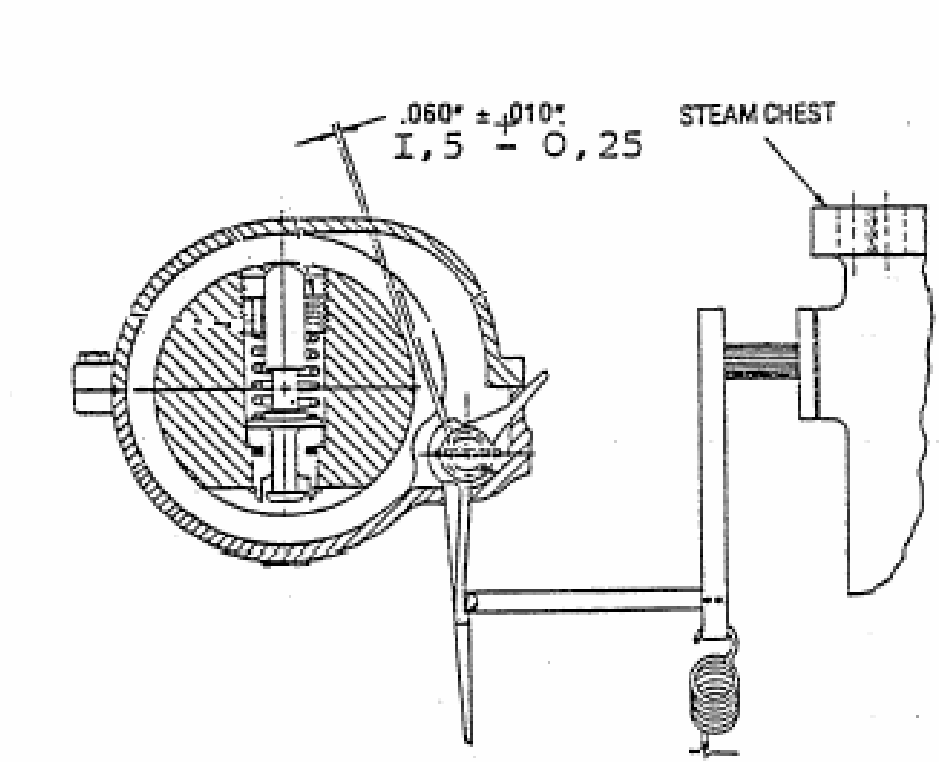
اندازه گیری بایدفاصله نازل هادرچندین نقطه اندازه گیری شودکه درصورتی که رتورتاب برداشته باشدمی تواندباعث اختلاف دراندازه گیری شود.

درتوربین های بزرگ چندمرحله ای پس ازتصحیح فاصله نازل که روی چرخ اول انجام می شودبایدفاصله کلیه چرخ های نصب شده روی محوروبدنه نیزاندازه گیری شودودقت گرددکه این فواصل کمترازفاصله نازل نباشدودرصورت مشاهده هرگونه مشکلی باید علت ان بررسی ورفع عیب گردد.همچنین برای اندازه گیری فاصله نازل وبقیه پره های متحرک وبدنه این کاربایددرزوایای مختلف رتورانجام شودکه کمترین مقدارانهاحائزاهمیت است وبایدمدنظرقرارگیرد.

**روش تنظیم سیستم دوربیشینهOver Speed**

افزایش دوربیش ازحدمی تواندبرای توربین های بخاربسیارخطرناک باشدوحتی باعث انهدام وایجادخسارت های جدی برای انهاشودازاین روبرای اطمینان ازعمل کرد سیستم حفاظتی دوربیشینه Over Speedبعدازتعمیرتوربین های بخارویاطبق برنامه های زمان بندی این سیستم بایدچک شودکه یک بخش ان شامل چک کردن سیستم های اهرم بندی واتصالات ومیله های ولواضطراری وتروتل ولوبرای اطمینان ازلقی بیش ازحدوروان بودن وعدم جامی بخصوص درمواردی که توربین درمحیط های پرگردوخاک همراه بارطوبت کارمی کنداست وبخش دیگران اطمینان ازعملکرد صحیح مکانیزم دوربیشینه Emergency Governor است بدین معناکه دردوربیشینه نیروی گریزازمرکزبرنیروی فنری غلبه کندوباعث جابجاشدن وزنه مربوطه وتحریک سیستم اهرم بندی وتریپ دادن توربین شودکه برای انجام ان پس ازدیسکاپل کردن توربین دور ان به ارامی بالااورده می شودتا به دوربیشینه برسد(معمولا این دورروی Name Plateتوربین یادرData Sheetان درج شده وبطورتقریبی حدود ده تاپانزده در صد بیشتر از دورکاری توربین است)دراین موقعیت توربین بایدازسرویس خارج شودTrip درصورتی که قبل ازرسیدن دوربه دورمشخص Trip کندیا دردوربالاتری Trip کندسیستم بایدتنظیم شودکه با تغییرنیروی فنری که روی وزنه اعمال می شوداین کارانجام می شوداگرتوربین دردورکمترازدوربیشینه تریپ کندبازیادکردن نیروی فنری باسفت کردن مهره ای که روی فنر واقع شده است به مقدارموردنیازکه معمولا براساس تجربه بدست می ایدافزایش داده می شودودرصورتی که توربین روی دوربیشینه تریپ ندهدباکم کردن نیروی فنری ازطریق شل کردن مهره

وکاهش دادن نیروی فنری دوربیشینه تنظیم می شود.لازم به توضیح است که برای ممانعت ازشل شدن مهره تنظیم فنردرحین کارپس ازتنظیم نهائی بااستفاده ازیک Set Screwمهره قفلLockمی شود.




سیستم Trippingتوربین های PT-2001D

همچنین فاصله نوک وزنه سیستم تریپینگ با Tappetبایددرحدمناسبی (حدودیک تا یک ونیم میلیمتر)باشددرغیراین صورت توربین روی دورموردنظرتریپ نخواهدداد که این عمل با چرخاندن Tappetروی مهره ثابت روی بدنه کم وزیادمی شودوبااستفاده ازفیلریا بصورت چشمی اندازه گیری می شود.

نکته مهم-درصورتی که دورتوربین بیش ازدورOver Speedشودومکانیزم دوربیشینه توربین راتریپ ندهدبایدفورا توربین بصورت دستی تریپ داده شودوازسرویس خارج شودتاازایجادخسارت روی توربین جلوگیری شود.

**مراحل نصب یاتاقان های لغزشی**

یاتاقان های لغزشی بسته به نوع کاربردمعمولا از جنس بابیت وباالیاژهای مخصوصی ساخته می شوندو توسط سیستم های روغنکاری Forced Lubrication یا روش های دیگر روغن بین قطعات ثابت ومتحرک(شافت ویاتاقان) تزریق می شودکه دراثر اصطکاک بین روغن ومحور باعث ایجاد فشارهیدرودینامیکی می شودکه

کمک به بالا اوردن شافت ودرمرکز قراردادن ان می کندوباعث می شودمحورروی فیلمی ازروغـن بچرخـد که این فیلم روغن از تماس مستقیم قطعات فلزی با یکدیگر ممانعت به عمل می اورد.

پارامتر بسیار مهم دراین نوع یاتاقان هاعلاوه برویسکوزیته روغن وضخامت فیلم روغن لقی یا Clearanceایـن نوع برینگ هااست که باید اندازه گیری ودر حدمجاز تنظیم شود .اگر این لقی بیشتر از حد مجاز باشد باعـث افزایش حرکت شعاعی محور شده(افزایش لرزش وارتعاشات)ومی توانـد باعـث خسـارت رسـاندن بـه دیگـر قطعات وکاهش طول عمرقطعات وهمچنین باعث تخلیه شدن روغن از بین این فواصل وتمـاس سایشـی بـین قطعات ثابت ومتحرک وخرابی شافت ویاتاقان وهمچنین باعث کاهش فشار روغن وبوجود اوردن مشکل برای دیگریاتاقان ها(نرسیدن روغن به انها)وقسمت های روانکاری شونده می شودو کم شدن این لقـی یـا کلـرنس باعث اختلال درسیستم روغنکاری و عدم نفوذوحرکت روغن بین قطعات ثابت ومتحـرک وافـزایش اصـطکاک وگرم شدن وسوختن یاتاقان می شود که در تنظیم انها باید دقت خیلی زیادی کردوطبق توصیه های کارخانـه سازنده یا جداول استاندارد عمل نمود.( به ازائ هریک اینچ قطر محور معمولا به اندازه یک ونیم هزارم ایـنچ کلرنس درنظرگرفته می شود).

**روش های اندازه گیری لقی یاتاقان های بوشیBearing Clearance**

بسته به شرایط یاتاقان و محل نصب ان ازروش های زیر برای اندازه گیری کلرنس یاتاقـان هـا اسـتفاده مـی شود:

۱-اندازه گیری قطر داخلی یاتاقان بااستفاده ازمیکرومترداخلی وقطر بیرونی محوربامیکرومترخارجی درمحل نصب یاتاقان وپیداکردن اختلاف این دوعددمیزان لقی یاتاقان مشخص می شود که درصورتی که قطعات پمپ باز باشند دارای بالاترین دقت است.

۲-استفاده کردن از فیلر گیج (که دارای تیغه هایی باضخامت هـای اسـتاندارد ومشـخص اسـت کـه ضـخامت هرکدام از انها روی انها درج شده است)وبا عبوردادن تیغه ای که ضخامت ان با میزان لقی برابر است کلرنس یاتاقان اندازه گیری می شود.لازم به توضیح است که میزان کلرنس اندازه گیری شده به ایـن روش معمـولا حدودیک تادوهزارم اینچ از روش قبلی کمتر به دست می اید(بخاطر کلرنس عبور تیغه فیلرگیج)البتـه درایـن حالت بایدتوجه شودکه محورکاملا روی یاتاقان قرارگرفته است البته فیلرزدن درهردوطرف یاتاقان بایدانجام شود.

۳-استفاده از وایر های سربیLead Wireکه با باقراردادن میله های باریک سربی نرم که ضخامت انها کمی از کلرنس یاتاقان بیشتر است در قسمت بالایی بین شافت ویاتاقان واندازه گیری مقدار لهیدگی ان پس از بسـتن یاتاقان وکاور بالایی ان که پس از باز کردن مجدد واندازه گیری ضخامت وایر لهیده میزان کلـرنس مشـخص می شود.

٤-استفاده ازPlastic Gageکه وایر های پلاستیکی ای هستندکه بااندازه های قطری بسیار دقیقـی سـاخته مـی شوند وتکه هائی ازانها مثل روش قبل بین قسمت بالای محور ویاتاقان قرار می گیرد وپس ازبسـتن یاتاقـان و بازشدن مجدد ان پهنای پلاستیک های لهیده شده در کنار جدولی که همراه با برونشـور ان امـده قـرار داده می شودوباهر کدام از خطوطی که هم سایز باشدمیزان لقی در کنار شکل خوانده می شود. مزیـت ای روش

این است که وایر های پلاستیکی باعث خرابی شافت نمی شوندوبراحتی تغییرشکل می دهندکه باعث افزایش دقت اندازه گیری کلرنس می شود بخصوص وقتی که شافت از جنس نرم باشدنسبت به روش قبل ترجیح داده می شود.

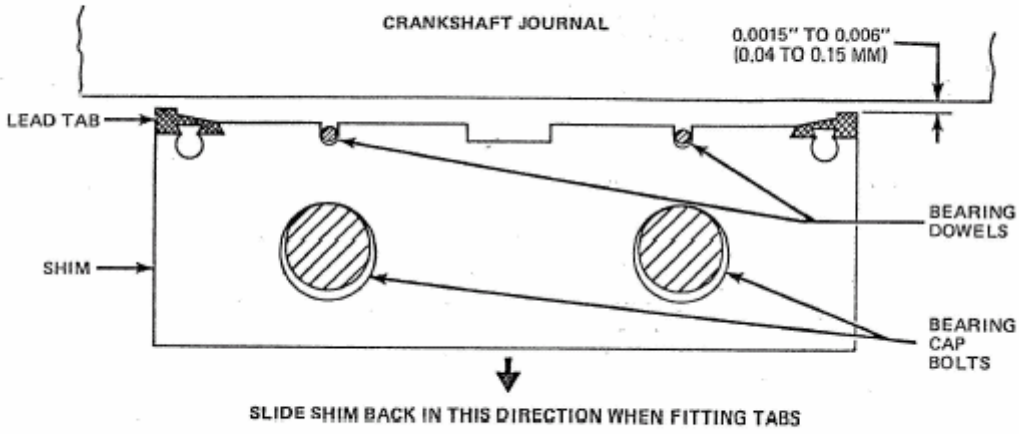
۵-حرکت دادن محوردرجهت شعاعی واندازه گرفتن میزان حرکت به توسط یک عددساعت اندازه گیر که برمحور تقارن شافت عمود شده است دراین روش بایدساعت اندازه گیرحتی الامکان نزدیک به یاتاقان قرارداده شودکه البته دقت ان خیلی زیادنیست.

**روش تنظیم لقی یاتاقان ها ی لغزشیBearing Clearance**

همانطور که قبلا توضیح داده شد کلرنس یاتاقان ها باید در حد مطلوب توصیه توسط کارخانه وبا توجه به حدود مجاز انها باشد ودر صورتی که در این محدوده قرار نگرفته باشندباید نسبت به تصحیح ان اقدام گردد.

دریاتاقانهای کوچک وارزان قیمت معمولا باتعویض یاتاقان مشکل مرتفع می شودولی در یاتاقان های بزرگ بسته به طراحی یاتاقان ازشیمز های تنظیم که بین دوکفه یاتاقان قرار داده می شود وباکم وزیاد کردن ضخامت انها کلرنس در محدوده مجاز تنظیم می شود.در یاتاقان های بزرگ روی لبه های شیمز های تنظیم که به طرف محور قرار گرفته بطور منا سبی بابابیت(بضخامت کلفتی شیمز)به اندازه چند میلی مترلبه داده شده که در هنگام نصب وپس از کار تنظیم کلرنس یاتاقان باید فاصله این شیمز ها با لبه محورفاصله کمی داشته باشد تااز ازاد شدن روغن بین دوکفه یاتاقان ممانعت به عمل اورد که به این فاصله اصطلاحا Tabگفته می شود وحد مطلوب ان حدودیک ونیم تاشش هزارم اینچ است.

Fitting of Main Bearing Shim Tabs



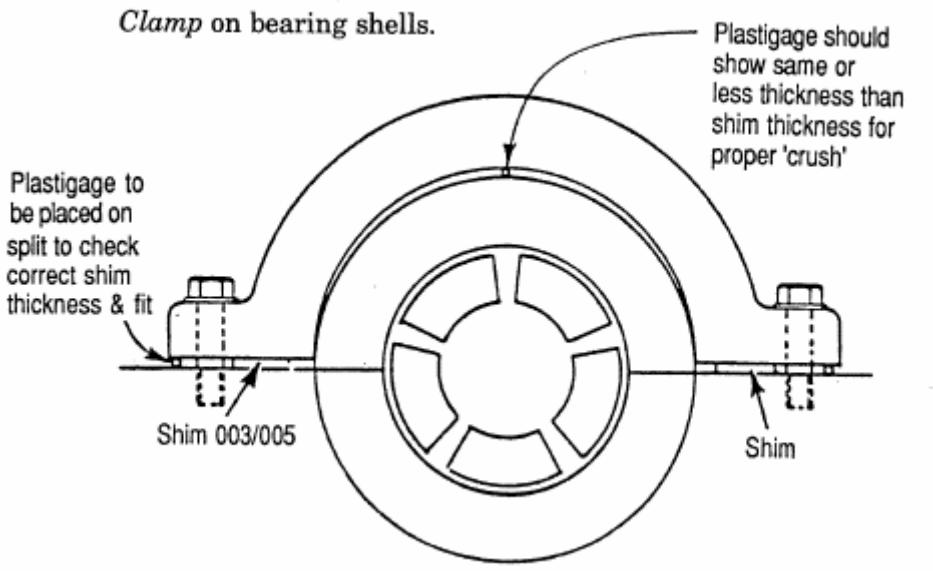
دربعضی ازمواردکه لقی یاتاقان کمی بیشترازحدمجازاست وشیمزهای تنظیم وجودنداردمی توان باسائیدن سطوح انها(کم کردن قطرانها)کلرنس راتنظیم نمودولی بایدتوجه داشت که دراین حالت Back Pressافزایش پیدامی کندکه بایداندازه گیری ودرصورت نیازتصحیح شود.

یکی دیگر ازمسائلی که برای یاتاقان های لغزشی یا بوشی مطرح ومهم است اطمینان پیداکردن ازتماس کامل قسمت پشت یاتاقان(قطر بیرونی)با محلی است که در پوسته یاتاقان(قطرداخلی محل قرار گیری یاتاقان) ان قرارمی گیرد(Bearing Clamp) چون اگر بین این دوفاصله بیفتد درحین کاربرینگ حرکت می کندوباعث ایجادارتعاشات می شود ووجود هوابین برینگ وکاورباعث تشکیل یک فیلم مقاومت حرارتی بالا در این قسمت می شودوباعث عدم انتقال حرارت ازیاتاقان به پوسته یاتاقان ونهایتا گرم شدن روغن وپایین امدن ویسکوزیته ان وکم شدن ضخامت فیلم روغن و خرابی زودرس یاتاقان ولرزش وارتعاش می شود که توصیه اکید براین است که در حین تعمیرات اساسی یاتعویض یاتاقان ها علاوه بر چک کردن کلرنس یاتاقان این موضوع مورد توجه قرار گیردکه اصطلاحا به ان Crushگفته می شود .

**روش اندازه گیری Bearing Crush**

**۱-اندازه گیری Bearing Crush در یاتاقان های کوچک**

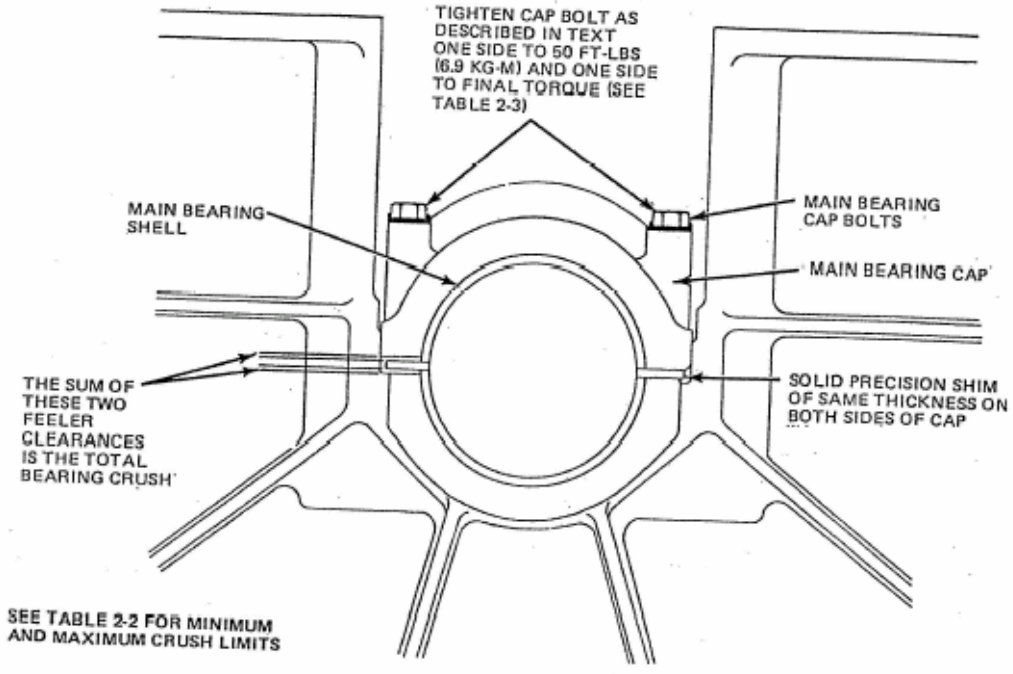
دریاتاقان های کوچک که ضخامت پوسته یاتاقان زیاد است Shell Bearingبااستفاده از Lead Wire هائی که در قسمت بیرونی یاتاقان بین پوسته بیرونی یاتاقان وقسمت داخلی کاوردر محل قرارگیری یاتاقان قرار داده می شود اندازه گیری می شود .روش کار به این صورت است که پس از قراردادن کفه های بالایی وپایینی یاتاقان و سفت کردن پیچ های دوکفه یاتاقان, وایرهای سربی با ضخامت کسری ازمیلیمتر روی پوسته بیرونی یاتاقان قرارمی گیردوکاوریاتاقان بسته می شود ومجددابازمی شود که این عمل باعث لهیدگی وایرسربی می شودکه ضخامت وایرلهیده مبین مقدار Crush است .



البته چون این فاصله خیلی کم است وفضای کافی برای لهیده شدن وایرسربی نیست وهمچنین مقاومت وایرسربی درمقابل تغییرشکل می تواند باعث خطادراندازه گیری شود.درعمل به این صورت انجام می شودکه بین دو کفه بالایی وپایینی کاور برینگ های دوطرف شیمز هایی باضخامت حدود یک تا میلی متر قرارداده می شودتا بتوان وایرسربی ضخیم تری راروی کفه بالائی یاتاقان قراردادوفضای لازم برای لهیده شدن وایرسربی فراهم باشدکه دراین روش پس از محکم کردن پیچ ها ی کاوروباز کردن اختلاف بین ضخامت وایرهای لهیده شده سربی وضخامت شیمزی که بین کاور ها قرار گرفته مبین فاصله پشت یاتاقان است که اصطلاحا به عنوانBack Pressمعروف است ومقدار ان از دو تا سه هزارم اینچ نباید بیشتر باشد.

**۲- اندازه گیری Bearing Crush دریاتاقان های بزرگ**

در یاتاقانهای بزرگ که ضخامت پوسته یاتاقان کم استThin Shell Type اهمیت وحساسیت این موضوع به مراتب از یاتاقان های نوع قبلی بیشتر است وروش کار به این صورت است که دو تکه شیمز باضخامت حدود چند میلیمتر ازجنسی مناسبRigid درفاصله طرفین پوسته یاتاقان وکاور های بالایی وپایینی قرارداده می شود(شکل زیر) وپیچ های یاتاقان با تورک مناسب سفت می شوداگریاتاقان بطورکامل درپوسته خودقرارگرفته باشد وتماس کامل باشدازبین شیمزهای دوطرف وکاور های بالائی وپایینی نمی توان فیلرعبوردادولی اگراشکالی وجودداشته باشدبین انهافاصله می افتدوفیلرعبورمی کندکه به مجموع ضخامت فیلرهائی که ازقسمت های بالائی وپایینی شیمزهاعبورمی کندBearing Crushگفته می شودواین مقدار باید در حد مجاز باشد که برای یاتاقانها بسته به قطرانهادر جداول استاندارد اورده شده است ولی حدمجارانهاازچندهزارم اینچ نبایدبیشترباشد.




Checking Main Bearing Crush

لازم به توضیح است که لقی یاکلرنس یاتاقان و Bearing Clamp یاBack Press یاBearing Crush و Bearing Tabهرکدام پارامتر های جداگانه ای هستند وبرای هر یاتاقان بایدجداگانه اندازه گیری وتصحیح شود.

**نکته**–درحین نصب یاتاقان های نوع بوشی بایدازتماس کامل محوردرداخل یاتاقان اطمینان حاصل نمودکه معمولا این کارباماليدن رنگ (بلوبرینگ)روی محوردرمحل نصب یاتاقان وچرخاندن محوردرداخل ان انجام می شودکه بایداثررنگ روی یاتاقان مشاهده شود(درجهت طولی)درغیراین صورت احتمال ناهم محوری یاتاقان درمحل نصب ,ناهم محوری یاتاقان های دوطرف,پیچیدگی بدنه توربین.ویامسائل ناشی ازنصب و.....وجوددارد که بایدشناسائی شودواقدامات لازم برای تصحیح ان انجام شود.

**روش تنظیم لقی تراست برینگ ها**

در مورد برینگ های کینگزبوری و لقمه ای Thrust Pad طبق دستور کار خانه سازنده باید مقداری حرکت محوری وجودداشته باشدتاروغن بتواندبین پدهاوتراست دیسک نفوذکندوفیلم روغن تشکیل شودتاازتماس قطعات ثابت ومتحرک جلوگیری شودکه این مقدار حرکت دراکثرموارد حداقل ۸ و حداکثر ۱۵ هزارم اینچ است.

برای اندازه گیری حرکت محوریAxial Movement دراین نوع یاتاقان هاازدوروش استفاده می شود:

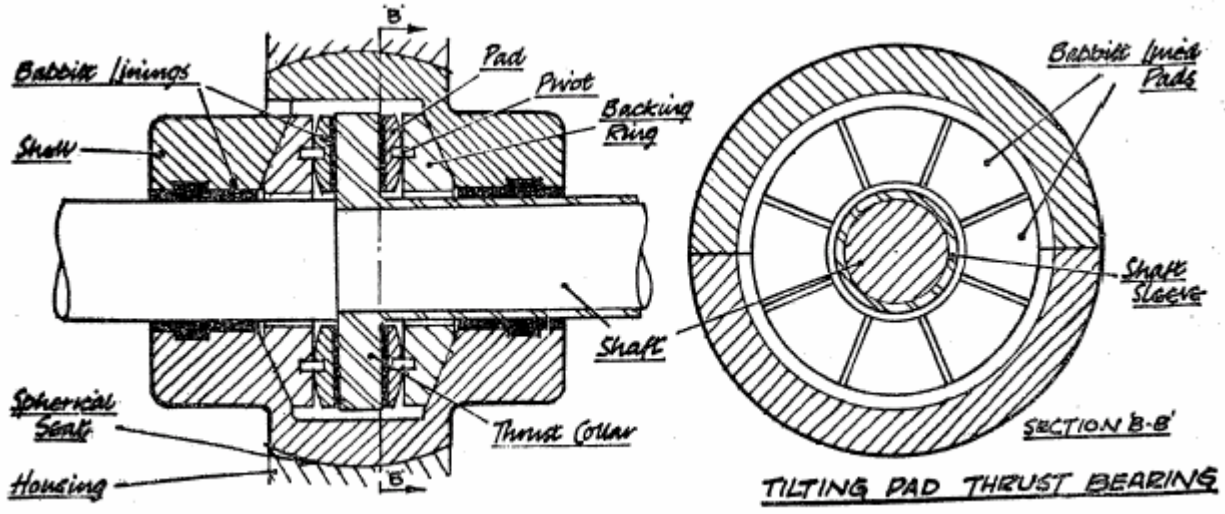
۱-بااستفاده ازفیلرگیج فاصله بین دوطرف دیسک وپدهاراندازه گیری کردکه مجموع فیلرعبوری دوطرف مبین حرکت محوری است.

۲- بااستفاده ازساعت اندازه گیرکه روش کاربه این صورت است که پلانجرساعت اندازه گیری را درجهت محوری روی کوپلینگ یاهرنقطه مناسب دیگری روی محورقرارداده می شودو محور کاملاً به یک طرف حرکت داده می شود و ساعت روی صفر تنظیم می شودوسپس مجددامحور کاملاً بطرف مقابل حرکت داده می شود تا لقمه ها به طرف دیگر بچسبند اندازه ای را که ساعت نشان میدهد کل لقی یا کل حرکت محور خواهد بود.

برای کم و زیاد کردن Clearance محوری ازروش های زیراستفاده می شود :

الف : در صورتی که گوشت لقمه ها زیاد باشد و کلرنس کم باشد می توان بوسیله اسکراب کردن و یا ماشین کردن لقمه ها ودرصورتی که پشت لقمه ها شیمز وجودداشته باشد با کم کردن ضخانت شیمز فاصله را تنظیم کرد.

ب : در صورتی که فاصله زیاد باشد و گوشت لقمه ها کم ، یا از طریق دوباره وایت متال ریختن (بابیت ریـزی مجددروی لقمه ها )می توان کمبود فاصله را تامین نمودیا از طریق واشر دادن(شـیمز گـذاری) پشـت لقمـه درداخل هوزینگ برینگ فاصله درحدمجازتنظیم می گردد .




**روش تمیزکاری رتورودیافراگم ها**

به دلیل وجودناخالصی های احتمالی بخارات ورودی به توربین وهمچنین اکسیدفلزات ناشی ازخـوردگی لولـه ها و.....ودرجه حرارت بالای توربین های بخاردراکثراوقات رسوباتی روی توربین هامشاهده می شـودکه مـی تواندباعث کاهش راندمان توربین وافزایش بخارمصرفی ونابالانسی رتـورمی شـودکه درحـین تعمیرتـوربین بایدتمیزشوندکه بسته به نوع املاح ورسوبات ازروش های متعـددی نظیـرروش هـای شـیمیائی روش هـای مکانیکی وشستشوبااب کندانس این کارعملی می شود.

ساده ترین وکم خرج ترین روش شستشوی کلیه قطعات با استفاده ازاب کندانس است که معمـولا جزانتخـاب اول بشمارمی ایدکه باعث ترکیب املاح ورسوبات بااب وتمیزشدن رتورمی شوددرروش شـیمیائی بااسـتفاده ازموادشیمیائی مناسبی که روی رسوبات ریخته می شودیارتوردران شناورمی شودرسوبات درماده شـیمیائی حل می شوندوباعث تمیزشدن رتور می شوندکه این مستلزم استفاده صحیح ازنـوع موادشـیمیائی اسـت کـه گاها می تواندباعث خورده شدن دیگرقطعات نظیرلابیرینت هاو..... گرددکـه بایـددرانتخاب ان دقـت زیـادی شود.

استفاده ازروش های مکانیکی نظیراسکراپ ووایربرس برای قسمت هـائی ازرتورامکـان پذیراسـت کـه دارای سطوح تخت وصاف باشندولی برای قسمت های دیگرکه امکان دسترسی به انهاکم است ازروش گندم بلاست ویااکسیدالومینیوم بلاست استفاده می شود.

**روش تنظیم کردن مقداربازبودن گاورنرولوValve Setting**

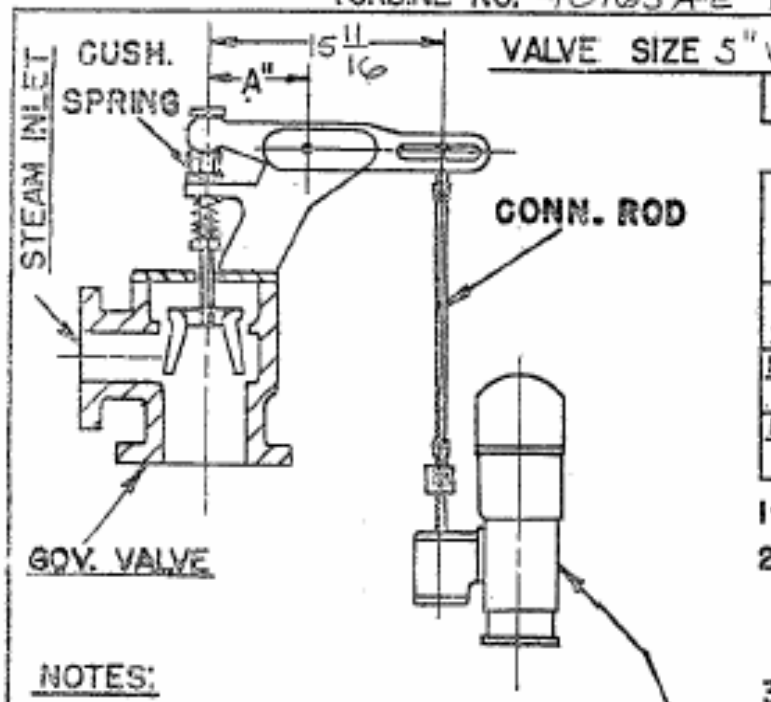
تنظیم کردن گاورنرولوازلحاظ ایمنی ومصرف بخارتوربین بسیارمهم است.مقدارمناسب بـازبودن ان معمـولا روی Name Plateتوربین یاManual Bookهای مربوطه درج می شود. مقـداربازبودن بـرای ولوهـای نـوع Double Seatحدودیک هشتم قطرولو وبرای ولوهایV-Portیاولوهای نوع پیستونی بایـدیک هشـتم ایـنچ بـه مقداری که قبلاگفته شداضافه گرددوبرای گاورنر ولوهائی که باگاورنرهایWoodward Governorبازوبسته می شوندبایدطبق جدول مربوطه که یک نمونه ان درصفحه بعداورده شده است اقدام شود.تنظیم ولـووقتی انجام می شودکه توربین در سرویس نباشد. برای انجام ان ابتداولوباتنظیم Stemمربوطه,ولو بصورت دسـتی کاملابسـته مـی شـودودراین حالـت یـک خـط روی Stemولوکشـیده مـی شـودوباچرخاندنHand Wheel تغییردوربه اندازه مقدارتوصـیه شـده دوبـاره ولـو بـازمی شـودومجددا لاک مـی شـودمجددادرحالتی کـه ولودرحالـت بازاسـت باچرخانـدن مهـره مربوطـه مقـدارطول فنرگاورنرولوبـه حـدوددواینچ رسـانده مـی شودوسپس باتنظیم فنرگاورنرطوری تنظیم مـی شـودکه مـاکزیمم سـرعت موردنیازبـه عـلاوه ومنهـای ده درصددرمحدوده بالاوپایین ان بدست ایدکه این اندازه گاه به گـاه بایدانـدازه گیـری ودرصـورت نیـازتنظیم شود.

## GOVERNOR SETTING WITH WOODWARD GOVERNOR

TURBINE NO. 40165A-E TYPE GSA FILE 40165A-E H.P. 680 R.P.M. 4500

VALVE SIZE 5" V PORT | DRIVE GEAR RATIO 4.166:1 | EMERG. TRIP SPEED 4975

HIGH SPEED STOP SET AT 4500 TURB. RPM & 1080 GOV. RPM




| | CALCULATED VALVE OPENING | TURB. RPM | AIR PRESS | WOODWARD GOV. R.P.M. | GOV. LEVER SETTING A" |
|---|---|---|---|---|---|
| MAX. OPER. | 3/4" | 4500 | 15# | 1080 | 7 3/16 |
| NORMAL HIGH | | 4500 | | 1080 | |
| NORMAL LOW | | 1033 | 3# | 248 | |

1-SET LEVER HORIZONTAL WITH VALVE 3/8 OPEN.

2-WITH SERVOMOTOR PISTON HELD AT 1/16 FROM TOP STOP, ADJUST CONN. ROD SO THAT VALVE IS JUST CLOSED.

3-WITH SERVOMOTOR PISTON AT BOTTOM STOP VALVE SHOULD BE APPROX. 13/16 OPEN.

4-CUSHIONING SPRING SHOULD BE SET SO THAT WHEN SERVOMOTOR PISTON IS AT TOP STOP, CUSHIONING SPRING IS NOT QUITE AT SOLID HEIGHT.

NOTES:

WOODWARD GOVERNOR SERIAL NO. _____

LEVER DIAGRAM

FIGURED BY HJN

CHECKED BY [signature]

**نگهداری ومراقبت از توربین های بخار**

تعمیرات شامل مجموعه فعالیت هایی است که بر روی یک سیستم یا وسیله ای که دچار خرابی یا از کار افتادگی گردیده انجام می شود تا آن رابه حالت آماده و قابل بهره برداری بازگرداندودر جهت انجام وظیفه ای که به آن محول شده است آماده کندو به مجموعه فعالیت هایی که بصورت برنامه ریزی شده با هدف جلوگیری از خرابی های ناگهانی ماشین آلات و تاسیسات انجام می شود و با این کار قابلیت اطمینان و دردسترس بودن آنها افزایش پیدا می کند نگهداری گفته می شود که ازاهمیت ویژه ای برخورداراست وتمامی سعی وتلاش ها درتقویت ان است.

مجموعه فعالیت هائی که باعث افزایش طول عمر مفیددستگاه هاو ماشین آلات و کاهش مصرف قطعات یدکی وانرژی وهزینه ها و افزایش کارآرایی وراندمان عملی ماشین آلات می شودنگهداری وتعمیریا بطورمخفف نت گفته می شودکه مبحث نگهداری ان نسبت به تعمیرات ازاهمیت ویژه ای برخورداراست ودرتمامی صنایع از بیشترین اهمیت برخورداراست که باعنایت به این که بیشترین هزینه های شرکت هاوکارخانجات صرف این امورمی گرددنیازبه یک سیستم جامع برنامه ریزی شده نگهداری وتعمیرات است تابتوان به اهداف فوق نائل گردید.

**دلایل مهم روندافزایشی نگهداری ازدستگاه ها**

۱-بالارفتن حجم سرمایه گذاری ها وکاهش سرعت تولیدودرنتیجه بروز خسارت های زیاد به سیستم تولیدی دراثررکودتولیدبه علت خرابی های اضطراری.

۲-بالارفتن قیمت قطعات یدکی وقیمت اولیه ماشین الات که احتیاج به مدیریت صحیح وبهینه بردارائی های فیزیکی وکنترل سرعت استهلاک وهزینه های نگهداری وتعمیرات راالزامی می کند.

۳-حرکت سریع صنایع درجهت اتوماسیون که درنتیجه احتیاج کمتری رابه مهارت های امورتولیدایجاب نموده ولی احتیاج به مهارت بیشتر کارکنان نت ومدیریت فنی رادرجهت توانائی درمراقبت وتعمیر تجهیزات الزامی می نماید.

به همین جهت ازسالها قبل درکلیه صنایع کوچک وبزرگ بخش نگهداری بصورت سریع رشدکرده وجای تعمیرات راگرفته است وشعار نگهداری بجای تعمیر جامه عمل پوشیده است.

NO REPAIR MAINTENANCE

**معایب ناشی از نداشتن سیستم نگهداری و تعمیرات**

۱-عدم اطمینان کامل ازکارکردمناسب دستگاه وخط تولید .

۲- افزایش هزینه های تعمیراتی وافزایش خسارت های وارده به ماشین آلات .

۳- کاهش طول عمر دستگاههاکه قطعات یدکی انها غالباباصرف هزینه های هنگفت ازخارج ازکشور تهیه وتامین می شوند.

٤-اختلال درخط تولیدبخصوص درمراکزصنعتی بزرگ(که گاهاخیلی بیشترازهزینه های تعمیراتی است).

۵-احتیاج به تعویض سریع قطعات که درشرایط فعلی دسترسی به انها مشکل بوده وقیمت انها بطور مداوم روبه افزایش است .

۶-قابل محاسبه وپیش بینی نبودن هزینه ها وسود وزیان ها .

۷-قابل برنامه ریزی نبودن کارهای تعمیراتی.

۸-ایجادخطرات جانی برای کارکنان .

۹-اثرات کمبودتولیددرشرایطی که میزان عرضه وتقاضامتناسب نباشدباعث ایجادنارضایتی وبازار سیاه می شود .

۱۰-پایین امدن کیفیت محصولات ساخته شده .

**اهداف سیستم های نگهداری و تعمیرات(نت)**

۱-ایجاد آرشیو مدارک فنی به عنوان بانک اطلاعاتی.

۲-بررسی و آنالیز اقتصادی نگهداری و تعمیرات انجام شده .

۳-کاهش هزینه های انرژی مانند : برق ،آب ، بخار ,سوخت و ....

٤-ایجاد زمان توقف کمتر د رمقابل تولید بیشتر.

۵-کاهش هزینه های تعمیرات تکراری ومتوالی و نتیجتاً استفاده بهتر از قطعات یدکی ونیروی انسانی.

۶-افزایش کمیت وکیفیت تولید و جلوگیری از ضایعاتی که براثر خرابی ماشین آلات بوجودمی آید .

۷-جلو گیری از صرف سرمایه گذاریهای سنگین جایگزینی ماشین آلات.

۸-پایین آوردن هزینه های تولید با کاهش تعمیرات و توقف ماشین الات.

۹-ایجاد نظم و ترتیب در تعمیرات و استاندارد کردن کارهای تعمیراتی وزمان سنجی فعالیت ها.

**انواع سیستم های نگهداری وتعمیرات**

۱-خرابی تا حدشکست وتوقف دستگاهBreak Down Maintenance.

۲-تعمیرات دوره ای زمانی Time Based Maintenance.

۳-تعمیرات پیشگیرانه Preventive Maintenance.

٤- تعمیرات پیش بینانه Predictive Maintenance .

۵-تعمیرات براساس شرایط کاردستگاه Condition Based Maintenance

۶-نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر Total Productive Maintenance.

که هرکدام ازاین روش هادارای مزایاومعایب مربوط به خودبوده که ازحوصله این مقوله خارج می باشدولی استفاده ازیکی یابیشتر ازروش های فوق کاملا الزامی است.

یکی ازبهترین تکنیک هائی که درامرنگهداری وتعمیرات دستگاه ها وماشین الات ازان استفاده می شود تعمیرات براساس شرایط کاردستگاه Condition Based Maintenanceاست که امیزه ای ازتعمیرات پیشگیرانه وپیش بینانه است ودراکثرکارخانجات ومراکزصنعتی ازان استفاده می شودواساس ان بر زیرنظرداشتن مستمر ماشین باابزارها وتجهیزات مخصوص با مونیتورکردن پارامترهای کلیدی ومهمی که درشرایط کاری دستگاه ها وماشین الات تاثیربسزائی دارند برای بدست آوردن علائم و نشانه های صحت وسلامت از وضعیت ماشین آلات در حین کار است تادستگاه بتواند در یک شرایط ایمن مناسب و اقتصادی به کار ادامه دهد ودر زمان مناسب یازمانی که باید تعمیر شود مورد تعمیر واقع شودکه دارای مزایای زیادی است که ذیلا به انها اشاره می شود.

**مزایای Condition Monitoring**

۱-متوقف کردن ماشین برای تعمیرو رفع عیب می تواندبرای زمان معین و مناسب برنامه ریزی شود

۲-از بروزخسارات کلی به ماشین و درنتیجه بروزخرابی ناگهانی جلوگیری می شود .

۳-زمان تعمیربه حداقل ممکن محدود خواهد شد .

٤-برنامه کار,تعمیر لوازم یدکی, ابزارونیروی انسانی می تواندقبل ازتوقف برنامه شده ماشین تدارک دیده می شود.

۵-جلوگیری ازاتلاف سرمایه وزمان برای تعمیر کلی ماشین .

۶-کاهش خرابی های اضطراری .

۷-کاهش هزینه های تعمیراتی .

۸-فقط ماشین آلاتی که وضعیت نامطلوب دارند تحت تعمیر قرارمی گیرند و از انجام تعمیرات روی ماشین های سالم اجتناب می شود .

۹-تعمیرات در صورت بروز اشکال های مشخص انجام می شود .

۱۰-ماشین ها بخوبی بیش از دوره های تعمیرات اساسی که برای انها تعیین می شود بازدهی دارند وبکار خود ادامه می دهند(افزایش فاصله زمانی بین O/Hها) .

۱۱-دربعضی موارد اشکالاتی در شروع کار ماشین پیدا می شود که می توان با انجام تعمیرات اولیه از اشکالات جدی بعدی جلوگیری نماید و از هزینه های بعدی کاسته شود .

۱۲-قابل پیش بینی بودن قطعات مصرفی و حجم کارهای تعمیراتی .

۱۳-جلوگیری از Shut Down های غیر منتظر ه .

۱٤-کاهش هزینه ها,مصرف قطعات وزمان تعمیرات .

۱۵-بالابردن کیفیت محصول وضریب اطمینان .

۱۶-برنامه ریزی بهترو بالانس کردن حجم زیاد کارهای تعمیراتی.

۱۷-کم شدن نیاز به دستگاه های یدک.

این روش یکی ازموثرترین روش های نگهداری است که ازچندین سال پیش به وفوردراکثرصنایع مهم جای خودرابازکرده وباعث صرفه جوئی های بسیاربزرگی شده است.

**روش های متداول Condition Monitoring**

۱-اندازه گیری و آنالیز ارتعاشات Vibration Monitoring&Analysis.

۲-آنالیز روغن Oil Analysis.

۳-اندازه گیری میزان خورندگی Corrosion Monitoring.

٤- انالیز درجه حرارت Thermography.

۵-اندازه گیری سرو صدا Noise Analysis..

۶- اندازه گیری پارامترهای عملیاتی Process Monitoring..

۷-تعیین عملکرد دستگاه Performance Monitoring..

۸-بازرسی فیزیکی وچشمی Visual Inspection.

که بسته به امکانات موجودوحجم سرمایه گذاری های اولیه ونوع دستگاه های موجودنسبت به انتخاب واستفاده ازتعدادی ازاین روش هامی شود.

**رئوس برنامه های سیستم های Condition Monitoring**

۱-انتخاب دستگاه .

۲-انتخاب بهترین تکنیک یاتکنیک هابرای Monitoring..

۳-تعیین پریودهای زمانی اندازه گیری..

٤-تعیین حدود مجاز Acceptable Limits..

۵- تعیین پارامترهای اندازه گیری Machine Baseline Measurment .

۶- اندازه گیری پارامتر مورد نظر Condition Measurment .

۷-جمع آوری اطلاعات و تشکیل بانک های اطلاعاتیData Collection .

۸-ثبت اطلاعات Data Recording.

۹-مقایسه اطلاعات جمع اوری شده بامقادیر مجاز ارائه شده توسط کارخانه سازنده یا استانداردها .

۱۰- تعیین روند تغییرات پارامترهای اندازه گیری شده Trend Analysis .

۱۱-تجزیه و تحلیل اطلاعات Condition Analysis .

۱۲-عیب یابی Fault Ditection .

۱۳-تصحیح عیب یاتعمیر و ارزیابی مجددFault Correction .

۱٤- نتیجه گیری ( اطمینان از موثر بودن اقدام اصلاحی)انالیز عیب و پیداکردن علت خرابی.

برای ایجاد موفقیت امیزسیستم Condition Monitoringنیاز به جمع اوری اطلاعات وتهیه ابزارهای مناسب هرروش است که ذیلا به شرح ان می پردازیم:

۱-تشکیل شناسنامه ومشخصات کلی برای هردستگاه .

۲-تهیه رکورد صحیح و دقیق از تاریخچه ومشخصات فنی هر دستگاه.

۳-درج اطلاعات مربوط به خرابی ها شامل شرح مشکل ، علت و اقدامات تعمیراتی انجام شده .

٤-جمع آوری اطلاعات و تجربیات مربوط به دستگاههای مشابه.

۵-جمع اوری اطلاعات فنی کارخانه سازنده و روش های توصیه شده ان.

۶-لیست قطعات مصرفی وتعویضی.

۷-تهیه ابزار آلات مناسب کاری ودستگاه های اندازه گیری و تست مناسب برای هرروش .

۸-تهیه دستورالعمل های واضح و روشن همراه با چک لیست.

۹-تدارک دیدن اموزش های فنی تخصصی برای تربیت افرادماهر ومتخصص.

که باتوجه به سرعت بالای کامپیوترهای امروزی ودردسترس بودن انهانیازبه استفاده ازیک سیستم مکانیزه نگهداری و تعمیرات جهت مدیریت بهتر وبرنامه ریزی وکنترل دقیق تر الزامی به نظرمی رسد. سیستم مکانیزه مدیریت نگهداری وتعمیراتComputerized Maintenance Management System آمیزه ای ازچندین برنامه و فایل های اطلاعاتی جهت مدیریت اطلاعات بسیارزیاد عمدتاً حاصل از فعالیت هاوکارهای تعمیراتی ، کنترل قطعات یدکی موجوددر انبار و خریدقطعات و پیگیری های کارهای عقب مانده ، برنامه ریزی کارهای تعمیراتی، بکار گیری منابع انسانی و هزینه ها و.....را شامل می شود .

باتوجه به اهمیت سیستم های Condition Monitoringدراین قسمت ارتعاشات وانالیزارتعاشات که ازاهمیت ویژه ای درامرعیب یابی و.....است راموردبحث مختصر قرارمی دهیم .

**کاربردهاو اهداف اندازه گیری و آنالیز ارتعاشات**

۱- مهمترین هدف ازاندازه گیری وانالیز ارتعاشات غالبا برای تعیین مسائل و مشکلات داخلی ماشین الات برای پیداکردن عیوب احتمالی بوجودامده روی انها و تعیین زمان تعمیرات اساسی یااصلاحی انها است.

۲-بررسی کردن وضعیت کاری ماشین آلات در فواصل زمانی واطمینان ازصحت کارانها با ایجاد و گسترش بانک های اطلاعاتی برای مراقبت و تحت کنترل داشتن دستگاه هابراساس مقدار و روند تغییرات ارتعاشات شرایط ماشین با ارزیابی وتجزیه وتحلیل انها.

۳- چک کردن ماشین قبل از توقف و تعمیرات دوره ای به منظور برنامه ریزی برای انجام کارهای تعمیراتی روی انها که ازاندازه گیریهای ارتعاشات قبل ازتعمیرات دستگاه برای تجزیه و تحلیل درست شرایط ماشین استفاده می شود که مشخص کننده نوع خرابی و اقدامات تعمیراتی است که بایدروی ماشین انجام شود. وهمچنین اندازه گیریهای ارتعاشات بعداز تعمیرات اساسی دستگاه ها برای اطمینان از صحت کار دستگاه واطمینان پیداکردن از برگشت ماشین به شرایط کارکردنرمال و عادی قبل ازتعمیرات اساسی استفاده می

شودکه وضعیت ارتعاشات مشخص کننده سطح کیفیت تعمیرات و مبین برطرف شدن یا بر طرف نشدن مشکلات قبل از تعمیراست .

٤-اندازه گیری شرایط پایه ماشین Machine Base Line

این نوع اندازه گیری معمولا برای ماشین های نو که جدید نصب شده اند و بخوبی بالانس وهم محور Alignment شده اند و تحت شراط عملیاتی نرمال خود کاری می کنندانجام می شود که حدود نرمال ارتعاشات تحت این شرایط معیار مناسبی برای مقایسه اندازه گیری های بعدی نسبت به این شرایط اولیه برای تعیین مقادیر مجاز ارتعاشات دستگاه ها مورداستفاده قرارمی گیرد.

٥-تست سالم بودن دستگاه هاو ارزیابی وضعیت انها.

٦- کنترل کیفی درخطوط تولید برای اطمینان از مرغوبیت کالای تولیدشده چه درخط تولید و چه در حین مراحل تولیدوچه درانتهای خط.

بطور مثال روی برخی از ماشین آلات ازقبیل ماشین های ابزار با اندازه گیری ارتعاشات می توان برای کنترل کیفی وهمچنین برای تعیین علت افت کیفیت محصولات تولیدشده استفاده کرد .

٧-پیش بینی میزان عمرکاری باقی مانده قطعات ویا ماشین الات براساس تغییرات بوجودامده درطول زمان کارکرد دستگاه ها.

٨-تشخیص علائم شروع ورشد عیوب بوجودامده روی دستگاه قبل ازبوجودامدن خسارت های جدی وسنگین روی ماشین الات که باعث کاهش هزینه های تعمیراتی واختلال درخط تولید می شود.

لازم به توضیح است که کلیه مسائل ومشکلاتی که روی دستگاه هاوماشین الات وجوددارددبسته به ساختمان داخلی ونوع مکانیزم ودوردستگاه هرکدام دریک فرکانس مشخصی ایجادلرزش می کنندکه باجدانمودن فرکانس هاازیکدیگرکه توسط دستگاه های انالیزارتعاشات روی منحنی های اسپکترام بدست می ایدمی توان عیوب روی دستگاه راشناسائی نمودونسبت به تصحیح انهااقدامات لازم راانجام دادکه نیازبه دانش وتخصص لازم دراین زمینه ضروری است.

اندازه گیری ارتعاشات به دوصورت انجام می شود:

الف-اندازه گیری پیوسته ارتعاشات On Line Condition Monitoring

ب-اندازه گیری ارتعاشات دردوره های زمانی Off Line Condition Monitoring

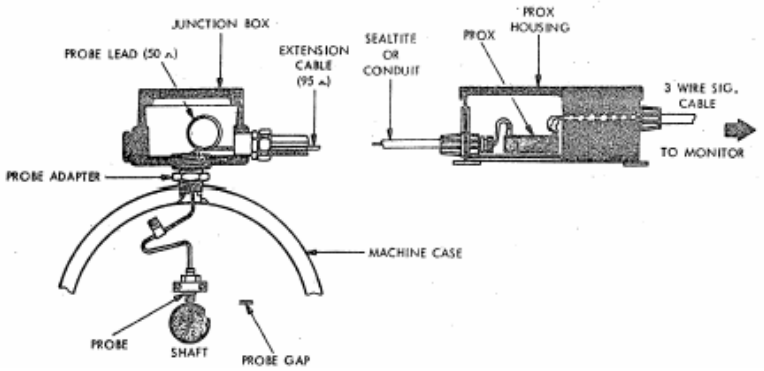
روش Off Line Condition Monitoring نسبت به روش On Line از دقت کمتری بر خورد دار است زیرا ممکن است در فا صله زمانی بین پریودهای اندازه گیری برای ماشین مشکلی بوجود آید ( سکته ) و خسارتهائی وارد شودکه این سیستم قادر به پیشگویی انها نباشد. بیشترین کاربرد آن برای دستگاههای کوچک ومتوسط ارزان قیمت تر است برای اندازه گیری ارتعاشات توربین های بخار سنگین از سیستم های On Line Condition Monitoringاستفاده می شودکه قادربه اندازه گیری ارتعاشات می باشندودرصورتی که ارتعاشات افزایش پیداکندبااستفاده ازدستگاه های انالیزارتعاشات کار عیب یابی انجام می شود.

درتوربین های بزرگ برای زیرنظرداشتن وضعیت مکانیکی وعملیاتی بانصب سیستم های On Lineارتعاشات بصورت پیوسته اندازه گیری ونشان داده می شودوبانصب سیستم های حفاظتی محافظت های لازم روی ان انجام می شودکه ذیلابه شرح ان پرداخته می شود.

**نحوه عمل ارتعاش سنج ها**

وقتی محور می چرخد هر کدام از نقاط محیط ان یک دایره را طی می کنند اگر محـور دارای ارتعـاش باشـد مسیر بصورت بیضی در می آید، اگر ارتعاشات عمودی باشد مسیر بصـورت یـک بیضـی کـه قطربـزرگ آن عمودی است تشکیل می شود و اگر ارتعاشات درجهت افقی باشد مسیر بصورت یک بیضی که قطربـزرگ آن درجهت افقی است تشکیل می شود . برای اندازه گیری ارتعاشات المنت هائی وجود دارد که این انحرافـات را تبدیل به ولتاژ نموده وروی مونیتورمنتقل ونشان می دهدو اخطار دهنـده هـای الارم یـا قطـع اضـطراری را Energize می کند

سیستم های اندازه گیری در طرفین محور توربین و بازاویه ۹۰ درجه نسبت به هم نصب می شوند.



**عیب یابی و رفع معایب روتین توربین های بخار**

دراین بخش راجع به اشکالاتی که درحین کاریا تعمیرتوربین های بخار ممکن اسـت بوجودایدبصـورت مفصـل بحث می گردد .

**مسائلی که باعث کم شدن قدرت توربین می شود**

۱- زیاد بودن بار روی توربین .

۲-پایین بودن فشار بخار ورودی.

۳-بالابودن فشار خروجی توربین .

٤- بسته بودن نازل ولوهای دستی .

۵-بازبودن بیش ازحدتعدادنازل ولوها .

۶- مسدود بودن یاگرفتگی صافی ورودی بخار .

۷-مسدودبودن نازل ها.

۸-تنظیم نبودن مقداربازی گاورنرولو .

۹- شکسته شدن Blade های رتور ( تیغه ها ) .

۱۰- رسوب گرفتن روی تیغه های ثابت و متحرک .

۱۱- کامل بازنبودن Stop valve .

۱۲-تنظیم نبودن دور گاورنر.

۱۳-تنظیم نبودن فاصله نازل ها بارتور.

۱٤-پایین بدون دورتوربین.

۱۵-مرطوب بودن بخار.

**مسائلی که باعث زیادشدن مصرف بخار می شود**

۱- خسارت دیدن نازل ها و پره های ثابت و متحرک .

۲- رسوب گرفتن پره های ثابت و متحرک .

۳- وجود نشتی های داخلی ( بین مرحله ای ) ازدیافراگم ها .

٤- بیشتر از اندازه مورد نیازبازبودن نازل ولوها .

٥- تنظیم نبودن فاصله نازل ها بارتور.

٦- زیادبودن قطرنازل ها.

٧- وجودرسوبات روی رتورونازل ها.

٨- پایین بودن فشاربخارورودی به توربین یابالابودن فشارخروجی .

**مسائلی که باعث لرزش توربین می شود**

١- نا هم محوریMisAlignment بین توربین و ماشین گردنده .

٢- نابالانسی رتور توربین ( سایش رتور و کنده شدن رسوب ها بطور غیر یکنواخت ).

٣- انتقال لرزش از ماشین گردنده ( خرابی یاتاقان، S urge ، تنش لوله ها و...).

٤- خمیدگی شافت در اثر غیر متعادل گرم و سرد شدن توربین.

٥- تنش های ناشی ازسیستم لوله کشی .

٦- تنظیم نبودن ساپورت های سیستم لوله کشی.

٧- خرابی برینگ ها و یا کاپکینگ و اشکالات درنصب آنها .

٧-بیش از حد سفت بودن رینگ های آب بندی Carbon Ring ها شکسته شدن انها و نداشتن لقی مجاز جهت عبور بخار و خنک شدن آنهاکه باعث لرزش و افزایش درجه حرارت می شوند.

٨-مسدودبودن مسیرتخلیه بخارازگلندها.

٩-خرابی تله بخارSteam Trapهای زیرتوربین یاCasing Ejetorها

١٠-بالابودن فشارخروجی توربین

١١- کار کردن توربین روی دور بحرانی.

١٢-مرطوب بودن ویاکثیف بودن بخارورودی به توربین .

١٣-خرابی چرخ دنده های انتقال دوربه گاورنروپمپ روغن.

١٤-تماس طقعات ثابت ومتحرکRubbing

١٥-لقی قطعاتی که روی هم نصب می شوندLoose Wheel

**مسائلی که باعث شکسته شدن خلاء توربین می شود**

۱- تنظیم نبودن ارتفاع درداخل Boot به دلیل تنظیم نبودن کنترل ولوهای مربوطه( باید توجه داشت نوسانات سطح آب در Boot تاثیر مستقیم روی مقدارخلاءِ دارد).

۲ – عدم کارائی پمپ های اب کندانس که ممکن است در اثر جمع شدن ذرات خارجی در صافی ورودی انها میزان جریان گردشی اب کم شده باشدکه باتمیزکردن صافی ورودی مشکل مرتفع خواهدشد.

۳– محکم نبودن پیچ و مهره های قسمت Shellکندانسوربعداز تعمیرات ان به دلیل عدم اب بندی باعث نفوذهوابه داخل ان می شود برای احتیاط بیشتر بایددور فلنج ها بطور کامل گریس مالیده شود تا از نفوذ هوا جلوگیری شود.

٤ – محکم نبودن پیچ و مهره های Expansion Joint مربوط به Exhaust توربین که بامالیدن گریس مشکل قابل شناسائی خواهدبود.

۵- سوراخ بودن Expansion Jointلاین خروجی که باعث شکسته شدن خلاخواهدشد.

۶-نفوذهواازطریق شیراطمینان که بایداطمینان حاصل نمود که آب مسدود کننده آن موجود و بقدر کافی است (با استفاده از نشان دهنده شیشه ای ان).

۷ – عدم کارائی اژکتورهاکه ازنحوه عمل انهاباید اطمینان حاصل نمود که بخوبی عمل می کنند.برای اطمینان بیشتر اژکتور Hogging را در سرویس گذاشته و ملاحظه شود که مقدارخلاءِ بیشتر می شود یا نه.

۸-امکان اشکال در Air Leakage درصورتی که هوا می کشدشیر مربوطه بایدمحکم شودتا از نفوذ هوا به داخل After Condenser و سیستم جلوگیری شود دراین حالت نشان دهنده مقدارخلاءِVaccume Gauge باید کالیبره شود.

۹-کم بودن فشاریا فلوی بخارورودی Steam Sealبه Steam Glandیا خراب بودن اب بندهابه دلیل بالارفتن کلرنس های انها.

۱۰-عدم کارائی سیستم Gland Condenserبه دلیل وجودرسوبات یاتنظیم نبودن فشار بخار در اژکتورمربوطه یا بالا بودن فشاربخارورودی به گلندکندانسور.

**مسائلی که باعث افزایش نشتی ازگلندها می شود**

۱-صاف نبودن نقاط تماس کربن رینگ ها روی محور .

۲-ناصاف بودن سطوح داخلی گلندها.

۳-خرابی پکینگ رینگ ها یالابیرینت ها.

٤-بسته بودن یا مسدود بودن مجراهای تخلیه گلندها .

۵-کوچک بودن مجرای تخلیه گلندها یاکافی نبودن سطح مقطع مسیرتخلیه بخار .

۶-ازکارافتادن یاعدم کاردهی Gland condensor .

۷-زیاد بودن فشار خروجی Back Pressure توربین .

۸- گرم نبودن توربین بطورکامل.

۹-مسائل ناشی از فونداسیون و Base Plate سیستم لوله کشی و اثر تنش های حرارتی که باعثDistortionروی بدنه توربین می شودوباعث به هم خوردن کلرنس هامی شود.

**مسائلی که باعث گرم شدن و سایش یاتاقانها می شود**

۱-مناسب نبودن روغن استفاده شده یاسیستم روغنکاری.

۲-ورود آب به داخل روغن در اثر نشتی گلندها و یا سوراخ بودن کولر روغن.

۳-عدم کارائی کولرروغن که باعث گرم شدن روغن می شود.

٤- نابالانسی محور و MisAlignment توربین بادستگاه گردنده .

۵-کم بودن کلرنس یاتاقانها و یا ناصاف بودن سطوح آنها .

۶--زیاد بودن حرکت طولی محوریاناصاف بودن سطح تراست دیسک یاپدها .

۷-خمیدگی بیش از حد مجاز محور .

۸-وجودنیروی محوری که از شافت ماشین دیگر به دستگاه وارد می شودناشی از تنظیم نبودن فاصله کاپلینگ رشد حرارتیدستگاه و کثیف بودن یا جام بودن کاپلینگ Spacer و.....

۹-ناصاف بودن محوردرمحل قرارگیری یاتاقانها.

۱۰-مرطوب بودن بخارورودی به توربین یاکثیف بودن ان.

۱۱-مناسب نبودن جنس یاتاقان.

۱۲-تنش های ناشی ازسیستم لوله کشیPipe Stress.

۱۳-مهارنبودن یاتاقانBearing Clamp.

**مسائلی که باعث کم شدن فشار روغن روانکاری می شود**

۱-کثیف بودن Suction Strainerپمپ روغنکاری.

۲-ماسیدگی روغن در اثر سرد بودن روغن.

۳-پاس کردن از شیر ایمنی (S.V) روی خروجی پمپ که با لمس کردن لوله مشخص می شود .

٤-پایین بودن دور توربین پمپ روغن .

۵-پاس کردن روغن ازچک ولو خروجی پمپ دیگر.

۶-معیوب بودن مکانیکال سیل پمپ روغن.

۷-زیادبودن لقی هاوکلرنس های داخلی پمپ.

۸-مناسب نبودن ویسکوزیته روغن.

۹-گرم شدن بیش ازحدروغن.

۱۰-نشتی بیش ازحدبخارکه باعث گرم شدن بدنه توربین و روغن می شود.

۱۱-زیادشدن کلرنس یاتاقان ها.

۱۲-ورورداب به سیستم روغن.

**مسائلی که باعث تغییر وضعیت Alignmment می شود**

۱- تحت فشار قرار داشتن لوله های متصل به توربین Pipe Stress .

۲-تحت تنش بودن لوله های ورودی و خروجی بخار در اثر نامناسب بودن Loop نگه دارنده لوله ها Hanger ها پایه های مناسب و عدم استفاده از Expansion Joint های مناسب یاتنظیم نبودن ان .

۳-انتقال حرارت ازبدنه توربین به پایه ها ناشی از عایق نبودن توربین یاعدم کاری سیستم کولینگ پایه هاکه باعث انبساط حرارتی پایه هامی شود.

٤- حرکت فونداسیون در اثر نشست زمین و یانامناسب بودن فونداسیون .

۵-حرکت Base Plate در اثر مناسب نبودن گروت زیر آن .

۶-رشد حرارتی بدنه توربین و تغییر Center Line محور .

۷-خالی شدن زیرفوندانسیون به دلیل نشت اب.

**مسائلی که باعث افزایش دور توربین هنگام کاهش بار می شود**

۱- تنظیم نبودن اتصالات گاورنرکه باعث می شودگاورنرولو نتواند مسیربخار را کامل ببندد.

۲-جام بودن اتصالات و مفاصل و اهرم بندی های گاورنر .

۳- عدم استفاده از روغن صحیح هیدرولیک یاوجود اشکال درمدارهای هوایی یا برقی گاورنر .

٤-خوردگی بیش از حد گاورنر ولو.

۵- خسارت دیدن اتصالات قسمت گاورنر یا تروتل ولو ( خرابی مفصل ها و تنظیم نبودن آنها ).

۶- چسبندگی میله تروتل ولو ( اتصالات باید روانکاری شوند).

۷-بریده شدن کاپلینگ گاورنر.

**مسائلی که باعث Over Speedشدن توربین می شود**

۱- گذاشتن یا برداشتن باربطورناگهانی اززوی توربین.

۲-بریدن کوپلینگ یامحور.

۳-عمل نکردن گاورنر.

٤-بریدن کاپلینگ گاورنر.

لازم به توضیح است که دربعضی مواقع لرزش وارتعاشات زیادوهمچنین توربولانس روغن داخل هوزینگ برینگ نیزمی تواندباعث تحریک سیستم Over Speedشودبدون این که دورتوربین به دوربیشینه برسد.

**مسائلی که باعث تریپ نکردن توربین درحین انجام Over Speedمی شود**

۱-زیادبودن فاصله Tappetبانوک ساچمه.

۲-جام بودن فنرداخل بوش یاخرابی بوش راهنما.

۳-جام بودن وزنه درداخل بوش مربوطه .

٤-تغییرشکل دادن یاناصاف بودن وزنه.

۵-خراب بودن پین تکیه گاهی درسیستم های دیسکی.

۶-تنظیم نبودن سیستم اهرم بندی و ضامن درگیرکننده.

۷-مناسب نبودن نیروی فنری سیستم اهرم بندی.

۸-جام بودن ولواضطراری .

۹-کج بودنStemولواضطراری.

**مسائلی که باعث Hunting می شود**

۱-جام بودن و یا لقی بیش از حد اتصالات و اهرم بندیها ی بین گاورنروتوربین.

۲-کج بودن میله پاورپیستون.

۳-تنظیم نبودن سیستم اهرم بندی گاورنرولو.

٤- ناصاف بودن وخمیدگی اتصالات اهرم بندی گاورنربه تروتل ولو.

۵-لرزش زیاد در گاورنر و یا نشیمن گاه اصلی ان .

۶- بیش ازحد بازبودن پیچ هوا گیری گاورنر Compensating Needle Valve .

۷-وجود حباب های هوا در داخل مسیرهای روغن گاورنربه دلیل بالابودن سطح روغن .

۸-نامناسب بودن روغن گاورنر بالاخص در فصول گرم .

۹-کثیف بودن یاالوده بودن روغن گاورنر.

۱۰- تنظیم سرعت گاورنرروی مقدارمنفی .

۱۱-شکسته شدن یاضعیف بودن فنرهای ضربه گیرBuffer Springگاورنر.

۱۲- فرسوده بودن قطعات گاورنر که باعث نشتی های داخلی روغن می شود.

۱۳-جام بودن قطعات بخصوص پاورپیستون داخل سیلندر.

۱٤-شکسته شدن یافرسودگی فنرهای مربوط به وزنه ها.

۱۵- نامتعادل بودن Loadبار روی توربین.

۱۶-وجودتغییرات در فشار بخاروروردی به توربین .

۱۷-ناصاف بودن نشیمنگاه Seat شیر سوزنی Compensating Needel Valve .

۱۸-نامناسب بودن فشار خروجی هوای Transmitter بر روی سیستم هوای گاورنر.

۱۵--نا متعارف بودن فشار روغن گاورنر (. فشار معمولادرحدود PSI ۱۰۰ باید باشد).

۱۶-تنظیم نبودن میزان بازبودن گاورنرولو.

۱۷-هواگیری نشدن کامل گاورنر.

**مسائلی که باعث می شود گاورنرعمل نکند**

۱-گیرکردن پاورپیستون به علت کثیف بودن روغن.

۲-پایین بودن فشارروغن گاورنربه علت کثیف بودن صافی روغن یافرسوده بودن پمپ روغن.

۳-عدم کارایی پلانجرولو ناشی ازجام بودن وشکسته شدن.

٤-بریدن کاپلینگ انتقال قدرت به گاورنر.

۵-اسیب دیدن قطعات داخلی گاورنر.

۶-تنظیم نبودن سیستم اهرم بندی واتصالات.

**مسائلی که باعث دیرعکس العمل نشان دادن گاورنرمی شود**

۱-کم شدن فشاربخارورودی یا بالابودن بارروی توربین.

۲-مناسب نبودن سایزنازل ها.

۳-عمل نکردن تروتل ولوبه دلیل جام بودنStemان.

٤-لرزش زیاددرتروتل ولو.

۵-تنظیم نبودن گاورنر.

۶-هواگیری نشدن گاورنر.

**مسائلی که باعث Shut Downو Alarmتوربین می شود**

۱- ازدیاد سرعت یا Over Speed شدن.

۲- کاهش فشار روغن یاتاقان.

۳- افزایش درجه حرارت روغن خروجی از کولر یا خروجی یاتاقان.

٤- افت فشار بیش از حد فیلتر روغن DP..

۵-افزایش ارتعاشات افقی و عمودی.

۶-زیاد شدن بیش از حد حرکت محوری رتور.

۷-پایین بودن سطح روغن در داخل مخزن روغن.

۸-افزایش درجه حرارت پوسته یاتاقان ها.

۹-اختلال در سیستم خلأ .

۱۰-موارد حفاظتی مربوط به سیستم Driven.(پمپ کمپرسورو.....).

**ساختمان, اصول و کار مشخصات گاورنرهای PG-PL GOVERNOR**

این گاورنرها که درطی سال های قبل به وفور روی تمام انواع توربین های گازی وبخاری وموتورهای دیزلی و موتورهای درون سوز و برون سوزو بسیاری موارد دیگر استفاده شده انـد، ایـن دسـتگاه هـا بسـیار دقیـق وحساس وازطرفی بسیارمقاوم وعالی طراحی شده اندو دارای قطعاتی محکم و بـادوام همـراه بـا لقـی هـای داخلی بسیارکم می باشندکه درصورت اسـتفاده صـحیح واصـولی وبخصـوص اسـتفاده ازروغـن مناسـب مـی توانندسال های سال بدون کمترین مشکل کارکنند وقادربه تنظیم و کنترل دقیق دور وهمچنین قادربه حـذف و از بین بردن هر نوع تغییردورHunting در موارد تغییر بارLoad می باشندو توربین هائی که مجهز به ایـن نوع گاورنرهستند، قادرند باحداقل تغییرات سرعت کارکنند.

اغلب این نوع گاورنرهامجهز به دونوع سیستم تغییردورمکانیکی وپنیوماتیکی هسـتنتد کـه درنـوع اول توسـط Knobتعبیه شده روی گاورنرتغییردورانجـام مـی شودودرسیسـتم نـوع دوم توسـط تغییـردادن فشـارهوای ابزاردقیقی که روی بلوزداخلی ان توسط ریگولاتورداده می شوداین کارانجـام مـی شـودکه حسـن ان درایـن است که ازداخل اطاق های کنترل نیزامکان تغییردوررا فراهم می کند.

از نظر تنظیم سرعت دستگاه مزبور به دو نوع تقسیم می شود:

الف-در نوع اول مقدار فشار هوا با دور نسبت مستقیم Direct Actingدارد یعنی هـر قدرفشـارهوا افـزایش پیداکند سرعت نیز زیاد می شود.

ب- درنوع دوم این عمل معکوس Reverse Actingاست یعنی باافزایش فشارهوای ابزاردقیق روی بلوزباعث کاهش دورتوربین می شود.

**قسمتهای کلی گاورنرهای تنظیم سرعت**

کلیه گاورنرهای ساخت کارخانه Wood Ward Governor که دراکثرصنایع مورداستفاده قرارمی گیرنددارای مکانیزم های تقریبا مشابهی هستندو قطعات مهم واصلی ذکر شده در ذیل تقریبا در کلیـه آنهـا اسـتفاده مـی شود:

۱- پمپ روغن و محفظه روغن.

۲- مخزن ذخیره روغن تحت فشار Accumolator همراه با شیر اطمینان آن.

۳-.وزنه های گریز از مرکزوفنرها به عنوان سیستم حس کننده دورتوربین.

٤- ولوکنترل کننده روغن ازPilot Valve به طرف Power Piston.

۵-ولو Speed Setting Pilot Valve انتقال دهنده روغن به پیستون تنظیم سرعت یا Speed Setting Servo Piston .

۶-مجموعه Power Pistonبرای انتقال حرکت گاورنربه گاورنرولوجهت کم وزیادکردن مقداربخارورودی به توربین .

۷-مکانیزم تنظیم سرعت دستیManual Knob. .

۸-مکانیزم تنظیم سرعت پنیوماتیک بلوزی که بافشارهوای ابزاردقیق کارمی کند.

۹-سیستم جبران کنندهCompensating Systemبرای بالابردن حساسیت گاورنر.

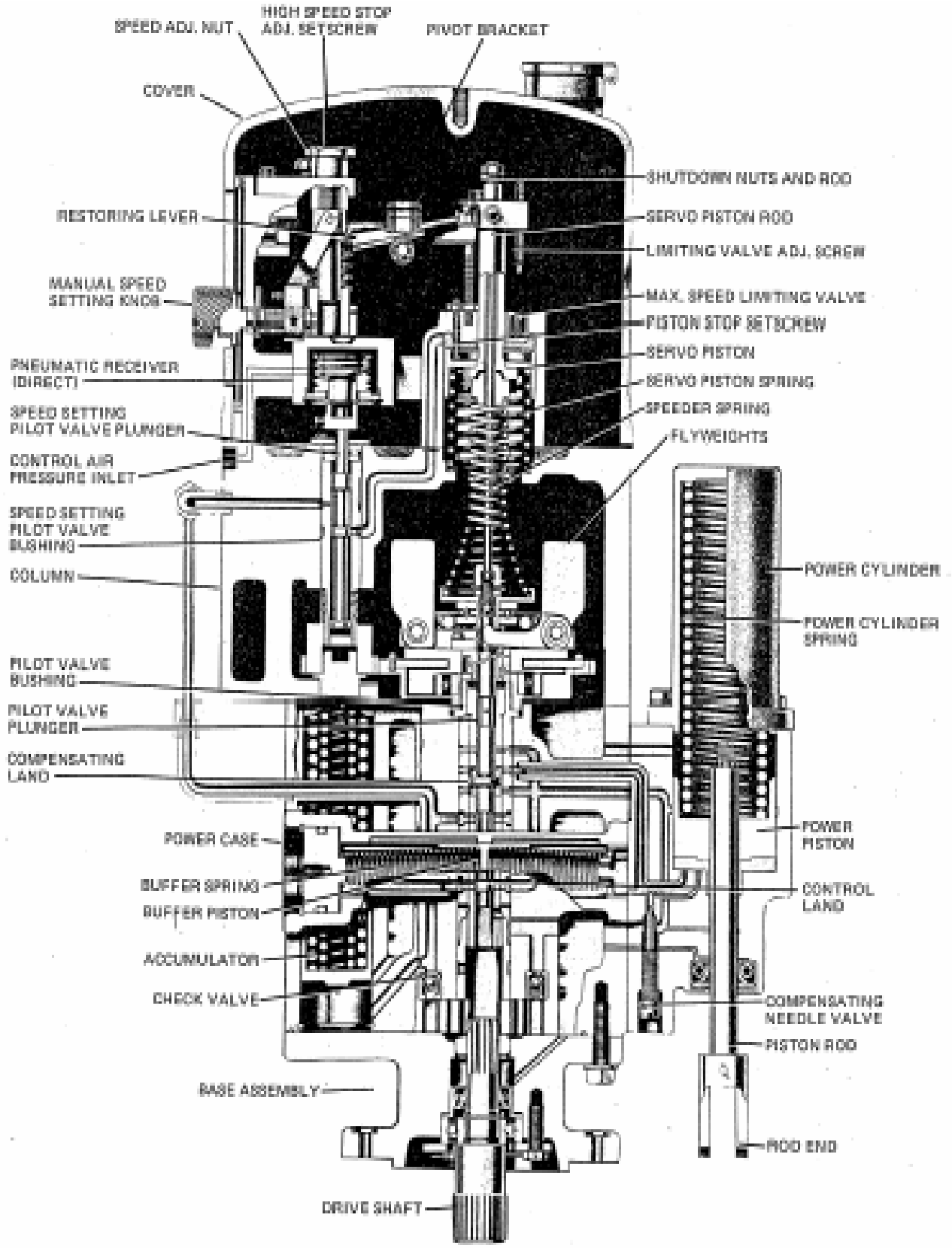
۱۰-مکانیزم انتقال دورازتوربین به گاورنرCoupling.

۱۱-سیستم حفاظتی Shut Downدراثرافزایش دورOver Speed.

۱۲-سیستم های خنک کننده وگرم کننده گاورنر.

۱۳-لوله هاومسیرهای روغن.

درصفحه بعد شمائی کلی ازقطعات داخلی ان نشان داده شده است.



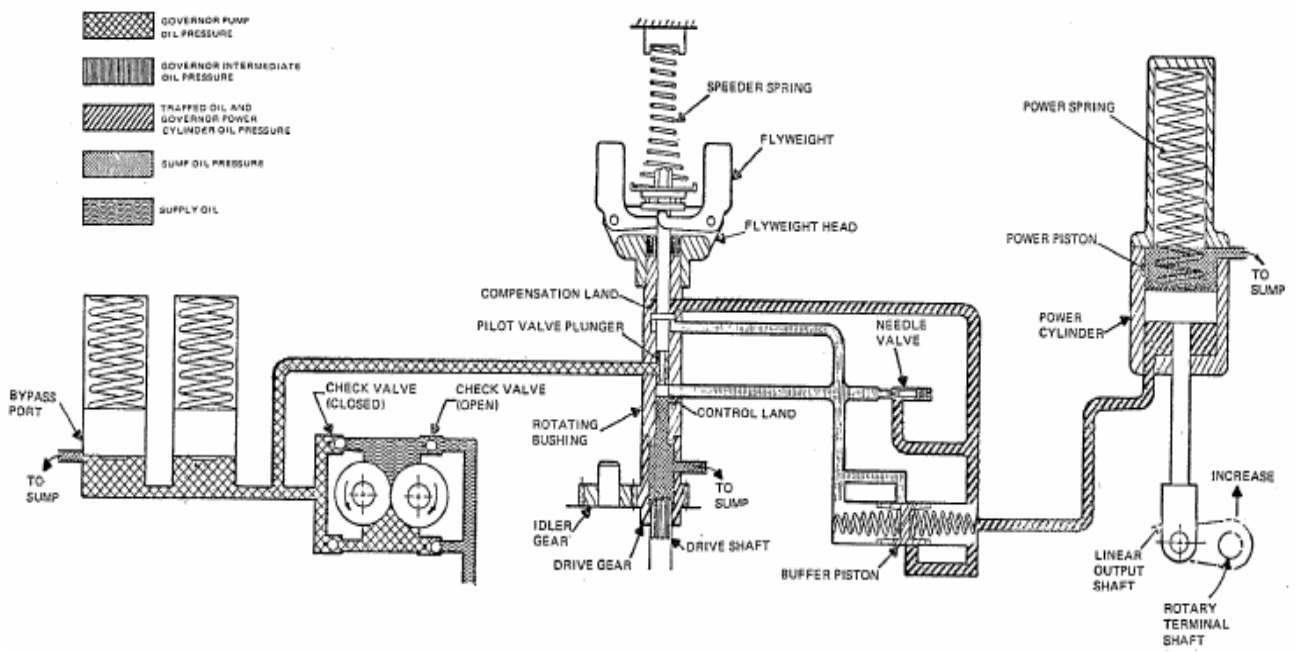

Cutaway View PG-PL Governor

**اصول کارگاورنر**

نحوه عملکرداین نوع گاورنرها به این صورت است که حرکت محور توربین ازطریق چرخ دنده های نصب شده درانتهای توربین وکوپلینگ به گاورنروازانجا دو وزنه گریز از مرکزFlywight منتقل می شودکه منتجه نیروهای گریزازمرکزونیروی فنریSpeeder Spring باعث حرکت Pilot Valve Plunger می شوند که حرکت ان درجهت بازیابسته شدن مسیرهای روغن ازطرف پمپ روغن روی Power Pistonمی شودیابالعکس باعث تغییرمکان میله خروجیRod End مربوط بهPower Piston و حرکت دادن به اهرمی که به انتهای میله گاورنرولو وصل است می شود و باعث کم و زیاد کردن بخاروارده به توربین می شود و درنتیجه مقداربخارورودی به توربین را نسبت به افزایش و کمبود بار کم و زیاد می کند .

روغن توسط یک عددپمپ چرخ دنده ایGear Pump که گردش ان توسط چرخ دندنه ها از انتهای محور توربین گرفته می شودپمپاژمی شودوازانجا بطرف زیر یا بالای پیستون جابجا کننده اهرم یاPower Piston فرستاده می شودکه درورودی وخروجی این پمپ چهارعددشیر یک طرفهCheck Valve نصب شده که دوعددردرمسیرورودی ودوعددردرمسیرخروجی ان است که باپلاک کردن دوتای انها گاورنررا قادر می سازد تادرهرجهتی بتواندبه کار خود ادامه دهد.لازم به توضیح است که با تغییرجهت دورتوربین جای مسیرهای ورودی باخروجی جابجامی شود . چنانچه فشار این پمپ بالا رود روغن با جمع کردن فنرهای مخزن ذخیره روغنAccumulatorازطریق مسیرهای مربوطه به مخزن اصلی روغن بر می گردد. اکومولاتورروغن علاوه براین که به عنوان یک شیراطمینان ازبالارفتن فشارروغن جلوگیری می کند وظیفه تنظیم مقدار فشارروغن را نیز عهده داراست.

درشرایط عادی که دورتوربین ثابت است کلیه مسیرهای روغن بسته است وروغن پمپ شده اززیر پیستون اکومولاتورروغن مجددابه مخزن روغن برمی گردد.درصورتی که دور توربین ازحدتنظیم شده بالاتر برود وزنه ها ی گاورنرFly Weightکه به محور متصل هستنداز هم باز میشوند و محورمتصل به ان راکه به Pilot Valve Plunger متصل است را به طرف بالا می کشد. روی این محور شیارهائی تعبیه شده است که با حرکت محور این شیارها مقابل مجراهائی قرار می گیرند و روغن زیر Power Piston رابه مخزن روغن تخلیه می کند.




تخلیه روغن باعث غلبه نیروی فنری برفشارروغن شده وباعث می شودمیله Power Pistonدرجهت پایین Decreaseحرکت کندوحرکت ان توسط سیستم اهرم بندی به گاورنرولومنتقل وباعث بسته شدن ان وکم نمودن مقداربخاروارد شده به توربین ونهایتا کم شدن دورتوربین شود .همچنین درصورتی که دورتوربین ازمقدارتنظیم شده کمترشودباعث غلبه نیروی فنری برنیروی گریزازمرکزاعمال شده روی وزنه های گاورنرشده وباعث جمع شدن وزنه ها می شود وباعث حرکت میلهPilot Valve Plunger بطرف پایین می شودکه نتیجه ان بازشدن مسیرروغن ازطرف پمپ به زیر Power Pistonوحرکت دادن میله ان بطرف بالاIncreaseمی شودکه این حرکت ازطریق اهرم ها به گاورنرولواعمال می شودوباعث ورودبیشتربخاربه توربین وبالارفتن دورتوربین می شود.این تغییرات تا برقراری تعادل نیروهای گریزازمرکزبا نیروی فنری اعمال شده روی وزنه های گاورنرادامه پیدامی کندتادورتوربین روی دورموردنظرثابت شودوباثابت شدن دورتوربین جریان روغن روی پاورپیستون قطع می شودوتمامی روغن پمپ شده اززیراکومولاتورروغن به مخزن روغن برمی گردد.

## سیستم تغییر دور گاورنر

با توجه به شکل صفحه بعد تغییر سرعت گاورنر با تغییردادن نیروی فنرتنظیم سرعت Servo Piston Spring انجام می شود. فشرده شدن این فنر توسط فشارروغنServo Piston که روی سطح ان اعمال می شودعملی می گرددوباعث می شود سیلندرمربوطه بطرف پایین حرکت کندونیروی ناشی ازجابجائی ان نیز به نیروی فنری Speeder Springاضافه می شودوباعث عدم تعادل نیروی فنرونیروی گریزازمرکز اعمال شده روی وزنه های گاورنرمی شودوباعث حرکت Pilot Valve Plunger بطرف پایین می شودوباعث بازشدن مسیرروغن بطرف پاورپیستون ونهایتا افزایش مقداربخارورودی به توربین و بالارفتن دورتوربین می شود.

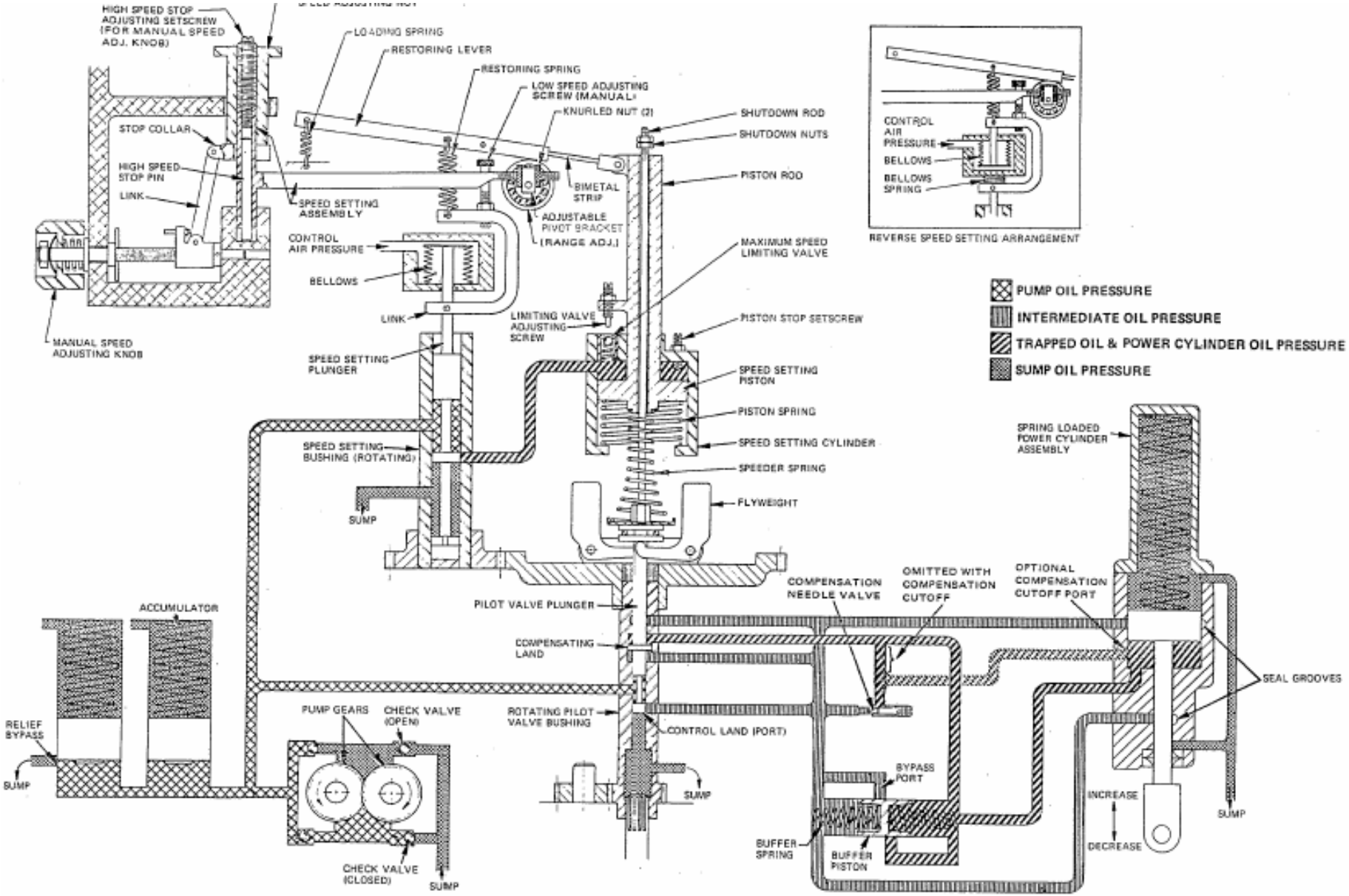
لازم به توضیح است که برای تنظیم کردن محدوده دورگاورنرازدوعددپیچ تنظیم کننده Adjusting-Stop Screw برای تنظیم محدوده بالائی وپایینی Servo Pistonاستفاده می شود که اجازه حرکت بیشتررازان می گیردومحدوده دورگاورنرتوسط این پیچ ها تنظیم می شود.وبالعکس موقعی که میله تنظیم سرعت Speed Setting Pilot Valveبطرف بالا حرکت کند روغن ازقسمت بالائی به طرف مخزن روغن برقرارمی شود و باعث حرکت Servo Piston به سمت بالا می شودوفشردگی فنر تنظیم سرعت Speeder Spring راکم ترمی کند وباعث کاهش نیروی فنری وباز شدن وزنه ها وحرکتPilot Valve Plungerبطرف بالا وبازشدن مسیرروغن ازقسمت بالایPower Piston بطرف Sumpمی شودونهایتا باعث کم شدن مقداربخارورودی به توربین وکاهش دورتوربین می شود .

Speed Setting Pilot Valveتوسط دومکانیزم بالا وپایین می شود یکی ازطریق تغییر فشار داخل یااطراف بلوزکه باعث تغییرحجم ان وحرکت میله متصل به ان می شودودیگری ازطریق سیستم مکانیکی متصل به اتصالاتPilot Valve Link که براین اساس تغییردور گاورنربه دوصورت قابل تغییراست:

الف-تنظیم دوربصورت دستیManual Speed Adjusting Knob

ب- تنظیم دورتوسط هوای فشرده Air Pressure

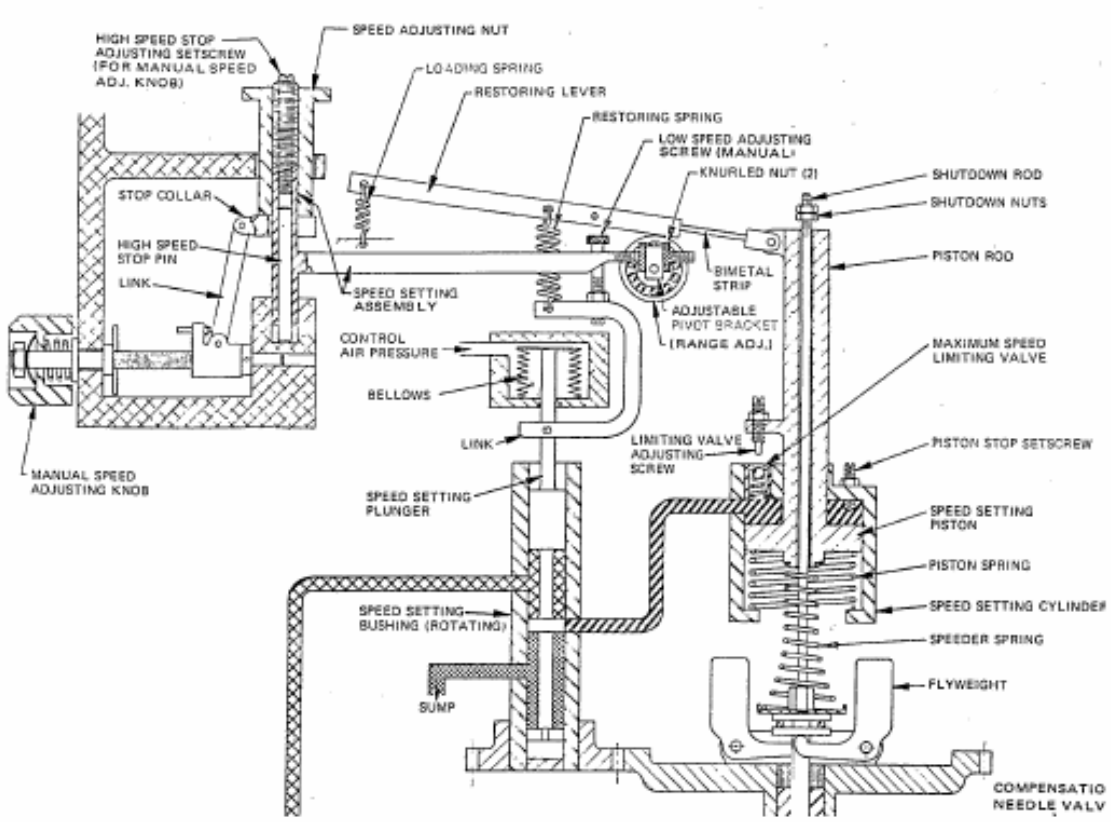
که ذیلا به شرح هرکدام ازانهاپرداخته می شود.


HIGH SPEED STOP ADJUSTING SETSCREW (FOR MANUAL SPEED ADJ. KNOB)
LOADING SPRING
RESTORING LEVER
RESTORING SPRING
LOW SPEED ADJUSTING SCREW (MANUAL)
KNURLED NUT (2)
SHUTDOWN ROD
SHUTDOWN NUTS
STOP COLLAR
HIGH SPEED STOP PIN
LINK
SPEED SETTING ASSEMBLY
BIMETAL STRIP
PISTON ROD
ADJUSTABLE PIVOT BRACKET (RANGE ADJ.)
CONTROL AIR PRESSURE
BELLOWS
MAXIMUM SPEED LIMITING VALVE
LINK
LIMITING VALVE ADJUSTING SCREW
PISTON STOP SETSCREW
MANUAL SPEED ADJUSTING KNOB
SPEED SETTING PLUNGER
SPEED SETTING PISTON
PISTON SPRING
SPEED SETTING BUSHING (ROTATING)
SPEED SETTING CYLINDER
SPEEDER SPRING
SUMP
FLYWEIGHT
ACCUMULATOR
PILOT VALVE PLUNGER
COMPENSATION NEEDLE VALVE
OMITTED WITH COMPENSATION CUTOFF
OPTIONAL COMPENSATION CUTOFF PORT
COMPENSATING LAND
RELIEF BYPASS
SUMP
PUMP GEARS
CHECK VALVE (OPEN)
ROTATING PILOT VALVE BUSHING
CONTROL LAND (PORT)
SEAL GROOVES
BYPASS PORT
SUMP
INCREASE
DECREASE
SUMP
BUFFER SPRING
BUFFER PISTON
CHECK VALVE (CLOSED)
SUMP
REVERSE SPEED SETTING ARRANGEMENT
CONTROL AIR PRESSURE
BELLOWS
BELLOWS SPRING
PUMP OIL PRESSURE
INTERMEDIATE OIL PRESSURE
TRAPPED OIL & POWER CYLINDER OIL PRESSURE
SUMP OIL PRESSURE
SPRING LOADED POWER CYLINDER ASSEMBLY

## تنظیم (تغییر)دور دستی Manual Speed Adjustment

با استفاده از دستگیره Knob می توان در مواردی که استفاده از هوا به هر دلیل مقدور نباشد سرعت را درمحدوده تنظیم شده روی گاورنر کم یازیاد نمود.

عملکرداین سیستم بصورت مکانیکی است وبه این صورت عمل می شودکه باچرخاندن دستگیره Manual Speed Adjusting Knob در جهت گردش عقربه های ساعت (که موجب افزایش دور می شود) میله متصل به ان که دوطرف ان ثابت است نیزدرجای خودمی چرخدومهره ای Moveable Nutکه روی ان قراردارد رابه سمت چپ حرکت می دهد وباعث می شود که Stop Collar که در زیر مهره تنظیم سرعت قرار گرفته است به طرف پائین جابجا شودبا جابجا شدن Stop Collar به سمت پائین پیچ تنظیم سرعت Speed Setting Screw Assy.و بال برینگ و اهرمهای رابط آنها نیز به سمت پائین حرکت می کنند و این جابجائی تا زمانی که پیچ نگهدارنده سرعت زیاد High Speed Stop Screw به میله نگهدارنده سرعت زیاد High Speed Stop Pin برخورد نکند ادامه خواهد داشت در این حالت پیچاندن بیشتر دستگیرهKnob دیگر تاثیری در وضعیت پیچ تنظیم سرعت ایجاد نمی کند.



در حالتی که پیچ تنظیم سرعت .Speed Setting Screw Assy و بلبرینگ بطرف پائین منتقل می شوند انتهای سمت چپ اهرم به پیچ مانع Stop Screw که مربوط به سیستم هوائی است برخورد می کندو آنرا در جهت پائین حرکت می دهد وباعث می شود پلانجر تنظیم سرعت نیز به سمت پائین برده شود. با جابجا شدن پلانجر مجرای روغن به سمت Servo Piston باز شده و روغن به درون Servo Piston هدایت می شود. فشار روغن, Servo Piston را به سمت پائین حرکت داده وباعث افزایش نیروی فنری روی وزنه های چرخان وجمع شدن وزنه ها وپایین رفتن پلانجرولووبازشدن مسیرروغن بطرف پاورپیستون ونهایتا افزایش مقداربخارورودی به توربین و افزایش دورتوربین می گردد.

چرخاندن دستگیرهKnob در جهت خلاف گردش عقربه های ساعت پیچ تنظیم سرعت و بال برینگ را بالا می بردو باعث بالا رفتن اهرم و در نهایت بالا رفتن پلانجر تنظیم سرعت Speed Setting Pilot Valve Plunger می شود چون Servo Piston در جهت بالا حرکت کرده است برعکس حالت قبل دورتوربین کاهش پیدامی کند و توسط اهرم تقویت کننده Pilot Valve Plunger را به جای اولیه خود بر می گرداند.

**سیستم تنظیم دورهوائی**

سیستم تنظیم سرعت هوائی مکانیزمی است که بر مبنای سیستم موازنه نیروها عمل می کند و توسط هوای ابزاردقیق بافشار ۳ تا ۱۵ یا ۱۰ الی ۸۰ پوند بر اینچ مربع کارمی کند. معمولاگاورنر طوری طراحی می شود که براحتی می توان آنرا بصورت معکوس Reverse و یا مستقیم Direct مورد استفاده قرار داد. به این صورت که با افزایش دادن فشار هوای ابزاردقیقی ورودی ,سرعت توربین را بیشتر و یا کمتر شود.

افزایش فشار هوای ورودی به اطراف بلوزBellows باعث جمع شدن وکاهش طول ان وحرکت میله متصل به ان بطرف پایین می شود حرکت میله متصل به بلوز از طریق اتصال مکانیکی Speed Setting Pilot Valve Plunger و با جابجائی Plunger ان به سمت پایین حرکت می دهدو باعث بازکردن مسیرروغن بطرف بالای Piston Servoوحرکت ان بطرف پایین وافزایش نیروی فنری Speeder Spring اعمال شده روی وزنه ها وجمع شدن انهاونتیجتا حرکت دادن Pilot Valveبطرف پایین وبازشدن مسیرروغن به طرف Power Piston وبازشدن بیشتر گاورنرولو شده وباعث بالارفتن دور توربین می شود در صورتی که مقدار هوائی که به

داخل بلوز فرستاده شودثابت باشد Speed Setting Pilot Valve از طریق اهرم تقویت کننـده Restoring Lever و فنر تقویت کننده Restoring Spring درحالت تعادل باقی می ماند.

یک طرف اهرم تقویت کننده Restoring Lever به میله الحاقی قسمت بالای Servo Piston وطرف دیگـران به فنرRestoring Spring متصل است که با نیروی کششی خود اهرم را همیشه به سمت پـائین و متکـی بـه Ball Bearing نگه می دارد و موجب می شود که در شرایطی که Servo Piston به سمت پائین حرکت می کند این اهرم بر روی Ball Bearing لغزیده و یک نیروی کششـی بـر روی فنـر تقویـت کننـده Restoring Springاعمال کندو زمانی که افزایش نیروی کششی بر روی فنر تقویت کننده با فشار هوای ورودی مسـاوی شود ( این دو افزایش در جهات مختلف می باشند) Speed Setting Pilot Valve Plunger به جایگاه مرکزی خود بر گردد و جریان روغن بهServo Piston متوقف شودومجدداتعادل برقرارمی شود. کاهش فشار هـوا ی ابزاردقیق از طریق فنر تقویت کننده،میله Pilot Valve Plunger را به سمت بالا می کشدوباعث بازکردن مسیرتخلیه روغن از Servo Piston به مخزن روغن و در نتیجه کاهش فشار بـر روی سـطحServo Piston وموجب حرکت ان به سمت بالا شده و باعث کاهش نیروی فنـر بـر روی Servo Piston و در نهایـت باعـث بستن مسیربخار وکاهش سرعت توربین می شود.درایـن حالـت انتهـای سـمت راسـت اهـرم تقویـت کننـده Restoring Lever که از حرکت Servo Pistonتبعیت می کند به طرف بالا حرکت می کند و در نتیجـه ایـن حرکت, نیروی کششی فنر تقویت کننده را کاهش می دهد. وقتـی کـه Servo Piston بـه انـدازه کـافی بـه سمت بالا حرکت کرد و نیروی کشش فنر تقویت کننده را کاهش داد, و نیـروی کشـش بـا نیـروی حاصـله از فشار هوا متعادل کردPilot Valve Plunger به جایگاه مرکزی خود برمی گرددو در نتیجه از تخلیه روغن از Servo Piston ممانعت می شود و پیستون ثابت می ماند.

بجز درزمانی که سـرعت تـوربین تغییـر داده مـی شـود در سـایر زمـان هـا Speed Setting Pilot Valve Plungerوهمچنین .Bellows Assy با فشارهوای ابزاردقیقی ورودی در حالت تعادل است و تغییر در نیروی کششی فنر تقویت کننده که به منظور تغییر محل Servo Pistonبکـار مـی رود تـابعی از تغییـر مکـان Ball Bearing در مقابـل کشـش اهـرم تقویـت کننـده اسـت. تغییـر مکـان مکـانیزم نگهدارنـده بـال برینـگ در

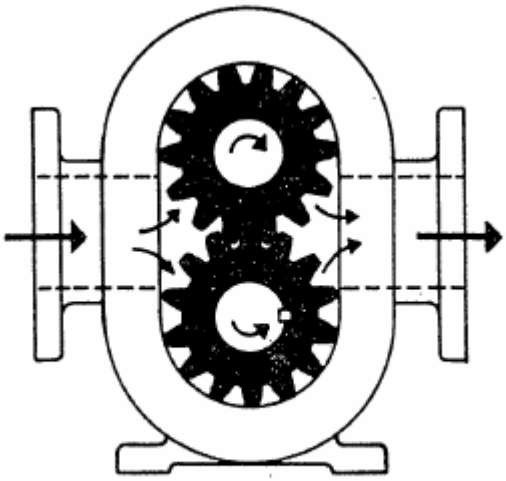
جهتServo Piston سرعت را کاهش می دهد و تغییر مکان مکانیزم نگهدارنـده بـال برینـگ در جهـت دور شدن از Servo باعث افزایش دورتوربین می شود.

**اجزاوقطعات گاورنرها Woodward Governor**

**پمپ روغن گاورنرGovernor Oil Pump**

همه گاورنرهای هیـدرومکانیکی دارای مخـزن روغـن و یـک عـددپمپ چـرخ دنـده ای Gear Pump بـرای پمپاژروغن هستند شافت محرک گاورنر Drive Shaft با استفاده ازچرخ دنده هـای تعبیـه شـده درقسـمت خارجی توربین وتوسط کوپلینگی که بین آنها قرار دارد می چرخد. در اثر این چرخش، چرخ دنده هـای پمـپ به چرخش درآمده و چرخ دنده رابط پمپ Idler Gear را به دوران در می آورد. چرخش این دوچرخ دنده باعث می شود که روغن از درون مخزن به فضای بین دندانه های چرخ دنده ها و دیواره محفظه چرخ دنده ها کشیده شود و از این طریق به قسمت خروجی پمپ رانده شود و به علت درگیر بـودن چـرخ دنـده هـا و محدودیت فضای اطراف آنهافشار روغن بالا می رود.

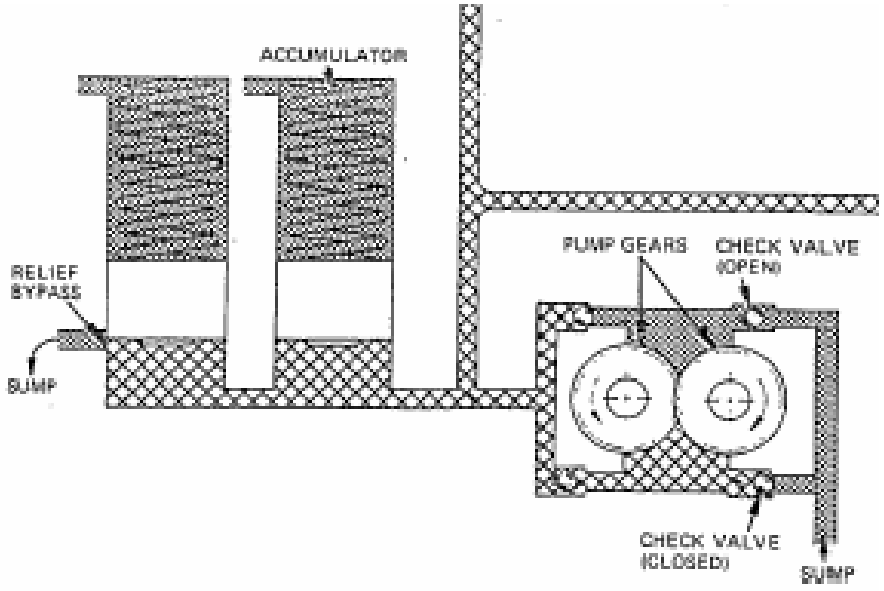
.



External-gear rotary pump.

اگرتوربین روی دور تنظیم شده درحال چرخش باشدگاورنردرحالت تعادل است ودراین حالت کلیه شیرهای کنترل ومسیرهای روغن گاورنر بسته هستند وروغن خروجی ازپمپ چرخ دنده ای پس ازپرکردن مجراهای مختلف, فنرهای پیستون آکومولاتور را فشرده می کند وبابازکردن مجرای Bay Pass روغن اضافی به

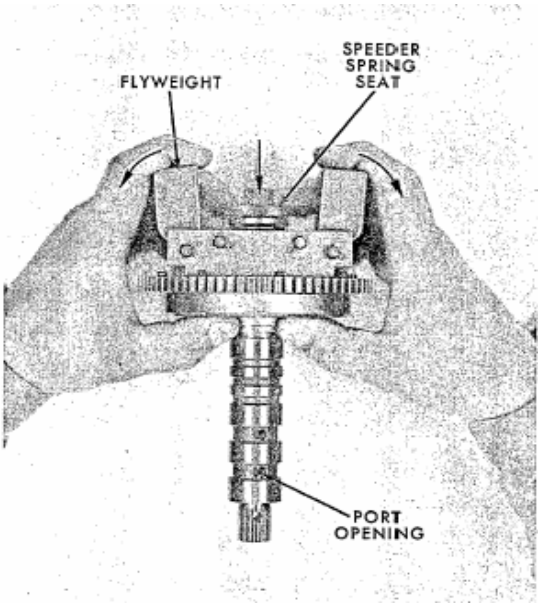
مخزن روغن برگشت داده می شود بدین ترتیب آکومولاتور نه تنها به عنوان محفظه ای برای تامین فشار روغن بکار می رود بلکه به عنوان یک Relief Valve نیزعمل نموده و افزایش فشار روغن را در مدار روغن محدود می کند.




نحوه قرار گرفتن ٤ عدد Check Valves در قسمت ورودی و خروجی پمپ چرخ دنده ای به صورتی است که اجازه می دهد بدون اینکه تغییری در کیفیت کار گاورنر داده شود میله دوار ان در دو جهت بتواند دوران کندوجهت گردش پمپ تاثیری بر روی فشار روغن گاورنر و یا نحوه کار آن نداشته باشد. در هر حال درهنگام کار همیشه دو تا از Check Valve ها بسته و دو تای دیگر باز می باشند. البته گاورنرهائی نیز وجود دارد که بجای دوعدد Check Valve دو عدد پلاک Plug بسته شده و فقط در یک جهت قادر به کار می باشند.

**Flyweight Head- Pilot Valve Assy**

ظاهروزنه های دواری که در گاورنر هامورد استفاده قرار می گیرد در گاورنرها ی مختلف باهم متفاوت است ولی متعارف ترین آنها بصورت وزنه هائی است از جنس فولاد توپروسنگین ساخته شده اندکه علاوه براین که به عنوان حس کننده دوربکارمی روند به منظور یکنواخت و آرام کردن سرعت گاورنرها نیز استفاده می شوند.




وزنه های چرخان گاورنردرقسمت فوقانیPlunger Pilot Valve تعبیه شده اندکه همـراه بـاان مـی چرخنـد ونیروی گریزازمرکز حاصل ازان باعث بازیابسته شدن وزنه ها وحرکت دادن به سمت بالا یا پائین Plunger Pilot Valve در بوشـینگ چرخـان مـی شـوند و جریـان روغـن را بـه Power Cylinder منتقـل مـی کندتاباتغییردادن میزان بخارورودی به توربین دور ان تحت کنترل قرارگیرد. زمـانی کـه پلانجـر درسـت در وسط محل قرارگیری خود واقع شده است کاملا مجراهای بوشینگ را می پوشاندواجازه ورود وخروج روغن به Power Cylinder داده نمی شود. نیروی گریز از مرکز حاصل از چرخش وزنه هـای گـردان Flyweight بصورت نیروئی در جهت بالا عمل می کند و پلانجر را به طرف بالا مـی کشـد. نیـروی فنـر مخروطـی شـکل Speeder Spring در جهت مخالف نیروی گریز از مرکز وزنه ها تاثیر می کندوبرایند این دو نیرو پلانجـر را به سمت بالا یا پائین حرکت می دهند. زمانی که این دو نیرو مساوی باشند پلانجـر درحالـت تعـادل قرارمـی گیردو در این حالت دورتوربین ثابت می شود و تا زمانی که نیروهای فوق تغییـری نکننـدروغن پمـپ شـده مجدداواردمخزن می شود و دراین حال سرعت توربین نیز تغییر نمی کند.

دریکی از حالت های زیر پلانجرمی تواند به سمت پائین حرکت کند:

الف - وقتی که باررروی توربین افزایش پیدامی کندباعث کم شدن دور توربین مـی شـودو نیـروی گریـز از مرکز وزنه هاکم می شودو پلانجر به سمت پائین می رود.

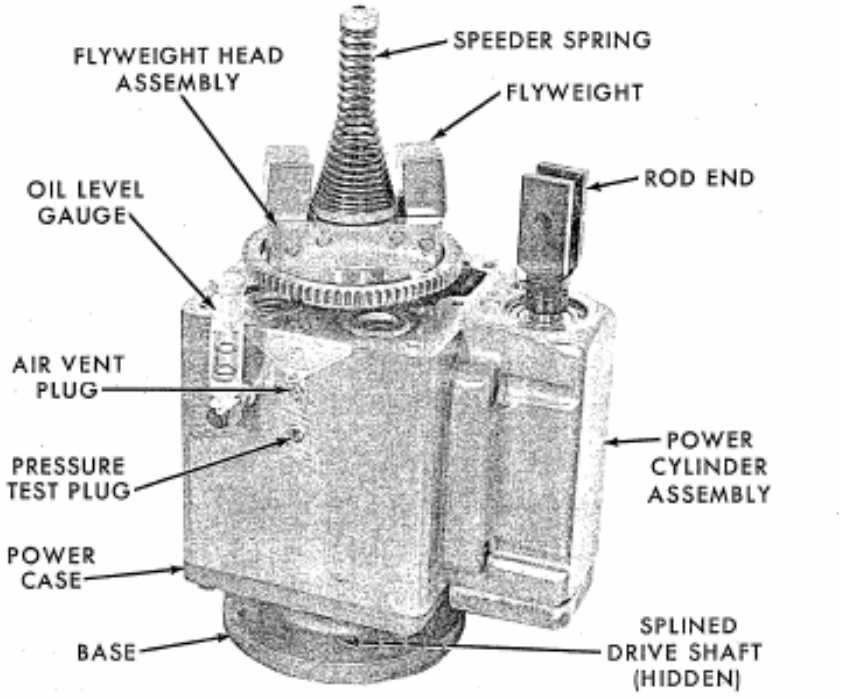
ب- در صورتی  که دور توربین ثابت باشد ولی نیروی فنر زیادشودپلانجر به طرف پـایین مـی رود(افـزایش دادن دورتوربین).

ج-باحرکت دادنShut Down Rodبرای تست کردن دوربیشینه.

در قسمت بالای Bushing یک عدد Thrust  Bearing قرار داده شـده کـه بـه منظـور بـه حـداقل رسـاندن اصطکاک بین پلانجر و بوشینگ بکار می رود .

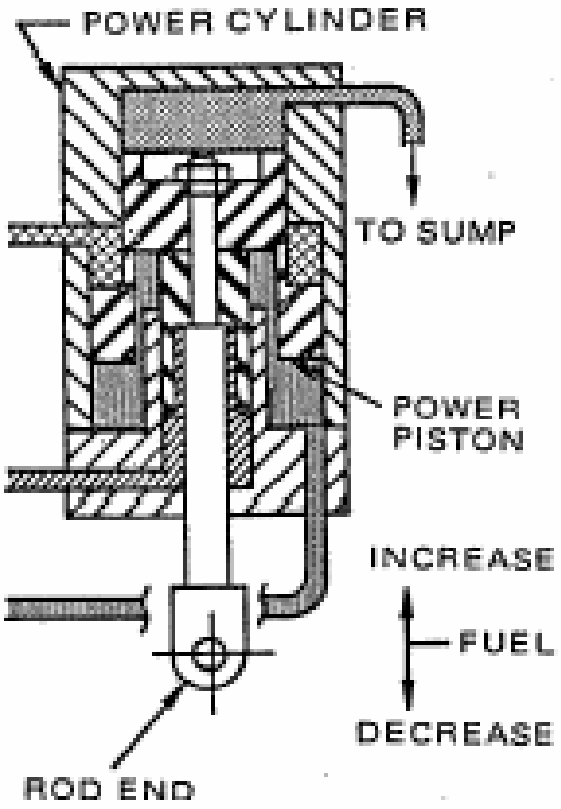
**سیلندرانتقال دهنده قدرتPower Cylinder**

حرکت Power  Piston که درون پاورسیلندر قرار گرفته توسط روغنی که ازطرف  پلانجرولـومی ایـد انجـام می شودو این پیستون نیز از طریق اهرم های رابـط شـیر کنتـرل بخـار Governor Valve مقـداربخاری کـه واردتوربین می شود را کنترل می کند.

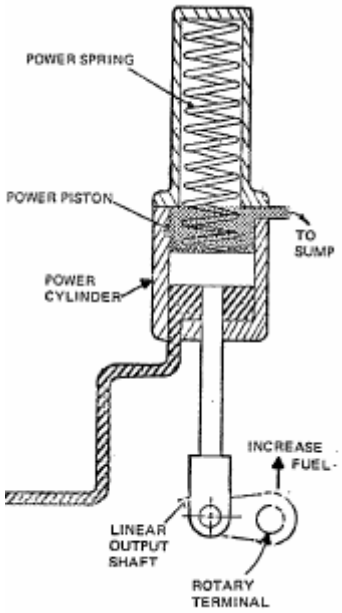


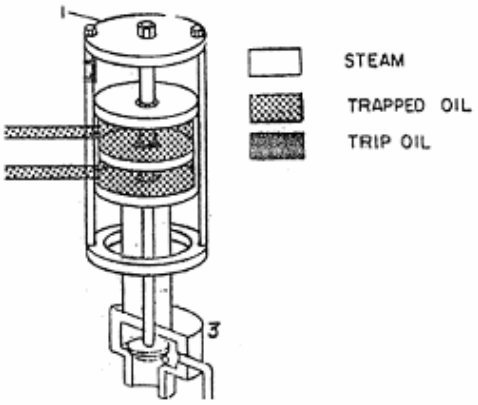

نتیجه اعمال فشارروغن در داخل سیلندر حرکت مکانیکی در جهت داخل یا بیرون سیلندر ( حرکـت کشـوئی ) است که می توان با استفاده از اهرمهای مختلف ایـن حرکـت را بـه حرکتـی دورانـی تبـدیل نمـود وبـه میلـه Governor  Valveمنتقل نمود..پاورپیستون رامی توان درزوایای مختلف نصب کردولی درهرصورت حرکـت ان فقط بصورت رفت وبرگشتی است.

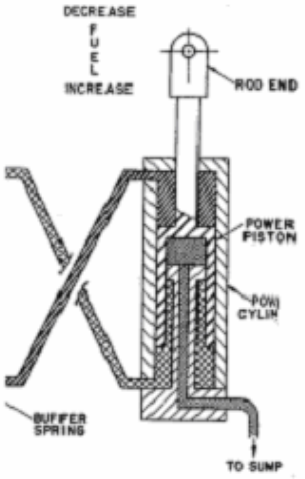
زمانی که پلانجر پائین تر از جایگاه مرکزی خود قـرار دارد جریـان روغـن بطـرف ناحیـه وسـیع تـر پیسـتون برقرارمی شود. در این حالت اگرچه فشار روغن در طرفین پیستون تقریبا مساوی است ولی به علت وسیع تر بودن یکی از سطوح نیروی وارده بر واحد سطح در قسمت بزرگتر بیشتر بوده این اخـتلاف فشـار پیسـتون را در جهت افزایش مقداربخارورودی حرکت می دهد.



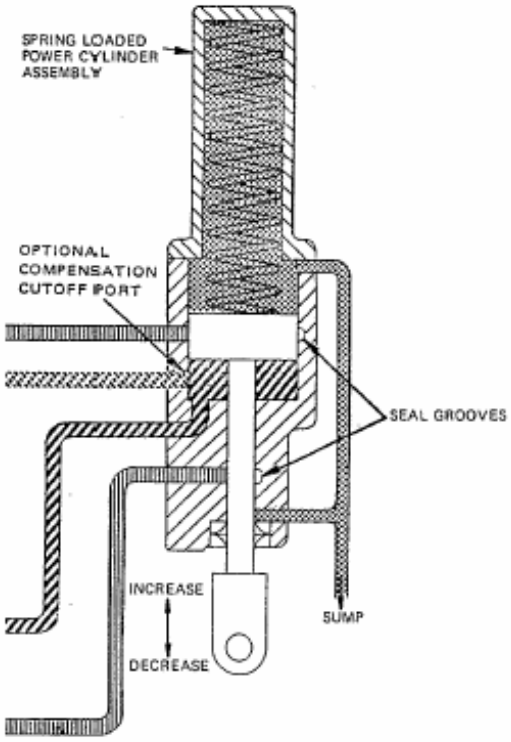

توجه داشته باشید که پیستون فقط زمانی که پلانجرولو از ناحیه مرکزی خود دور شده است اجازه می دهد که جریان روغن روی پاور پیستون برقرار باشد و به ان حرکت دهدولی در موقعی که پلانجر در مرکز خود قرار دارد پیستون گرچه فعال است ولی بطور هیدرولیکی قفل است.
دربعضی ازطراحی ها برای برگرداندن Power Pistonبه محل قبلی درخلاف جهت فشارروغن ازفنراستفاده می شود.



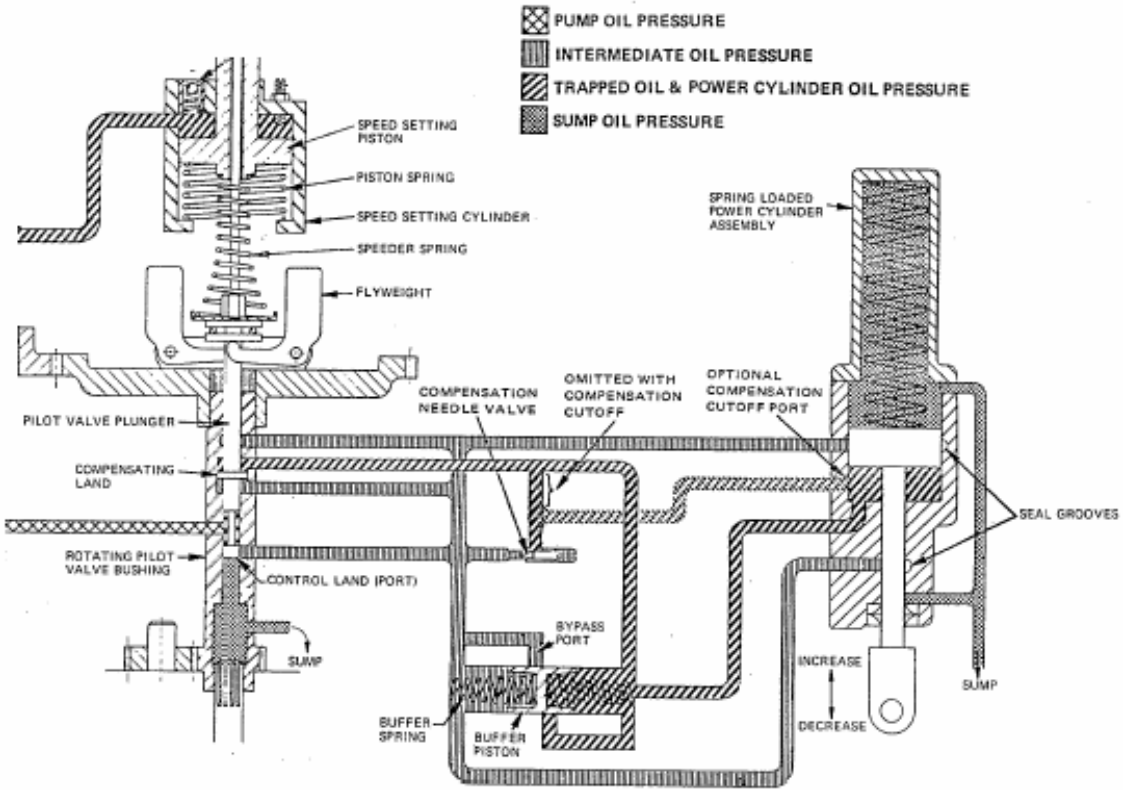

همچنین برای جلوگیری ازنشتی روغن درحین کارگاورنردرنقاط مختلف مثل پاورپیستون ومیله متصل به ان ازروغن فشاربالابرای اب بندی استفاده می شود.



**سیستم جبران کننده Compensating System**

به منظور کارکرد بهتر و رضایتبخش گاورنر از سیستم جبران کننده Feed Back استفاده می شود که وظیفه این سیستم یکنواخت کردن کار پلانجر است.

اصول کار این سیستم براساس اختلاف فشار حاصل از جابجائی Buffer Piston انجام می شود این سیستم به شکل یک استوانه است که توسط دیواره ای که در وسط آن تعبیه شده است به دو ناحیه تقسیم می شود ودر هردوطرف ان یک فنر قرار گرفته است.




هنگامی که دور توربین به حددور تنظیم شده می رسد Buffer Piston در وسط ناحیه خود قرار می گیردو فنرها و شیر سوزنی Needle Valve که در مدار هیدرولیک بین پلانجر و پاورپیستون قرار گرفته اند در جهت افزایش فشار در سیستم جبران کننده گاورنر عمل می کنندو با پائین رفتن پلانجر جریان روغن را وارد Buffer Cylinder و سپس وارد پاور سیلندر می کنندو Power Cylinder را به طرف بالا حرکت می دهد وباعث بازشدن مسیربخارورودی به توربین وافزایش دورتوربین می شود. همچنین دراثرحرکت پلانجر به

طرف بالا مجرای روغن درون پاور سیلندر از طریق Buffer Cylinder به مخزن روغن باز می شود و فشار ثابتی که بر روی سطح کوچکتر پیستون Power Cylinder قرار دارد پیستون را در جهت کاهش ورودبخار وکم شدن دورتوربین به حرکت در می آورد.

جریان روغن دراین سیستم در هر جهت که وارد شود Buffer Piston را در جهت جریان به حرکت در می آوردو یکی از فنرها را فشرده و دیگری را آزاد می کند.

حرکت Buffer Piston نیزفشار وارده بر روی یکی از فنرها را افزایش و فنردیگر را کاهش می دهد و باعث ایجاداختلاف فشارکمی در طرفینBuffer Piston می شود. بدیهی است که فشار بالاتر در قسمتی از پیستون که مخالف فنر فشرده شده عمل می کند اختلاف فشار ایجاد شده با جابجائی Buffer Piston متناسب است و بستگی به مقدار جابجائی فنرها و دقت در نصب اولیه آنها دارد.

فشار روغن موجود در یک طرف Buffer Piston به قسمت پائین Compensating Land پلانجرو فشارموجود در طرف دیگران به قسمت بالای پلانجر فرستاده می شودکه اختلاف بین این دو فشار نیروی جبران کننده ای در جهت بالا یا پائین که بسته به چگونه عمل کردن وزنه های چرخان یانحوه عمل کردن Speeder Spring دارد ایجاد می کند. نحوه عمل کردن Buffer Piston را می توان در زمان تغییر بار کم در توربین و با توجه به تابعیتی که این سیستم از تغییردور انجام شده دارد مورد بررسی قرار داد.

کاهش نیروی گریز از مرکز که در اثرنزدیک شدن وزنه های دوار ایجاد می شود اجازه می دهد که نیروی فنر Speeder Spring وزنه های گردان را به سمت پائین حرکت دهد و در نتیجه پلانجررا نیزبه طرف پائین بکشد و مجرای کنترل روغن را باز کند. وقتی کهBuffer Piston در جهت جریان روغن از Pilot Valve به پاورسیلندر حرکت می کند فنر سمت راستی فشرده شده و فنر سمت چپ ان آزاد می شود. در این موقعیت روغن ازطریق Buffer Piston منتقل شده وپاور پیستون را بوسیله روغنی که ازطریق پیلوت ولو جریان دارد به سمت بالا حرکت می دهدو موجب افزایش ورودبخار و در نتیجه افزایش دورتوربین می شود. حرکت Buffer Piston به سمت راست تا زمانی ادامه دارد که نیروئی که توسط اختلاف فشار حاصله از پیستون و قسمت جبران کننده که توسط وزنه های گردان ایجاد شده است متعادل شود. در این حالت Pilot

Valve در مرکز محل خود مستقر می شودو به محض اینکه پیلوت ولو در مرکز خود قرار گرفت حرکت پاور پیستون متوقف می شود .

هنگامی که دورتوربین روی دورموردنظر تنظیم شد نیروی گریز از مرکز حاصل ازوزنه های گردان افزایش پیدامی کندکه برای جبران ان لازم است که نیروی حاصل از اختلاف فشار ناحیه جبران کننده را که در جهت بالا می باشد کاهش پیداکند. به عبارت دیگر Pilot Valve Plungerباید از مرکز به طرف بالا کشیده شود و پاور پیستون باید به طرف پائین در جهت افزایش بخار ورودی حرکت کندکه این وضعیت تا مساوی شدن فشار دو طرف ناحیه جبران کننده متناسب با فشار لازم برای برگرداندن سرعت توربین به وضعیت عادی ادامه پیدامی کند

در مورد گاورنرهائی که دارای پاورپیستون بلند می باشند روغنی که در ناحیه کنترل کننده قرار دارد نیز به مخزن روغن متصل می شود. در این صورت نیروی ثابتی که بطور مداوم بر روی پاورپیستون اعمال می گردد باعث می شود که پیستون به سمت پائین رانده شود و بافر پیستون را در جهت پلانجر حرکت دهد. در این حالت اختلاف فشار دیگری بین ناحیه بالا و پائین پلانجر ایجاد می شودکه فشار بیشتر در ناحیه بالای پلانجر اعمال می شود و باعث می شود که پلانجر به ناحیه مرکزی خود برگردد.

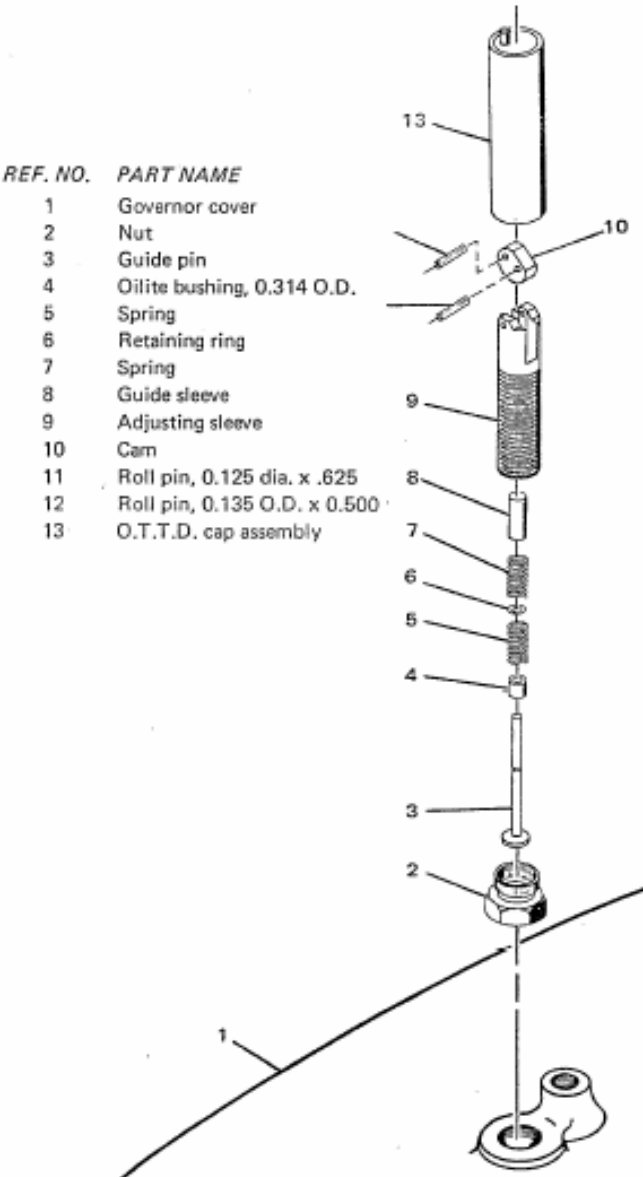
در بافر سیلندر مجراهائی به عنوان بای پاس تعبیه شده که عمل آنها در جهت تنظیم سریع حرکات پاورپیستون است. به عنوان مثال زمانی که تغییربار زیادی روی توربین اعمال می شود لازم است که به همان نسبت حرکت زیادی در پاورپیستون نیز ایجاد شودتامقدار بخاروارد شده به توربین را افزایش دهد وسرعت توربین را تنظیم کند. در چنین مواردی بافرپیستون آنقدر در جهت مورد لزوم جابجا می شود تا از روی مجراهای بای باس کنار رفته و اجازه دهد که روغن هر چه زودتر و بیشتر در جهت مورد لزوم وارد شده و پاورپیستون را به واکنش سریع وادار نماید بدون اینکه اختلاف فشار زیادتری را در ناحیه جبران کننده ایجاد کند.

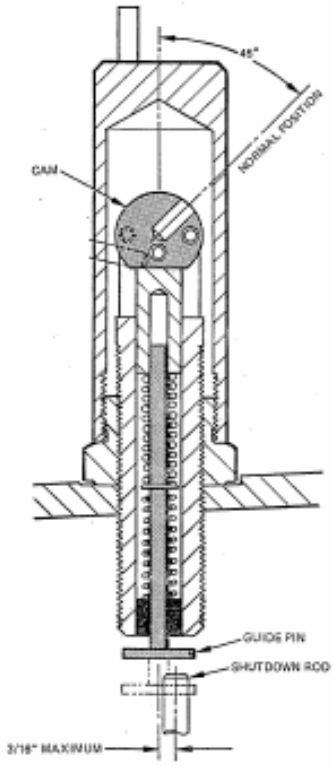
## مکانیزم ازمایش دوربیشینه Over Speed Trip Test

معمولاگاورنرهـا دریـک محـدوده دورمشـخص کـه ازقبـل روی انهـاتنظیم مـی شـودقادربه کنتـرل کـردن دورتـوربین هسـتندکه ایـن محـدوده معمـولا روی بدنـه Name Plateانهـادرج مـی شـودبطورمثال -856 1156r.p.mکه البته این محدوده دور بادور توربین که ازطریق چرخ دنده های انتقال دوربـه ان منتقـل مـی شودمتناسب است وباتوجـه بـه ایـن کـه گاورنراجـازه بـالارفتن دورتـوربین ازمحـدوده ای مشـخص رانمـی دهددرحین تست Over Speedبایددورتوربین به ان دوررسانده شود معمولا دراغلـب گاورنرهـا بـرای ایـن منظوریک مکانیزم مکانیکی تعبیه شده است که شامل یک میله به نامShut Down Rod است که متصل به ولو روغن مسیر پاورپیستونPilot Valve Plunger است که اگربه سـمت پـایین حرکـت داده مـی شـودوباعث بازشـدن مسـیرروغن بطـرف Power Pistonواجـازه واردشـدن بیشـتربخاربه تـوربین جهـت بـالاتررفتن دورورسیدن به دورOver Speedفراهم می شودکه البتـه بـرای محـدودکردن حرکـت میلـه Shut Down Rodدوعددمهره درانتهای ان نصب شده است که بسته به دورOver Speed توربین بایددرموقعیت مناسـب تنظیم شود.

دربعضی ازگاورنرهاباتعبیه مکانیزمی مثل شکل زیرباعمال نیروروی میله مزبورامکان تست دوربیشینه فراهم می شود.همانطورکه درشکل ملاحظه می شود باچرخاندن یک مهره خارج ازمرکزCam زیران , میلـه متصـل به پلانجرولورابه سمت پایین حرکت می دهدومسـیرروغن بطـرف پاورپیسـتون و رسـاندن دورتـوربین بـه دورOver Speedفراهم می شود.

| REF. NO. | PART NAME |
|---|---|
| 1 | Governor cover |
| 2 | Nut |
| 3 | Guide pin |
| 4 | Oilite bushing, 0.314 O.D. |
| 5 | Spring |
| 6 | Retaining ring |
| 7 | Spring |
| 8 | Guide sleeve |
| 9 | Adjusting sleeve |
| 10 | Cam |
| 11 | Roll pin, 0.125 dia. x .625 |
| 12 | Roll pin, 0.135 O.D. x 0.500 |
| 13 | O.T.T.D. cap assembly |




Overspeed — Trip Test Device

Exploded View of the Overspeed Trip Test Device

**تنظیمات داخلی گاورنرها Setting Governor Speed**

بعدازهربارتعمیرگاورنر,تنظیم ان بـه هـم مـی خوردوبایدمجـدداتنظیم شـود کـه تنظـیم ان توسـط دسـتگاه مخصوصی که توسط کارخانه سازنده تائیدیاساخته شده انجام می شودبدین ترتیب کـه گـاورنرروی دسـتگاه مخصوص قرارمی گیردوبا محوران شروع به چرخش می کندو درهرلحظه دور ان دقیقااندازه گیری ونشـان داده می شودودرحین کارتنظیمات لازم طبق شرایط کاری توربین ودرخواست مصرف کننـده بـه روش زیـر انجام می شود.

۱- دستگیره تنظیم سرعت دستی Manual Knob درحالت Min قرار داده می شود.

۲- High Speed Stop Screw طوری تنظیم می شود که پیچ تنظیم سرعت با آن برخورد نکند.

۳-هوای مینیمم وارد بلوز گاورنرمی شودو به وسیله مهره تنظیم کننده سرعت Speed Setting Nut گاورنر روی سرعت کم یا مینیمم تنظیم می شود ( چرخش مهره در جهت خلاف گردش عقربه های سـاعت سـرعت را زیاد خواهد کرد).

توجه:برای جلوگیری از برخورد مانع تنظیم سرعت هوائیPneumatic Low Speed Stop Screw بـا اهـرم تقویت کننده Restoring Lever باید دقت لازم انجام شودو در صورت لزوم با شل کردن مهره قفل کننـده مانع تنظیم سرعتStop Screw و چرخاندن ان به سمت پائین و سـفت کـردن مجـدد مهـره قفـل کننـده از تماس ان با اهرم جلوگیری می شود.

٤- هوای ورودی به بلوز به ارامی به ماکزیمم مقدارخود رسانده می شود بطوری که سرعت دستگاه بیشـتر از ماکزیمم نشود.

**توجه:** بایدمطمئن شد که پیچ تنظیم سرعت زیاد خیلی پائین نباشدزیراباعث بازشدن چک ولو Check Valve روغن می شود و با تخلیه روغن از افزایش سرعت گاورنر جلوگیری می کند. با توجه به مراتب فوق چنانچـه قبل از اینکه هوای ورودی به ماکزیمم برسد سرعت ماکزیمم تامین شـد بـا تنظـیم Pivot Bracket سـرعت بیشینه تنظیم می شود.

انتقال براکت و بال برینگ مربوط به آن بطرف Servo سرعت را کاهش می دهد و بالعکس چنانچه با اعمال فشار هوای ورودی ماکزیمم سرعت گاورنر به ماکزیمم نرسیدبا انتقال براکت در جهت دور نمودن Servo سرعت تنظیم خواهد شد.

برای تنظیم براکت بطریق زیر عمل می شود.

در طرفین براکت دو مهره قفل کننده وجود دارد که قطر خارجی آنها دندانه دار است برای تنظیم براکت باید یکی از مهره ها را شل کرد و با چرخاندن مهره دیگر براکت را به جلو یا عقب حرکت داد. باید توجه داشت که بعد از هر بارتنظیم باید مهره ها را در طرفین براکت محکم کرد.

۵-بعد از هر بارتنظیم براکت لازم است که فشار هوا به مقدار مینیمم رسانده شود و با تنظیم مهره سرعت مینیم, دور کم گاورنرراتنظیم نمود.

مراحل ٤ و ٥ را باید آنقدر تکرار کرد تا در هر دو حالت سرعت های لازم بدست آید.

درحین تنظیم بایداطمینان حاصل شودکه در حالی که فشارهوا زیاد می شود سرعت دستگاه نیز به همان نسبت مرتبا افزایش پیدامی کند.

۶-دراین مرحله فشار هوا به بیشترین حدرسانده می شود و اجازه داده می شود که سرعت گاورنر نیز زیاد شود تا به سرعت ماکزیمم برسدولی بایداطمینان حاصل کردکه به محض کاهش فشارهوا سرعت رو با افزایش می رود. بعد از هر تنظیم براکت سرعت ماکزیمم با تنظیم کردن مهره تنظیم سرعت بایستی مجدداتنظیم شود.

۷-پس از پایان یافتن تنظیم هوائی طبق مراحل فوق هوای ورودی مجددا به مقدار مینیمم کاهش داده می شود ( در این حالت سرعت گاورنر ماکزیمم خواهد شد ) اکنون ناب در جهت خلاف حرکت عقربه های ساعت چرخانده می شود تا سرعت به حد مینیمم برسد. در این حالت مهره تنظیم سرعت متناوبا باندازه نیم دور در جهت خلاف حرکت عقربه های ساعت چرخانده می شود و افزایش سرعت با چرخاندن دستگیره در جهت خلاف حرکت عقربه های ساعت جبران می شود. این عمل باید تا زمانی که دستگیره به انتهای مسیر حرکت خود می رسد ادامه پیدا کند. اکنون هوای ورودی کاملا بسته می شودکه در این حالت سرعت به

آرامی افزایش پیدامی کندکه برای این که سرعت به مینیمم کاهش داده شود از مهره تنظیم سرعت استفاده می شود و به آرامی در جهت حرکت عقربه های ساعت چرخانده می شود.

۸-در حالتی که دستگاه بر روی سرعت مینیمم مشغول بکـار اسـت Servo Stop Screw Speed Setting بـه سمت پائین چرخانده می شود تا این پیچ با سطح پیستون تماس حاصل کند. سپس پیچ به انـدازه $1\frac{1}{2}$ دور بـه عقب برگردانیده می شود و مهره قفل کننده آن محکم می شود.

چنانچه گاورنر دارای مهره های توقف دهنده Shut Down باشد مطابق دستورالعملی که در تنظـیم گـاورنر مراحل الف و ب و ج قبلا گفته شده است عمل می شود.

۹-در حالتی که هوای ورودی به گاورنر قطع است به وسیله دستگیره تنظیم دستی سرعت به حداکثر رسانده می شودو Adjusting Scerw Stop Valve آنقدر پائین آورده می شود که با تخلیـه روغـن از چـک ولـو از افزایش سرعت گاورنر جلوگیری شود.

پس ازاین که هوای ورودی به ماکزیمم رسانده شد پیچ مـانع سـرعت کـم هـوائی Penumatic Low Stop Screw بااهرم تقویت کننده مماس و مهره آن قفل می شود.

اکنون تنظیم گاورنر تکمیل می باشد.

**تنظیم گاورنر در حالت معکوس Reverse**

۱-دستگیره تنظیم سرعت دستی Manual Speed Adjustment Knob روی حالت ماکزیمم قـرار داده مـی شود( در همان محلی که این دستگیره قرار گرفته است بوسیله یک فلش و حروف Min یـا Max نشـان داده شده است که دستگیره را درچه وضعیتی باید قرار داده شود).

۲-مهره تنظیم سرعت Adjusting Nut Speed Setting طوری تنظیم مـی شـود کـه پـیچ تنظـیم سـرعت Speed Setting Screw Assy بفاصله $\frac{1}{4}$ اینچ بالای مهره واقع شود.

۳-پیچ مانع تنظیم سرعت زیاد High Speed Stop Screw هم سطح با لبه بالائی و پیچ تنظیم سرعت Speed Setting Screw Assy. قرار داده می شود.

٤-فشار هوای ابزاردقیق ورودی به گاورنر به مینیمم رسانده و وارد بلوزمی شود.

۵-دستگیره تنظیم سرعت دستی در جهت حرکت عقربه های ساعت چرخانده می شود تا سرعت ماکزیمم گاورنر حاصل شود. سپس پیچ مانع سرعت زیاد High Speed Stop Screw به سمت پائین چرخانده می شود تا بامیله توقف دهنده Stop Pin تماس پیدا کند ( چنانچه این پیچ بیش ازحد به سمت پائین چرخانده شود موجب کاهش سرعت خواهد شد).

در این حالت ناب دستی تنظیم دوربطور کامل در جهت گردش عقربه های ساعت چرخانده می شود تا مهره متحرک ناب به انتهای حرکت خود برسد. در این صورت سرعت گاورنر نباید بیشتر از ماکزیمم سرعت مورد نظر شود. چنانچه با چرخاندن دستگیره بطور کامل در جهت گردش عقربه های ساعت ماکزیمم سرعت گاورنر تامین نشد دستگیره در خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت به مقدار تقریبی ۲ دورچرخانده می شود و با استفاده از مهره تنظیم سرعت و با چرخاندن این مهره در جهت عکس حرکت عقربه های ساعت سرعت گاورنر به حداکثر می رسد. اکنون بایدپیچ مانع سرعت زیاد High Speed Stop Screw باپین متوقف کنندهStop Pin مماس شود. در این وضعیت چنانچه دستگیرهKnob بطور کامل در جهت گردش عقربه های ساعت چرخانده شود سرعت گاورنر از حد ماکزیمم تجاوز نخواهد کرد.

۶- بابالا بردن تدریجی فشار هواسرعت مینیمم حاصل خواهدشد.

دقت شود که دراین حالت اهرم تقویت کننده Restoring Lever با پیچ مانع سرعت کم Low Speed Stop Screw برخورد نکند. همچنین پیچ توقف دهنده تنظیم سرعت Speed Setting Stop Screw با سطح پیستون برخورد نکندو مانع حرکت پیستون و در نتیجه باعث کاهش دور نشود .

چنانچه قبل از اینکه فشار هوا به ماکزیمم برسد سرعت گاورنربه حد مینیمم برسد با تنظیم Pivot Bracket وبال برینگ مربوطه و انتقال آنها در جهت نزدیک شدن به Pivot Bracket این عدم هماهنگی تنظیم می شود و یا به عکس چنانچه با افزایش فشارهوا سرعت گاورنر به مینیمم کاهش پیدانکرد Pivot Bracket وبال برینگ مربوطه باید در جهت دور نمودن از Servo تنظیم شود.

عمل تنظیم Pivot Bracket آنقدربایدادامه پیداکندتا در حالی که فشار هوا ماکزیمم است سرعت گاورنر مینیمم شود و وقتی که فشار هوا مینیمم است سرعت گاورنر ماکزیمم شود.

اکنون پیچ تخلیه روغن در موارد سرعت زیاد Stop Valve Adjusting Screwباید طوری تنظیم شود که چنانچه هوای ورودی از حد ماکزیمم تجاوزکرد با فشار بر روی ساچمه شیر تخلیه High Speed Stop Valve و تخلیه روغن از افزایش سرعت گاورنر جلوگیری شود.

۸- سپس مقدار هوای ورودی به مینیمم رسانده می شودکه دراین حالت دورنیزباید مینیمم شود در این حالت آزمایش زیر بایدانجام شود.

مقدار هوا از مینیمم به سمت پائین کاهش داده می شود چنانچه در این وضعیت گاورنر از حرکت ایستاد بایدیکی ازاقدامات زیرراانجام شود:

الف-میله توقف دهنده Shut Down Rod با دست به طرف بالا کشیده شود ولی بایددقت شود که این جابجائی فقط باندازه خلاصی میله باشد در غیر این صورت باعث از کار افتادن گاورنر خواهد شد بر روی این میله ۲ مهره روی یکدیگر بسته شده است که با نگه داشتن مهره بالائی و چرخاندن مهره پائینی از یکدیگر فاصله پیدامی کنند. دراین مرحله مهره پائینی Lower Shut Down Nut در فاصله $\frac{1}{32}$ اینچ از لبه فوقانی پیستون تنظیم سرعت تنظیم می شود و بوسیله مهره بالائی قفل می شود.

ب-پیچ تنظیم Speed Setting Servo Stop Screw به سمت پائین چرخانده می شود تابا قسمت فوقانی Servo Piston تماس پیداکند. در این حالت اگر انگشت روی این پیچ قرارداده شودلرزش بسیار خفیفی به ان واردمی شودواصطکاک پیچ مزبور با پیستون احساس می شود. دراین حالت این پیچ بایدیک دورونیم به عقب برگردانده شودوبامهره قفل کننده ان قفل می شود.

ج-پیچ مانع تنظیم سرعت هوائی Pneumatic Low Speed Stop Screw به فاصله ٤٠ تا ٥٠ هزارم اینچ از اهرم نگهدارنده تنظیم می شوددراین حالت اگرهواقطع شودباید گاورنر از حرکت بایستدکه در این حالت مجددابابد پیچ مانع تنظیم شود بطوری که فاصله آن از اهرم نگهدارنده حدود ۲ تا ۳ هزارم اینچ باشد.

چنانچه با قطع نمودن هوا گاورنر از کار نیفتادباید پیچ مانع هوائی طوری تنظیم شود که با اهرم تقویت کننده مماس شود و سپس مهره آن محکم شود.

۸- در حالتی که هوای گاورنر قطع است دستگیره تنظیم سرعت دستی Manual Knob در جهت گردش عقربه های ساعت چرخانده می شود تا سرعت گاورنر زیاد شود. اکنون با تنظیم پیچ مانع تنظیم سرعت زیاد

High Speed Stop Screw که در وسط مهره تنظیم کننده سرعت کم واقع شده است از حرکت بیشتر مهره تنظیم سرعت و در نتیجه ثابت ماندن دور زیاد گاورنر ممانعت می کند.

**تنظیم گاورنردرحالت سرعت مستقیمDirect**

۱- پیچ دستی تنظیم سرعت روی مقدار حداقل قرارداده می شود ( تا آخرین دور به چپ گردانده شود) .

۲- پیچ تنظیم سرعت زیادHigh speed Adj.Screw طوری تنظیم می شودکه قسمت سوییچ با بالای پیچ تنظیم Speed Adj.Nut مماس شود .

۳-فشارهواروی حداقل تمظیم شودوسپس مهره تنظیم سرعت Speed Adj.Nut در جهت عقربه ساعت طوری تنظیم شودکه حداقل دور بدست آیدوهمچنین بایداطمینان پیداکردکه با پیچ تنظیم سرعت کم تماس پیدا نکند.

٤-پیچ تنظیم شیر محدود کننده دور Limiting Valve Adj.Screw طوری تنظیم شودکه شیر محدود کننده سرعت در موقعیت حداکثر سرعت درست در نشیمن گاه خود قرار بگیرد. درصد فشار هوا جهت بدست آوردن سرعت طبق مراحل بعدی انجام شود.

الف – فشارهوا به آهستگی تا حداکثرمقدارخود بالابرده می شودتا اطمینان حاصل شود که دستگاه از حداکثر سرعت بیشتر دور نباشد.

ب- اگر حداکثر سرعت بدست آمد, قبل از آنکه فشارهوابالابرده شود Pivot Brackert محور قوس دار تنظیم شودو محور بال برینگ را به طرف Speed Setting Srvo حرکت داده شود.

پ- اگر حداکثر سرعت بدست نیامد, بوسیله علامت کنترل حداکثر فشار هوا Pivot Bracker را با حرکت محور بال برینگ درجهت عکس Speed Setting Servo تنظیم شود.

ت-Pivot Brackert طبق مراحل زیر تنظیم شود:

۱- پیچ های سر ( P.B ) شل شود.

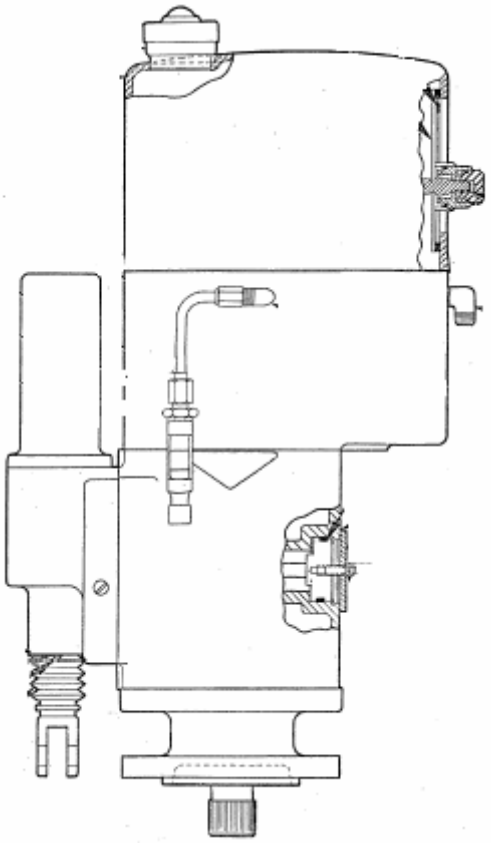
۲-مهره دندانه دار روی طرف مناسب Bracket شل شود و مهره دندانه دار مقابل آن چرخانده شود تا Bracket حرکت کند پس از انجام کارپیچ انتهائی و دندانه دار محکم شوند.

**هواگیری گاورنر و تنظیم شیر سوزنی**

هنگامی که برای اولین مرتبه از گاورنر استفاده می شود و یا بعد از تعمیر گاورنر و یا در مواردی که برای تعویض روغن گاورنر برنامه ریزی زمانی صورت گرفته است بایستی روغن گاورنر تعویض گردد. بعد از اینکه روغن تازه در گاورنر ریخته شد لازم است گاورنر هواگیری شود. به منظور انجام هر چه بهتر عمل هواگیری لازم است که این عمل در زمانی که گاورنر در محل اصلی خود نصب شده است انجام شود.

روش هواگیری به این صورت است که توربین راه اندازی می شودوبه وسیله گاورنردوران روی دور مورد نظر تنظیم می شودو سپس توسط یک آچار پیچ گوشتی شیر سوزنی چندین بار باز و بسته می شودکه این عمل باعث می شود که دردورتوربین نوساناتی ایجاد شودوهواازان خارج شود. سپس باشل کردن پیچ هواگیری که بر روی بدنه گاورنر قرار گرفته و محل آن بالاتر از دو پیچ دیگر است اجازه داده می شود تا روغن از طریق آن بآرامی خارج شده و هوای درون مخزن نیزهمراه این روغن خارج شود. پس از اینکه این عمل با دقت انجام گرفت پیچ هواگیری سفت می شودو اگر لازم باشد مجددا روغن اضافه می شودتاارتفاع روغن به حدمطلوب رسانده شود.دراین حالت شیر سوزنی به آرامی بسته می شود تا نوسانات توربین برطرف شود.سپس مجددا و به آرامی شیر سوزنی بازمی شود تا حساسیت لازم به گاورنر داده شود. توجه شود که مقدار باز شدن شیر سوزنی از $\frac{1}{16}$ دور تا ۲ دور بیشترنباید باشد. البته بایددقت لازم به عمل آید که شیر سوزنی هرگزنباید کاملا بسته نشود زیرا در این صورت گاورنر خوب کارنمی کند. بعد از این که شیر سوزنی تنظیم شددیگرنبایدتنظیم ان رابه هم زد مگر در مواقع تغییر دورتوربین.

( توجه داشته باشید پیچ هواگیری تحت فشار است و هیچ گاه در موقع کار گاورنرنبایدکامل بازشود)



**مشخصات روغن گاورنر**

تنها عامل خارجی که در نحوه کار گاورنر تاثیر مستقیم دارد و عدم دقت در آن ممکن است در گاورنر ایجاد خرابی و اشکال نمایدروغن گاورنر است.

روغنی که در گاورنر مورد استفاده قرار می گیرد باید دارای خواص زیر باشد.

۱-قابلیت ایجاد کف Foam نداشته باشد.

۲-هوا را در خود نگه ندارد.

۳-ته نشین نشود.

٤-حالت انجماد بخود نگیرد.

۵-ایجاد خورندگی در قسمتهای مختلف گاورنر نکند.

۶-به جداره هاو مجراهای انتقال روغن نچسبد و مسیرها را مسدود نکند.

درجدول زیر روغنهای مناسب برای درجات حرارتی مختلف محل کار گاورنر هااورده شده است.

| | |
|---|---|
| ۱-در درجه حرارت پائینتر از ۱۲۰ درجه فارنهایت روغن | S.A.E. ۱۰ |
| ۲-در درجه حرارت بین ۱۲۰ تا ۱٤۰ درجه فارنهایت | S. A. E ۲۰. |
| ۳-از ۱٤۰ درجه فارنهایت تا ۱۶۰ درجه فارنهایت | S. A. E ۳۰. |
| ٤-از ۱۶۰ درجه فارنهایت تا ۱۸۰ درجه فارنهایت | S. A. E ٤۰. |
| ۵- در درجه بالاتر از ۱۸۰ درجه فارنهایت | S. A. E ۵۰. |

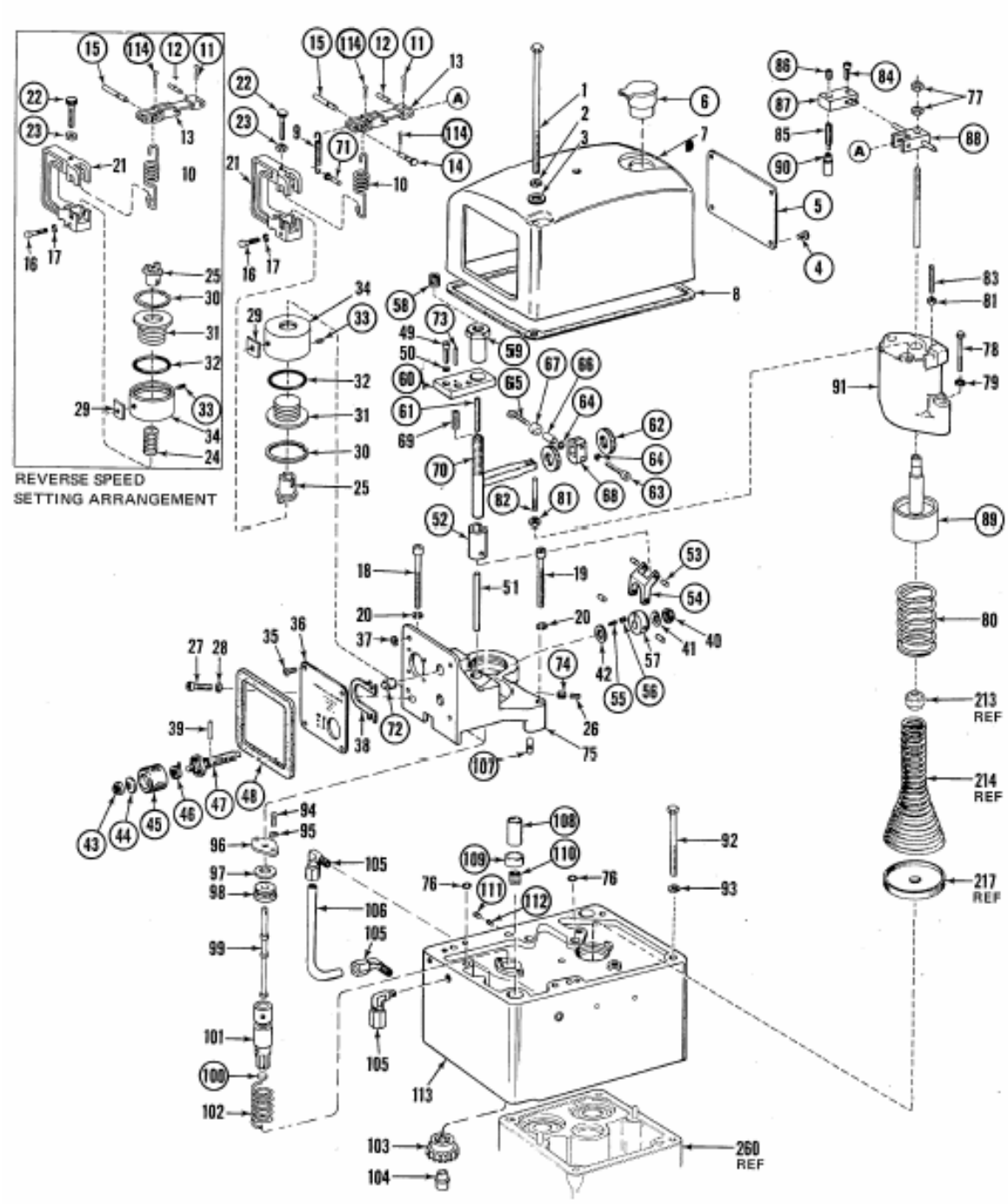
نامناسب بودن روغن از دلایل عمده خوب کار نکردن و یا خرابی گاورنر است. بنابراین باید دقت شود که در هنگام تعویض روغن حتما از روغن تمیر و نو و فیلتر شده استفاده شود.

فاصله زمانی برای تعویض روغن گاورنر به مسائل متعددی از جمله مواردی که در بالا ذکر شد بستگی دارد. در اولین مرتبه ای که از گاورنر استفاده می شود چون زمان تعویض روغن آن مشخص نیست برای اینکه بتوان حداکثر زمان لازم برای تعویض روغن را بدست آورد بایدبرنامه ای به شرح زیر تدوین کرد.

هر سه ماه یک بار روغن آزمایش شود و تاریخ آزمایش یادداشت شود با ادامه این روش زمانی خواهد رسید که روغن در حال از دست دادن کیفیت مطلوب خود است. ولی بطور کلی هر۱۸ ماه یک بار بهترین فاصله زمانی برای تعویض روغن است. در هنگام تعویض روغن ضروری است که در هنگامی که گاورنر گرم است روغن فرسوده تخلیه شود و یک بار نیز مقداری روغن تازه درون آن ریخت ومجددا ان را تخلیه کردکه این عمل باعث می شود بقایای روغن فرسوده درون گاورنر همراه این روغن خارج شود. .

( برای ثابت نگه داشتن دمای گاورنر درمناطق خیلی گرم یا خیلی سرد از سیستم های Cooling یا Heading استفاده می شود) .

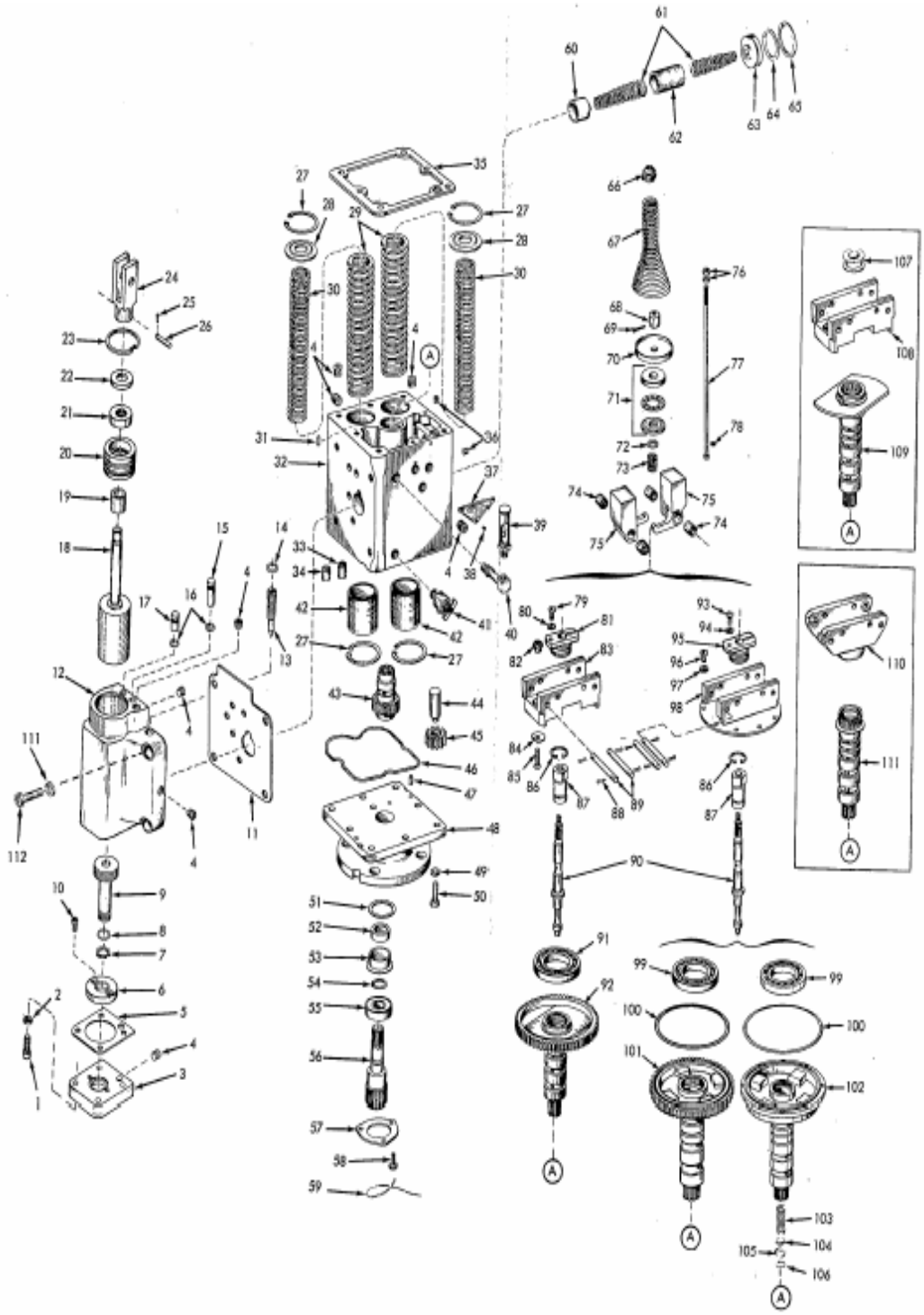
درشکل های زیرنقشه هـای قسـمت هـای داخلـی Wood Ward Governorهمـراه  بالیسـت کامـل قطعـات انهااورده شده است.




Exploded View of Column

| REF. NO. | PART NAME | NO. REQ'D |
|---|---|---|
| 36694-201 | Screw, soc. hd., 3/8-16 x 1 1/4 | 4 |
| 36694-202 | Washer, lock, 3/8 (9.5 mm) | 4 |
| 36694-203 | Power cylinder assembly (refer to Manual 36692) | 1 |
| 36694-204 | Gasket, power cylinder case | 1 |
| 36694-205 | Screw, hex hd., 5/16-18 x 1 | 8 |
| 36694-206 | Washer, lock, 21/64 | 8 |
| 36694-207 | Base assembly (refer to Manual 36693) | 1 |
| 36694-208 | Power case-base oil seal ring | 1 |
| 36694-209 | Idler gear | 1 |
| 36694-210 | Idler stud | 1 |
| 36694-211 | Drive gear | 1 |
| 36694-212 | Gasket | 1 |
| 36694-213 | Speeder spring check plug | 1 |
| 36694-214 | Speeder spring | 1 |
| 36694-215 | Cotter pin, 1/16 x 5/8 (1.6 mm x 15.9 mm) | 1 |
| 36694-216 | Pilot valve plunger nut | 1 |
| 36694-216A | Spring, shutdown rod | 1 |
| 36694-217 | Speeder spring seat | 1 |
| 36694-218 | Thrust bearing | 1 |
| 36694-219 | Washer, adjusting spring | 1 |
| 36694-220 | Adjusting spring | 1 |
| 36694-221 | Not used | |
| 36694-222 | Shutdown rod | 1 |
| 36694-223 | Cotter pin, 1/16 x 1 (1.6 mm x 25.4 mm) | 8 |
| 36694-224 | Flyweight pin-limit pin | 4 |
| 36694-225 | Flyweight | 2 |
| 36694-226 | Flyweight bearing | 4 |
| 36694-227 | Screw, rd. hd., 8-32 x 5/16 | 1 |
| 36694-228 | Washer, lock, #8 | 1 |
| 36694-229 | Spring coupling assembly | 1 |

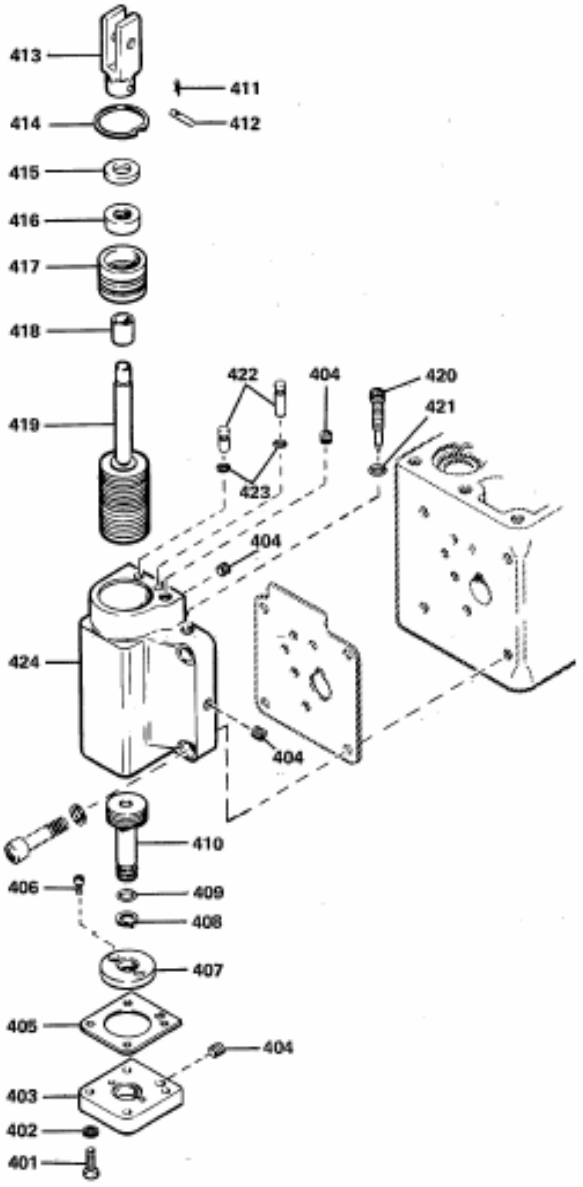
| REF. NO. | PART NAME | NO. REQ'D. |
|---|---|---|
| 36694-230 | Screw, sems, pan head, 5-40 X 5/16 | 8 |
| 36694-231 | Not used | |
| 36694-232 | Flyweight head sub-assembly | 1 |
| 36694-233 | Retaining ring | 1 |
| 36694-234 | Compensating bushing | 1 |
| 36694-235 | Pilot valve plunger | 1 |
| 36694-236 | Bearing | 1 |
| 36694-237 | Oil seal ring | 1 |
| 36694-238 | Flyweight head-bushing assembly | 1 |
| 36694-239 | Retaining ring | 1 |
| 36694-240 | O-ring | 1 |
| 36694-241 | Plug | 1 |
| 36694-242 | Buffer spring | 2 |
| 36694-243 | Buffer piston | 1 |
| 36694-244 | Buffer seat | 1 |
| 36694-245 | Retaining ring | 4 |
| 36694-246 | Spring seat | 2 |
| 36694-247 | Small accumulator spring | 2 |
| 36694-248 | Large accumulator spring | 2 |
| 36694-249 | Accumulator piston | 2 |
| 36694-250 | Spring loaded check valve | 2 |
| 36694-251 | Plain check valve | 2 |
| 36694-252 | Drain cock | 1 |
| 36694-253 | Elbow | 1 |
| 36694-254 | Oil gage | 1 |
| 36694-255 | Not used | |
| 36694-256 | Not used | |
| 36694-257 | Pipe plug, 1/8 | 4 |
| 36694-258 | Pipe plug, 1/16 | 2 |
| 36694-259 | Dowel pin | 2 |
| 36694-260 | Power case | 1 |



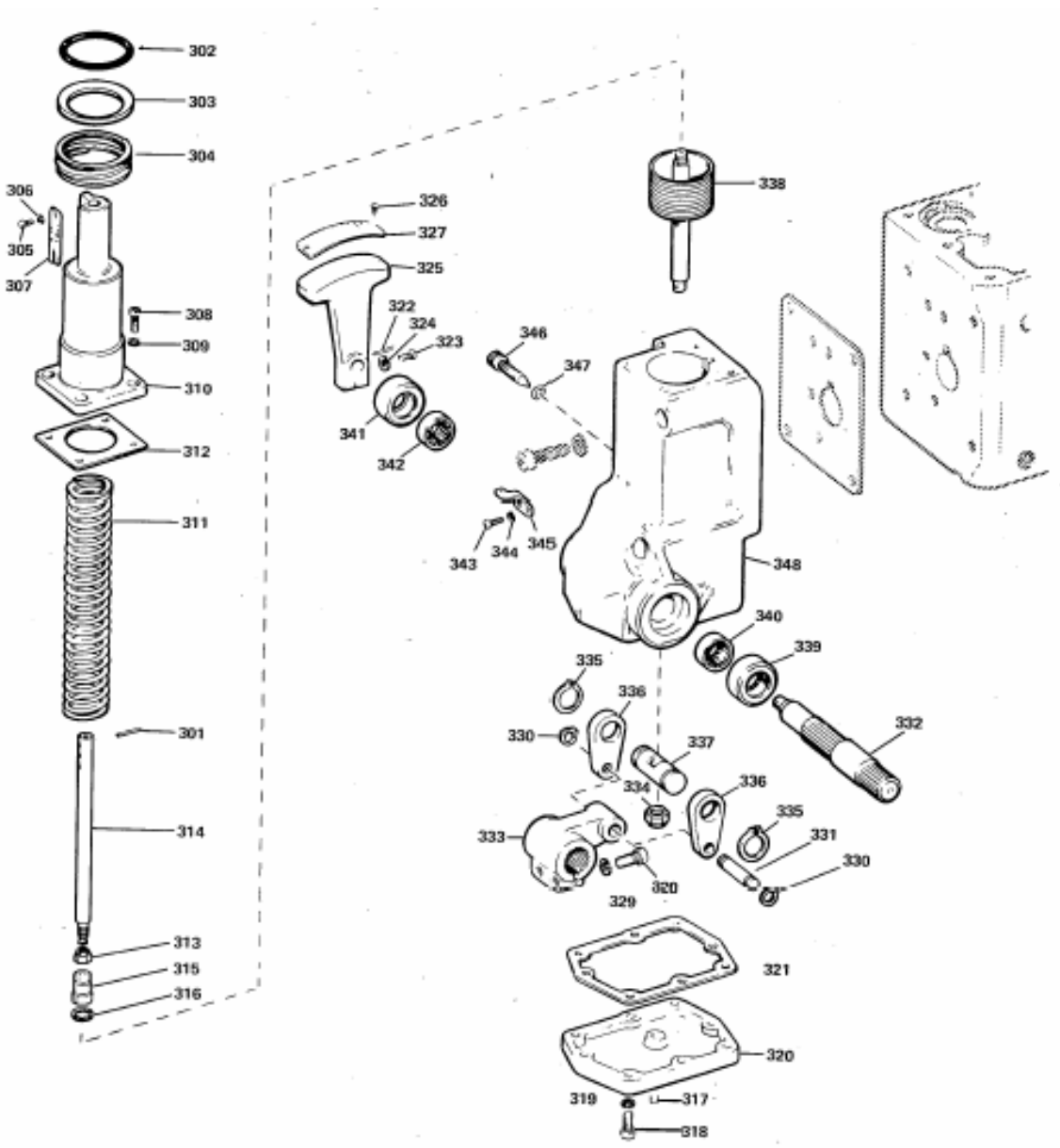
| REF. NO. | PART NAME | QUANTITY |
|---|---|---|
| **ALTERNATE POWER CYLINDER ASSEMBLIES** | | |
| 36602-125 | Rod end | 1 |
| 36602-126 | Gasket | 1 |
| 36602-127 | Power cylinder | 1 |
| 36602-128 | Gasket | 1 |
| 36602-129 | Differential piston rod | 1 |
| 36602-130 | Power piston | 1 |
| 36602-131 | Cotter pin (1/16 x 1/4) | 1 |
| 36602-132 | Taper pin | 1 |
| 36602-133 | Socket head cap screw (5/16-18 x 1) | 4 |
| 36602-134 | Lockwasher (5/16) | 4 |
| 36602-135 | Shakeproof washer (1/2) | 1 |
| 36602-136 | Power piston nut | 1 |
| 36602-137 | "O" ring | 1 |
| 36602-138 | Piston | 1 |
| 36602-139 | Spring | 1 |
| 36602-140 | Washer (25/64) | 1 |
| 36602-141 | Elastic stop nut (3/8-24) | 1 |
| 36602-142 | Gasket | 1 |
| 36602-143 | Differential servomotor cover | 1 |
| 36602-144 | Split lockwasher (1/4) | 8 |
| 36602-145 | Socket head cap screw (1/4-20 x 3/4) | 8 |
| 36602-146 | Cylinder head | 1 |
| | | |
| 36602-150 | Rod end | 1 |
| 36602-151 | Taper pin | 1 |
| 36602-152 | Cylinder head | 1 |
| 36602-153 | Retaining ring | 1 |
| 36602-154 | Washer | 1 |
| 36602-155 | Spring | 1 |
| 36602-156 | Piston | 1 |
| 36602-157 | "O" ring | 1 |
| 36602-158 | Differential piston rod | 1 |
| 36602-159 | Power piston | 1 |
| 36602-160 | Power cylinder | 1 |
| 36602-161 | Elastic stop nut | 1 |
| 36602-162 | Cylinder head | 1 |
| **ALTERNATE BASE ASSEMBLY** | | |
| 36602-170 | Base | 1 |
| 36602-171 | Gasket | 1 |
| 36602-172 | Oil seal | 1 |
| 36602-173 | Oil seal retainer | 1 |
| 36602-174 | Serrated drive shaft (long) | 1 |
| 36602-175 | Bearing | 1 |
| 36602-176 | Snap ring | 1 |
| 36602-177 | Bearing retainer | 1 |
| 36602-178 | Hex. head screw (1/4-28 x 5/8) | 3 |
| 36602-179 | Lockwire | AR |
| 36602-180 | Straight key | 1 |
| 36602-181 | Spacer sleeve | 1 |
| 36602-182 | Castle nut (5/8-18) | 1 |
| 36602-183 | Keyed drive shaft | 1 |

Parts List

| *REF. NO.* | *PART NAME* | *QUANTITY* |
|---|---|---|
| 36692-401 | Screw, cap, soc hd, 1/4-28 x 3/4 | 4 |
| 36692-402 | Washer, splitlock, 1/4 | 4 |
| 36692-403 | Cylinder head (large) | 1 |
| 36692-404 | Plug, pipe, 1/8 NPT | 4 |
| 36692-405 | Gasket, cylinder head | 1 |
| 36692-406 | Screw, cap, soc hd, 10-32 x 3/8 | 2 |
| 36692-407 | Retainer | 1 |
| 36692-408 | Ring, retaining | 1 |
| 36692-409 | O-ring | 1 |
| 36692-410 | Piston | 1 |
| 36692-411 | Pin, cotter, 1/16 x 5/16 | 1 |
| 36692-412 | Pin, taper | 1 |
| 36692-413 | Rod end | 1 |
| 36692-414 | Ring, retaining | 1 |
| 36692-415 | Seal, oil | 1 |
| 36692-416 | Seal, oil | 1 |
| 36692-417 | Cylinder head (small) | 1 |
| 36692-418 | Collar, stop | 1 |
| 36692-419 | Power piston and rod assembly | 1 |
| 36692-420 | Valve, needle | 1 |
| 36692-421 | O-ring | 1 |
| 36692-422 | Plug | 2 |
| 36692-423 | O-ring | 2 |
| 36692-424 | Power cylinder assembly | 1 |



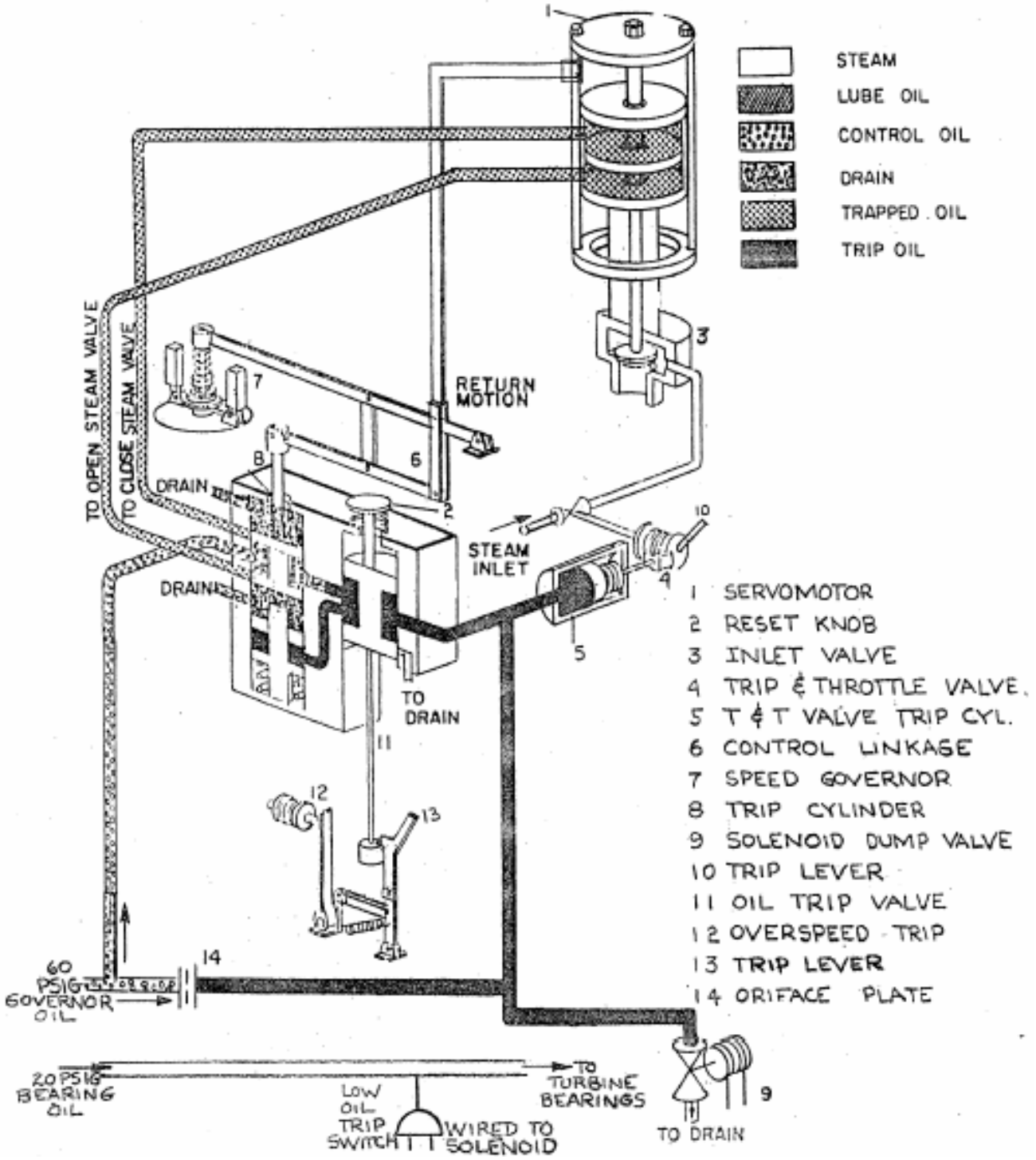

Differential Power Cylinder



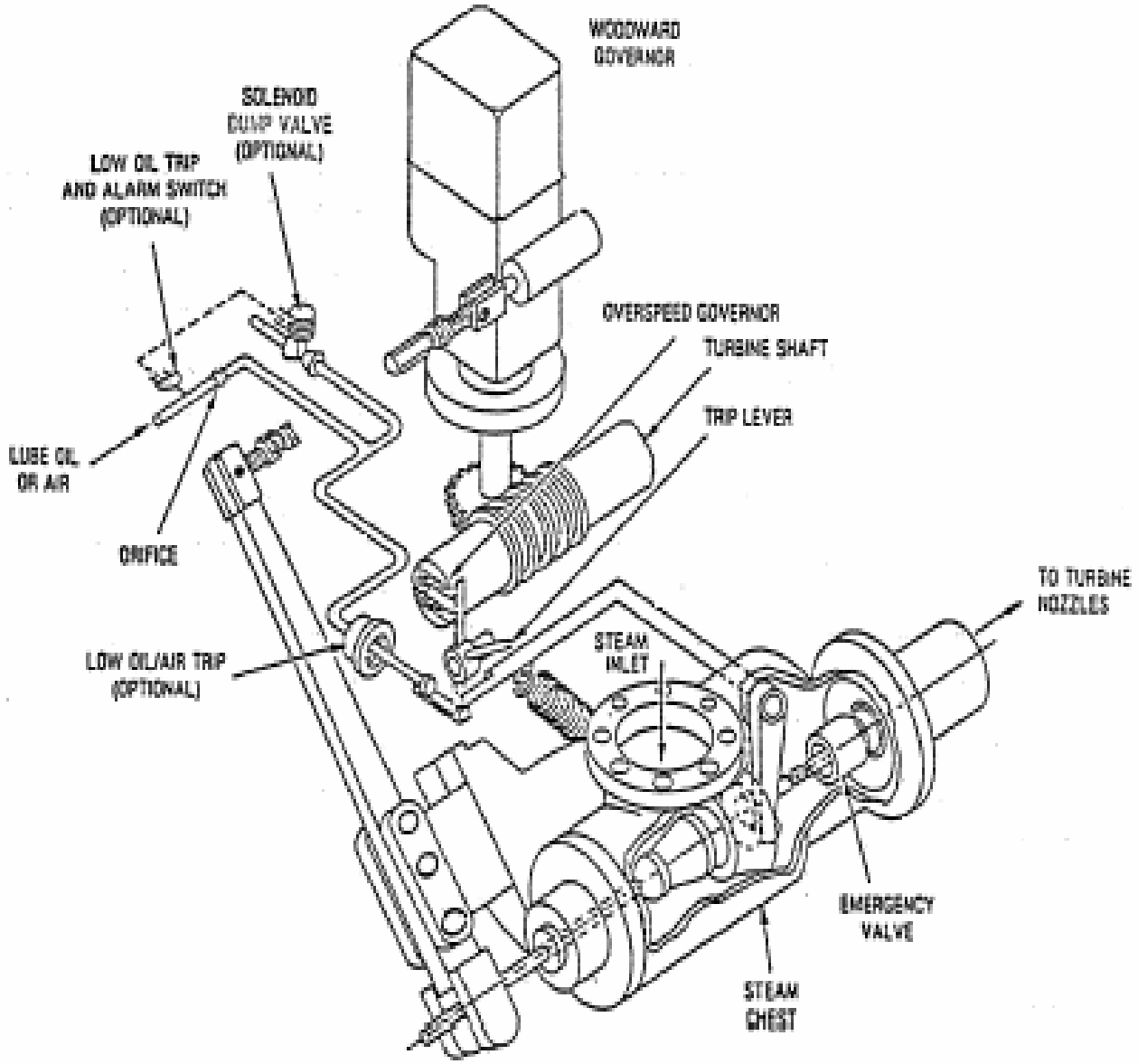

View of Spring-Loaded Power Cylinder

## ضمائم توربین های بخار

درشکل زیرشمائی از سیستم کنترل دورمربوط به توربین های کمپرسورهای C-602 که ازروغن روانکاری برای انتقال حرکت گاورنربه توتل ولو استفاده می شود نشان داده شده است .

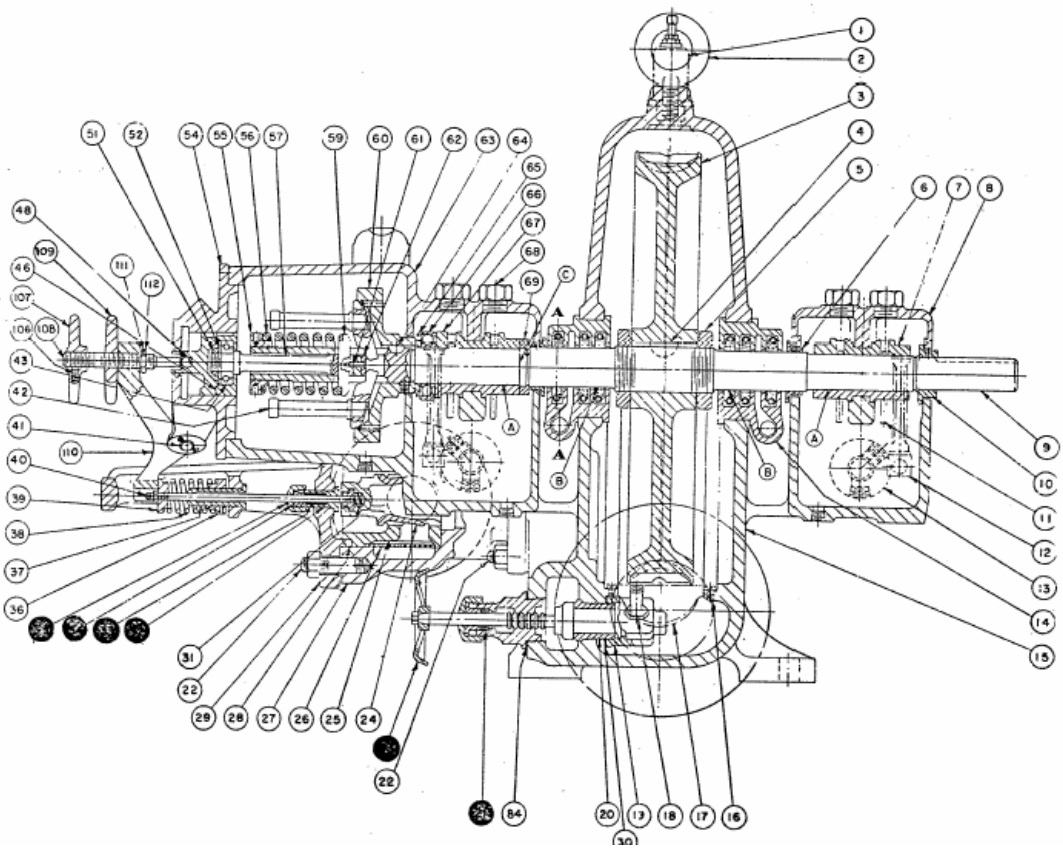


درشکل زیرشمائی از یک سیستم کنترل دورهمراه باگاورنرولو وشیراظطراری یاتریپ ولوهمراه بااتصالات ان که مربوطه به توربین های پمپ های جدیدPT-2001D/E است نشان داده شده که شیراضطراری با حرکت کشوئی که توسط حرکت چرخشی سیستم اهرم بندی به ان داده می شودمسیربخاررابازوبسته می کند.

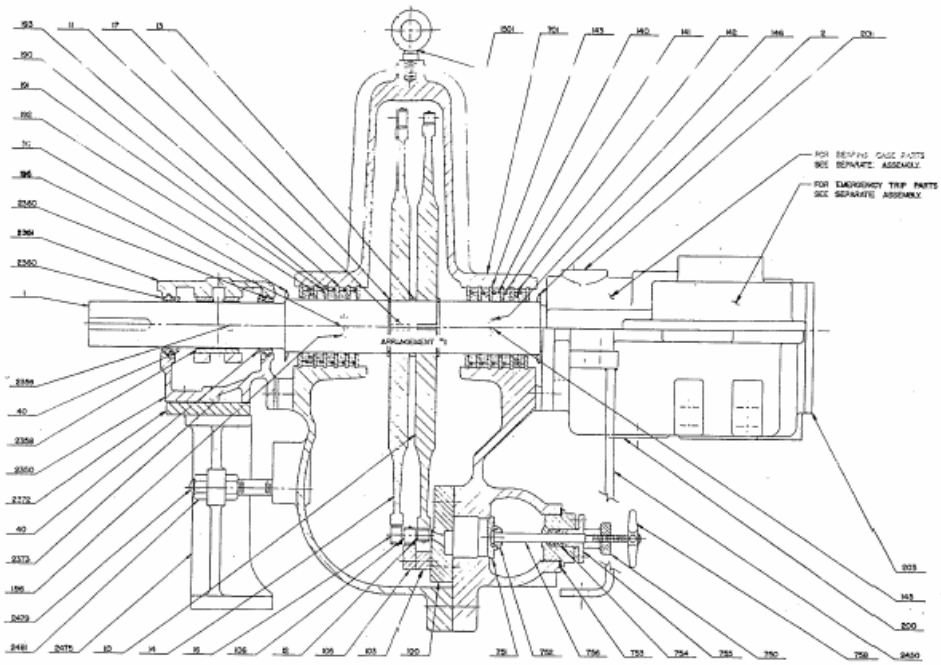



TYPICAL TRIP SYSTEM SCHEMATIC DIAGRAM

درزیرشمائی ازیک توربین بخاریک مرحله ای نوعBucket Typeنشان داده شده است.



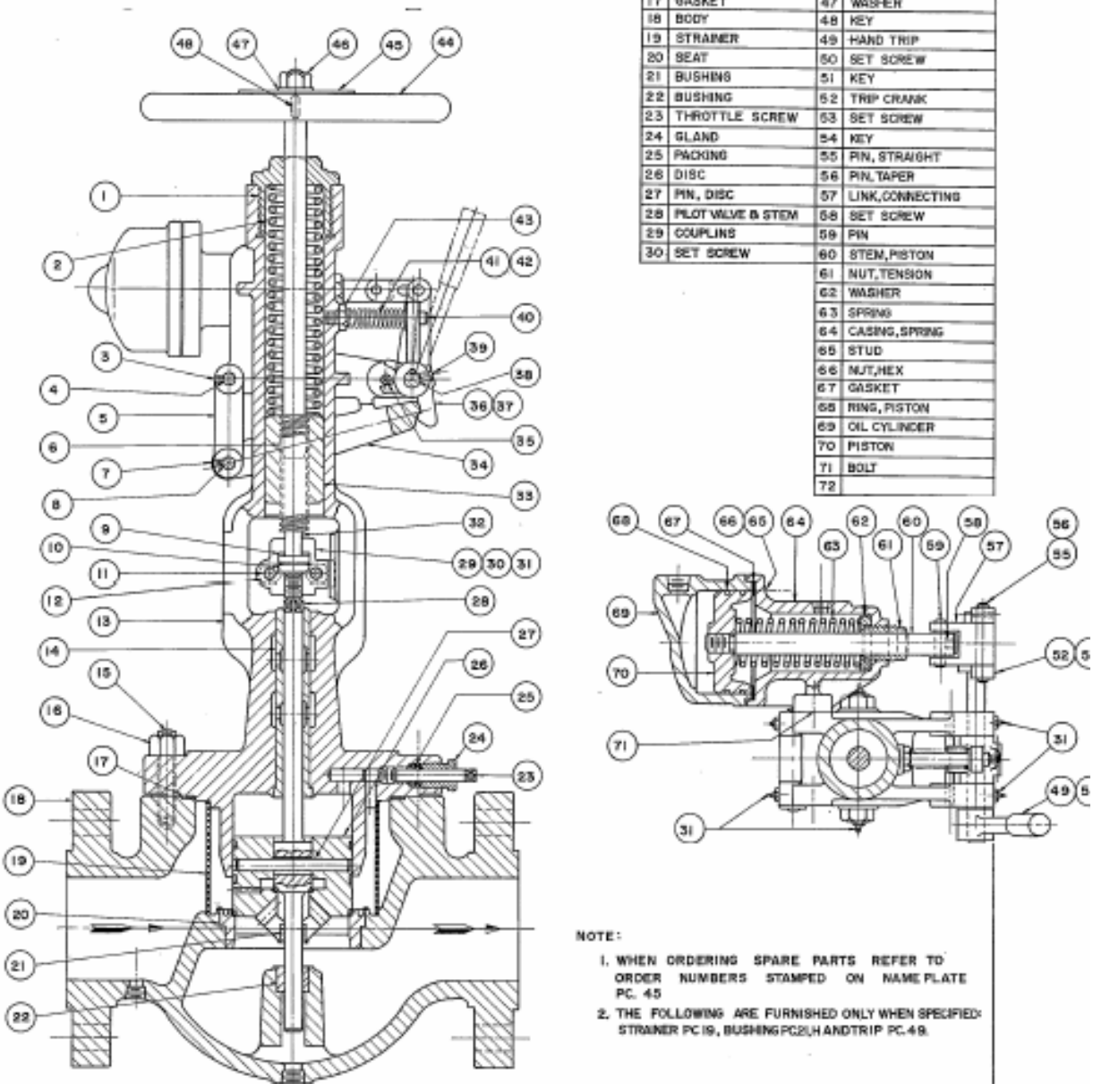
درشکل زیریک توربین  دومرحله ای نشان داده شده است.



درشکل زیرشمائی ازیکStop Valveکه بافشارروغن کارمی کندمربوط به توربین هایPT-631A/B

نشان داده شده است.

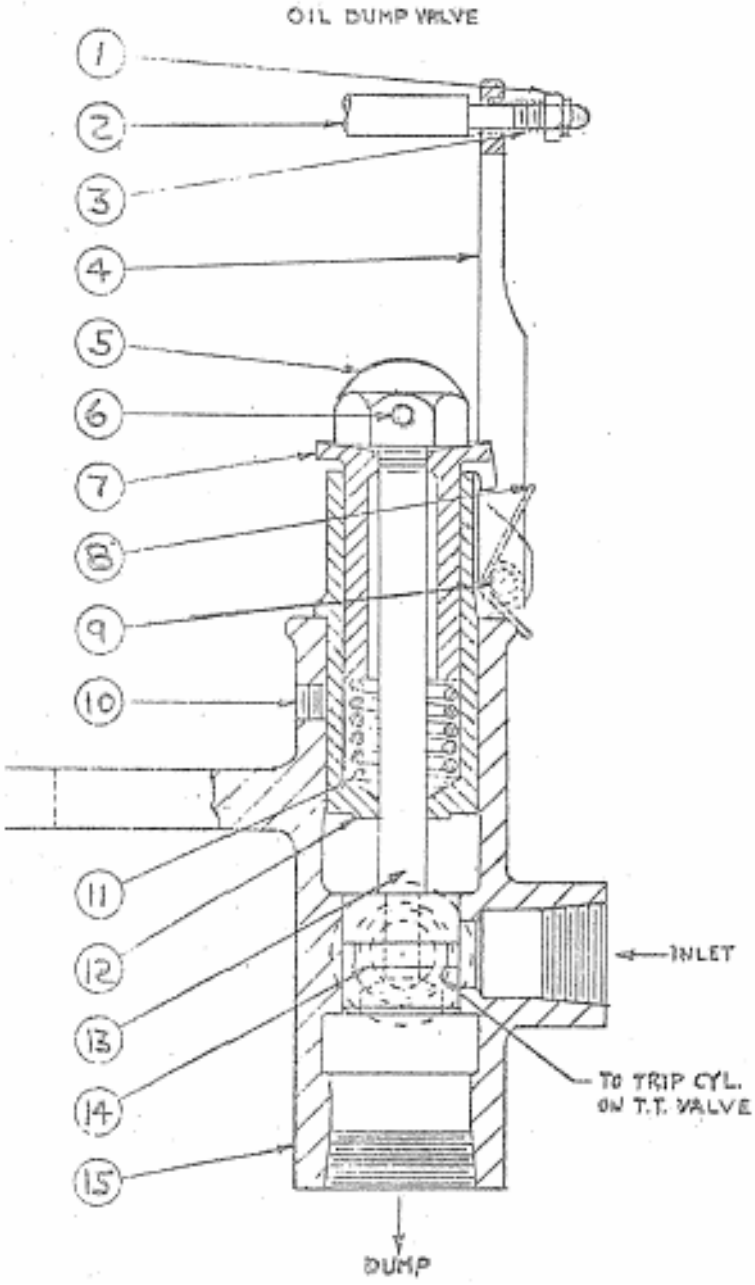
| PC. NO. | DESCRIPTION | PC. NO. | DESCRIPTION |
|---|---|---|---|
| 1 | YOKE CAP | 31 | GREASE FITTING |
| 2 | SPRING | 32 | SCREW SPINDLE |
| 3 | SET SCREW | 33 | SLIDING NUT |
| 4 | PIN, LINK | 34 | LATCH UP LEVER |
| 5 | LINK | 35 | PIN, STOP |
| 6 | TRUNNION SCREW | 36 | TRIP HOOK |
| 7 | SET SCREW | 37 | KEY |
| 8 | PIN, LINK | 38 | SHAFT, TRIP HOOK |
| 9 | SPLIT RING | 39 | SET SCREW |
| 10 | THRUST WASHER | 40 | STUD, SPRING |
| 11 | BOLT, HEX | 41 | SPRING |
| 12 | NUT, HEX | 42 | WASHER |
| 13 | YOKE | 43 | NUT, HEX |
| 14 | BUSHING | 44 | HAND WHEEL |
| 15 | STUD | 45 | NAME PLATE |
| 16 | NUT, HEX | 46 | NUT, HEX |
| 17 | GASKET | 47 | WASHER |
| 18 | BODY | 48 | KEY |
| 19 | STRAINER | 49 | HAND TRIP |
| 20 | SEAT | 50 | SET SCREW |
| 21 | BUSHING | 51 | KEY |
| 22 | BUSHING | 52 | TRIP CRANK |
| 23 | THROTTLE SCREW | 53 | SET SCREW |
| 24 | GLAND | 54 | KEY |
| 25 | PACKING | 55 | PIN, STRAIGHT |
| 26 | DISC | 56 | PIN, TAPER |
| 27 | PIN, DISC | 57 | LINK, CONNECTING |
| 28 | PILOT VALVE & STEM | 58 | SET SCREW |
| 29 | COUPLING | 59 | PIN |
| 30 | SET SCREW | 60 | STEM, PISTON |
| | | 61 | NUT, TENSION |
| | | 62 | WASHER |
| | | 63 | SPRING |
| | | 64 | CASING, SPRING |
| | | 65 | STUD |
| | | 66 | NUT, HEX |
| | | 67 | GASKET |
| | | 68 | RING, PISTON |
| | | 69 | OIL CYLINDER |
| | | 70 | PISTON |
| | | 71 | BOLT |
| | | 72 | |



NOTE:

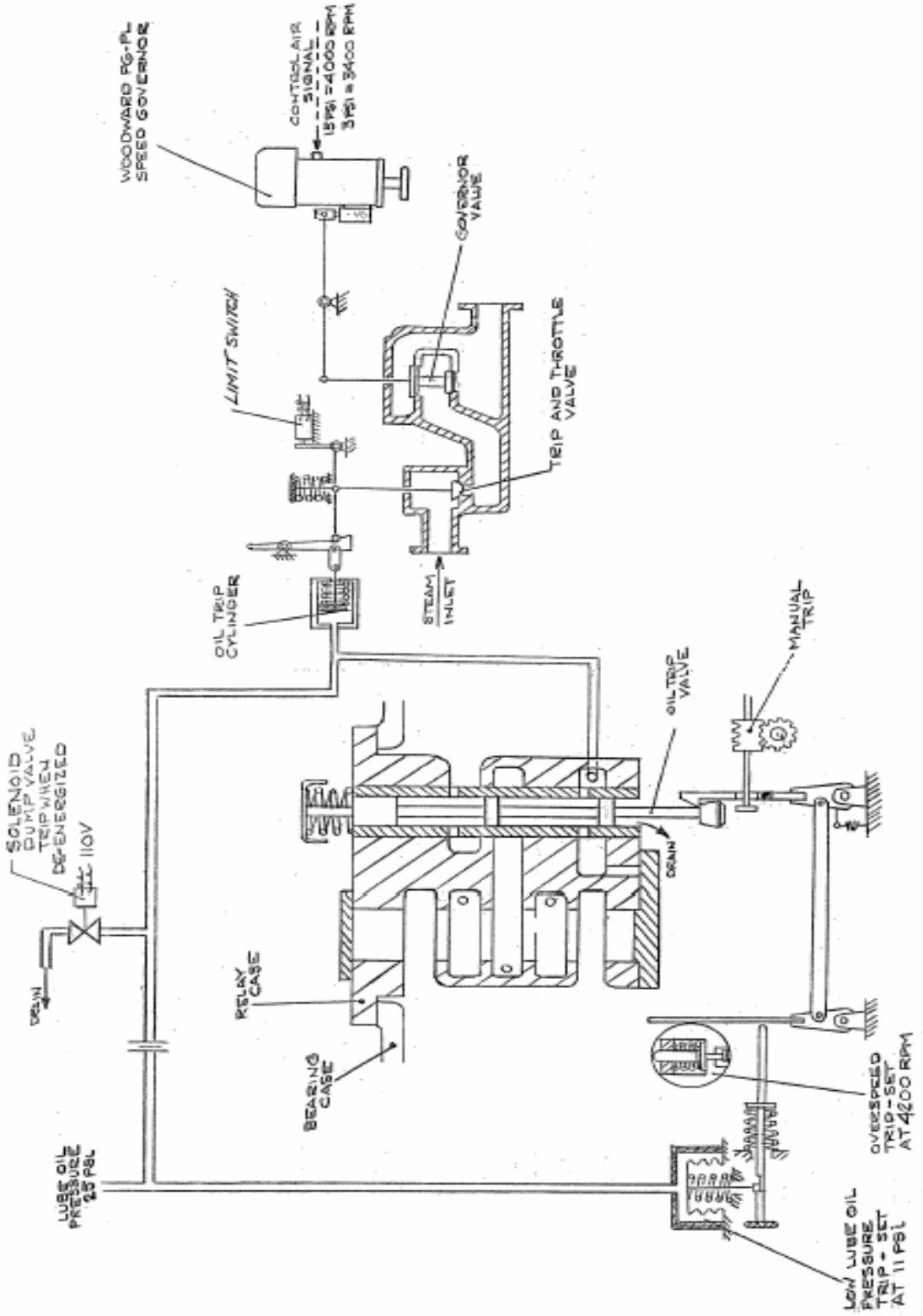
1. WHEN ORDERING SPARE PARTS REFER TO ORDER NUMBERS STAMPED ON NAME PLATE PC. 45
2. THE FOLLOWING ARE FURNISHED ONLY WHEN SPECIFIED: STRAINER PC 19, BUSHING PC 21 LH AND TRIP PC. 49.

درشکل زیرشمائی ازیکOil Trip Dump Valve مربوط به توربین های پمپ های PT-631نشان داده شده است.زمانی کهتوربین درحال سرویس است توسط ولومربوطه مسیرروغن مسدوداست ودرقسمت پشت Stop Valveفشارروغن وجوددارد ولی وقتی سیستم گاورنراضطراری عمل می کندباعث تحریک سیستم اهرم بندی می شودوباعث می شودLatchبه سمت چپ حرکت کندوباعث ازادشدن Bushing Valveشده ودراثرنیروی فنری زیران به سمت بالاحرکت کندوباعث بالاامدن ولووتخلیه روغن وکاهش فشارروغن ونهایتا تریپ دادن توربین می شود.

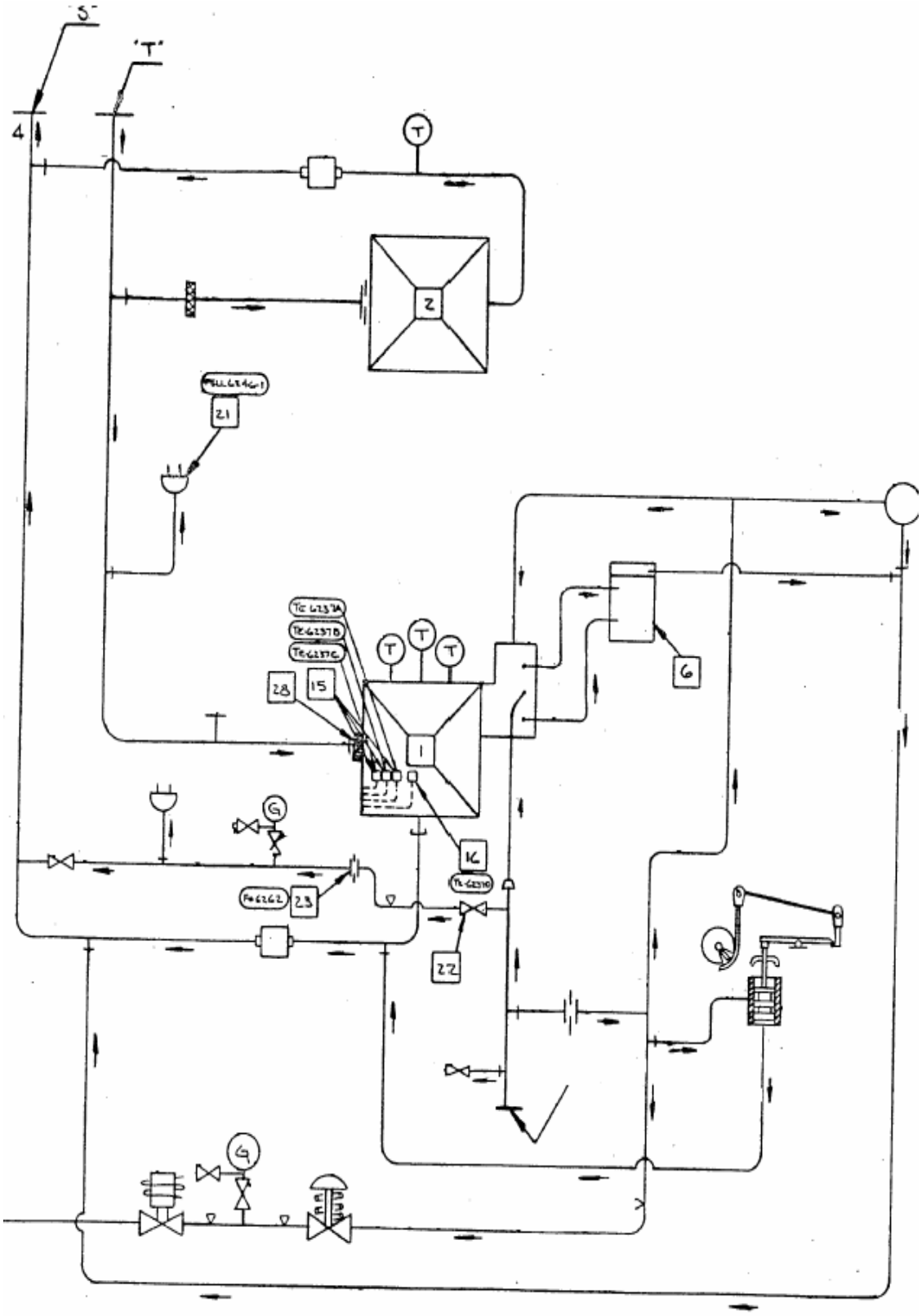



| | |
|---|---|
| 3 | COMP. ROD STOP SPRING |
| 4 | VALVE LATCH |
| 5 | VALVE NUT |
| 6 | 1/4 HEX-SOCKET SET SCREW |
| 7 | VALVE BUSHING |
| 8 | LATCH SPRING |
| 9 | LATCH PIN |
| 10 | 3/8 HEX-SOCKET SET SCREW |
| 11 | VALVE SPRING |
| 12 | VALVE BODY EXTENTION |
| 13 | VALVE STEM |
| 14 | VALVE |
| 15 | VALVE BODY |
| 16 | 1/2 HEX-SOCKET SET SCREW |
| 17 | VALVE SPRING |
| 18 | BRACKET |
| 19 | 1/2 HEX.NUT |
| 20 | 1/2 X 2 1/2 HEX HEAD BOLT |
| 21 | VALVE STEM |
| 22 | VALVE HEAD |
| 23 | VALVE BODY |

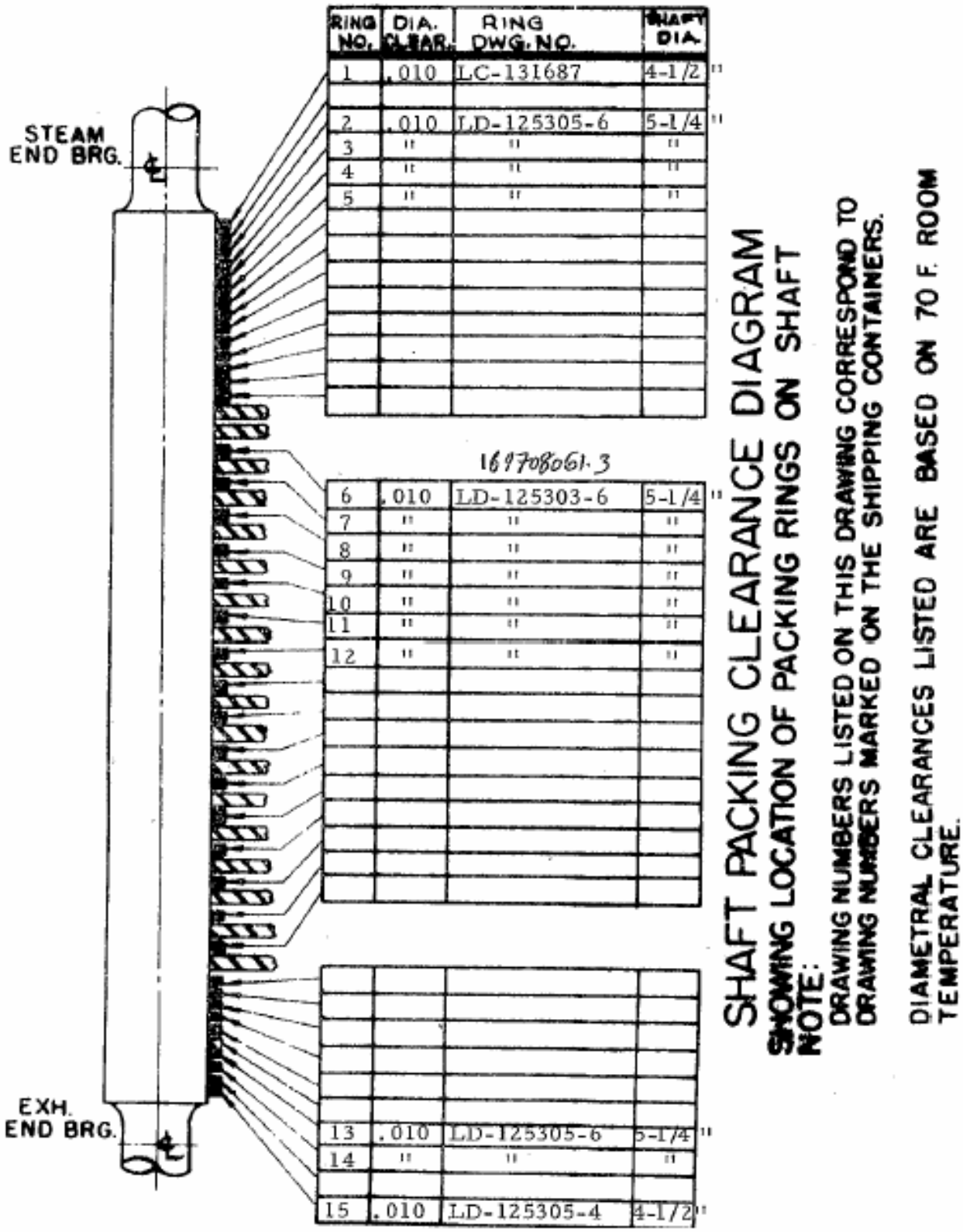
درشکل زیرشمائی ازیک سیستم Trip Oilهمراه با مکانیزمOverSpeedوسلونو ئیدولوتریپ دستی ودیگرتجهیزات مربوطه ونحوه عمل شیرهای اضطراری وگاورنرولوکه مربوط به توربین های کمپرسو رهای CT-601A/B/C است نشان داده شده است .



درزیرشمائی ازیک سیستم روغنکاری Lube Oil یاتاقان های مربوط به توربین بخارهمراه باسیستم های حفاظتی افزایش وتریپ توربین دراثرکاهش فشارروغن نشان داده شده است.

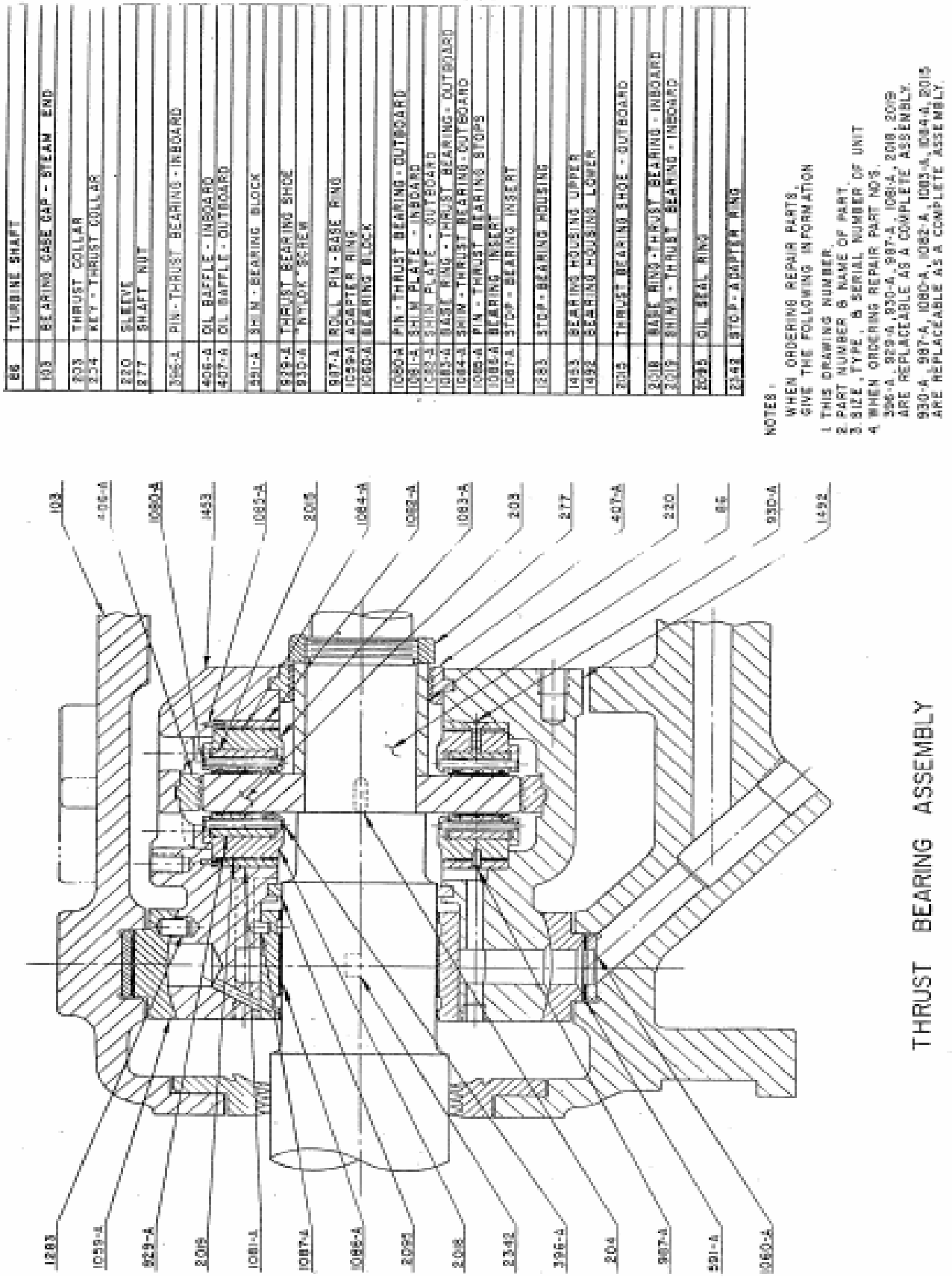


درجدول زیرکلرنس های بین محورولابیرینت های دوطرف توربین های بخارCT-601A/B/Cاورده شده است.

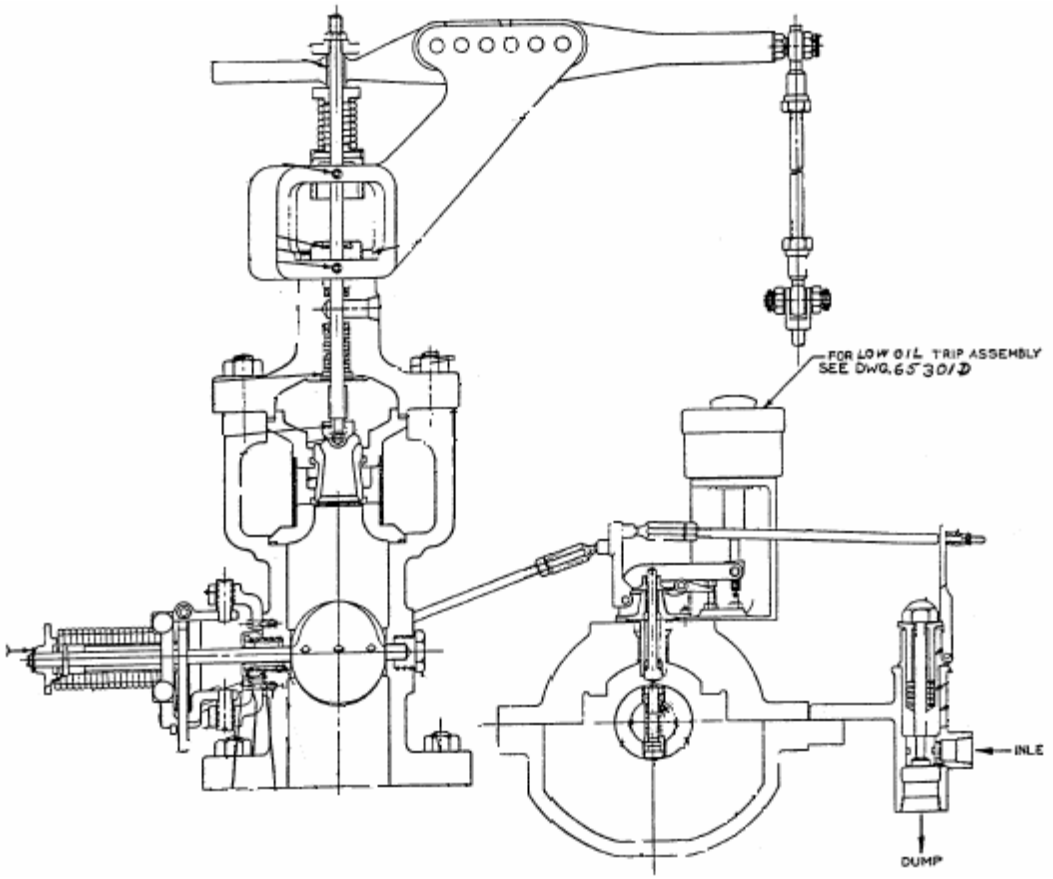



| RING NO. | DIA. CLEAR. | RING DWG. NO. | SHAFT DIA. |
|---|---|---|---|
| 1 | .010 | LC-131687 | 4-1/2" |
| 2 | .010 | LD-125305-6 | 5-1/4" |
| 3 | " | " | " |
| 4 | " | " | " |
| 5 | " | " | " |
| 6 | .010 | LD-125303-6 | 5-1/4" |
| 7 | " | " | " |
| 8 | " | " | " |
| 9 | " | " | " |
| 10 | " | " | " |
| 11 | " | " | " |
| 12 | " | " | " |
| 13 | .010 | LD-125305-6 | 5-1/4" |
| 14 | " | " | " |
| 15 | .010 | LD-125305-4 | 4-1/2" |

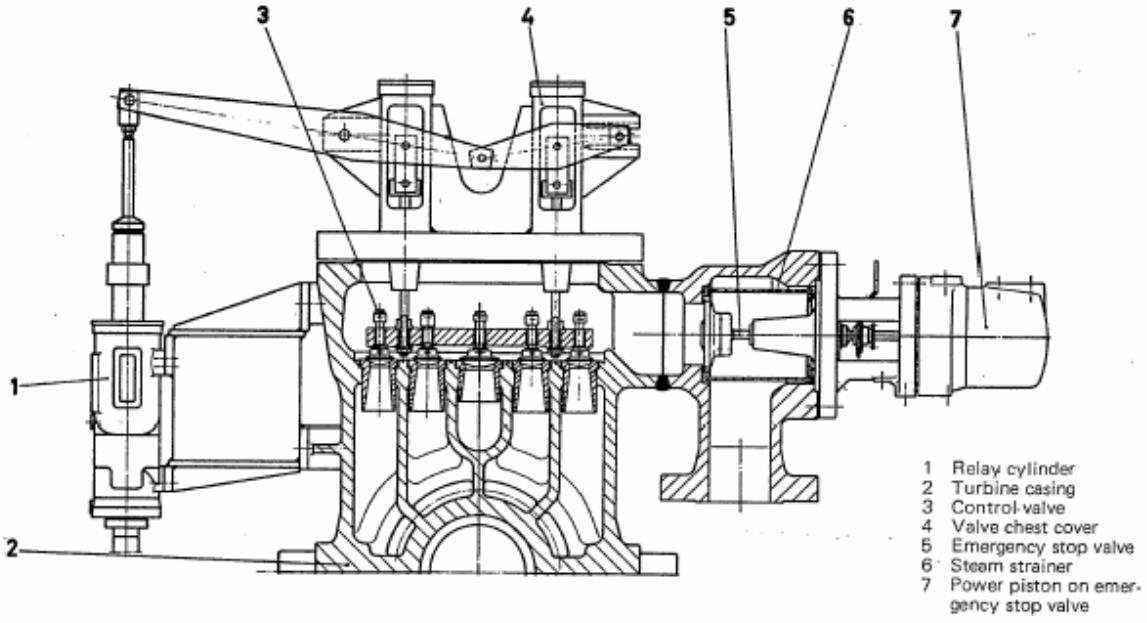
درشکل زیرشمائی ازیک تراست برینگ توربین بخارهمراه بالیست قطعات ان اورده شده است.



درزیرشمائی ازیک تروتل ولو واستاپ ولومربوط به توربین های پمپ هایPT-2206 که دریک بدنه تعبیه شده است نشان داده شده است.




درشکل زیرشمائی ازگاورنرولوواستاپ ولوتوربوژنراتورهانشان داده شده است.



## جدول عیب یابی توربین های بخا رTrouble Shouting Steam Turbine

| POSSIBLE CAUSES: | Insufficient Power, Speed | Difficulties Synchronizing | Excessive Frequency Swings | Surging Unit | Governor Hunt | Unable to Reduce Speed | Unit Trips - Overspeed | Unit Trips - Low Oil Pressure | Vibration | Excess Bearing Temperature | Lack of Oil Pressure | High Oil Pressure | Water in Oil | Excess Gland Seal Leakage | Low Efficiency | Unstable Extraction Control | Excessive Noise |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gauges & Instruments Not In Calibration | | | X | | | | | | | | | X | | | | | |
| Low Steam Pressure | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Low Steam Temperature | X | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| Low Vacuum | X | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| High Back Pressure | X | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| Governor Linkage Out of Adjustment | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| Governor Linkage Binding | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| Governor Linkage Excessive Lost Motion | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| Low Governor Oil Pressure | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| Valve Leads Incorrect | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| Valves Sticking | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| Excess Carryover & Deposits in Blades | | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| Defective Voltage Regulator | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Generator - Exciter Troubles | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unit Overloaded by Driven Machine | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Governor Droop Setting Incorrect | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Governor Compensation Incorrect | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Governor Hunting | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| Synchronizer Motor Defective | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unstable Process | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Air Signal to Governor Unstable | X | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| Low Governor Oil Level (Woodward) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dirty Foaming Governor Oil | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Worn, Damaged Governor or Parts | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Relay Valve Jiggle | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Leaky Governor Valves | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Control Board Troubles | X | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| Trip Linkage Defective | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coupling Misalignment, Excess Wear | | | | | | | | | X | X | X | X | | | | | |
| Gear Misalignment, Excess Wear | X | | | | | | | | X | X | X | X | | | | | |
| Unbalanced Turbine Rotor | | | | | | | | | X | X | X | X | | | | | |
| Bent Turbine Rotor | | | | | | | | | X | X | X | X | | | | | |
| Worn Journal Bearings | | | | | | | | | | X | X | X | | | | | |
| Damaged Thrust Collar & Bearing | X | | | | | | | | | X | X | X | | | | | |
| Internal Rubbing | X | | | | | | | | | | X | X | | | | | |
| Foreign Matter in Unit | X | | | | | | | | | | X | X | | | | | |
| Pipe Strain | X | | | | | | | | | | X | X | | | | | |
| Foundation Settling | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caused by Driven Machine | X | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insufficient Lube Oil Pressure | | | | | | | | | | | X | X | X | | | | |
| High Oil Temp.Out of Cooler | | | | | | | | | | | X | X | X | | | | |
| Tight Bearings | | | | | | | | | | | X | X | X | | | | |
| Insufficient Oil Flow | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Oil Relief Valves Out of Adjustment | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Worn-Defective Oil Pump | X | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Loss of Pump Suction | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Coolers and/or Filter Fouled | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Restriction in Oil Line | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Low Oil Temperature | | | | | | | | | | | | | X | X | | | |
| Gland Seal Leakage | X | | | | | | | | | | | | | X | | X | |
| Leaky Oil Cooler | | | | | | | | | | | | | | X | | | |
| Condensation in Oil Tank | | | | | | | | | | | | | | X | | | |
| Gland Leak-off Lines Plugged | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| Packing Rings Worn | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| Incorrect Packing Clearance | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| Damaged Blading & Buckets | X | | | | | | | | | X | | | | | | X | X |
| Excess Internal Erosion | | | | | | | | | | | | | | | | X | X |
| Extraction Regulator Damaged, Worn | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| Regulator Out of Adjustment | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| Worn Gear Drive Damaged | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Damaged Oil Pump | X | | | | | | | | | | | | | | | | |

# TERRY TURBINE DATA

| OPERATING CONDITIONS | HORSEPOWER | SPEED RPM | STEAM RATE LB/HP/HR | OPERATING SPEED RANGE R.P.M. |
|---|---|---|---|---|
| RATED | 900 | 4122 | 34.8 | 3504 - 4328 |
| NORMAL | 810 | 4122 | 34.8 | 3504 - 4328 |
| LOW STEAM ~~OVERLOAD~~ | 900 | 4122 | | |

1st CRITICAL SPEED _____ RPM *2nd CRITICAL SPEED _____ RPM TRIP SPEED 4785 RPM

## STEAM CONDITIONS

INLET STEAM NORM. 590 PSIG 625 °FTT, MAX: INIT. 675 PSIG 725 °FTT, MIN: INIT. 590 PSIG 625 °FTT

EXHAUST STEAM NORM. 70 PSIG/~~VAC~~ 497 °FTT, MAX. 75 PSIG/~~VAC~~ 497 °FTT, MIN. _____ PSIG/VAC _____ °FTT

STEAM RATE GUARANTEE POINT, HP 900 STEAM 590 PSIG, EXH. 497 °FTT, LB/HP/HR 34.8

FULL LOAD EXHAUST TEMP. 497 FTT, MAX. CASING PRESS. 675 PSIG, SENTINEL RELIEF VALVE SETTING 80 PSIG

EXTRACTION ☐ ADMISSION ☐ NON RETURN VALVE ☐ EXTRACTION FLOW CONTROLLED ☐ UNCONTROLLED ☐

| | FLOW LB/HR | PSIG | FTT |
|---|---|---|---|
| NORMAL | | | |
| MINIMUM | | | |
| MAXIMUM | | | |

FOR RELIEF VALVE SIZING
MAX: THROTTLE FLOW LB/HR _____
AT STEAM _____ PSIG EXHAUST _____ °FTT
MAX: FLOW TO CONDENSER LB/HR 9 IN Hg _____

## CONSTRUCTION FEATURES

FRAME DESIGNATION TYPE GS-2/QM-2 HORIZONTAL ☒ VERTICAL ☐ CASING SPLIT: - HORIZONTAL ☒ VERTICAL ☐

STEAM FLOW: HELICAL (SOLID WHEEL) ☒ AXIAL (BLADED) ☐ NUMBER OF WHEELS 1

STAGES: PRESS. COMPOUND (RATEAU) ☐ VELOCITY COMPOUND (CURTIS) ☐ BLADES: TWO ROW ☐ THREE ROW ☐

ROTOR CONSTRUCTION: BUILT-UP ☒ SOLID ☐

STEAM CHEST ☐ STEAM RING ☒ JETS ☒ NOZZLE BLOCK ☐ REV: CHAMBERS ☒ RATEAU (NO JETS OR NOZZ.) ☐

JETS ~~OR NOZZLE~~ GROUP POSITIONS. 1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒ 8 ☒ 9 ☒ 10 ☒ 11 ☐ 12 ☐ 13 ☐ 14 ☐

NO. JETS/~~NOZZLES~~ 10 DIAMETERS .425

NO. NOZZLE GROUPS _____ NO. IN EACH GROUP _____

HAND VALVES:- LOW STEAM ☒ PART LOAD (ECON) ☒ OVERLOAD ☐ AUTO. VALVES ☐ POSITION #8 (LS) #( (PL)

NOTE: JETS, HAND VALVES AND NOZZLE GROUPS POSITIONS ARE NUMBERED IN A CLOCKWISE DIRECTION STARTING JUST BELOW THE CASING HORIZONTAL JOINT AT THE RIGHT HAND SIDE WHEN FACING THE STEAM RING OR STEAM CHEST FROM THE TURBINE HIGH PRESS. END.

ROTATION FACING COUPLING END: -CW ☐ CCW ☒ CASING SUPPORT: FOOT ☐ PEDISTAL ☐ CENTERLINE ☒

BEARINGS (ROTOR): - RADIAL TYPE Sleeve THRUST TYPE Double Ball & Collar

LUBRICATION: - RING OILED ☐ FORCED FEED ☒ CIRCULATING ☐ FROM: - TURBINE ☒ GEAR ☐ BY OTHERS ☒

OVERSPEED TRIP: - MECHANICAL ☒ DISC TYPE ☒ PIN TYPE ☐ ELECTRICAL ☐ HYDRAULIC ☐

TRIP VALVE BUTTERFLY ☒ BALL ☐ TRIP AND THROTTLE ☐

TRIP AND THROTTLE VALVE: - NONE ☒ OPERATE:-AIR ☐ MOTOR ☐ HYDRAULIC ☐ MANUAL ☐

TRIP:- MECHANICAL ☐ HYDRAULIC ☐ SOLENOID ☐ AIR ☐ EXH. PRESS. ☐ MANUAL ☐ MANUF. _____

INTERSTAGE GLAND SEALS: - CARBON ☐ LABYRINTH ☐

END GLAND SEALS: - CARBON ☒ LABYRINTH ☐ No: GOVERNOR END 6 No: COUPLING END 6

GLAND SEAL SYSTEM: - PRESSURE LEAK-OFF ☒ VACUUM CONDENSING ☐

| TURBINE CONNECTIONS | SIZE | RATING | FLANGE FACE | POSITION |
|---|---|---|---|---|
| INLET | 4" | 600# ASA | R.F. | RH Facing Coupling |
| EXHAUST | 8" | 300# ASA | F.F. | LH Facing Coupling |
| EXTRACTION | | | | |
| ADMISSION | | | | |

GOVERNOR TYPE:- MECHANICAL ☒ HYDRAULIC ☒ ELECTRICAL ☐ AIR HEAD ☐ NEMA CLASS D

GOVERNOR VALVES SINGLE ☒ MULTI ☐ NO _____ BUTTERFLY ☐ BY OTHERS ☐

ACTUATION:- DIRECT ☐ INDIRECT ☒ REMOTE SERVO ☐ OIL RELAY ☐

GOVERNOR MANUFACTURER Woodward MODEL PG-D

COUPLING SUPPLIED BY:- TERRY ☒ OTHERS ☐ HIGH SPEED ☐ TYPE ~~M375D~~ Metastream LOW SPEED ☐ TYPE _____

BASE TYPE:- BOX ☐ PLATE ☐ "I" BEAM ☐ SOLEPLATES ☐ UNDER TURBINE ☐

UNDER TURBINE AND GEAR ☐ UNDER TURBINE AND DRIVEN EQUIPMENT ☐ NONE ☐

WEIGHTS AND DIMENSIONS: SEE OUTLINE DRAWING 100657E, 89012E

NOTE* WHEN APPLICABLE TO ORDER. TURBINE SERIAL NO. T-40276 A & B

TERRY STEAM TURBINE COMPANY

**اشنائی باعلائم بازدارنده وهشداردهنده**

**۱-Danger(خطر)** :این هشدارمبین این است که حادث بزودی اتفاق می افتدوباعث مرگ صدمه و جراحت کارکنان یاانهدام دستگاه می شود.

**۲-Warning(هشدار):** این هشدارمبین این است که کارغیراصولی وغیرایمنی درشرف انجام است که باعث انهدام دستگاه ویامجروح شدن یامرگ کارکنان می شود.

**۳-Caution(احتیاط):**این کلمه مبین این است که بی توجهی به دستورات منجربه ایجادجراحت ویامصدوم شدن کارکنان ویاانهدام دستگاه می شود.

**٤-Note (توجه:)**این کلمه مبین این است که توجه داشته باشیداین بخش بایدبادقت وحوصله انجام شودودرجاهائی بکاربرده می شودکه دقت درکاراجتناب ناپذیراست

پایان