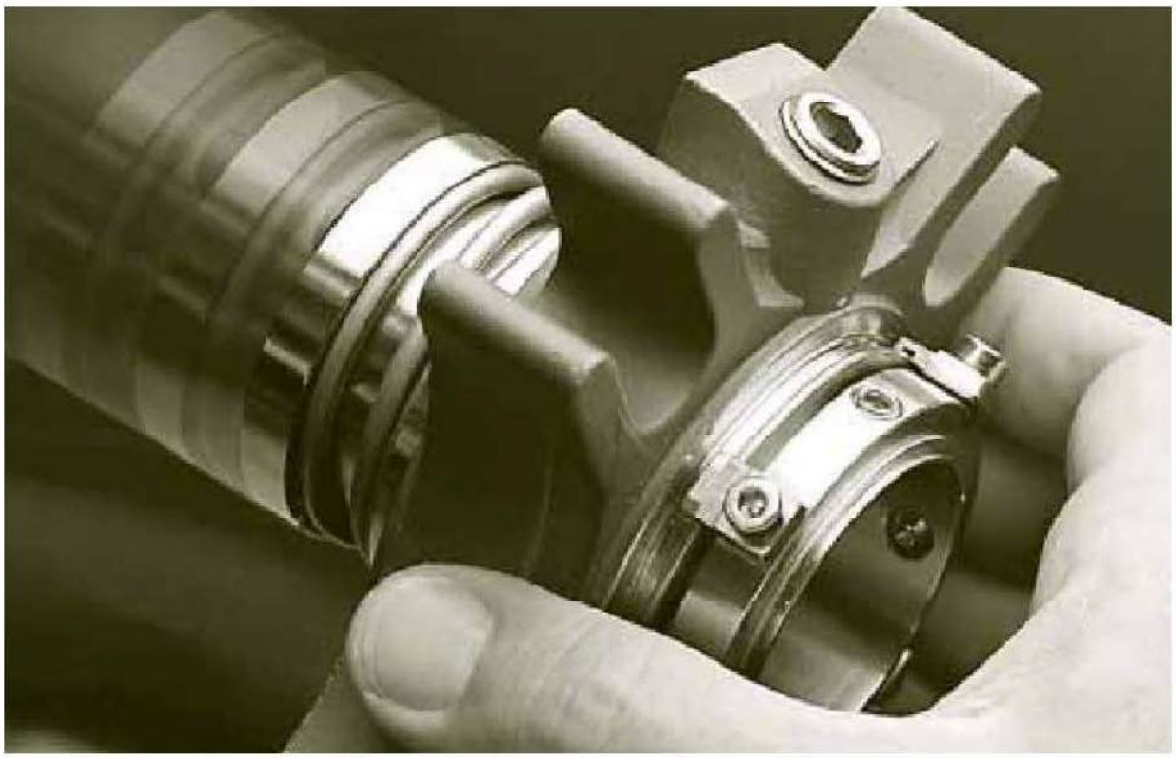
شرکت ملی پالایش وپخش فرآورده های نفتی ایران
شرکت پالایش نفت اصفهان (سهامی خاص)

اداره آموزش شرکت پالایش نفت اصفهان

انواع آب بندهای صنعتی

INDUSTRIAL SEAL TYPES

شناخت و اصول کار انواع آب بندهای مورداستفاده در پمپ ها توربین ها کمپرسورها



تهیه وتدوین:
مهندس مهدی نصرآزادانی
ویرایش اول-آذرماه ۱۳۸۶

فهرست مطالب

مقدمه	
تعاریف وانواع اب بندها	
اب بندهای فلزی لابیرینتیLabyrinth Seal	۱۰
رینگ های فرسایشیWearing Rings	۲۷
رینگ های فلزی(Seal Rings) آب بندهای روغنیSeal Oil	۳۷
انواع پکینگ هایPackings	۵۳
پکینگ هی نوع فشاریCompression Packing	۵۳
پکینگ هی تزریقی	۶۹
پکینگ هی اتومتیکAutomatic Packing	**۷۱**
پکینگ هی نوع شناورFloating Packing Rings	۷۳
پکینگ رینگ های کمپرسورهای رفت و برگشتی	۷۸
سیستم های روغنکاری قطره ای	۸۸
کربن رینگ هی توربین های بخار Carbon Seal Ring	۹۵
مکانیکال سیل هایMechanical Seals	۱۰۰
طبقه بندی مکانیکال سیل ها	**۱۰۳**
اجزا وقطعات اصلی مکانیکال سیل ها	۱۲۵
انواع ارایش سطوح اب بندی درمکانیکال سیل ها	۱۳۳
سیستم های حفاظتی مکانیکال سیل ها	
حفاظت سطوح اب بندیProtecting The Seal Faces	
تعمیرات مکانیکال سیل ها	
اندازه گیری طول عملکرد Operating Length	
علل نشتی مکانیکال سیل ها	
اب ندهای خشک Dry Gas Seal(مزایا معایب ساختمان)	
ضمائم	

بسمه تعالی

مقدمه

درصنایع امروزی که انواع واقسام دستگاه هاوماشین الات صنعتی نظیرپمپ ها کمپرسورهاتوربین های بخارباسیالات سمی وخطرناک وگران قیمت بافشاروددمای بالاکاربردفراوان دارندوبرای تداوم بیشترمحصول نیازبه دستگاه های باسرعت بالا دیدکارکندنقش سیستم های اب بندی پررنگ تراست ونیازبه تجهیزات جدیدترو پیشرفته ترازقبل وبهینه نمودن سیستم های اب بندی قدیمی الزامی است که باعنایت به لزوم به شناخت هرچه بیشترمهندسین تکنسین هاوپرسنل تعمیرونگهداری کتابی دراین زمینه تهیه وتدوین گردیدکه مورداستقبال پرسنل واحدهای مختلف قرارگرفت و خوشبختانه به لطف خداوندمتعال بازتوفیقی حاصل شدکه یک بازنگری دیگرروی ان انجام شودواطلاعاتی هرچندکوچک درباره انواع اب بندهای صنعتی که یکی از مهمترین قسمت های دستگاه هاومشین لات است راجمع اوری و تقدیم کلیه دوستان وهمکارن نمایم که امیداست برای کلیه متخصصین تعمیرات وعملیات مثمرثمرواقع شود.

البته این مقوله خالی ازاشکال نبوده وبی صرانه منتظردریافت نقطه نظرات کلیه دوستان و سروران گرامی هستیم تاانشاا..درچاپ های بعدی مدنظرواقع شود.درپایان لازم می دانم ازکلیه عزیزانی که درمرتبه وتدوین این جزوه وجزوات دیگربصورت تنگاتنگ همکاری نمودندبخصوص مسئولین محترم اداره اموزش شرکت پالایش نفت اصفهان که درهمه عرصه ها درتهیه کتب وجزوات آموزشی مشوق اینجانب بوده اندصمیمانه تشکروقدردانی نمایم و زدرگاه ایزدمنان برای آنان وتمامی کسانی که درجهت اعتلاوآبادانی این مرز وبوم قدم برداشته وبرمی دارند آرزوی توفیق روزافزون وزندگی همراه باموفقیت نمایم وامیدوارم توانسته باشم بااین حرکت گامی هرچندکوچک درجهت آشنانمودن مهندسین وتکنسین های تعمیرات وعملیات برداشته باشم . اگراین مجموعه اجری داشته باشد آن رانقدیم روح ملکوتی امام راحل و شهدا و تمامی کسانی که درجهت پیشرفت,آبادانی و اعتلای این اب وخاک قدم برداشته اندوانانی که عزیزترین گوهر هستی خود را درطبق اخلاص تقدیم پروردگار خود نمودندوتلاش کرده اند تا ماامروز بتوانیم مفتخر و سر بلند زندگی کنیم می نمایم .

آذرماه سال ۱۳۸۶

مهدی نصرآزادانی

تعریف

درتمامی دستگاه هائی که بانواع مایعات وگازهاکارمی کنند برای ممانعت از خارج شدن سیال(درائراختلاف فشار) ازبین قطعاتی که روی هم مونتاژ می شونداعم ازقطعات ثابت(نظیرفلنج ها ,ولوهاودرپوش ها, سر سیلندرها,کاور های مبدل های حرارتی و.....)باقطعاتی که نسبت به هم حرکت دارند(نظیر شافتهای پمپهای رفت وبرگشتی وگریزازمرکز,کمپرسور های رفت وبرگشتی وگریزازمرکزی, توربین های بخار, میکسرها واجیتیتورهاو.....)نیازبه استفاده ازاب بند مناسب ان شرایط می باشد.

نکات حائز اهمیت برای کلیه اب بندها

۱- سطوحی که باید اب بندی شوند باید کاملا صاف باشند(تاب دار نباشند)

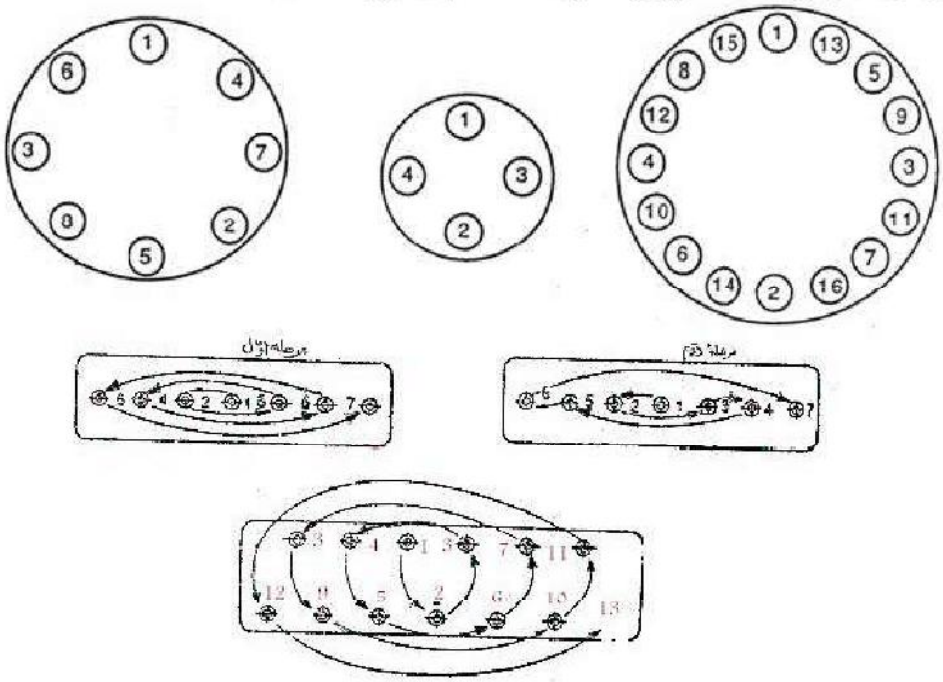
۲- سطوح اب بندشونده قبل ازنصب اب بند باید دقیقا باهم موازی و رو بروی هم باشند (Alignment)

۳- نیروی اعمال شده روی سطوح اب بند شونده بایددرحدموردنیازباشد(سفت کردن پیچ هابا گشتاور مناسب) .

٤- نیروی روی دوسطح اب بندشونده باید یکنواخت پخش شود که با متناسب سفت کردن پیچ ها(ترتیب سفت کردن وگشتاور لازم) مربوط می شود.

بطورمعمول برای انجام اب بندی موثرباید ازماده ای نرم(مثل پکینگ) برای پرکردن فاصله بین دوسطح استفاده نمود.این ماده نرم بایدخاصیت الاستیسیته وشکل پذیری خوبی داشته باشدتاناهمواری های دوسطح راپرکندوازنشت سیال جلوگیری کند .

درشکلهای زیر ترتیب وروشهای صحیح ومتداول سفت کردن پیچ ها نشان داده شده است .



ترتیب سفت کردن پیچ هادرآرایش های مختلف

اب بند هارامی توان دردو دسته زیرطبقه بندی نمود،

۱-اب بندهایی که برای اب بندی بین قطعات ثابت بکار می رود.

۲- اب بندهایی که برای اب بندی بین قطعات متحرک بکار می رود .

اب بند ی بین قطعات ثابتStatic Seals

اب بندهای ثابت که درسیستم های لوله کشی وتجهیزاتی نظیر درپوش مبدل های حرارتی, قطعات ثابت پمپ هاوکمپرسورهاوولوهای کمپرسورها, برج هاوراکتورها سر سیلندر ها و.....مورد استفاده قرار می گیرندوشامل انواع گسکت های فلزی وغیر فلزی,اورینگ ها ,انواع پکینگ هاواب بندهای خمیری که خود شامل انواع چسبها واپوکسی ها اند که بسته به مقدار اختلاف فشار ونوع سیال سیل شونده وجنس قطعات ودرجه حرارت سیال ازنوع مناسب انها استفاده می شود.

۱-گسکت های فلزیMetalic Gaskets

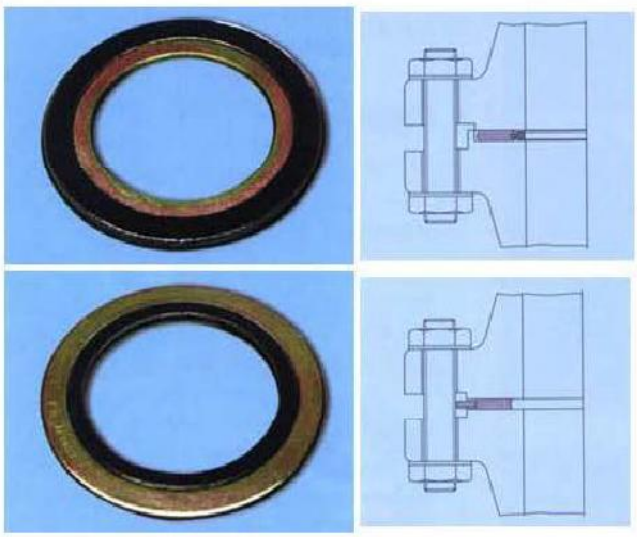
۲-گسکت های غیرفلزیNonmetalic Gasket

۳-اب بندهای خمیریSealants،

٤-اب بندهای نواریTape

گسکت های فلزیMetalic Gaskets

بسته به فشاروودرجه حرارت سیال سیل شونده معمولا ازجنس هایی ازقبیل مس, الومینیوم, فولاد,سرب ودیگرفلزات ساخته می شوندوبه شکل سطحی که باید روی ان قرار گیرد ساخته می شودوبین دوسطحی که باید نسبت به هم اب بندی شوند قرار می گیرند که با سفت کردن پیچ ومهره ها تغییرشکل جزئی می دهند وخلل وفرج های بین سطوح را پر می کند واجازه خارج شدن سیال از بین سطوح به انها داده نمی شودوبراساس مورداستفاده و به فرم ها وشکل های مختلفی اعم از Flat , Sperial Round موج دار و.....ساخته می شوند.



گسکت های غیرفلزیNonmetalic Gaskets

این نوع گسکت ها نسبت به نوع فلزی فشار ودرجه حرارت کمتری رتحمل می کنندوازجنس هایی ازقبیل: مقوا، چرم، چوب پنبه، پلاستیک و.....ساخته می شوندومثل گسکت های فلزی عمل می کنند بااین تفاوت که راحت ترتغییر شکل می دهند وخلل وفرج وروزنه ها ی موجود راپر می کندوکار اب بندی را انجام می دهند لازم به توضیح ست که باتوجه به تغییرشکلی که گسکت ها درحین نصب بوجودمی ایدنمی توان به دفعات زیادازانها استفاده کردوگاهابرای جلوگیری ازنشتی حتما باید ان راتعویض نمود . انواع اورینگ ها وگسکت های پلاستیکی که دارای انعطاف پذیری بیشتری هستند نیز جز ایندسته از اب بندهاقراردارند

اب بندهای خمیریSealants

این نوع اب بندهانیز مثل گسکت هاعمل می کنندبااین اختلاف که بصورت خمیرباچسب مورداستفاده واقع می شوند مصرف انها خیلی راحت تراست واز لحاظ قیمت نیز از گسکت ها رزانتر وضایعات انها نیز درحد صفر است همچنین بسته به نوع استفاده شده درمقابل تاثیرات شیمیایی نیز مقاومت بالاتری دارند زیرا گسکت ها قبل ازمصرف بایدبریده شوندودورریز زیادی دارند

این نوع اب بندهاد رای انواع زیر می باشد:

۱-نوع سخت شوندهHardening Type که غیرقابل انعطاف وشکننده است وپس از مصرف به سختی جدا می شوند که ترکیبات ان ازانواع پلیمرها می باشد و شلاک وچسب های هن ازانواع متداول انهاست .

۲-نوع غیرسخت شونده که پس ازمصرف حالت انعطاف پذیری خودراحفظ می کندو بعضی ازانهب بصورت لاستیک های واقعی باکیفیت بالا می باشندکه درهنگام دمونتاژ قطعات نیز به اسانی از روی سطوح جدا می شوند(برخلاف نوع قبلی). انواع پرماتکس هاجز این دسته محسوب می شوند. بیشترین استفاده انها نیزدراب بندی قطعاتی است که باروغن سروکاردارند.

اب بندهای نواریTape Seals

نوارهای بایوشش های متنوع ساخته می شوند که بین دوسطح اب بندی قر رداده می شوندوبانوجه به انعطاف پذیری زیادی که دارندبراحتی بین خلل وفرج نفوذ میکنندوجلوی خروج مایع رامیگیرندومعمولا درفشارهایودرجه حرارت های پایین مورداستفاده قرارمی گیرندولی درجاهایی که فشاربالا باشدویامملول های فعال وجودداشته باشددارای پوشش چسبنده ای هستند. ولی بعضی ازانواع موجود خوددارای چسب می باشندکه باجدامودن برچسب براحتی روی سطح مورد نظر می چسبند .

نوارهای تفلون که روزمره درجاهای مختلف استفاده می شوند جز این دسته محسوب می شوندکه غالبا در سیستم های لوله کشی مورداستفاده قر رمی گیرند .

Expanded PTFE sealing Tape

Gasket shaped in site rapidly no need cutting

--Expanded PTFE sealing Tape

- The product consists of 100%PTFE, soft, flexibility is good,excellent elasticity after compressing.
- work temperature -268~ + 268 ℃,work pressure ≤ 200Kg f/cm^2.
- Method of using: Sticked onto sealing face (with glue) with one piece of belt, two ends of which are crossed together that would be formed a sealing gasket.
- We've got most advanced technology, longest history and largest export in China

درجداول زیر مقدار گشتاور استاندارد برای سفت کردن پیچ ها داده شده است.

Standard Torque Wrench Values for Various Bolt Sizes and Stress Levels

NATIONAL COARSE BOLTS

Bolt Size and Pitch	20,000 PSI Bolt Stress		25,000 PSI Bolt Stress		30,000 PSI Bolt Stress		40,000 PSI Bolt Stress	
	Torque		Torque		Torque		Torque	
	Ft-Lbs	Kg-M	Ft-Lbs	Kg-M	Ft-Lbs	Kg-M	Ft-Lbs	Kg-M
1/4 — 20	3	0.42	3	0.42	4	0.56	5	0.6
5/16 — 18	5	0.6	6	0.83	7	0.97	10	1.4
3/8 — 16	9	1.2	11	1.5	13	1.8	17	2.4
7/16 — 14	13	1.8	17	2.4	20	2.8	27	3.7
1/2 — 13	21	2.9	26	3.6	31	4.3	41	5.7
9/16 — 12	29	4.0	36	5.0	44	6.1	58	8.0
5/8 — 11	40	5.5	50	6.9	60	8.3	79	11
3/4 — 10	70	9.7	87	12	105	15	140	19
7/8 — 9	111	16	139	19	167	23	222	31
1 — 8	166	23	207	29	248	35	331	46
1-1/8 — 7	232	32	290	40	348	48	465	65
1-1/4 — 7	328	46	378	53	492	68	656	91
1-3/8 — 6	425	79	530	74	637	88	850	118
1-1/2 — 6	565	9	705	98	845	117	1,126	156
1-3/4 — 5	820	114	1,061	147	1,302	180	1,740	240
2 — 4-1/2	1,264	174	1,580	218	1,896	263	2,528	350

NATIONAL FINE BOLTS

Bolt Size and Pitch	20,000 PSI Bolt Stress		25,000 PSI Bolt Stress		30,000 PSI Bolt Stress		40,000 PSI Bolt Stress	
	Torque		Torque		Torque		Torque	
	Ft-Lbs	Kg-M	Ft-Lbs	Kg-M	Ft-Lbs	Kg-M	Ft-Lbs	Kg-M
1/4 — 28	3	0.42	3	0.42	4	0.56	5	0.6
5/16 — 24	5	0.6	7	0.97	8	1.1	11	1.5
3/8 — 24	9	1.2	12	1.7	14	1.9	19	2.6
7/16 — 20	15	2.1	18	2.5	22	3.1	29	4.0
1/2 — 20	22	3.1	28	3.9	33	4.6	44	6.1
9/16 — 18	31	4.3	39	5.4	47	6.5	63	8.7
5/8 — 18	44	6.1	55	7.6	66	9.2	88	12
3/4 — 16	76	10	95	13	114	16	152	21
7/8 — 14	120	17	150	21	180	25	240	33
1 — 14	175	24	219	30	262	36	350	48
1-1/8 — 12	258	36	322	45	386	54	515	71
1-1/4 — 12	354	49	442	61	530	74	706	98
1-3/8 — 12	473	66	592	82	710	98	947	131
1-1/2 — 12	612	85	765	106	918	127	1,225	170
1-3/4 — 12	945	131	1,182	164	1,418	196	1,890	262
2 — 12	1,342	186	1,676	232	2,010	278	2,680	370

آب بندهای متحرکDynamic Seals

این اب بندها برای اب بندی بین قطعاتی ازدستگاه که نسبت به هم حرکت دورانی یا حرکت رفت وبرگشتی دارند (نظیر پمپ های گریز ازمرکز ورفت وبرگشتی, کمپرسورهای گریزازمرکزورفت وبرگشتی وتوربین های بخارگیرباکس هاو.....)برای ممانعت از خارج شدن سیال داخل ماشین مورداستفاده قرارمی گیرند.که دراین مقوله به دسته بندی های زیر طبقه بندی می شوند:

۱-اب بندهای تماسیContact Seals

۲-اب بندهای فاصله ایClearance Seals

۳- پکینگ هاPackings

٤-مکانیکال سیل هاMechanical Seals

که مواردااستفاده هرکدام ازانهاروی دستگاه ها وماشین الات درصفحات اتی بطور مفصل مورد بحث قرار خواهد گرفت واب بند های مکانیکی یا مکانیکال سیل هاکه ازاهمیت زیادی برخوردارنددرفصل های بعدی و بطور تخصصی و بالتفصیل بیشتری موردبررسی قرارخواهد گرفت .

آب بندهای تماسیContact Seals

آب بندهای تماسی جزاب بندهایی هستندکه برای اب بندی کردن روی محورمی چسبندوبامحوردرتماسند(کلرنس صفر یا منفی)وغالبا کاراب بندی رابصورت دوطرفه انجام می دهندیعنی هم جلوی خروج مایع رامی گیرند و هم از واردشدن گردوخاک واب به داخل محفظه اب بندی جلوگیری

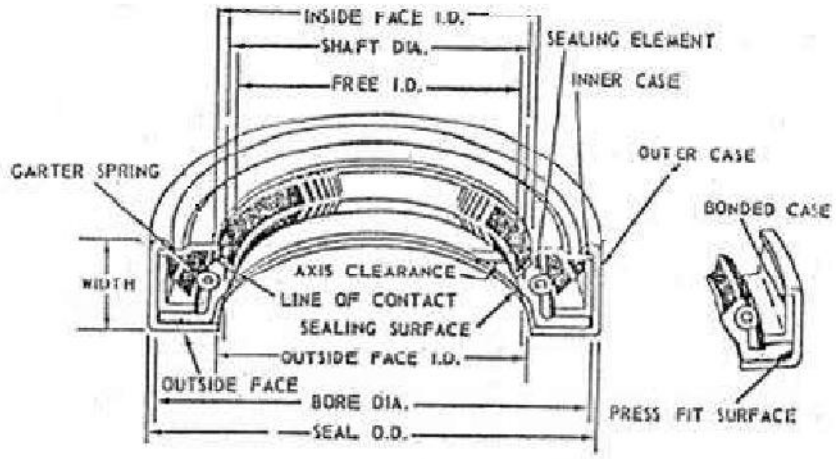
میکنندوبیشترین استفاده انها برای مایعاتی نظیرروغن وواسکازین است که دارای خواص روغنکاری بالائی باشند ومعمولا دردورو فشار های پایین کاربرددارند وبه دسته های زیرطبقه بندی می شوند:

۱- کاسه نمد هاOil Seal

۲- گرد گیرهاLip Seal

که ازلحاظ نحوه اب بندی مثل هم عمل می کنند ولی از لحاظ جنس وساختمان داخلی (فنرو...)ممکن است باهم تفاوت های جزئی داشته باشند.

درشکل زیر مقطعی از یکOil Seal نشان داده شده است :



اب بند حلقوی لبه دار RADIAL LIP SEAL

آب بندهای فاصله ایClearance Seals

اب بندهایی هستند که فاصله بسیارکمی بین قطعات ثابت ومتحرک وجوددارد(کلرنس مثبت)که باعث می شوددر برابرخروج سیال ازدستگاه افت فشار بوجود می اورند وکاراب بندی انجام شود.

اب بندهای در چنددسته زیرطبقه بندی می شوند :

۱-دیفلاکتورهاDeflectors

۲-لابیرینت هاLabyrinths

۳-رینگ های فلزیSeal Rings

دیفلاکتور هاDeflectors

که از جنس های فلزی وباغیر فلزی ساخته می شوند ومعمولا روی هوزینگ بریگ ها ی پمپ ها ویا دستگاه های دیگربرای ممانعت ازنشتی روغن وهمچنین جهت جلوگیری ازنفوذ گردوغبار به محفظه یاتاقان ها مورد استفاده قرار می گیرند که بعضی اوقات داخل ان بصورت پله دارساخته می شود تاسطوح اب بندی افزایش داده شود وافت فشاربیشتری درمقابل خروج مایع بوجوداورد ومعمولا به توسط پیچ های ال خور L Screwروی محور لاک می شوندوبان می چرخندوگاها روی ان شیارهای مارپیچ شکلی تعبیه می شود که

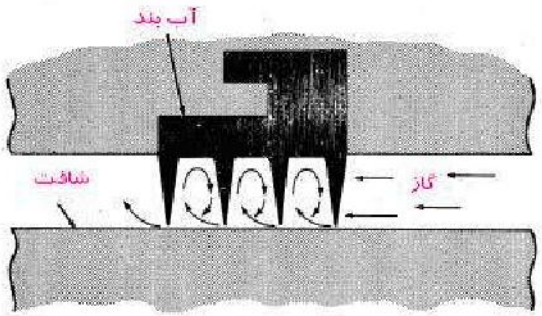
جهت ان طوری است که باعث برگشت مجدد مایع می شود(مثل روغن برگردان سرمیل لنگ اتومبیل های پیکان)وعمل اب بندی بهترانجام می شود

در شکل زیر یک نوع ان نشان داده شده است

آب بندهای فلزی لابیرینتیLabyrinth Seals

این نوع اب بندهابصورت بوش هائی هستندکه داخل انها بصورت دندانه اره ای بلبغه های باگام های بلندونازک است و دارای حداقل فاصله با شفت می باشند سر تیغه ها بسیار نازک ساخته شده است تاچنانچه با محور تماس پیدا کردند بدون اثر گذاشتن بر محور خودشان از بین بروندجنس این نوع آب بندها از جنس فلز محور ضعیف تر است. این نکته راباید در نظر داشت آب بندهای دندانه ای فقط نشتی هارا تا حد قابل کنترل پائین می آورندوقادربه اب بندی کامل صددرصدنیستندو در کمپرسور هائی که فشارشان بالا باشد از تعداد بیشتری از این آب بندها استفاده می شود.

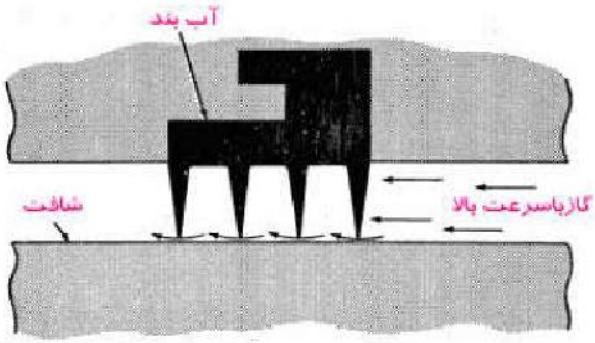
همینطورکه درشکل فوق ملاحظه می شوداصول کاراین نوع اب بندها به این صورت است که گاز درحین خارج شدن ازلابرددندانه هادرفاصله بین دندانه هاشروع به چرخیدن می کندوباعث ایجادجریان های چرخشی Eddy می شودکه این جریانات چرخشی باعث ایجاد افت فشارزیاددرفاصله بین لابیرینت هادرطول لابیرینت شده وبصورت یک مانع(قفل گازی) از خروج گاز جلوگیری می کند.البته لازم به توضیح است که به دلیل فاصله کمی که بین لابیرینت و محور وجود داردهمواره مقداری نشتی وجوددارد که این نوع اب بندها قادربه اب بندی کامل انها نیستند.



شکل ,اندازه وجنس لابیرینت ها بسته به شرایط کاری لعم ازدرجه حرارت, فشار, سرعت و.... دارد.استفاده ازتعدادلابیرینت ها بستگی به مقدارفشار دارد هر چه فشاربیشترباشدنیازبه تعدادلابیرینت بیشتری است .

درصورتی که سرعت گازخروجی خیلی کم باخیلی زیادشودامکان ایجاد توربولانس وایجادجریان های چرخشی وجوددارد.بدین لحاظ این نوع اب بندهاقادربه اب بندی سیستم هائی که اختلاف فشار انها خیلی بالایاخیلی پایین باشدرانخواهند.

درشکل زیراین موضوع نشان داده شده است:



این نوع اب بندها بطورکامل نمی توانندکاراب بندی راانجام دهندومقداربشتی جزئی اجتناب ناپذیراست و بیشتر درمواردی مورداستفاده قرارمی گیرندکه گازداخل کمپرسورگازخطرناکی نباشدونشت ان به محوطه بیرون ایجادخطرنکند..

کاربردهای مختلف لابیرینت هاعبارتنداز:

۱ -لابیرینت اب بندکننده گاز

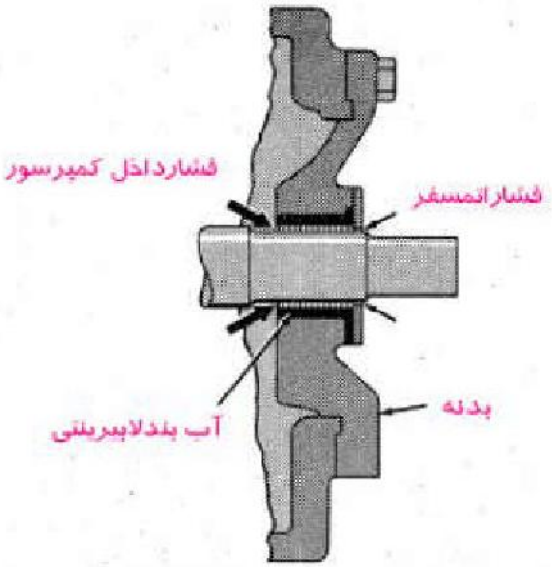
۲ -لابیرینت های اب بندکننده بخار

۳-لابیرینت اب بندکننده روغن

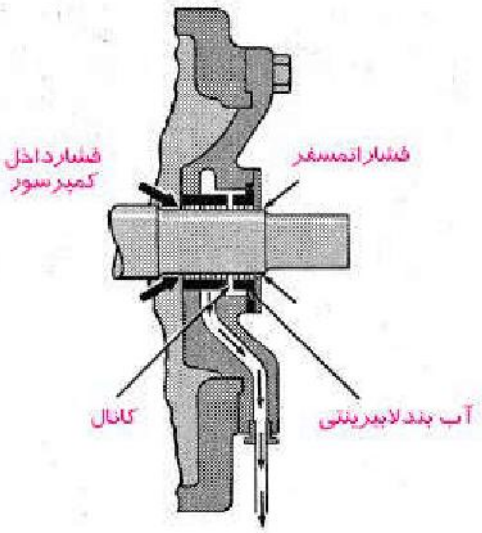
لابیرینت اب بندکننده گازدر کمپرسورها

از لابیرینت ها درکمپرسورهای گریزازمرکز به عنوان سیستم اب داخلی برای جلوگیری ازنشتی های داخلی استفاده می شود که لابیرینت لبه های رینگهای روی پروانه ها(مثل رینگ های فرسایشی پمپ های گریزازمرکز) یاروی بالانس پیستون(که برای متعادل نمودن نیروهای محوری شافت روی محور نصب می شود) ویا به عنوان سیل های اصلی گاز درکمپرسورهای گریز فشارپایین استفاده می شود که همانطور که درشکل زیر ملاحظه می شود دارای تیغه های بلندتری هستند وبه دلیل فاصله ای که با محوردارند اب بندی

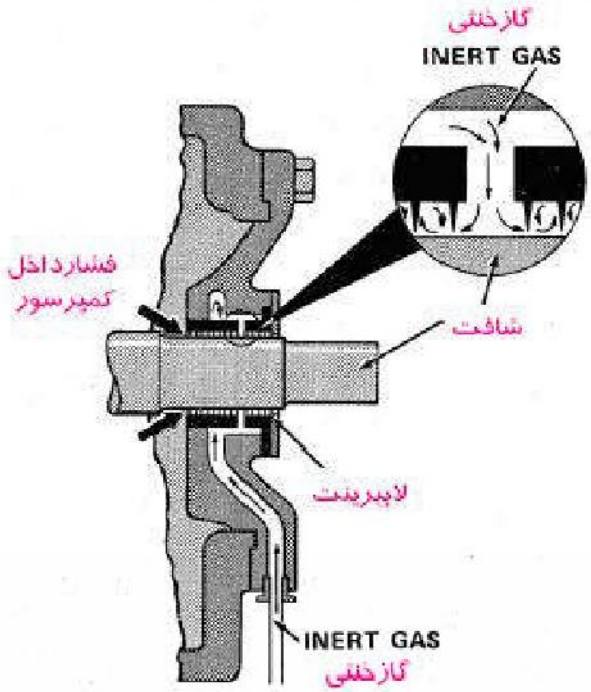
صددرصد نمی توانند داشته باشند وهمواره مقداربیشتی جزئی وجوددارد که برای گازهای بی خطرارزان قیمتی مثل هوا اب بند بسیارمناسبی است یکی دیگرازمواردااستفاده از لنبیربست هابرای اب بندی روغن درمحفظه های یاتاقان Housing Bearing ها است که درشکل فوق شمائی ازان نشان داده شده است درکمپرسورهائی که اختلاف فشارطرفین لنبیربست بالاباشد(سرعت گاززیاد باشد)ازلنبیربست های باددندانه های ریز مخصوصی استفاده می شود که تعدادددندانه های بیشتری رادارند.درزیرشمائی ازاین نوع اب بند به عنوان اب بندخارجی کمپرسورگزیدازمرکزنشان داده شده است.



برای اب بندی گازهای خطرناک برای جلوگیری ازخروج گازها ازکمپرسوربطرف بیرون درداخل لنبیربست هاروزنه ای تعبیه می شودوگازهای خارج شده ازکمپرسورتوسط یک لوله بطرف یک مسیر مطمئن هدایت می شود.همچنین درمواردی که فشارداخل کمپرسورزیادباشدبرای ممانعت ازخارج شدن گازوورودان به محوطه بیرون ومحفظه یاتاقان ها که می تواندبه انجلغوذ کندباعث لوده شدن روغن شودازاین مسیراستفاده می شود.



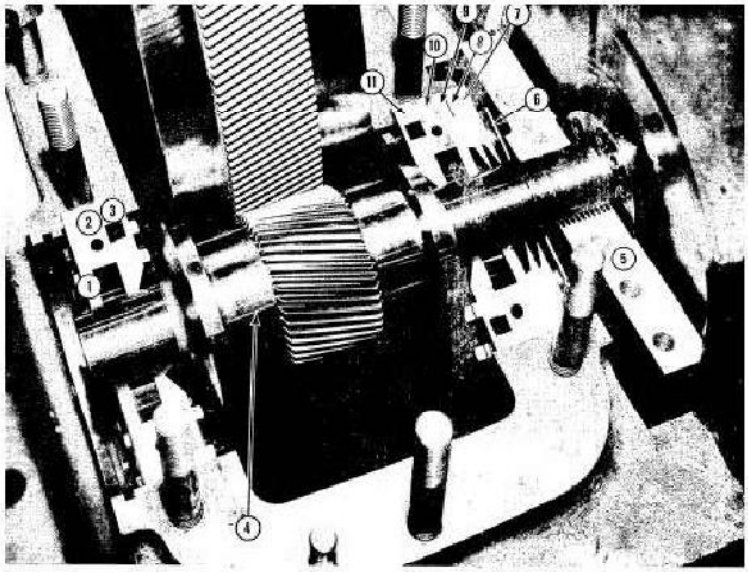
درمواردی که اب بندی صد درصدمورددنیازاست برای جلوگیری ازخروج گازازداخل کمپرسوربطرف بیرون بافلزریق گازبی اثر مناسبیInert Gas بافشاری بیشترازگازداخل کمپرسور ،درپین لابیرینت ها از بیرون امدن گازسمی وخطرناک داخل کمپرسوربطرف محیط بیرون ممانعت می شود باتوجه به این که مقداری ازگازفلزریق شده ازلابیرینت ها خارج می شود گازبی اثرفلزریق شدهInert Gas بایدطوری انتخاب شودکه نه برای محیط خطرناک باشدونه این که دراثرواردشدن ان به داخل کمپرسورکیفیت گازداخل کمپرسور راتغییر دهد که معمولا ازگازازت(نیتروژن)برای این کاراستفاده می شود .



ازاین نوع اب بندهانه برای اب بندی بین محوروذیافراگم ها،و همچنین همراه سیل های روغنی در کمپرسورهائی که گازهای خطرناکی مثل هیدروژن راکمپرس می کنندااستفاده می شودکه دربخش های بعدی راجع به انهابطورمفصل بحث خواهدشد

بسته به نوع کاربرد(اب بندی روغن ،گازیا بخار) شکل ،اندازه وجنس لابیرینت ها در اب بندی دستگاه ها وماشین الت کمی باهم متفاوت است.وموارداستفاده انها برای اب بندی روغن درمحفظه هولربنگ بربنگ ها, اب بندی گازها در کمپرسور های هواوگاز وهمچنین برای اب بندی بخار درتوربین های بخاری است که دیلا به مواردااستفاده انها می پردازیم:

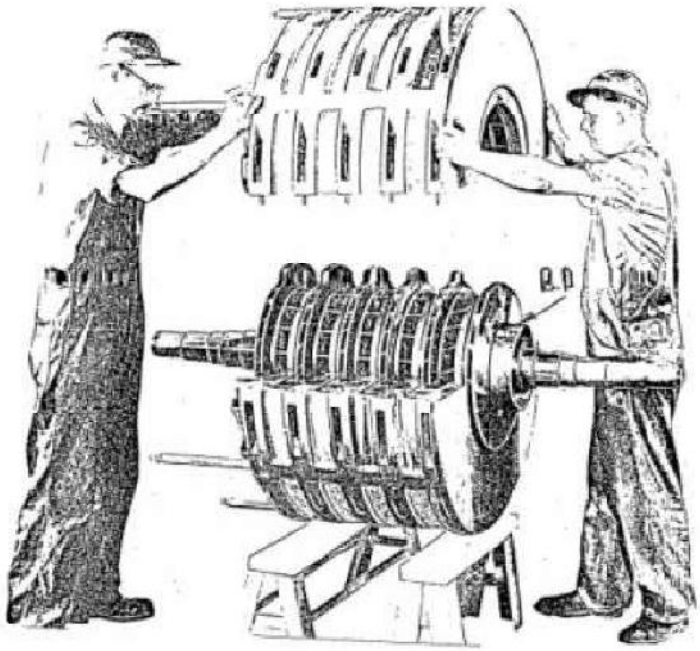
در شکل زیر شمائی از یک لابیرینت که درکمپرسورگریزازمرکزی هوانصب شده است نشان داده شده است:



LOW SPEED PINION BEARINGS IDENTIFICATION

یکی دیگرازمواردکاربرد لایبرینت هابرای اب بندی طرفین بالانس پیستونی است که درطرف فشارH.P توربین های بخار پمپ هاوکمپرسورهای گریزازمرکز (لازم به ذکراست که یک طرف بالانس پیستون در معرض فشار ورودی توربین یا کمپرسور و... قرارمی گیرد وطرف دیگران درمعرض فشار ورودی) بزرگ است که برای کنترل کردن نیروهای محوری استفاده میگرددودرصورت خرابی ان علاوه برکاهش اختلاف فشار که باعث ایجادحرکت محوری می شود باعث هدررفتن بخار یاکاهش فلو وکم شدن راندمان دستگاه نیز می شود.

درشکل زیر شمائی ازیک کمپرسور گریز از مرکزی نشان داده است.

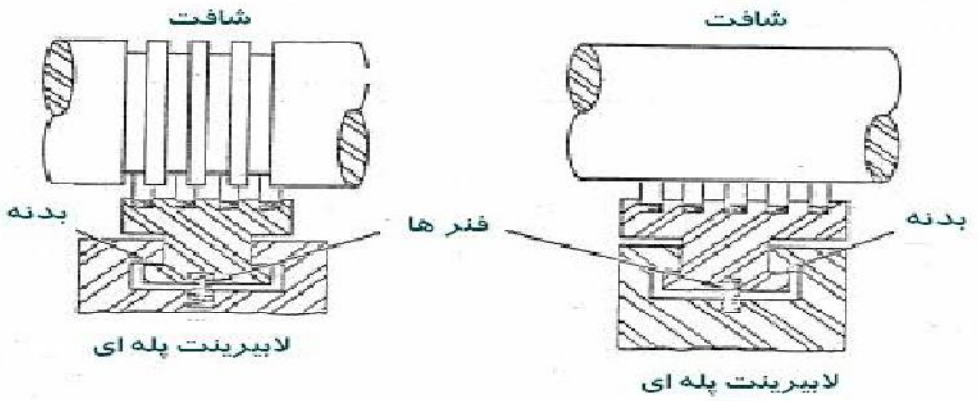


لابیرینت های آب بند کننده بخار

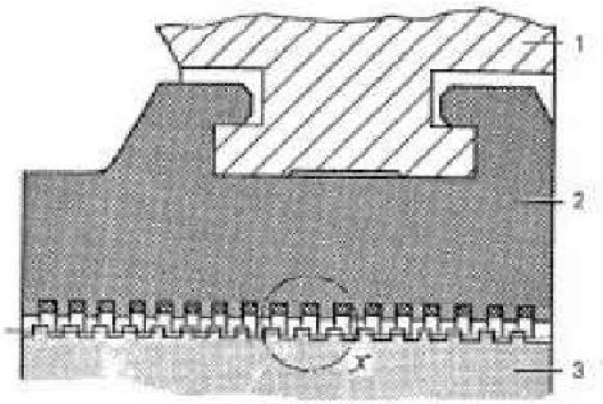
یکی دیگرازمواردداستفاده لابیرینت ها برای ممانعت از خارج شدن بخارات داخل توربین های بخاری فشارودوربالا است(درقسمت فشاربالای توربین) که دارای محورهای قطورندوهمچنین برای ممانعت از ورودهوا به داخل توربین هایی که فشارخروجی انها کمترازفشار جواست(خلا) .معمولا لابیرینت ها بصورت یک تکه یاچند تکه وبصورت کشوئی چرخشی در محل قرارگیری خود نصب می شوند که البته به دلیل بالابودن فشارودرجه حرارت کاری(درقسمت فشاربالای توربین) نسبت به لابیرینت های دیگرازجنس های سخت تری ساخته می شوندوهمچنین برای کم کردن فاصله محور ولابیرینت ها درپشت لابیرینت ها فنرهایی قرارمی دهند تاکمترین فاصله بین شافت ولابیرینت بوجود ایدوجلوی خروج بخار ازداخل توربین به سمت محیط اطراف گرفته شود.

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

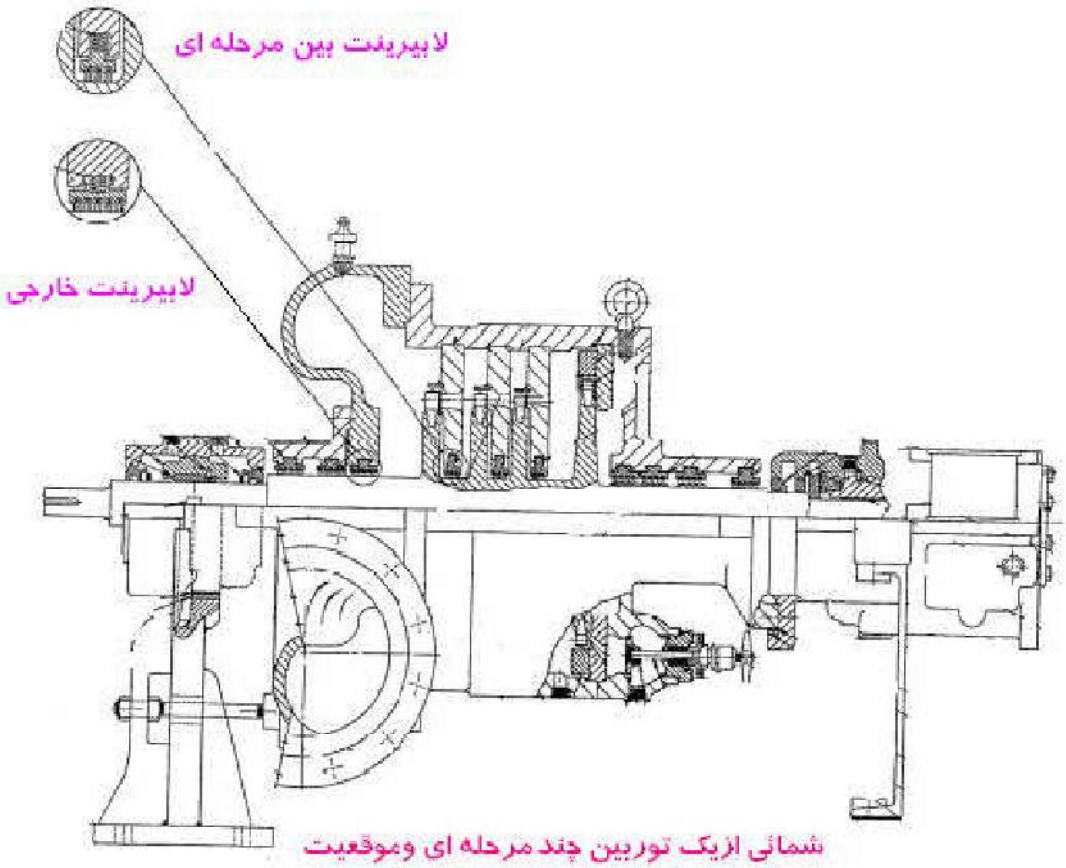
در بعضی از طراحی ها نیز لابیرینت ها بصورت پله دار(دندانه های کوتاه وبلند)ساخته می شوند تا افت فشاربیشتری دربرابرمسیر حرکت بخار بوجوداوردو کارائی سیستم بالاتربرده شودودربعضی طراحی های دیگر نیز روی محورهم شیارهائی تعبیه می شود که باعث افزایش راندمان سیستم اب بندی می شود .همچنین دربعضی ازطراحی های دیگربرای 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

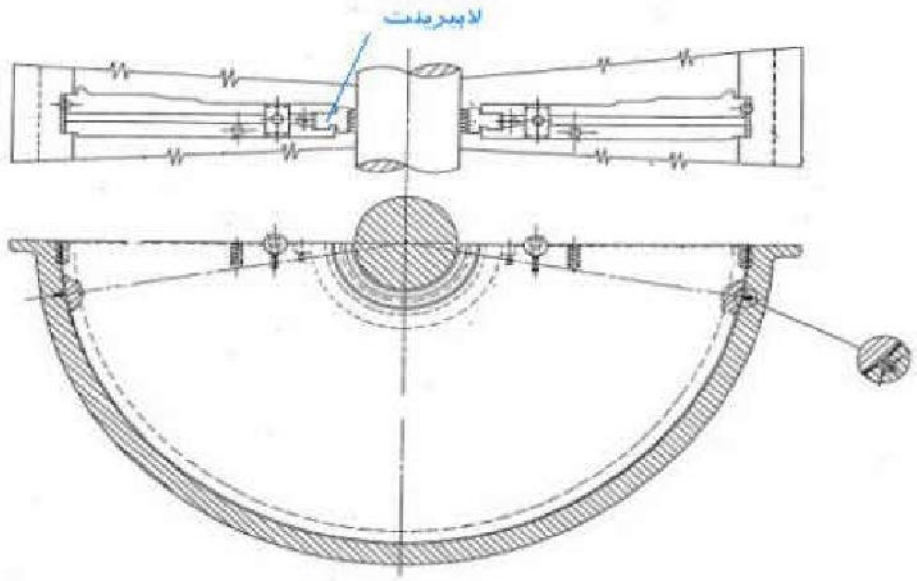


شمائی ازیک توربین چند مرحله ای وموقعیت
قرارگیری لابیرینت های داخلی وخارجی

یکی دیگرازموارد کاربردلابیرینت ها به عنوان اب بند بین مرحله ای برای سیل کردن مراحل میانی توربین های بخاربرای جلوگیری ازفرار بخازازیک مرحله به مرحله بعداست که معمولا روی دیافراگم ها که به شکل دیوارهائی بین مراحل توربین قرارمی گیرند(بصورت دونیم دایره که یک قسمت ان در نیمه پایینی بدنه توربین ودیگری دربدنه بالائی توربین بصورت کشوئی قرار می گیرند وجلوی نشتی های داخلی راکه بلعک

کاهش راندمان توربین وایجاد مسائل ارتعاشی می شوند رامی گیرندوتمامی انرژی بخاررابه پره های مراحل بعدی منتقل می کنند)

درشکل زیرشمائی ازان نشان داده شده است



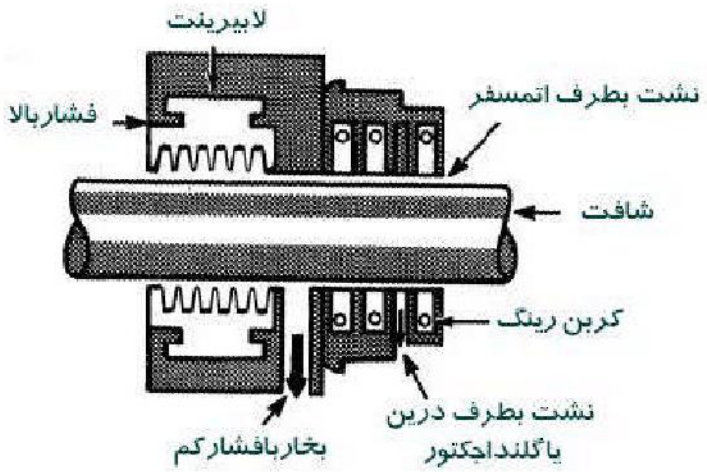
شمائی ازیک دیافراگم

درجاهائی که قطرمحوزیاد است ونیازبه استفاده ازلابیرینت بافطرزیاداست وامکان استفاده ازلابیرینت های بوشی به دلیل محدودیت مکانی یا.....وجودنداشته باشدمثل توربوژنراتورهای بزرگ لابیرینت ها بصورت تیغه ای Caulking Seal روی محوربابدنه نصب می شوندوباخم کردن انهاوقراردادن انها درداخل شیارهائی که دربدنه توربین ویا رتور تعبیه شده است باکوبیدن میله هائی باسطح مقطع مربعیCaulking 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 ازانواع Caulking 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 بالاترد رمقابل فشارودرجه حرارت درسمت فشاربالاترقرارمی گیرند وکربن رینگ ها نیزدرقسمت های بافشارکمتراب بندی بخارات خارج شده ازلابیرینت هاراانجام می دهند.

درشکل زیرشمائی اران نشان داده شده است.



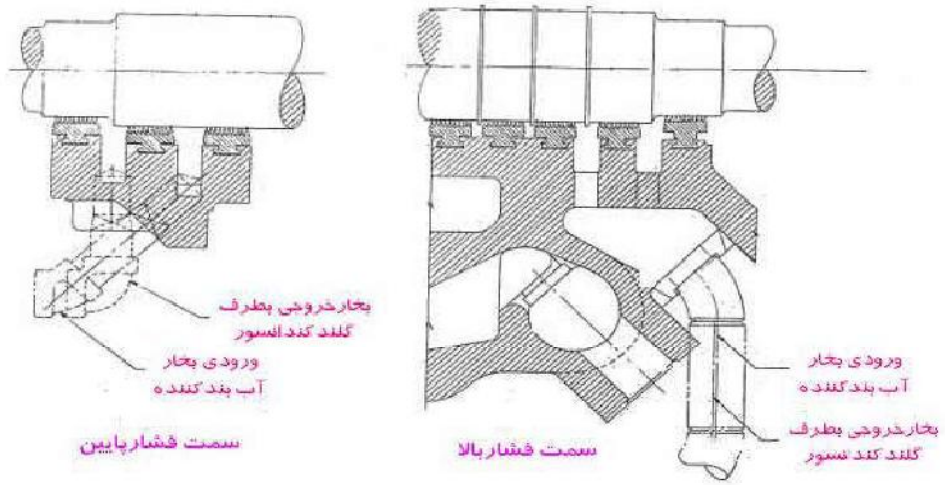
همانطور که قبلا نیز اشاره شدلابیرینت ها درتوربین های بخار بزرگی که فشارخروجی انها کمتر از فشار جواست علاوه برممانعت از خروج بخارداخل توربین به سمت بیرون درقسمتHigh Pressure برای جلوگیری ازنفوذ هوا به داخل توربین درقسمت Low Pressureنیزاستفاده می شوند.باعنایت به فاصله ای که بین لابیرینت ومحوروجوددارداابیرینت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

آب بند های بخاری

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

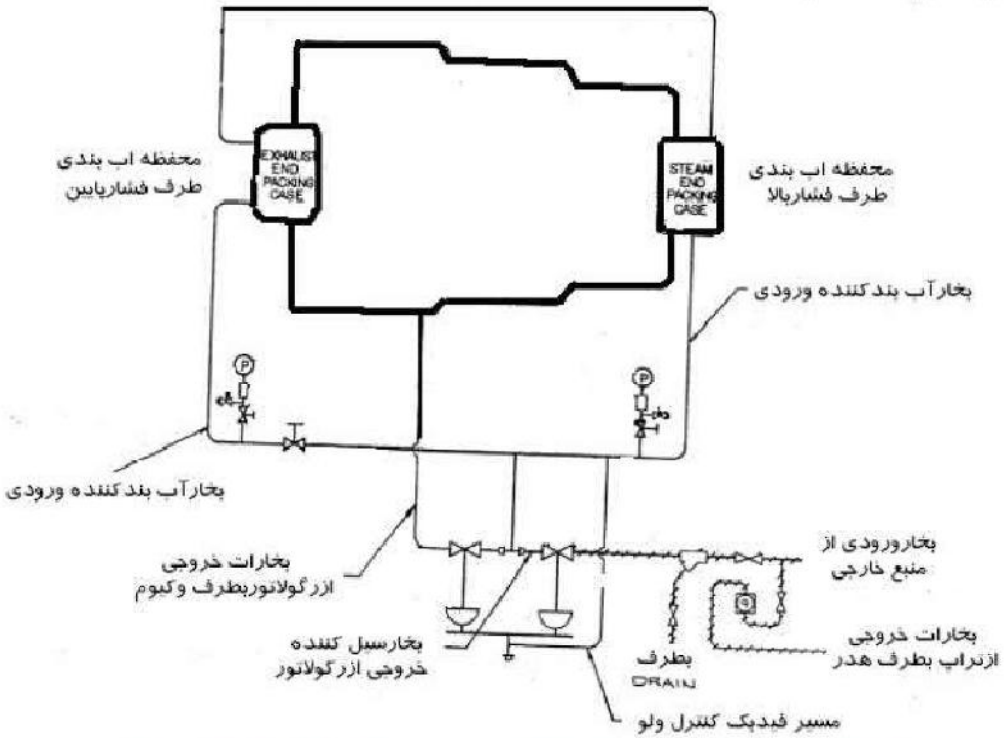
اصول کار اب بندهای بخاری عبوردادن بخارباافشاری بیشترازفشارجوار بین لابیرینت ها ست که با بیرون امدن ان ازداخل توربین ازنفوذ هوا به داخل توربین ممانعت می کند. منبع تامین بخار با ازخودتوربین(ازیکی ازمراحل انتهائی ان است)است یا ازیک منبع خارجی دیگر با فشار مناسب.است.

درشکل زیرسیستم اب بندی دوطرف یک توربین بخارکه ازنوع لابیرینتی است ویک طرف ان درمعرض فشاربالاوطرف دیگران درشرایط خلا است نشان داده شده است.



روش اب بندی به این صورت است که بخار دروسط لابیرینت ها ی انتهائی وارد محفظه اب بندی شده 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 می دهد جای زیادی راالشغال نمی کند (برخلاف هوا که قابل مایع شدن درشرایط داخل توربین نیست وهر حجمی ازهواکه وارد شود به همان اندازه جا اشغال می کند) باعث شکسته شدن خلاتوربین 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.

درشکل زیرشمائی ازسیستم بخاراب بندکننده نشان داده شده است.



شمائی ازسیستم لوله کشی بخارسیل کننده توربین های بخاربافشارخروجی خلا

لازم به توضیح است که قبل ازراه اند زی توربین های بخارفشار خروجی توربین باید به اندازه کافی پایین باشد تا بتوان توربین راراه اندازی کرد به همین دلیل درابتدای راه اندازی. بخار اب سیل کننده باید به هردوقسمت فشار کمL..P وفشارزیاد H.Pوارد شود(معمولا در این مرحله بخار ازمنبع دیگری تامین می شود) ووقتی توربین راه اندازی شدودرسرویس قرر ارگرفت به توسط کنترل ولو هایی که در مسیر های بخارفرارداده شده بطوراتوماتیک بخار ی که از منبع خرجی واردشده را قصع می کندومقداربخار لازم برای اب بندی سمت خروجی(خلا)از بخارات خروجی ازقسمت سیل های قسمت فشاربالای توربین تمین می شود.لازم به توضیح است که بخشی ازبخارات خارج شده ازقسمت فشارمالا(که فشاران بارگولاتورقابل تنظیم است به طرف سیل های قسمت وکیوم منتقل می شودوبخش دیگران توسط رگولاتورولو بطرف دیستم خلا(که لوله ان به قسمت خلانوریین متصل است منتقل می شود.

همچنین درتوربین های بزرگ قسمتی از بخاراب بند کننده که به محیط بیرون منتقل می شود(که برای بیرون راندن هوا تزریق شده)قابل توجه است ومهار کردن وبازیافت ان از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است وهمچین مکان وارد شدن ان به محفظه های هورینگ برینگ ها وجود دارد که باعث مخلوط شدن ان با روغن می شود.

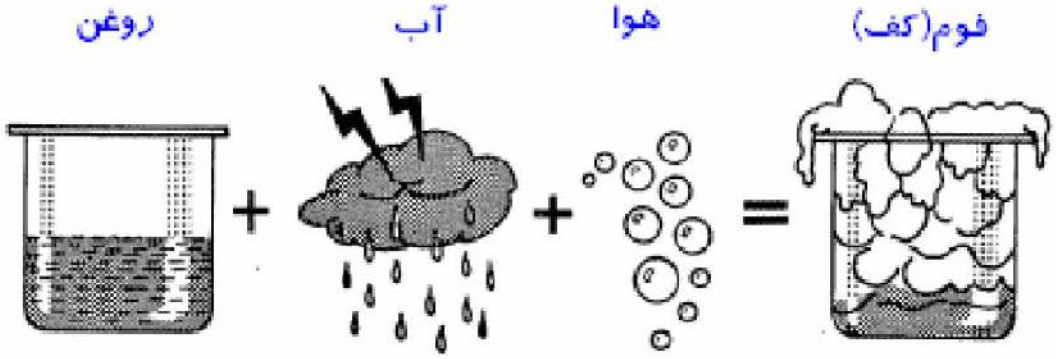
مسائلی که دراثرورواب به داخل روغن بوجودمی اید

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

۲-اب بامواد‌شیمیائی مخلوط می شودوبعث خورندگی می شود

۳-اب مخلوط شده باروغن تشکیل یک محلول چرب وغلیظی رامی دهدکه می تواندباعث مسدودشدن فیلترهای روغن وکاهش طول عمرانها شود.

٤-دراترمخلوط شدن اب. روغن وهواکفFoamبوجودمی ایدودرصورت بیرون امدن ان ازهورینگ برینگ ونفوذان در عابق 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 درصراحی های مختلف ازچندین طرح استفاده می شودکه ذیلا به شرح انهاپرداخته می شود.

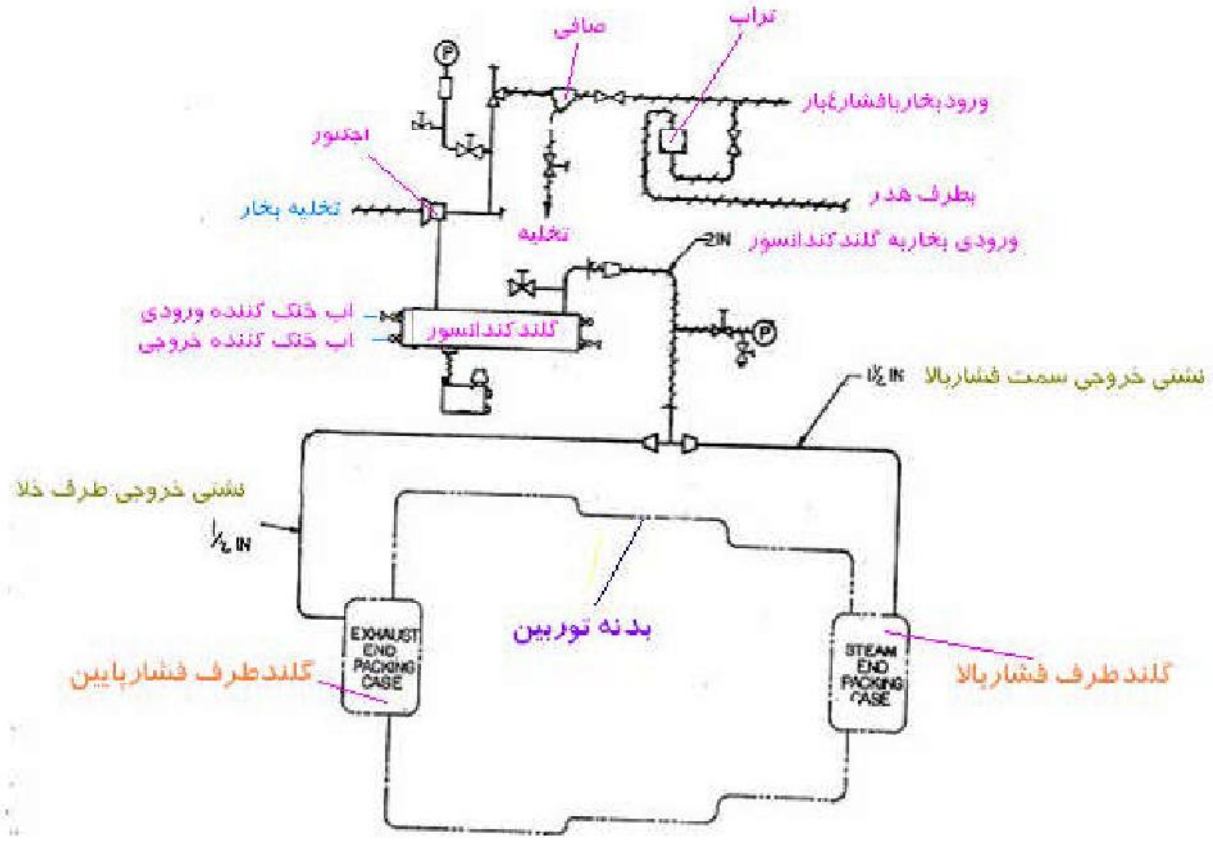
راه های کنترل نشتی های بخار

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

ب-منتقل کردن بخارات ازطریق مسیرDrainبه سیستم لوله کشی بخارافشارمناسب واستفاده مجدد ازانها برای 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 ازحدباربودن ولواین مسیرامکان وارد شدن هوا به کند انسور اصلی ازریرسیل 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 هولرینگ برینگ ومخلوط شدن ان با روغن جلوگیری می شودلبته اصول کاروتجهیزات روی سیستم گلند کند انسور دقیقامشابه کندانسورهای اصلیSurface Condenserاست.

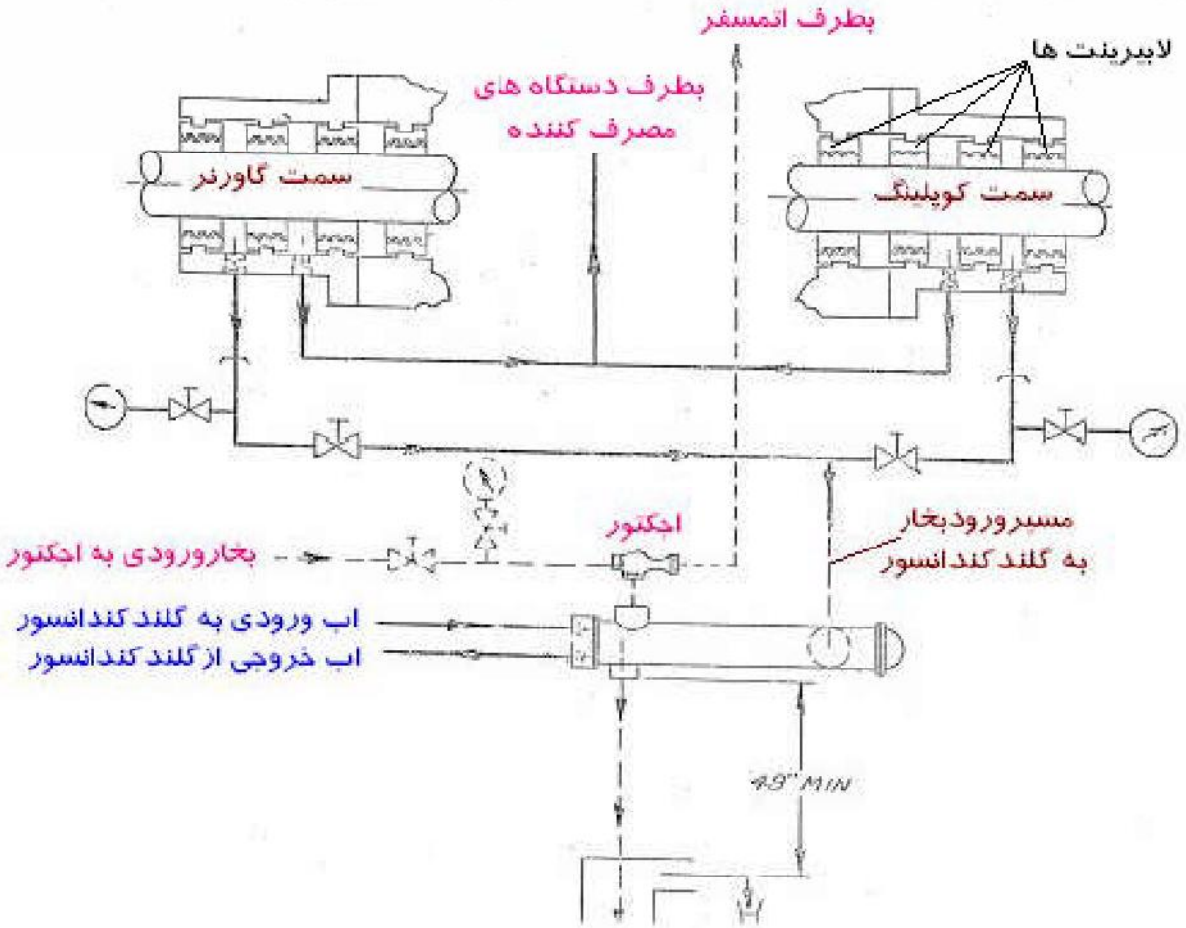


۵۵-۶-تجهیزات ارزوش های فوق.

یک نمونه طراحی فوق درشکل زیرنشان داده شده است. همانطورکه مشاهده می شوددراین طراحی بخشی ازبخاراز خارج شده ازتوربین هاکه فشارازبالاست (حدود ۳۰۰پوند-براینچ مربع) به شبکه بخارمربوطه منتقل می شودکه می تواندبرای مصارف دیگری مثل گرمایش ،استفاده درازکتورهای گلند کندانسورو.....مورداستفاده قرارگیرد وبخش دیگربخارانی که پکینگ های قبلی وبعدی این مسیر راندر به آب بندی ان نیستند واردکندانسور Shell گلند کندانسور می شودوبه مایع تبدیل می شوند.

ازاین نوع طراحی درتوربین های بخاری که فشارخروجی ازبالاست استفاده می شودودرنیشگاه اصفهان درتوربین های مربوط به دمنده های بویلرهاکه فشاربخارخروجی ازتوربین حدود ۳۰۰پونداست استفاده شده است.

گلند کندانسوریک مبدل حرارتی کوچک است که ازداخل لوله های ان آب خنک عبورداده می شود وبخاراز خارج شده ازگلندهاواردShellان می شودکه دراثرتماس ازبالاسطح سرد لوله ها به آب مقطر تبدیل می شوند وبخارانی که به مایع تبدیل نشده اندتوسط یک عدد ازکتورازان خارج می شوند.



لازم به توضیح است درتوربوژنراتورهای بزرگ به دلیل زیادبودن حجم بخاراز خروجی ازتوربین بایدا ز اجکتورهاوکندانسورهای بزرگتراستفاده شودکه برای متکش بخاراز بایدبخاربیشتری ازلولهاعبورکندکه برای

جلوگیری ازاتلاف بخارمعمولا ازچنداجکتوروچندعدد گلندکندانسوراستفاده می شودوروش کاربه این صورت است که مجموع بخارات خروجی ازاجکتوراولیه وبخارات مکش شده ازسیل هاواردگلندکندانسوراولیه می شود وبرای ایجادخلا درکندانسوراولیه بانصبه اجکتورهای ثانویه ای که خروجی ان به گلندکندانسورثانویه متصل می شوداز اتلاف بیشتربخارجلوگیری می شود.

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 بیرونرا 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 معمولابابخاربافشار ۶پوند کارمی کنند .

علاوه برمواردمطرح شده فوق نفوذبخارت داخل محفظه یاتاقان هااجتناب ناپذیراست که بامصرف روغن های HBدر توربین های بخار که براحتی زاب 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 گریز ازمرکز کارمی کند طی پریودهای زمانی معین روغن ازمحل مناسب واردددستگاه می شود وپس از جداشدن اب ومواد دیگران مجدداروغن تمیزشده وارد مخزن روغن می شود.

درتوربین های بزرگی که فشار خروجی انها بیشتر ازفشارجواست بخارات خروجی از سیستم اب بندی به لابین های بخر بافشارکمترمنتقل می شودوفقط مقدارجزئی بخاروارد محیط می شود.

در شکل زیربرز شمایی ازمسیرتخلیه بخارات خروجی از لابیرینت ها نشان داده است همانطورکه ملاحظه می شودبخارات خارج شده ازلابیرینت ها(خروجی اولیه)به مصرف مصرف کننده های دیگرمی رسد.

به همین دلیل قبل از خارج شدن ان ازلابیرینت انتهائی ازطریق مسیرتخلیه ای که برای ان تعبیه شده است توسط اجکتورمکیده می شود ودر داخل .Surface Cond (که یک مبدا حرارتی کوچک است ووظیفه ان تبدیل بخار به مایع است) به مایع تبدیل می شود ومجددا به سیستم اب مقطر برگشت داده می شود .

لازم به توضیح است که خلا داخل کندانسور به علت تغییرفاز بخار به مایع است که دراثر کم شدن حجم ایجاد خلا می شودکه خلا تولید شده باعث مکیدن بخارات به سمت کندانسور شده واجازه خارج شدن بخار ازلابیرینت ها به سمت بیرون را نمی دهد ونقش اجکتور های کندانسور هایی که روی لابین خروجی نصب می شوند(همچنینSurface Condensorها)مکیدن و بیرون راندن گازها وبخاراتی است که به مایع تبدیل نشده اند نه به عنوان دستگاه تولید خلا.

با توجه به پایین بودن فشارخروجی توربین های کندانسوردارامکان خروج بخاراقسمت 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 بخربافشاری 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

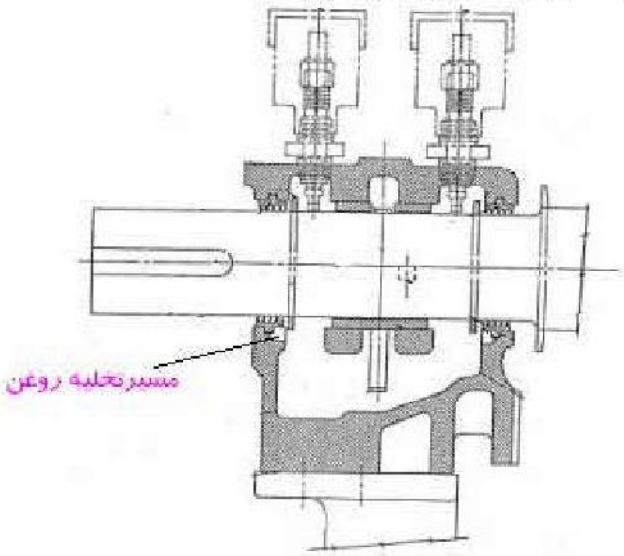
لازم به توضیح است که قبل ازراه اند زی توربین های بخاری که درخلاکارمی کنندفشار خروجی توربین باید به اندازه کافی پایین باشد(خلا) تا بتوان توربین راراه اندازی کرد به همین دلیل درابتدای راه اندازی, بخار اب سیل کننده Steam Seal باید به هردوقسمت فشار کمL.Pوفشارزیاد H.Pوارد شودکه معمولا در این مرحله بخارازمنبع 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 قرارگرفت توسط دوعدد کنترل ولو که شامل Pressure Reducer و Pressure Regulator است که بطوراتوماتیک بخار کمکی که از منبع خارجی واردگلندمی شود را قطع می کندومسیربخاری که ازخروجی لابیرینت های طرف فشاربالای توربین (بخارات نشت شده از سیل های فشاربالا(بافشارحدود ۶۰پوند براینچ مربع) که فشار ان پایین است توسط رگولاتورولو هاروی فشار مورد نظر تنظیم می شوند)تامین می شود.

درتوربین های متوسط وبزرگ بخارائی که به محیط بیرون منتقل می شود قابل توجه است ومهار کردن وبازیافت ان از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است وهمچنین امکان و رد 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.

لابیرینت های اب بند کننده روغن

یکی ازموارد استفاده ازلابیرینت ها برای اب بندنمودن روغن درمحفظه های هوزینگ برینگ ها برای جلوگیری ز خروج روغن اززیرمحور به سمت بیرون است که معمولا روی ماشین الات بزرگ مورداستفاده قرارمی گیرنددراین گونه مواردازلابیرینت های الومینیومی که بصورت دونکه ای(دونیم دایره)است که درطرفین هوزینگ برینگ قرار می گیرند ستفاده می شودکه معمولا درکفه پایینی انها درقسمت انتهائی دندانه هایک کنال(سوراخ درجهت محوری) برای تخلیه روغن جمع شده درلابیرینت تعبیه شده که ازطریق ان روغن

به محفظه روغن برگشت داده می شودوباید اطمینان کامل از بار بودن ان پیدا نمود درغیر این صورت علاوه برنشتی امکان بوجود امدن مسائل ارتعاشی نیزوجود خواهد داشت .



شمائی ازیک هولرینگ برینگ

لابیرینت های اب بندکننده روغن برخلاف لابیرینت های اب بندکننده کاربلندترهستندوتعدادددندانه های انهابیزکمتراست همچنین درتیمه پایینی لابیرینت هایک سوراخ درجهت محوری تعبیه شده است که روغن های نشت شده ازلابیرینت های روغن رامجددابطرف هولرینگ برینگ برمی گرداندکه درحین نصب وتعمیرباید دقت شودکه این مسیر حتما باز باشد وقطران به اندازه کافی زیادباشدتاقادربه تخلیه تمامی روغن نشت راداشته باشد.

اب بندهای هوائی

در توربین های کوچک ارزان قیمت که مجهز به Surface Condensorنیستند بزرگترین مشکل نفوذ بخارات نشت شده از لابیرینت ها یا کربن رینگ ها به داخل محفظه هولرینگ برینگ ها است که دربعضی ازطراحی ها به توسط یک لبن هوای ابزار دقیقی مقداری هوا(بافشار دوتا سه پوند برانچ مربع) وارد هولرینگ برینگ ها می شود که باعث ایجادفشار مثبت در داخل محفظه یاتاقان می شودواز وارد شدن بخار به محفظه هولرینگ برینگ ممانعت می کند البته طبق تجربه عملی درصورتی که هوای فشرده چندپوندبرانچ مربعی واردلابیرینت هاشودکارائی ان به مراتب بهترازتزریق بخارداخل هولرینگ برینگ است

لازم به ذکراست که بیشترین مشکلات توربین های بخاری نفوذبخار به محفظه هولرینگ برینگ ها است که باعصرف روغن های HBدر توربین های بخار که براحتی ازاب جدامی شوندوهمچنین با تخلیه مداوم اب داخل هولرینگ برینگ ها(طبق تجربه نفرات)کمک قابل ملاحظه ای دررفع مشکل می کند ولی درتوربین های بزرگ بااستفاده ازدستگاه های جداکننده اب وروغن که باعمل نیروی گریزازمرکز کارمی کند طی پریودهای زمانی روغن ازمحل مناسب وارددستگاه می شود وپس از جداشدن اب ومواد دیگران مجددواردمخزن روغن می شود.

آب بندهای فلزیSeal Rings

این نوع اب بند ها بصورت رینگ های فلزی ساخته می شوند وبسته به مورداستفاده انهاهمواره باید لقی یا کلرنس مورد نیاز بین انها وجودداشته باشدتابتوانند کاراب بندی راانجام دهند.

وبه دسته های زیرطبقه بندی می شوند:

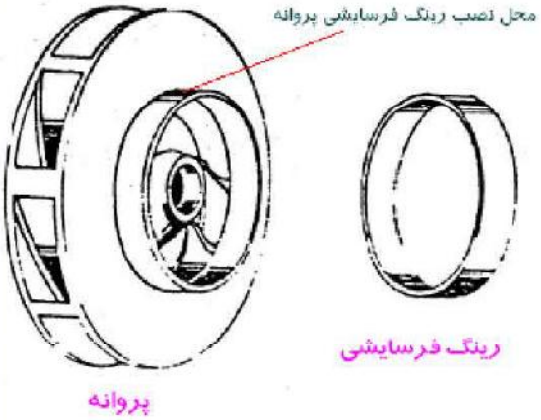
الف-رینگ های فرسایشیWearing Rings

ب-بوش هاBushs

ج رینگ های روغنیSeal Rings

رینگ های فرسایشیWearing Rings

ازاین نوع اب بندبرای اب بندی قسمت های داخلی پمپ های گریز ازمرکزبرای جلوگیری ازنشتی های داخلی ازطرف قسمت فشار بالاDischargeبه سمت فشارپایینSuctionپروانه پمپ استفاده می شود.به دلیل این که فشار مایع خارج شده ازپروانه(فشارخروجی پمپ) بیشتر ازفشار مایعی است که به پروانه واردمی شود(به عبارت دیگر چشمه پروانه درمعرض فشارورودی است ونقاط دیگران درمعرض فشارخروجی است) اگرفاصله بین انها اب بندی نشودمایع ازخروجی پمپ مجدداوارد قسمت چشمه پروانه می شودو باعث کاهش فشار وفلوی پمپ می شودکه برای جلوگیری ازنشت مایع بایدپروانه طوری دربدنه نصب شود که مایع نتواندازفاصله بین لبه بیرونی چشمه پروانه وارد چشمه پروانه شودودرعین حال پروانه نیز بتواند به طورازادباحداقل فاصله نسبت به بدنه بچرخد.



با توجه به اجتناب ناپذیربودن مسائل اصطکاکی وسایشی به دلیل نفوذ ذرات جامد و.....لبه بیرونی چشمه پروانه وبدنه بعد ازمدتی دراثرساییدگی پروانه وبدنه باید تعویض یا موردجوشکاری وبازسازی قرارگیرندکه تعویض پروانه یا تعمیرات انها گران تمام می شودوازلحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست . بدین منظوردوحلقه رینگ یکی روی پروانهImpeller Wearing Ringو یکی روی بدنهCasing Wearing Ring نصب می شودکه بین دورینگ فاصله بسیارکمی وجوددارد که مقداراین فاصله یاکلرنس، بستگی به قطرچشمه پروانه ودرجه حرارت مایع و.....دارد که در صورت سایش وافزایش کلرنس منجر به کم شدن فلو وفشارپمپ می شود .این رینگ ها به راحتی وباهزینه کمی قابل تعویض بوده ونیازی به تعویض پروانه یا ترمیم بدنه نیست وحتی دربعضی موارد

با تعویض تنها یکی ازاین رینگ ها امکان کم کردن کلرنس وجود دارد . جنس این رینگ ها معمولا از فولاد ,چدن برنج و...دیگرفلزات می باشد وبراساس کلاس پمپ تعیین می شود . ازاین رو رینگهای فرسایشی ، اتصالات متحرک مناسبی را بین پروانه و بدنه پمپ ها بوجود می آورند که به راحتی قابل تعویض اند واز نظر اقتصادی نیزبسیارمقرون به صرفه است.

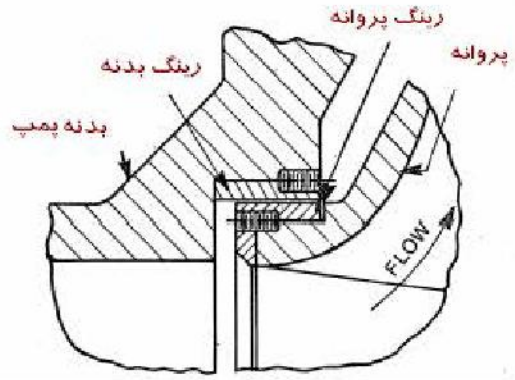
در عمل همیشه باید مقداری نشتی ازبین این رینگ ها وجودداشته باشدولی دریک پمپ خوب نبایدبیشترازپنج درصد مایع پمپ شونده ازرینگ های فرسایشی عبورکنددراینصورت کاهش فلوی پمپ می شود.همچنین درصورتی که ذرات جامد واردپمپ شود بین این رینگ ها گیرمی افتد وباعث تشدیدسایش وافزایش کلرنس ها وکاهش فشاروفلوی پمپ می شود

دراکثرپمپ ها رینگ های فرسایشی روی پروانه ویا بدنه بصورت پرسی نصب می شوند(یاکلرنس منفی) وبا نقطه جوش کردن ویابه وسیله پیچ هائیL-screw که بین بدنه رینگ وبدنه پروانه (یا بدنه پمپ)تعبیه می شود نصب می شوند .

انواع رینگ های فرسایشی

درپمپ های گریزازمرکز انواع مختلف رینگ های فرسایشی بکارمیرود که انتخاب مناسب ترین انهابرای یک پمپ بستگی به خواص مایع پمپ شونده ساختمان بدنه پمپ اختلاف فشار بین دوطرف رینگ ومشخصات دیگر طراحی پمپ داردکه معمول ترین انواع انهانوع مسطح و Lشکل انهاست که ذیلا به شرح وکاربرد انواع مختلف انها می پردازیم و توضیح مختصری راجع به هرنوع ازانهاارائه می شود

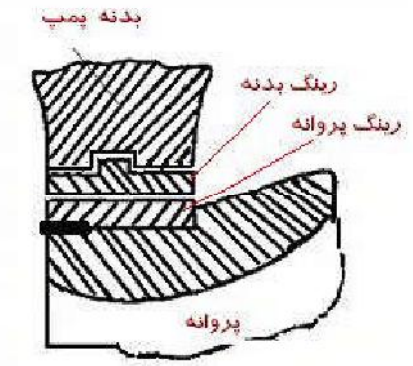
۱-ساده ترین شکل این رینگ ها نوع تخت انها است که شامل دورینگ تخت است که معمولا یکی ازانهاازجنس سخت ودیگری ازجنس نرم ترساخته شده است وتوسط پیچ های ال استکرو که بین بدنه پروانه ورینگ فرسایشی قرارمی گیرد(وهمین طوردربدنه پمپ)روی پروانه وبدنه پمپ ثابت می شوند.



رینگ فرسایشی تختی که روتدرساخته می شود(جنس نرم تر)روی پروانه پیچ می شود(زیرانعویض ان خیلی راحت تراست)ورینگ ازجنس سخت ترروی بدنه نصب می شود .

۲-درنوع دیگر طراحی روی قطربیرونی رینگ فرسایشی بدنهCase Wearing برامدگی تعبیه شده است که درشیارمحفظه بدنه پمپ قرارمی گیرد ودارای این امتیاز است که تعویض انها اسان است ونیازی به تنظیم کردن دقیق انهادرحین نصب نیست.

این نوع طراحی معمولا درپمپ های چندمرحله ای که بدنه انهابصورت دو افقی روی همدیگرقرارمی گیرد استفاده می شودوبرای ممانعت ازچرخش انها درحین کارمعمولابک پین اروی ان قرارداده می شودکه یک طرف ان دربدنه وطرف دیگران در رینگ می افتد.



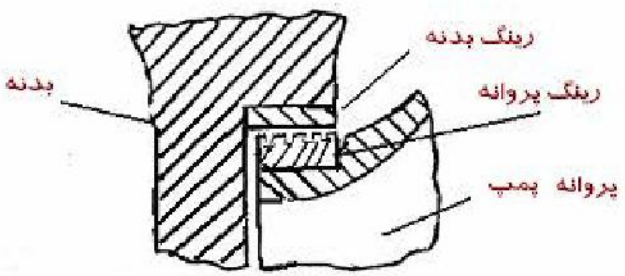
البته لازم به توضیح است که انطباق این نوع رینگ هادرداخل بدنه بصورت انطباق فیمابین با اراداست که قراردادن پین های ضد چرخش روی انها نیزمبین این مطلب است.واین یکی ازمحاسن خوب این نوع طراحی است که بصورت ازاد یاSelf Alignعمل می کنند وقادرند که خودشان رابارینگ های فرسایشی روی پروانه تطابق دهندوامکان کم کردن کلرنس رابوجود اورند.

۳- درطراحی نوع پله دار Labyrinth Type Rings مایع هنگام عبورازبین تغییرقطرها با رها تغییر جهت بدهدکه این پیچ وخم هامقاومت زیادی درپرابرنشتی مایع تولیدمی کندومقدارنشتی رافوق العاده کم می کند.این نوع رینگ ها علاوه بر داشتن لقی شعاعی معین دارای لقی محوری نسبتاً زیادی هستند که فضای تقلیل فشار دینامیکی رابوجود می آورند و در اثر وجود همین فضای نسبتاً بزرگ است که سرعت فرار مایع کاهش پیدامی کند و در نتیجه می توان لقی شعاعی بیشتری بین رینگهای ثابت و متحرک درنظرگرفت. چون سرعت جریان مایع برگشتی دررینگ های پله دار کمترازرینگ های تخت است درنتیجه سائیدگی رینگ هاکمترودوام انهابیشتر ازرینگ های تخت است ولی ساخت ان مشکل تروقیمت انهانیزبالاترازرینگ های تخت است .

رینگ نوع لابیرینتی

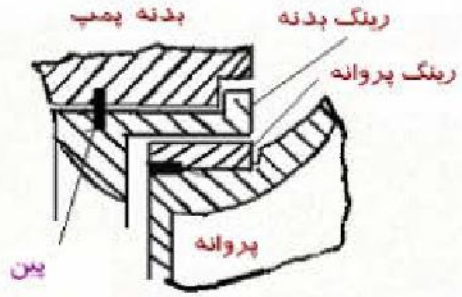
البته یکی دیگرازمحاسن این طراحی دراین است که به دلیل وجودکلرنس زیادبین رینگ ها ذرات جامد وناخالصی ها ازبین لابیرینت ها می توانند عبورکنند بدون این که سایشی بوجوداید.

٤-درنوع دیگری ازطراحی روی رینگ های فرسایشی شیارهای مارپیچ مانندی(مثل پیچ)تعبیه می کنندSpiral تا علاوه برکارایی بندی اگرذرات جامدی هم درمایع پمپ شونده وجودداشته باشدباعث تشدید سایش انهانشودودرداخل این شیارها قرارگیردوخارج شود.البته چیت این مارپیچ ها راطوری طراحی می کنندکه چرخش پروانه نیزکمک به خارج نمودن ذرات می کند.که بااین کاربازامکان کم کردن کلرنس رینگ های فرسایشی وافزایش طول عمرانیزافزایش می شود. البته ازاین نوع طراحی بیشتربرای اب بندی گازها درکمپرسورهای گریزازمرکزاستفاده می شود
درشکل زیرشمائی ازان نشان داده شده است.



رینگ سایشی باشیارهای مارپیچی

٤-دربعضی ازطراحی ها از رینگ های ال شکل روی بدنه استفاده می شودکه بصورت ازاد Floating Ringsروی بدنه پمپ نصب می شوندودرجهت شعاعی می توانددحرکت کند وعامل اب بندی فشارسیال است که باعث چسباندن انها روی بدنه پمپ می شود.البته این نوع رینگ هاازدوناحیه عمل اب بندی راانجام می دهندهم اب بندی اززیررینگ وهم اب بندی ازپشت رینگ وباید سطوح طوری پرداخت شوند که رینگ بطورکامل روی بدنه پمپ تماس داشته باشد درغیراین صورت امکان نشتی وفرارمایع ازپشت رینگ نیزوجوددارد. این نوع طراحی باعث می شودکه بتوان کلرنس ها راکمترنمود وبیشترین کاربردان درپمپ های چندمرحله ای است که بدنه های انها بصورت افقی اسمبل می شوند وحسن انها دراین است که بصورتSelf Alignعمل می کنندواحتمال جام شدن نیزدرانها به مراتب کمتر است .البته لازم به توضیح است که برای جلوگیری ازچرخش رینگ حتما این رینگ ها بایدباپین نصب شوند.



رینگ .ا شکل

انطباق این نوع رینگ هادرداخل بدنه بصورت انطباق ازاداست که قـر ردادن پـین هـای ضـدچرخش روی انهـا نیزمبین این مطلب است.واین یکی ازمحاسن خوب انها اسـت کـه بـصورت ازادیـاSelf Alignعمـل مـی کننـد وفادرند که خودشان رابارینگ هـی فرسایشی روی پروانه تطـابق دهنـدوامکان کـم کـردن کلـرنس رابوجـود اورند.

علل متداول خرابی رینگ های فرسایشی Wearing Rings Problems

۱-نامناسب بودن جنس یا کلرنس رینگ ها باشرایط پمپ .

۲-ورودذر ت جامد وگیرافتادن انهـابین رینـگ هـا بـه دلیـل اسـتفاده نـشدن مـش مناسـب دروروذی پمـپ درصورتی که ورودذرات جامداحتناب ناپذیرباشد دراوردن شیارهایی روی انها درجهت مناسب کمک مـوثری به حل مشکل می کند .

۳-نامتناسب توزیع شدن فاصله درقسمت های مختلف به دلیل چال بندی ونصب نامناسب هوزینگ برینگ ها

٤-وجودتنش های سیستم لوله کشی روی بدنه پمپ .

۵-گرم کردن نامتعادل وناگهانی پمپ .

۶-خورندگی مایع .

۷-بدون مایع کارکردن پمپ باعث تماس رینگ های ثابت ومتحرک می شود .لازم به توضیح است کـه ازمـایع داخل پمپ به عنوان یک روانکار بین سطوح استفاده می شود .

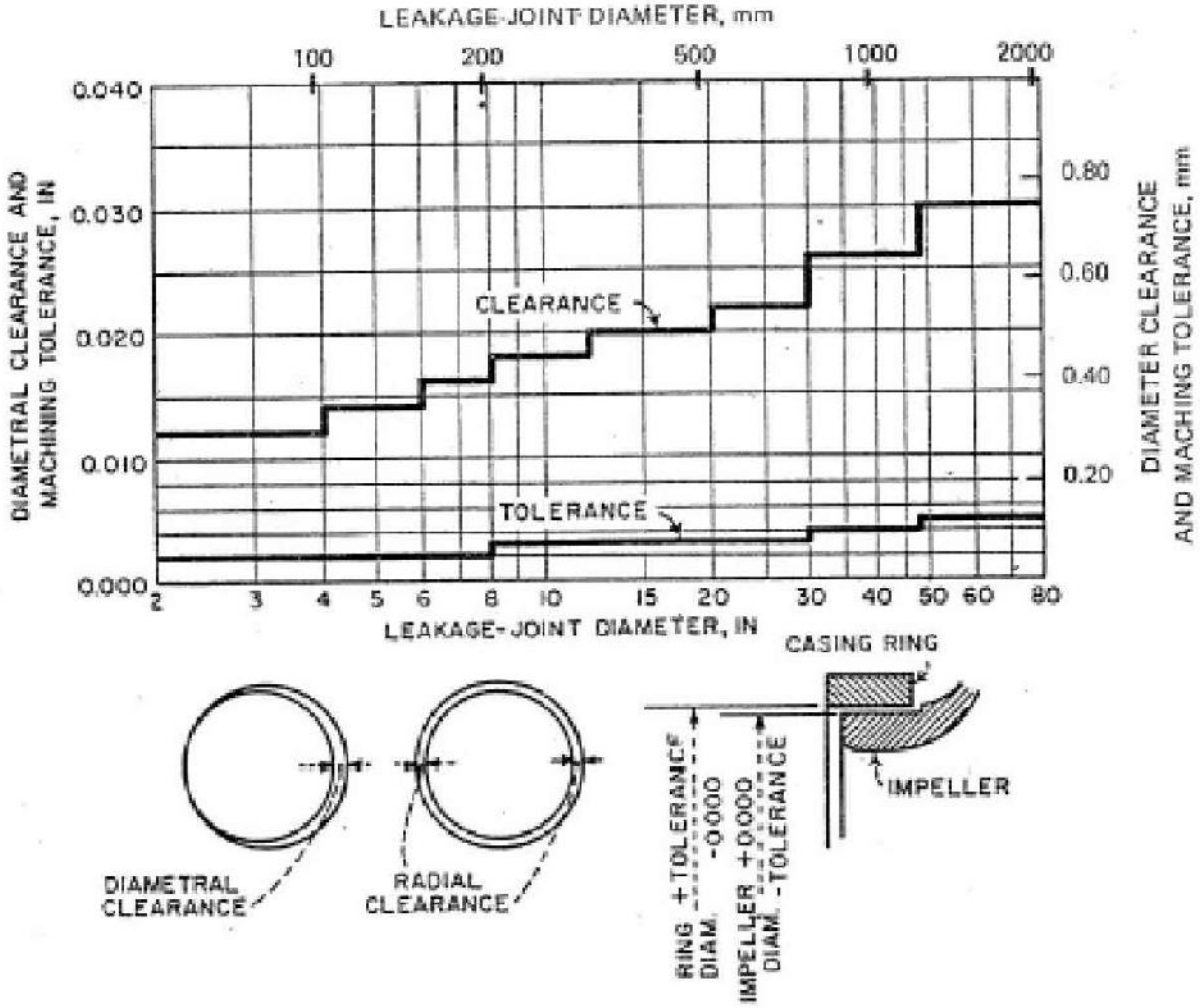
۸-مسائل مشکلات ارتعاشی ازقبیل کاویتاسیون Recirculationنا هم محوری و....

نصب رینگ های فرسایشی Wearing Rings Instalation

غالبا این رینگها (رینگ های تخت)در داخل بدنه یا روی پروانه بصورت انطبـاق پرسـی Shrink Fit نـصب مـی شوند و علاوه بر آن برای اطمینان از تصال محکم آنها در تمام شرایط بخصوص رینگهـای پروانـه در دورهـای زیادوقطرزیادکه تحت تاثیر نیروهای گریز از مرکززیاد قرار می گیرند و احتمـال بـاز شـدن ودر نتیجـه رهـا شدن آن وجود داردتوسط چند پیچ Set Screw روی بدنه و یا پروانـه محکـم مـی شـوندبه ایـن صـورت کـه سوراخ جای پیچ ها در حد فاصل بین رینگ فرسایشی و پروانه (یا بدنه)قر ر می گیرد یعنی نیمی از سـوراخ در فلزرینگ ونیمه دیگران در فلز پروانه (بدنه) می باشدتاجازه حرکت داده نشود .

کلرنس رینگ های فرسایشیWearing Rings Clearance

کلرنس یا فاصله رینگ های فرسایشی ازیک طرف باید نقدر کـم باشـد تـاجلوخروج مـایع را بگیـرد وازطـرف دیگرباییدبه اندازه کافی زیادباشد تا رینگ های فرسایشی ثابت ومتحرک بـا همـدیگر تمـاس نداشـته باشـند و همانطورکه قبلا گفته شدبستگی به قطرچشمه پروانه درجه حرارت مایع پمپ شونده جنس رینگ ها و .....دارد که معمولا توسط کارخانه سازنده داده می شودکه گاها جواب مناسب گرفته نمی شود وباید تغییر داده شوند. برای مواردعمومی وبرای پمپ های یک مرحله ای می توان مقداران ر از دیاگرام زیربدست اورد .



Wearing-ring clearances for single-stage pumps using nongalling materials.

جدول فوق لقی استاندارد بین رینگ های ثابت و متحرک و تولرانس ماشین کردن آنها را برای فلزاتی که در اثر تماس پوسته نمی شوند و دراثرخراش های ممتد روی هم گیر نمی کنند Nongalling Metals نشان می دهد .

در صورتی که فلز رینگها از خانواده Gelling Metals مثل فولادهای کرم دار باشد ، باید مقادیر داده شده را به اندازه 0.004 تا 0.002 اینچ افزایش داد .

در مورد پمپهای چند مرحله ای وبرای رینگهای بزرگتر باید لقی قطری را تا 0.003 اینچ افزایش داد تولرانس نشان داده شده برای رینگ فرسایشی بدنه مثبت و برای رینگ فرسایشی پروانه منفی است.

. مثال : برای رینگ فرسایشی ثابت (مربوط به بدنه) با قطر 9 اینچ ، قطر صحیح پس از ماشین کاری 0.003 + 9.000 می باشد و برای رینگ متحرک (مربوط به پروانه)0.000+ 9.000 است از اینرو لقی قصری بین این دو رینگ 0.024 تا 0.018 اینچ خواهد بود .

هرچه کلرنس رینگ های فرسایشی کمترباشد راندمان پمپ بالاتراست

جدول زیربرای درانتخاب کلرنس می تواند مفید باشد

wear ring. nominal diameter	Minimum Diameter Clearance Temp. up to 260°C (500°F) wear ring		Minimum Diameter Clearance Temp. over 260°C (500°F) wear ring	
	CAST-IRON Ni-Cr. STEEL 11/13% Cr.-Tr.	AISI CARBON-STEEL	CAST-IRON Ni-Cr. STEEL 11/13% Cr.-Tr.	AISI CARBON-STEEL
mm	mm	mm	mm	mm
127 ÷ 152,²	0,43	0,557	0,557	0,684
152,⁴ ÷ 177,⁷	0,455	0,582	0,582	0,709
177,⁹ ÷ 203,¹	0,48	0,607	0,607	0,734
203,³ ÷ 228,⁵	0,505	0,632	0,632	0,759
228,⁶ ÷ 253,⁸	0,53	0,657	0,657	0,784
254 ÷ 279,³	0,555	0,682	0,682	0,809
279,⁴ ÷ 304,⁷	0,58	0,707	0,707	0,834
304,⁸ ÷ 330,¹	0,605	0,732	0,732	0,859
330,² ÷ 355,⁵	0,63	0,757	0,757	0,884
355,⁶ ÷ 380,⁹	0,655	0,782	0,782	0,909

درجدول زیرکلرنس پروانه های نوع اینديوسربلنده پمپ داده شده است:

Nominal diameter inducer	Inducer clearance mm
100 ÷ 150	0,7
150 ÷ 200	0,8
200 ÷ 250	0,9

درجدول زیربرای کلرنس رینگ های فرسایشی طبقAPI610اورده شده است.

API 610 wear ring clearances.

For cast iron, bronze, hardened 11 to 13% Chromium, and materials of similar galling tendencies, the following running clearances should be used.	
Diameter of rotating member at clearance joint, inches	Minimum diametral clearances, inches
Under 2.5	0.011
2.500 to 2.999	0.012
3.000 to 3.499	0.014
3.500 to 3.999	0.016
4.000 to 4.499	0.016
4.500 to 4.999	0.016
5.000 to 5.999	0.017
6.000 to 6.999	0.018
7.000 to 7.999	0.019
8.000 to 8.999	0.020
9.000 to 9.999	0.021
10.000 to 10.999	0.022
11.000 to 11.999	0.023
12.000 to 12.999	0.024
13.000 to 13.999	0.025
14.000 to 14.999	0.026
15.000 to 15.999	0.027
16.000 to 16.999	0.028
17.000 to 17.999	0.029
18.000 to 18.999	0.030
19.000 to 19.999	0.031
20.000 to 20.999	0.032
21.000 to 21.999	0.033
22.000 to 22.999	0.034
23.000 to 23.999	0.035
24.000 to 24.999	0.036
25.000 to 25.999	0.037

NOTES: 1. For materials with severe galling tendencies such as 18-8 stainless steel or operating temperatures above 500°, add 0.005 in to these diametral clearances.

2. There should be a minimum of 50 Brinell hardness *difference* in mating materials.

روش های اندازه گیری کلرنس رینگ های فرسایشی

برای اندازه گیری لقی بین رینگ های فرسایشی ازروش های زیرمی توان استفاده نمود:

۱-درصورتی که رینگ هامسطح باشندباقر ردادن فیلرمناسب بین رینگ ها وقرائت نمودن ضخامت مجموع فیلرهای عبوری می توان لقی رااندازه گیری نمود(درحالتی که رینگ هاداخل هم قرارگرفته اند).

۲- با بستن ساعت اندازه گیر در موقعیت مناسب وحرکت دادن محور(درچندجهت)میزان اختلاف انحرافات ایجادشده مبین فاصله یالقی بین رینگ ها است (ازمنتهی الیه بالا تاپایین وقرائت میزان انحراف ایجادشده روی ساعت اندازه گیر).

۳-اندازه گیری قطر داخلی رینگ بدنه(به وسیله میکرومتر داخلی) وکم کردن قطرخارجی رینگ پروانه (که بامیکرومترخارجی اندازه گیری شده) از ان درصورتی که قطعات پمپ باز باشد .که برای یاد رفتن دقت اندازه گیری بایددرقطر های مختلف انجام شود ومتوسط انهادرنظرگرفته شود

بوش هاBush

درپمپ ها ازبوش ها برای چندین منظوراستفاده می شود یکی به عنوان تکیه گاه برای محورویرای اب بندی بین قطعات ویابراورده نمودن هردومورد قبلی استفاده می شود.

۱-بوش های میانی یاCenter Bushکه بین پروانه های مبانی پمپ های چندمرحله ای به عنو ن اب بند داخلی بین مرحله ای وهم به عنوان یک تکیه گاه برای محورعمل می کند

۲- بوش های استافین باکسNeck Bush

۳ بوش های گلوگاهیThrothle Bushings

برای جلوگیری ازورودمایع به محفظه استفینگ باکس که باعث افزایش فشار جعبه آب بندی می شود وباعث می شودمکانیکال سیل نتواند در آن محدوده جلوی نشتی را بگیرد از یک وسیله تقلیل فشار که یک خز ان نک بوش Neck Bushاست که معمولا بصورت لابیرینت شکل است استخده می شودکه دربخش های اتی بطورمفصل راجع به انها بحث خواهدشد .

رینگ های فلزی(Seal Rings) آب بندهای روغنیSeal Oil

دراین نوع آب بندهابا تزریق نمودن وایجادسدی ازروعن که فشارش کمی بیشترازفشار گازداخل کمپرسور است از بیرون مدن گاز داخل کمپرسور بطرف بیرون ممانعت می شود.به عبارت دیگردراین نوع آب بند هاوظیفه سیل آب بندی کردن روغنی است که بین سیل رینگ هاتزریق می شود.این نوع آب بندها جردسته آب بند هی فاصله ای قرار دارندبدین معناکه همواره فاصله کمی بین آنهاومحوروجوددارددوبرای ممانعت ازتماس قطعات ثابت ومتحرک این فاصله ماروغن روانکاری می شودوغالبادرکمپرسورهای گریز از مرکز فشاربالا که در سرویس گاز های خطرناکی مثل هیدروژن و ..... قرار دارندمورداستفاده قرارمی گیرند

سیستم های آب بندروغنی ازقسمت های زیرتشکیل شده است:

۱-مجموعه سیل های آب بندکننده

۲-پمپ های بالابرنده فشارروغن سیل اویل که دارای یک پمپ اصلی ویک پمپ یدک می باشد(توربینی وبرقی)ودرسیل های فشاربالانیزپمپ های بالابرنده فشارروغن ازدوعددپمپ فشارپایین LP وفشار بالا HPکه هرکدام ازآنهانیزدارای یک پمپ یدک هستندتشکیل شده است.معمولاپمپ فشارپایین ازنوع گریز از مرکز وپمپ فشاربالا ازنوع پمپ مارپیچیScrew Pumpاستفاده می شود.

۳-تانک ذخیره روغن سیل اویل که دریپین نصب می شودومحل تامین روغن سیستم است که دارای قسمت های مختلف اعم ازهیترروغن و...می باشد.

٤-تانک تنظیم فشارروغن بالائی Top Tankکه درحدود٤/٥مترباالترازمحورکمپرسورواقع شده است که وظیفه اصلی ان این است که فشارروغن سیل اویل رابالاترازفشاربافرگازنگه می داردوعلاوه بران محل ذخیره روغن نیزهست ودرصورتی که پمپ های سیل اویل هردوازکارباایستندروغن ذخیره شده درداخل ان می تواندعملیات روغن رسانی راتاتوقف کمپرسورانجام دهد.

۵-تراپ های روغنOil Trapsکه کارجداکردن گازازروغن خروجی ازسیل هارابه عهده دارد.

۶-کنترل ولوهاوسیستم های تنظیم کننده فشارروغن وبافرگازسیستم سیل اویل

۷-سیستم های حفاظتی وابزاردقیقی که روی سیستم سیل اویل نصب شده ند

ذیلا راجع به هرکدام ازمواردفوق توضیح مختصری داده می شود.

ساختمان سیل های روغنی

آب بندهای روغنی ازقطعات مختلفی تشکیل شده است که اجزان بصورت تک تک درداخل محفظه آب بندی قرارداده می شوندوبااستفاده ازجک بولت هایی که روی سطح پیشانی این قطعات نصب می شوددرمحفظه آب بندی مونتاژ ودمونتاژمی شوندکه این عمل بایدبادقت زیادانجام شودوباندازه گیری های عمقی که انجام می شودباید ازقرارگرفتن قطعات درجایگاه آنهااطمینان حاصل می شود.

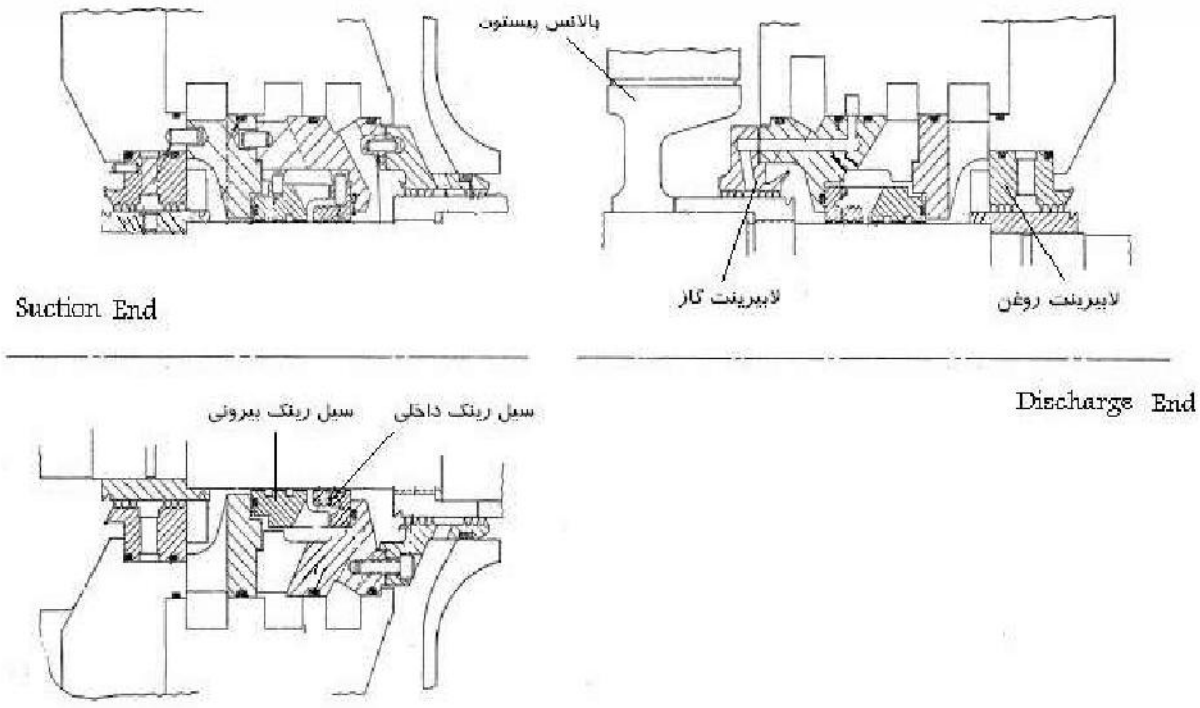
قطعات اصلی این آب بندعبارتنداز:

۱-رینگ های آب بندکنندهSeal Rings که قسمت اصلی این نوع آب بند هاهستندواز رینگ های فلزی باکلرنس های بسیارکم ساخته شده اندوروی سیل هرطرف کمپرسوردست کم دوعددازاین سیل هانصب می شودوروغن سیل کنندهSeal Oil فشاربالابین این سیل رینگ هانزریق می شود.

لازم به توضیح است که درسیل های فشاربالاکه اختلاف فشارسیل اویل ومحیط بیرون(اتمسفر)زیاداست برای جلوگیری ازخروج روغن به طرف اتمسفر این نوع آب بند باسه عددسیل رینگ طراحی می شودکه دوعددازاین سیل هابرای آب بندی کردن روغن بطرف اتمسفرویک عددیگربرای کنترل کردن وآب بندی روغنی است که بطرف داخل کمپرسورتزریق می شود.

درشکل زیرشمائی ازیک سیل کامل مربوط به یک طرف کمپرسورکه ازدوعددSeal Ringداخلی وخارجی تشکیل شده نشان داده شده است:

شمائی ازقطعات اصلی سیل های روغنی



۲-لابیرینت های آب بندکننده که شامل دوعددلابیرینت است

الف-لابیرینت گازکه بطرف داخل کمپرسورنصب می شودکه باتزریق بافرگازدرقسمت وسط ان گازبه دو شاخه تقسیم می شودکه یک شاخه ان بطرف داخل کمپرسورتزریق می شودوشاخه دیگران گازی است که با روغن بایدآب بندی شود.

ب-لابیرینت های روغنی که درقسمت بیرونی سیل(طرف اتمسفر)هانصب می شوندوشامل دوقسمت می باشندیک قسمت ان روغن روانکارLube Oil راآب بندی می کندوقسمت دیگران روغن آب بندکننده Seal Oilراآب بندی می کند.

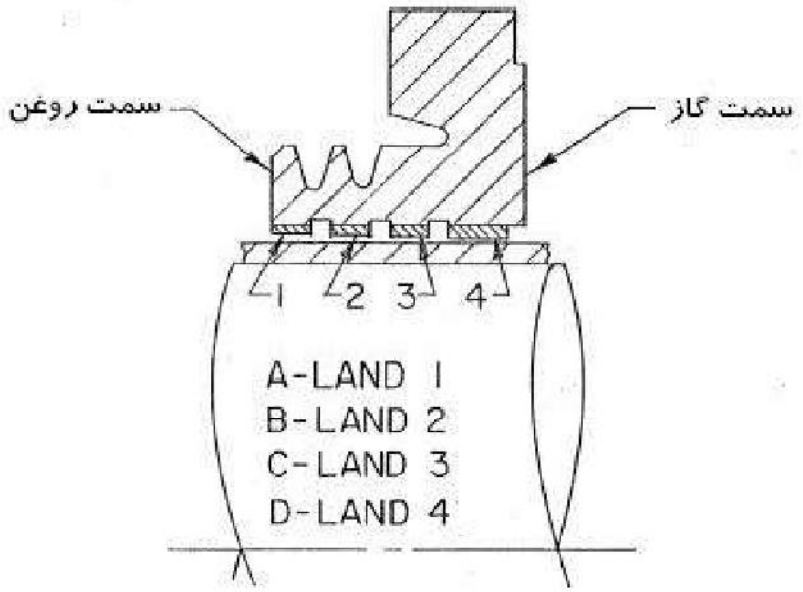
۳-بدنه سیل که چندتکه است ومحل قرارگیری سیل رینگ هااست.

٤-آب بندهای ثانویه (اورینگ ها)که وظیفه آنهاآب بندی سیل رینگ هادرقسمت بدنه وهمچنین آب بندی نمودن بدنه سیل نسبت به قسمت داخلی استافینگ باکس یامحفظه آب بندی است.

٥-بوش هائی که زیرلاینرینت هافرارمی گیرندوتوسط پیچ های انL-Screwروی محور نصب می شوند.

٦-پین های ضدچرخش که ازچرخیدن سیل رینگ هاجلوگیری می کنندودرهنگام نصب حتمابایددرمحل خودقرارداده شوند.

درشکل زیر شمائی ازیک Seal Ring نشان داده شده است همانگونه که مشاهده می شود درقطر داخلی ان پله هائی باقطرهای متفاوت تعبیه شده که هرچه بطرف بیرون می رود(سمت چپ)کلرنس ان کمترمی شود و به عنوان قسمت اصلی این سیل ها عمل می کند.



علاوه برکلرنس پایین سیل رینگ هاپله های تعبیه شده درقسمت قطرداخلی سیل مثل لابیرینت هاعمل می کنندوجلوی خروج بیش از حد روغن سیل کننده بطرف داخل یاخارج کمپرسورزامی گیرد واز هدر رفتن روغن (روغنی که بطرف داخل کمپرسوردرحرکت است وباگازمخلوط می شود)ممانعت می کند.

فلزپایه Seal Ringازفولاداست ولی قسمت های داخلی ان که کارآب بندی روغن راانجام می دهد از فلز با الیاژ نرم تری مثل بابیت های مخصوص ساخته شده است ومقاومت ان نسبت به مقاومت محور کمتر است.

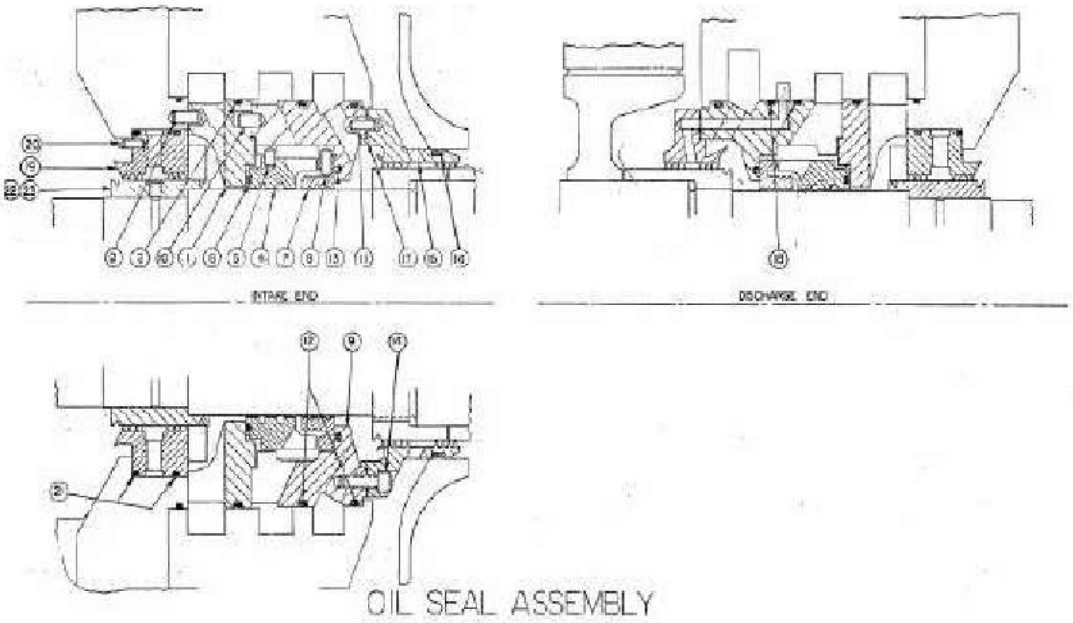
باتوجه به کم بودن کلرنس سیل رینگ ها با محوروبالنبودن دوراین نوع کمپرسورها این نوع سیل ها طوری طرحی شده اند که سیل رینگ ها بصورتFloat یا شناورعمل کنند وبتوانند با حرکت های شعاعی محور، خودرا تطبیق دهند (یعنی بصورت خودمیزان یا Self Align عمل کنند) که این یکی ازمحاسن بسیار خوب این نوع آب بندهاست که می تواند با توجه به کلرنس بسیارپایینی که با محوردارند باحرکات محور که ناشی از نابالانسی،ناهم محوری وخرابی یاتاقان و دیگر مسائلی که باعث حرکت های ارتعاشی می شوند حرکت کنند و فاصله خودرابا محور ثابت نگه دارندوازتماس پیداکردن قطعات ثابت ومتحرک جلوگیری کند.

اصول کارآب بندهای روغنی

درکمپرسورهای گریزازمرکزچندمرحله ای ازدوعددآب بندیکی درطرف داخلی کمپرسور(طرف کوپلینگ) ودیگری درطرف خارجی کمپرسور(طرف نزاست)استفاده می شودبه عبارت دیگرطرف های فشار پایین Intakeوفشاربالا Discharge .

اصول کاروساختمان آب بندهای دو طرف دقیقا مثل هم می باشند و بر خلاف مکانیکال سیل هاسیل های دو طرف با هم در ارتباط می باشندبه دلیل این که روغن سیل کننده به دوشاخه تقسیم می شودوهم زمان روی هر دو سیل تزریق می شود. ودرصورتی که برای یکی از سیل ها مشکلی بوجودایدسیل طرف دیگر نیز تحت تاثیر قرارگرفته ودچارمشکل خواهدشد.

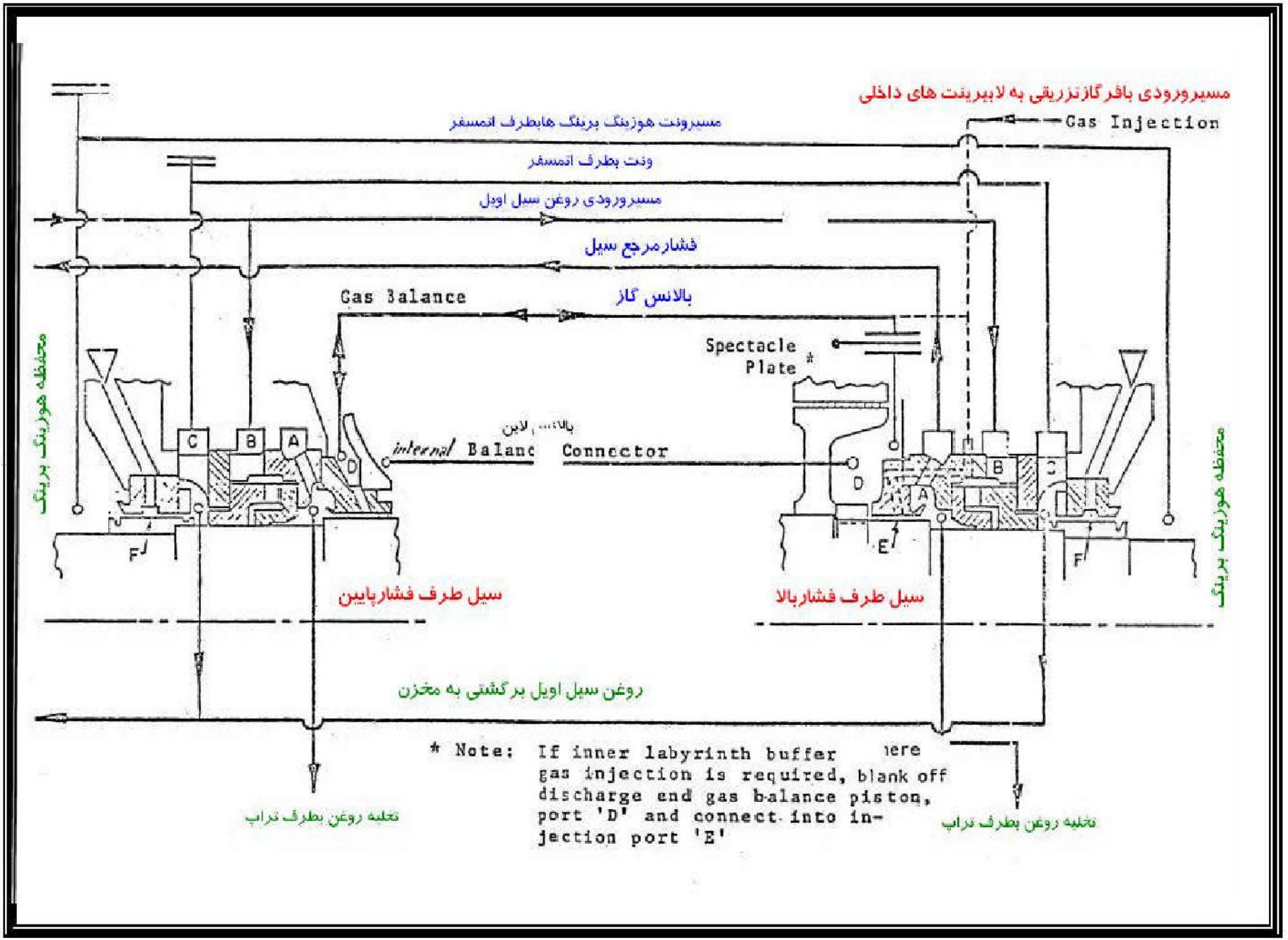
لازم به توضیح است که بالعکس بالانس پیستون دریشت پروانه مرحله آخر کمپرسورهای گریز ازمرکزفشار محفظه آب بندی سمت فشاربالا بافسمت فشارپایین کمپرسور متعادل می شود(که بعدا راجع به ان صحبت خواهدشد) وباعث می شود علاوه برمتعادل شدن نیروهای محوری روتور ،سیل قسمت فشار بالا نیز در معرض فشار ورودی واقع شودونیازی به استفاده از سیل مقاوم تر وگران قیمت تربرای آب بندنمودن گازدرقسمت فشاربالای کمپرسور نیاز نباشد.



در شکل فوق مجددا شمائی ازیک سیستم آب بندی دوطرف یک کمپرسورگریزازمرکز که دارای دوعددسیل رینگ آب بندی Iner Sealو Outre Seal است نشان داده شده است (سیل کمپرسورهای ۲۵۱ واحد های تبدیل گلیسین پالایشگاه اصفهان). روغن سیل کننده عاری ازذرات جامدوخارجی بافشاربالا(دراین سیل فشار روغن حدود ۶۰۰پوندبراینچ مربع است)که توسط پمپ روغنSeal Oil Pump فشاران بالا اورده شده پس از عبوراز کولرهای خنک کننده و فیلترهای باسایز کم و همچنین عبوراز کنترل ولوهای تنظیم کننده فشاروفلو. ازطریق کانال B بین دوسیل رینگ سیل های دوطرف(قطعات شماره ۷و۴) وارد مجموعه سیل می شود سیل

رینگ شماره ۷بطرف داخل کمپرسور است ویک طرف ان تحت فشارروغن وطرف دیگران درمعرض فشارمحفظه آب بندی کمپرسوراست وسیل رینگ شماره ٤ بطرف بیرون کمپرسورنصب شده است که طرف داخلی ان تحت فشارروغن قراردارد و قسمت خارجی ان با محیط بیرون درارتباط است ووظیفه ان ممانعت ازخروج بیش ازحدروغن بطرف اتمسفراست.

با توجه به فاصله(کلرنس) کم سیل رینگ ها باشافت واختلاف فشاری که بین دوطرف سیل رینگ ها وجود دارد روغن تزریق شده بین دورینگ آب بندی Inner&Outer Seal Ringsتمایل به خارج شدن از قسمت داخلی سیل رینگ ها را دارد. بخشی از روغن بطرف داخل کمپرسور (محفظهA)وارد می شودواز خروج گازداخل کمپرسور به سمت بیرون ممانعت می کند(این روغن وظیفه آب بندی گازرابرعهده دارد)وبخش دیگر روغن نیزبه دلیل اختلاف فشاربیشتربین روغن سیل کننده وفشاربیرون (نسبت به سیل داخلی) از زیر سیل رینگ های بیرونی Outer Seal خارج می شود که وظیفه این سیل رینگ ایجادمقاومت یا افت فشار درمسیر روغن برای جلوگیری زکهش فشارروغن وتحت کنترل داشتن روغن است.زیرا برخلاف سیل رینگ داخلی اختلاف فشار بین دوطرف سیل رینگ خارجی Outer Sealخیلی زیاداست(اختلاف فشار بین روغن سیل کننده و فشاراتمسفر) که با توجه به فاصله کمی که بین قطر داخلی سیل رینگ و محور وهمچنین شیارهائی که در داخل سیل رینگ تعبیه شده وباعنایت به کم شدن تدریجی کلرنس سیل رینگ وشافت در طول سیل رینگ،جلوی خروج بیش ازحدروغن گرفته می شود.البته این جریان روغن حتما بید وجود داشته دشد تاروانکاری و ممانعت ازتماس قطعات ثابت ومتحرک راانجام دهدودرانتها ازقسمت پایینی کانال Cخارج می شود واز انجا مجددا وازدتانک روغن سیستم Seal Oil می شودوبحارت روغن موجود در سیل های دوطرف نیز از قسمت باذی کانالCبه توسط سیستم لوله کشی ازطریق لوله عصابی شکل به سمت اتمسفر Ventمی شوند تا از ایجاد Back Pressureدرسیل رینگ های بیرونی که باعث کم شدن جریان روغن ازبین سیل رینگ ها می شودجلوگیری کند.


مسیرورودی بافرگازنزریقی به لابیرینت های داخلی
مسیرونت هوزینگ برینگ هابطرف اتمسفر
ونت بطرف اتمسفر
مسیرورودی روغن سیل اویل
فشارمرجع سیل
Gas Injection
Gas Balance
بالانس گاز
Spectacle Plate *
internal Balanc Connector
محفظه هوزینگ برینگ
محفظه هوزینگ برینگ
C
B
A
D
F
E
سیل طرف فشارپایین
سیل طرف فشاربالا
روغن سیل اویل برگشتی به مخزن
تخلیه روغن بطرف تراپ
تخلیه روغن بطرف تراپ
* Note: If inner labyrinth buffer ıere gas injection is required, blank off discharge end gas balance piston, port 'D' and connect into injection port 'E'

همچنین درقسمت بیرونی محوصه F محفظه های آب بندی سیل های طرفین کمپرسور برای آب بندی روغن دوعدد لابیرینت نصب شده که یکی از آنهامربوط به آب بندی روغن سیل کننده یاسیل اویل است(لابیرینت طرف داخلی) که جلوی خارج شدن روغن سیل اویل را می گیردولابیرینت های خارجی(در دوصرف کمپرسور) برای آب بندی روغن روان کنندهLube Oil است که اجازه وارد شدن روغن روانکاری یاناقال ها را به طرف سیل ها نمی دهد (وبالعکس)که باتوجه به بیشتربودن فشارروغن سیل اویل نسبت به فشارروغن Lube Oil واحتمال خرابی سیل رینگ خارجی بیشترین مشکل این کمپرسورها وارد شدن روغن سیل اویل بطرف Lube Oil است که باعث افزایش حجم روغن درمخزن Lube Oil وکم شدن بیشتر ارتفاع مخزن Seal Oil می شود که باید روغن موردنیازان تامین شود. همچنین با نصب یک عدد سیلیو زیرلابیرینت های روغنی (درناحیه F) باعث افزایش قطر محوردر ان ناحیه می شود که همین نیز کمک به جلوگیری ازخارج شدن روغن سیل کننده بطرف روعن لوب اویل می شود.

برای جلوگیری از واردشدن روغن Seal Oil (که برای آب بندی تزریق می شود)به داخل کمپرسور که مسائل ومشکلات متعدی را می تواندبوجود اورد یک گاز میانی تحت عنوانBuffer Gas با فشاری کمی بیشترازفشارداخل محفظه آب بندی(حدودپنجpsiبیشترازفشارقسمتD) از طریق کانال های Dدرقسمت ورودی کمپرسورIntake End ,E(طرفDischarge End) ازطریق اتصالات Labyrinth Gas Injection بین لابیرینت های طرفین تزریق می شودکه این مسیر به دوشاخه تقسیم می شود که قسمتی ازان از زیر لابیرینت ها واردکمپرسور می شودوازبیرون امدن گازداخل کمپرسوربطرف بیرون ممانعت می کند و قسمت دیگر ان واردمحفظه A می شودکه جلوی خروج ان بایدگرفته شودتاازداخل کمپرسور بیرون نیاید.که این کارتوسط آب بندوبااستفاده ازفشارروغن انجام می شود. در محفظهA روغن سیل اویل با بافرگاز مخلوط می شوندوترکیبی ازروغن وگازدراین قسمت بوجودمی آید . به دلیل سبک تربودن گاز، گاز از مسیر بالایی محفظه Aبه سمت ورودی کمپرسورهدایت می شود وروغن نیز به دلیل سنگین تر بودن از قسمت پایین محفظه A همراه با مقدارجزئی گازازین محوطه خارج ووارد سیستم های Trapsمی شود که در انجا گاز وروغن از هم جدامی شوند و گاز جد شده به طرف اتمسفرVentمی شود وروغن اغشته به گاز Sour Oilنیز توسط کنترل ولوی که درمسیرخروجیTrap قراردارد بصورت اتوماتیک تخلیه می شود. همچنین یک صفحه مسدودکننده درقسمت فشاربالای کمپرسورنصب شده است تااطمینان حاصل شودکه وقتی Buffer Gasمورد ستفاده قرارمی گیرد(ازمنبعی خارج ازکمپرسور)به قسمت Dهدایت شود.

گازپروسسProcess Gasکه به داخل بخش های Aدرآب بندهای دوطرف کمپرسورواردمی شود فشار واقعی گازی ست که باید آب بندی شود.ازمحوطه Seal Refrence Pressure یک اتصال گرفته می شود.(این فشارتعیین کننده فشارلازم Seal Oilدرقسمت Bبرای ایجادمقاومت دربرابر فشارگاز است)و روی قسمت بالائی Top Tankهدایت می شودوفشاران همواره روی سطح روغن بالای مخزن روغن اعمال می شودوباعث می شودفشارروغن Seal Oilهمواره به اندازه ارتفاع روغن مخزن تامرکز شفت نسبت به

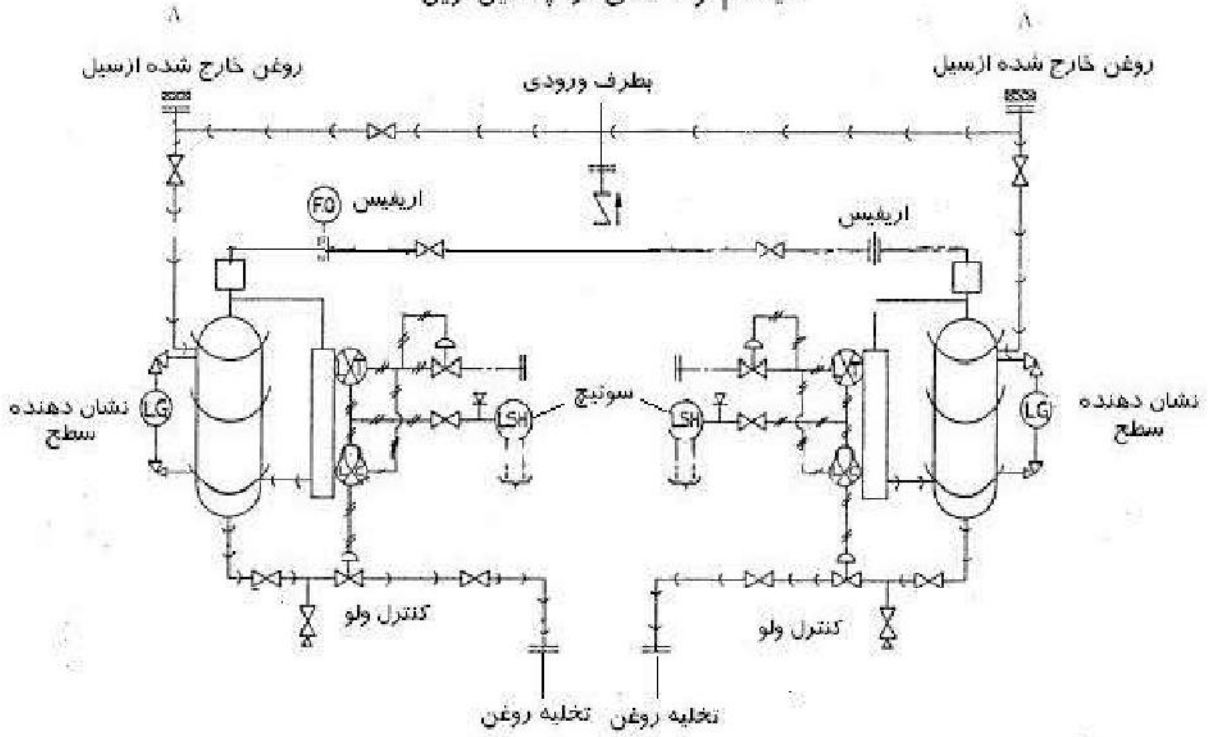
فشاربافرگازبیشترباشدتا اطمینان حاصل شودکه فشارروغن ازفشار بافرگاز بیشترباقی بماند واز خارج شدن گازداخل محفظه آب بندی بطرف سیل رینگ هاممانعت کند .

میزان روغنی که در طول یک شبانه روزازتراپ ها تخلیه می شودLoss مبین وضعیت سالم یا ناسالم بودن سیل رینگ ها که جز اصلی این نوع سیل هاست می باشد. لازم به توضیح است که مقداراروغنی که ازتراپ ها تخلیه می شوددرطول هر نوبت کاری باید اندازه گیری وثبت گردد که با اندازه گیری مقدارمشخصی از روغن در زمان معلوم مقداران در ۲۴ساعت مشخص می شود .

تراپ های روغنOil Traps

همانطورکه ملاحظه می شودروی هرکمپرسوردوعددتراپ نصب می شودکه روغن های تخلیه شده از محفظه Aبه آنهاواردمی شودولی درعمل تراپ هاراطوری طراحی می کنندکه هرتراپ قادربه تخلیه روغن های خارج شده Sour Seal Oilازهردوسیل داخلی وخارجی راداشته باشد(بابازویابسته کردن ولوهای تعبیه شده در مسیرها)و درصورتی که یکی ازآنهامشکل پیداکندبه باروبسته کردن ولوهای مربوطه براحتی می توان یکی از آنها را بطور کامل ازسرویس خارج وبرای تعمیربه کارگاه ارسال نمود.

سیستم لوله کشی تراپ سیل اویل



پس ازواردشدن روغن همراه باگازبه تراپ.به دلیل اختلاف دانسیته بین گازومایع.درمحفظه تراپ گاز وارد شده به دلیل سبک تربودن ازقسمت فوقانی تراپ خارج می شودوبه قسمت ورودی کمپرسور(یاتمسفر) هدایت می شود(درکمپرسورهای ۲۵۱این گازبطرف اتمسفرهدایت می شود)وروغن جمع شده درقسمت پایین تراپ نیزوقتی ازتعلیش ازحدمعینی بیشترشودتوسط فرمانی که ازسیستم کنترل سطح به کنترل ولو تعبیه

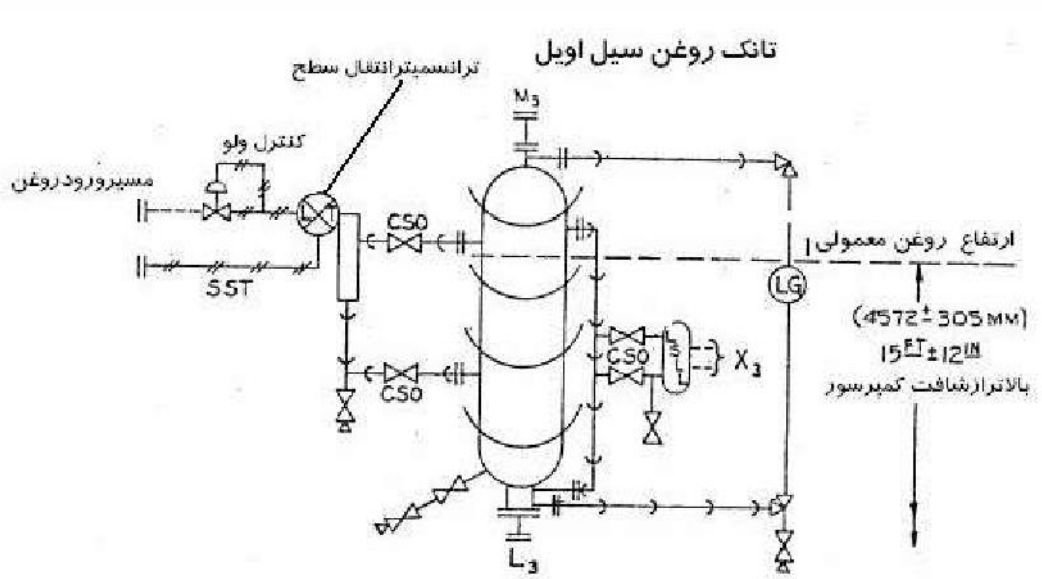
شده در مسیرخروجی ارسال می گرددکنترل ولومسیررابازمی کندوروغن داخل تراپ بطرف اتمسفر هدایت می شودکه عالبامی توان ان رادربشکه های تمیزجمع آوری وپس ازسانتریفیوژنمودن مجددا مورد استفاده قرار داد.

همواره بایدارتفع روغن موجوددرتراپ کنترل شده باشدوتخلیه ناگهانی روغن ازتراپ(کم شدن ارتفاع)نبزمی تواندباعث کاهش فشاردرمحفظه تراپ گرددوبافرگازرابداخوداز انجا بیرون ببردکه این خودباعث می گرددفشارمحفظه ای که روغن وگازدرانجا ازهم جدامی شوندکاهش پیداکندوباعث واردشدن روغن بیشتربه این محفظه گرددکه این نیزباعث نرسیدن روغن به سیل رینگ بیرونی سیل روغنیOuter Seal Ringونهایتا عدم روانکاری وسوختن ان می شود(ازبین رفتن بابیت وزیادشدن کلرنس سیل رینگ)که این نیزباعث فرارروغن بیشتربطرف بیرون کمپرسورمی شودوبانوجه به محدوبودن ظرفیت پمپ های سیل اویل باعث افت کردن فشارروغن سیل اویل ونهایتا نرسیدن روغن به سیل رینگ داخلی وسوخته شدن تمامی سیل رینگ های دوطرف کمپرسوروبه دنبال ان خرابی محور(سیلیوریرمحل قرارگیری سیل رینگ ها)و.....می شود.

ولذابرای کنترل دقیق ارتفاع مایع تراپ همجهزبه سوئیچ های وHigh&Low Level Switchمی باشندکه به سیستم آلارم کمپرسورمتصل می باشند.ضمنادراین مسیرهابرای کنترل جریان خروجی گازوروغن اریفیس هائی تعبیه می شود.

سیستمTop Tank

نکته حائزاهمیت این که دراین نوع آب بندهابرای اطمینان کامل از آب بندی باید فشارروغن سیل ویل کمی بیشتر از (حدود پنج پوندبراینچ مربع) فشار بافرگاز(پروسس گاز)باشد تبتواند باان مقابله کند وجلوی خروج گاز را سد کند و به هیچ عنوان گاز نتواندزیر سیل رینگ ها نفوذ کند(جهت جریان عکس نشود) درغیر این صورت باعث نرسیدن روغن به سیل رینگ ها و سوختن آنها می شود. با توجه به اینکه کمپرسور درشرایط عملیاتی تقریبا متغیری کار می کند باید این اختلاف فشار بصورت کاملا اتوماتیک برقرارباشد. بدین منظور از سیستم Top Tankکه به عنوان یک مخزن ذخیره روغن است و در ارتفاع چهارونیم متربالاتر از محور کمپر سو ر قرار دارداستفاده می شود (این ارتفع روغن معادل فشار پنج پوند براینچ مربع است) یک شاخه از روغن بفشاربالاکه ازپمپ های روغن Seal Oilخارج می شود(پس ازخنک شدن وفیلترشدن) واردمخزن Top Tankمی شود همچنین از کانال Aدرقسمت پشت بالانس پیستون یک انشعاب گاز با عنوان Refrence Gasگرفته می شود ووارد قسمت بالایی Top Tankمی شود که باعث ایجاد فشار روی سطح روغن تاپ تانک می کند و همواره بطوراتوماتیک خلاف فشار پنج پوندی (که تا حدی با تغییردادن ارتفاع روغن داخل تانک قابل تغییر است) بین بافر گازوروغن سیل اویل را به اندازه هد روغن د خل تانک(ارتفاع روغن داخل مخزن) نگه داردزیرا تغییرات عملیاتی باعث تغییر فشارکمپرسور وفشار گاز پشت بالانس پیستون می شودو به تبع ان فشار سیستم سیل اویل نیزبایدتغییر کند.



لازم به توضیح است که فشارروغن سیل اویلی که بین سیل رینگ هاواردمی شود دقیقا با ارتفاع مایع داخل تانک دررابطه است و بانصب سیستم های ابزار دقیقی اندازه گیری ارتفاع باتغییر دادن ارتفاع روغن بافرمانی که این سیستم (اندازه گیری ارتفاع)به کنترل ولوسیستم By Pass روغن می دهد ارتفاع روغن را می توان بسته به شرایط عملیاتی کمپرسورکم یا زیاد نمود وبا قراردادن Set Pointتنظیم ارتفاع روی مقدار مورد نظر, ارتفاع روغن داخل تاپ تانک رادقیقا درحد دلخواه تنظیم نمود(بااستفاده ازمسیرهای بای پاس روغن)که درواقع باتنظیم ارتفاع, اختلاف فشار بین روغن سیل اویل وبافر گاز که موردنظر است تامین می شود .

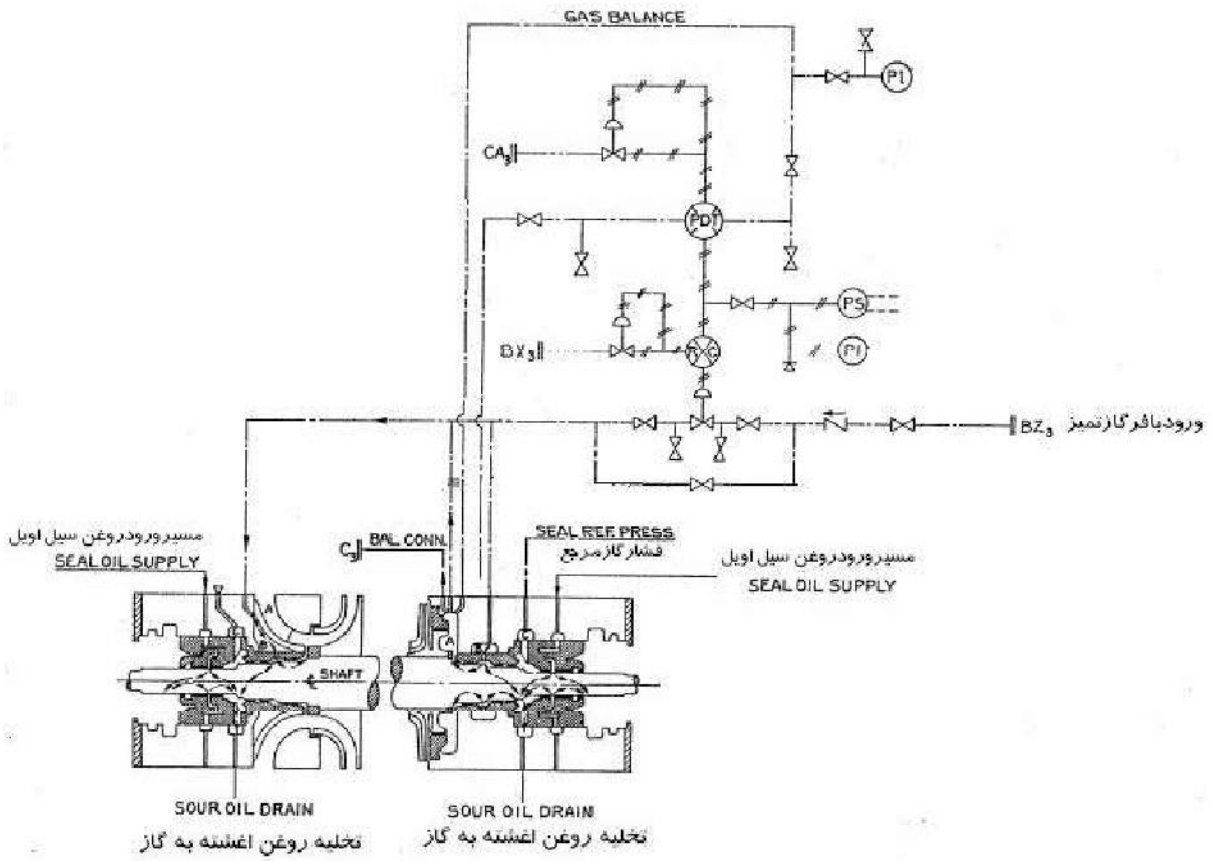
به عبارت دیگردلیل اصلی استفاده ازمخزن Seal Oil Top Tankایجاد اختلاف فشارمناسب بین روغن Seal Oilوگاز Buffer Gasاست ولی علاوه بران درشرایط اضطراری که به دلایلی روغن Seal Oilقطع می شود می توانددبرای مدت محدودی ازلحظه قطع فشارروغن تازمان توقف کمپرسورکارآب بندی وروانکاری Seal Ring ها را انجام دهد.

سیستم تزریق بافرگاز Buffer Gas Injetion

Buffer Gasکه بین لابیرینت ها تزریق می شود باید گاز تمیز وغیرخورنده باشد تا مسائل خوردگی وسایشی روی قطعات آب بند بوجودنیاورد . درکمپرسورهایی که گاز آنها تمیز و مناسب است نیازی به بافرگازندارندواز یروسس گازاستفاده می کنند (مثل کمپرسورهای ۲۵۱) و بابرداشتن Spectacle PlateدرمسیرGas Balanceگازازناحیه پشت بالانس پیستون (سمت فشاربالای کمپرسور) وارد کانال D وبطرف سیل فشار تزریق می شود که گازتزریق شده دروسط لابیرینت وبه دوشاخه تقسیم می شود که یک شاخه ان وارد کمپرسور می شود وشاخه دیگر ان گازی است که باید به توسط سیل آب بندی شود به عبارت دیگر در کمپرسور۲۵۱روی لابیرینت تعبیه شده درقسمت فشاربالای سیل هیچگونه گازی تزریق نمی شودواین مسیربلااستفاده است .

درشکل زیرشمائی ازمسیرهای بافرگازوکنترل ولوهای نصب شده که برای کنترل کردن ان مورد استفاده قرارمی گیرند نشان داده شده است.

سیستم تزریق بافرگاز



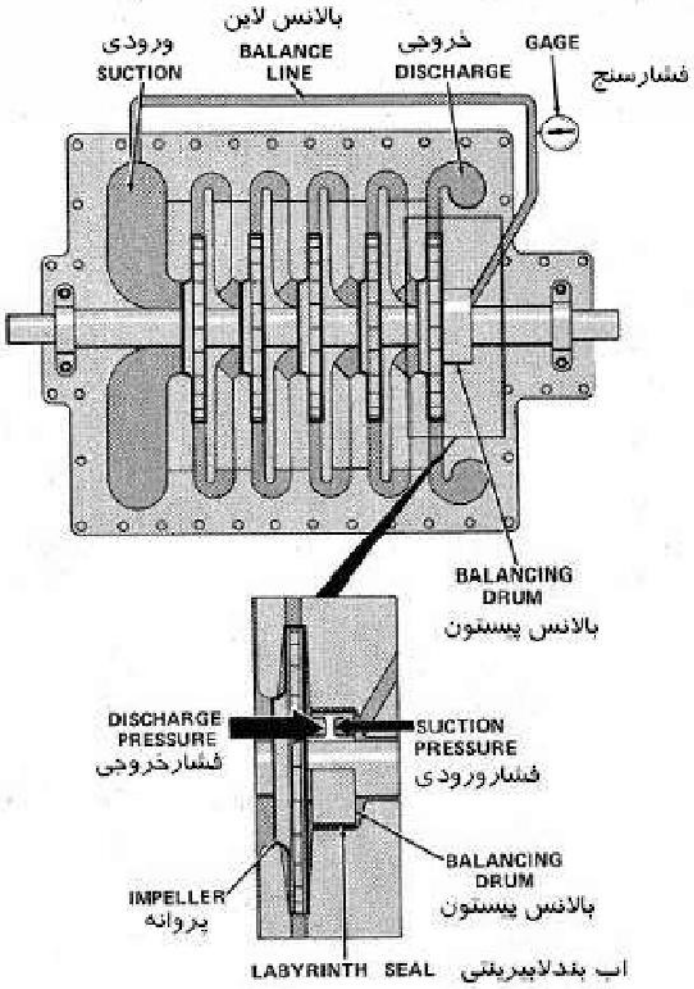
درکمپرسورهایی که گاز نامناسب و خورنده ای مثل گازهائی که ترکیبات گوگردی دارند(مثل کمپرسور های ۶۰۲) بافر گازازیک منبع مناسب و از بیرون کمپرسور تامین می شود(درکمپرسورهای ۶۰۲ازخروجی کمپرسورهای ۶۰۱گرفته می شود) وبا باقرار دادنSpectacle Plate مسدودنمودن این مسیر بافر گازتزریق شده دروسط لابیرینت های دو طرف (فشارکم وفشارباد)تزریق می شودوفشار ان توسط رگولاتور هاوکنترل ولو ها وبااستفاده ازفشار گاز مرجع که روی قسمت فوقانی تاپ تلاک منتقل می شود طوری تنظیم شود که حدود پنج پوندبراینچ مربع بیشتر از فشار محفظه A(جائی که گازوروغن ازهم جدا می شوند).

با توجه به این که منبع تامین روغن سیل کنندهSeal Oil System برای سیل های داخلی وخارجی یک سیستم مشترک است درصورتی که یکی ازسیل های یک طرف کمپرسور دچارمشکلی شودسیل طرف دیگر نیزبه احتمال زیاد مشکل پیداخواهدکرد. بیشترین مشکل سیل رینگ ها سوختن آنهادراثرکاهش فشارروغن و زیاد شدن کلرنس آنهاست ودر صورتی که یکی ازسیل ها(طرف فشار بالابا فشار پایین) دچارمشکل شود باعث می شود روغن زیادی اززیرسیل معیوب عبور کند(بیشترازحدمعمولی که موردنیازان است)ونهایتا فشارروغن

کاهش پیداکندوروغن به سیل رینگ های طرف دیگرکمپرسورنرسد وباعث خرابی وسوختن آنها شود (برخلاف مکانیکال سیل ها که مکانیکال سیل هر طرف بصورت مجزااز مکانیکال سیل دیگرعمل می کند)

سیستم بالانس هیدرولیکی

با عنایت به اینکه سیل طرف داخلی کمپرسور بافشارLow Pressure درمعرض فشارپایین وسیل طرف خارجی High Pressureدر معرض فشاربالاست با طراحی سیستم بالانس لاین که شامل یک لوله چند اینچی است فشار های محفظه آب بندی هردوطرف تقریبا با هم متعادل می شود وباعث می شود آب بند های دوطرف کمپرسور درمعرض فشار Suctionقرار گیرند که شرایط مناسب تری راجرای سیل بوجود می اورد . مسیرBalance Lineاز پشت بالانس پیستون(که پشت اخرین پروانه روی محور نصب می شود و وظیفه ان متعادل کردن نیروهای محوری ناشی ازاعمال اختلاف فشار هیدرولیکی طرفین پروانه ها روی محور است)گازهای خارج شده ازقسمت فشرپیرونی بالانس پیستون راکه ازاریفیرینت های بالانس پیستون خارج می شودراخارج کرده وبه طرف محفظه کم فشار مسیرورودی یامحفظه آب بندی ورودی منتقل می کند که علاوه برایجاد اختلاف فشار دردوطرف بالانس پیستون که باعث ایجادنیرویی مساوی با مجموع نیروهای هیدرولیکی درجهت محوری می کندموجبات تقلیل فشارمحفظه آب بندی هم می شود .



همچنین برای جلوگیری ازنفوذ گاز ازقسمت قطرخارجی بالانس پیستون که دعث کاهش فلوی کمپرسور وبا بالا رفتن فشار پشت بالانس پیستون ومحفظه آب بندی فشاربالا وهمچنین نامتعادل شدن نیروهای محوری می گردد به توسط لابیرینت بالانس پیستون آب بندی می شود.

درشکل قبلی شمائی ازیک کمپرسورگریزازمرکزهمراه باسیستم متعادل کننده نیروی محوری شامل بالانس پیستون و بالانس لابین ونحوه عملکرد ان نشان داده شده است.

قیمت بالای محورهای کمپرسورهای گریزازمرکز که دردورهای بالاکارمی کنندباعث گردیده که برای محافظت ازآنهاروی قسمت هائی ازمحورکه درمحدوده محفظه آب بندی قراردارد غلافSleeveتعبیه ونصب شودتادرصورت خرابی محور کمپرسوردرزیرمحل قرارگیری سیل ها امکان تعمیروتعویض غلاف فراهم باشدزیرادرصورت نرسیدن روغن به سیل رینگ هاعلاوه برازبین رفتن سیل رینگ ها محور نیز اسیب می بیندو نیازی به تعویض رتورگران قیمت می باشد.

علاوه برابن غلاف نیزبایدروی محوربطورکامل آب بندی باشددرغیرین صورت حتی درصورت سالم بودن سیل گازبا فشاربالامی تواندازفاصله بین محوروغلافSleeve بطرف بیرون منتقل شود.لازم به توضیح ست که Sleeveروی محوربصورت پرسی (کلرنس منفی)باگرم کردن سیلیو وخنک کردن محور نصب می شود ویک عددO-Ringنیزبین آنهاقراردادہ می شود که کارآب بندی گازاززیرسیلیوراانجام می دهد و باید توجه نمودد رحین جا زدن سیلیواورینگ اسیب نبیند.

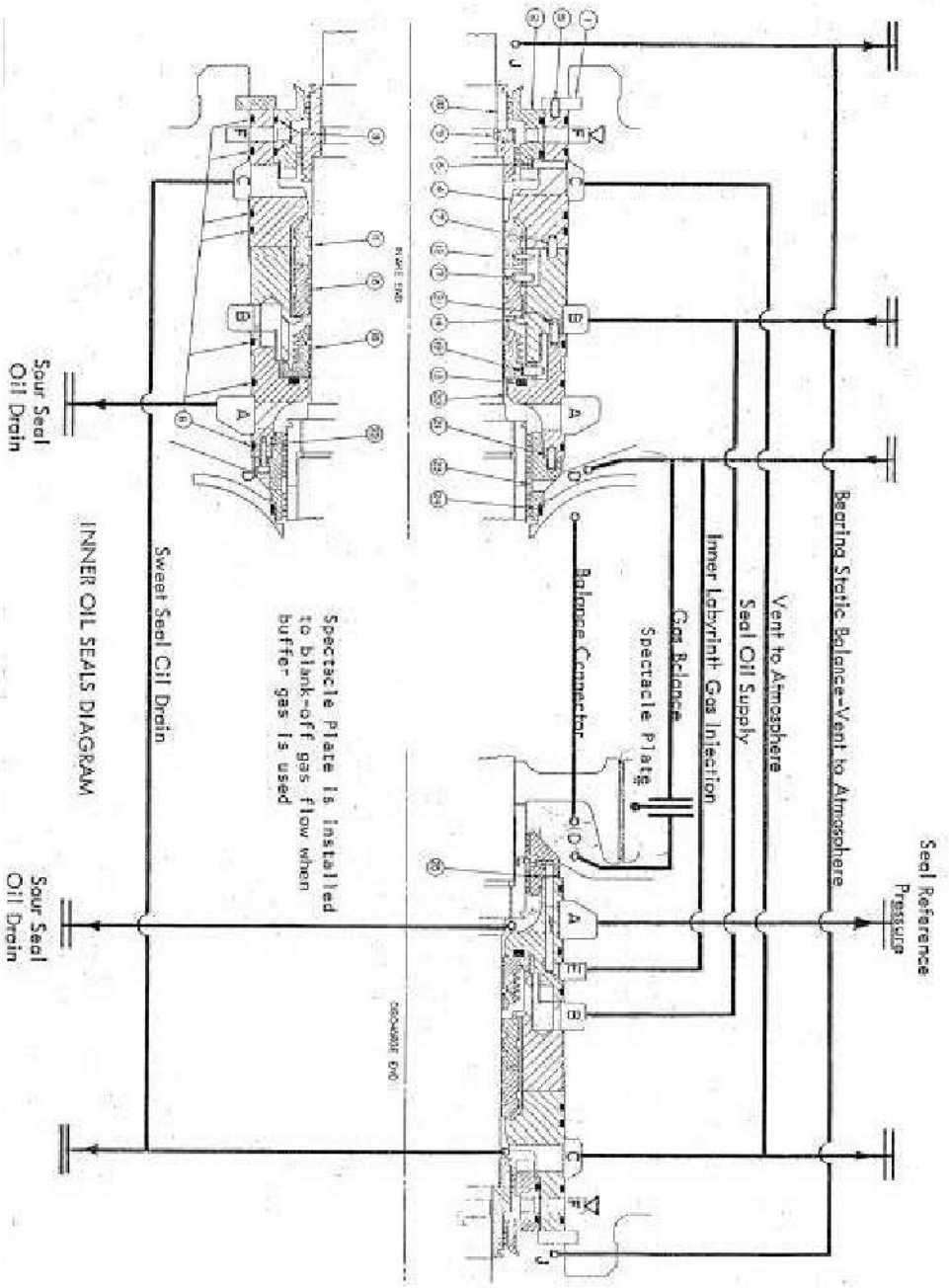
سیل های روغنی فشار بالا High Pressure Seals

برای آب بندی کمپرسورهای گریزازمرکزی فشاربالا مثل کمپرسورهای ۶۰۲ پالایشگاه اولا نیاز به پمپ های روغن دفشاربالاتری است (که در عمل بااستفاده از دوپمپ که بصورت سری نصب می شوند این فشارتامین می شود)تا بتواند اززیرIner Seal عبورکندو با فشارBuffer Gasکه فشاربالائی است مقابله کند که با توجه به بالا بودن فشارروغن برای ممانعت ازخروج روغن فشاربالا ازطرف مقبل بطرف بیرون کمپرسور نیاز به یک سیستم اب بندی مقاوم تری است تا جلوی خروج روغن رابه سمت اتمسفر بگیرد (چون اختلاف فشار بین سیل اویل ومحیط بیرون برخلاف اختلاف فشار روغن سیل اویل وبافر گاز خیلی زیاد است) که در عمل با اضافه نمودن یک عدد سیل رینگ (علاوه بردوسیل رینگ قبلی) به نام Outer Seal درجهت اتمسفر فت فشاربیشتری دربرابر خروج روغن بطرف اتمسفر ایجاد می شود.

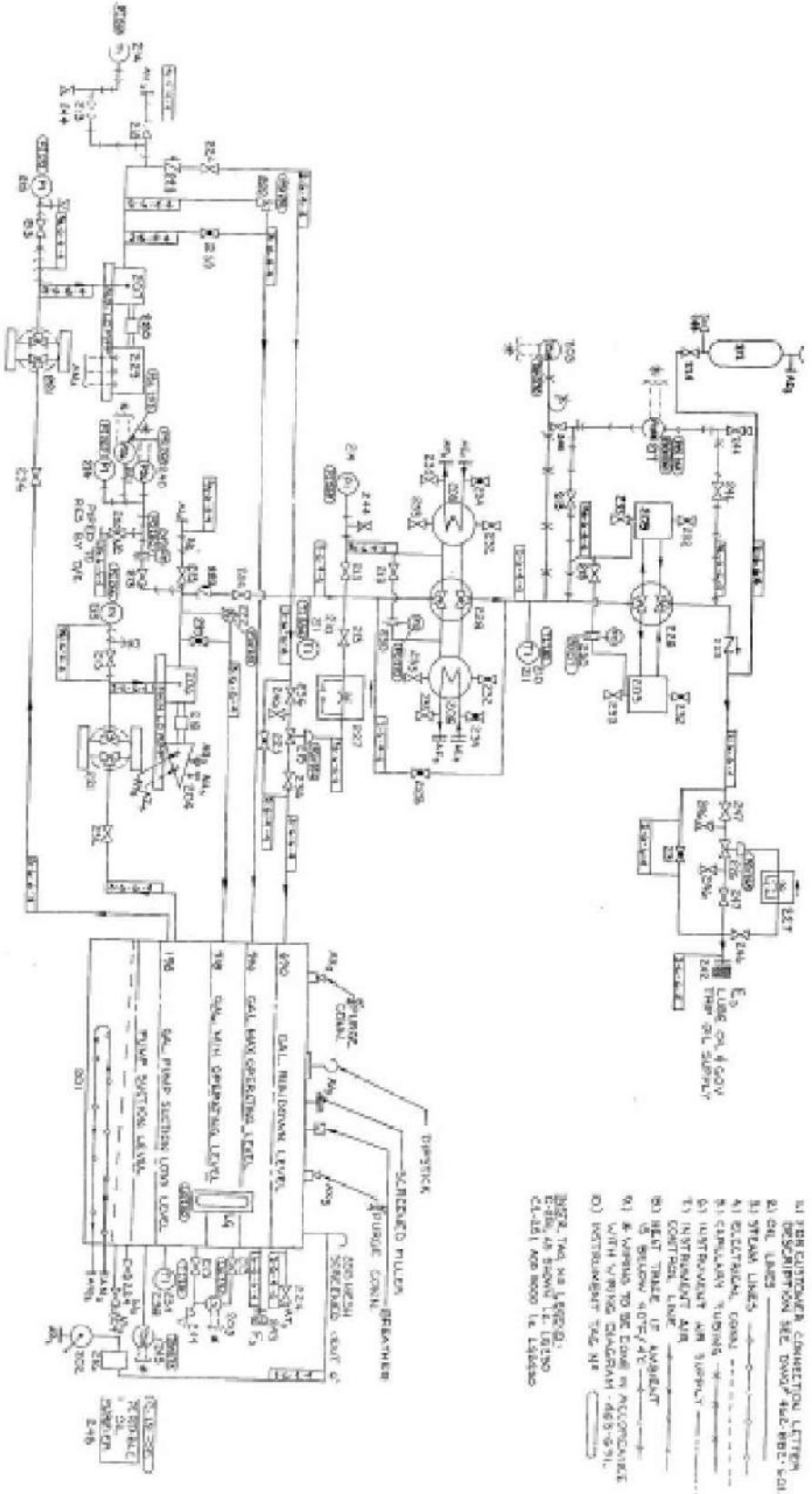
لازم به توضیح ست که بانوجه به پایین بودن کلرنس سیل رینگ ها درصورتی که فشارروغن کاهش پیدا کندبیشترین خسارت روی Outer Sealبوجود می اید وباعث سوختن ان خواهد شد که بالتبع دراثر خرابی ان(زیادشدن کلرنس) روغن تمایل به بیرون رفتن به طرف اتمسفر را پیدا می کند(خارج شدن روغن از مسیر خروجی Vent)ونهایتا باعث کم شدن فشارروغن Seal Oilشده که این نیز باعث خارج شدن Buffer Gasیاگاز داخل کمپرسور اززیر سیل رینگ داخلی شده(یعنی نفوذگاز بجای روغن) که باعث نرسیدن روغن به سیل رینگ داخلی وسوختن سریع ان می شودکه کاهش پیداکردن فشارروغن سیل یک طرف کمپرسورباعث نرسیدن روغن به سیل طرف دیگرکمپرسور می شود وباعث آسیب دیدن سیل های داخلی

وخارجی می شود که با عنایت به مسائل قبلی که برای سیل پیدا شده باعث خارج شدن گازداخل کمپرسور به سمت محوطه بیرون ومسائل ومشکلات بعدی می شود. البته سیستم های حفاظتی متعددی روی مسیرهای گاز و روغن نصب شده که درموافعی که مشکل جدی برای کمپرسور بوجود می ایدباعث تحریک سیستم های Alarm&Shut Down ونهایتا ازسرویس خارج شدن کمپرسور می شود. اصول کار سیل های فشاربالنیا نوع قبلی کاملامشابه است.

درشکل زیر شماتیکی از سیستم آب بندی کمپرسورهای فشاربالاکه دارای سه عددسیل رینگ درهرآب بندداست نشان داده شده است.



درشکل زیر شماتی ازفلودیاگرام سیستم Seal Oilکمپرسورهای ۲-۶نشان داده شده است.



عیوب متداول سیل های روغنیSeal Trouble Shooting

الف-مواردی که باعث می شود Loss روغن از حد مجاز توصیه شده بیشتر شود

۱ زیاد بودن کلرنس بین سیل رینگ ها(بخصوص سیل رینگ داخلی) ومحور .

۲-زیادار حد بودن فشارروغن سیل اویل.

۳-پایین بودن فشارBuffer Gas.

٤-بالا بودن سطح روغن در مخزن ذخیره روغنTop Tank.

موارد فوق بایددقیقا موردبررسی وشناسائی قرارگیرد ونسبت به رفع عیب ان دراولین فرصت اقدام گردد

ب- مواردی که باعث می شود میزان Lossروغن از حد مجاز کمتر شود

۱-کم بودن فشارروغن.

۲- بالابودن فشار Buffer Gas.

۳- پایین بودن سطح روغن داخل مخزن Top Tank.

که خطرات ن برای کمپرسور بسیاربیشتر از حالت قبلی ست زیرااحتمال کمبودروغن ونرسیدن روغن به سیل رینگ ها وجوددارد که باعث سوختن آنها یا افزایش اصطکاک ومسائل سایشی آنها می شود(بخصوص در کمپرسورهایی که دارای سه عدد سیل رینگ می باشند) .

پ-مواردی که باعث می شوددرجه حرارت روغن داخل مخزن بالاباشد

۱-عدم کارائی کولرروغن به دلیل وجودرسوبات.

۲-بازبودن کویل بخارگرم کننده(هیتر) روغن درReservoir.

ت-مواردی که باعث می شودفشارورودی پمپ روغن کم شود

۱-جمع شدن ذرات فلزی درتوری هایStrainer.

۲-جمع شدن موادپارافینی(موم)داخل فیلترروغن دراثرنامناسب بودن نوع روغن یاوجودآب درروغن.

۳-ضربه خوردن فیلتر.

٤-بدنصب شدن فیلترهنگام نصب.

۵مچاله شدن فیلتر.

ث-مواردی که باعث می شودسطح روغن داخل Top Tankپایین بیاید

۱-کم بودن فشارخروجی پمپ Seal Oil.

۲-زیادبودن اختلاف فشاردوطرف فیلترروغن به دلیل مسدودبودن فیلتر.

۳ تنظیم نبودن Out Putهوای ابزازدقیق روی شیرهای کنترل کننده سطح روغن(شرایط Out Putدر این ٤ شرایط بایدطوری باشدکه یکی ازکنترل ولوهاکاملا بازودیگری کاملا بسته باشد.

۵-بازبودن مسیرBy Passکنترل ولوکنترل کننده سطح.

۶-معیوب بودن سطوح آب بندی کنترل ولوفوق (آب بندی نبودن ان).