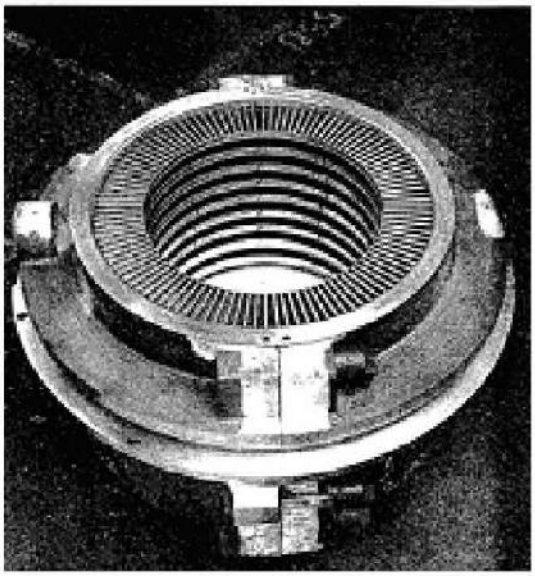
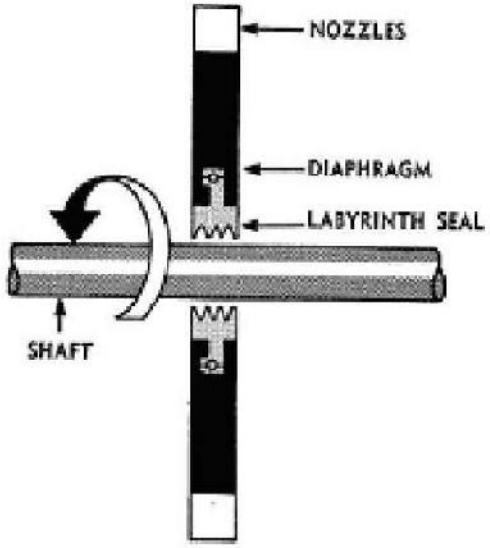
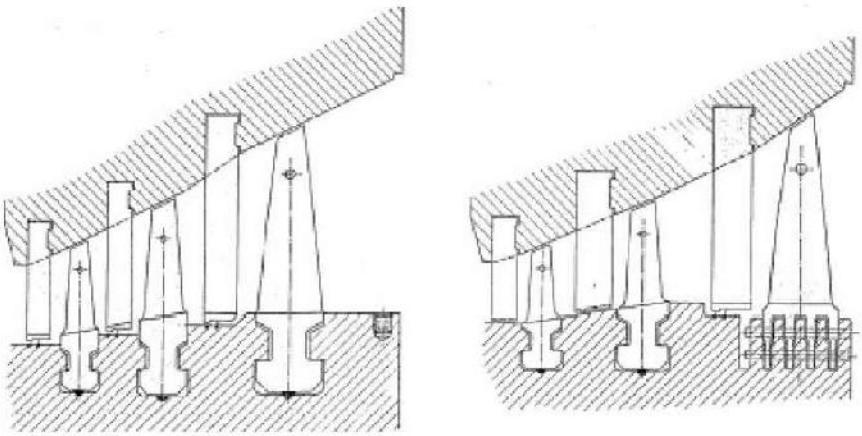
درشکل های زیرشمائی ازدیافراگم هانشان داده شده است.





پره های ثابت یاپره های هدایت کننده

وظیفه انها بازیافت فشاروجهت دادن به بخارازیک مرحله به مرحله بعدی توربین است دردیافراگم نعبیه شده اندوبه دلیل اختلاف فشاری که بین مراحل مختلف توربین وجوددارد بایدنسبت 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 بخاروارد‌شده 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

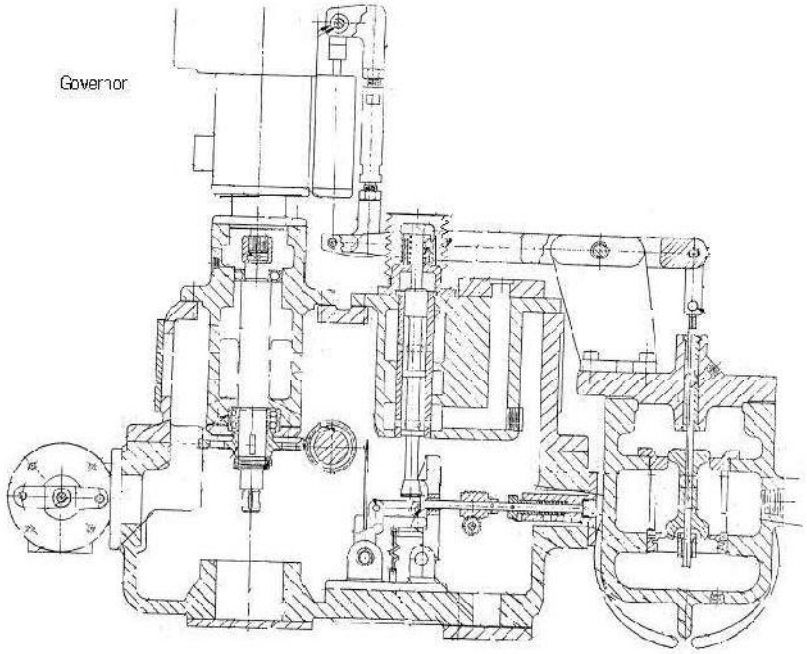
۲-استاپ ولویاولواضطراریEmergency Trip –Stop Valve استفاده می شود.

دربیشترتوربین های کوچک ومتوسط این دوولودرداخل یک بدنه تعبیه شده اندو دربیشترطراحی ها ابتدا استاپ ولوتعبیه شده(بخاراول به استاپ ولووارد‌می 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

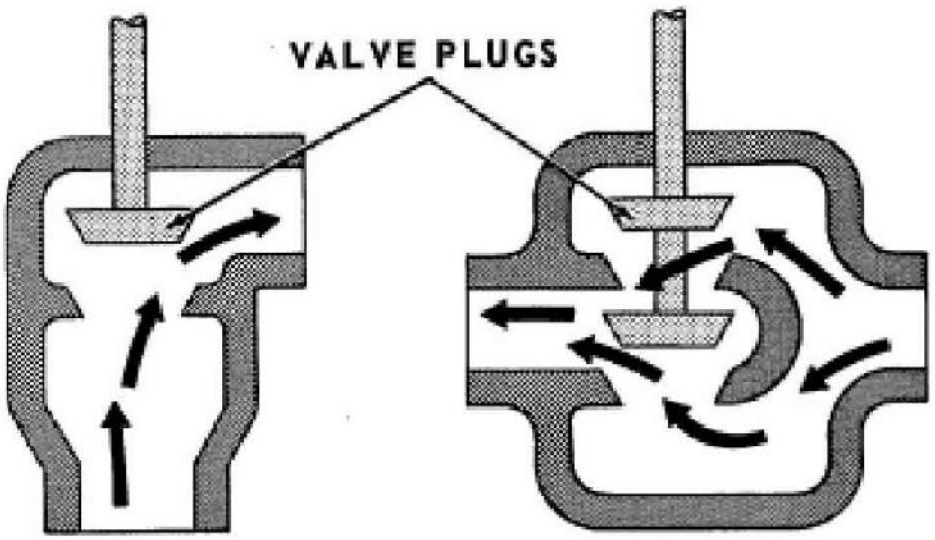


وقتی که توربین درسرویس نباشداین ولوکاملاً باز است وهنگامی که توربین درسرویس قرارمی گیرد بسته به مقداربار ودورتوربین ونیازتوربین به بخارمقداربخارورودی به توربین رابرحسب باراعمال شده روی توربین تنظیم می شود.

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 کاملاً راه خروج بخار را به بالا یا پائین محفظه بخار می بندد Close Fitting عبور می کندولی با این حال احتمال دارد که مقداری بخار از طریق بوش ها به بالا یا پائین محفظه نشت کندکه برای ممانعت ان دو راهگاه مناسب تخلیهDrain برای خارج کردن بخار یا Condensate در محلهای فوق تعبیه شده است که به آنها Leak Off Point گفته می شود این مسیرها هرگز نباید بسته باشند و حتماً باید به اتمسفر یا به Drain مناسبی تخلیه شوند.

برای عملکردسریع گاورنردرنابت نگه داشتن دورباید گاورنر ولوبتواندسریع عمل کندکه این کارازطریق کم 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 به این هدف بخصوص درولوهای باسایزبزرک که درفشارهای بالاکارمی کنندازولوهای بالانس شده که دارای دومسیربرای عبوربخاردادن استفاده می شود.

درشکل زیریک نمونه ازاین نوع ولونشان داده شده است.

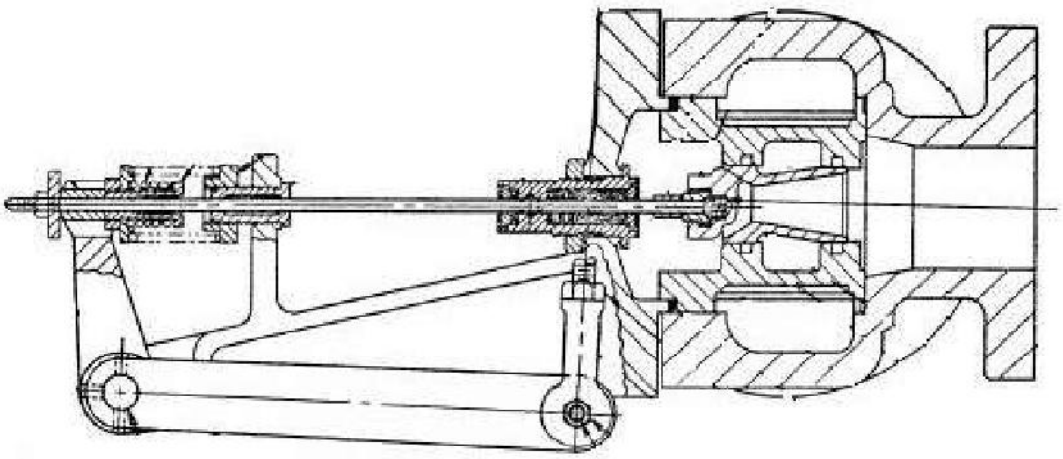


گاورنر ولوها که فرمان بازوبسته کردن را ازگاورنرمی گیرندبه دوصورت طراحی واستفاده می شوند:

الف-Single Valve Governor

ب-Multi Valve Governor

درزیرشمائی ازیک ولو نوع تکی Single نشان داده شده است.

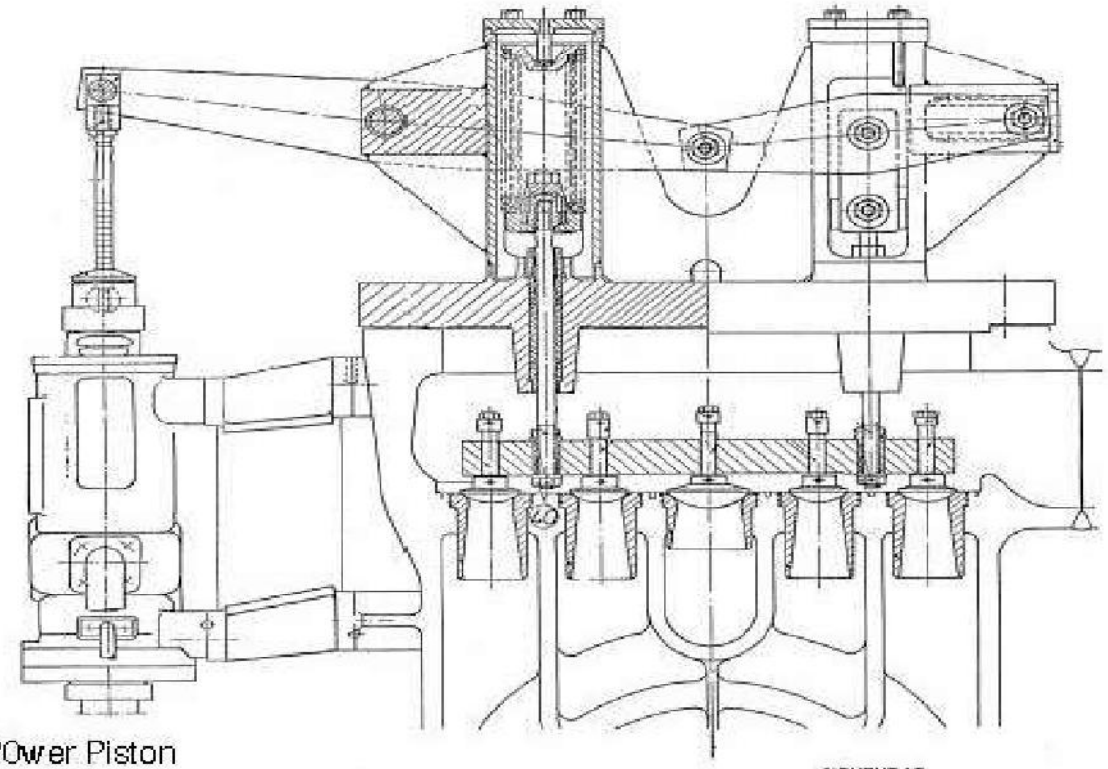


درتوربین های بزرگ گاورنربطورهم زمان مسیرعبوربخارچندین ولوکه هرکدام ازانهاچندین نازل را تغذیه می کنند راباهم کنترل می کنندMulti Valve Governor که درحالت تمام بارFull Load همه یابیشتر ولوهابازهستندووقتی بارتوربین کاهش پیدامی کندگاورنربعضی ازولورامی بندد البته موقعیت ولوهابستگی به محل قرارگیری میله انهابرروی دسته های ولوهادارداگرمیله درپائین ترین محل خودقرارداده شودوقتی میله گاورنر به طرف بالاحرکت می کندولوکمترباز می شودوبرعکس البته هرکدام ازاین ولوها نیزبخارموردنیازیک ردیف ازنازل هارانامین 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 محدوده تغییرات بار انهازیاد است استفاده می شودودیگرنیازبه استفاده ازنازل ولوهای کمکی نیست ودرهنگام تعمیرات روی این ولوها بایدبه اب بندی انهانیزتوجه نمودزیرادرمواقعی که باررروی توربین کم است بعضی ازولوها بایدمسیررابطورکامل ببندندودرصورت اب بندنبودن باعث سایش وخرابی بیشترسطوح اب بندی ولوهامی شود.

لازم به توضیح است کهPlug Valveهاروی میله های مربوطه ازادندووقتی میله افقی بطرف پائین حرکت می کندوولودرمحل خودقرارمی گیردتوسط فشارناشی ازبخاردداخل 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 مقداربخاروروودی 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 شود کاملا مسیر بخاررامی بندد.

فرمانهای قطع اضطراریShut Downروی این ولواعمال می شودتوربین 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 Vecum

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

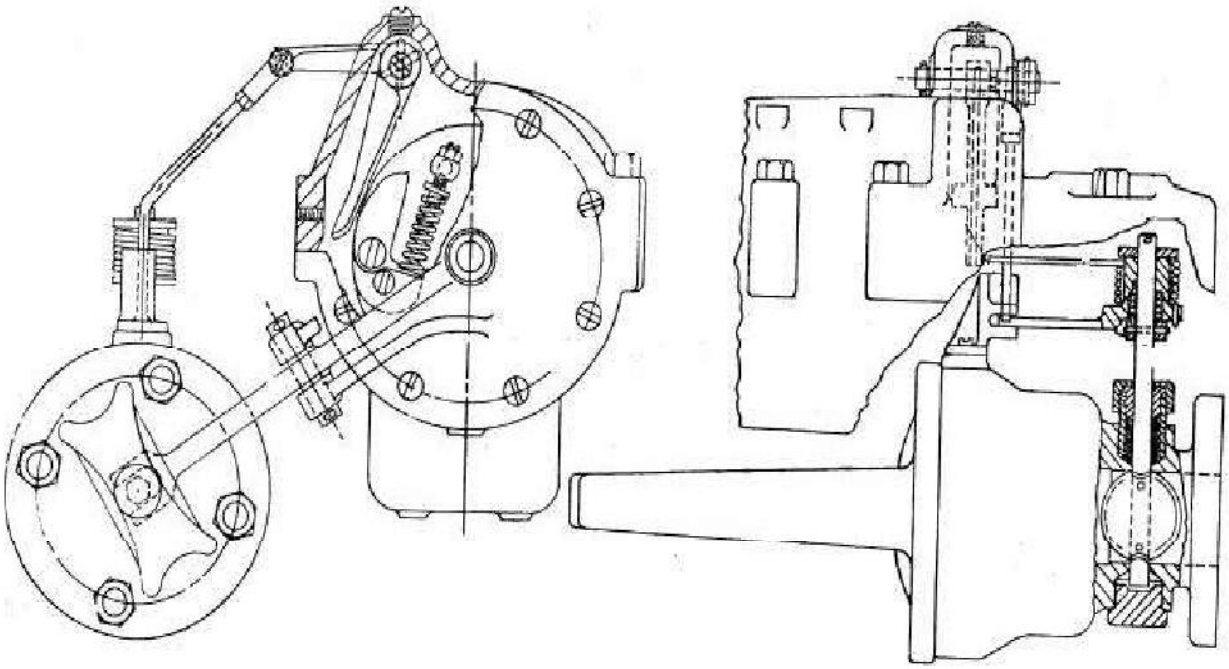
۸- مسائلی که باعث اسیب رساندن به سیستم گردنده می شودو.....

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 فنربیچشی که روی ان قرارگرفته است استفاده می شودکه وقتی ولوResetشده است توسط زائده ای که جلوی حرکت میله رامی گیرد کاملا مسیررابازنکه می داردودرصورت حرکت زائده وازادشدن محورولو با۹۰درجه چرخش می تواندمسیربخاربه توربین را کاملا ببندد وتوربین راازسرویس خارج کند.

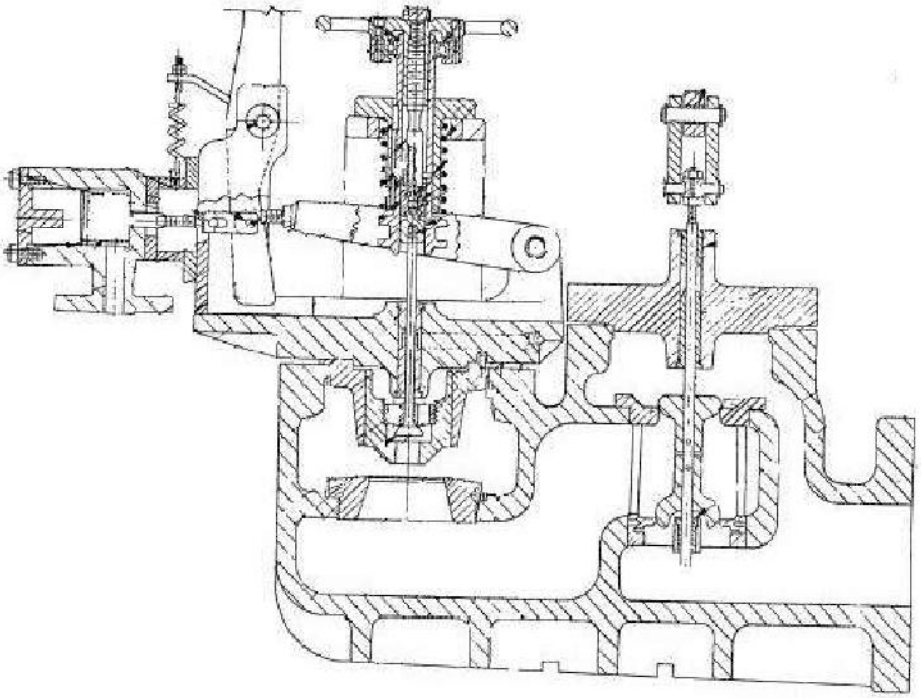
درشکل صفحه بعدشمائی ازButerrfly Valveکه ازطریق مکانیزم مکانیکی عمل قطع ورودبخاربه توربین راانجام می دهد نشان داده شده است.



لازم به توضیح است که این ولوهاباید درزمانی Resetشوندکه فشاربخارازپشت انهابرداشته شده باشددرغیراین صورت نیازبه نیروی زیادی برای Resetکردن می باشدکه می تواندمنجربه خرابی پین ویاتغییرشکل میله ولوونهایتاعدم اب بندی ان شود. استفاده ازاهرم یالوله برای Resetکردن نیزباعث همین مشکلات خواهدشدکه بایدمدنظرقرارگیرد.

درتوربین های بزرگ ازGlobe Valveها به عنوان شیراضطراری استفاده می شودکه این نوع ولوهازیک بدنه فولادی ساخته شده اندکه درداخل ان محلی برای نشستن قسمت اب بندکننده تعبیه شده است وقسمت دیگراب بندکننده روی یک میله فولادیStemسواراست که باحرکت کشوئی خودعمل بازکردن یابستن مسیربخارورودی به توربین راانجام می دهدمیله 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 بالای محفظه عبور در بدنه شیر یک منفذ یا مته ایجاد شده است که بخار یا Condensate را که ممکن است از بوش بالا نشت کرده را به خارج هدایت کند. این مسیر هرگز نباید بسته باشد و حتماً باید به اتمسفر یا به Drain مناسبی تخلیه شود.

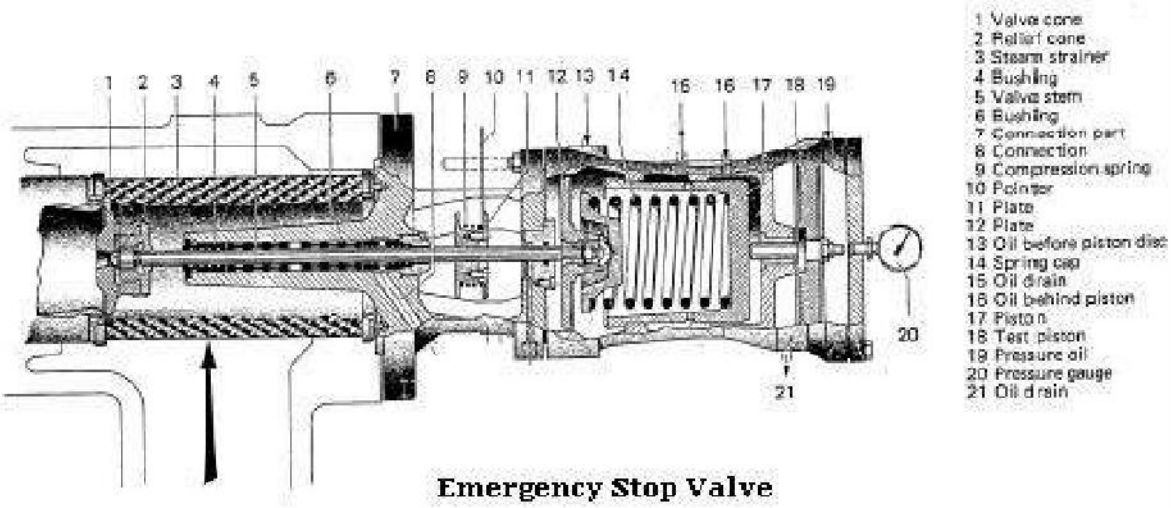
درشکل زیرشمائی ازساختمان گاورنرولووشیراضطراری که توسط فشارهیدرولیکی روغن عمل می کند نشان داده شده است.



لازم به توضیح است که وقتی توربین درموقعیت تریپ قراردارددتریپ ولوبایدجلوی 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 رابندد.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 Valve که درتوربوژنراتورهای بزرگ استفاده می شودنشان داده شده است.



Emergency Stop Valve

سیستم حفاظتی قطع اضطراری سرعت بالا Emergency Over Speed Trip

برای حفاظت ازتوربین ها دربرابرافزایش دورتمامی 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 Govemorگفته می شودکه وقتی دورتوربین ازحدی که قبلا برای ان تعریف وتنظیم شده است بالاترروددواردعمل می شودوباقطع 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 بویلرهاو کوره 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 تا ۱۵ درصد بالاتر از سرعت کاری توربین تنظیم می شود.بطورمثال اگردورتوربین ۳۰۰۰دوردردقیقه باشد(با ۱۰درصدبالای دور)دوربیشینه روی ۳۳۰۰دوردردقیقه تنظیم می شود.

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

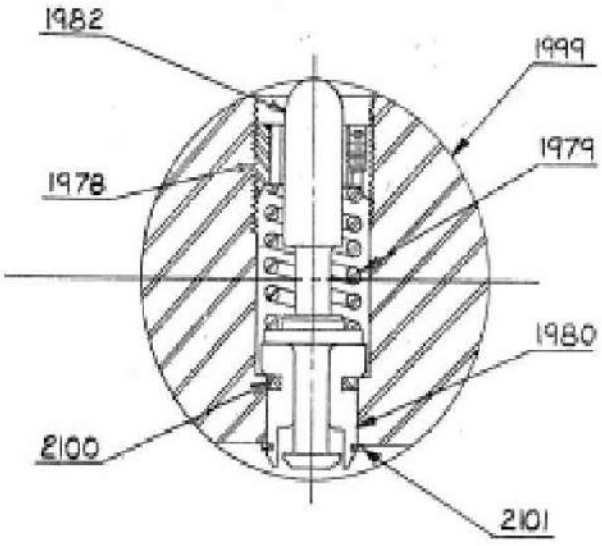
دورOver Speedمی رسدبایدتوربین بطوراتوماتیک ازسرویس خارج شودکه البته برای اطمینان بیشتراین کاردرچندین مرحله بایدانجام شود.

این سیستم حفاظتی ازدوقسمت تشکیل شده است یکی مجموعه ای که روی محورتوربین قراردارددوبه عنوان Sensorدورعمل می کندوبه ان گاورنراضطراری گفته می شوددیگری مکانیزم وسیستم اهرم بندی وانتقال 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 کردن این سیستم وتحریک مکانیزم مربوطه و Shut Downتوربین می شود.

گاورنرهای اضطراری بصورت مکانیکی وبراساس تعادل نیروهاعمل می کنندوغالبا به دوصورت وزنه ای ودیسکی طراحی می شوندکه ازلحاظ ساختمان با هم متفاوت اندولی ازلحاظ اصول کاربا هم یکی هستند.درشکل زیرشمائی ازگاورنرنوع وزنه ای وقطعات ان نشان داده شده است.



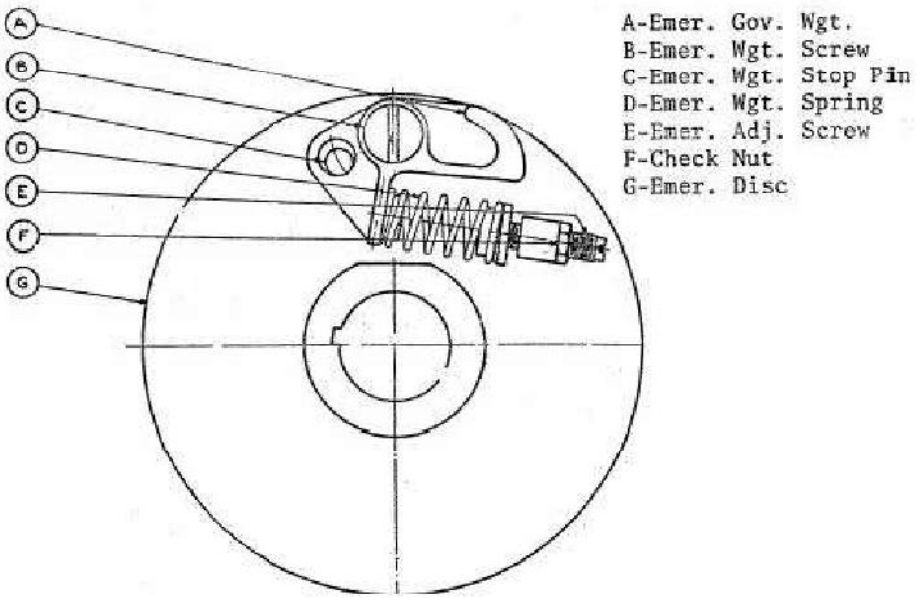
EMERGENCY GOVERNOR CUP ASSEMBLY

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 شوند و کاملاً مستقل از گاورنر سرعت Speed Governor عمل می کند. این سیستم از یک وزنه ویک فنر ومهره

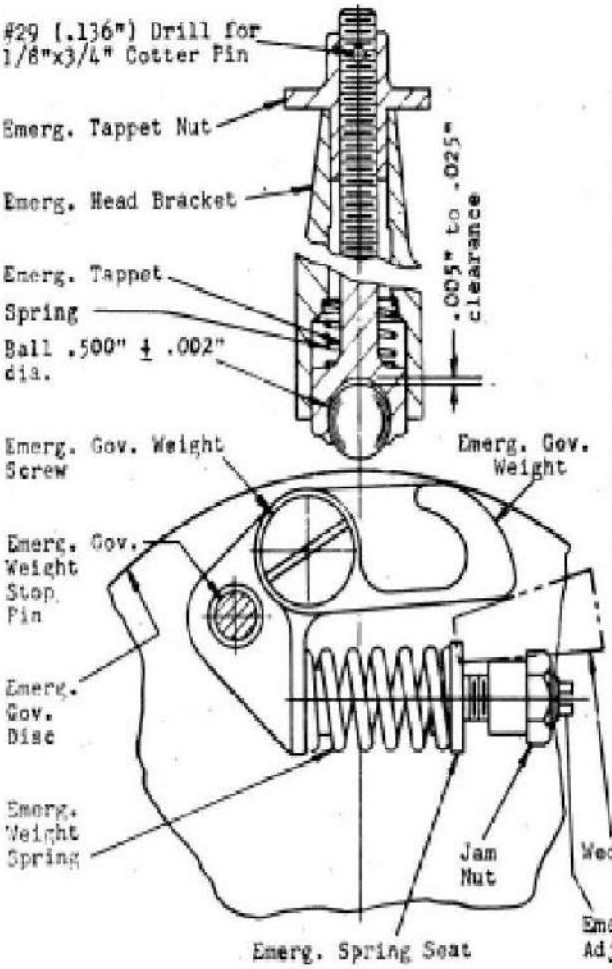
تنظیم تشکیل شده است واصول کاران براساس تعادل نیروی گریزازمرکزناشی ازدوران محوربروی وزنه ونیروی ناشی ازفشردگی فنراست که درجهت مخالف یکدیگربروی وزنه اعمال می شوند. وقتی که سرعت توربین به دوربیشینه Over Speedیا سرعت Trip می رسدنیروی گریز از مرکز وزنه برنیروی فنری غلبه پیدامی کند وباعث می شودوزنه ازداخل 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 می شودنشان 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.

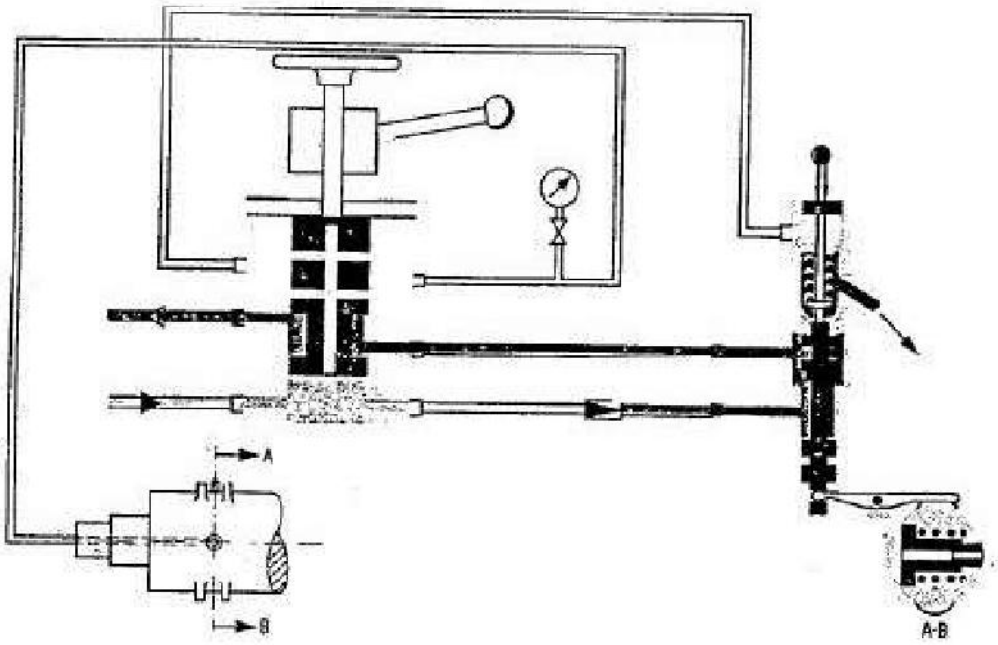
4. The tappet is now properly set with respect to the weight.

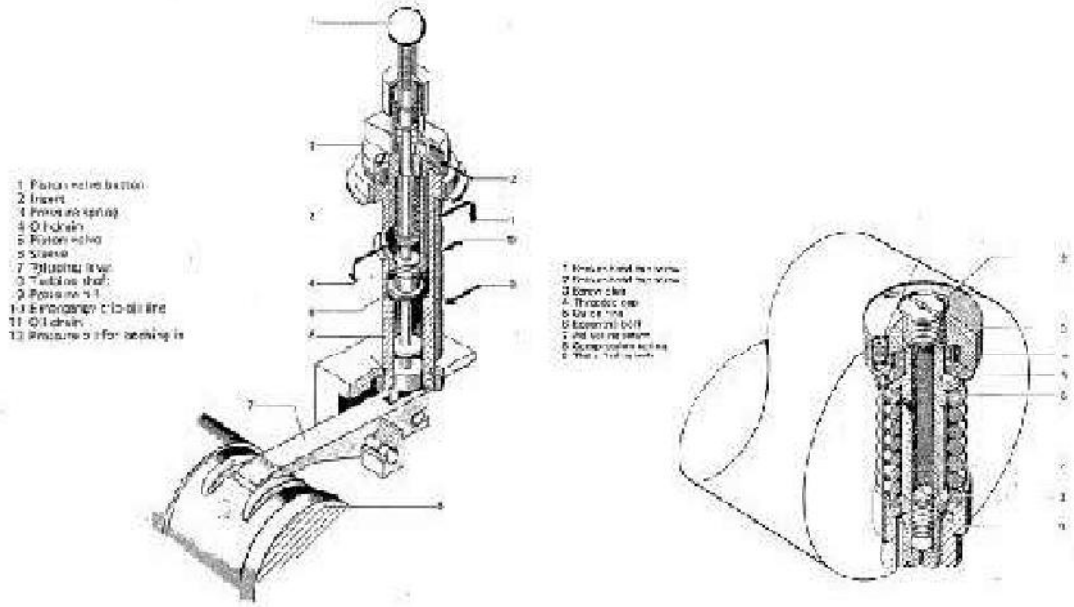
5. Remove the wedge and reinstall the emergency weight spring, spring seat, emergency spring adjusting stud and jam nut. Obtain the proper tripping speed by adjusting the compression on the spring with the emergency spring adjusting stud and lock by means of the jam nut.

لازم به توضیح است که بنابه اهمیت سیستم Over Speedدرمحافظت ازتوربین های بخاراین سیستم ها بایدطبق برنامه های زمان بندی چک شوندتاازکارکردصحیح انهااطمینان حاصل شودبه همین دلیل درتوربوژنراتورهای بزرگ مکانیزمی طراحی می شودکه قادربه تست نمودن این سیستم درحین کارتوربین است وبه انEmergency-Governor Testing Device گفته می شودونحوه کاران به این صورت است که 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

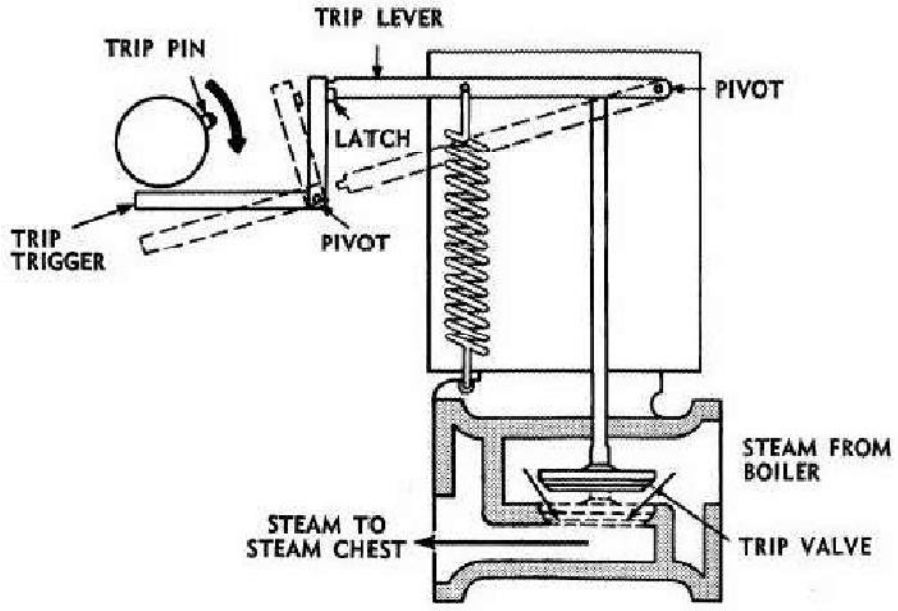
ب-قطع هیدرولیکی- مکانیکی

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 محوروپادیسک 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.



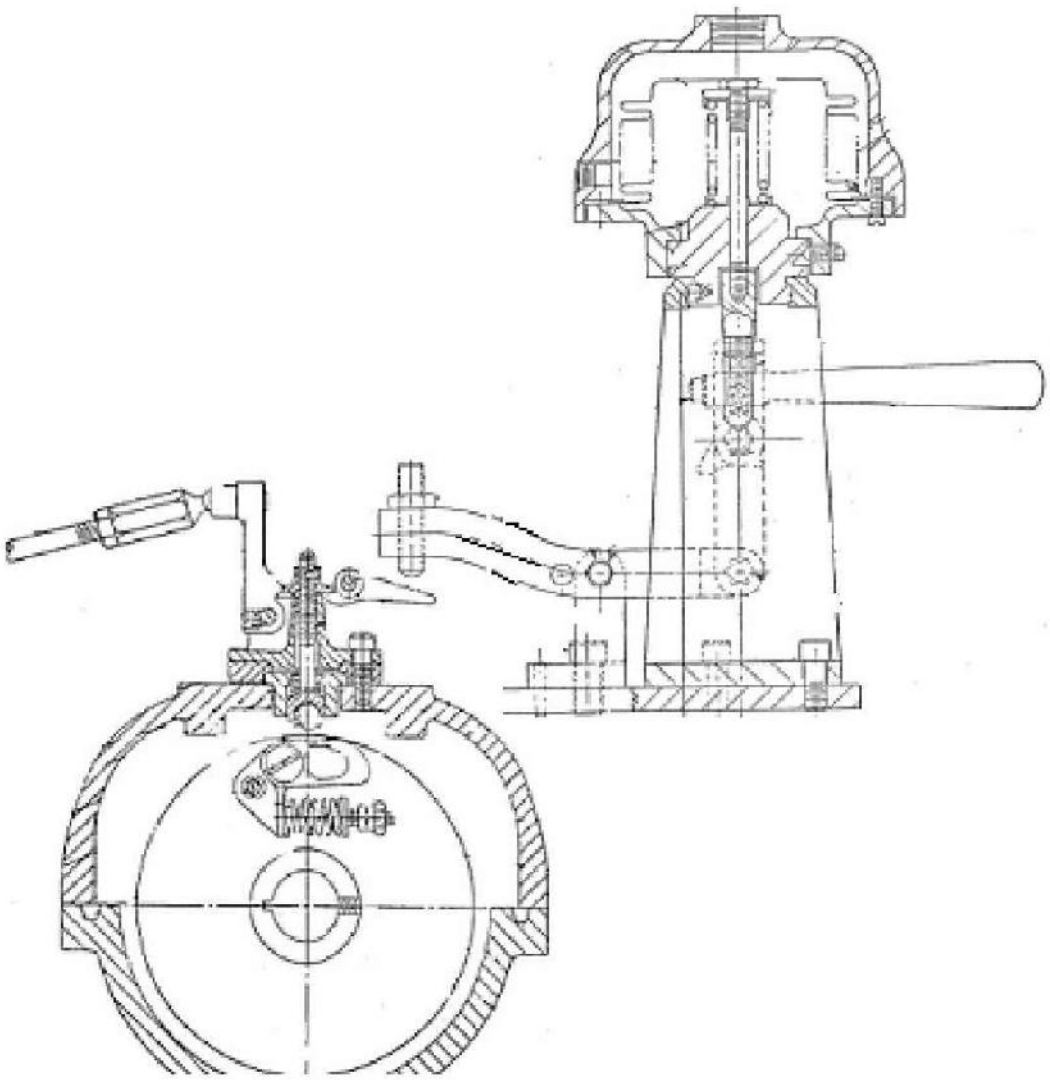
لازم به توضیح است که سیستم های مکانیکی موردبحث فوق که معمولا درتوربین های کوچک استفاده می شود فقط قادرهستند توربین رادربرابردورهای بالامحافظت کنندرصورتی خطرات دیگری نظیر کم شدن فشارروغن لرزش وارتعاشات و.....که باعث خسارت دیدن توربین می شوندوتوربین بایدازسرویس خارج شودبایدازسیستم های هیدرولیکی استفاده 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.

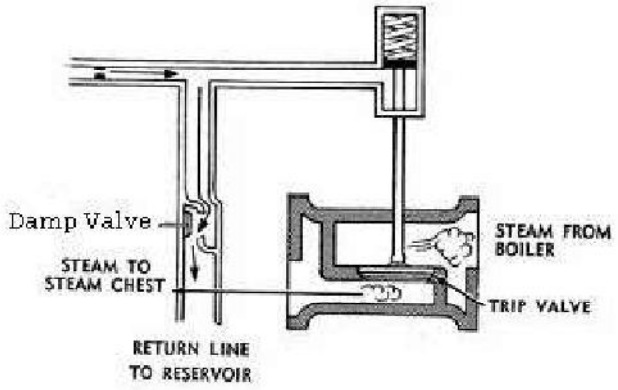
درصفحه بعدیک نمونه ازاین سیستم که عمل قطع اضطراری بخارورودی هم بصورت مکانیکی وهم بصورت هیدرولیکی روی سیستم اهرم بندی ولواضطراری عمل می کند نشان داده شده است.



سیستمTripهیدرولیکی

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 Downاعمال شده ازسیستم های حفاظتی باعث تحریک ان می شودو به ان Selenoid Valveگفته می شودودیگری Hydraulic Trip Valveاست که بصورت مکانیکی هیدرولیکی عمل می کندودرهنگامی که دورتوربین ازحدمجازOver Speedافزایش پیدا کندواردعمل می شودو باعث تخلیه روغن وافت فشارروغن وعمل کردن استاپ ولو وازسرویس خارج کردن توربین می شودتاازایجادخسارت روی توربین جلوگیری شود.

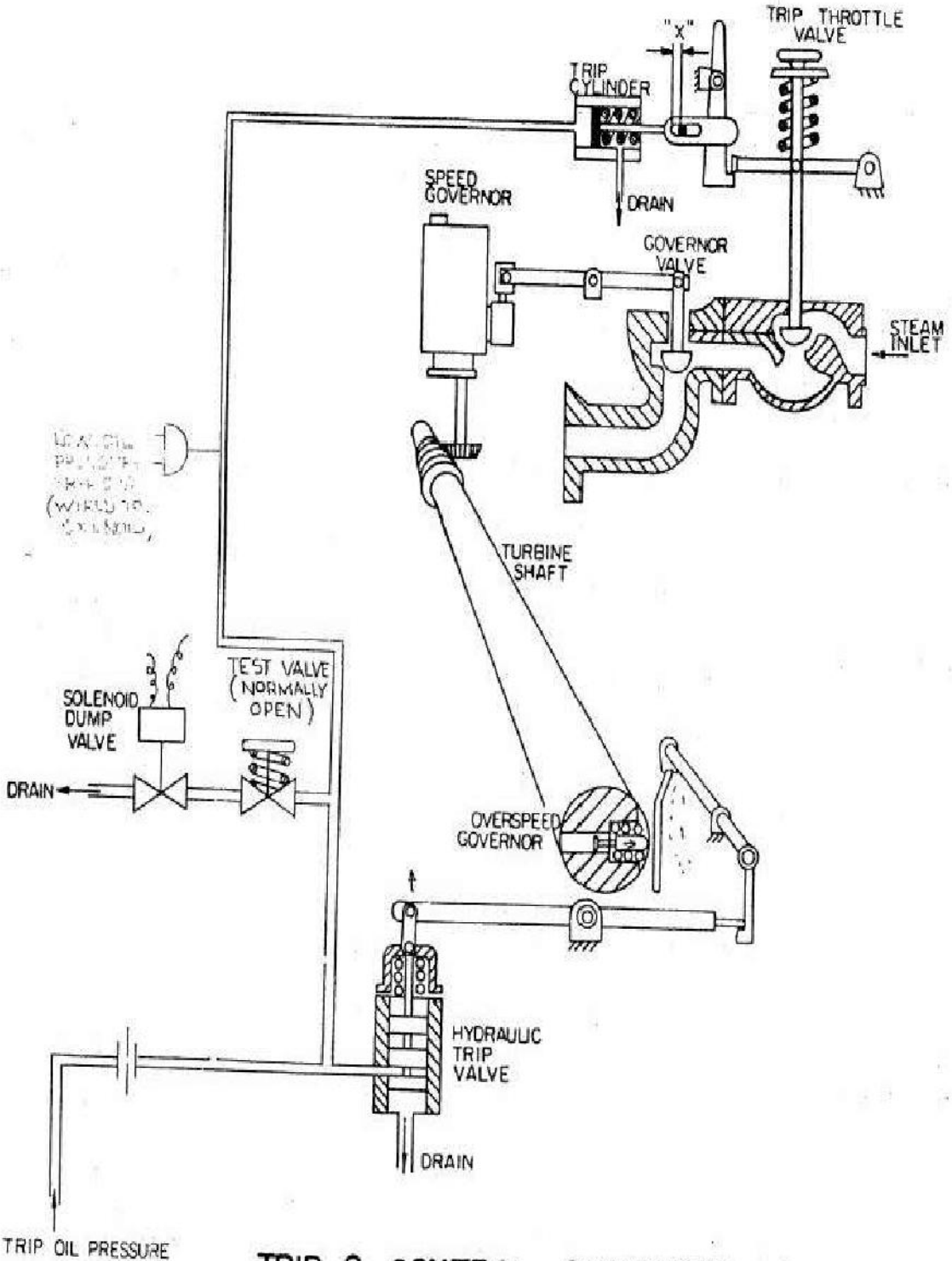
درشکل زیرشمای ساده ای ازیک ولواضطراری که بصورت هیدرولیکی ودراثر کاهش فشارروغن عمل قطع بخاروازدشده به توربین راانجام می دهد نشان داده شده است.



فشارروغن ضامنی را که به پیستون ان متصل است را با دستگیره شیر اضطراری درگیر می کند و باعث می شود پیستون به سمت جلودر کف 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 Tripدر Hydraulic 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 نگیدارنده 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 شودهرگاه 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 مسیربخاروازدشده به توربین و Shut Down توربین می شودعلاوه برموازدفوق دراکثراوقات یک عددPressure Switchنیزروی مسیرروغن روانکاری نصب می شودتادرصورتی که به هردلیلی اعم ازخرابی پاناقان 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 می شوددراین سیستم یک انشعاب۳/٤ اینچ روغن از روغن روغنکاری یاتاقان هاازطریق یک عدداریفیس واردراین لوپ می شودویک شاخه ازان به داخل سیلندر Trip Cylinder هدایت می شودکه باغلبه برنیروی فنرباعث درگیرشدن ضامن اهرم بامکانیزم نگهدارنده Trip Valveمی شودودرصورت کم شدن فشارروغن باعث ازادشدن درگیری ضامن وحرکت ولو دراثرنیروی فنری اعمال شده روی ان ونهایتا قطع جریان بخاربه توربین می شود.

لازم به توضیح است که درمسیرورودی روغن روانکاری به این سیستم یک عدداریفیس نصب می 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 پمپ و.....)مشکلی پیش می آید وتوربین بایدمجبور به Shut Down شود(اعم از اشکالات در سیستم Lube Oil و Seal Oil .سیستمهای پیش بینی شده برای ارتعاشات غیرمجاز محور توربین و گردنده , جابجائی محوری در آنها ,بالا رفتن سطح مایع درSnuberها بالا رفتن درجه حرارت گازخروجی از کمپرسور و .....).فرمان مربوط به انها روی این شیر اعمال می گردد وباعث می شود توربین ازسرویس خارج شود. این ولویک شیربرقی است که دارای یک سلونوئید ویک هسته است که در حالت عادی بسته Energized است وجلوی تخلیه روغن وکاهش فشار روغن رامی گیرد وقتی که Solenoid Valve باز کندیا به عبارت دیگر De – Energized شودباعث بازشدن ولو می شود وروغن از مسیر برگشتی به Reservoir تخلیه می شود و باعث Shut Down توربین می شودبه عبارت دیگرعمل هرکدام ازسیستم های حفاظتی Safety Dvice توربین روی این ولو اثر می گذارندو عمل انها فقط وصل یک مدار الکتریکی و ایجاد یک میدان مغناطیسی در Solenoid است که موجب جذب یا دفع Seal ولو مذکور یا عکس این عملیات می شود . این فرمان ها به وسیله سوئیچ های مربوطه ای می باشدکه درقسمت های مختلف سیستم نصب شده اند ووظیفه انهاحفاظت ازتوربین, سیستم گرداننده وواحدعملیاتی است .

لازم به یادآوری است که قبل از این ولو یک عددTest Valve تعبیه شده است که در مواقعی که لازم باشد Solenoid Valve به هردلیلی مثلاً 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 هرگز نباید در موقع کارکردن توربین بسته باشدزیرادر این صورت کلیه سیستم های حفاظتی و ایمنی توربین از کار می افتند.

لازم به توضیح است که اگرتوربین دراثرOver Speedتریپ کرده باشدباعث ازادشدن ضامن 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 به دلیل Noncondenseبودن هوا باعث شکسته شدن خلا توربین وکندانسوروتشکیل قطرات اب درخروجی 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 بیرون که علاوه براتلاف انرژی و به دلیل نزدیک بودن محفظه یاتاقان ها می تواندواردسیستم روغن شودومسائل زیادی رابوجوداوردکه درقسمت 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:

الف-اب بندهای داخلی که برای جلوگیری ازنشتی های داخلی توربین ازیک مرحله به مرحله دیگرمورداستفاده قرارمی گیرندو روی دیافراگم هاوبالانس پیستون نصب می شوندوتقریبادرتمامی 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

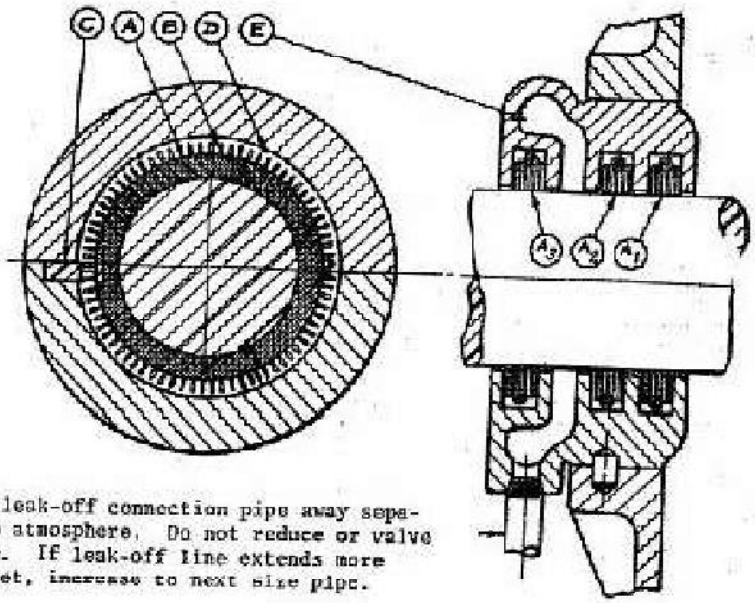
آب بندهای ذغالی بصورت موثر در توربین های کوچک و یاباترکیبی از آب بندهای دندانه ای یالابیرینتی و گاهی اب بندهای آبی در توربین های کوچک و بزرگ مورداستفاده قرارمی گیرند.

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 انهاکناریکدیگرباید دقت 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 وبازروش خاصی تولیدمی شوند.



Drain or leak-off connection pipe away separately to atmosphere. Do not reduce or valve this line. If leak-off line extends more than 6 feet, increase to next size pipe.

معمولا رینگی که درسمت فشار قرارمی گیرد کلرنس ان با شافت کمی بیشتر از رینگ های دیگراست ورینگ های بعدی به تدریج کلرنس یاقی 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 وجوددارد که برای ممانعت از ورود بخارات خارج شده ازتوربین به محوطه بیرون ونفوذ ان به داخل محفظه هوزینگ بریگ 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 ازریز کربن رینگ انتهایی وورود ان به محفظه هوزینگ بریگ 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

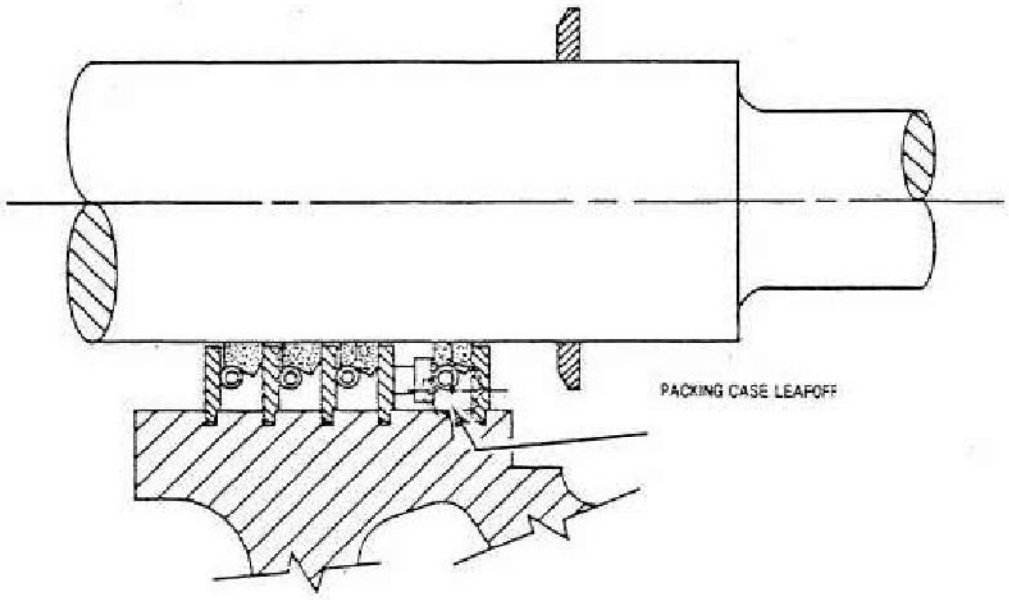
شودوشاخه دیگر به محیط اطراف نشت می کندکه به دلیل بالاتر بودن فشاران نسبت به فشار جو باعث پس زدن هوا وجلوگیری ازنفوذ هوا به داخل توربین می شود.

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 استاتینگ 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 دونکهHorizontal 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 واشرماندی 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 .

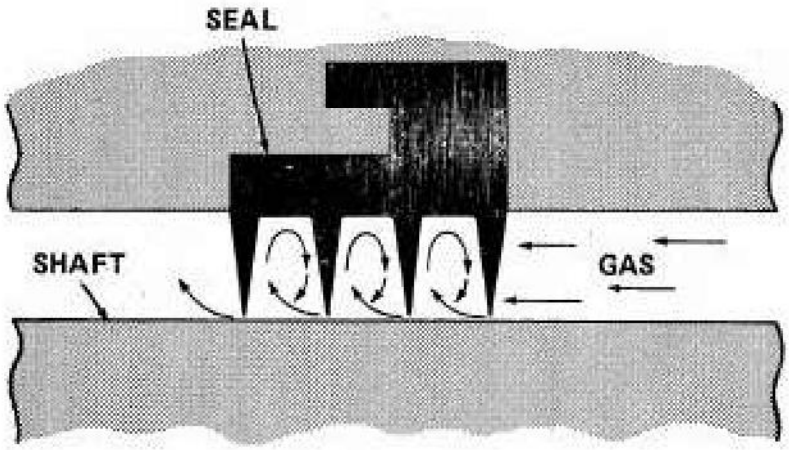
درشکل زیرشمائی ازان نشان داده شده است.



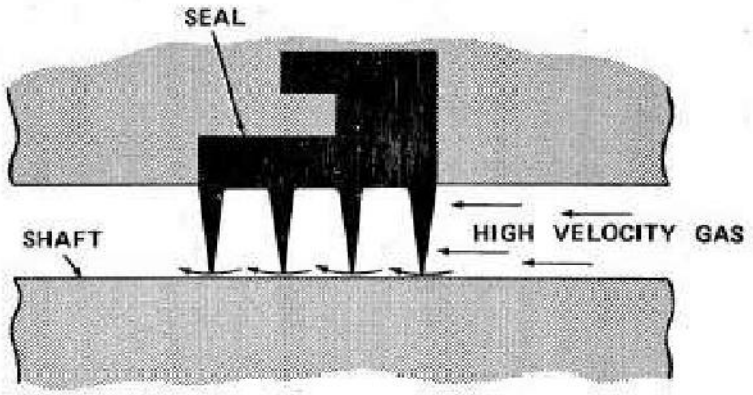
یکی ازمعایب کربن رینگ ها عدم توان دراب بندی انهابرای فشارهای پایین است بطورمثال وقتی توربین درحالت Stand Byقراردارد چون فشارداخل محفظه اب بندی کم است امکان چسبیدن کربن رینگ ها در جداره محفظه اب بندی بطورکامل وجودندارد وباعث می شودبخارازپشت کربن رینگ ها ازداخل گلندتوربین خارج شودوایجادنشتی کند.

اب بندهای فلزی Labyrinth Seal

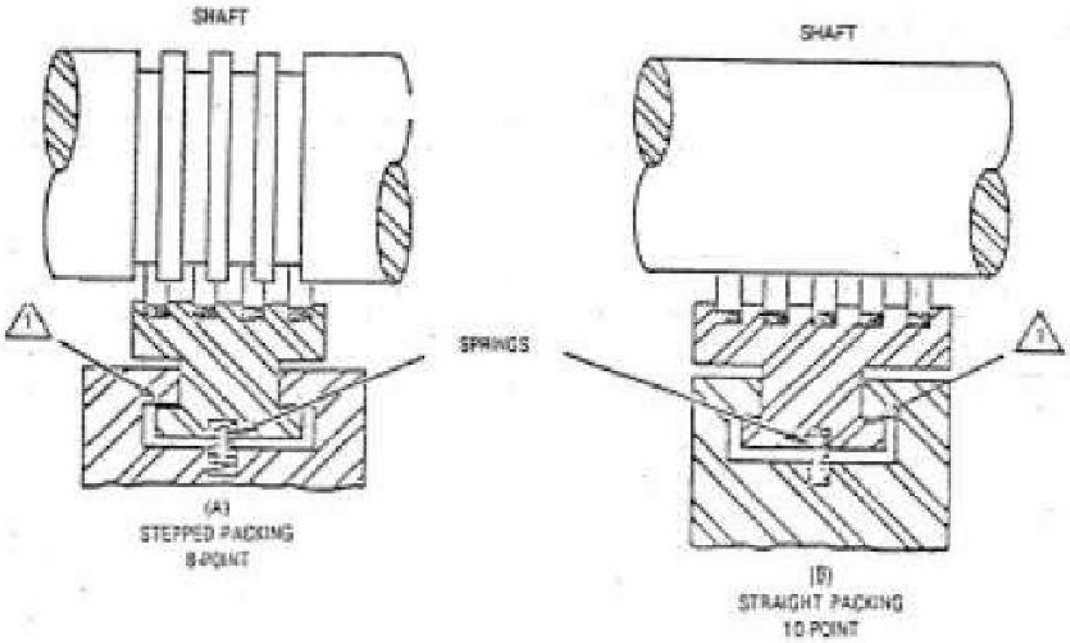
این نوع آب بندهابصورت بوش هائی هستندکه داخل انها بصورت لابیرینتیاددندانه اره ایتیغه های باگام های بلندونازک است و درمحفظه اب بندی نصب می شوند و دارای حداقل فاصله با شافت می باشند سر تیغه ها بسیار نازک ساخته شده است تاچنانچه با محور تماس پیدا کردند بدون اثر گذاشتن بر محور خودشان از بین بروند.جنس این نوع 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.



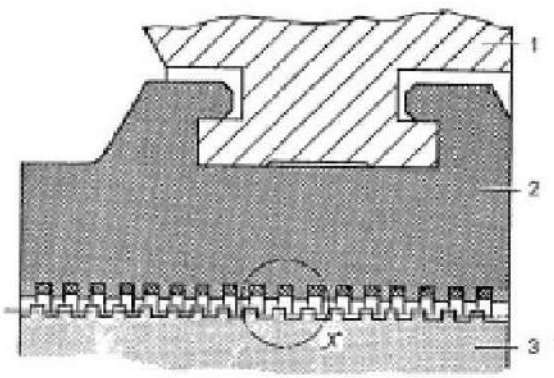
همینطورکه درشکل فوق ملاحظه می شوداصول کاراین نوع اب بندها به این صورت است که بخار درحین خارج شدن ازفریزندانه هاشروع به چرخیدن می کندوباعث ایجادجریان های چرخشی Eddy می شودکه این جریانات چرخشی باعث افت فشارزیاددرفاصله بین لابیرینت هادرطول لابیرینت شده وبصورت یک مانع از خروج بخارات جلوگیری می کند.البته 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 باشدیا خیلی 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 .

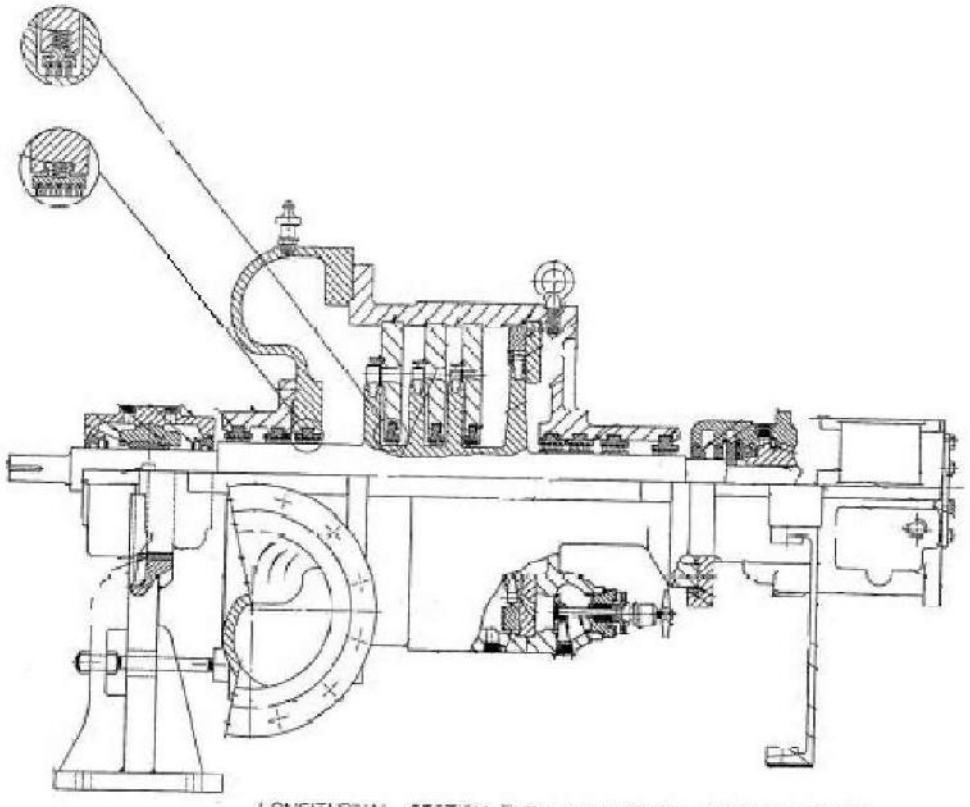


در بعضی از طراحی ها نیز لابیرینت ها بصورت پله دار(دندانه های کوتاه وبلند)ساخته می شوند تا افت فشاربیشتری دربرابرمسیر حرکت بخار بوجوداوردوکارائی سیستم بالا تربرده شودودربعضی طراحی های دیگر نیز روی محورهم شیارهائی تعبیه می شود که باعث افزایش راندمان سیستم اب بندی می شود .همچنین دربعضی ازطراحی های دیگربرای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



معمولا لابیرینت های باقطرمتوسط بصورت کمان هائی ازدایره وبصورت دوياچند 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.

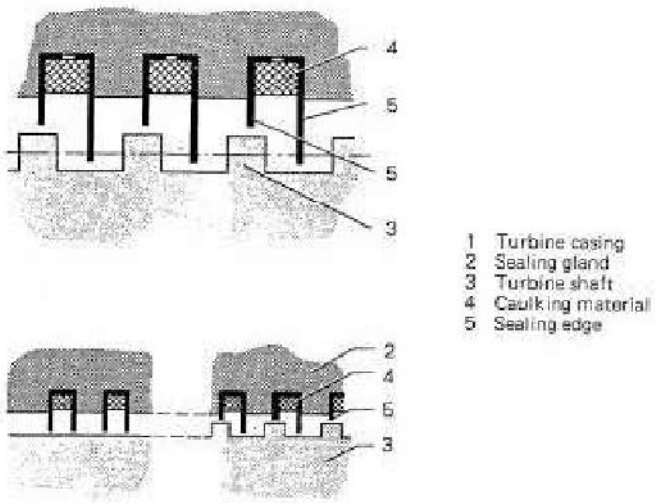
درشکل زیرشمائی ازمحل قرارگیری لابیرینت های داخلی وخارجی دریک توربین چندمرحله ای نشان داده شده است.



LONGITUDINAL SECTION THRU MULTI-STAGE STEAM TURBINE

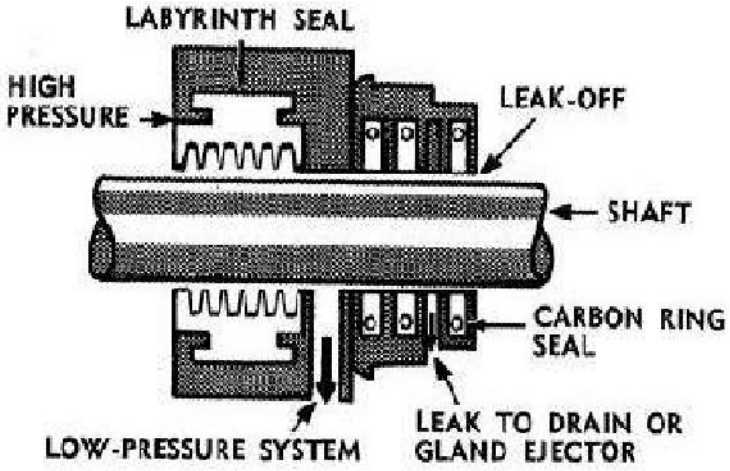
درجاهائی که قطرمحورزیاد است ونیازبه استفاده ازلابیرینت باقطرزیاداست وامکان استفاده ازلابیرینت های بوشی به دلیل محدودیت مکانی یا....وجودنداشته باشدمثل توربوژنراتورهای بزرگ لابیرینت ها بصورت تیغه ای Caulking Seal روی محوریابدنه نصب می شوندوباخم کردن انهاوقراردادن انها درداخل شیارهائی که دربدنه توربین ویا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

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



1 Turbine casing
2 Sealing gland
3 Turbine shaft
4 Caulking material
5 Sealing edge

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.

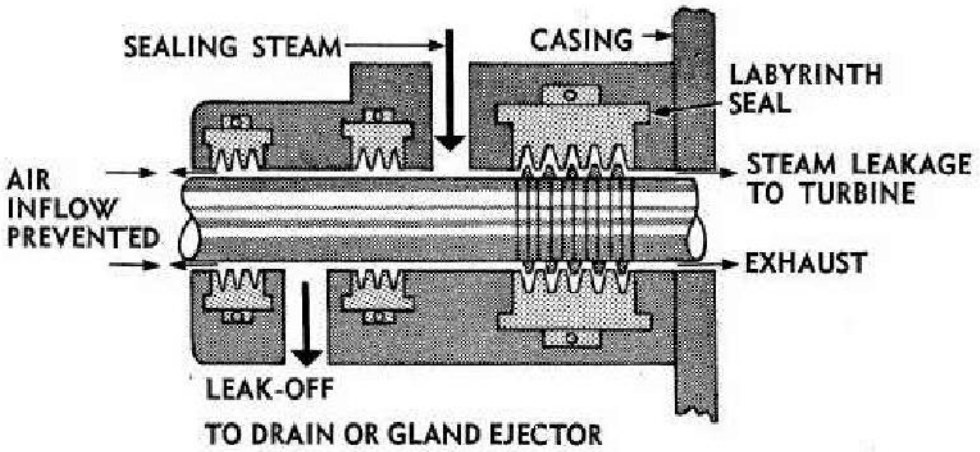


همانطور که قبلا نیز اشاره شدلابیرینت ها درتوربین های بخار بزرگی که فشارخروجی انها کمترازفشارجواست علاوه برممانعت از خروج بخارداخل توربین به سمت بیرون درقسمتHigh Pressure برای جلوگیری ازنفوذ هوا به داخل توربین درقسمت Low Pressureنیزاستفاده می شوند.باعنایت به فاصله ای که بین لابیرینت ومحوروجوددارداابیرینت 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:

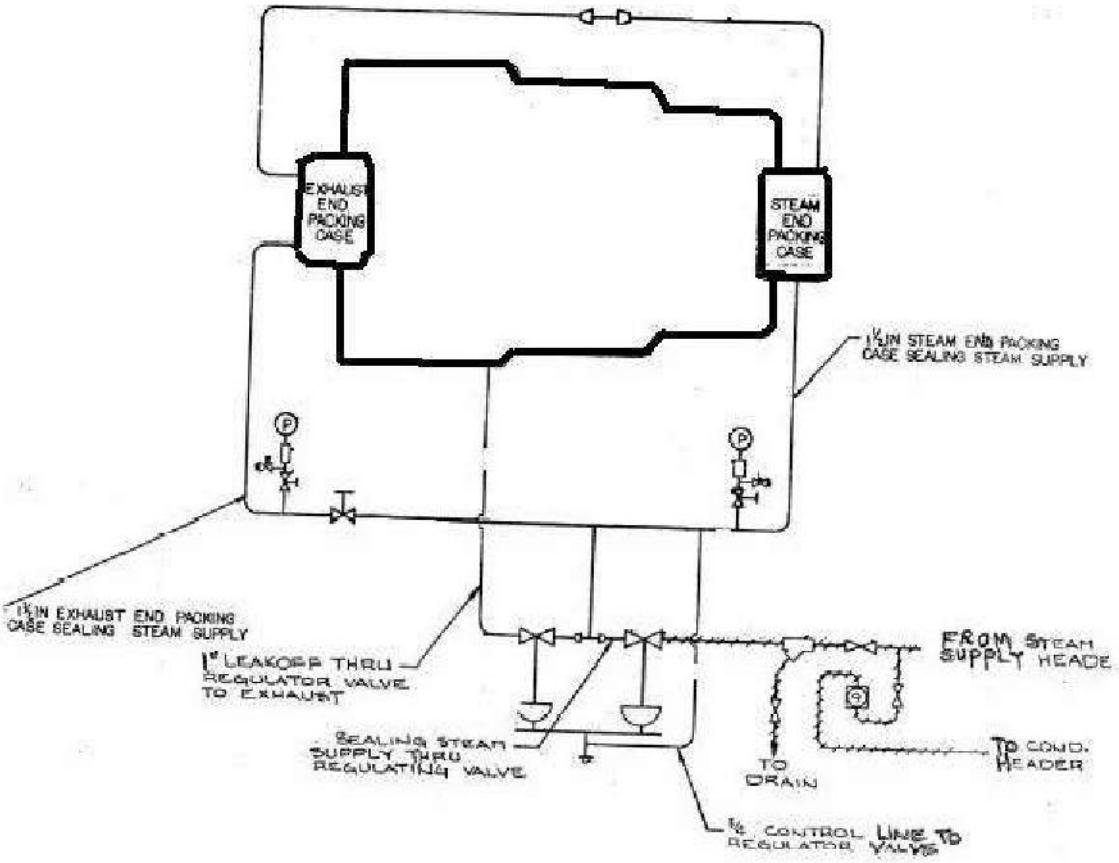
با توجه به پایین بودن فشارخروجی توربین های کندانسوردارامکان خروج بخارازقسمت تحت خلا توربین به سمت بیرون نیست وچون فشار جو بیشترازفشاردلخل توربین است باعث می شودکه هوا وارد توربین شودو باعث شکسته شدن خلا توربین شود که می تواندباعث کاهش راندمان توربین وتشکیل رطوبت وقطرات اب وخوردگی روی پره های توربین وهمچنین 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 شود که دران شرایط چون به اب مقطرتبدیل می شود و کاهش حجم پیدامی کندو جای زیادی راشغال 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 توربین باید 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 شودکه معمولا در این مرحله بخارازمنبع دیگری تامین می شودکه به ان سیستم بخار کمکی گفته می شود و پس از افزایش فشار 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 اندازی شدودرسرویس

قرار گرفت توسط دوعـدد کنتـرل ولـو کـه شـامل Pressure Reducer و Pressure Regulator اسـت کـه بطوراتوماتیک بخار کمکی که از منبع خـارجی واردکلنـدمی 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 ونوسط رگولاتورولو هاروی فشار مورد نظر تنظیم می شوند)تامین می شود.

درتوربین های متوسط وبزرگ بخارانی 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 رابوجوداورد که ذیلا به انهااشاره می شود.

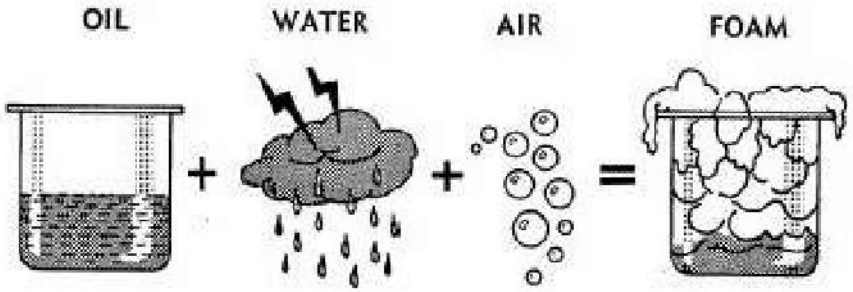
مسائلی که دراثرورواب به داخل روغن بوجودمی اید

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

۲-اب بامواد شیمیائی مخلوط می شود وباعث خوردگی می شود

۳-اب مخلوط شده باروغن تشکیل یک محلول چرب وغلیظی 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

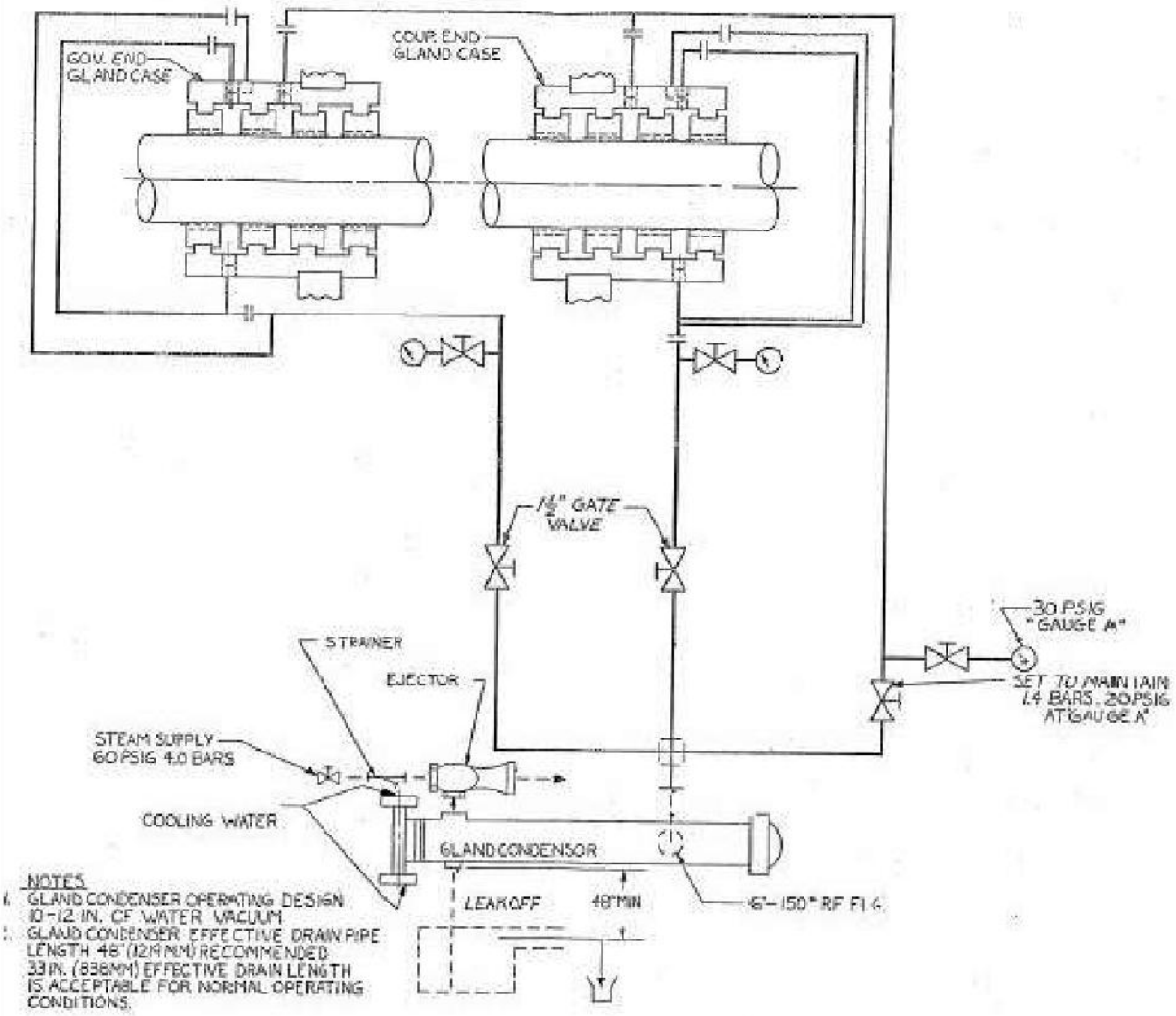
الف-منتقل کردن بخارات به محیط بیرون ازطریق لاین تخلیه Drainدرتوربین های کوچک یاموادی که فشاربخارات خروجی پایین ومقدارنشتی کم است ولی به هرحال دراین روش باعث اتلاف بخار می شود.

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 شودواز هدررفتن بخارات جلوگیری می شودکه البته این مسیرتوسط یک عدد والو کنترل می شودکه درصورت بیش ازحدباربودن ولواین مسیرامکان وارد شدن هوا به کند انسور اصلی ازلزیرسیل 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 شودواز خارج شدن ان ازطرفین توربین وورودانها به داخل هوزینگ برینگ ومخلوط شدن ان با نروژن 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 زبافشار کمتر(۶۰ پوندی) منتقل می شودکه می تواندبرای مصارف دیگری مثل گرمایش ,استفاده دراژکتورهای گلندکندانسورو.....مورداستفاده قرارگیردوبخش دیگربخاراتی که پکینگ های قبلی 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 معمولابابجاربافشار ۶۰پوندکارمی 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.

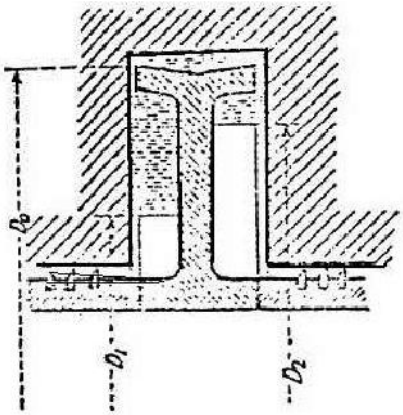
اب بندهای هوائی:

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 شودوبان 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 خلاء 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 نشده باشندممکن است پس از گرم شدن توربین نیزنشتی کم نشود.

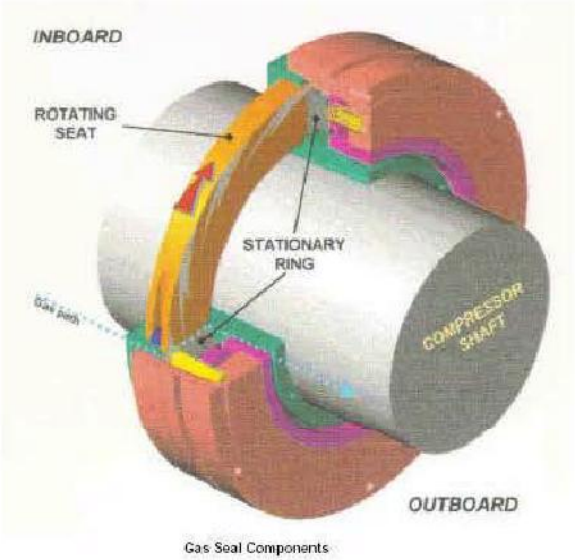
اب بندهای خشک Dry Gas Seal

با توجه به اهمیت انرژی وجلوگیری ازتلفات ان واجتناب ناپذیربودن نشتی های بخار باسیل های نوع قدیمی وهزینه های بالای تهیه بخارومسائل ومشکلات ناشی ازورودان به محفظه هوزینگ بریتگ 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 با این تفاوت که سطوح اب بندی مکانیکال سیل ها روی فیلم بسیارنازکی از مایع می چرخندوارتماس مستقیم سطوح اب بندی جلوگیری می شودولی درDry Gas Sealهابه دلیل عدم امکان روغنکاری سطوح تماسی توسط بخاراب یاگازهاعمل 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 بندی گازهای وبافشار بالا(بصورت دوتایی وپشت سرهم Double Tandem) در کمپرسورهای گریزازمرکز وهم درتوربین های بخار مورد استفاده قرارگرفته اند.

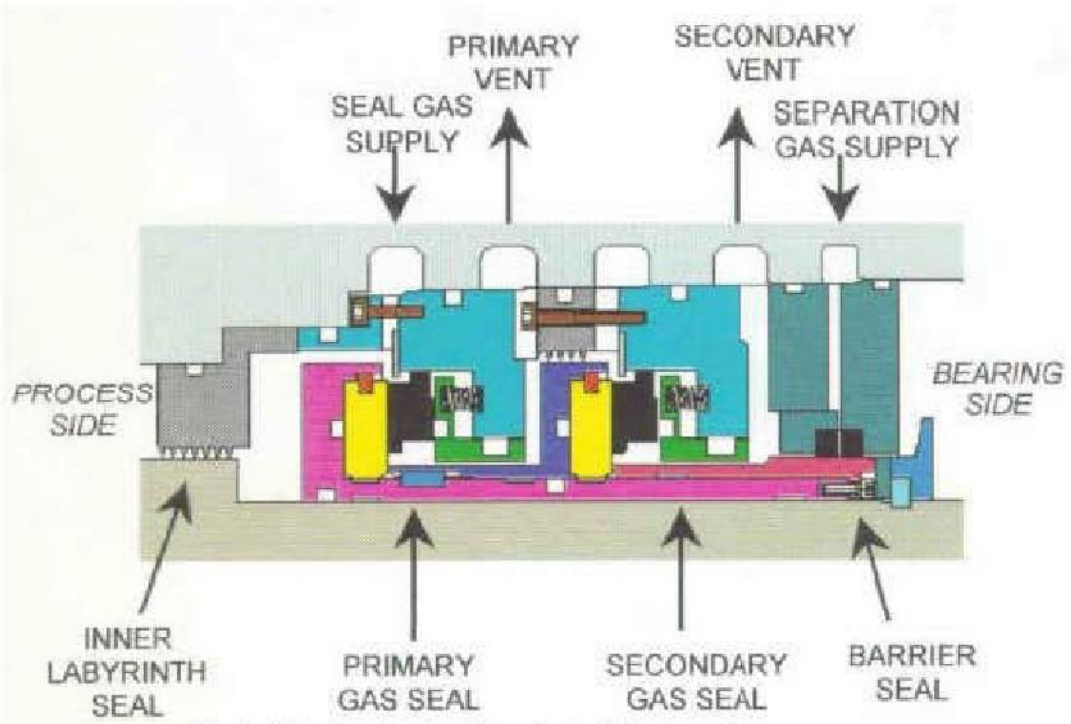
درشکل زیرشمائی ازیکDry Gas Sealنشان داده شده است.



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 گازیابخارباا 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 قرارگرفتن سطوح اب بندی می شودوازنشتی ممانعت می شود.

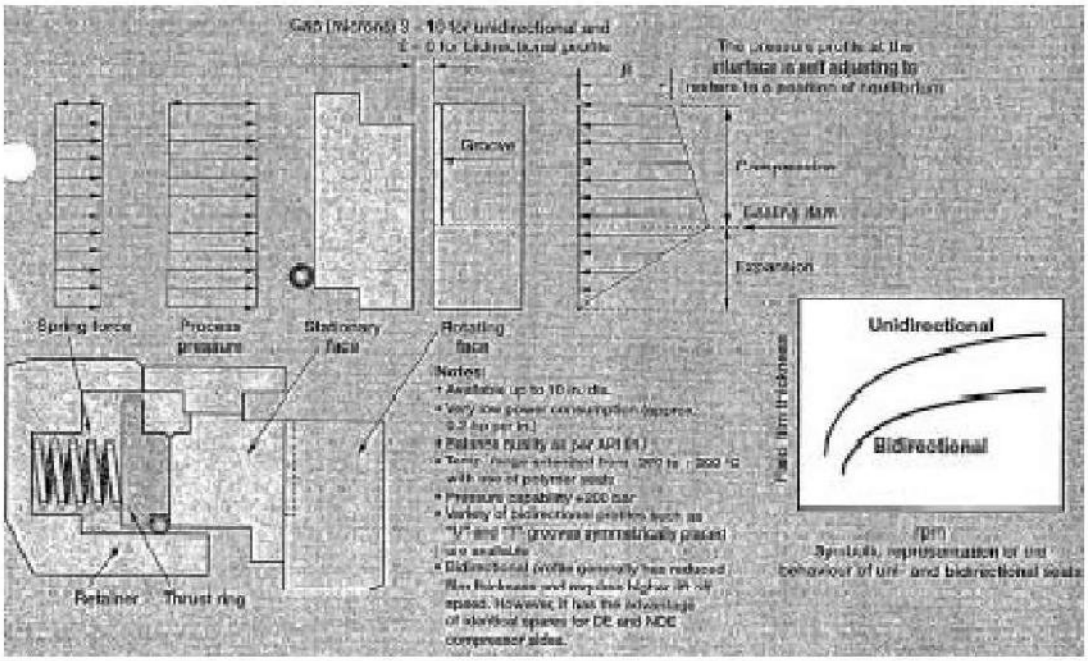
این نوع سیل ها باارایش های تکی وچندتائی بصورت پشت سرهم یاپشت به پشت هم مورداستفاده قرارمی گیرندکه درزیریکی ازاین ارایش هانشان داده شده است.



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 گازیابخارداخل 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 دوربوربین 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 مقداربارواردشده 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 شودو گاورنردرجهت بازنمودن گاورنرولو عمل می کند واجازه واردشدن مقداربیشتربخاربه توربین جهت ازدیاددورداده می شود.

به نوسانات ایجادشده دردورتوربین درحین برداشته شدن باراز روی 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 باراز روی توربین برداشته می شوداندازه گیری می کنندبطورمثال اگرتوربین با3000دوردردقیقه درحال کارباشد وبطورناگهانی باراز روی 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 ازحدچنددرصدفراترودامکان 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

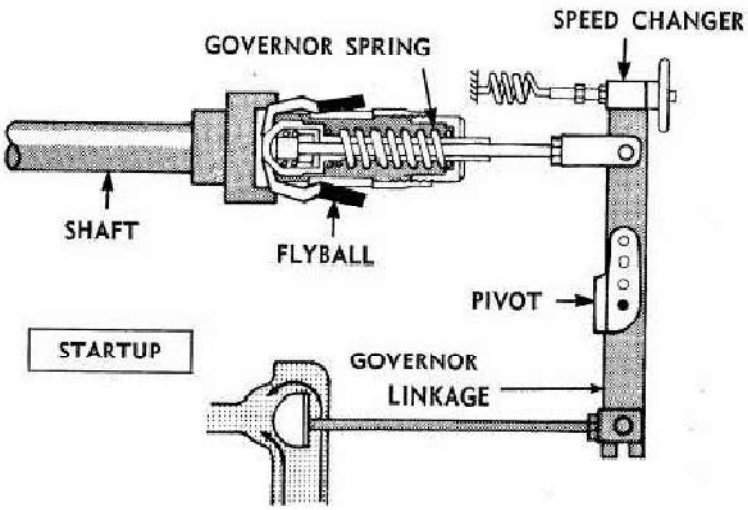
که ذیلا به شرح اصول کاروساختمان هرکدام ازانهامی پردازیم.

گاورنرهای مکانیکی

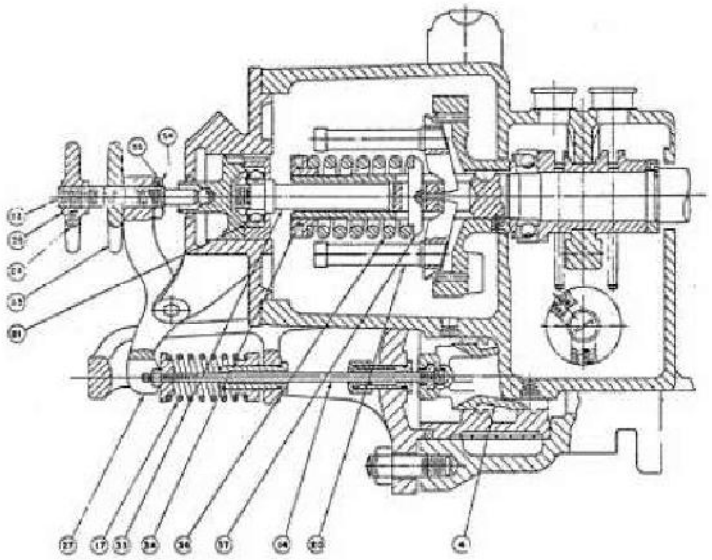
عملکرداین نوع گاورنرهابصورت مکانیکی وبراساس تعادل نیروهای مکانیکی گریزازمرکزناشی ازحرکت دورانی وزنه های گاورنرکه روی محورنصب شده اندوبان می چرخندونیروی فنراست که این دونیروبرخلاف جهت یکدیگرعمل می کنند. ساختمان کلی این نوع گاورنرها شامل دو وزنهFlyball ویک فنر Springاست که پشت ان نصب می شود وازبازشدن وزنه 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 شودگاورنر ولومسیرورودی بخاررا کاملا 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 بندتا مقدار جریان بخاری که واردتوربین می شودراکم کند و وزنه ها رامجددا جمع می کندوقتی 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 کندتامجددااتعادل 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.



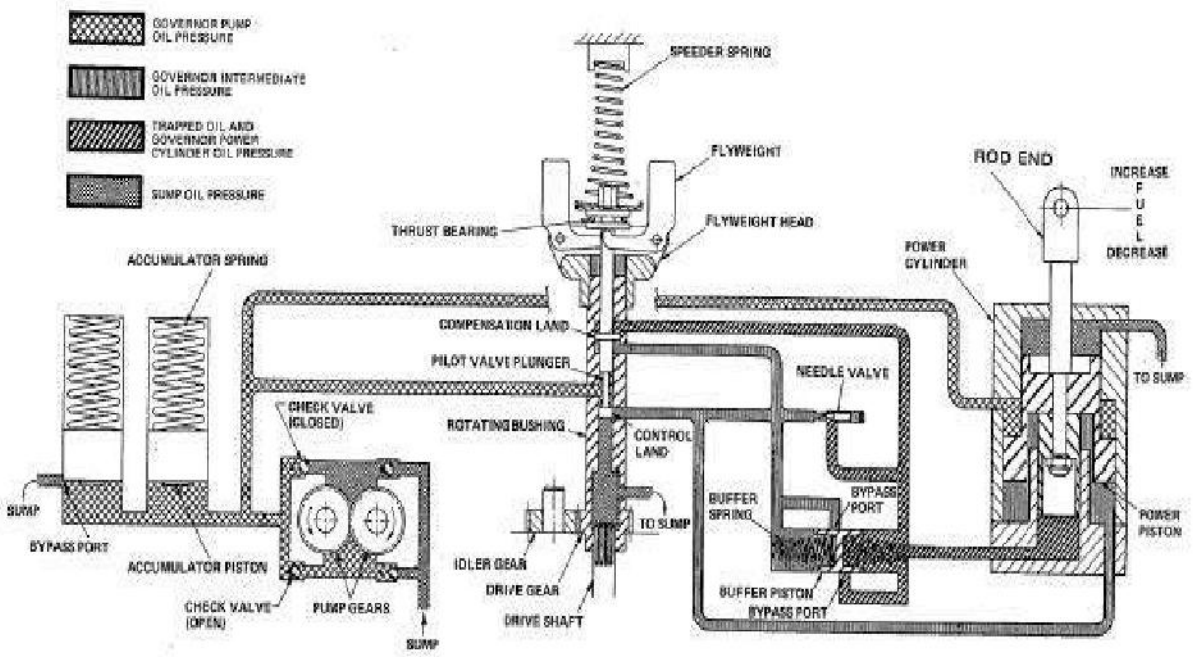
مکانیزم تغییردور گاورنرهای مکانیکی

تغییردوردرگاورنرهای مکانیکی بصورت دستی انجام می شودو قادربه تنظیم دوردرحدود ۲۰درصدرنج 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 بازبایسته 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 بخاروروردی 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 اخر کتاب 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 بخار دارد. هرچه فشار ودرجه حرارت بخار خروجی کمتر باشد توربین انرژی بیشتری رااز بخاردریافت می کندو در نتیجه توربین توان بیشتری را تولید می کند بطور مثال اگر بخار با ۶۰۰ پوند فشار به توربین داخل شده و با ۶۰ پوند فشار خارج شود طبعاً انرژی کمترو در نتیجه توان کمتری به توربین می دهد تا اینکه بخارات خروجی بوسیله سیستم خلاء مکیده شود بدین لحاظ درتوربین های چندمرحله ای باقدرت های متوسط وبالابرای بهره گیری بیشترازانرژی بخارتوربین های باخروجی خلا طراحی می شودتاعلاوه برموازدفوق امکان تبدیل بخاربه اب مقطروبرگشت ان به بویلرها نیزفراهم گردد.

اجزا سیستم خلا

سیستم خلاءشامل 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 دوم2 nd 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.

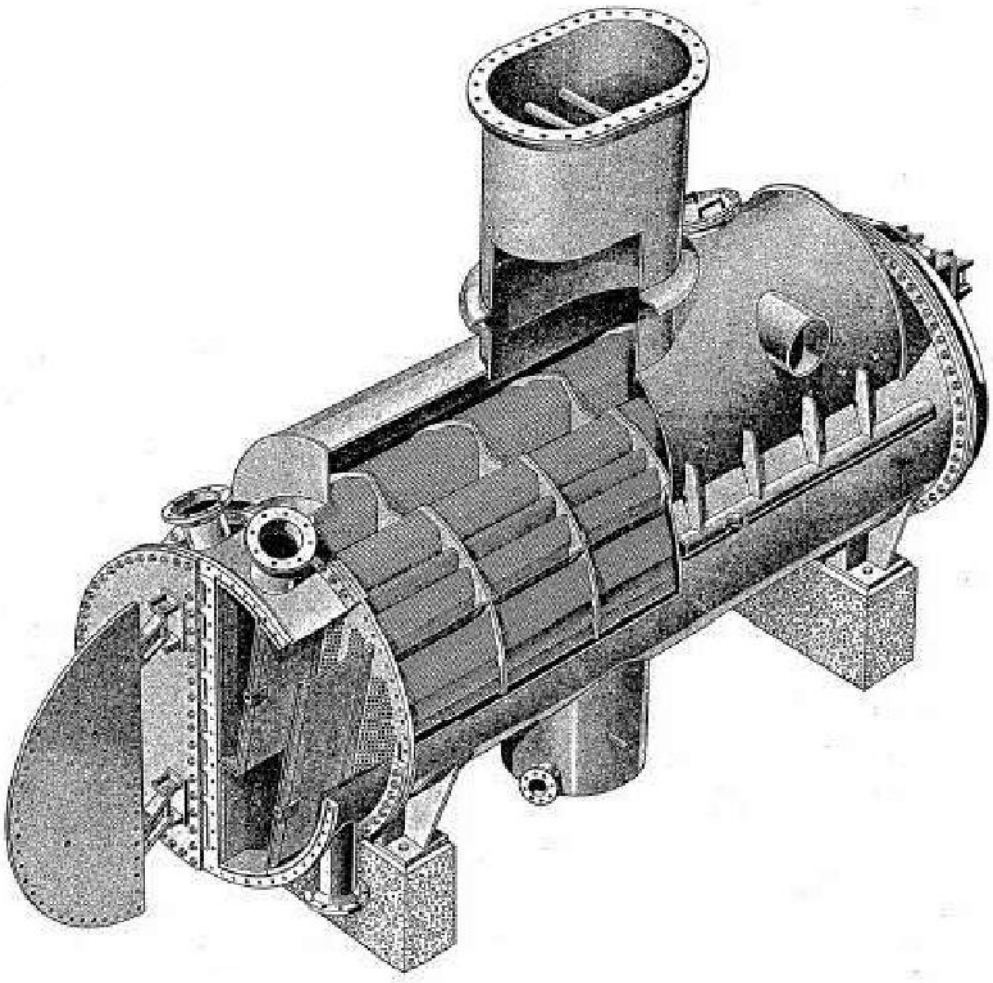
وظایف کندانسور در توربین ها ی بخار

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 (خلادداخل کندانسور بین ۰،۰۳ تا ۰،۱۵ Bar 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.



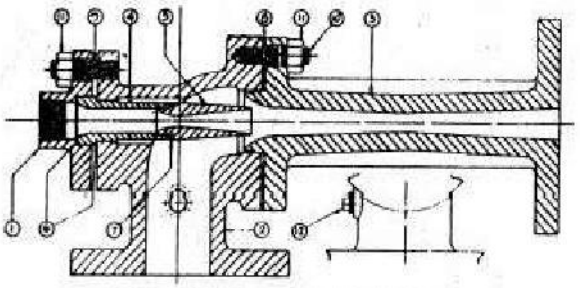
درسیستم خلاتوربین های بخارمعمولاازدودستگاه کندانسوراستفاده می شودکه یکی ازانبابخارات خارج شده ازتوربین را به اب مقطرتبدیل می کندوکندانسوراصلیMain-Surface Condensor نامیده می شودکه به دلیل بالابودن حجم بخارات خروجی از توربین حجم ان خیلی زیاداست ودیگری به عنوان کندانسورهایInter&After Condensor کمکی هستندکه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

دربعضی ازطراحی هاInter&After Condensorدرداخل 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 شوداز اژکتورهااستفاده 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 کند. دراژکتورهای کوچک که بابخاربافشار پایین کارمی کنندبخارات خارج شده ازاژکتوربطرف محیط بیرونVentمی شودولی دراژکتورهای بزرگ که بافشارهای بالاکارمی کندبه دلیل زیادبودن حجم بخارات عبوری ازاژکتورVentکردن بخارات مقرون به صرفه نیست اگرفشارخروجی ازاژکتوردرحدمناسبی باشدبخارات خارج شده واردشبکه بخارمناسب بان 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

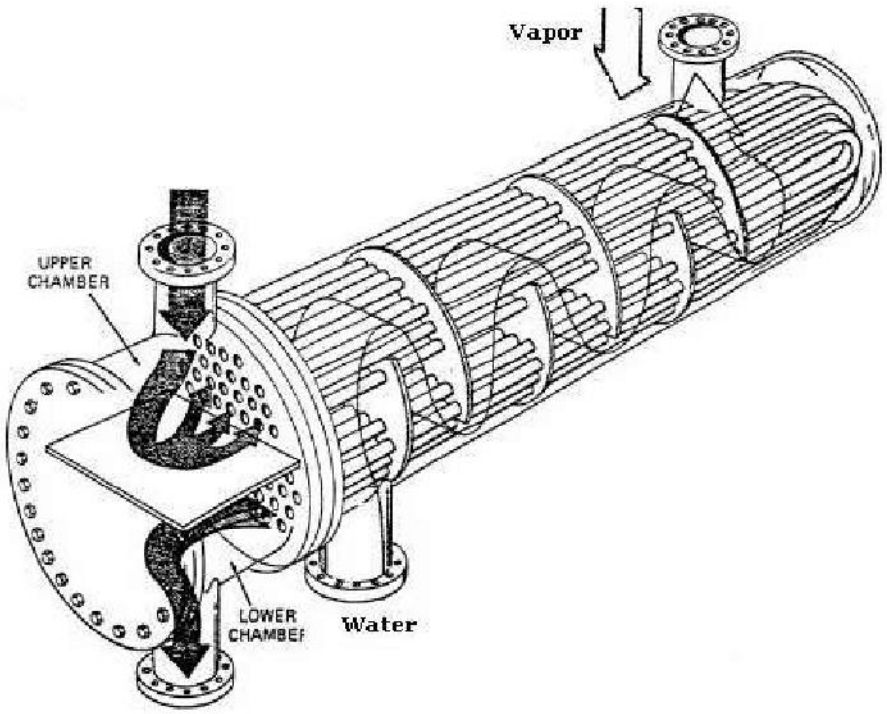
لازم به توضیح است که قبل ازدرسرویس قراردادن اژکتورهاتوسط لاینDrainکه درمیسرلوله کشی بخاروروی به ان قراردارددبایدمایعات مسیرخارج شودو بخارخشک وارداژکتورشوددرغیراین صورت باعث Erosionوخوردگی درجداره های بدنه اژکتورمی شودو باعث می شودکارائی ان ازدست برود.همچنین وقتی که اژکتوردرسرویس قراردارددبایدتله بخارSteam Trapمربوط به ان نیزدرسرویس قرارداده شودتاذرات احتمالی اب نیزگرفته شودوبخارخشکSuper Heatوارداژکتور شودوهمچنین بانصب صافی 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 گیرندبخارات خارج شده ازآنها مستقیماً به آتمسفر Vent می شودوبه منظورایجاد خلاء در شرایط اضطراری یا به منظور ایجاد سریع تولیدخلاء در کندانسوراصلی از این اژکتور هااستفاده می شود. این اژکتور مستقیماً روی Shell مبدلSurface Cond. نصب می شوند و سریعاًبخارات Non Condenseوهوای همراه باآن را به آتمسفر تخلیه می کنند. در موقع استفاده ازHogging Ejector باید ارتفاع سطح آب داخل Boot کندانسوراصلی کنترل شود چون در این حالت Condensate برگشتی بهBoot قطع می شود.پس ازایجاد خلاودرسرویس قرارگرفتن توربین Hogging Ejectorازسرویس خارج می شوندواژکتورهای مرحله اول کارتخلیه بخارات همراه با هوای داخل کندانسورانجام می دهند.

اصول کارکندانسوراصلی Surface Condenser ووظیفه اژکتورهای مرحله اول

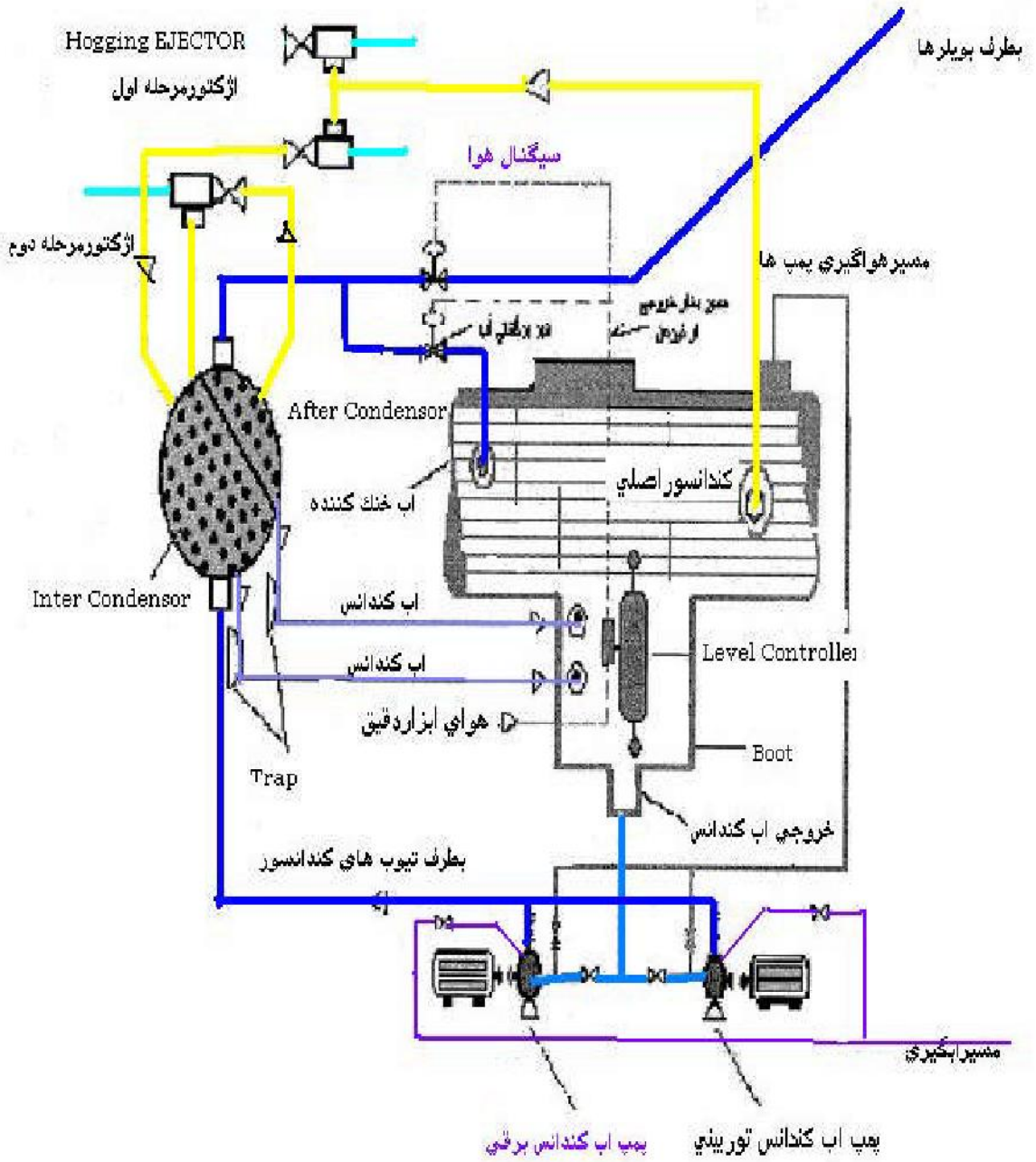
جهت ایجاد خلا وتبدیل بخارات خروجی از توربین و تبدیل انها به آب مقطر از کندانسور استفاده می شود.ساختمان کندانسوراصلی دقیقا مشابه یک مبدل حرارتی Heat Exchangerاست که ازتیوب های داخلی ان اب خنکCooling Water عبورداده می شود و بخارات خروجی از توربین از طریق یک لوله بزرگ به داخلShell کندانسور وارد می شود و درانرماس باسطوح سردتیوب های Surface Cond. وتغییرجهت هائی که توسط Baffle های داخل کندانسور انجام می شودبخارات به مایع تبدیل می شوند(تغییرفازمی دهند)که این تغییرفاز باعث کم شدن حجم بخار وتولیدخلامی شود که در بعضی نیروگاهها این فشار تا حدودنیم PSI نیزمی رسد.



بخارات مایع شده در مخزن پائین کندانسورBoot جمع اوری می شوندوسپس توسط پمپ های اب کنـدانس مجددابه طرف بویلرهاپمپازمی شوندومجددابه سیکل اصـلی تولیـدبخاربرمی گـرددو بخـاراتی کـه در ایـن مرحله مایع نشده انـدNon Condense ازقسـمت بـالای کندانسـوربطور مـداوم توسـط ازکتورهـای مرحلـه اولFirst Stage Ejector مکیده می شوندوازداخل کندانسـورتخلیه مـی شـوندوبه همـراه بخـارات عبـوری ازازکتور واردقسمتShellمبدل حرارتی دیگری به نامInter Condensorمی شوند.

ارتفاع آب در قسمت Boot بطور اتوماتیک توسط یک سیستم ابزاردقیقی بطوراتوماتیک کنترل می شـوداین کنترل کننـدهController روی دو کنترل ولو فرمان می فرستد. کنترل ولو اول به نام Recycle Valveاسـت 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 مـی کنـد Reverse Actingو کنتـرل ولودوم Over Board Valve نامیده می شود ودر صورتی که ارتفاع آب از حد تنظیم شـده بـالاتر رود ایـن ولووارد عمل می شود و مقداری ازاب Condensate را از سیستم خارج می کندوبطرف بویلرهای تولیدبخاریا

.....می فرستد برعکس کنترل ولوقبلی عملکرد ان مطابق عمل ارتفاع آ ب است یعنی وقتی که ارتفاع اب داخلBootبالا می ایدکنترل ولو باز می شود ووقتی که ارتفاع آب پائین می رودولو می بندددبه عبارت دیگر Direct Actingعمل می کندهمچنین این سیستم به یک سیستم هشداردهنده ارتفاع زیاد Boot High Liquid Level Alarmمجهز شده است که وقتی ارتفاع نرمال آب درداخلBootبه فاصله معینی ازته آن می رسد عمل می کندونقرات عملیات رااز بالامدن ارتفاع اب داخل کندانسورباخبرمی کند.



لازم به توضیح است که درصورت افزایش زیادازحدارتفاع اب داخل کندانسور جریان بخارداخل کندانسور که 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 حدود۳/٤ 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 ازBootکندانسوراصلی 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 معمولاً یکی از آنها در سرویس می باشد ودیگری به عنوان یدک است و اژکتورهای مرحله دوم یاثانویه نامیده می شوندبخارات را به داخل After 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 بخار ۳۰۰ پوند کار می کنند و بخار مصرفی انها به انضمام بخارات مربوط به Inter Cond به داخل Shell مبدل Aftter Cond وارد می شوند.

After Condenserونحوه عملکرد ان

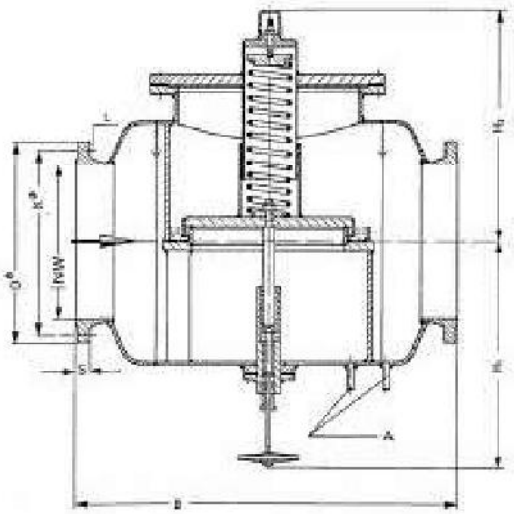
بخاراتی که در قسمتInter Cond به مایع تبدیل نشده اند به وسیله اژکتورهای مرحله دوم که معمولاً یکی از آنها در سرویس ودیگری اماده به کارمی باشد به همراه بخارات خروجی از اژکتورمرحله دوم به طرف Shell مبدل After Cond مکیده می شوند بخارات مایع شده بوسیله سیستم Trap بهBoot مبدل. Surface Cond برگشت داده می شوند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

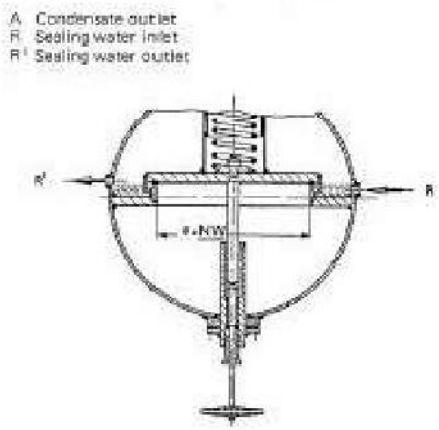
شیراطمینان PSV

چون سیستم.Surface Cond و متعلقات آن برای حالت خلاء طراحی شده است فشار گرفتن کندانسور بسیار خطرناک است. به منظور اجتناب از شکسته شدن خلاء و فشار گرفتن سیستم و بخصوص.Surface Cond یک شیر ایمنی در نظر گرفته شده است که مستقیماً 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 خلاء 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. ضمناً 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 کاملاً 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 مثلاً بعد از لرسرویس 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 صفرتا ٤٠ پاوند در ساعت مدرج شده است که بانصب Quick Opening Valve به راحتی می توان مقدار هوای عبور نموده یامیزان شکسته شدن خلاء را تنظیم نمود. در موقع شکستن خلاء باید عملیات بآرامی انجام شود و سرعت ورود هوا به سیستم روی نشان دهنده هرگز نباید Top Scale شود. سیستم فوق مستقیماً 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