

اداره آموزش شرکت پالایش نفت اصفهان

انواع آب بندهای صنعتی

INDUSTRIAL SEAL TYPES

شناخت و اصول کار انواع آب بندهای مورد استفاده در پمپ هاتوربین هاگمپر سور ها



تهیه و تدوین:

مهندس مهدی نصرآزادانی

ویرایش اول - آذرماه ۱۳۸۶

فهرست مطالب

	مقدمه
	تعاریف و انواع آب بندها
۱۰	آب بندهای فلزی لایبرینتی Labyrinth Seal
۲۷	رینگ های فرسایشی Wearing Rings
۳۷	رینگ های فلزی (Seal Rings) آب بندهای روغنی Seal Oil
۵۳	انواع پکینگ ها Packings
۵۳	پکینگ های نوع فشاری Compression Packing
۶۹	پکینگ های تزریقی
۷۱	پکینگ های اتوماتیک Automatic Packing
۷۳	پکینگ های نوع شناور Floating Packing Rings
۷۸	پکینگ رینگ های کمپرسورهای رفت و برگشتی
۸۸	سیستم های روغنکاری قطره ای
۹۵	کربن رینگ های توربین های بخار Carbon Seal Ring
۱۰۰	مکانیکال سیل ها Mechanical Seals
۱۰۳	طبقه بندی مکانیکال سیل ها
۱۲۵	اجزا و قطعات اصلی مکانیکال سیل ها
۱۳۳	انواع ارایش سطوح آب بندی در مکانیکال سیل ها
	سیستم های حفاظتی مکانیکال سیل ها
	حفاظت سطوح آب بندی Protecting The Seal Faces
	تعمیرات مکانیکال سیل ها
	اندازه گیری طول عملکرد Operating Length
	علل نشستی مکانیکال سیل ها
	آب بندهای خشک Dry Gas Seal (مزایا معایب ساختمان)
	ضمائم

در صنایع امروزی که انواع و اقسام دستگاه هاوماشین الات صنعتی نظیر پمپ ها کمپرسورها توربین های بخار با سیالات سمی و خطرناک و گران قیمت با فشار و دمای بالا کاربرد فراوان دارند و برای تداوم بیشتر محصول نیاز به دستگاه های با سرعت بالا باید کار کنند نقش سیستم های اب بندی پررنگ تر است و نیاز به تجهیزات جدید تر و پیشرفته تر از قبل و بهینه نمودن سیستم های اب بندی قدیمی الزامی است که با عنایت به لزوم به شناخت هر چه بیشتر مهندسین تکنسین ها و پرسنل تعمیر و نگهداری کتابی در این زمینه تهیه و تدوین گردید که مورد استقبال پرسنل واحدهای مختلف قرار گرفت و خوشبختانه به لطف خداوند متعال بازتوفیقی حاصل شد که یک بازنگری دیگر روی ان انجام شود و اطلاعاتی هر چند کوچک درباره انواع اب بندهای صنعتی که یکی از مهمترین قسمت های دستگاه هاوماشین الات است را جمع اوری و تقدیم کلیه دوستان و همکاران نمایم که امید است برای کلیه متخصصین تعمیرات و عملیات مثمر و ثمر واقع شود.

البته این مقوله خالی از اشکال نبوده و بی صبرانه منتظر دریافت نقطه نظرات کلیه دوستان و سروران گرامی هستیم تا انشا... در چاپ های بعدی مدنظر واقع شود. در پایان لازم می دانم از کلیه عزیزانی که در امر تهیه و تدوین این جزوه و جزوات دیگر بصورت تنگاتنگ همکاری نمودند بخصوص مسئولین محترم اداره آموزش شرکت پالایش نفت اصفهان که در همه عرصه ها در تهیه کتب و جزوات آموزشی مشوق اینجانب بوده اند صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم و از درگاه ایزدمنان برای آنان و تمامی کسانی که در جهت اعتلا و آبادانی این مرز و بوم قدم برداشته و برمی دارند آرزوی توفیق روزافزون و زندگی همراه با موفقیت نمایم و امیدوارم توانسته باشم با این حرکت گامی هر چند کوچک در جهت آشنانمودن مهندسین و تکنسین های تعمیرات و عملیات برداشته باشم . اگر این مجموعه اجری داشته باشد آن را تقدیم روح ملکوتی امام راحل و شهدا و تمامی کسانی که در جهت پیشرفت، آبادانی و اعتلای این اب و خاک قدم برداشته اند و انانی که عزیزترین گوهر هستی خود را در طبق اخلاص تقدیم پروردگار خود نمودند و تلاش کرده اند تا ما امروز بتوانیم مفتخر و سر بلند زندگی کنیم می نمایم .

آذرماه سال ۱۳۸۶

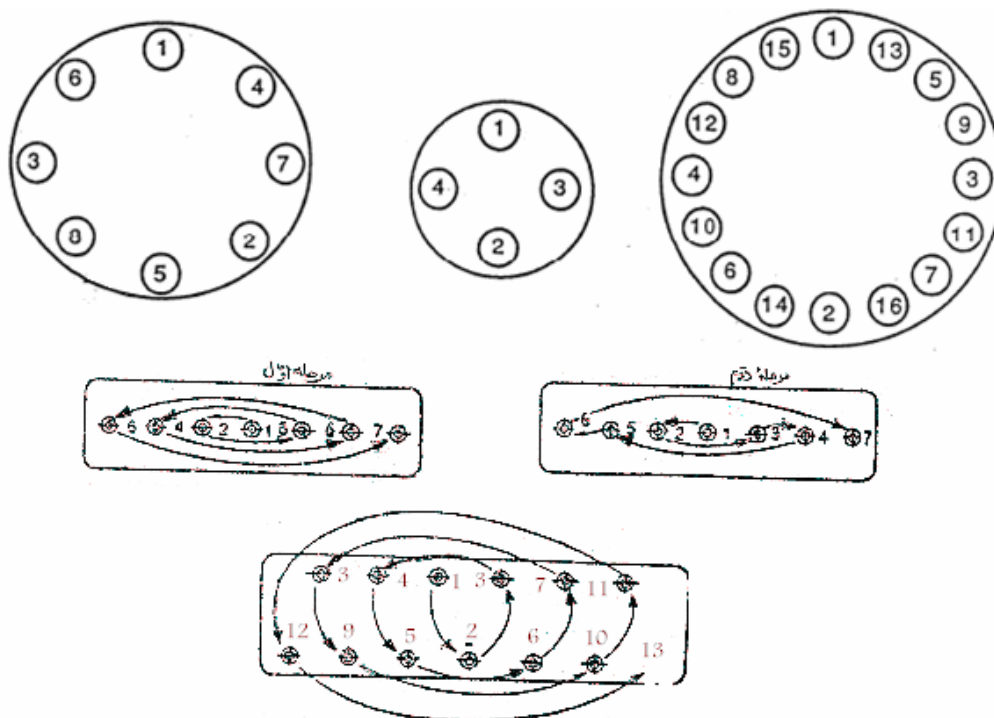
مهدی نصر آزادانی

تعریف

در تمامی دستگاه هائی که با انواع مایعات و گازها کار می کنند برای ممانعت از خارج شدن سیال (در اثر اختلاف فشار) از بین قطعاتی که روی هم مونتاژ می شوند اعم از قطعات ثابت (نظیر فلنج ها، ولوها، درپوش ها، سر سیلندرها، کاور های مبدل های حرارتی و.....) یا قطعاتی که نسبت به هم حرکت دارند (نظیر شافت های پمپ های رفت و برگشتی و گریز از مرکز، کمپرسور های رفت و برگشتی و گریز از مرکز، توربین های بخار، میکسر ها و اجیتورها و.....) نیاز به استفاده از آب بند مناسب آن شرایط می باشد.

نکات حائز اهمیت برای کلیه آب بندها

- ۱- سطوحی که باید آب بندی شوند باید کاملاً صاف باشند (تاب دار نباشند)
 - ۲- سطوح آب بند شونده قبل از نصب آب بند باید دقیقاً با هم موازی و رو بروی هم باشند (Alignment)
 - ۳- نیروی اعمال شده روی سطوح آب بند شونده باید در حد مورد نیاز باشد (سفت کردن پیچ ها با گشتاور مناسب).
 - ۴- نیروی روی دوسطح آب بند شونده باید یکنواخت پخش شود که با متناسب سفت کردن پیچ ها (ترتیب سفت کردن و گشتاور لازم) مربوط می شود.
- بطور معمول برای انجام آب بندی موثر باید از ماده ای نرم (مثل پکینگ) برای پر کردن فاصله بین دوسطح استفاده نمود این ماده نرم باید خاصیت الاستیسیته و شکل پذیری خوبی داشته باشد تا همواری های دوسطح را پر کند و از نشست سیال جلوگیری کند.
- در شکل های زیر ترتیب و روش های صحیح و متداول سفت کردن پیچ ها نشان داده شده است.



ترتیب سفت کردن پیچ ها در ارایش های مختلف

اب بند هارامی توان در دو دسته زیر طبقه 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 ثابت Static Seals

اب بندهای ثابت که در سیستم های لوله کشی و تجهیزاتی نظیر درپوش مبدل های حرارتی، قطعات ثابت پمپ ها و کمپرسورها و لوله های کمپرسورها، برج ها و راکتورها سر سیلندر ها و.....مورد استفاده قرار می گیرند و شامل انواع گسکت های فلزی و غیر فلزی، اورینگ ها، انواع پکینگ ها و اب بندهای خمیری که خود شامل انواع چسبها و اپوکسی ها اند که بسته به مقدار اختلاف فشار و نوع سیال سیل شونده و جنس قطعات و درجه حرارت سیال از نوع مناسب آنها استفاده می شود.

۱- گسکت های فلزی Metallic Gaskets

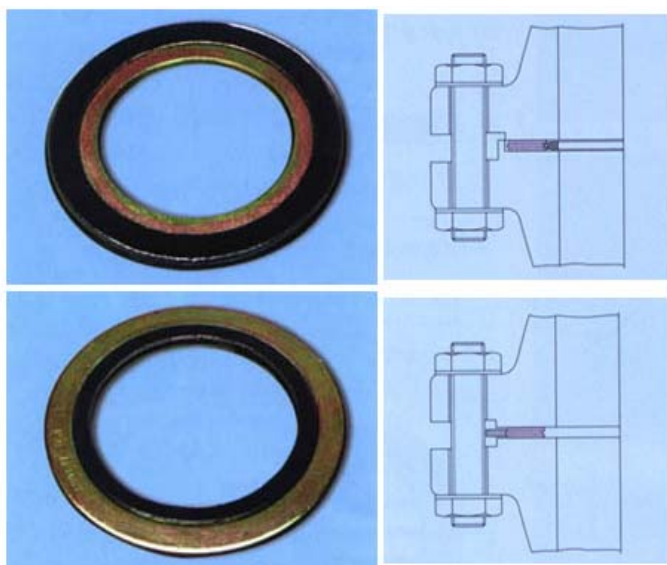
۲- گسکت های غیر فلزی Nonmetallic Gasket

۳- اب بندهای خمیری Sealants:

۴- اب بندهای نواری Tape

گسکت های فلزی Metallic Gaskets

بسته به فشار و درجه حرارت سیال سیل شونده معمولاً از جنس هایی از قبیل مس، آلومینیوم، فولاد، سرب و دیگر فلزات ساخته می شوند و به شکل سطحی که باید روی آن قرار گیرد ساخته می شود و بین دو سطحی که باید نسبت به هم اب بندی شوند قرار می گیرند که با سفت کردن پیچ و مهره ها تغییر شکل جزئی می دهند و خلل و فرج های بین سطوح را پر می کند و اجازه خارج شدن سیال از بین سطوح به آنها داده نمی شود و بر اساس مورد استفاده و به فرم ها و شکل های مختلفی اعم از Flat , Sperial Round موج دار و.....ساخته می شوند.



گسکت های غیر فلزی Nonmetallic Gaskets

این نوع گسکت ها نسبت به نوع فلزی فشار و درجه حرارت کمتری را تحمل می کنند و از جنس هایی از قبیل: مقوا، چرم، چوب پنبه، پلاستیک و..... ساخته می شوند و مثل گسکت های فلزی عمل می کنند با این تفاوت که راحت تر تغییر شکل می دهند و خلل و فرج و روزنه های موجود را پر می کنند و کار اب بندی را انجام می دهند لازم به توضیح است که باتوجه به تغییر شکلی که گسکت ها در حین نصب بوجود می آید نمی توان به دفعات زیاد از آنها استفاده کرد و گاهی برای جلوگیری از نشتی حتما باید آن را تعویض نمود. انواع اورینگ ها و گسکت های پلاستیکی که دارای انعطاف پذیری بیشتری هستند نیز جز این دسته از اب بندها قرار دارند

اب بندهای خمیری Sealants

این نوع اب بندها نیز مثل گسکت ها عمل می کنند با این اختلاف که بصورت خمیر یا چسب مورد استفاده واقع می شوند مصرف آنها خیلی راحت تر است و از لحاظ قیمت نیز از گسکت ها ارزانتر و ضایعات آنها نیز در حد صفر است همچنین بسته به نوع استفاده شده در مقابل تاثیرات شیمیایی نیز مقاومت بالاتری دارند زیرا گسکت ها قبل از مصرف باید بریده شوند و دور ریز زیادی دارند این نوع اب بندها دارای انواع زیر می باشد:

- ۱- نوع سخت شونده Hardening Type که غیر قابل انعطاف و شکننده است و پس از مصرف به سختی جدا می شوند که ترکیبات آن از انواع پلیمرها می باشد و شلاک و چسب های آهن از انواع متداول آنهاست.
- ۲- نوع غیر سخت شونده که پس از مصرف حالت انعطاف پذیری خود را حفظ می کند و بعضی از آنها بصورت لاستیک های واقعی با کیفیت بالا می باشند که در هنگام دمنش یا اثر قطعات نیز به آسانی از روی سطوح جدا می شوند (برخلاف نوع قبلی). انواع پر ماتکس هاجز این دسته محسوب می شوند. بیشترین استفاده آنها نیز در اب بندی قطعاتی است که با روغن سرو کار دارند.

اب بندهای نواری Tape Seals

نوارهای با پوشش های متنوع ساخته می شوند که بین دو سطح اب بندی قرار داده می شوند و باتوجه به انعطاف پذیری زیادی که دارند بر راحتی بین خلل و فرج نفوذ می کنند و جلوی خروج مایع را میگیرند و معمولا در فشارهای درجه حرارت های پایین مورد استفاده قرار می گیرند ولی در جاهایی که فشار بالا باشد و یا محلول های فعال وجود داشته باشد دارای پوشش چسبنده ای هستند. ولی بعضی از انواع موجود خود دارای چسب می باشند که با جدا نمودن بر چسب بر راحتی روی سطح مورد نظر می چسبند.

نوارهای تفلون که روزمره در جاهای مختلف استفاده می شوند جز این دسته محسوب می شوند که غالبا در سیستم های لوله کشی مورد استفاده قرار می 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 $-268 \sim +268^{\circ}\text{C}$,work pressure $\leq 200\text{Kg f/cm}^2$.
- 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 متحرک Dynamic Seals

این آب بندها برای آب بندی بین قطعاتی ازدستگاه که نسبت به هم حرکت دورانی یا حرکت رفت و برگشتی دارند (نظیر پمپ های گریز از مرکز و رفت و برگشتی، کمپرسورهای گریز از مرکز و رفت و برگشتی و توربین های بخار گیر باکس ها و) برای ممانعت از خارج شدن سیال داخل ماشین مورد استفاده قرار می گیرند. که در این مقوله به دسته بندی های زیر طبقه بندی می شوند:

۱- آب بندهای تماسی Contact Seals

۲- آب بندهای فاصله ای Clearance Seals

۳- پکینگ ها Packings

۴- مکانیکال سیل ها Mechanical Seals

که موارد استفاده هر کدام از آنها روی دستگاه ها و ماشین الات در صفحات اتی بطور مفصل مورد بحث قرار خواهد گرفت و آب بند های مکانیکی یا مکانیکال سیل ها که از اهمیت زیادی برخوردارند در فصل های بعدی و بطور تخصصی و با تفصیل بیشتری مورد بررسی قرار خواهد گرفت .

آب بندهای تماسی Contact Seals

آب بندهای تماسی جز آب بندهایی هستند که برای آب بندی کردن روی محوری چسبند و با محور در تماسند (کلرنس صفر یا منفی) و غالباً کار آب بندی را بصورت دوطرفه انجام می دهند یعنی هم جلوی خروج مایع را می گیرند و هم از وارد شدن گرد و خاک و آب به داخل محفظه آب بندی جلوگیری

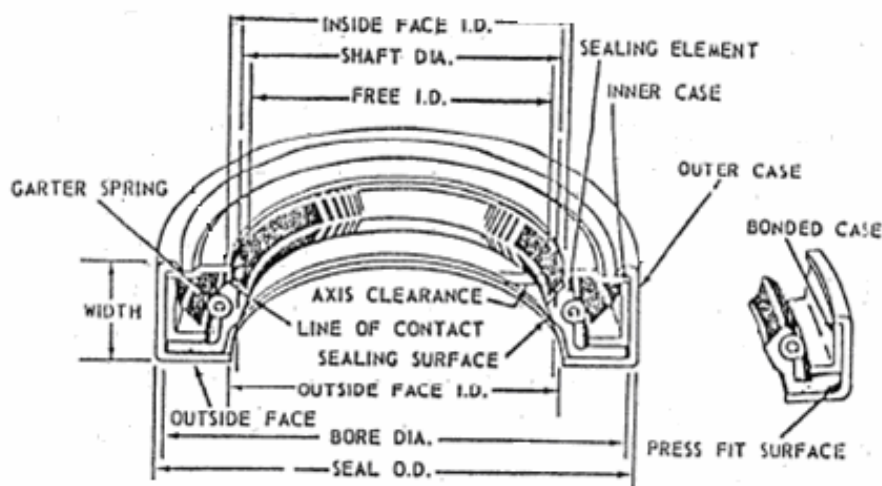
میکنند و بیشترین استفاده آنها برای مایعاتی نظیر روغن و واسکازین است که دارای خواص روغنکاری بالایی باشند و معمولاً در دور و فشارهای پایین کاربرد دارند و به دسته های زیر طبقه بندی می شوند:

۱- کاسه نمد ها Oil Seal

۲- گردگیرها Lip Seal

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

در شکل زیر مقطعی از یک Oil Seal نشان داده شده است :



اب بند حلقوی لبه دار RADIAL LIP SEAL

آب بندهای فاصله ای Clearance Seals

اب بندهایی هستند که فاصله بسیار کمی بین قطعات ثابت و متحرک وجود دارد (کلرنس مثبت) که باعث می شود در برابر خروج سیال از دستگاه افت فشار بوجود می آورند و کار اب بندی انجام شود.

اب بندهای در چند دسته زیر طبقه بندی می شوند :

۱- دیفلاکتورها Deflectors

۲- لایبرینت ها Labyrinth

۳- رینگ های فلزی Seal Rings

دیفلاکتورها Deflectors

که از جنس های فلزی و یا غیر فلزی ساخته می شوند و معمولاً روی هوزینگ برینگ های پمپ ها و یا دستگاه های دیگر برای ممانعت از نشتی روغن و همچنین جهت جلوگیری از نفوذ گرد و غبار به محفظه یاتاقان ها مورد استفاده قرار می گیرند که بعضی اوقات داخل آن بصورت پله دار ساخته می شود تا سطوح اب بندی افزایش داده شود و افت فشار بیشتری در مقابل خروج مایع بوجود آورد. و معمولاً به توسط پیچ های ال خور L Screw روی محور لاک می شوند و با آن می چرخند و گاهی روی آن شیارهای مارپیچ شکلی تعبیه می شود که

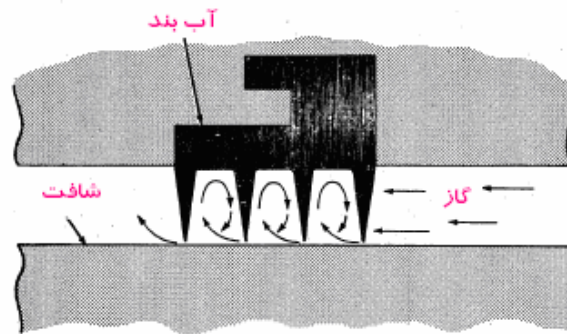
جهت ان طوری است که باعث برگشت مجدد مایع می شود(مثل روغن برگردان سرمیل لنگ اتومبیل های پیکان)و عمل اب بندی بهتر انجام می شود در شکل زیر یک نوع ان نشان داده شده است



آب بندهای فلزی لایبرینتی Labyrinth Seals

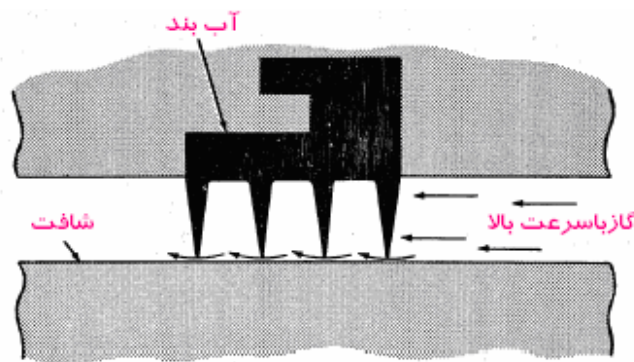
این نوع اب بندها بصورت بوش هائی هستند که داخل انها بصورت دندانان اهر ای باتیغه های باگام های بلند و نازک است و دارای حداقل فاصله با شافت می باشند سر تیغه ها بسیار نازک ساخته شده است تا چنانچه با محور تماس پیدا کردند بدون اثر گذاشتن بر محور خودشان از بین بروند. جنس این نوع آب بندها از جنس فلز محور ضعیف تر است. این نکته رانیز باید در نظر داشت آب بندهای دندانان ای فقط نشتی هارا تا حد قابل کنترل پائین می آورند و قادر به اب بندی کامل صد درصد نیستند و در کمپرسور هائی که فشارشان بالا باشد از تعداد بیشتری از این آب بندها استفاده می شود.

همینطور که در شکل فوق ملاحظه می شود اصول کار این نوع اب بندها به این صورت است که گاز در حین خارج شدن از زیر دندانان هاد در فاصله بین دندانان هاد شروع به چرخیدن می کند و باعث ایجاد جریان های چرخشی Eddy می شود که این جریانات چرخشی باعث ایجاد افت فشار زیاد در فاصله بین لایبرینت هاد در طول لایبرینت شده و بصورت یک مانع (قفل گازی) از خروج گاز جلوگیری می کند. البته لازم به توضیح است که به دلیل فاصله کمی که بین لایبرینت و محور وجود دارد همواره مقداری نشتی وجود دارد که این نوع اب بندها قادر به اب بندی کامل انها نیستند.



شکل، اندازه و جنس لایبرینت ها بسته به شرایط کاری اعم از درجه حرارت، فشار، سرعت و..... دارد. استفاده از تعداد لایبرینت ها بستگی به مقدار فشار دارد هر چه فشار بیشتر باشد نیاز به تعداد لایبرینت بیشتری است. در صورتی که سرعت گاز خروجی خیلی کم یا خیلی زیاد شود امکان ایجاد توربولانس و ایجاد جریان های چرخشی وجود ندارد بدین لحاظ این نوع آب بندها قادر به آب بندی سیستم هائی که اختلاف فشار آنها خیلی بالا یا خیلی پایین باشد ندارند.

در شکل زیر این موضوع نشان داده شده است:



این نوع آب بندها بطور کامل نمی توانند کار آب بندی را انجام دهند و مقدار نشتی جزئی اجتناب ناپذیر است و بیشتر در مواردی مورد استفاده قرار می گیرند که گاز داخل کمپرسور گاز خطرناکی نباشد و نشت آن به محوطه بیرون ایجاد خطر نکند..

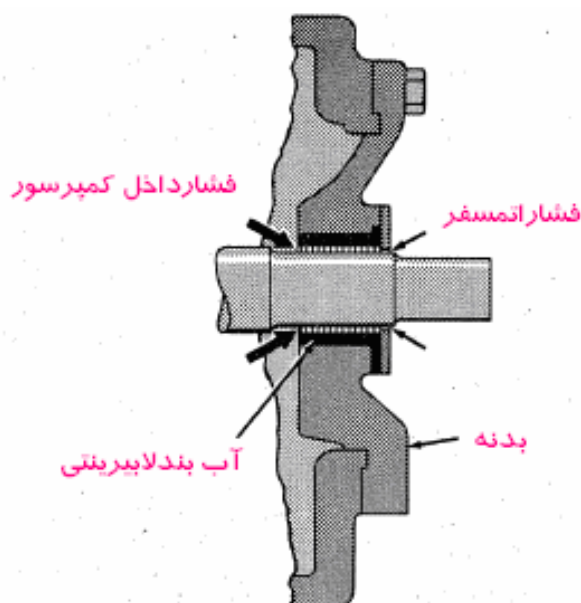
کاربردهای مختلف لایبرینت ها عبارتند از:

- ۱- لایبرینت آب بند کننده گاز
- ۲- لایبرینت های آب بند کننده بخار
- ۳- لایبرینت آب بند کننده روغن

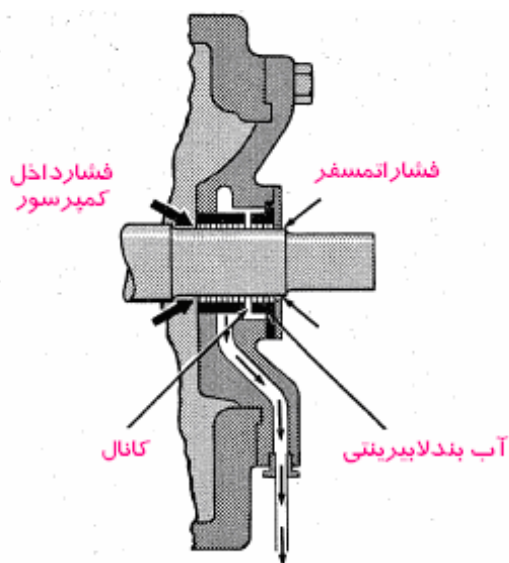
لایبرینت آب بند کننده گاز در کمپرسورها

از لایبرینت ها در کمپرسورهای گریز از مرکز به عنوان سیستم آب داخلی برای جلوگیری از نشتی های داخلی استفاده می شود که لایبرینت لبه های رینگهای روی پروانه ها (مثل رینگ های فرسایشی پمپ های گریز از مرکز) یا روی بالانس پیستون (که برای متعادل نمودن نیروهای محوری شافت روی محور نصب می شود) و یا به عنوان سیل های اصلی گاز در کمپرسورهای گریز فشار یا بین استفاده می شود که همانطور که در شکل زیر ملاحظه می شود دارای تیغه های بلندتری هستند و به دلیل فاصله ای که با محور دارند آب بندی

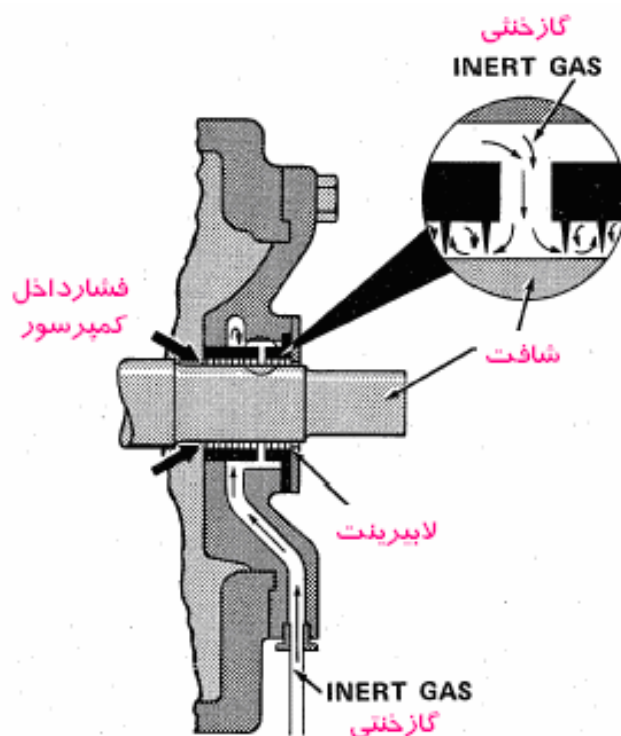
صددرد نمی توانند داشته باشند و همواره مقدارنشتی جزئی وجود دارد که برای گازهای بی خطر از آن قیمتی مثل هوا آب بند بسیار مناسبی است یکی دیگر از موارد استفاده از لایپرینت ها برای آب بندی روغن در محفظه های یاتاقان Housing Bearing ها است که در شکل فوق شمائی از آن نشان داده شده است در کمپرسور هایی که اختلاف فشار طرفین لایپرینت بالا باشد (سرعت گاز زیاد باشد) از لایپرینت های بادندانه های ریز مخصوصی استفاده می شود که تعداد دندانه های بیشتری را دارند. در زیر شمائی از این نوع آب بند به عنوان آب بند خارجی کمپرسور گریز از مرکز نشان داده شده است.



برای آب بندی گازهای خطرناک برای جلوگیری از خروج گازها از کمپرسور بطرف بیرون در داخل لایپرینت ها روزنه ای تعبیه می شود و گازهای خارج شده از کمپرسور توسط یک لوله بطرف یک مسیر مطمئن هدایت می شود. همچنین در مواردی که فشار داخل کمپرسور زیاد باشد برای ممانعت از خارج شدن گاز و ورود آن به محوطه بیرون و محفظه یاتاقان ها که می تواند به آنجا نفوذ کند باعث الوده شدن روغن شود از این مسیر استفاده می شود.



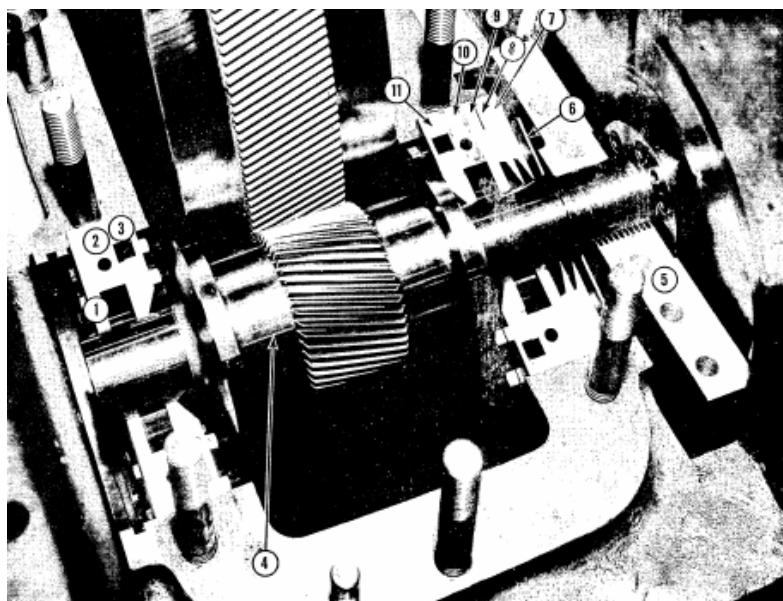
در مواردی که آب بندی صدر صدمور دنیا زاست برای جلوگیری از خروج گاز از داخل کمپرسور بطرف بیرون با تزریق گازی اثر مناسبی Inert Gas با فشاری بیشتر از گاز داخل کمپرسور، در بین لایبرینت ها از بیرون آمدن گاز سمی و خطرناک داخل کمپرسور بطرف محیط بیرون ممانعت می شود با توجه به این که مقداری از گاز تزریق شده از لایبرینت ها خارج می شود گازی اثر تزریق شده Inert Gas باید طوری انتخاب شود که نه برای محیط خطرناک باشد و نه این که در اثر وارد شدن آن به داخل کمپرسور کیفیت گاز داخل کمپرسور را تغییر دهد که معمولا از گاز ازت (نیتروژن) برای این کار استفاده می شود .



از این نوع آب بندها برای آب بندی بین محور و دیافراگم ها و همچنین همراه سیل های روغنی در کمپرسورهائی که گازهای خطرناکی مثل هیدروژن را کمپرس می کنند استفاده می شود که در بخش های بعدی راجع به آنها بطور مفصل بحث خواهد شد.

بسته به نوع کاربرد (آب بندی روغن، گاز یا بخار) شکل، اندازه و جنس لایبرینت ها در آب بندی دستگاه ها و ماشین آلات کمی باهم متفاوت است. و موارد استفاده آنها برای آب بندی روغن در محفظه هوزینگ برینگ ها، آب بندی گازها در کمپرسور های هوا و گاز و همچنین برای آب بندی بخار در توربین های بخاری است که ذیلا به موارد استفاده آنها می پردازیم:

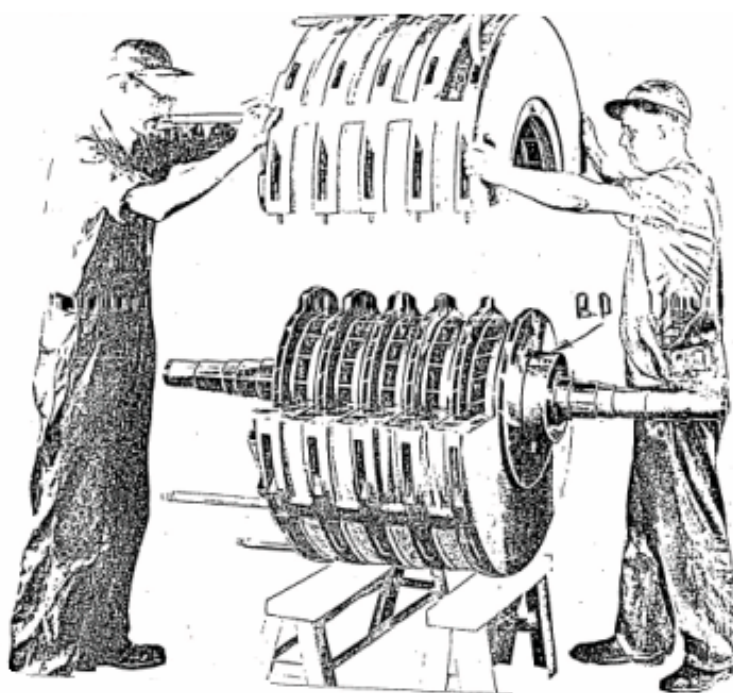
در شکل زیر شمائی از یک لایبرینت که در کمپرسور گریز از مرکزی هوانصب شده است نشان داده شده است:



LOW SPEED PINION BEARINGS IDENTIFICATION

یکی دیگر از موارد کاربرد لایبرینت هابرای اب بندی طرفین بالانس پیستونی است که در طرف فشار H.P توربین های بخار پمپ ها و کمپرسورهای گریز از مرکز (لازم به ذکر است که یک طرف بالانس پیستون در معرض فشار ورودی توربین یا کمپرسور و... قرار می گیرد و طرف دیگران در معرض فشار ورودی) بزرگ است که برای کنترل کردن نیروهای محوری استفاده میگردد و در صورت خرابی آن علاوه بر کاهش اختلاف فشار که باعث ایجاد حرکت محوری می شود باعث هدر رفتن بخار یا کاهش فلو و کم شدن راندمان دستگاه نیز می شود.

در شکل زیر شمائی از یک کمپرسور گریز از مرکزی نشان داده است.

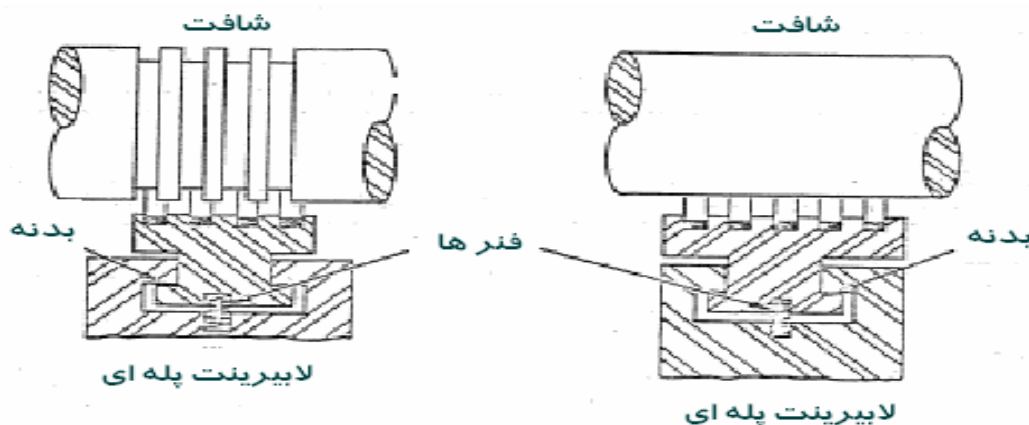


لایبرینت های آب بند کننده بخار

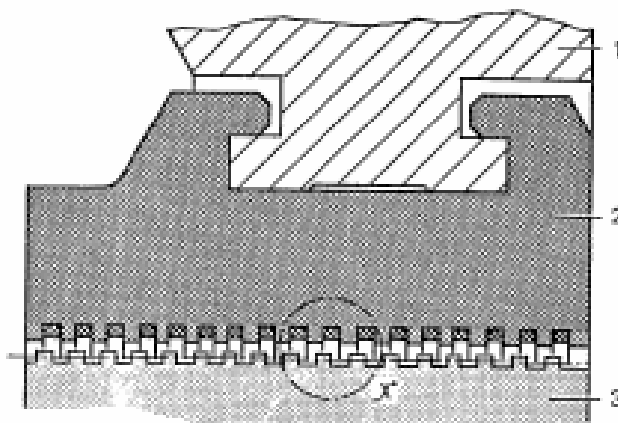
یکی دیگر از موارد استفاده لایبرینت ها برای ممانعت از خارج شدن بخارات داخل توربین های بخاری فشار و دور بالا است (در قسمت فشار بالای توربین) که دارای محورهای قطورند و همچنین برای ممانعت از ورود هوا به داخل توربین هایی که فشار خروجی آنها کمتر از فشار جو است (خلا). معمولا لایبرینت ها بصورت یک تکه یا چند تکه و بصورت کشوئی چرخشی در محل قرارگیری خود نصب می شوند که البته به دلیل بالا بودن فشار و درجه حرارت کاری (در قسمت فشار بالای توربین) نسبت به لایبرینت های دیگر از جنس های سخت تری ساخته می شوند و همچنین برای کم کردن فاصله محور و لایبرینت ها در پشت لایبرینت ها فنرهای قرار می دهند تا کمترین فاصله بین شافت و لایبرینت بوجود آید و جلوی خروج بخار از داخل توربین به سمت محیط اطراف گرفته شود.

شکل، اندازه و جنس لایبرینت ها بسته به شرایط کار توربین اعم از درجه حرارت فشار سرعت و دارد. استفاده از تعداد لایبرینت ها نیز همانند کربن رینگ ها بسته به مقدار فشار دارد هر چه فشار بیشتر باشد نیاز به تعداد لایبرینت بیشتری است.

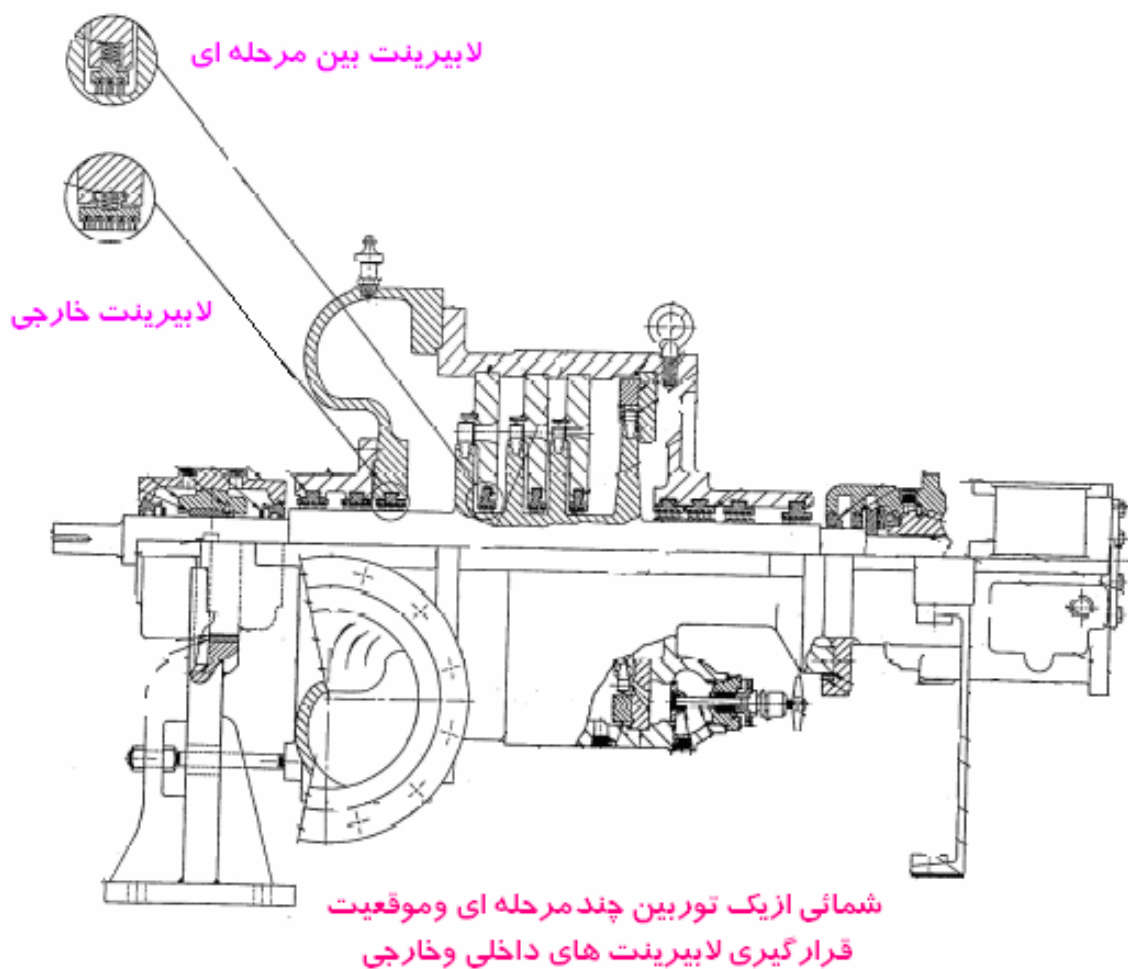
در بعضی از طراحی ها نیز لایبرینت ها بصورت پله دار (دندانه های کوتاه و بلند) ساخته می شوند تا افت فشار بیشتری در برابر مسیر حرکت بخار بوجود آورد و کارائی سیستم بالا تر برده شود و در بعضی طراحی های دیگر نیز روی محور هم شیارهائی تعبیه می شود که باعث افزایش راندمان سیستم آب بندی می شود. همچنین در بعضی از طراحی های دیگر برای کم کردن فاصله محور و لایبرینت ها در پشت لایبرینت ها فنرهای قرار می دهند تا همواره کمترین فاصله بین شافت و لایبرینت بوجود آید و جلوی خروج بخار از داخل توربین به سمت محیط اطراف گرفته شود.



معمولا لایبرینت های با قطر متوسط بصورت کمانهائی از دایره و بصورت دویاچند تکه ساخته می شوند و بصورت کشوئی در محفظه آب بندی طرفین توربین ها در محل قرارگیری خود نصب می شوند که البته به دلیل بالا بودن فشار و درجه حرارت کاری (در قسمت فشار بالای توربین) نسبت به لایبرینت های دیگر از جنس های سخت تری باید ساخته شوند.



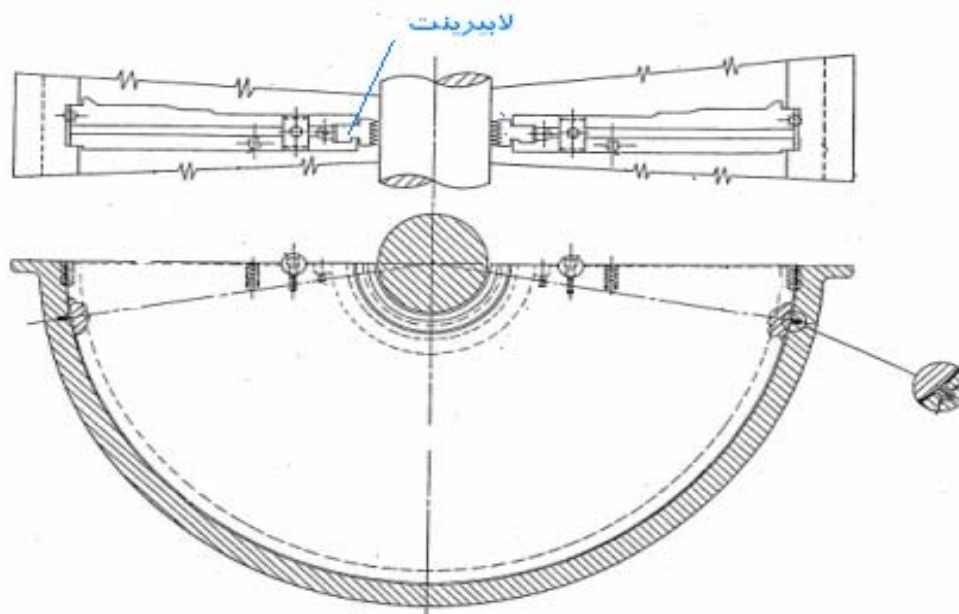
در شکل زیر شمائی از محل قرار گیری لایبرینت های داخلی و خارجی در یک توربین چند مرحله ای نشان داده شده است.



یکی دیگر از موارد کاربرد لایبرینت ها به عنوان آب بند بین مرحله ای برای سیل کردن مراحل میانی توربین های بخار برای جلوگیری از فرار بخار از یک مرحله به مرحله بعد است که معمولاً روی دیافراگم ها که به شکل دیوارهایی بین مراحل توربین قرار می گیرند (بصورت دونیم دایره که یک قسمت آن در نیمه پایینی بدنه توربین و دیگری در بدنه بالائی توربین بصورت کشوئی قرار می گیرند و جلوی نشتی های داخلی را که باعث

کاهش راندمان توربین و ایجاد مسائل ارتعاشی می شوند رامی گیرند و تمامی انرژی بخار را به پره های مراحل بعدی منتقل می کنند)

در شکل زیر شمائی از آن نشان داده شده است



شمائی از یک دیافراگم

در جاهائی که قطر محور زیاد است و نیاز به استفاده از لایبرینت با قطر زیاد است و امکان استفاده از لایبرینت های پوشی به دلیل محدودیت مکانی یا..... وجود نداشته باشد مثل توربوژنراتورهای بزرگ لایبرینت ها بصورت تیغه ای Caulking Seal روی محور یا بدنه نصب می شوند و باخم کردن آنها و قرار دادن آنها در داخل شیارهائی که در بدنه توربین و یا رتور تعبیه شده است با کوبیدن میله هائی با سطح مقطع مربعی Caulking Material شکل می باشند روی آنها سیل ها در جای خود ثابت می شوند و سپس ارتفاع لبه های اضافی تیغه های آب بندی طبق نقشه ها اندازه می شود تا کمترین فاصله مجاز برای آنها بدست آید.

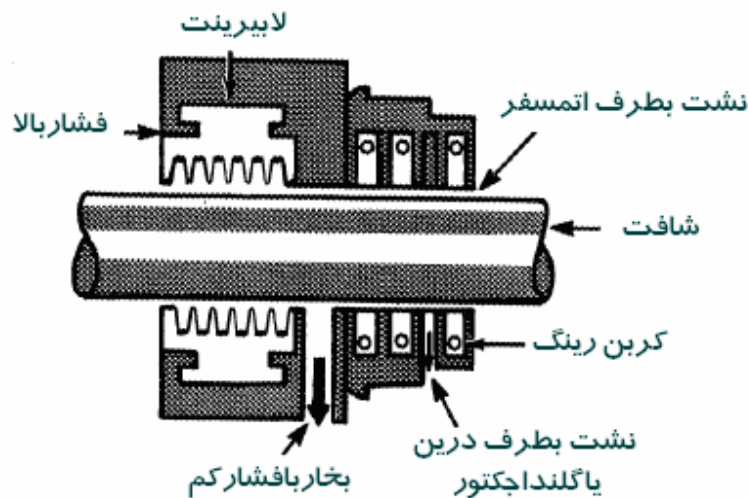
در شکل زیر شمائی از انواع Caulking Seal ها و نحوه قرار گرفتن آنها در داخل شیارهائی آنها نشان داده شده است.



- 1 بدنه توربین
- 2 محفظه سیل
- 3 شافت توربین
- 4 نگه دارنده تیغه
- 5 تیغه آب بند

در بعضی از طراحی های دیگر ترکیبی از لایبرینت و کربن رینگ بکار می رود که لایبرینت ها به دلیل مقاومت مکانیکی بالاتر در مقابل فشار و درجه حرارت در سمت فشار بالاتر قرار می گیرند و کربن رینگ ها نیز در قسمت های با فشار کمتر اب بندی بخارات خارج شده از لایبرینت ها را انجام می دهند.

در شکل زیر شمائی ازان نشان داده شده است.



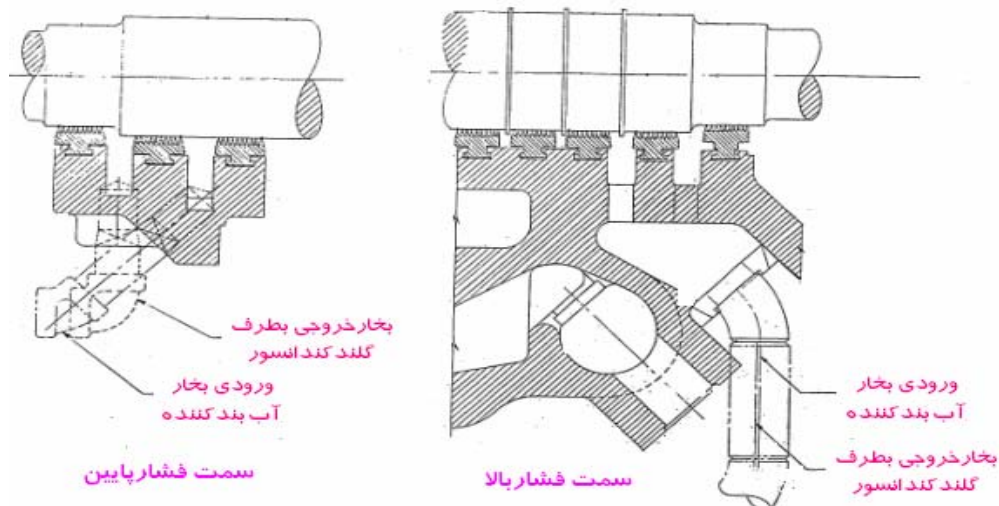
همانطور که قبلا نیز اشاره شد لایبرينت ها در توربین های بخار بزرگی که فشار خروجی آنها کمتر از فشار جواست علاوه بر ممانعت از خروج بخار داخل توربین به سمت بیرون در قسمت High Pressure برای جلوگیری از نفوذ هوا به داخل توربین در قسمت Low Pressure نیز استفاده می شوند. با عنایت به فاصله ای که بین لایبرينت و محور وجود دارد لایبرينت به تنهایی قادر به آب بندی هوا نیست که در این گونه موارد معمولاً از بخار آب برای آب بندی هوا استفاده می شود که ذیلاً به شرح آن می پردازیم.

آب بند های بخاری

با توجه به پایین بودن فشار خروجی توربین های کندانسور دار امکان خروج بخار به سمت بیرون نیست و چون فشار جو بیشتر از فشار داخل توربین است باعث می شود که هوا وارد توربین شود و باعث شکسته شدن خلا شود که می تواند باعث کاهش راندمان توربین و تشکیل رطوبت و قطرات آب و خوردگی روی پره های توربین و همچنین بالا رفتن فشار پشت بالانس پیستون و افزایش نیروهای محوری (از طرف فشار بالا به سمت فشار پایین) و امکان برخورد قطعات ثابت و متحرک شود که باعث ایجاد خسارت های سنگینی روی دستگاه می شود که به همین دلیل برای محافظت از توربین یکی از سیستم های حفاظتی توربین ها ی بخار بزرگ که در شرایط خلا کار می کنند بالا رفتن فشار خروجی توربین است که باعث تحریک سیستم های Alarm و Shut Down توربین می شود.

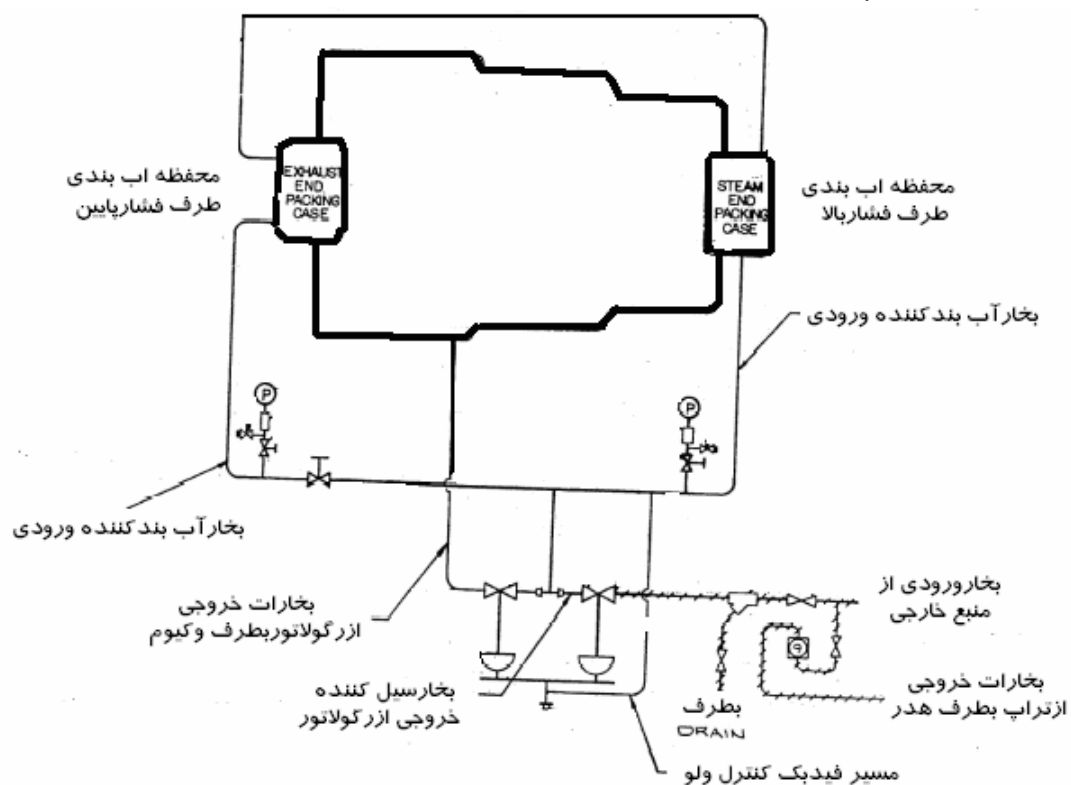
اصول کار آب بند های بخاری عبور دادن بخار با فشاری بیشتر از فشار جواز بین لایبرينت ها ست که با بیرون آمدن آن از داخل توربین از نفوذ هوا به داخل توربین ممانعت می کند. منبع تامین بخار یا از خود توربین (از یکی از مراحل انتهائی آن است) یا از یک منبع خارجی دیگر با فشار مناسب است.

در شکل زیر سیستم آب بندی دو طرف یک توربین بخار که از نوع لایبرينتی است و یک طرف آن در معرض فشار بالا و طرف دیگر آن در شرایط خلا است نشان داده شده است.



روش آب بندی به این صورت است که بخار در وسط لایبرینت های انتهائی وارد محفظه آب بندی شده و به دو شاخه تقسیم می شود که یک شاخه آن به سمت داخل توربین حرکت می کند و وارد توربین می شود که در آن شرایط چون به آب مقطر تبدیل می شود و کاهش حجم می دهد جای زیادی را اشغال نمی کند (برخلاف هوا که قابل مایع شدن در شرایط داخل توربین نیست و هر حجمی از هوا که وارد شود به همان اندازه جا اشغال می کند) باعث شکسته شدن خلا توربین نمی شود و شاخه دیگر بخار به سمت محیط بیرون حرکت می کند که با توجه به بالاتر بودن فشار آن نسبت به فشار جو امکان وارد شدن هوای آن می دهد (هوا را پس می زند) و باعث جلوگیری از نفوذ هوا به داخل توربین می شود.

در شکل زیر شمائی از سیستم بخار آب بند کننده نشان داده شده است.



شمائی از سیستم لوله کشی بخار سیل کننده توربین های بخار با فشار خروجی خلا

لازم به توضیح است که قبل از راه اندازی توربین های بخار فشار خروجی توربین باید به اندازه کافی پایین باشد تا بتوان توربین را راه اندازی کرد به همین دلیل در ابتدای راه اندازی، بخار آب سیل کننده باید به هر دو قسمت فشار کم L.P و فشار زیاد H.P وارد شود (معمولا در این مرحله بخار از منبع دیگری تامین می شود) و وقتی توربین راه اندازی شود در سرویس قرار گرفت به توسط کنترل ولو هایی که در مسیر های بخار قرار داده شده بطور اتوماتیک بخاری که از منبع خارجی وارد شده را قطع می کند و مقدار بخار لازم برای آب بندی سمت خروجی (خلا) از بخارات خروجی از قسمت سیل های قسمت فشار بالای توربین تامین می شود. لازم به توضیح است که بخشی از بخارات خارج شده از قسمت فشار بالا (که فشار آن بارگولاتور قابل تنظیم است به طرف سیل های قسمت و کیوم منتقل می شود و بخش دیگر آن توسط رگولاتور ولو بطرف سیستم خلا (که لوله آن به قسمت خلا توربین متصل است منتقل می شود).

همچنین در توربین های بزرگ قسمتی از بخار آب بند کننده که به محیط بیرون منتقل می شود (که برای بیرون راندن هوا تزریق شده) قابل توجه است و مهار کردن و بازیافت آن از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است و همچنین امکان وارد شدن آن به محفظه های هوزینگ برینگ ها وجود دارد که باعث مخلوط شدن آن با روغن می شود.

مسائلی که در اثر ورود آب به داخل روغن بوجود می آید

- ۱- مخلوط آب و روغن باعث اختلال در سیستم روانکاری یا تاقان ها و خرابی و کاهش طول عمر آنها می شود.
- ۲- آب با مواد شیمیائی مخلوط می شود و باعث خوردگی می شود
- ۳- آب مخلوط شده با روغن تشکیل یک محلول چرب و غلیظی را می دهد که می تواند باعث مسدود شدن فیلترهای روغن و کاهش طول عمر آنها شود.
- ۴- در اثر مخلوط شدن آب، روغن و هوا کف Foam بوجود می آید و در صورت بیرون آمدن آن از هوزینگ برینگ و نفوذ آن در عایق های توربین در صورتی که درجه حرارت به درجه مناسبی برسد ممکن است آتش بگیرد.



- ۵- آب باعث زنگ زدگی سطوح بدون پوشش مسیرهای می شود
- برای کنترل کردن این بخارات بسته به نوع توربین و ظرفیت و فشار آن در طراحی های مختلف از چندین طرح استفاده می شود که ذیلا به شرح آنها پرداخته می شود.

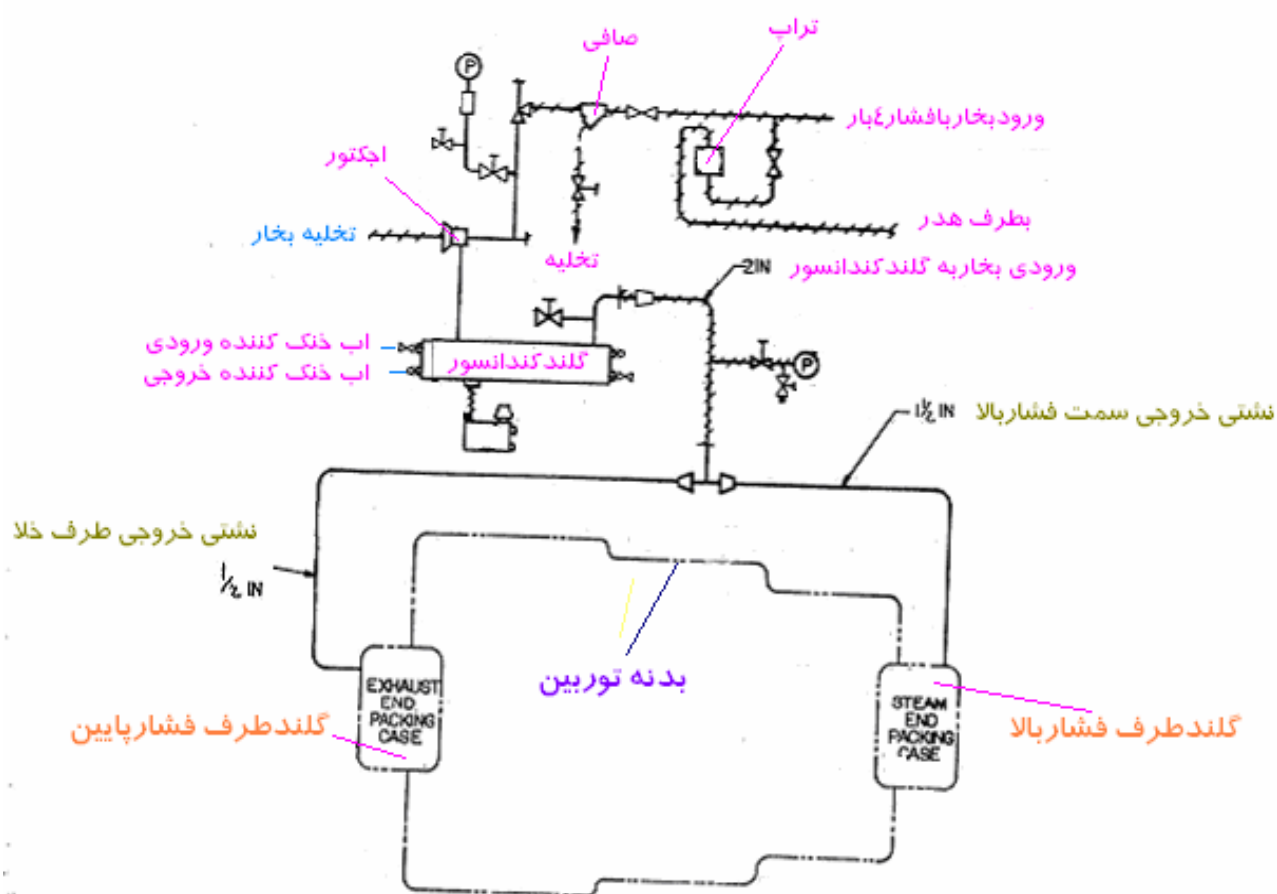
راه های کنترل نشتی های بخار

الف-منتقل کردن بخارات به محیط بیرون از طریق لاین تخلیه Drain در توربین های کوچک یا مواردی که فشار بخارات خروجی پایین و مقدار نشتی کم است ولی به هر حال در این روش باعث اتلاف بخار می شود.

ب-منتقل کردن بخارات از طریق مسیر Drain به سیستم لوله کشی بخار یا فشار مناسب و استفاده مجدد از آنها برای مصارف گرمایشی و عملیاتی و.....

پ-منتقل کردن بخارات به کندانسور اصلی که در این نوع طراحی مسیر Drain گلدن توربین توسط سیستم لوله کشی به کندانسور اصلی منتقل می شود که خلا کندانسور باعث مکیدن بخارات به داخل کندانسور می شود و از هدر رفتن بخارات جلوگیری می شود که البته این مسیر توسط یک عدد ولو کنترل می شود که در صورت بیش از حد باز بودن ولو این مسیر امکان وارد شدن هوا به کندانسور اصلی از زیر سیل های فشار پایین وجود دارد.

ت-منتقل کردن بخارات خروجی از توربین بطرف گلدن کندانسور Gland Condensor که در این طراحی بانصب یک عدد کندانسور کوچک که به آن Gland Condenser گفته می شود بخارات به طرف آن کشیده می شود و از خارج شدن آن از طرفین توربین و ورود آنها به داخل هوزینگ برینگ و مخلوط شدن آن با روغن جلوگیری می شود البته اصول کار و تجهیزات روی سیستم گلدن کندانسور دقیقاً مشابه کندانسورهای اصلی Surface Condenser است.

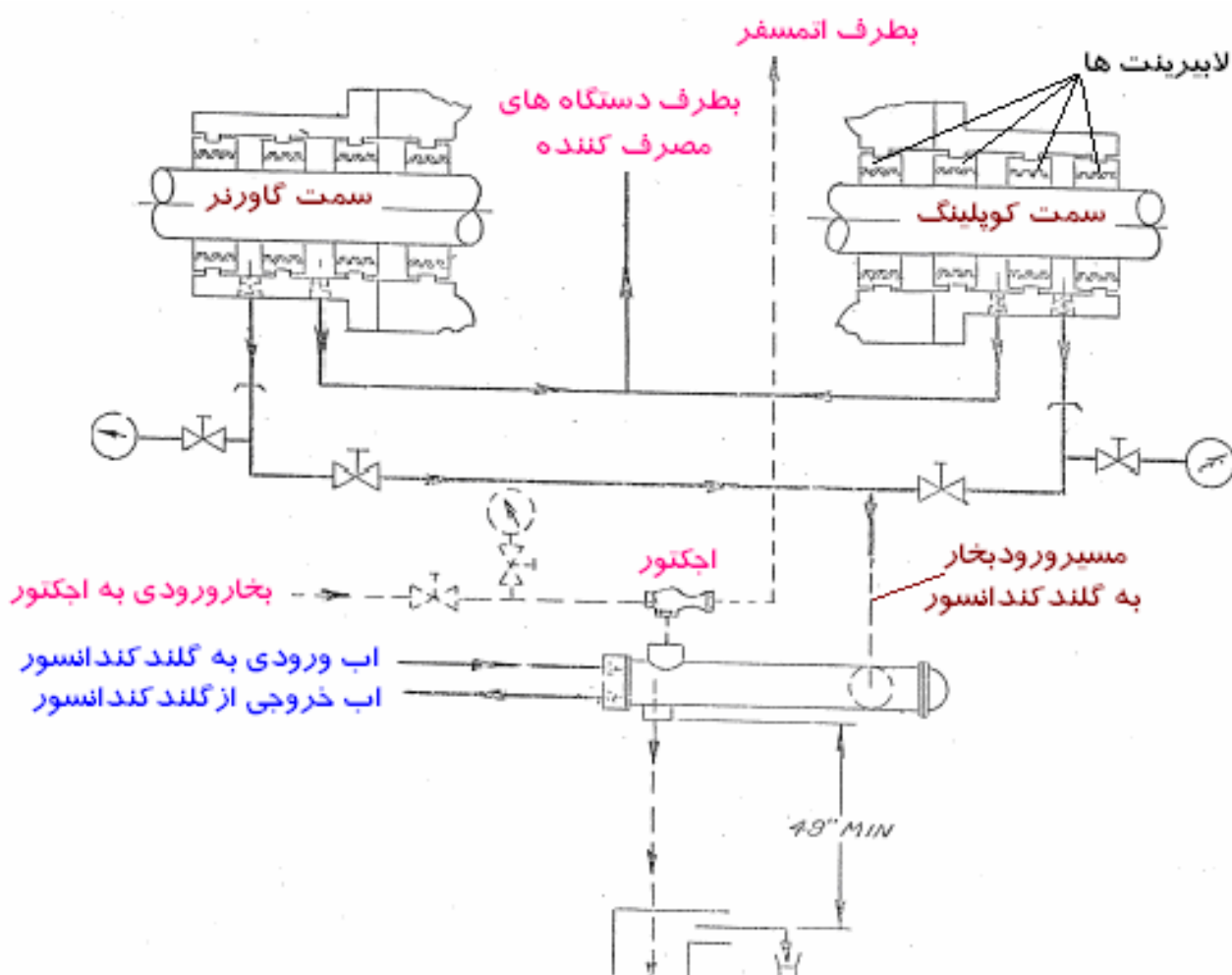


ث- ترکیبی از روش های فوق.

یک نمونه طراحی فوق در شکل زیر نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود در این طراحی بخشی از بخارات خارج شده از لایبرینت ها که فشار آنها زیاد است (حدود ۳۰۰ پوند بر اینچ مربع) به شبکه بخار مربوطه منتقل می شود که می تواند برای مصارف دیگری مثل گرمایش، استفاده در اژکتورهای گلند کندانسور و..... مورد استفاده قرار گیرد و بخش دیگر بخاراتی که پکینگ های قبلی و بعدی این مسیر قادر به آب بندی آن نیستند وارد قسمت Shell گلند کندانسور می شود و به مایع تبدیل می شوند.

از این نوع طراحی در توربین های بخاری که فشار خروجی آنها بالاست استفاده می شود و در پالایشگاه اصفهان در توربین های مربوط به دمنده های بویلرها که فشار بخار خروجی از توربین حدود ۳۰۰ پوند است استفاده شده است.

گلند کندانسور یک مبدل حرارتی کوچک است که از داخل تیوب های آن آب خنک عبور داده می شود و بخارات خارج شده از گلند ها وارد Shell آن می شود که در اثر تماس آنها با سطح سرد تیوب ها به آب مقطر تبدیل می شوند و بخاراتی که به مایع تبدیل نشده اند توسط یک عدد اژکتور از آن خارج می شوند.



لازم به توضیح است در توربوژنراتورهای بزرگ به دلیل زیاد بودن حجم بخارات خروجی از توربین باید از اکتورها و گلندانسورهای بزرگتر استفاده شود که برای مکش بخارات باید بخار بیشتری از آنها عبور کند که برای

جلوگیری از اتلاف بخار معمولاً از چند اجکتور و چند عدد گندکندانسور استفاده می شود و روش کار به این صورت است که مجموع بخارات خروجی از اجکتور اولیه و بخارات مکش شده از سیل ها وارد گندکندانسور اولیه می شود و برای ایجاد خلا در کندانسور اولیه با تعبیه اجکتورهای ثانویه ای که خروجی آن به گندکندانسور ثانویه متصل می شود از اتلاف بیشتر بخار جلوگیری می شود.

خلا داخل گندکندانسور به علت تغییر فاز بخارات به مایع است که در اثر میعان حجم آنها کم می شده و باعث ایجاد خلا می شود که خلا تولید شده باعث مکیدن بخارات نشت شده به سمت گندکندانسور شده و اجازه خارج شدن بخار از لایبرینت ها به سمت بیرون را نمی دهد. باید توجه داشت که نقش اجکتور ها مکیدن و بیرون راندن گازها و بخارات داخل کندانسور است که به مایع تبدیل نشده اند نه به عنوان دستگاه تولید خلا و معمولاً با بخار با فشار ۰.۶ پوند کاری کنند.

علاوه بر موارد مطرح شده فوق نفوذ بخارات داخل محفظه یا تاقان ها اجتناب ناپذیر است که با مصرف روغن های HB در توربین های بخار که براحتی از آب جدایی شوند و همچنین با تخلیه مداوم آب داخل هوزینگ برینگ ها (طبق تجربه نفرات) کمک قابل ملاحظه ای در رفع مشکل می کند. همچنین در توربین های بزرگ که دارای مخزن روغن می باشند با استفاده از دستگاه های جداکننده آب و روغن که با عمل نیروی گریز از مرکز کاری کند طی پریودهای زمانی معین روغن از محل مناسب وارد دستگاه می شود و پس از جدا شدن آب و مواد دیگران مجدداً روغن تمیز شده وارد مخزن روغن می شود.

در توربین های بزرگی که فشار خروجی آنها بیشتر از فشار جو است بخارات خروجی از سیستم آب بندی به لاین های بخار با فشار کمتر منتقل می شود و فقط مقدار جزئی بخار وارد محیط می شود.

در شکل زیر نیز شمایی از مسیر تخلیه بخارات خروجی از لایبرینت ها نشان داده است همانطور که ملاحظه می شود بخارات خارج شده از لایبرینت ها (خروجی اولیه) به مصرف مصرف کننده های دیگر می رسد.

به همین دلیل قبل از خارج شدن آن از لایبرینت انتهائی از طریق مسیر تخلیه ای که برای آن تعبیه شده است توسط اجکتورها مکیده می شود و در داخل Surface Cond. (که یک مبدا حرارتی کوچک است و وظیفه آن تبدیل بخار به مایع است) به مایع تبدیل می شود و مجدداً به سیستم آب مقطر برگشت داده می شود.

لازم به توضیح است که خلا داخل کندانسور به علت تغییر فاز بخار به مایع است که در اثر کم شدن حجم ایجاد خلا می شود که خلا تولید شده باعث مکیدن بخارات به سمت کندانسور شده و اجازه خارج شدن بخار از لایبرینت ها به سمت بیرون را نمی دهد و نقش اجکتور های کندانسور هایی که روی لاین خروجی نصب می شوند (همچنین Surface Condensator ها) مکیدن و بیرون راندن گازها و بخاراتی است که به مایع تبدیل نشده اند نه به عنوان دستگاه تولید خلا.

با توجه به پایین بودن فشار خروجی توربین های کندانسور دار امکان خروج بخار از قسمت تحت خلا توربین به سمت بیرون نیست و چون فشار جو بیشتر از فشار داخل توربین است باعث می شود که هوا وارد توربین شود و باعث شکسته شدن خلا توربین شود که می تواند باعث کاهش راندمان توربین و تشکیل رطوبت و قطرات آب و خوردگی روی پره های توربین و همچنین بالا رفتن فشار پشت بالانس پیستون و افزایش نیروهای

محوری (از طرف فشار بالا به سمت فشار پایین) و امکان برخورد قطعات ثابت و متحرک شود که می تواند باعث ایجاد خسارت های سنگینی روی توربین شود. به همین دلیل برای محافظت از توربین ها یکی از سیستم های حفاظتی که روی توربین ها ی بخار بزرگ که در شرایط خلا کار می کنند نصب می شود و هشدار دهنده سیستم خلا است که بالا رفتن فشار خروجی توربین را نشان می دهد و باعث تحریک سیستم های Alarm و Shut Down توربین می شود.

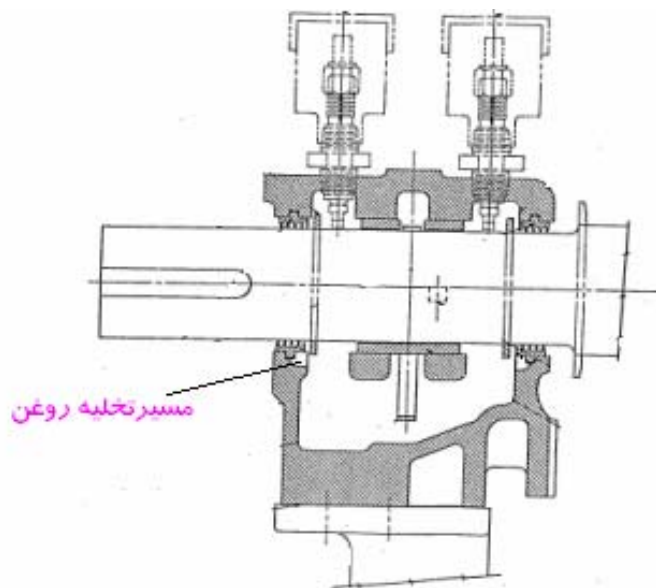
اصول کار اب بندهای بخاری عبور دادن بخار با فشاری بیشتر از فشار جواز بین لایبرینت ها ست که با بیرون آمدن آن از داخل و زیر لایبرینت ها بطرف بیرون یک فشار مثبت ایجاد می کند و از نفوذ هوا به داخل توربین ممانعت می شود. منبع تامین بخار یا از یکی مراحل انتهائی خود توربین است یا از یک منبع خارجی دیگر با فشار مناسب می باشد

لازم به توضیح است که قبل از راه اندازی توربین های بخاری که در خلا کار می کنند فشار خروجی توربین باید به اندازه کافی پایین باشد (خلا) تا بتوان توربین را راه اندازی کرد به همین دلیل در ابتدای راه اندازی بخار اب سیل کننده Steam Seal باید به هر دو قسمت فشار کم L.P و فشار زیاد H.P وارد شود که معمولا در این مرحله بخار از منبع دیگری تامین می شود که به آن سیستم بخار کمکی گفته می شود و پس از افزایش فشار Steam داخل توربین بطور اتوماتیک این مسیر از سرویس خارج می شود ولی چنانچه اشکالی در قسمت فشار بالا پیش آید و بخار به قسمت فشار پائین نرسد. این سیستم بخار کمکی مجددا بطور اتوماتیک در سرویس می آید و تا هنگام رفع اشکال بخار آب بندی فشار پائین و بالا را تامین می کند. وقتی توربین راه اندازی شود در سرویس قرار گرفت توسط دو عدد کنترل ولو که شامل Pressure Reducer و Pressure Regulator است که بطور اتوماتیک بخار کمکی که از منبع خارجی وارد گلند می شود را قطع می کند و مسیر بخاری که از خروجی لایبرینت های طرف فشار بالای توربین (بخارات نشت شده از سیل های فشار بالا) با فشار حدود ۰.۶ پوند بر اینچ مربع) که فشار آن پایین است توسط رگولاتور ولو ها روی فشار مورد نظر تنظیم می شوند) تامین می شود. در توربین های متوسط و بزرگ بخاراتی که به محیط بیرون منتقل می شود قابل توجه است و مهار کردن و بازیافت آن از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است و همچنین امکان وارد شدن آن به محفظه های هوزینگ برینگ ها و تشکیل اب وجود دارد که باعث مخلوط شدن آن با روغن می شود و می تواند مسائل متعددی را بوجود آورد که ذیلا به آنها اشاره می شود.

لایبرینت های اب بند کننده روغن

یکی از موارد استفاده از لایبرینت ها برای اب بند نمودن روغن در محفظه های هوزینگ برینگ ها برای جلوگیری از خروج روغن از زیر محور به سمت بیرون است که معمولا روی ماشین آلات بزرگ مورد استفاده قرار می گیرند در این گونه موارد از لایبرینت های الومینیومی که بصورت دو تکه ای (دونیم دایره) است که در طرفین هوزینگ برینگ قرار می گیرند استفاده می شود که معمولا در کفه پایینی آنها در قسمت انتهائی دندان های کانال (سوراخ در جهت محوری) برای تخلیه روغن جمع شده در لایبرینت تعبیه شده که از طریق آن روغن

به محفظه روغن برگشت داده می شود و باید اطمینان کامل از باز بودن آن پیدا نمود در غیر این صورت علاوه بر نشتی امکان بوجود آمدن مسائل ارتعاشی نیز وجود خواهد داشت .



شماتی از یک هوزینگ برینگ

لایبرینت های اب بند کننده روغن برخلاف لایبرینت های اب بند کننده گاز بلندتر هستند و تعداد دندانه های آنها نیز کمتر است همچنین در نیمه پایینی لایبرینت های سورخ در جهت محوری تعبیه شده است که روغن های نشت شده از لایبرینت های روغن را مجدداً بطرف هوزینگ برینگ برمی گرداند که در حین نصب و تعمیر باید دقت شود که این مسیر حتماً باز باشد و قطران به اندازه کافی زیاد باشد تا قادر به تخلیه تمامی روغن نشت را داشته باشد.

اب بندهای هوایی

در توربین های کوچک ارزان قیمت که مجهز به Surface Condensor نیستند بزرگترین مشکل نفوذ بخارات نشت شده از لایبرینت ها یا کربن رینگ ها به داخل محفظه هوزینگ برینگ ها است که در بعضی از طراحی ها به توسط یک لاین هوای ایزار دقیقی مقداری هوا (با فشار دوتا سه پوند برای پنج مربع) وارد هوزینگ برینگ ها می شود که باعث ایجاد فشار مثبت در داخل محفظه یا تاقان می شود و از وارد شدن بخار به محفظه هوزینگ برینگ ممانعت می کند. البته طبق تجربه عملی در صورتی که هوای فشرده چند پوند برای پنج مربعی وارد لایبرینت ها شود کارائی آن به مراتب بهتر از تزریق بخار داخل هوزینگ برینگ است

لازم به ذکر است که بیشترین مشکلات توربین های بخاری نفوذ بخار به محفظه هوزینگ برینگ ها است که با مصرف روغن های HB در توربین های بخار که براحتی از اب جدامی شوند و همچنین با تخلیه مداوم اب داخل هوزینگ برینگ ها (طبق تجربه نفرات) کمک قابل ملاحظه ای در رفع مشکل می کند ولی در توربین های بزرگ با استفاده از دستگاه های جدا کننده اب و روغن که با عمل نیروی گریز از مرکز کار می کند طی پریودهای زمانی روغن از محل مناسب وارد دستگاه می شود و پس از جداسازی اب و مواد دیگران مجدداً وارد مخزن روغن می شود.

آب بندهای فلزی Seal Rings

این نوع آب بند ها بصورت رینگ های فلزی ساخته می شوند و بسته به مورد استفاده آنها همواره باید لقی یا کلرنس مورد نیاز بین آنها وجود داشته باشد تا بتوانند کار آب بندی را انجام دهند.

و به دسته های زیر طبقه بندی می شوند:

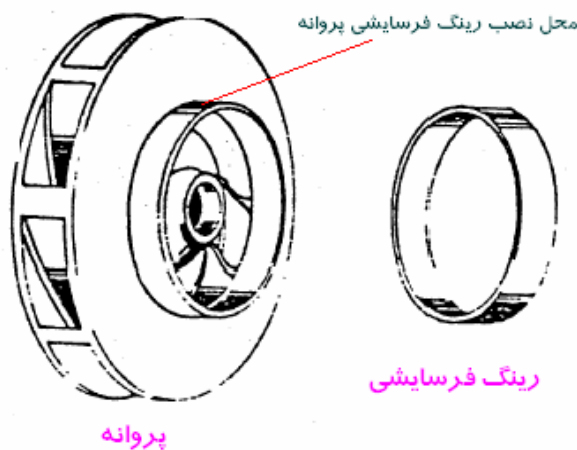
الف- رینگ های فرسایشی Wearing Rings

ب- بوش ها Bush

ج- رینگ های روغنی Seal Rings

رینگ های فرسایشی Wearing Rings

از این نوع آب بند برای آب بندی قسمت های داخلی پمپ های گریز از مرکز برای جلوگیری از نشتی های داخلی از طرف قسمت فشار بالا Discharge به سمت فشار پایین Suction پروانه پمپ استفاده می شود. به دلیل این که فشار مایع خارج شده از پروانه (فشار خروجی پمپ) بیشتر از فشار مایعی است که به پروانه وارد می شود (به عبارت دیگر چشمه پروانه در معرض فشار ورودی است و نقاط دیگران در معرض فشار خروجی است) اگر فاصله بین آنها آب بندی نشود مایع از خروجی پمپ مجدداً وارد قسمت چشمه پروانه می شود و باعث کاهش فشار و فلوی پمپ می شود که برای جلوگیری از نشت مایع باید پروانه طوری در بدنه نصب شود که مایع نتواند از فاصله بین لبه بیرونی چشمه پروانه وارد چشمه پروانه شود و در عین حال پروانه نیز بتواند به طور آزاد با حداقل فاصله نسبت به بدنه بچرخد.



با توجه به اجتناب ناپذیر بودن مسائل اصطکاکی و سایشی به دلیل نفوذ ذرات جامد و..... لبه بیرونی چشمه پروانه و بدنه بعد از مدتی در اثر ساییدگی پروانه و بدنه باید تعویض یا مورد جوشکاری و بازسازی قرار گیرند که تعویض پروانه یا تعمیرات آنها گران تمام می شود و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست. بدین منظور دو حلقه رینگ یکی روی پروانه Impeller Wearing Ring و یکی روی بدنه Casing Wearing Ring نصب می شود که بین دو رینگ فاصله بسیار کمی وجود دارد که مقدار این فاصله یا کلرنس بستگی به قطر چشمه پروانه و درجه حرارت مایع و..... دارد که در صورت سایش و افزایش کلرنس منجر به کم شدن فلو و فشار پمپ می شود. این رینگ ها به راحتی و با هزینه کمی قابل تعویض بوده و نیازی به تعویض پروانه یا ترمیم بدنه نیست و حتی در بعضی موارد

با تعویض تنها یکی از این رینگ ها امکان کم کردن کلرنس وجود دارد . جنس این رینگ ها معمولا از فولاد ، چدن ، برنج و... دیگر فلزات می باشد و براساس کلاس پمپ تعیین می شود . از این رو رینگ های فرسایشی ، اتصالات متحرک مناسبی را بین پروانه و بدنه پمپ ها بوجود می آورند که به راحتی قابل تعویض اند و از نظر اقتصادی نیز بسیار مقرون به صرفه است.

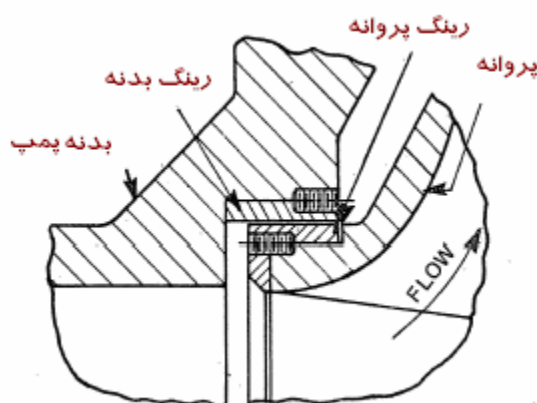
در عمل همیشه باید مقداری نشی از بین این رینگ ها وجود داشته باشد ولی در یک پمپ خوب نباید بیشتر از پنج درصد مایع پمپ شونده از رینگ های فرسایشی عبور کند زیرا باعث کاهش فلوی پمپ می شود. همچنین در صورتی که ذرات جامد وارد پمپ شود بین این رینگ ها گیر می افتد و باعث تشدید سایش و افزایش کلرنس ها و کاهش فشار و فلوی پمپ می شود

در اکثر پمپ ها رینگ های فرسایشی روی پروانه و یا بدنه بصورت پرسی نصب می شوند (با کلرنس منفی) و با نقطه جوش کردن و یا به وسیله پیچ های L-screw که بین بدنه رینگ و بدنه پروانه (یا بدنه پمپ) تعبیه می شود نصب می شوند .

انواع رینگ های فرسایشی

در پمپ های گریز از مرکز انواع مختلف رینگ های فرسایشی بکار می رود که انتخاب مناسب ترین آنها برای یک پمپ بستگی به خواص مایع پمپ شونده ساختمان بدنه پمپ اختلاف فشار بین دو طرف رینگ و مشخصات دیگر طراحی پمپ دارد که معمول ترین انواع آنها نوع مسطح و L شکل آنهاست که ذیلا به شرح و کاربرد انواع مختلف آنها می پردازیم و توضیح مختصری راجع به هر نوع از آنها ارائه می شود

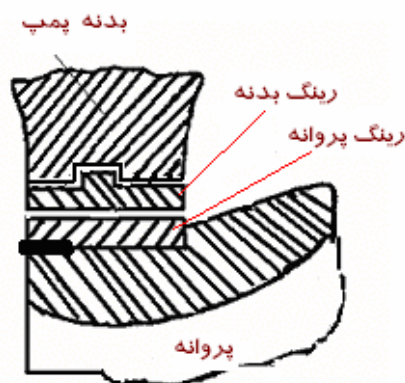
۱- ساده ترین شکل این رینگ ها نوع تخت آنهاست که شامل دورینگ تخت است که معمولا یکی از آنها از جنس سخت و دیگری از جنس نرم تر ساخته شده است و توسط پیچ های ال اسکرو که بین بدنه پروانه و رینگ فرسایشی قرار می گیرد (و همین طور در بدنه پمپ) روی پروانه و بدنه پمپ ثابت می شوند.



رینگ فرسایشی تختی که زودتر سائیده می شود (جنس نرم تر) روی پروانه پیچ می شود (زیرا تعویض آن خیلی راحت تر است) و رینگ از جنس سخت تر روی بدنه نصب می شود .

۲- در نوع دیگر طراحی روی قطب بیرونی رینگ فرسایشی بدنه Case Wearing برآمدگی تعبیه شده است که در شرایط محافظه بدنه پمپ قرار می گیرد و دارای این امتیاز است که تعویض آنها آسان است و نیازی به تنظیم کردن دقیق آنها در حین نصب نیست.

این نوع طراحی معمولاً در پمپ های چند مرحله ای که بدنه آنها بصورت دو افقی روی هم دیگر قرار می گیرد استفاده می شود و برای ممانعت از چرخش آنها در حین کار معمولاً یک پین اروی آن قرار داده می شود که یک طرف آن در بدنه و طرف دیگر آن در رینگ می افتد.



البته لازم به توضیح است که انطباق این نوع رینگ ها در داخل بدنه بصورت انطباق فیما بین یا آزاد است که قراردادن پین های ضد چرخش روی آنها نیز مبین این مطلب است. و این یکی از محاسن خوب این نوع طراحی است که بصورت آزاد یا Self Align عمل می کنند و قادرند که خودشان را با رینگ های فرسایشی روی پروانه تطابق دهند و امکان کم کردن کلرنس را بوجود آورند.

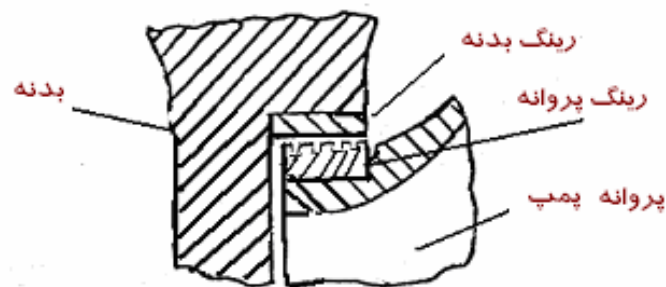
۳- در طراحی نوع پله دار Labyrinth Type Rings مایع هنگام عبور از بین تغییر قطر ها با رها تغییر جهت بدهد که این پیچ و خم ها مقاومت زیادی در برابر نشتی مایع تولید می کند و مقدار نشتی را فوق العاده کم می کند. این نوع رینگ ها علاوه بر داشتن لقی شعاعی معین دارای لقی محوری نسبتاً زیادی هستند که فضای تقلیل فشار دینامیکی را بوجود می آورند و در اثر وجود همین فضای نسبتاً بزرگ است که سرعت فرار مایع کاهش پیدا می کند و در نتیجه می توان لقی شعاعی بیشتری بین رینگ های ثابت و متحرک در نظر گرفت. چون سرعت جریان مایع برگشتی در رینگ های پله دار کمتر از رینگ های تخت است در نتیجه سائیدگی رینگ ها کمتر و دوام آنها بیشتر از رینگ های تخت است ولی ساخت آن مشکل تر و قیمت آنها نیز بالاتر از رینگ های تخت است.



رینگ نوع لایبرینتی

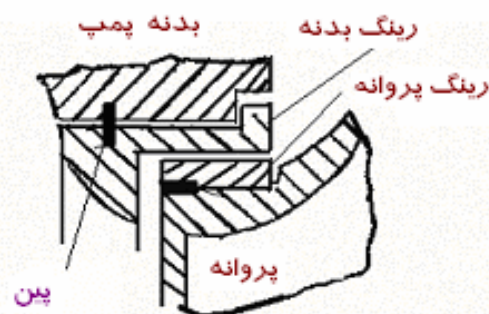
البته یکی دیگر از محاسن این طراحی در این است که به دلیل وجود کلرنس زیاد بین رینگ ها ذرات جامد و ناخالصی ها از بین لایبرینت ها می توانند عبور کنند بدون این که سایشی بوجود آید.

۴- در نوع دیگری از طراحی روی رینگ های فرسایشی شیارهای مارپیچ (مثل پیچ) تعبیه می کنند Spiral تا علاوه بر کاراب بندی اگر ذرات جامدی هم در مایع پمپ شوند وجود داشته باشد باعث تشدید سایش آنها نشود و در داخل این شیارها قرار گیرد و خارج شود. البته جهت این مارپیچ ها را طوری طراحی می کنند که چرخش پروانه نیز کمک به خارج نمودن ذرات می کند. که باین کار با امکان کم کردن کلرنس رینگ های فرسایشی و افزایش طول عمر آنها فراهم می شود. البته از این نوع طراحی بیشتر برای آب بندی گازها در کمپرسورهای گریز از مرکز استفاده می شود در شکل زیر شمائی از آن نشان داده شده است.



رینگ سایشی با شیارهای مارپیچی

۴- در بعضی از طراحی ها از رینگ های ال شکل روی بدنه استفاده می شود که بصورت آزاد Floating Rings روی بدنه پمپ نصب می شوند و در جهت شعاعی می توانند حرکت کنند و عامل آب بندی فشار سیال است که باعث چسباندن آنها روی بدنه پمپ می شود. البته این نوع رینگ ها از دو ناحیه عمل آب بندی را انجام می دهند هم آب بندی از زیر رینگ و هم آب بندی از پشت رینگ و باید سطوح طوری پرداخت شوند که رینگ بطور کامل روی بدنه پمپ تماس داشته باشد در غیر این صورت امکان نشتی و فرار مایع از پشت رینگ نیز وجود دارد. این نوع طراحی باعث می شود که بتوان کلرنس ها را کمتر نمود و بیشترین کاربردان در پمپ های چند مرحله ای است که بدنه های آنها بصورت افقی اسمبل می شوند و حسن آنها در این است که بصورت Self Align عمل می کنند و احتمال جام شدن نیز در آنها به مراتب کمتر است. البته لازم به توضیح است که برای جلوگیری از چرخش رینگ حتما این رینگ ها باید بایستن نصب شوند.



رینگ ۱. شکل

انطباق این نوع رینگ هادر داخل بدنه بصورت انطباق ازاداست که قراردادن پین های ضدچرخش روی آنها نیزمبین این مطلب است.واین یکی ازمحاسن خوب آنها است که بصورت ازادیاSelf Align عمل می کنند وقادرنند که خودشان رابارینگ های فرسایشی روی پروانه تطابق دهندوامکان کم کردن کلرنس رابوجود اورند.

علل متداول خرابی رینگ های فرسایشی Wearing Rings Problems

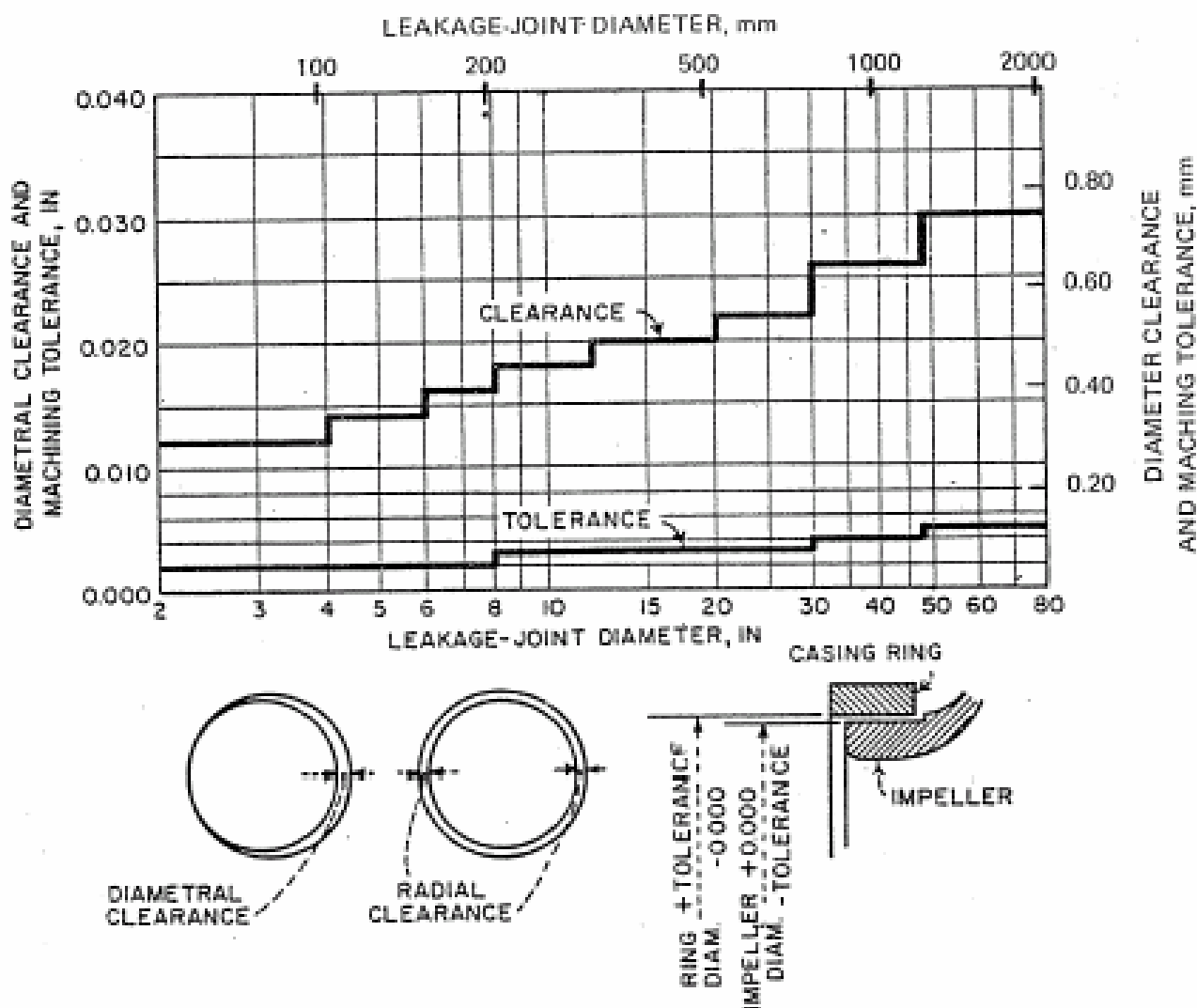
- ۱-نامناسب بودن جنس یا کلرنس رینگ ها باشرايط پمپ .
- ۲-ورودذرات جامد وگيرافتادن آنهاين رینگ ها به دليل استفاده نشدن مش مناسب درورودی پمپ درصورتی که ورودذرات جامداجتناب ناپذیرباشد دراوردن شیارهایی روی آنها درجهت مناسب کمک موثری به حل مشکل می کند .
- ۳-نامتناسب توزیع شدن فاصله درقسمت های مختلف به دليل چال بندی ونصب نامناسب هوزینگ برینگ ها
- ۴-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 که ازمایع داخل پمپ به عنوان یک روانکار بین سطوح استفاده می شود .
- ۸-مسائل مشکلات ارتعاشی ازقبیل کاویتاسیون Recirculation نا هم محوری و....

نصب رینگ های فرسایشی Wearing Rings Instalation

غالبا این رینگها (رینگ های تخت)در داخل بدنه یا روی پروانه بصورت انطباق پرسى Shrink Fit نصب می شوند و علاوه بر آن برای اطمینان از اتصال محکم آنها در تمام شرایط بخصوص رینگهای پروانه در دورهای زیادو قطرزیادکه تحت تاثیر نیروهای گریز از مرکز زیاد قرار می گیرند و احتمال باز شدن ودر نتیجه رها شدن آن وجود داردتوسط چند پیچ Set Screw روی بدنه و یا پروانه محکم می شوندبه این صورت که سوراخ جای پیچ ها در حد فاصل بین رینگ فرسایشی و پروانه (یا بدنه)قرار می گیرد یعنی نیمی از سوراخ در فلز رینگ ونیمه دیگران در فلز پروانه (بدنه) می باشدتا اجازه حرکت داده نشود .

کلرنس رینگ های فرسایشی Wearing Rings Clearance

کلرنس یا فاصله رینگ های فرسایشی ازیک طرف باید انقدر کم باشد تاچلوخروج مایع را بگیرد وازطرف دیگربایدبه اندازه کافی زیادباشد تا رینگ های فرسایشی ثابت ومتحرک با همدیگر تماس نداشته باشند و همانطورکه قبلا گفته شدبستگی به قطرچشمه پروانه درجه حرارت مایع پمپ شونده جنس رینگ ها ودارد 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 را از دیاگرام زیربدست آورد .



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 در اثر خراش 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 0.002 تا 0.004 اینچ افزایش داد.

در مورد پمپهای چند مرحله ای و برای 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 قطری بین این دو رینگ 0.024 تا 0.018 اینچ خواهد بود.

هرچه کلرنس رینگ های فرسایشی کمتر باشد راندمان پمپ بالاتر است
جدول زیر نیز در انتخاب کلرنس می تواند مفید باشد

wear ring. nominal diameter	Minimum Diameter Clearance		Minimum Diameter Clearance	
	Temp. up to 260°C (500°F)		Temp. over 260°C (500°F)	
	CAST-IRON NI-Cr. STEEL 11/13% Cr.-Tr.	wear ring AISI CARBON-STEEL	CAST-IRON NI-Cr. STEEL 11/13% Cr.-Tr.	wear ring AISI CARBON-STEEL
mm	mm	mm	mm	mm
127 ÷ 152, ³	0,43	0,557	0,557	0,684
152, ⁴ ÷ 177, ⁷	0,455	0,582	0,582	0,709
177, ⁸ ÷ 203, ¹	0,48	0,607	0,607	0,734
203, ² ÷ 228, ⁵	0,505	0,632	0,632	0,759
228, ⁶ ÷ 253, ⁹	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

در جدول زیر کلرنس پروانه های نوع ایندیوسر بابت پمپ داده شده است:

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

در جدول زیر نیز کلرنس رینگ های فرسایشی طبق API610 آورده 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 از روش های زیر می توان استفاده نمود:

۱- در صورتی که رینگ هامسطح باشند با قرار دادن فیلر مناسب بین رینگ ها و قرائت نمودن ضخامت مجموع

فیلرهای عبوری می توان لقی را اندازه گیری نمود (در حالتی که رینگ ها داخل هم قرار گرفته اند).

۲- با بستن ساعت اندازه گیر در موقعیت مناسب و حرکت دادن محور (در چند جهت) میزان اختلاف انحرافات ایجاد شده مبین فاصله یالقی بین رینگ ها است (از منتهی الیه بالا تا پایین و قرائت میزان انحراف ایجاد شده روی ساعت اندازه گیر).

۳- اندازه گیری قطر داخلی رینگ بدنه (به وسیله میکرومتر داخلی) و کم کردن قطر خارجی رینگ پروانه (که بامیکرومتر خارجی اندازه گیری شده) از آن در صورتی که قطعات پمپ باز باشد. که برای بالا رفتن دقت اندازه گیری باید در قطر های مختلف انجام شود و متوسط آنها در نظر گرفته شود

بوش ها Bush

در پمپ ها از بوش ها برای چندین منظور استفاده می شود یکی به عنوان تکیه گاه برای محور برای آب بندی بین قطعات و بابرآورده نمودن هر دو مورد قبلی استفاده می شود.

۱- بوش های میانی یا Center Bush که بین پروانه های میانی پمپ های چند مرحله ای به عنوان آب بند داخلی بین مرحله ای و هم به عنوان یک تکیه گاه برای محور عمل می کند

۲- بوش های استافین باکس Neck Bush

۳- بوش های گلوگاهی Throthle Bushings

برای جلوگیری از ورود مایع به محفظه استافینگ باکس که باعث افزایش فشار جعبه آب بندی می شود و باعث می شود مکانیکال سیل نتواند در آن محدوده جلوی نشتی را بگیرد از یک وسیله تقلیل فشار که یک جز آن نک بوش Neck Bush است که معمولاً بصورت لایبرینت شکل است استفاده می شود که در بخش های اتی بطور مفصل راجع به آنها بحث خواهد شد.

رینگ های فلزی (Seal Rings) آب بندهای روغنی Seal Oil

در این نوع آب بندها با تزریق نمودن و ایجاد سدی از روغن که فشارش کمی بیشتر از فشار گاز داخل کمپرسور است از بیرون آمدن گاز داخل کمپرسور بطرف بیرون ممانعت می شود. به عبارت دیگر در این نوع آب بند ها وظیفه سیل آب بندی کردن روغنی است که بین سیل رینگ ها تزریق می شود. این نوع آب بندها جز دسته آب بند های فاصله ای قرار دارند بدین معنا که همواره فاصله کمی بین آنها و محور وجود دارد و برای ممانعت از تماس قطعات ثابت و متحرک این فاصله با روغن روانکاری می شود و غالباً در کمپرسورهای گریز از مرکز فشار بالا که در سرویس گاز های خطرناکی مثل هیدروژن و قرار دارند مورد استفاده قرار می گیرند

سیستم های آب بند روغنی از قسمت های زیر تشکیل شده است:

۱- مجموعه سیل های آب بند کننده

۲- پمپ های بالابرنده فشار روغن سیل اوایل که دارای یک پمپ اصلی و یک پمپ یدک می باشد (توربینی و برقی) و در سیل های فشار بالا نیز پمپ های بالابرنده فشار روغن از دو عدد پمپ فشار پایین LP و فشار بالا HP که هر کدام از آنها نیز دارای یک پمپ یدک هستند تشکیل شده است. معمولاً پمپ فشار پایین از نوع گریز از مرکز و پمپ فشار بالا از نوع پمپ مارپیچی Screw Pump استفاده می شود.

۳- تانک ذخیره روغن سیل اوایل که در پایین نصب می شود و محل تامین روغن سیستم است که دارای قسمت های مختلف اعم از هیتر روغن و ... می باشد.

۴- تانک تنظیم فشار روغن بالائی Top Tank که در حدود ۵/۴ متر بالاتر از محور کمپرسور واقع شده است که وظیفه اصلی آن این است که فشار روغن سیل اوایل را بالاتر از فشار بافر گاز نگه می دارد و علاوه بر آن محل ذخیره روغن نیز هست و در صورتی که پمپ های سیل اوایل هر دو از کار بیفتند روغن ذخیره شده در داخل آن می تواند عملیات روغن رسانی را تا توقف کمپرسور انجام دهد.

۵- تراپ های روغن Oil Traps که کار جدا کردن گاز از روغن خروجی از سیل ها را به عهده دارد.

۶- کنترل ولو ها و سیستم های تنظیم کننده فشار روغن و بافر گاز سیستم سیل اوایل

۷- سیستم های حفاظتی و ایزاردقیقی که روی سیستم سیل اوایل نصب شده اند

ذیلاً راجع به هر کدام از موارد فوق توضیح مختصری داده می شود.

ساختمان سیل های روغنی

آب بندهای روغنی از قطعات مختلفی تشکیل شده است که اجزا آن بصورت تک تک در داخل محفظه آب بندی قرار داده می شوند و با استفاده از جک بولت هایی که روی سطح پیشانی این قطعات نصب می شود در محفظه آب بندی مونتاژ و دمونتاژ می شوند که این عمل باید با دقت زیاد انجام شود و با اندازه گیری های عمقی که انجام می شود باید از قرار گرفتن قطعات در جایگاه آنها اطمینان حاصل می شود.

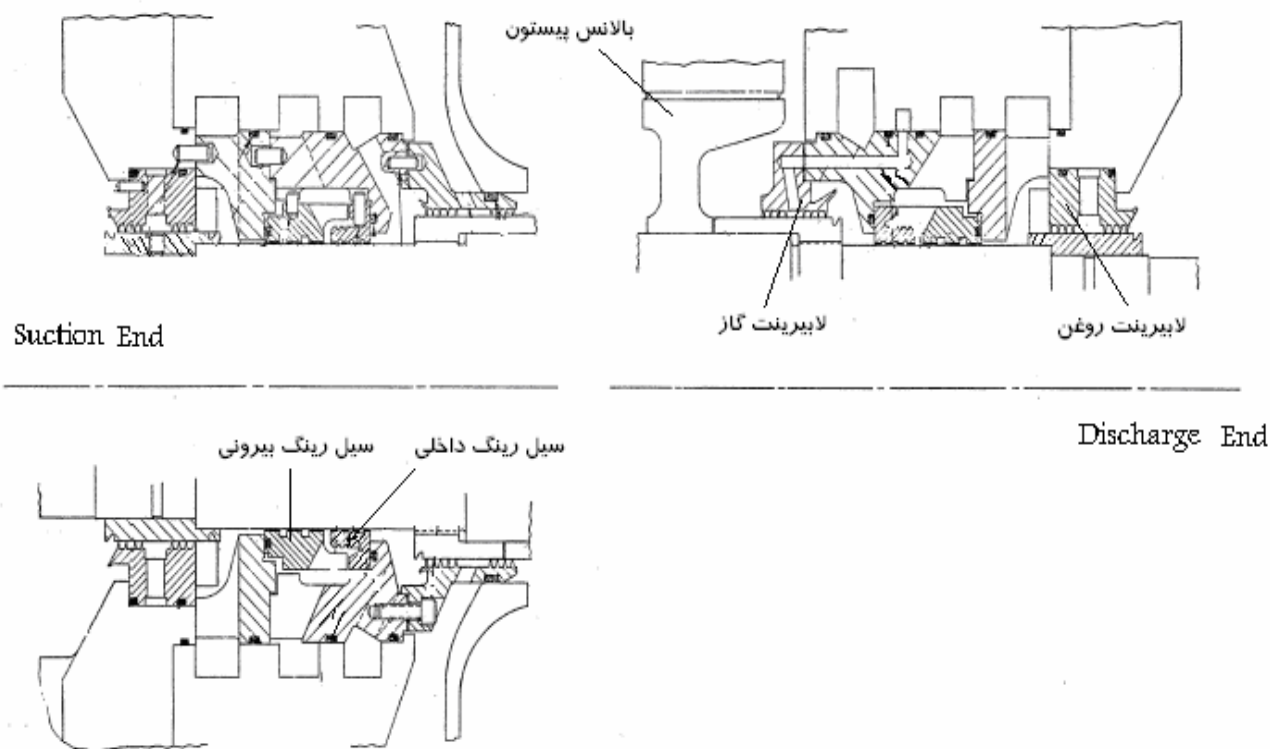
قطعات اصلی این آب بند عبارتند از:

۱- رینگ های آب بند کننده Seal Rings که قسمت اصلی این نوع آب بند ها هستند از رینگ های فلزی با کمرس های بسیار کم ساخته شده اند و روی سیل هر طرف کمپرسور دست کم دو عدد از این سیل ها نصب می شود و روغن سیل کننده Seal Oil فشار بالا بین این سیل رینگ ها تزریق می شود.

لازم به توضیح است که در سیل های فشار بالا که اختلاف فشار سیل اویل و محیط بیرون (اتمسفر) زیاد است برای جلوگیری از خروج روغن به طرف اتمسفر این نوع آب بند با سه عدد سیل رینگ طراحی می شود که دو عدد از این سیل ها برای آب بندی کردن روغن بطرف اتمسفر و یک عدد دیگر نیز برای کنترل کردن و آب بندی روغنی است که بطرف داخل کمپرسور تزریق می شود.

در شکل زیر شمائی از یک سیل کامل مربوط به یک طرف کمپرسور که از دو عدد Seal Ring داخلی و خارجی تشکیل شده نشان داده شده است:

شمائی از قطعات اصلی سیل های روغنی



۲- لایبرینت های آب بند کننده که شامل دو عدد لایبرینت است.

الف- لایبرینت گاز که بطرف داخل کمپرسور نصب می شود که با تزریق بافر گاز در قسمت وسط آن گاز به دو شاخه تقسیم می شود که یک شاخه آن بطرف داخل کمپرسور تزریق می شود و شاخه دیگر آن گازی است که با روغن باید آب بندی شود.

ب- لایبرینت های روغنی که در قسمت بیرونی سیل (طرف اتمسفر) نصب می شوند و شامل دو قسمت می باشند یک قسمت آن روغن روانکار را Lube Oil را آب بندی می کند و قسمت دیگر آن روغن آب بند کننده Seal Oil را آب بندی می کند.

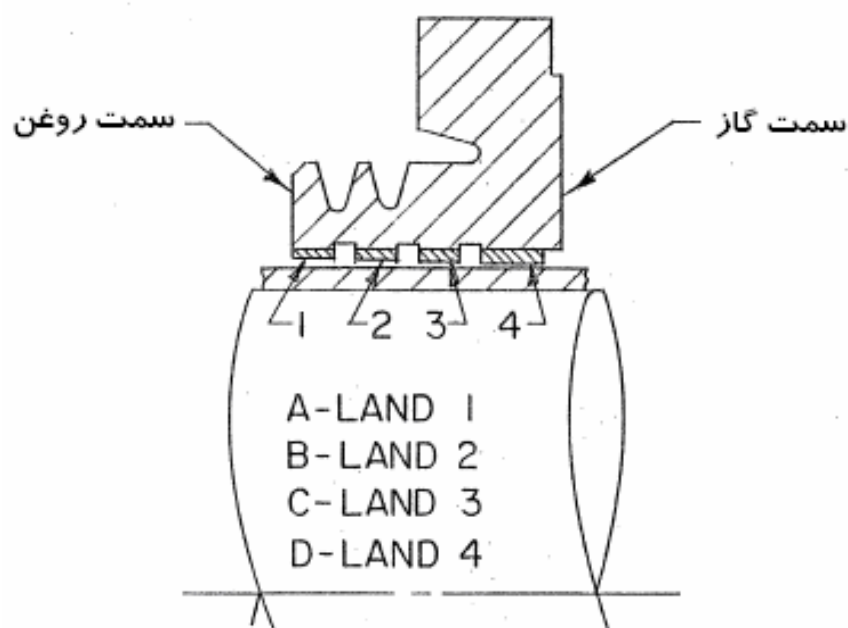
۳- بدنه سیل که چندانکه است و محل قرارگیری سیل رینگ ها است.

۴- آب بندهای ثانویه (اورینگ ها) که وظیفه آنها آب بندی سیل رینگ هادر قسمت بدنه و همچنین آب بندی نمودن بدنه سیل نسبت به قسمت داخلی استافینگ باکس یا محفظه آب بندی است.

۵- بوش هایی که زیر لایبرینت ها قرار می گیرند و توسط پیچ های ال L-Screw روی محور نصب می شوند.

۶- پین های ضد چرخش که از چرخیدن سیل رینگ ها جلوگیری می کنند و در هنگام نصب حتما باید در محل خود قرار داده شوند.

در شکل زیر شمائی از یک Seal Ring نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می شود در قطر داخلی ان پله هایی با قطرهای متفاوت تعبیه شده که هرچه بطرف بیرون می رود (سمت چپ) کلرنس ان کمتر می شود و به عنوان قسمت اصلی این سیل ها عمل می کند.



علاوه بر کلرنس پایین سیل رینگ ها، پله های تعبیه شده در قسمت قطر داخلی سیل مثل لایبرینت ها عمل می کنند و جلوی خروج بیش از حد روغن سیل کننده بطرف داخل یا خارج کمپرسور را می گیرد و از هدر رفتن روغن (روغنی که بطرف داخل کمپرسور در حرکت است و با گاز مخلوط می شود) ممانعت می کند.

فلز پایه Seal Ring از فولاد است ولی قسمت های داخلی ان که کار آب بندی روغن را انجام می دهد از فلز با الیاژ نرم تری مثل باییت های مخصوص ساخته شده است و مقاومت ان نسبت به مقاومت محور کمتر است.

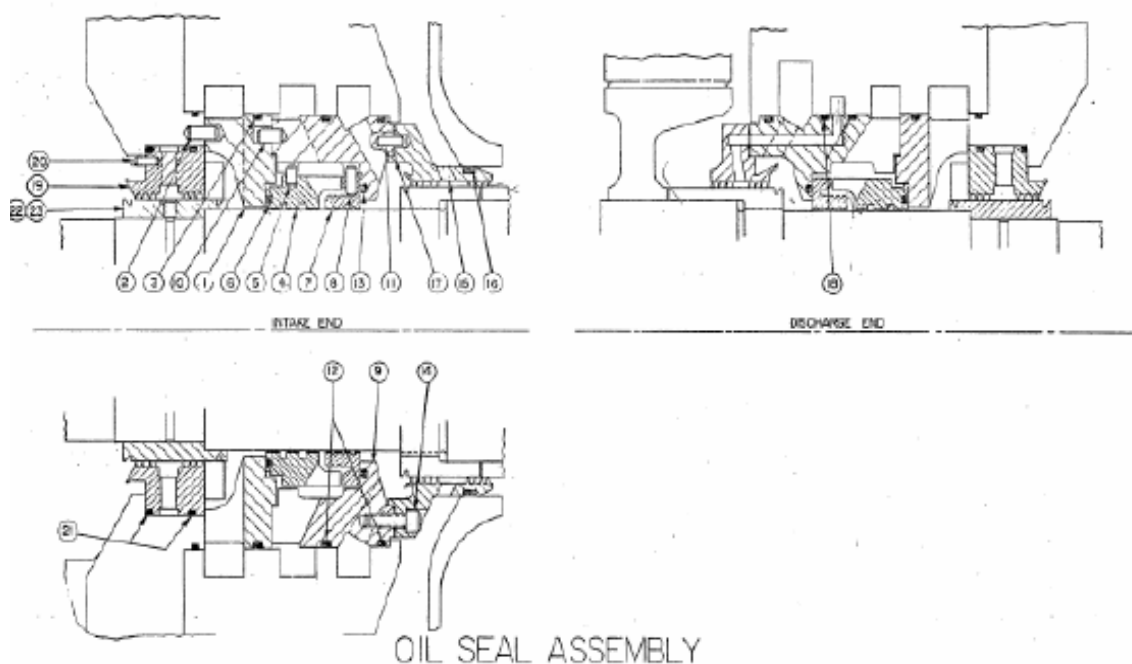
با توجه به کم بودن کلرنس سیل رینگ ها با محور و بالا بودن دور این نوع کمپرسورها این نوع سیل ها طوری طراحی شده اند که سیل رینگ ها بصورت Float یا شناور عمل کنند و بتوانند با حرکت های شعاعی محور خود را تطبیق دهند (یعنی بصورت خودمیزان یا Self Align عمل کنند) که این یکی از محاسن بسیار خوب این نوع آب بندها است که می تواند با توجه به کلرنس بسیار پایینی که با محور دارند با حرکات محور که ناشی از نابالانسی، ناهم محوری و خرابی یا تاقان و دیگر مسائلی که باعث حرکت های ارتعاشی می شوند حرکت کنند و فاصله خود را با محور ثابت نگه دارند و از تماس پیدا کردن قطعات ثابت و متحرک جلوگیری کند.

اصول کار آب بندهای روغنی

در کمپرسورهای گریز از مرکز چند مرحله ای از دو عدد آب بندی در طرف داخلی کمپرسور (طرف کوپلینگ) و دیگری در طرف خارجی کمپرسور (طرف تراست) استفاده می شود. به عبارت دیگر طرف های فشار پایین Intake و فشار بالا Discharge.

اصول کار و ساختمان آب بندهای دو طرف دقیقا مثل هم می باشند و بر خلاف مکانیکال سیل هاسیل های دو طرف با هم در ارتباط می باشند به دلیل این که روغن سیل کننده به دوشاخه تقسیم می شود و هم زمان روی هر دو سیل تزریق می شود. و در صورتی که برای یکی از سیل ها مشکلی بوجود آید سیل طرف دیگر نیز تحت تاثیر قرار گرفته و دچار مشکل خواهد شد.

لازم به توضیح است که بانصب بالانس پیستون در پشت پروانه مرحله آخر کمپرسورهای گریز از مرکز فشار محفظه آب بندی سمت فشار بالا با قسمت فشار پایین کمپرسور متعادل می شود (که بعدا راجع به آن صحبت خواهد شد) و باعث می شود علاوه بر متعادل شدن نیروهای محوری رتور، سیل قسمت فشار بالا نیز در معرض فشار ورودی واقع شود و نیازی به استفاده از سیل مقاوم تر و گران قیمت تر برای آب بند نمودن گاز در قسمت فشار بالای کمپرسور نیاز نباشد.



در شکل فوق مجددا شمائی از یک سیستم آب بندی دو طرف یک کمپرسور گریز از مرکز که دارای دو عدد سیل رینگ آب بندی Inner Seal و Outer Seal است نشان داده شده است (سیل کمپرسورهای ۲۵۱ واحد های تبدیل کاتالیستی پالایشگاه اصفهان). روغن سیل کننده عاری از ذرات جامد و خارجی با فشار بالا (در این سیل فشار روغن حدود ۶۰۰ پوند بر اینچ مربع است) که توسط پمپ روغن Oil Pump Seal فشار بالا آورده شده پس از عبور از کولرهای خنک کننده و فیلترهای باسایز کم و همچنین عبور از کنترل ولوهای تنظیم کننده فشار و فلو، از طریق کانال B بین دو سیل رینگ سیل های دو طرف (قطعات شماره ۷ و ۸) وارد مجموعه سیل می شود سیل

رینگ شماره ۷ بطرف داخل کمپرسور است و یک طرف آن تحت فشار روغن و طرف دیگر آن در معرض فشار محفظه آب بندی کمپرسور است و سیل رینگ شماره ۸ بطرف بیرون کمپرسور نصب شده است که طرف داخلی آن تحت فشار روغن قرار دارد و قسمت خارجی آن با محیط بیرون در ارتباط است و وظیفه آن ممانعت از خروج بیش از حد روغن بطرف اتمسفر است.

با توجه به فاصله (کلرنس) کم سیل رینگ ها با شافت و اختلاف فشاری که بین دو طرف سیل رینگ ها وجود دارد روغن تزریق شده بین دورینگ آب بندی Inner & Outer Seal Rings تا میله به خارج شدن از قسمت داخلی سیل رینگ ها را دارد. بخشی از روغن بطرف داخل کمپرسور (محفظه A) وارد می شود و از خروج گاز داخل کمپرسور به سمت بیرون ممانعت می کند (این روغن وظیفه آب بندی گاز را بر عهده دارد) و بخش دیگر روغن نیز به دلیل اختلاف فشار بیشترین روغن سیل کننده و فشار بیرون (نسبت به سیل داخلی) از زیر سیل رینگ های بیرونی Outer Seal خارج می شود که وظیفه این سیل رینگ ایجاد مقاومت یا افت فشار در مسیر روغن برای جلوگیری از کاهش فشار روغن و تحت کنترل داشتن روغن است، زیرا برخلاف سیل رینگ داخلی اختلاف فشار بین دو طرف سیل رینگ خارجی Outer Seal خیلی زیاد است (اختلاف فشار بین روغن سیل کننده با فشار اتمسفر) که با توجه به فاصله کمی که بین قطر داخلی سیل رینگ و محور و همچنین شیارهایی که در داخل سیل رینگ تعبیه شده و با عنایت به کم شدن تدریجی کلرنس سیل رینگ و شافت در طول سیل رینگ، جلوی خروج بیش از حد روغن گرفته می شود. البته این جریان روغن حتما باید وجود داشته باشد تا روانکاری و ممانعت از تماس قطعات ثابت و متحرک را انجام دهد و در انتها از قسمت پایینی کانال C خارج می شود و از آنجا مجددا وارد تانک روغن سیستم Seal Oil می شود و بخارات روغن موجود در سیل های دو طرف نیز از قسمت بالای کانال C به توسط سیستم لوله کشی از طریق لوله عصایی شکل به سمت اتمسفر Vent می شوند تا از ایجاد Back Pressure در سیل رینگ های بیرونی که باعث کم شدن جریان روغن از بین سیل رینگ ها می شود جلوگیری کند.

مسیر ورودی بافر گاز تزریقی به لایبرینت های داخلی

مسیر ونت هوزینگ برینگ هاب طرف اتمسفر

ونت بطرف اتمسفر

مسیر ورودی روغن سیل اولیه

فشار مرجع سیل

بالانس گاز

Gas Balance

کنترل روغن هوزینگ

Internal Balance Connector

Spectacle * Plate

کنترل روغن هوزینگ

سیل طرف فشار پایین

سیل طرف فشار بالا

روغن سیل اولیه برگشتی به مخزن

* Note: If inner labyrinth buffer here gas injection is required, blank off discharge end gas balance piston, port 'D' and connect into injection port 'E'

تخلیه روغن بطرف تریپ

تخلیه روغن بطرف تریپ

همچنین در قسمت بیرونی محوطه F محفظه های آب بندی سیل های طرفین کمپرسور برای آب بندی روغن دوعدد لایبرینت نصب شده که یکی از آنها مربوط به آب بندی روغن سیل کننده یاسیل اویل است (لایبرینت طرف داخلی) که جلوی خارج شدن روغن سیل اویل را می گیرد و لایبرینت های خارجی (در دوطرف کمپرسور) برای آب بندی روغن روان کننده Lube Oil است که اجازه وارد شدن روغن روانکاری یاتاقان ها را به طرف سیل ها نمی دهد (وبالعکس) که باتوجه به بیشتر بودن فشار روغن سیل اویل نسبت به فشار روغن Lube Oil و احتمال خرابی سیل رینگ خارجی بیشترین مشکل این کمپرسورها وارد شدن روغن سیل اویل بطرف Lube Oil است که باعث افزایش حجم روغن در مخزن Lube Oil و کم شدن بیشتر ارتفاع مخزن Seal Oil می شود که باید روغن مورد نیازان تامین شود. همچنین با نصب یک عدد سیلیو زیر لایبرینت های روغنی (در ناحیه F) باعث افزایش قطر محور در آن ناحیه می شود که همین نیز کمک به جلوگیری از خارج شدن روغن سیل کننده بطرف روغن لوب اویل می شود.

برای جلوگیری از وارد شدن روغن Seal Oil (که برای آب بندی تزریق می شود) به داخل کمپرسور که مسائل و مشکلات متعددی را می تواند بوجود آورد یک گاز میانی تحت عنوان Buffer Gas با فشاری کمی بیشتر از فشار داخل محفظه آب بندی (حدود پنج psi بیشتر از فشار قسمت D) از طریق کانال های D در قسمت ورودی کمپرسور Intake End و E (طرف Discharge End) از طریق اتصالات Labyrinth Gas Injection بین لایبرینت های طرفین، تزریق می شود که این مسیر به دوشاخه تقسیم می شود که قسمتی از آن از زیر لایبرینت ها وارد کمپرسور می شود و از بیرون آمدن گاز داخل کمپرسور بطرف بیرون ممانعت می کند و قسمت دیگر آن وارد محفظه A می شود که جلوی خروج آن باید گرفته شود تا داخل کمپرسور بیرون نیاید. که این کار توسط آب بند و با استفاده از فشار روغن انجام می شود. در محفظه A روغن سیل اویل با بافر گاز مخلوط می شوند و ترکیبی از روغن و گاز در این قسمت بوجود می آید. به دلیل سبک تر بودن گاز، گاز از مسیر بالایی محفظه A به سمت ورودی کمپرسور هدایت می شود و روغن نیز به دلیل سنگین تر بودن از قسمت پایین محفظه A همراه با مقدار جزئی گاز از این محوطه خارج و وارد سیستم های Traps می شود که در آنجا گاز و روغن از هم جدایی شوند و گاز جدا شده به طرف اتمسفر Vent می شود و روغن اغشته به گاز Sour Oil نیز توسط کنترل ولوی که در مسیر خروجی Trap قرار دارد بصورت اتوماتیک تخلیه می شود. همچنین یک صفحه مسدود کننده در قسمت فشار بالای کمپرسور نصب شده است تا مطمئن حاصل شود که وقتی Buffer Gas مورد استفاده قرار می گیرد (از منبعی خارج از کمپرسور) به قسمت D هدایت شود.

گاز پروسس Process Gas که به داخل بخش های A در آب بندهای دوطرف کمپرسور وارد می شود فشار واقعی گازی است که باید آب بندی شود. از محوطه Seal Refrence Pressure یک اتصال گرفته می شود. (این فشار تعیین کننده فشار لازم Seal Oil در قسمت B برای ایجاد مقاومت در برابر فشار گاز است) و روی قسمت بالائی Top Tank هدایت می شود و فشار آن همواره روی سطح روغن بالای مخزن روغن اعمال می شود و باعث می شود فشار روغن Seal Oil همواره به اندازه ارتفاع روغن مخزن تا مرکز شافت نسبت به

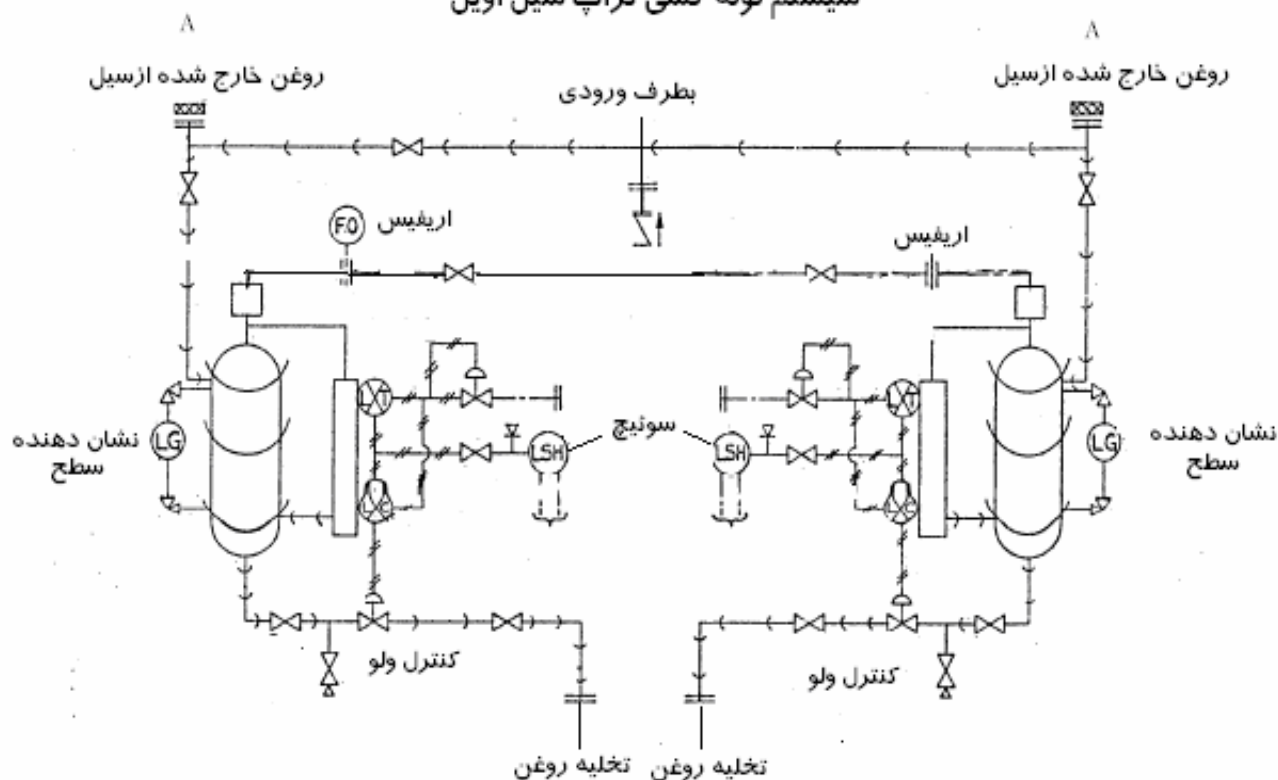
فشاربافر گاز بیشتر باشد تا اطمینان حاصل شود که فشار روغن از فشار بافر گاز بیشتر باقی بماند و از خارج شدن گاز داخل محفظه آب بندی بطرف سیل رینگ ها ممانعت کند .

میزان روغنی که در طول یک شبانه روز از تراب ها تخلیه می شود LOSS مبین وضعیت سا لم یا ناسالم بودن سیل رینگ ها که جز اصلی این نوع سیل هاست می باشد. لازم به توضیح است که مقدار روغنی که از تراب ها تخلیه می شود در طول هر نوبت کاری باید اندازه گیری و ثبت گردد که با اندازه گیری مقدار مشخصی از روغن در زمان معلوم مقدار آن در ۲۴ ساعت مشخص می شود .

تراب های روغن Oil Traps

همانطور که ملاحظه می شود روی هر کمپرسور دو عدد تراب نصب می شود که روغن های تخلیه شده از محفظه A به آنها وارد می شود ولی در عمل تراب ها را طوری طراحی می کنند که هر تراب قادر به تخلیه روغن های خارج شده Sour Seal Oil از هر دو سیل داخلی و خارجی را داشته باشد (با بازوی بسته کردن ولو های تعبیه شده در مسیرها) و در صورتی که یکی از آنها مشکل پیدا کند به بازوی بسته کردن ولو های مربوطه براحتی می توان یکی از آنها را بطور کامل از سرویس خارج و برای تعمیر به کارگاه ارسال نمود.

سیستم لوله کشی تراب سیل اوایل



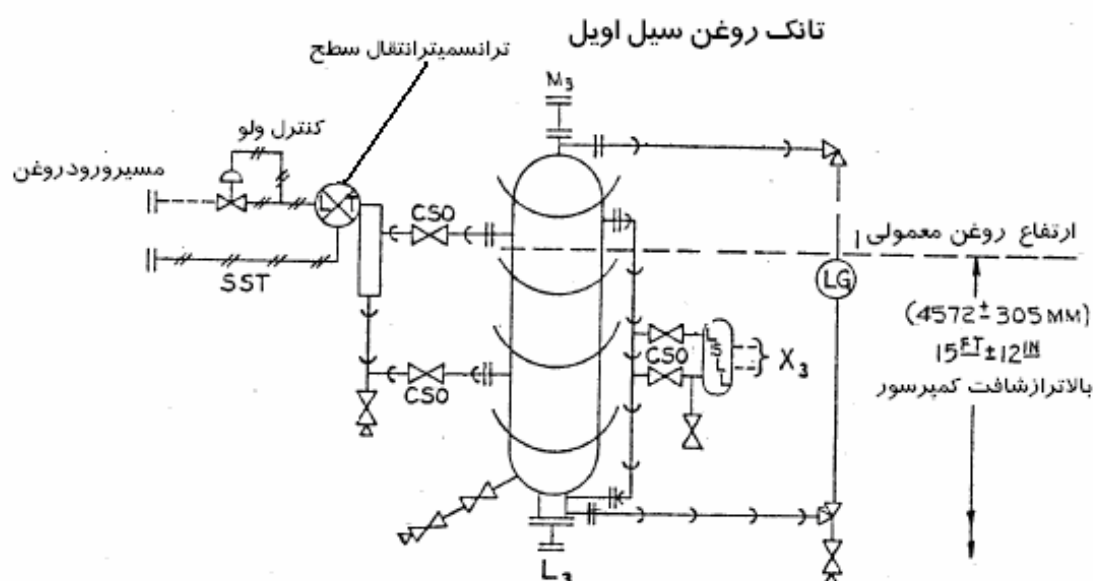
پس از وارد شدن روغن همراه با گاز به تراب، به دلیل اختلاف دانسیته بین گاز و مایع، در محفظه تراب گاز وارد شده به دلیل سبک تر بودن از قسمت فوقانی تراب خارج می شود و به قسمت ورودی کمپرسور (یا اتمسفر) هدایت می شود (در کمپرسورهای ۱۲۵ اینچ گاز به طرف اتمسفر هدایت می شود) و روغن جمع شده در قسمت پایین تراب نیز وقتی ارتفاعش از حد معینی بیشتر شود توسط فرمانی که از سیستم کنترل سطح به کنترل ولو تعبیه

شده در مسیر خروجی ارسال می گردد کنترل ولوم مسیر را بازمی کند و روغن داخل تراب بطرف اتمسفر هدایت می شود که غالباً می توان آن را در بشکه های تمیز جمع آوری و پس از سانتریفیوژ نمودن مجدداً مورد استفاده قرار داد.

همواره باید ارتفاع روغن موجود در تراب کنترل شده باشد و تخلیه ناگهانی روغن از تراب (کم شدن ارتفاع) نیز می تواند باعث کاهش فشار در محفظه تراب گردد و بافر گاز را با خود از آنجا بیرون ببرد که این خود باعث می گردد فشار محفظه ای که روغن و گاز در آنجا از هم جدایی شوند کاهش پیدا کند و باعث وارد شدن روغن بیشتر به این محفظه گردد که این نیز باعث نرسیدن روغن به سیل رینگ بیرونی سیل روغنی Outer Seal Ring و نهایتاً عدم روانکاری و سوختن آن می شود (از بین رفتن بایت و زیاد شدن کلرنس سیل رینگ) که این نیز باعث فرار روغن بیشتر بطرف بیرون کمپرسور می شود و با توجه به محدود بودن ظرفیت پمپ های سیل اوایل باعث افت کردن فشار روغن سیل اوایل و نهایتاً نرسیدن روغن به سیل رینگ داخلی و سوخته شدن تمامی سیل رینگ های دو طرف کمپرسور و به دنبال آن خرابی محور (سیلیو زیر محل قرارگیری سیل رینگ ها) و ... می شود. و لذا برای کنترل دقیق ارتفاع مایع تراب با مجهز به سوئیچ های High & Low Level Switch می باشند که به سیستم آلارم کمپرسور متصل می باشند. ضمناً در این مسیرها برای کنترل جریان خروجی گاز و روغن اریفیس هائی تعبیه می شود.

سیستم Top Tank

نکته حائز اهمیت این که در این نوع آب بندها برای اطمینان کامل از آب بندی باید فشار روغن سیل اوایل کمی بیشتر از (حدود پنج پوند بر اینچ مربع) فشار بافر گاز (پروسس گاز) باشد تا بتواند با آن مقابله کند و جلوی خروج گاز را سد کند و به هیچ عنوان گاز نتواند زیر سیل رینگ ها نفوذ کند (جهت جریان عکس نشود) در غیر این صورت باعث نرسیدن روغن به سیل رینگ ها و سوختن آنها می شود. با توجه به اینکه کمپرسور در شرایط عملیاتی تقریباً متغیری کار می کند باید این اختلاف فشار بصورت کاملاً اتوماتیک برقرار باشد. بدین منظور از سیستم Top Tank که به عنوان یک مخزن ذخیره روغن است و در ارتفاع چهارونیم متر بالاتر از محور کمپرسور قرار دارد استفاده می شود (این ارتفاع روغن معادل فشار پنج پوند بر اینچ مربع است) یک شاخه از روغن با فشار بالا که از پمپ های روغن Seal Oil خارج می شود (پس از خنک شدن و فیلتر شدن) وارد مخزن Top Tank می شود همچنین از کانال A در قسمت پشت بالانس پیستون یک انشعاب گاز با عنوان Refrence Gas گرفته می شود و وارد قسمت بالایی Top Tank می شود که باعث ایجاد فشار روی سطح روغن تاپ تانک می کند و همواره بطور اتوماتیک اختلاف فشار پنج پوندی (که تا حدی با تغییر دادن ارتفاع روغن داخل تانک قابل تغییر است) بین بافر گاز و روغن سیل اوایل را به اندازه هد روغن داخل تانک (ارتفاع روغن داخل مخزن) نگه دارد زیرا تغییرات عملیاتی باعث تغییر فشار کمپرسور و فشار گاز پشت بالانس پیستون می شود و به تبع آن فشار سیستم سیل اوایل نیز باید تغییر کند.



لازم به توضیح است که فشار روغن سیل اویلی که بین سیل رینگ ها وارد می شود دقیقاً با ارتفاع مایع داخل تانک در رابطه است و بانصب سیستم های ابزار دقیقی اندازه گیری ارتفاع باتغییر دادن ارتفاع روغن بافرمانی که این سیستم (اندازه گیری ارتفاع) به کنترل ولو سیستم By Pass روغن می دهد ارتفاع روغن را می توان بسته به شرایط عملیاتی کمپرسور کم یا زیاد نمود و با قراردادن Set Point تنظیم ارتفاع روی مقدار مورد نظر، ارتفاع روغن داخل تاپ تانک را دقیقاً در حد دلخواه تنظیم نمود (با استفاده از مسیر بای پاس روغن) که در واقع باتنظیم ارتفاع، اختلاف فشار بین روغن سیل اویل و بافر گاز که مورد نظر است تامین می شود.

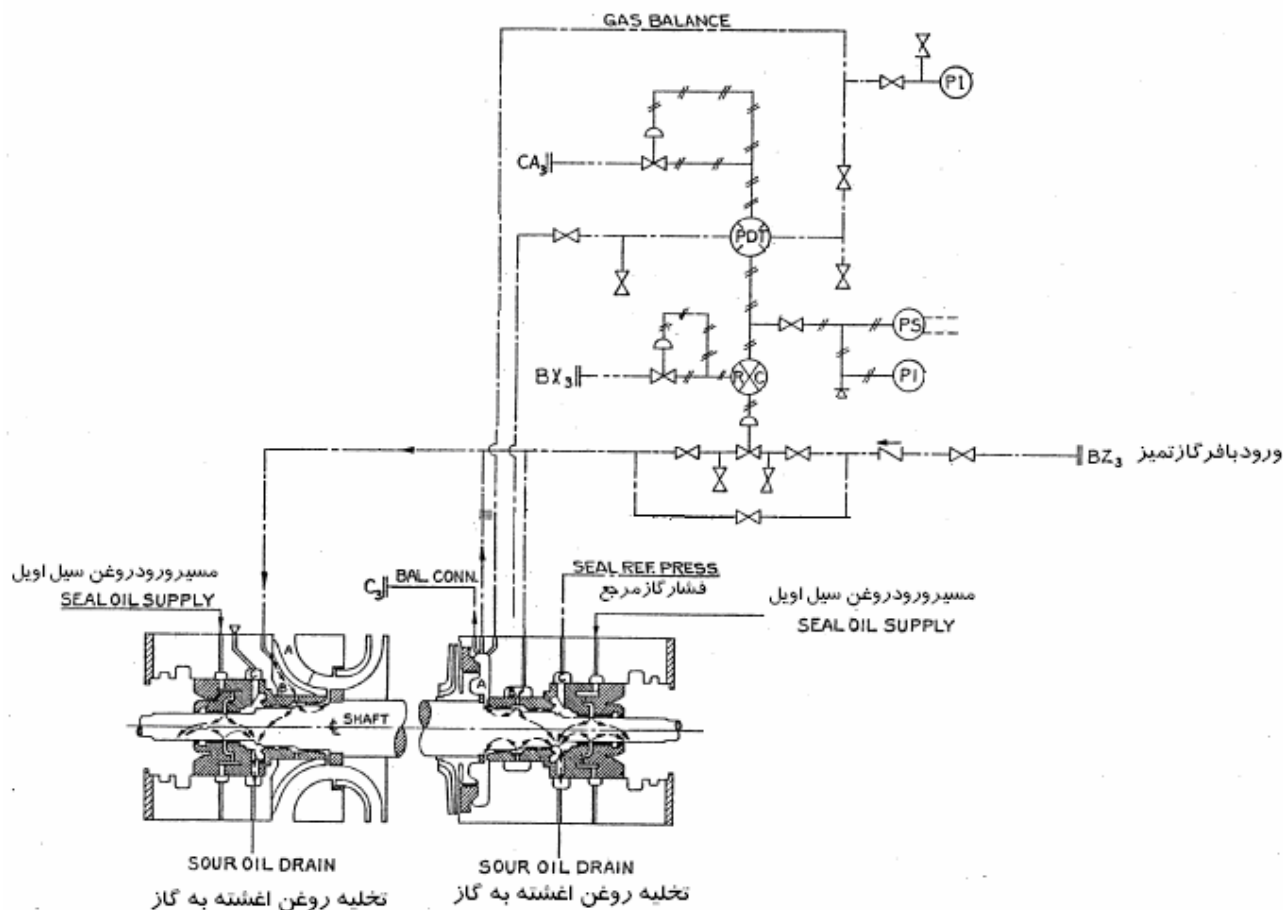
به عبارت دیگر دلیل اصلی استفاده از مخزن Seal Oil Top Tank ایجاد اختلاف فشار مناسب بین روغن Seal و Oil Buffer Gas است ولی علاوه بر آن در شرایط اضطراری که به دلایلی روغن Seal قطع می شود می تواند برای مدت محدودی از لحظه قطع فشار روغن تا زمان توقف کمپرسور کار آب بندی و روانکاری Seal Ring ها را انجام دهد.

سیستم تزریق بافر گاز Buffer Gas Injection

Buffer Gas که بین لایرینت ها تزریق می شود باید گاز تمیز و غیر خورنده باشد تا مسائل خوردگی و سایشی روی قطعات آب بند بوجود نیارد. در کمپرسورهایی که گاز آنها تمیز و مناسب است نیازی به بافر گاز ندارند و از پروسس گاز استفاده می کنند (مثل کمپرسورهای ۲۵۱) و بابر داشتن Spectacle Plate در مسیر Gas Balance گاز از ناحیه پشت بالانس پیستون (سمت فشار بالای کمپرسور) وارد کانال D و بطرف سیل فشار تزریق می شود که گاز تزریق شده در وسط لایرینت و به دوشاخه تقسیم می شود که یک شاخه آن وارد کمپرسور می شود و شاخه دیگر آن گازی است که باید به توسط سیل آب بندی شود. به عبارت دیگر در کمپرسور ۲۵۱ روی لایرینت تعبیه شده در قسمت فشار بالای سیل هیچگونه گازی تزریق نمی شود و این مسیر بلا استفاده است.

در شکل زیر شمائی از مسیرهای بافر گاز و کنترل ولوهای نصب شده که برای کنترل کردن آن مورد استفاده قرار می گیرند نشان داده شده است.

سیستم تزریق بافر گاز



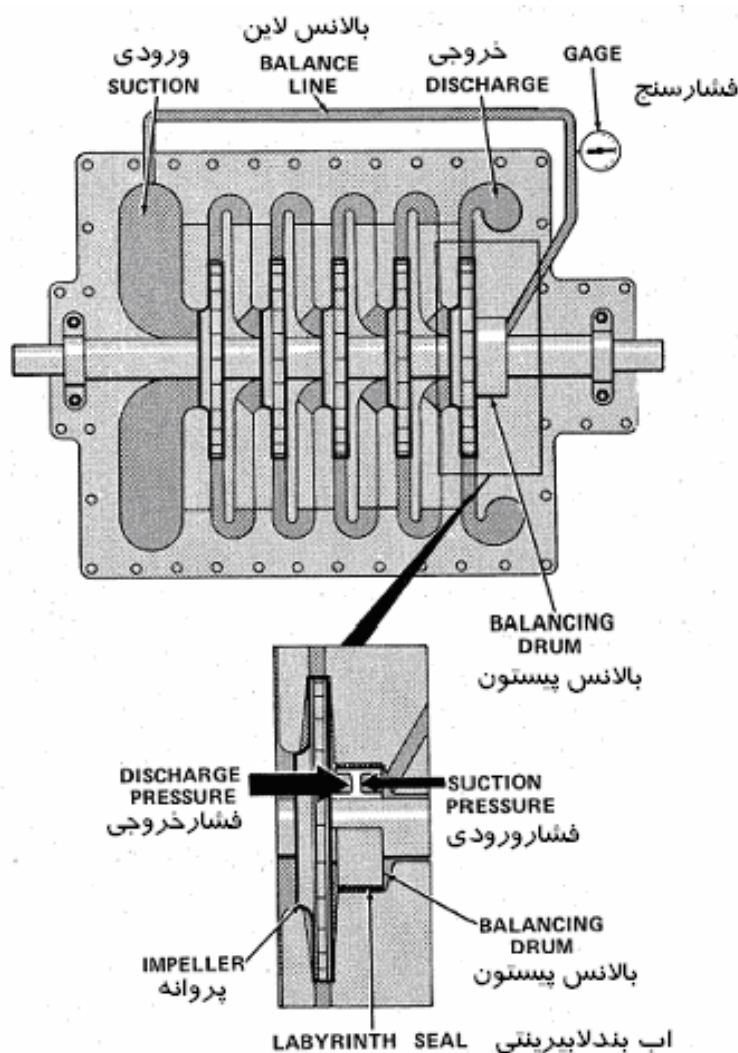
در کمپرسورهایی که گاز نامناسب و خورنده ای مثل گازهای که ترکیبات گوگردی دارند (مثل کمپرسورهای ۶۰۲) بافر گاز از یک منبع مناسب و از بیرون کمپرسور تامین می شود (در کمپرسورهای ۶۰۲ از خروجی کمپرسورهای ۶۰۱ گرفته می شود) و با باقرار دادن Spectacle Plate مسدود نمودن این مسیر بافر گاز تزریق شده در وسط لابی رینت های دو طرف (فشار کم و فشار بالا) تزریق می شود و فشار آن توسط رگولاتور ها و کنترل ولو ها و با استفاده از فشار گاز مرجع که روی قسمت فوقانی تاپ تانک منتقل می شود طوری تنظیم شود که حدود پنج پوند بر اینچ مربع بیشتر از فشار محفظه A (جائی که گاز و روغن از هم جدا می شوند).

با توجه به این که منبع تامین روغن سیل کننده Seal Oil System برای سیل های داخلی و خارجی یک سیستم مشترک است در صورتی که یکی از سیل های یک طرف کمپرسور دچار مشکلی شود سیل طرف دیگر نیز به احتمال زیاد مشکل پیدا خواهد کرد. بیشترین مشکل سیل رینگ ها سوختن آنها در اثر کاهش فشار روغن و زیاد شدن کلرنس آنهاست و در صورتی که یکی از سیل ها (طرف فشار بالا یا فشار پایین) دچار مشکل شود باعث می شود روغن زیادی از زیر سیل معیوب عبور کند (بیشتر از حد معمولی که مورد نیاز آن است) و نهایتاً فشار روغن

کاهش پیدا کند و روغن به سیل رینگ های طرف دیگر کمپرسور نرسد و باعث خرابی و سوختن آنها شود (برخلاف مکانیکال سیل ها که مکانیکال سیل هر طرف بصورت مجزا از مکانیکال سیل دیگر عمل می کند)

سیستم بالانس هیدرولیکی

با عنایت به اینکه سیل طرف داخلی کمپرسور یا قسمت Low Pressure در معرض فشار پایین و سیل طرف خارجی High Pressure در معرض فشار بالاست با طراحی سیستم بالانس لاین که شامل یک لوله چند اینچی است فشار های محفظه آب بندی هر دو طرف تقریباً با هم متعادل می شود و باعث می شود آب بند های دو طرف کمپرسور در معرض فشار Suction قرار گیرند که شرایط مناسب تری را برای سیل بوجود می آورد. مسیر Balance Line از پشت بالانس پیستون (که پشت آخرین پروانه روی محور نصب می شود و وظیفه ان متعادل کردن نیروهای محوری ناشی از اعمال اختلاف فشار هیدرولیکی طرفین پروانه ها روی محور است) گازهای خارج شده از قسمت قطری بیرونی بالانس پیستون را که از زیر لایبرینت های بالانس پیستون خارج می شود را خارج کرده و به طرف محفظه کم فشار مسیر ورودی یا محفظه آب بندی ورودی منتقل می کند که علاوه بر ایجاد اختلاف فشار در دو طرف بالانس پیستون که باعث ایجاد نیروی مساوی با مجموع نیروهای هیدرولیکی در جهت محوری می کند موجباتقلیل فشار محفظه آب بندی هم می شود.



همچنین برای جلوگیری از نفوذ گاز از قسمت قطر خارجی بالانس پیستون که باعث کاهش فلوی کمپرسور و یا بالا رفتن فشار پشت بالانس پیستون و محفظه آب بندی فشار بالا و همچنین نامتعادل شدن نیروهای محوری می گردد به توسط لایبرینت بالانس پیستون آب بندی می شود.

در شکل قبلی شمائی از یک کمپرسور گریز از مرکز همراه با سیستم متعادل کننده نیروی محوری شامل بالانس پیستون و بالانس لاین و نحوه عملکرد آن نشان داده شده است.

قیمت بالای محورهای کمپرسورهای گریز از مرکز که در دورهای بالا کار می کنند باعث گردیده که برای محافظت از آنها روی قسمت هائی از محور که در محدوده محفظه آب بندی قرار دارد غلاف Sleeve تعبیه و نصب شود تا در صورت خرابی محور کمپرسور در زیر محل قرارگیری سیل ها امکان تعمیر و تعویض غلاف فراهم باشد زیرا در صورت نرسیدن روغن به سیل رینگ ها علاوه بر از بین رفتن سیل رینگ ها محور نیز آسیب می بیند و نیازی به تعویض رتور گران قیمت می باشد.

علاوه بر این غلاف نیز باید روی محور بطور کامل آب بندی باشد در غیر این صورت حتی در صورت سالم بودن سیل گاز با فشار بالایی تواند از فاصله بین محور و غلاف Sleeve بطرف بیرون منتقل شود. لازم به توضیح است که Sleeve روی محور بصورت پرسی (کلرنس منفی) با گرم کردن سیلیو و خنک کردن محور نصب می شود و یک عدد O-Ring نیز بین آنها قرار داده می شود که کار آب بندی گاز از زیر سیلیو را انجام می دهد و باید توجه نمود در حین جا زدن سیلیو و اورینگ آسیب نبیند.

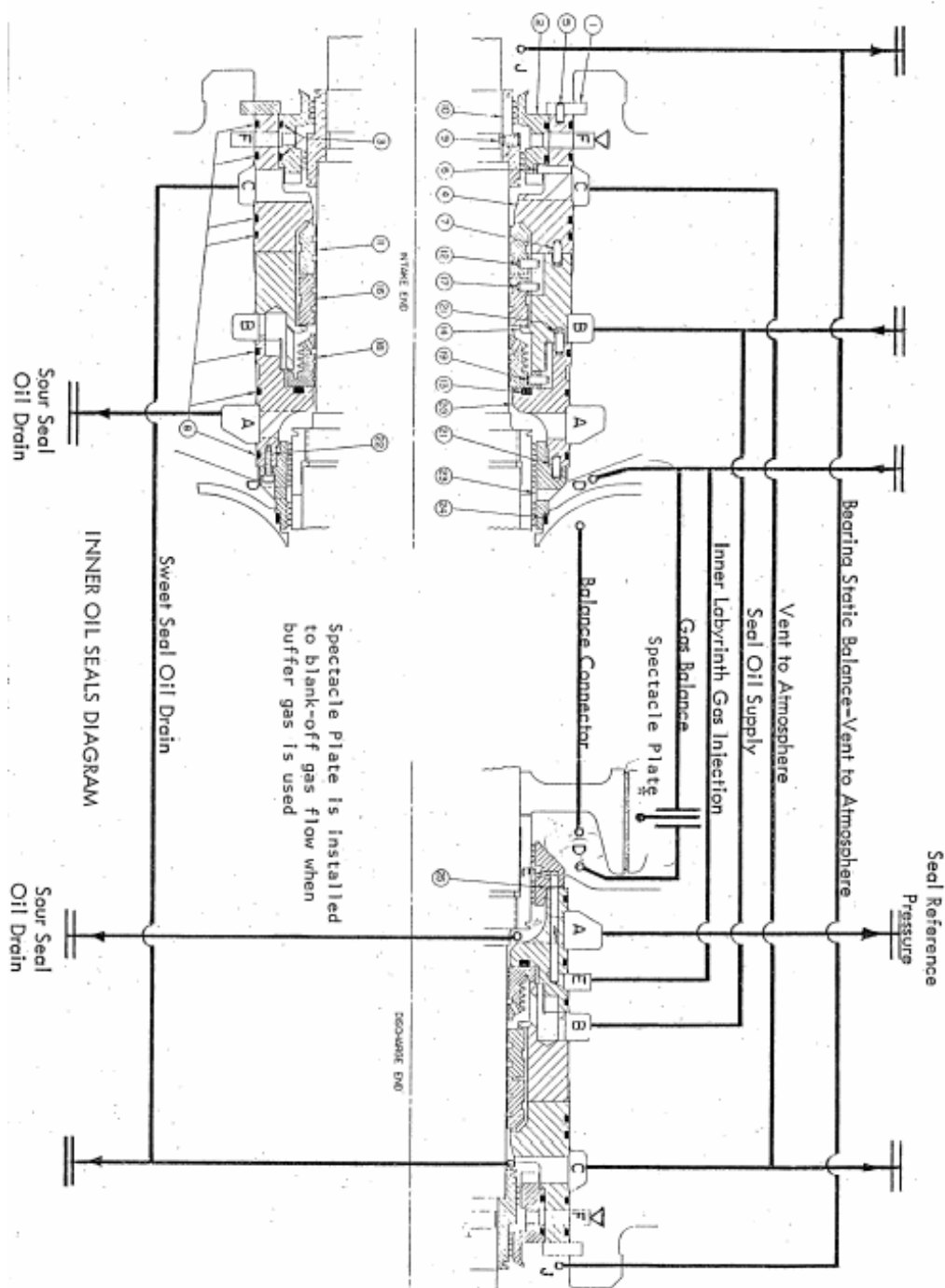
سیل های روغنی فشار بالا High Pressure Seals

برای آب بندی کمپرسورهای گریز از مرکز فشار بالا مثل کمپرسورهای ۶۰۲ پالایشگاه اولاً نیاز به پمپ های روغن با فشار بالاتری است (که در عمل یا استفاده از دو پمپ که بصورت سری نصب می شوند این فشار تامین می شود) تا بتواند از زیر Inner Seal عبور کند و با فشار Buffer Gas که فشار بالائی است مقابله کند که با توجه به بالا بودن فشار روغن برای ممانعت از خروج روغن فشار بالا از طرف مقابل بیرون کمپرسور نیاز به یک سیستم آب بندی مقاوم تری است تا جلوی خروج روغن را به سمت اتمسفر بگیرد (چون اختلاف فشار بین سیل اوایل و محیط بیرون برخلاف اختلاف فشار روغن سیل اوایل و بافر گاز خیلی زیاد است) که در عمل با اضافه نمودن یک عدد سیل رینگ (علاوه بر دو سیل رینگ قبلی) به نام Outer Seal در جهت اتمسفر افت فشار بیشتری در برابر خروج روغن بطرف اتمسفر ایجاد می شود.

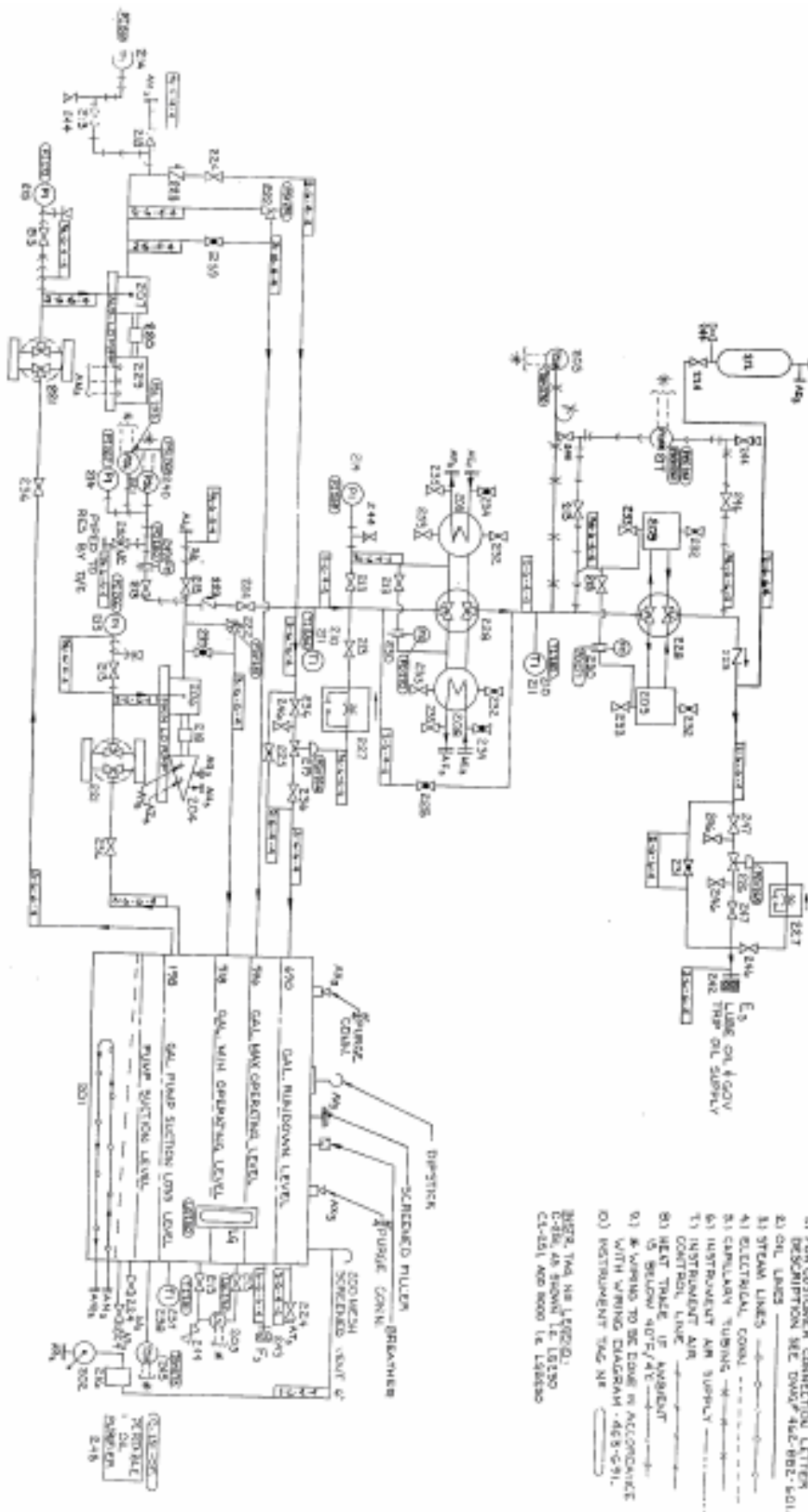
لازم به توضیح است که با توجه به پایین بودن کلرنس سیل رینگ ها در صورتی که فشار روغن کاهش پیدا کند بیشترین خسارت روی Outer Seal بوجود می آید و باعث سوختن آن خواهد شد که بالتبع در اثر خرابی آن (زیاد شدن کلرنس) روغن تمایل به بیرون رفتن به طرف اتمسفر را پیدا می کند (خارج شدن روغن از مسیر خروجی Vent) و نهایتاً باعث کم شدن فشار روغن Seal Oil شده که این نیز باعث خارج شدن Buffer Gas یا گاز داخل کمپرسور از زیر سیل رینگ داخلی شده (یعنی نفوذ گاز بجای روغن) که باعث نرسیدن روغن به سیل رینگ داخلی و سوختن سریع آن می شود که کاهش پیدا کردن فشار روغن سیل یک طرف کمپرسور باعث نرسیدن روغن به سیل طرف دیگر کمپرسور می شود و باعث آسیب دیدن سیل های داخلی

و خارجی می شود که با عنایت به مسائل قبلی که برای سیل پیدا شده باعث خارج شدن گاز داخل کمپرسور به سمت محوطه بیرون و مسائل و مشکلات بعدی می شود. البته سیستم های حفاظتی متعددی روی مسیرهای گاز و روغن نصب شده که در مواقعی که مشکل جدی برای کمپرسور بوجود می آید باعث تحریک سیستم های Alarm&Shut Down و نهایتاً از سرویس خارج شدن کمپرسور می شود. اصول کار سیل های فشار بالا نوع قبلی کاملاً مشابه است.

در شکل زیر شمائی از سیستم آب بندی کمپرسورهای فشار بالا که دارای سه عدد سیل رینگ در هر آب بند است نشان داده شده است:



در شکل زیر شمائی از فلودیگرام سیستم Seal Oil کمپرسورهای ۶۰۲ نشان داده شده است.



عیوب متداول سیل های روغنی Seal 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) و محور .
 - ۲- زیاد از حد بودن فشار روغن سیل اوپل.
 - ۳- پایین بودن فشار Buffer Gas.
 - ۴- بالا بودن سطح روغن در مخزن ذخیره روغن Top Tank.
- موارد فوق باید دقیقاً مورد بررسی و شناسائی قرار گیرد و نسبت به رفع عیب آن در اولین فرصت اقدام گردد

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

- ۱- کم بودن فشار روغن.
 - ۲- بالا بودن فشار Buffer Gas.
 - ۳- پایین بودن سطح روغن داخل مخزن Top Tank.
- که خطرات آن برای کمپرسور بسیار بیشتر از حالت قبلی است زیرا احتمال کمبود روغن و نرسیدن روغن به سیل رینگ ها وجود دارد که باعث سوختن آنها یا افزایش اصطکاک و مسائل سایشی آنها می شود (بخصوص در کمپرسور هایی که دارای سه عدد سیل رینگ می باشند).

پ- مواردی که باعث می شود درجه حرارت روغن داخل مخزن بالا باشد

- ۱- عدم کارائی کولر روغن به دلیل وجود رسوبات.
 - ۲- باز بودن کویل بخار گرم کننده (هیتر) روغن در Reservoir.
- ### ت- مواردی که باعث می شود فشار ورودی پمپ روغن کم شود
- ۱- جمع شدن ذرات فلزی در توری های Strainer.
 - ۲- جمع شدن مواد پارافینی (موم) داخل فیلتر روغن در اثر نامناسب بودن نوع روغن یا وجود آب در روغن.
 - ۳- ضربه خوردن فیلتر.
 - ۴- بد نصب شدن فیلتر هنگام نصب.
 - ۵- مچاله شدن فیلتر.

ث- مواردی که باعث می شود سطح روغن داخل Top Tank پایین بیاید

- ۱- کم بودن فشار خروجی پمپ Seal Oil.
- ۲- زیاد بودن اختلاف فشار دو طرف فیلتر روغن به دلیل مسدود بودن فیلتر.
- ۳- تنظیم نبودن Out Put هوای ایزاز دقیق روی شیرهای کنترل کننده سطح روغن (شرایط Out Put در این ۴- شرایط باید طوری باشد که یکی از کنترل ولو ها کاملاً باز و دیگری کاملاً بسته باشد).
- ۵- باز بودن مسیر By Pass کنترل ولو کنترل کننده سطح.
- ۶- معیوب بودن سطوح آب بندی کنترل ولو فوق (آب بندی نبودن آن).

پکینگ ها Packings

پکینگ ها از اب بندهای تقریبا ارزان قیمتی هستند که روی انواع واقسام دستگاه ها استفاده می شود که بسته به نوع دستگاه دارای ساختمان و ویژگی خاصی می باشد که ذیلا به شرح و کاربرد انواع مختلف ان روی دستگاه ها و ماشین الات پرداخته می شود.

طبقه بندی پکینگ ها

پکینگ ها از لحاظ اصول کار و نحوه عملکرد در سه دسته زیر طبقه تقسیم بندی می شوند:

۱- پکینگ های نوع فشاری Compression Packings

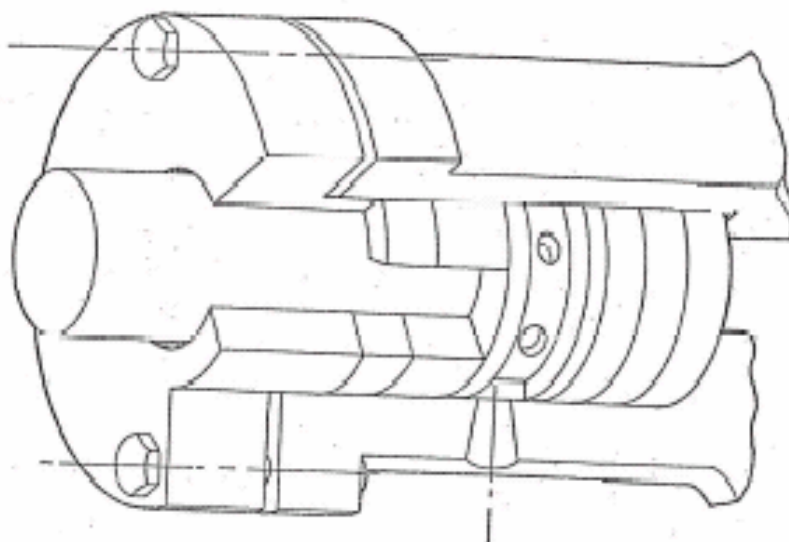
۲- پکینگ های نوع اتوماتیک Automatic Packings

۳- پکینگ های نوع شناور Floating Packings

که ذیلا به شرح هر کدام از انها پرداخته می شود.

پکینگ های نوع فشاری Compression Packing

این پکینگ ها معمولا از الیاف های به هم بافته شده طبیعی (گیاهی) مصنوعی، لاستیکیو تفلونیو ازبستی گرافیتی و.... ساخته شده اند و موارد استفاده انها در پمپ های گریز از مرکز و ولوها است. سطح مقطع این نوع پکینگ ها معمولا بصورت مربع مستطیل است و حلقه های پکینگ درچندین ردیف پشت سرهم بطوری که شکاف های انها مقابل هم قرارنگیرد نصب می شوند و نحوه اب بندی انها در اثر فشرده شدن انها باسفت کردن پیچ گلند است که افزایش حجم حاصل از ان باعث کم شدن فاصله بین محور وپکینگ شده واز خروج مایع از زیرمحور پمپ به سمت بیرون ممانعت می کند که بسته به شرایط عملیاتی نظیردرجه حرارت فشار دور پمپ خوردگی مایع و.....از جنس های مختلفی ساخته می شوند و در صورتی که بطور مناسب انتخاب و بطور اصولی نصب و تنظیم و مورد بهره برداری قرار گیرند از لحاظ اقتصادی برای مایعاتی نظیر اب بسیار مقرون به صرفه اند .



مزایای پکینگ های فشاری

- ۱-ارزان قیمت هستند .
- ۲-راحت نصب می شوند.
- ۳- برای فشارها وسرعت های پایین کاردهی مناسبی دارند.
- ۴- قادر به تحمل حرکت محوری زیادی هستند.
- ۵- برای پمپ های دوار ورفت وبرگشتی قابل استفاده هستند.
- ۶-خرابی آنها بصورت تدریجی وقابل پیش بینی است (برخلاف مکانیکال سیل ها).
- ۷-خرابی کمتر یاتاقان های پمپ به دلیل کم بودن فاصله شافت وپکینگ که به عنوان یک یاتاقان ثالث برای پمپ عمل می کند.

معایب پکینگ های فشاری

- ۱-نشتی آنها نسبتا زیاداست(مایع نشت شده کارروانکاری وجذب وانتقال حرارت تولید شده بین شافت وپکینگ رانجام می دهد وبایدحتما درحدمجازمقداری نشتی وجود داشته باشد).
- ۲- به دلیل ساییده شدن نیاز به تعمیر وتنظیم مداوم دارند.
- ۳-باعث خرابی شافت یاغلاف (دراثرتماس وسایش مداوم پکینگ ها با ان)می شوندکه معمولا بانصب سیلیو روی محور ازخراب شدن محورجلوگیری می شود.
- ۴-تلفات مکانیکی انهازیاداست(به دلیل سطح تماس اصطکاکی زیاد انها با شافت).
- ۵-مناسب نبودن برای مایعات گرم سمی واتش زا به دلیل نشتی که پکینگ ها بایدداشته باشند(که البته باتغییراتی که روی محفظه اب بندی وارایش پکینگ ها داده می شوددربعضی مواقع امکان استفاده ازانها میسر است) .
- ۶-مناسب نبودن برای فشارهای بالا(که در بعضی مواقع با نصب بوشی در انتهای استافین باکس وتخلیه فشار از طریق مسیر بالانس لاین امکان کم کردن فشار روی پکینگ ها برای پمپ های اب امکان پذیر است).
- ۷- مناسب نبودن برای دور های بالا به دلیل افزایش اصطکاک وحرارت بالا که نیاز به نشتی بیشتری دارد .

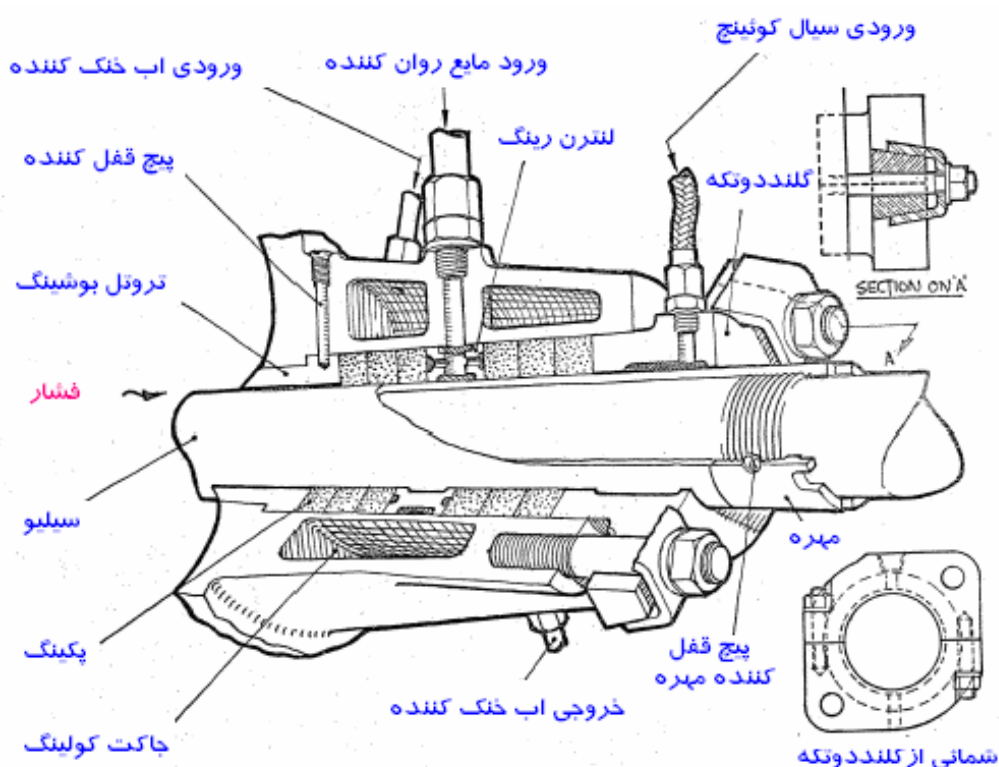
مسائلی که درحین نصب پکینگ ها بایدمراعات شود

- ۱-تعیین تعدادلایه های پکینگ مورد نیاز
- ۲-تعیین موقعیت قرارگیری لنترن رینگ
- ۳-تمیزکاری محوروداخل استافینگ باکس
- ۴-چک کردن محورازلحاظ صافی سطح وخمیدگی
- ۵-انتخاب پکینگ مناسب باکمترین ضریب اصطکاک که تحمل فشارودرجه حرارت راداشته باشدودوام ان نیزخوب باشد
- ۶-تعیین اندازه پکینگ.

مسائلی که باعث کاهش طول عمر پکینگ ها می شود

- ۱-- مناسب نبودن نوع Packing برای شرایط عملیاتی (تأثیرات شیمیایی).
- ۲-- تنظیم نبودن گلند که باعث عدم روانکاری و تولید حرارت زیاد و افزایش سایش می شود.
- ۳-- Run Out (دو پهنی) و خمیدگی بیش از حد محور که باعث عدم تماس کامل محور با پکینگ و فاصله افتادن بین آنها می شود.
- ۴-- هم محور نبودن Misalignment پمپ و الکتروموتور که باعث ایجاد حرکت های اضافی (ارتعاشات) روی شافت می شود.
- ۵-- سایش بیش از حد سیلیو یا شافت که باعث افزایش اصطکاک و تولید حرارت زیاد می شود.
- ۶-- قرار نگرفتن Lantern Ring در موقعیت مناسب که باعث تزریق نشدن مایع سیل فلش می شود.
- ۷-- تزریق نشدن مایع سیل فلش یا مسدود بودن مسیر آن.
- ۸-- مسائل عملیاتی نظیر Cavitation و Suction Loose شدن پمپ که ناشی از افت فشار بیش از حد در قسمت ورودی پمپ است.
- ۹-- Recirculation مایع در ورودی پمپ به دلیل کارکرد پمپ در شرایط غیر طراحی (کارکرد پمپ در شرایط زیر Minimum Flow).
- ۱۰-- خرابی یا تاقان ها و حرکت های جانبی بیش از حد محور.
- ۱۱-- ارتعاشات زیاد.
- ۱۲-- ناصاف بودن سطح سیلیو (صافی سطح باید در حد 0.4—16 میکرو اینچ باشد و جنس آنها سخت باشد و دارای تحمل شوک حرارتی در حد بالا رداشته باشد).
- ۱۳-- مسائل و مشکلات ناشی از نصب
- ۱۴-- مناسب نبودن اندازه پکینگ که در حین نصب باعث تغییر شکل آن می شود. اگر از پکینگ با سایز کمتر استفاده شود برای پر کردن محفظه آب بندی باید آنها را زیاد فشرده کرد که باعث از دست رفتن خاصیت پکینگ می شود و در صورتی که از پکینگ با سایز بالاتر استفاده شود برای قرارداد آن ها در محفظه آب بندی باید آنها را کوئید که باز باعث همان مسائل می شود.
- برای جذب و انتقال حرارت تولید شده و روانکاری بین سطوح پکینگ و محور از مایعی مناسب که از خود پمپ یا از یک منبع خارجی که متناسب با مایع پمپ باشد استفاده می شود که از طریق Ring Lantern یا رینگ فانوسی (که در موقعیت مناسب در بین پکینگ ها نصب می شود) بین پکینگ ها تزریق می شود و در صورتی که درجه حرارت پمپ بالا باشد پس از گذشتن از کولر هایی که به همین منظور (کولر های سیل فلش) تعبیه شده وارد لنترن رینگ می شود.

در شکل زیر شمائی از یک سیستم اب بندی پکینگ نشان داده شده است.

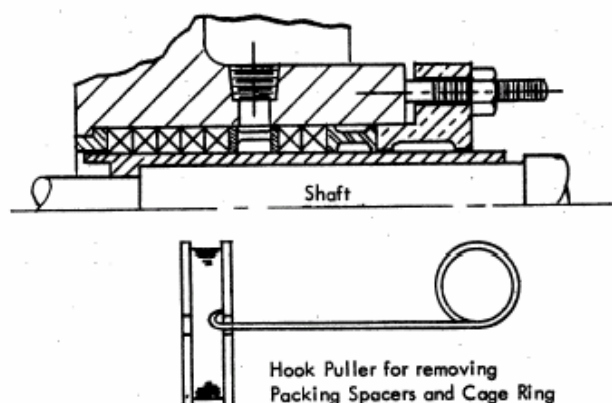


لازم به توضیح است که در محیط های صنعتی جنس گلند (یا پوش داخل ان) که پشت پکینگ ها نصب می شود و کار فشرده کردن پکینگ ها و جلوگیری از آنها رابه عهده دارد باید از جنسی باشد که ضد جرقه باشد Nonsparking Material تاباعت بروزاتش سوزی و.....نشود.

برای جلوگیری از خرابی محور وعدم تماس دست بامایع پمپ (اسید ها و مایعات گرم) هنگام تعویض پکینگ از پکینگ کش های مخصوص استفاده می شود که دارای سایز های متعددی هستند و چند نمونه ازان در صفحه بعد نشان داده شده و روش کار بان به این صورت است که نوک تیز پکینگ کش در داخل پکینگ فرو می رود و با چرخاندن ان در داخل پکینگ نفوذ کرده و وقتی درگیری کامل حاصل شد پکینگ کش به طرف بیرون کشیده می شود و پکینگ های فرسوده بان خارج می شود که البته سایزهای مختلف ان برای کاربردهای مربوطه وجود دارد.

همچنین برای بیرون آوردن لنترن رینگ از داخل محفظه اب بندی از ابزار مخصوصی استفاده می شود که شمائی ازان نشان داده شده است.



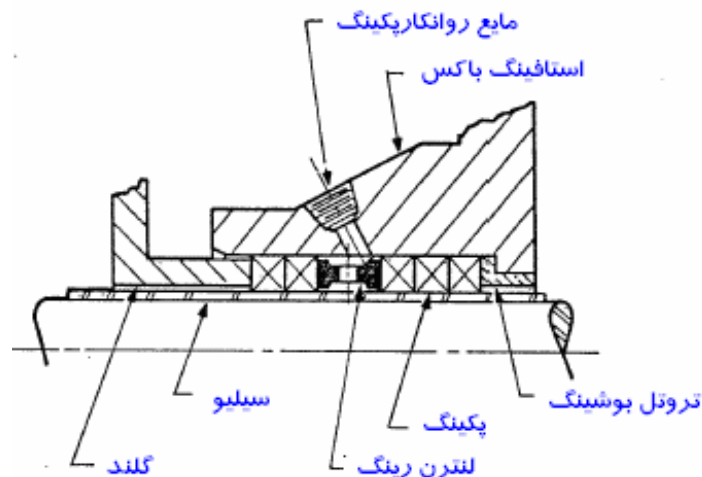


لازم به توضیح است که روش بردن صحیح پکینگ ها استفاده از یک Mandrel چوبی هم سایز شافت است که پکینگ ها دوران پیچیده می شود و همه آنها بصورت مورب باهم بریده می شوند تا از لحاظ اندازه مثل هم باشند و در هنگام نصب نیز باید طوری در استافینگ باکس قرار گیرند که محل های بریدگی باهم زاویه داشته باشند و هر کدام از حلقه ها به درستی در محل خود قرار گیرند (باشافت هم محور باشند) و بین آنها نیز فاصله ای نیفتد که برای انجام این کار از وسیله مخصوصی به اسم پکینگ کوب که یک استوانه تو خالی است استفاده می شود که پس از قرار دادن هر لایه پکینگ چند بار کوبیده می شود تا از قرار گرفتن درست آن اطمینان حاصل گردد. در صورتی که پکینگ ها بطور کامل با محور تماس نداشته باشند باعث ایجاد اصطکاک موضعی و گرم شدن بیش از حد پکینگ ها و سوختن آنها و همچنین خرابی موضعی محوری می شود.

انواع آرایش پکینگ ها

۱- برای آب بندی مایعات تمیز معمولی در پمپ هائی که فشار ورودی آنها کمتر از فشار جو است در وسط پکینگ ها یک عدد رینگ فانوسی Lantern Ring که بصورت یک تکه یا دو تکه است قرار می گیرد که وظیفه آن وارد کردن مایع سیل فلش به پکینگ ها است که بخشی از مایع از زیر پکینگ های طرف پمپ به داخل پمپ نفوذ می کند (که علاوه بر روانکاری پکینگ های طرف داخلی باعث عدم ورود هوا به داخل پمپ نیز می شود) و قسمت دیگر آن از زیر پکینگ هایی که سمت بیرون است و از زیر گلند از پمپ خارج می شود که وظیفه آن روانکاری و انتقال حرارت تولید شده در ناحیه تماس پکینگ های طرف خارجی باشافت است که البته این مقدار نشتی باید در حد مجاز تعیین شده باشد.

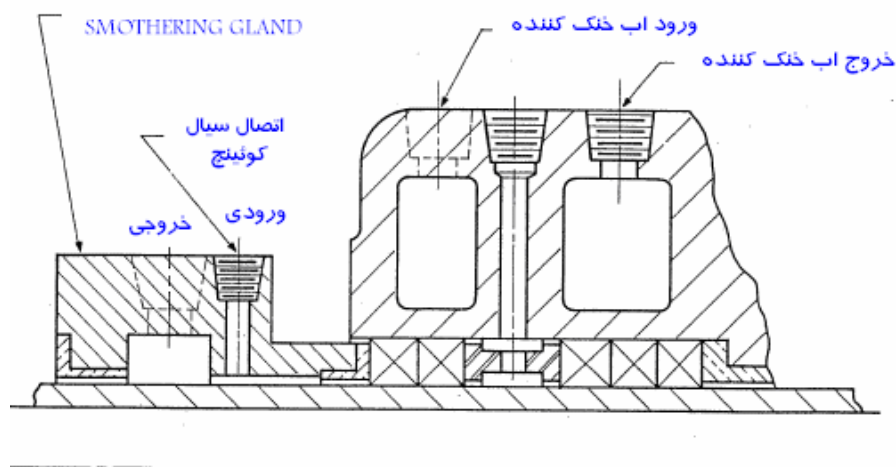
لنترن رینگ باید دقیقاً مقابل مسیر مایع سیل فلش قرار گیرد در غیر این صورت امکان تزریق مایع روی آن نیست. همچنین بعد از چند بار که گلند سفت می شود تا جلوی نشتی گرفته شود (به علت سایش پکینگ) باید پکینگ ها تعویض شوند زیرا اولاد اثر بیش از حد فشار شده شدن پکینگ خاصیت نرمی خود را از دست می دهد (استخوانی می شود) و ثانیاً پس از چند بار سفت کردن گلند لنترن رینگ بطرف جلو حرکت می کند و از مقابل مسیر سیل فلش خارج می شود و اجازه تزریق سیل فلش داده نمی شود.



ارایش عمومی پکینگ ها

۲- برای آب بندی مایعات خطرناک یا مادی که در حین نشی به بخار تبدیل می شوند و ممکن است برای افراد ایجاد خطر کند برای تحت کنترل در آوردن نشی ها از یک عدد گلند کمکی اضافی به نام Smothering Gland در قسمت بیرونی گلند اصلی استفاده می شود که نشی های خارج شده از پکینگ ها وارد این محفظه شده و از آنجا با سیستم لوله کشی به یک محوطه ایمن منتقل می شود.

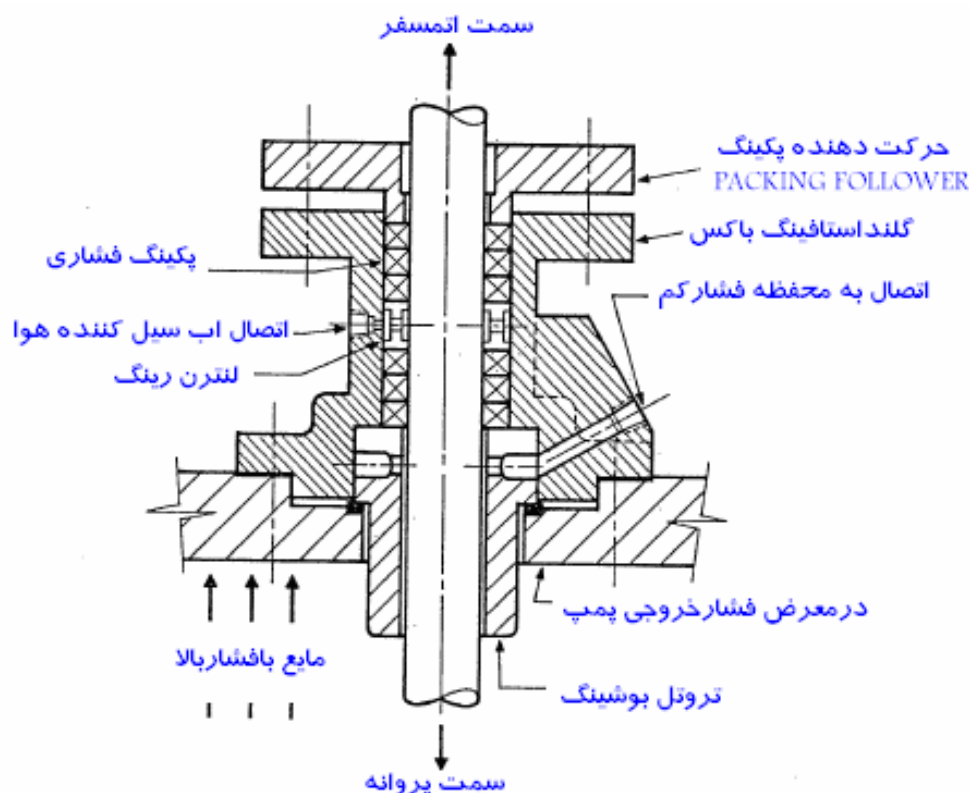
البته از این نوع طراحی برای شستشوی نشی های حاصله از مایعاتی که در تماس با هوای آزاد سفت و خشک می شوند مثل قیر یا مواد نفتی سنگین نیز استفاده می شود و با تزریق مایع یا گاز مناسب یا بخار آب در این محفظه نشی های بوجود آمده تمیزی می شود و از تشکیل کک ممانعت می شود. همچنین برای آب بندی این نوع مایعات و بخصوص قیر با تزریق حلالی مناسب (مثل گازوئیل) روی رینگ فانوسی یا لنترن رینگ که با مایع پمپ هم خوانی داشته باشد پکینگ ها روانکاری می شوند که باعث افزایش طول عمر آنها خواهد شد.



Smothering gland and water-cooled stuffing box.

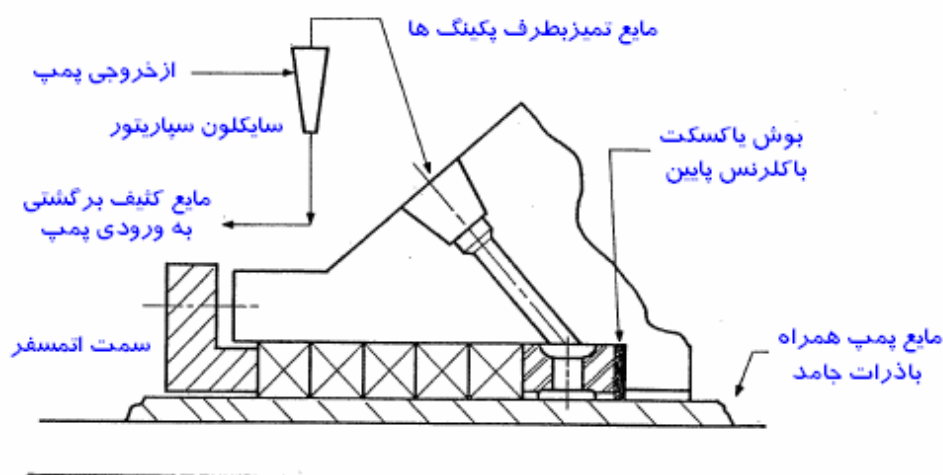
۳- برای سیل کردن مایعات با فشارهای بالا از یک بوش فشار شکن Throttle Bush و یک مسیر تخلیه یا بالانس لاین که یک طرف آن به بالای بوش استافین باکس است و طرف دیگر آن به یک ناحیه کم فشار مثل ورودی پمپ است متصل می شود و از بالا رفتن فشار در ناحیه محفظه آب بندی و اعمال فشار بالا روی پکینگ ها ممانعت می

شود. در مواقعی که فشار ورودی پمپ کمتر از فشار جوی باشد برای جلوگیری از تخلیه سریع مایع داخل استافین باکس یک عدد اوریفیس در مسیر بالانس لاین نصب می شود.



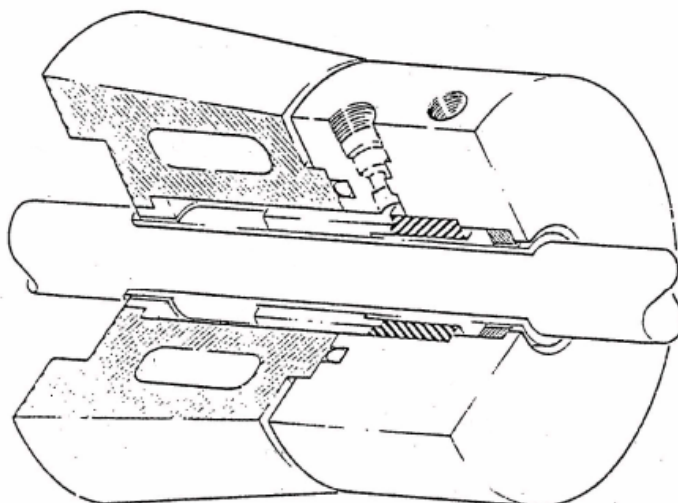
پکینگ فشاری با تروتل بوشینگ برای تقلیل فشار روی پکینگ ها

۴- برای سیل کردن مواد خورنده یا مایعاتی که همراه آنها ذرات جامد وجود دارد برای ممانعت از تماس مواد داخل پمپ با پکینگ ها با نصب یک Lip Seal در ابتدای محفظه اب بندی جلوی ورود مایع به پکینگ ها گرفته می شود و Lantern پشت آن قرار می گیرد و مایع سیل فلش در انتهای محفظه اب بندی تزریق می شود که علاوه بر ایجاد فشار بالاتر در پشت Lip Seal از زیر پکینگ ها نیز عبور کرده و کارروانکاری و جذب و انتقال حرارت را نیز انجام می دهد.



سیستم پکینگ همراه با تزریق مایع از طریق سایکلون سپاریتور برای ممانعت از ورود ذرات ساینده بطرف پکینگ ها

۵- برای آب بندی کردن مایعات گرم از استافین باکس های مجهز به سیستم Jacket Cooling استفاده می شود همچنین اگر مایع سیل فلش از خروجی پمپ گرفته شده باشد قبل از وارد شدن آن روی پکینگ ها آن را از کولر هایی که در مسیر سیل فلش تعبیه شده عبور می دهند. در صورتی که مایع پمپ دارای خاصیت روانکاری خوبی نباشد بهتر است این مایع از منبع مناسب دیگر که مایع آن با مایع پمپ هم خوانی داشته باشد تامین شود.



استافینگ باکس با سیستم جاکت کولینگ

انتخاب جنس پکینگ ها Packing Selection

انتخاب جنس مناسب برای پکینگ ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است و در صورتی که درست انتخاب نشود باعث کاهش طول عمر شدید آنها خواهد شد.

جدول زیر معیار مناسبی برای انتخاب نوع پکینگ است که بر اساس فشار، درجه حرارت و نوع مایع PH و همچنین پارامتر فشار و سرعت که حاصل ضرب فشار و سرعت خطی مکانیکال سیل است در انتخاب نوع پکینگ کمک می کند .

Service Limitations of Common Packing Materials^a

Packing material	Pressure (max) ^b lb/in ² gage (kPa gage)	PV rating (max) ^c , lb/in ² gage·fpm (bar·m/s)	Temp. (max) ^d °F (°C)	pH range	Comments
Cotton	100 (689)	188,000 (65.8)	150 (65.6)	5-7	Nonabrasive material; for cold water and dilute salt solutions
Flax/ramie	100 (689)	188,000 (65.8)	150 (65.6)	5-7	High wet strength and excellent resistance to fungi and rotting; for cold water and dilute salt solutions
Plastic	100 (689)	188,000 (65.8)	600 (315.5)	4-8	Excellent sealing qualities; reacts well to gland adjustments; can extrude at higher pressures if not backed up by braided or asbestos packing
	250 (1723)	471,000 (165)	150 (65.6)		
Asbestos, grease- or oil-impregnated	100 (689)	188,000 (65.8)	750 (398.8)	4-8	For hot or cold water, brine, oil, mild caustics, solvents, and acids
	250 (1723)	471,000 (165)	500 (260)		
Asbestos, TFE-impregnated	250 (1723)	471,000 (165)	500 (260)	2-10	For mild chemicals and solvents
Lead	250 (1723)	471,000 (165)	450 (232.2)	2-10	Shaft sleeve must have Brinell hardness of 500 or more; for hot oils and boiler-feed water
Aluminum or copper	250 (1723)	471,000 (165)	750 (398.8)	3-10	Shaft sleeve must have Brinell hardness of 500 or more; for hot oils and boiler-feed water
TFE filament	250 (1723)	471,000 (165)	500 (260)	0-14	For corrosive liquids and food service; usually requires slightly higher break in leakage
Aramid fiber	250 (1723)	471,000 (165)	500 (260)	3-10	Strong resilient packing; maximum speed 1900 fpm (9.6 m/s); good in abrasives and chemicals
Graphite/carbon filament	250 (1723)	471,000 (165)	750 (398.8)	0-14	For corrosive liquids and high-temperature applications
Grafoil	250 (1723)	471,000 (165)	750 (398.8)	0-14	Excellent conductor of heat from the sealing surfaces; operates with minimum leakage; excellent radiation resistance

^aContinuous lubrication introduced at the lantern ring. Table is only a guide. Consult packing manufacturer with complete operating conditions for exact recommendation.

^bPressure relates to the operating pressure at the stuffing box.

^cPV data based on a 3-in (5.08-cm) shaft at 1750 and 3600 rpm.

^dTemperature is the product temperature.

انتخاب سایز پکینگ

سایز پکینگ براساس قطر شافت و قطر استافینگ باکس انتخاب می شود و اندازه آن را می توان بانصف کردن تفاضل قطر استافینگ باکس و شافت یا سیلیویاز رابطه زیر بدست آورد:

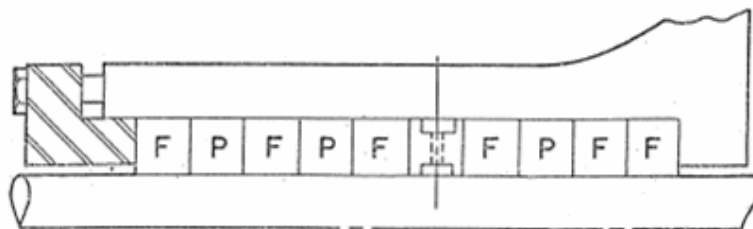
$$\text{Packing Size} = \frac{\text{Stuffing Box ID} - \text{Shaft Or Sleeve OD}}{2}$$

جدول زیر برای انتخاب سایز پکینگ های استاندارد استفاده می شود. لازم به توضیح است که در طراحی پمپ و استافین باکس براساس قطر شافت و سایز پکینگ قطر داخلی استافین باکس باید طراحی شود.

اندازه پکینگ برای شافت های مختلف

Shaft (or sleeve) diameter, in (mm)	Packing size, in (mm)
$\frac{1}{2}$ to $1\frac{1}{2}$ (15 to 30)	$\frac{1}{16}$ (8)
$1\frac{1}{2}$ to $1\frac{3}{4}$ (30 to 50)	$\frac{3}{32}$ (10)
$1\frac{3}{4}$ to 3 (50 to 75)	$\frac{1}{8}$ (12.5)
3 to $4\frac{1}{4}$ (75 to 120)	$\frac{3}{16}$ (16)
$4\frac{1}{4}$ to 12 (120 to 305)	$\frac{1}{4}$ (20)

برای پیدا کردن تعداد حلقه های پکینگ مورد نیاز باید به نقشه پمپ یا استافینگ باکس مراجعه نمود تا تعداد حلقه های پکینگ مورد نیاز قبل و بعد از لنترن رینگ مشخص شود. ولی در صورت موجود نبودن نقشه با تقسیم نمودن طول محفظه آب بندی به سایز پکینگ تعداد حلقه پکینگ مورد نیاز قابل محاسبه است که باید طول خود لنترن رینگ نیز در نظر گرفته شود و پکینگ ها طوری قرار داده شوند که لنترن رینگ در موقعیت مناسب یعنی روبروی لاین سیل فلش قرار گیرد.



حداکثر مقدار مجاز نشتی پکینگ های فشاری

باتوجه به اینکه مایع نشت شده عملیات جذب و انتقال حرارت و همچنین روانکاری بین پکینگ ها و شافت را انجام می دهد همیشه باید مقدار نشتی جزئی وجود داشته باشد که مقدار مجاز آن برای کاربرد های معمولی به قرار زیر است:

۱- برای فشار های 0-60psi مقدار نشتی نباید کمتر از 4 cc/min باشد.

۲- برای فشار های 60-100psi مقدار نشتی نباید کمتر از 190cc/min باشد.

۳- برای فشار های 100-200psi مقدار نشتی نباید کمتر از 470cc/min باشد.

که البته مقادیر فوق پیشنهادی بوده و بسته به دور پمپ، قطر شافت و همچنین نوع مایع پمپ شوند دارد که باید موارد تجربی را نیز در نظر گرفت.

حرارت تولید شده در پکینگ ها

مقدار حرارت تولید شده در ناحیه محل قرار گیری پکینگ ها از رابطه زیر بدست می آید:

$$Q = \frac{f P N D L \pi}{C J}$$

که در آن f ضریب اصطکاک بین شافت و پکینگ است (که بسته به جنس پکینگ و محور حدود یک دهم تا دو دهم در نظر گرفته می شود).

N سرعت دورانی محور بر حسب دور در دقیقه است.

P فشار محفظه آب بندی

L طول قسمت آب بندی

D قطر محور یا سیلیو

C عدد ثابت که در محاسبات ۱۲ در نظر گرفته می شود.

J معادل حرارت مکانیکی است (که 778lb/Btu در نظر گرفته می شود).

و π که عدد صحیح ۳/۱۴ است.

برای جذب و انتقال حرارت تولید شده و روانکاری بین سطوح از مایعی مناسب که از خود پمپ یا از یک منبع خارجی که متناسب با مایع پمپ باشد استفاده می شود که از طریق Ring Lantern یا رینگ فانوسی (که در موقعیت مناسب در بین پکینگ ها نصب می شود) بین پکینگ ها تزریق می شود و در صورتی که درجه حرارت پمپ بالا باشد پس از گذشتن از کولر هائی که به همین منظور (کولر های سیل فلش) تعبیه شده وارد لنترن رینگ می شود.

لازم به توضیح است که در محیط های صنعتی جنس گلند (یا پوش داخل ان) که پشت پکینگ ها نصب می شود و کار فشرده کردن پکینگ ها و جلوگیری از آنها را به عهده دارد باید از جنسی باشد که ضد جرقه باشد Nonsparking Material تا باعث بروز آتش سوزی و نشود

(مقدار حرارت تولید شده در پکینگ ها برای محاسبه مقدار سیل فلش مورد نیاز برای خنک کاری و روانکاری و همچنین مقدار آب خنک کننده برای خنک کردن محفظه آب بندی Jacket Cooling مورد استفاده قرار می گیرد).

برای جلوگیری از خرابی محور و عدم تماس دست با مایع پمپ (اسید ها و مایعات گرم) هنگام تعویض پکینگ از پکینگ کش های مخصوص استفاده می شود که دارای سایز های متعددی است و یک نمونه از آن در زیر نشان داده شده و روش کار با آن به این صورت است که نوک تیز پکینگ کش در داخل پکینگ وارد می شود و با چرخاندن آن در داخل پکینگ نفوذ کرده و وقتی درگیری کامل شد پکینگ کش به طرف بیرون کشیده می شود و پکینگ های فرسوده با آن خارج می شود..

لازم به توضیح است که روش بریدن صحیح پکینگ ها استفاده از یک Mandrel چوبی هم سایز شافت است که پکینگ ها دوران پیچیده می شود و همه آنها با هم بریده می شوند.

Service Limitations of Common Packing Materials^e

Packing material	Pressure (max) ^b lb/in ² gage (kPa gage)	PV rating (max) ^c , lb/in ² gage·fpm (bar·m/s)	Temp. (max) ^d °F (°C)	pH range	Comments
Cotton	100 (689)	188,000 (65.8)	150 (65.6)	5-7	Nonabrasive material; for cold water and dilute salt solutions
Flax/ramie	100 (689)	188,000 (65.8)	150 (65.6)	5-7	High wet strength and excellent resistance to fungi and rotting; for cold water and dilute salt solutions
Plastic	100 (689)	188,000 (65.8)	600 (315.5)	4-8	Excellent sealing qualities; reacts well to gland adjustments; can extrude at higher pressures if not backed up by braided or asbestos packing
	250 (1723)	471,000 (165)	150 (65.6)		
Asbestos, grease- or oil-impregnated	100 (689)	188,000 (65.8)	750 (398.8)	4-8	For hot or cold water, brine, oil, mild caustics, solvents, and acids
	250 (1723)	471,000 (165)	500 (260)		
Asbestos, TFE-impregnated	250 (1723)	471,000 (165)	500 (260)	2-10	For mild chemicals and solvents
Lead	250 (1723)	471,000 (165)	450 (232.2)	2-10	Shaft sleeve must have Brinell hardness of 500 or more; for hot oils and boiler-feed water

Aluminum or copper	250 (1723)	471,000 (165)	750 (398.8)	3-10	Shaft sleeve must have Brinell hardness of 500 or more; for hot oils and boiler-feed water
TFE filament	250 (1723)	471,000 (165)	500 (260)	0-14	For corrosive liquids and food service; usually requires slightly higher break in leakage
Aramid fiber	250 (1723)	471,000 (165)	500 (260)	3-10	Strong resilient packing; maximum speed 1900 fpm (9.6 m/s); good in abrasives and chemicals
Graphite/carbon filament	250 (1723)	471,000 (165)	750 (398.8)	0-14	For corrosive liquids and high-temperature applications
Grafoil	250 (1723)	471,000 (165)	750 (398.8)	0-14	Excellent conductor of heat from the sealing surfaces; operates with minimum leakage; excellent radiation resistance

^aContinuous lubrication introduced at the lantern ring. Table is only a guide. Consult packing manufacturer with complete operating conditions for exact recommendation.

^bPressure relates to the operating pressure at the stuffing box.

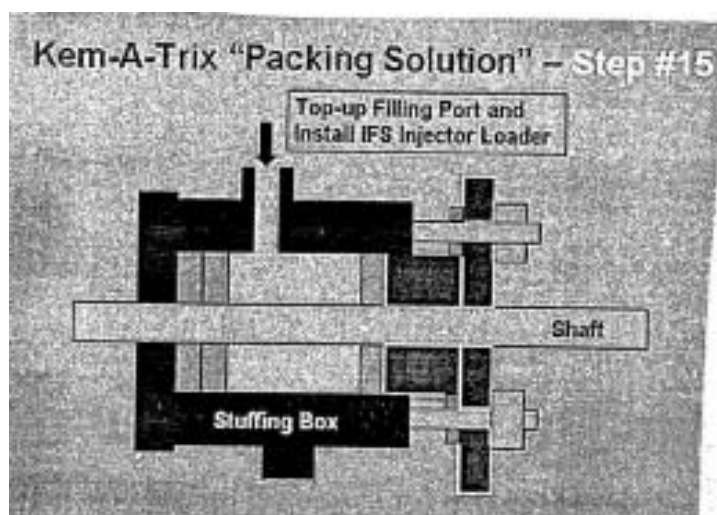
^cPV data based on a 2-in (5.08-cm) shaft at 1750 and 3600 rpm.

^dT temperature is the product temperature.

پکینگ های تزریقی

در سالهای اخیر پکینگ هایی به بازار آمده که شرایط کاری و طول عمر آنها به مراتب بالاتر از پکینگ های قدیمی است. این نوع پکینگ ها برخلاف پکینگ های قدیمی که بصورت الیاف بافته ای هستند بصورت الیاف رشته ای شکل اغشته به مواد روان کننده هستند که بصورت غیر منظم بین شافت و داخل محفظه آب بندی قرار می گیرند و با پر کردن این ناحیه کار آب بندی را انجام می دهند.

یک نمونه از این پکینگ ها محصول Kem-A-Trix است که ترکیبی از رشته های مصنوعی تقویت شده با کیفیت بالا همراه روغن مخصوص است و طوری ساخته شده است که در مواقع مورد نیاز روغن از ترکیب آزاد شده و در شافت رالیه نازکی از روغن می پوشاند. البته این ترکیب غیر از بستی است و در فشار و درجه حرارت بالانمی شکند. محصول فوق خود خنک کننده و روانکار بوده و در پمپ ها و لوها و هم زن ها بجای پکینگ ها و آب بندهای مکانیکی مورد استفاده قرار می گیرد. در شکل زیر شمائی از آن نشان داده شده است.



آب بند های تزریقی بصورت رشته ای Fibrous و قابل انعطاف بوده و سرتاسر محور را می پوشانند و تماس فشاری را حذف کرده و مانند یک روانکار عمل می کنند و حداقل اصطکاک را روی محور ایجاد می کنند و باعث افزایش طول عمر محور نیز می گردند.

مزایای پکینگ های تزریقی Kem-A-Trix

- ۱- براحتی قابل جایگزینی بجای مکانیکال سیل ها و پکینگ های فشاری هستند.
- ۲- خود خنک کننده و خود روانکاری باشند.
- ۳- نیاز به سیستم خنک کننده ندارند.
- ۴- تزریق (پکینگ دادن) در حال کار دستگاه انجام می شود و در اثناء وقت و هزینه جلوگیری می شود.
- ۵- قابل استفاده روی شافت های خراب و فرسوده هستند.
- ۶- نیاز به اعمال فشار ندارند و از خط افتادن محور جلوگیری می کنند.

۷- قابل کاربرد در محورهای دوار و رفت و برگشتی هستند.

۸- نیاز به تعویض ندارند.

۹- برای هر سایز شافتی قابل استفاده هستند.

۱۰- حداقل نشستی (در حد صفر) را دارند.

۱۱- قیمت آنها نسبت به مکانیکال سیل ها بسیار کمتر است.

۱۲- تلفات مکانیکی کمتری دارند (در مصرف انرژی صرفه جویی می گردد).

تزریق انهدا در داخل محفظه آب بندی توسط دستگاه های مخصوص انجام می شود. روش استفاده پکینگ های تزریقی Kem-A-Trix بدین صورت است که ابتدا دو عدد واشر (به عنوان رینگ فشار شکن) در انتهای محفظه آب بندی قرار داده می شود (ترجیحا از نوع شناور) و محفظه به صورت دستی از الیاف پکینگ پرمی شود و سپس از قرار دادن یک عدد رینگ دیگر در انتهای کاور در پوش محفظه آب بندی نصب می شود و سپس از بستن پیچ ها در جای خود لاک می شوند (بر خلاف سیستم های پکینگی که این گلند قابل تنظیم است). سپس دستگاه تزریق که تقریباً شبیه گریس پمپ است به وسیله همین محصول پرمی شود و در محل سوراخ و روی محفظه آب بندی نصب می شود و پمپ در سرویس قرار می گیرد و در صورت وجود نشستی با کمی چرخاندن دسته دستگاه تزریق مواد مستقیماً به داخل محفظه آب بندی انجام می شود و نشستی برطرف می شود. باید توجه داشت که مقدار تزریق نباید خیلی زیاد باشد و باید طوری باشد که فقط نشستی به کمترین مقدار خود برسد. در غیر این صورت باعث فشردن بیش از حد پکینگ ها و جدا شدن مایع روانکاری می شود که باعث سوخته شدن و کاهش شدید طول عمر آنها می شود. لازم به توضیح است برای کم کردن و کنترل نشستی ها به هیچ وجه نباید با سفت کردن گلند این کار انجام شود زیرا باعث فشردن بیش از حد پکینگ ها و عدم کارایی آنها می شود.

در جدول زیر انواع محصولات Kem-A-Trix مشخصات و موارد کاربرد آن آورده شده است.

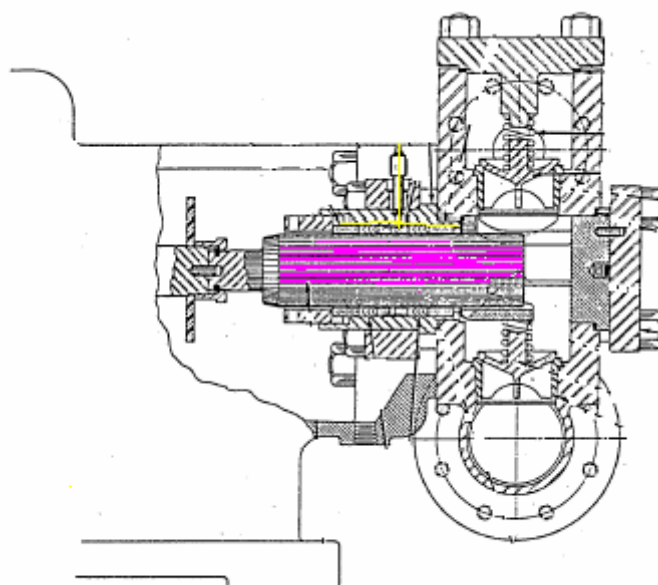
آب بند تزریقی Kem-A-Trix مشخصات و کاربرد آن

کاربرد	نام محصول	درجه حرارت °F	دور شفت R.P.M	فشار محفظه آب بندی PSI	PH
در پمپها، شیرها و ... بیشترین کاربرد را بجای سیل مکانیکی دارا می باشد.	IFS 4001 رنگ سیاه/کیفیت بالا	500-0	تا میزان 3600	تا میزان 200	12-2
در جاهایی که خلوص سیال مهم می باشد. صنایع غذایی، چوب و کاغذ	IFS 5400 رنگ سفید	500-0	تا میزان 3600	تا میزان 200	13-2
قابل کاربرد در هر نوع مواد شیمیایی، اسیدی و بازی	IFS 6000 رنگ خاکستری - مقاوم در مقابل مواد شیمیایی	500-0	تا میزان 3600	تا میزان 225	14-0
قابل کاربرد در شیرها	MSC 4000	500-0	تا میزان 1750	تا میزان 1050	12-3

پکینگ های اتوماتیک Automatic Packings

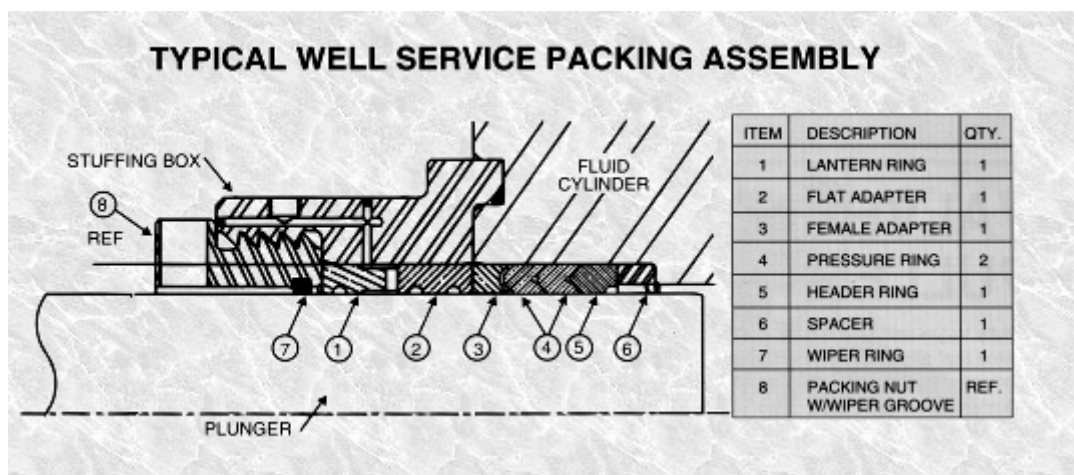
اصول کار این نوع پکینگ ها بر اساس فشار داخل محفظه آب بندی است که روی پکینگ وارد می شود و باعث می شود لبه های آب بندی پکینگ هادر معرض فشار قرار گیرند و روی سطوح استافین باکس و محور بر گردانده شود (چسبیده شوند و کار آب بندی را انجام دهند و در صورتی که در جهت عکس نصب شوند قابلیت آب بندی را نخواهند داشت .

این نوع پکینگ ها فقط وقتی تحت فشار قرار می گیرند با محور یا شافت اصطکاک پیدا می کنند که این بهترین مزیت آنها است که باعث می شود در پمپ های نوع رفت و برگشتی که دارای فشارهای بالا هستند مورد استفاده قرار گیرند.



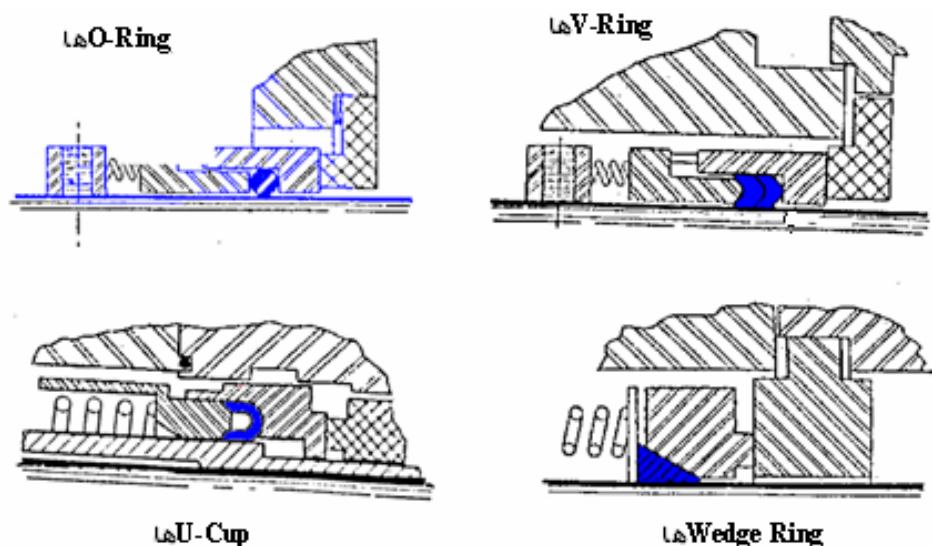
شمائی از یک پمپ پلانجری مجهز به پکینگ اتوماتیک

در شکل زیر نیز شمای بهتری از پکینگ اتوماتیک که روی پمپ های پلانجری استفاده می شود نشان داده شده است.



پکینگ های اتوماتیک برخلاف پکینگ های فشاری که همواره باشافت در تماسند فقط در قسمتی از کورس پیستون (وقتی پلانجر در حال جلو آمدن است و فشار در حال افزایش است) با محور در تماس است که همین باعث افزایش طول عمر پکینگ های اتوماتیک و استفاده آنها روی پمپ های فشار بالا و بخصوص رفت و برگشتی Reciprocating شده است.

این پکینگ ها در چهار نوع V-Ring ها، U-Cup ها، O-Ring ها و Wedge Ring ها مورد استفاده قرار می گیرند.



لازم به توضیح است که همه اورینگ ها از نوع اتوماتیک نیستند و فقط اورینگ های نوع دینامیکی که در حین اب بندی حرکت محوری هم دارند (اورینگ زیر رتوری مکانیکال سیل ها) از این نوع به حساب می آیند که پهنای محل قرار گیری آنها نیز بیشتر از ضخامت خود اورینگ است که وقتی فشار روی آنها اعمال می شود تغییر شکل می دهند و روی محور می چسبند..

پکینگ های نوع شناور Floating Packing Rings

این نوع پکینگ ها برخلاف پکینگ های ا نوع قبلی در جای خود آزادند و عامل اب بندی آنها فشار سیال سیل شونده است که باعث چسبیدن و تماس رینگ با محل قرار گیری آن می شود و جلوی خروج سیال را می گیرند بعلاوه اینکه این نوع رینگ ها فقط وقتی در معرض فشار قرار می گیرند روی سطوح چسبیده می شوند و کار اب بندی را انجام می دهند (مثل پکینگ های اتوماتیک) که این امر موجبات استفاده آنها را در دستگاههای رفت و برگشتی نظیر رینگ پیستون های موتورهای احتراق داخلی یا پیستون رینگ های کمپرسور های رفت و برگشتی Segment Rings و همچنین پکینگ رینگ های کمپرسور های رفت و برگشتی که برای اب بندی گاز مورد استفاده قرار می گیرند استفاده می شوند.

انواع پکینگ های شناور شامل:

۱- پیستون رینگ ها Piston Rings

۲- پکینگ رینگ های کمپرسور های رفت و برگشتی

۳- کربن رینگ های توربین های بخار

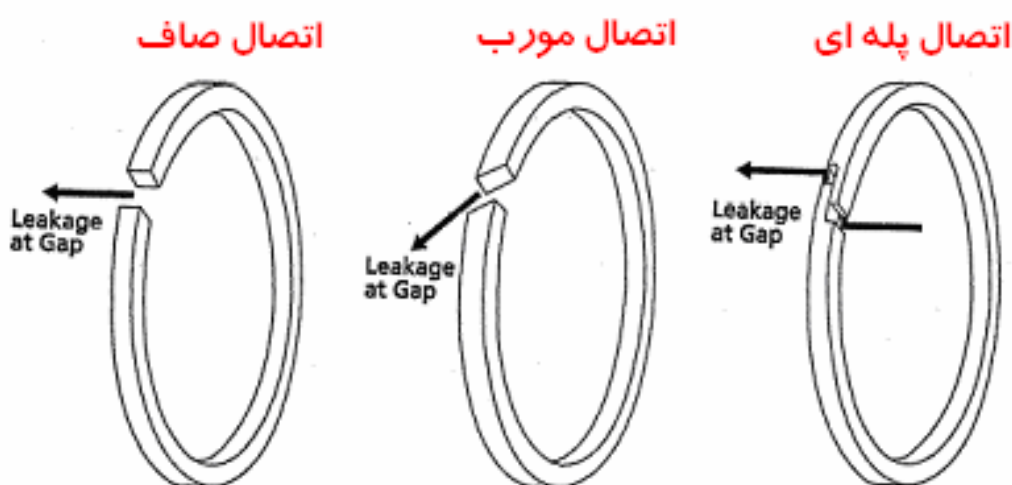
پیستون رینگ هاPiston Rings

پیستون رینگ ها چندین کار مهم انجام می دهند :

- ۱- آب بندی بین سیلندر Liner و پیستون با کاهش فاصله بین آنها جهت جلوگیری از نشتی های داخلی گاز از یک طرف پیستون به طرف دیگر آن که مهم ترین وظیفه آنها است .
- ۲- انتقال حرارت ایجاد شده از پیستون به جداره سیلندر وخنک کردن آن.
- ۳- پخش کردن روغن تزریق شده به داخل سیلندر به تمامی سطوح داخلی آن .
- ۴- انتقال حرارت از پیستون به جداره سیلندر.

جنس این رینگ ها باید طوری انتخاب شود که ضعیف تر از جداره سیلندر یا Liner باشد و باعث خرابی آنها نشود و همینطور بسته به نوع گاز باید گاز داخل سیلندر تاثیرات خوردگی روی آنها نداشته باشد و همچنین دارای کمترین ضریب اصطکاک باشد .

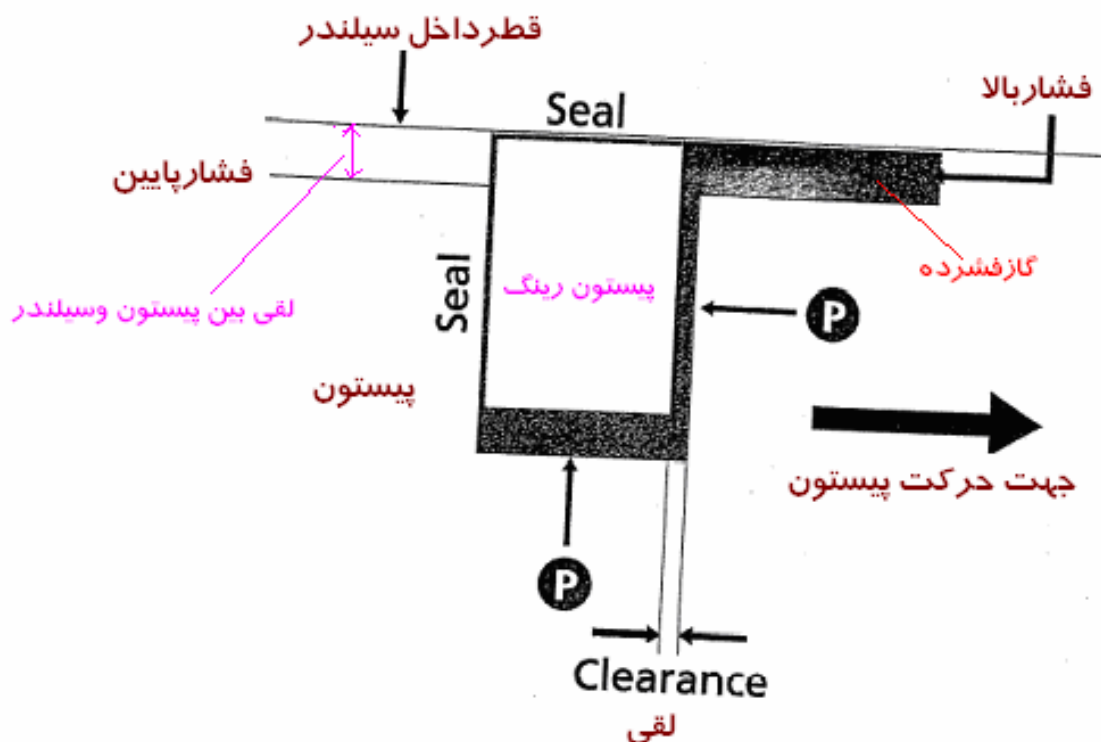
رینگ ها معمولا از موادی مثل برنز ، چون ، باکالبت ، تفلون ، کربن یا موادی مشابه اینها ساخته می شوند . لازم به توضیح است که Bore داخل سیلندر باید کاملا صاف و دایره ای باشند و در محدوده های تolerانس های پیشنهادی کارخانه سازنده باشند . و شیارهایی که رینگ ها در داخل آنها قرار می گیرند خیلی دقیق ، صاف و کاملا عمود بر سطح پیستون باشند و در رینگ های چند تکه محل های برش رینگ ها روبه روی همدیگر نصب می شوند.



اصول آب بندی Piston Rings

پیستون رینگ ها از نوع آب بندی های شناور اتوماتیک Floating Automatic هستند که نحوه کار آنها بر اساس فشار گاز داخل کمپرسور است که روی رینگ اعمال می شود و باعث چسبیدن رینگ در داخل سیلندر و روی پیستون (بصورت محوری در داخل شیار رینگ) که باعث کم شدن فاصله آن با جداره سیلندر و شیار روی پیستون شده و جلوی فرار گاز گرفته می شود. لازم به توضیح است که علاوه بر صاف و صیقلی بودن داخل سیلندر دیواره های شیار رینگ ها (محل قرار گیری رینگ) باید اولاً کاملاً صاف و صیقل باشد و کاملاً بر سطح پیستون عمود باشد تا بیشترین سطح تماس بین آنها وجود داشته باشد..

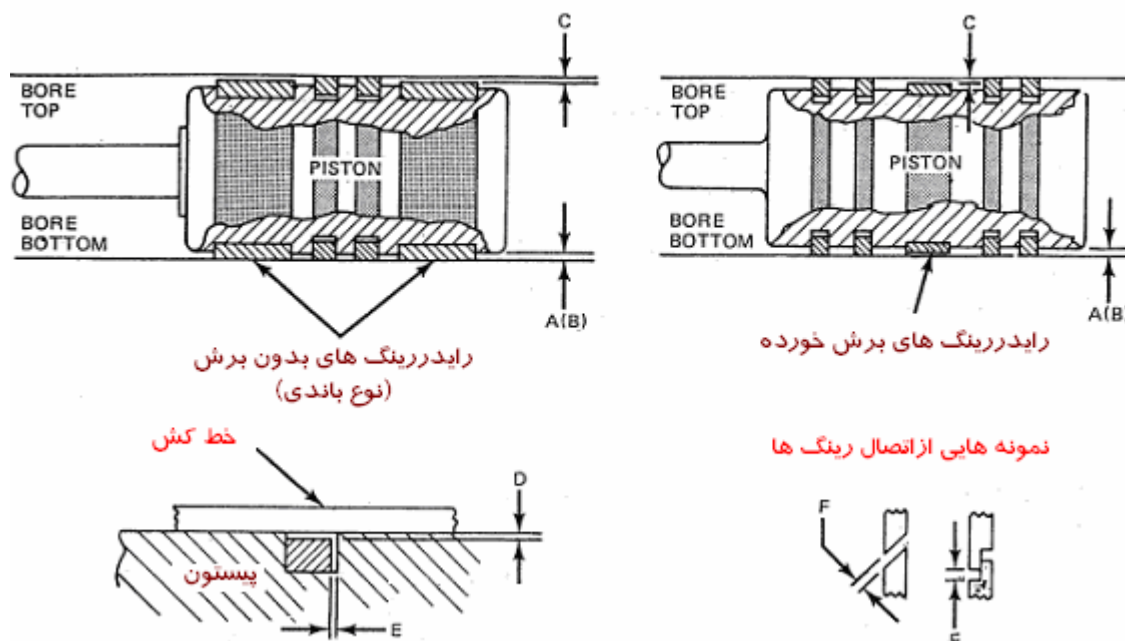
در شکل زیر شمایی از مقطع رینگ و محل قرار گیری آن روی پیستون ونحوه عملکرد ان نشان داده شده که ذیلا به شرح اصول کار ان پرداخته می شود :



وقتی سیکل Compression در حال انجام است گاز فشرده شده داخل کمپرسور زیر رینگ ها نفوذ می کند و باعث چسباندن رینگ به جداره سیلندر می شود و با کم شدن فاصله از فرار گاز جلوگیری می شود و همینطور فشار گاز روی سطح پیشانی رینگ اعمال می شود و باعث چسباندن رینگ روی جداره پیستون شده (سطح داخل شیار) و کلا راه خروج گاز بسته می شود و بدین ترتیب عملیات آب بندی رینگ انجام می شود لازم به توضیح است که پهنای شیارها روی پیستون (جای رینگ) باید کمی بیشتر از پهنای رینگ ها باشد و همچنین قطر خارجی رینگ جمع شده نیز باید کمتر از قطر داخلی سیلندر باشد تا گاز بتواند در این نواحی نفوذ کند و کار آب بندی را انجام دهد یعنی رینگ در جای خودش آزادی حرکت داشته باشد که البته میزان این لقی ها باید در حد مجاز خود باشد. اگر این لقی از حد مجاز بیشتر باشد باعث لرزش و ارتعاش رینگ و برخورد شدید با جداره شیار رینگ روی پیستون شده و باعث صدمه دیدن شیار و ناصاف شدن آن شده و باعث عدم کارایی رینگ می شود . محدوده تolerانس ها و اندازه ها بسته به نوع رینگ ، سایز رینگ و ... دارد که توسط کارخانه های سازنده ارائه می شود.

جداول زیر مربوط به این کلرنس ها برای کمپرسورهای ۶۰۱ واحد ایزوماکس است:

کلنس رینگ ها پيستون



لازم به توضیح است که برای کمپرسورهایی که فشار آنها خیلی زیاد است (مرحله سوم کمپرسورهای ۶۰۱ واحد ایزوماکس) برای کم اصطکاک بین سطح خارجی رینگ و جداره سیلندر یا Liner روی سطح خارجی رینگ شیار محیطی Balancing Groove تعبیه می شود و با راه دادن آن به زیر سطح داخلی رینگ گاز از طریق سوراخ های شعاعی یا Balancing Hole به قسمت زیر رینگ مرتبط می شود که باعث می شود گاز بین رینگ و جداره سیلندر نفوذ کرده و باعث فاصله افتادن بین آنها شود یا به عبارت دیگر جمع شدن رینگ می شود که این باعث کم شدن نیروی فشاری و نهایتاً کم شدن اصطکاک بین رینگ و جداره سیلندر می شود.

نقطه ای که در آن کلنس اندازه گرفته می شود	کلنس در نقطه
کلنس بین پیستون و قسمت پایینی سیلندر در موقعیتی که رایددرینگ ها روی پیستون نصب شده اند (برای رایددرینگ نو)	A
مثل حالت قبلی که نشان دهنده کمترین کلنس قابل قبول (ماکزیمم سایشی که رایددرینگ ها باید تعویض شوند)	B
کلنس کاری اندازه گیری شده در قسمت بالای رایددرینگ در موقعیتی که پیستون روی رایددرینگ سوار شده است (برای رایددرینگ نو)	C
کلنس بین محیط بیرونی پیستون رینگ نسبت به لبه شیار محل قرار گیری رینگ روی پیستون که با قرار دادن رینگ در شیار اندازه گیری می شود (برای پیستون رینگ نو)	D
مجموع کلنس های دو طرف پیستون رینگ در شیار آن روی پیستون (برای پیستون رینگ نو)	E
کلنس بین لبه های پیستون رینگ ها در موقعیتی که رینگ در شیار پیستون جمع شده اندازه گیری می شود (برای پیستون رینگ نو)	F

جدول کلرنس رینگ ها با پیستون

جنس و نوع رایدر رینگ	مراجعه شود به شرح کلرنس ها						قطر و جنس پیستون
	A	B	C	D	E	F	
پیستون رینگ Glass/Moly-TFE 1-Pc Angle Cut				.034- .047"	.009- .013"	.143- .181"	12-1/2" مرحله یک
رایدر رینگ Glass/Moly-TFE Band Type	.167- .173"	.119"	.026- .036"		.006- .012"		
پیستون رینگ Glass/Moly-TFE 2-Pc Angle Cut				.034- .047"	.009- .012"	.069- .086"	11-1/2" مرحله دو
رایدر رینگ Glass/Moly-TFE Split Type	.059- .065"	.011"	.024- .034"		.042- .049"		
پیستون رینگ Glass/Moly-TFE 2-Pc Angle Cut				.024- .032"	.006- .010"	.093- .116"	7-3/4" مرحله سه
رایدر رینگ Glass/Moly-TFE Split Type	.059- .063"	.011"	.021- .027"				
پیستون رینگ							
رایدر رینگ							

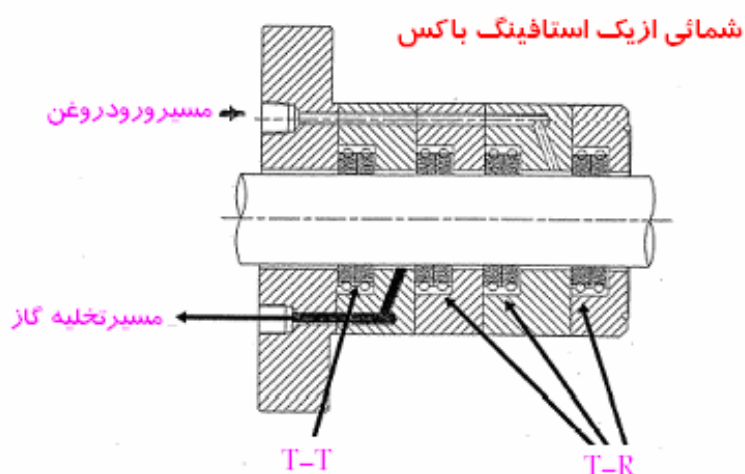
علل خرابی Piston Ring ها

- ۱- ورود ذرات جامد همراه گاز ورودی به کمپرسور به علت نامناسب بودن سایز فیلتر ورودی گاز.
- ۲- افزایش درجه حرارت سیلندر و گاز به علت اختلال در سیستم کولینگ یا مسائل دیگر.
- ۳- نامناسب بودن جنس رینگ ها.
- ۴- خرابی Rider Ring ها
- ۵- روغن کاری ناکافی و ناقص و مناسب نبودن روغن استفاده شده.
- ۶- نامناسب بودن کلرنس های محل قرارگیری رینگ در داخل سیلندر یا روی شیار های پیستون.
- ۷- افزایش فشار بیش از حد سیلندر.

پکینگ رینگ های کمپرسورهای رفت و برگشتی

در کمپرسورهای رفت و برگشتی نوع Double Acting ناحیه ای از قسمت ته سیلندر که میله Rod Piston در آن حرکت می کند نیاز به آب بندی دارد که روش آب بندی با انواع آب بندی های تجهیزات دیگر متفاوت است .

آب بندی Rod Piston کمپرسورهای رفت و برگشتی از نوع پکینگ رینگ های نوع معلق است یا Floating Packing Ring که هر Set از آنها در محفظه های Cup خود بصورت شناور عمل می کنند و تعداد محفظه ها یا Cup های که سطوح آنها بسیار صاف و صیقلی است روی هم قرار می گیرند و به توسط چند عدد Stud Bolt روی هم ثابت می شوند و در داخل استافین باکس (محفظه آب بندی) به توسط Stud Bolt های دیگری ثابت می شوند و کار آب بندی را انجام می دهند . تعداد Cup ها یا کاسه هایی که رینگ های آب بندی در داخل آنها قرار دارند بستگی به طراحی و فشار داخل کمپرسور دارد که هر کدام از آنها بخشی از کنترل نشتی ها را به عهده دارند که برای کم کردن اصطکاک بین محور و پکینگ ها توسط پمپ های قطره ای باید بطور مداوم روغنکاری شوند .



رینگ های آب بندی از نظر شکل ظاهری و نحوه کار در دو دسته تقسیم می شوند :

۱- رینگ های شعاعی Radial Seal Ring

۲- رینگ های مماسی Tangential Seal Ring

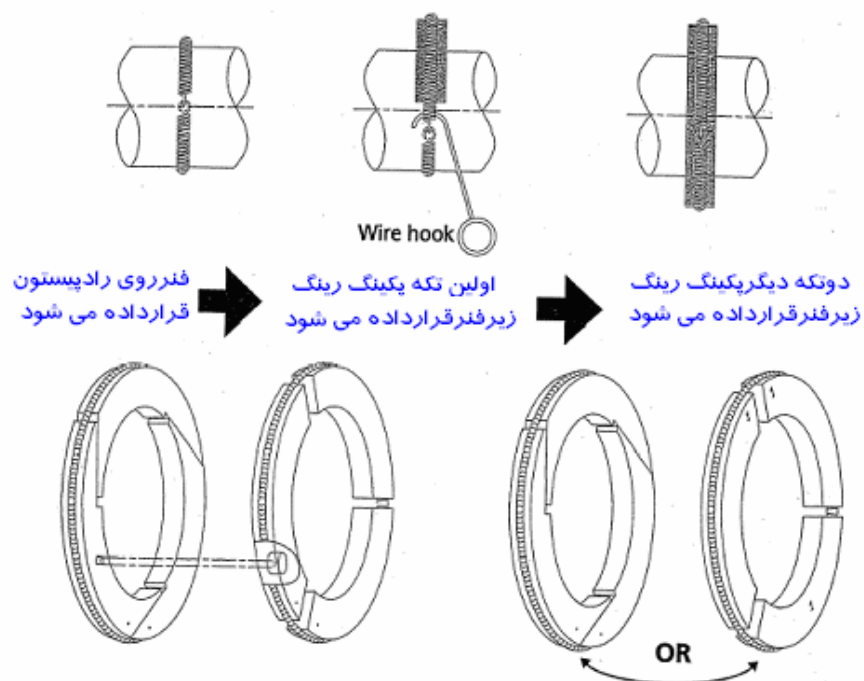
این حلقه ها بسته به شرایط طراحی کمپرسور اعم از فشار ، درجه حرارت ، با سرعت و از جنس های مختلف فلزی و غیر فلزی ساخته می شوند .

رینگ های شعاعی از سه قطعه تشکیل شده و برش آنها در جهت شعاعی می باشد که به توسط یک فنر Garter Spring روی Rod Piston نصب می شوند و با کلمه R نشان داده می شوند .

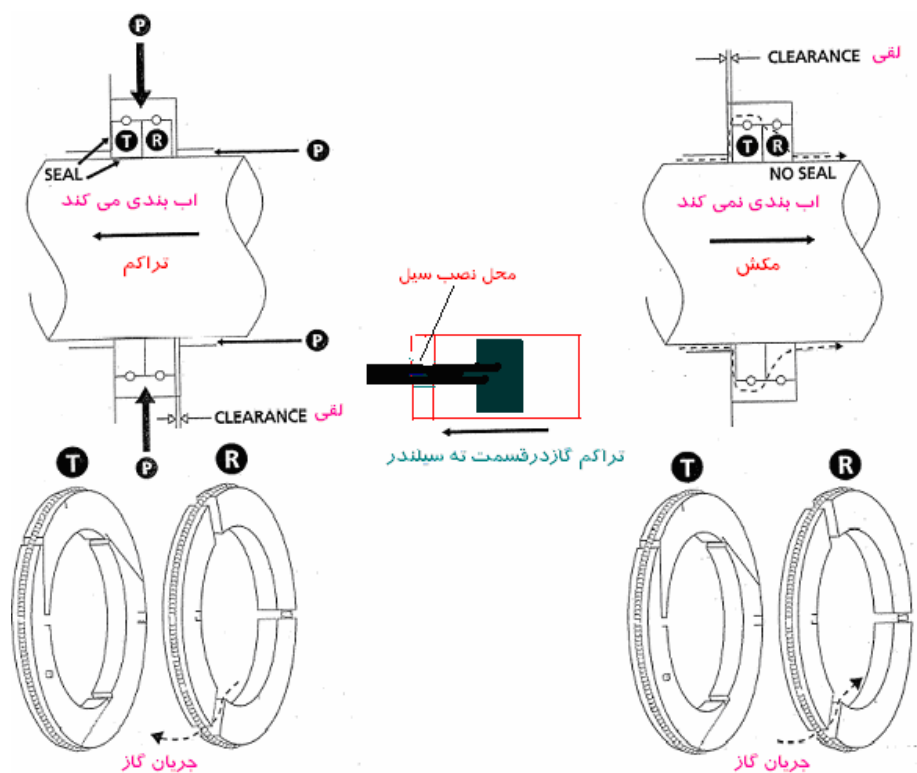
رینگ های مماسی نیز از سه قطعه تشکیل شده است منتها برش قطعات بصورت (مورب) مماسی است و طوری ساخته شده اند که می توانند بر روی یکدیگر بلغزند (با کلمه T نشان داده می شوند) و در صورت

سایش این قطعات با نیروی فنری که سه تکه را روی یکدیگر نگه می دارد بر روی هم می لغزند و عمل آب بندی را انجام می دهند

مراحل نصب پکینگ رینگ های کمپرسورهای رفت و برگشتی



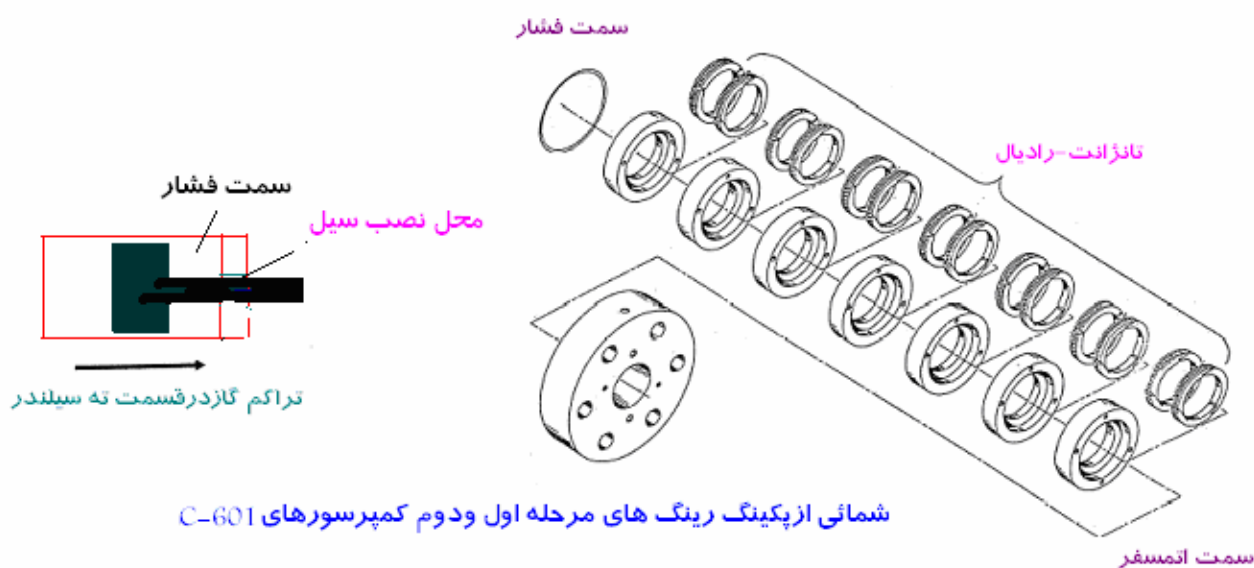
شکل زیر اصول کار این نوع آب بندها که در هر کاسه Cup از دو رینگ شعاعی و مماسی استفاده شده است را نشان می دهد .



شماتی از اصول کار پکینگ کمپرسورهای رفت و برگشتی

اساس کار آب بندی این رینگ ها بر اساس فشار گازی است که باید Seal شود وقتی گاز در قسمت ته سیلندر کمپرسور در حال متراکم شدن است فشار گاز خروجی که از زیر دسته پیستون می خواهد فرار کند روی تمامی سطوح شعاعی و محوری رینگ ها در کاسه های محل قرار گیری آنها اعمال می شود .

فشار اعمال شده روی محیط قطر بیرونی پکینگ ها باعث می شود که حلقه های آب بندی روی محور بچسبند و جلوی نشتی از بین حلقه ها و Rod Piston را بگیرند و فشاری که روی سطح پیشانی حلقه ها اعمال می شود (در جهت محوری) باعث می شود که یک طرف Packing Ring نوع مماسی روی دیواره کاسه ها Cup که سطح خیلی صیقلی دارد قرار گیرد و اجازه خروج گاز از آن گرفته شود و رینگ شعاعی که در قسمت فشار (حلو) نصب شده نشتی گاز از بین فواصل رینگ تانژانتی (مماسی) را کنترل می کند و به عنوان فشار شکن هم عمل می کند و این مجموعه تواما کار آب بندی کمپرسور را انجام می دهد . نکته حائز اهمیت این است که با جابه جا شدن جای رینگ های شعاعی و مماسی امکان آب بندی مناسب وجود ندارد و همچنین هنگام قراردادن قسمتهای حلقه های آب بندی روی محور باید اولا قطعاتی که با هم هم شماره هستند رادر کنار همدیگر قرار داده و همچنین کلیه برجستگی ها و حروف نقاط و شماره های حک شده روی رینگ های آب بندی در مقابل جهت فشار باشند همچنین مقدار چسبندگی (لقی) رینگ شعاعی روی رادیپستون (که بافاصله بین تکه ها تنظیم می شود) در کاسه های جلوئی زیادتز وهر چه به کاسه های انتهائی نزدیک می شود کمتر می شود .



انواع آرایش های رینگ های آب بندی

۱- رینگ های سری تانژانت + رادیال

الف - آرایش T-R

ب - آرایش نوع R-T

۲- آرایش رینگ های دو تانژانتی T-T

۳- رینگ های فشار شکن Pressure Breaker

۴- آرایش تانژانت Back Up Ring

آرایش رینگ های سری تانژانت + رادیال

این آرایش در کمپرسورهایی که رینگ های آب بندی روغنکاری می شوند مرود استفاده قرار می گیرد که یکی از رینگ ها عمل آب بندی را انجام می دهد و رینگ دیگر به عنوان یک رینگ فشار شکن و آب بند کننده رینگ قبلی عمل می کند که بسته به نوع طراحی رینگ ها به چند صورت زیر مورد استفاده قرار می گیرند .

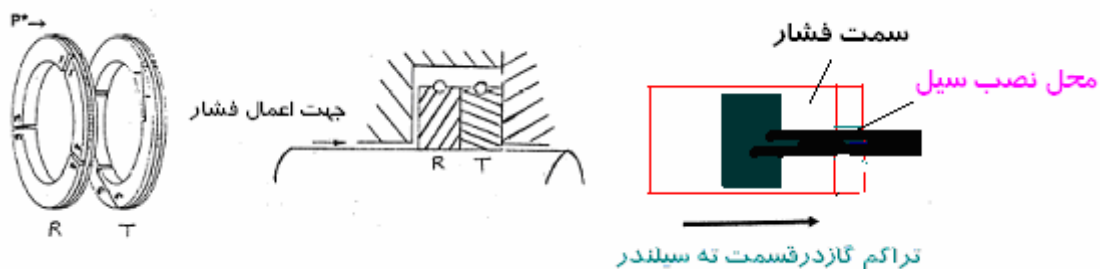
الف - آرایش نوع T-R

ب - آرایش نوع R-T

آرایش رینگ های نوع رادیال تانژانت T-R

در آرایش نوع T-R رینگ تانژانت کار آب بندی را انجام می دهد و رینگ رادیال هم به عنوان فشار شکن و به عنوان آب بند کننده شکاف های شیار های رینگ مماسی عمل می کند به عبارت دیگر رینگ شعاعی (Radial) طرف فشار قرارداد که همانطور که قبلا نیز اشاره گردید این نوع آرایش بصورت یک طرفه Single Acting عمل می کند یعنی جا بجا شدن رینگ ها در عملیات آب بندی اختلال ایجاد می شود . همچنین برای هم پوشانی بهتر رینگ ها توسط پین هائی روی هم قرار می گیرند تا اگر در حین حرکت چرخیده شوند شیار ها روبروی همدیگر واقع نشوند.

در این نوع آرایش قطر داخلی رینگ شعاعی کمی کمتر از قطر Rod Piston است و وقتی روی محور نصب می شود بین سه تکه آن باید فاصله داشته باشد تا هم بتواند جبران سایش را بکند و هم با چسبیدن روی محور کار آب بندی را انجام دهد .



آرایش رینگ های نوع تانژانت رادیال R-T

در آرایش نوع R-T شکل ساختمانی رینگ تانژانتی با آرایش نوع T-R متفاوت است و سه تکه رینگ تانژانتی برخلاف طراحی قبلی بصورت محیطی روی هم می لغزند. در شکل زیر این دو نوع آرایش در کنار هم آورده شده است.

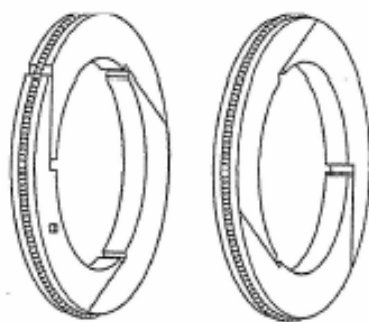
در این آرایش رینگ تانژانتی در مقابل فشار قرار دارد و رینگ شعاعی کار آب بندی را انجام می دهد . در این آرایش قطر داخلی رینگ شعاعی کمی بیشتر از قطر Rod Piston است (لق است و راحت روی آن حرکت می کند) و فاصله شعاعی بین رینگ شعاعی و محور توسط رینگ تانژانتی که به عنوان فشار شکن هم عمل می کند آب بندی می شود .



در آرایش نوع R-T چون فقط یکی از رینگ های آب بندی با محور در تماس است (برخلاف آرایش قبلی که هر دو رینگ روی محور می چسبیدند) اصطکاک کمتری وجود دارد و حرارت کمتری هم تولید می شود که نتیجه ان بالاتر بودن طول عمر آن نسبت به آرایش نوع قبلی است. در این نوع آرایش در مواقعی که محدودیت مکانی وجود دارد گاهی اوقات شیار های شعاعی روی سطح جلوئی رینگ تانژانسی (طرف فشار) تعبیه می شود که باعث نفوذ گاز به کاسه آب بندی و استفاده از فشار گاز برای آب بندی را فراهم می کند .

آرایش رینگ های دو تانژانسی T-T

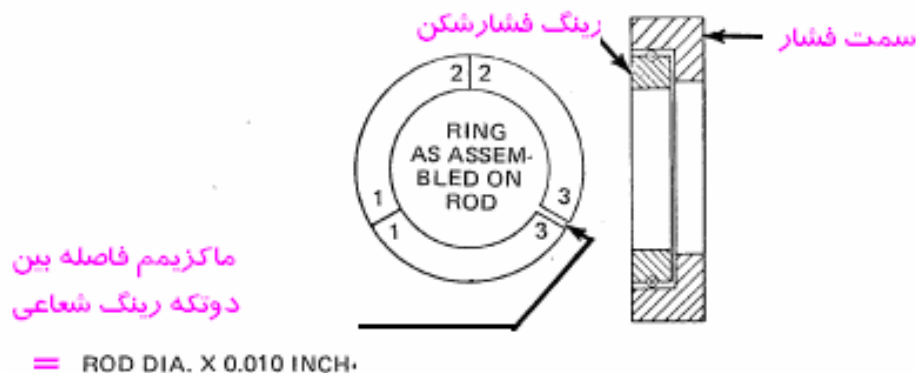
این نوع آرایش کار آب بندی بصورت Double Acting انجام می شود ولی قادر به آب بندی فشارهای بالا نمی باشد و در شرایط خلأ یا جاهائی که فشار پایین باشد قابل استفاده است. معمولا از این نوع آرایش در کاسه آخری سیل های اصلی Gas Seal برای جلوگیری از ورود هوا همراه با گاز های نشت شده و در سیل های میانی Center Seal و پشت سیل های روغنی کمپرسورهای رفت و برگشتی که فشار پایین است استفاده می شود .



رینگ های فشار شکن Pressure Breaker

این نوع رینگ ها از نوع حلقه شعاعی هستند که ضخامتشان مقداری بیشتر از رینگ های شعاعی معمولی است و جنس آنها نیز فلزی می باشد و در فشارها و درجه حرارت های بالا بکار گرفته می شوند . این حلقه های فشار شکن معمولا در اولین کاسه مقابل فشار نصب می شوند تا نوسانات تغییرات فشار به رینگ های بعدی را به

حداقل برسانند و نکته حائز اهمیت این است که حتما باید فاصله کمی بین قطعات آن (طبق شکل زیر) باشد در غیر این صورت باعث از بین رفتن سریع آنها می شود .



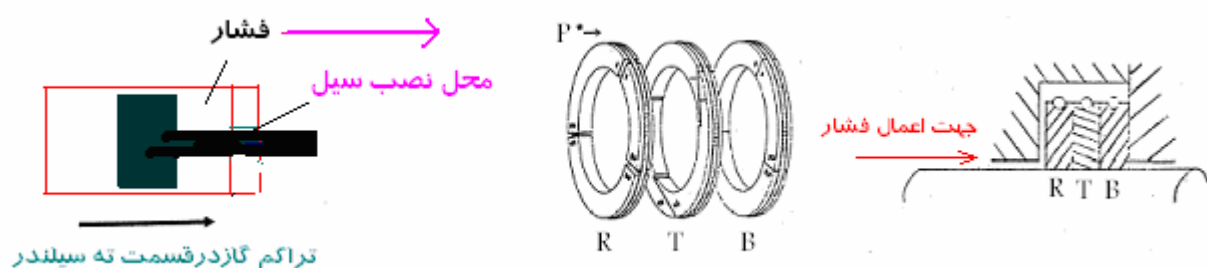
لازم به توضیح است که رینگ فشار شکن در استافینگ باکس مرحله سوم کمپرسورهای ۶۰۱ استفاده شده است.

آرایش تانژانت - رادیال - پشتیبان R-T-B

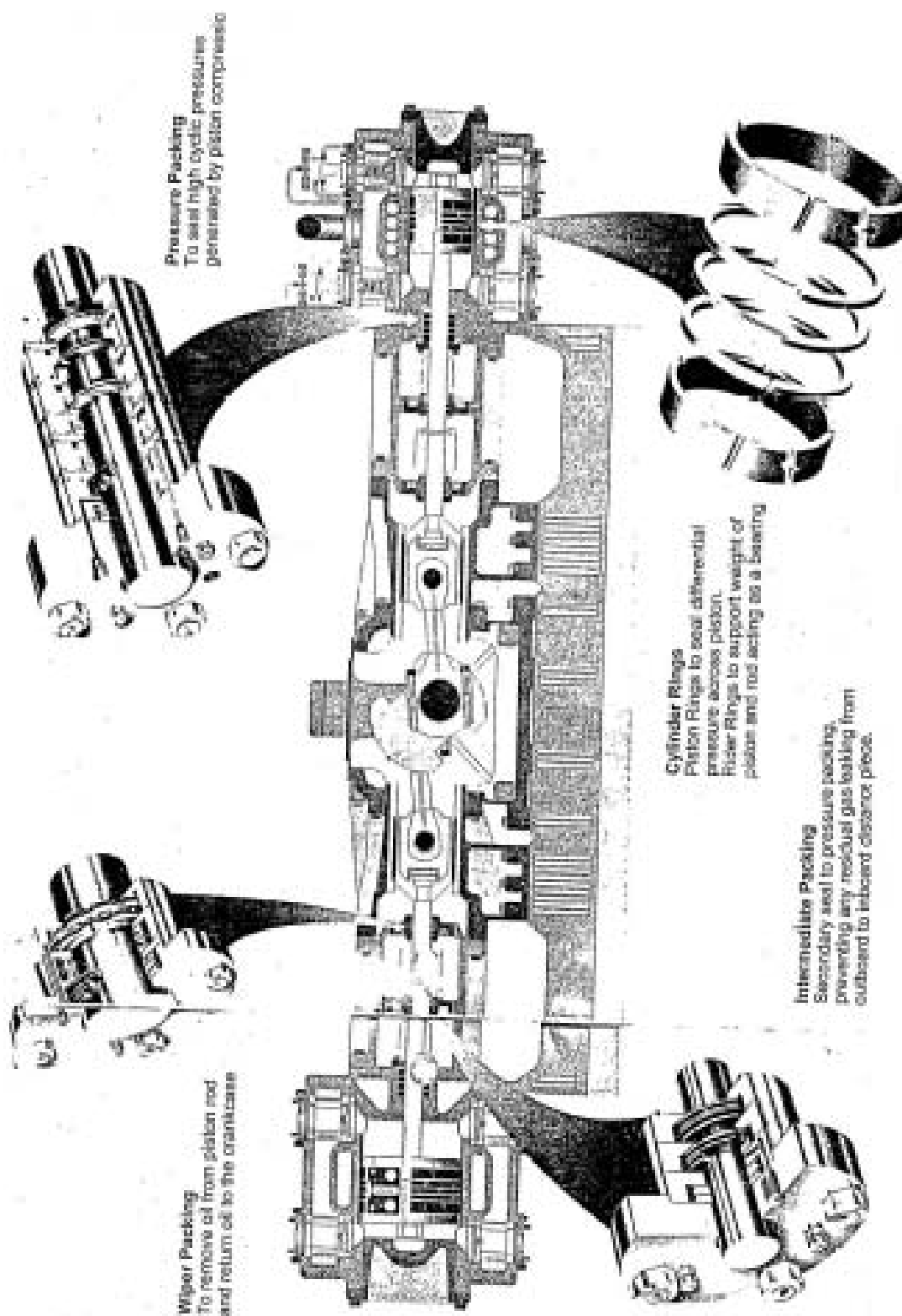
در این نوع آرایش در هر کاسه استافینگ باکس از سه عدد پکینگ رینگ اب بندی شامل رینگ شعاعی رینگ تانژانتی و یک عدد رینگ پشتیبان یا Back Up Ring استفاده می شود.

رینگ پشتیبان یا Back Up Ring معمولا از نوع شعاعی فلزی اند که در قسمت انتهایی جهت محافظت از پرتاب رینگ های دیگر و همچنین برای جذب حرارت حاصل از اصطکاک بین پکینگ ها و Rod Piston و جهت افزایش طول عمر رینگ های دیگر آرایش R-T در کمپرسور های فشار بالا یا دور بالا مورد استفاده قرار می گیرند و آرایش آن بصورت B-T-R است.

قطر داخلی Back Up Ring چند هزارم اینچ بیشتر از قطر Rod piston در نظر گرفته می شود و در محل نصب خود آزاد است و به راحتی حرکت می کند .



در این نوع آرایش حلقه مماسی تغلونی بطرف فشار و حلقه شعاعی پشتیبان فلزی پشت آن قرار دارد و کاربرد آن در جاهائی است که محدودیت فضای محوری وجود دارد . در این آرایش حلقه Back Up Ring روی محور آزاد است ولی قطعات آن کاملا به هم چسبیده اند عمل ممانعت از خروج گاز و جذب حرارت را انجام می دهد و روی رینگ تانژانتی شیارهای شعاعی طراحی شده است که ورود گاز به محفظه Cup را امکان پذیر کند.



علل خرابی Floating Packing

عواملی که باعث کاهش طول عمر پکینگ های کمپرسور های رفت و برگشتی می شود عبارتند از:

۱- افزایش درجه حرارت محفظه آب بندی

که عوامل آن می تواند ناشی از :

الف- از کار افتادن یا مسدود بودن سیستم Jacket Cooling water که بصورت کانالهای ریزی اطراف حلقه های آب بندی عمل جذب و انتقال حرارت را انجام می دهد بوجود آید .

ب- افزایش درجه حرارت سیلندر به دلیل مسدود بودن سیستم Jacket Cooling آن .

پ- چسبندگی پیستون رینگ ها و عدم کارآیی آنها که باعث نشی داخلی و بالارفتن درجه حرارت می شود..

د- خرابی ولوهای ورودی و خروجی کمپرسور. که باعث بالارفتن درجه حرارت گازی شود

۲- روغنکاری نامناسب که اگر مقدار و یا نوع روغن استفاده شده که روی Packing ها تزریق می شود ناکافی و نامناسب باشد باعث افزایش اصطکاک و ایجاد گرما و افزایش سایش می شود که در اثر این واکنش پودرهای کربنی همراه روغن و گاز ذرات چسبنده و خمیری را به وجود می آورند که روی محور می چسبند و از آزاد حرکت کردن رینگ های آب بندی جلوگیری می کند و باعث عدم کارآیی فنرها و افزایش سایش می شود .

۳- تغییرات ناگهانی درجه حرارت که ناشی از بارگذاری یا تغییر Load ناگهانی است نیز باعث خرابی سیل ها می شود

۴- رطوبت محیط که در هنگامی که کمپرسور در سرویس نباشد باعث حفره زدائی و خوردگی روی سطوح حلقه های آب بندی فلزی می شود .

۵- تماس گاز با مواد خارجی از قبیل ذرات جوشکاری ، ماسه ، مواد حاصل از پوسیدگی لوله ها ، کاتالیست ها و نیز می تواند باعث سایش و ایجاد خراش شود که لازم است صافی های ورودی کمپرسورها مرتباً بازدید و تمیزکاری می شوند

۶- اندازه نبودن سیل رینگ ها روی Rod Piston که این حالت پس از تعویض سیل ها اتفاق می افتد و معمولاً پس از مدت زمانی که کمپرسور در سرویس قرار گیرد رینگ ها روی محور سایز می شوند

۷- نامناسب بودن آب بند از لحاظ جنس و شرایط عملیاتی نظیر فشار و درجه حرارت .

۸- خراب بودن ، ناصاف بودن و خمیدگی Rod Piston (Run out)

علل نشی از Floating packing Rings

۱- سایش و خراش و ناصافی روی سطح تماس رینگ ها یا Cup یا کاسه ها یی که دران قرار می گیرند

۲- خرابی Rod piston در اثر خراشیدگی و کش آمدن (لاغر شدن)

۳- نصب غلط رینگ های آب بندی (جا به جا بستن رینگ های شعاعی و مماسی یا نبودن بین روی آنها

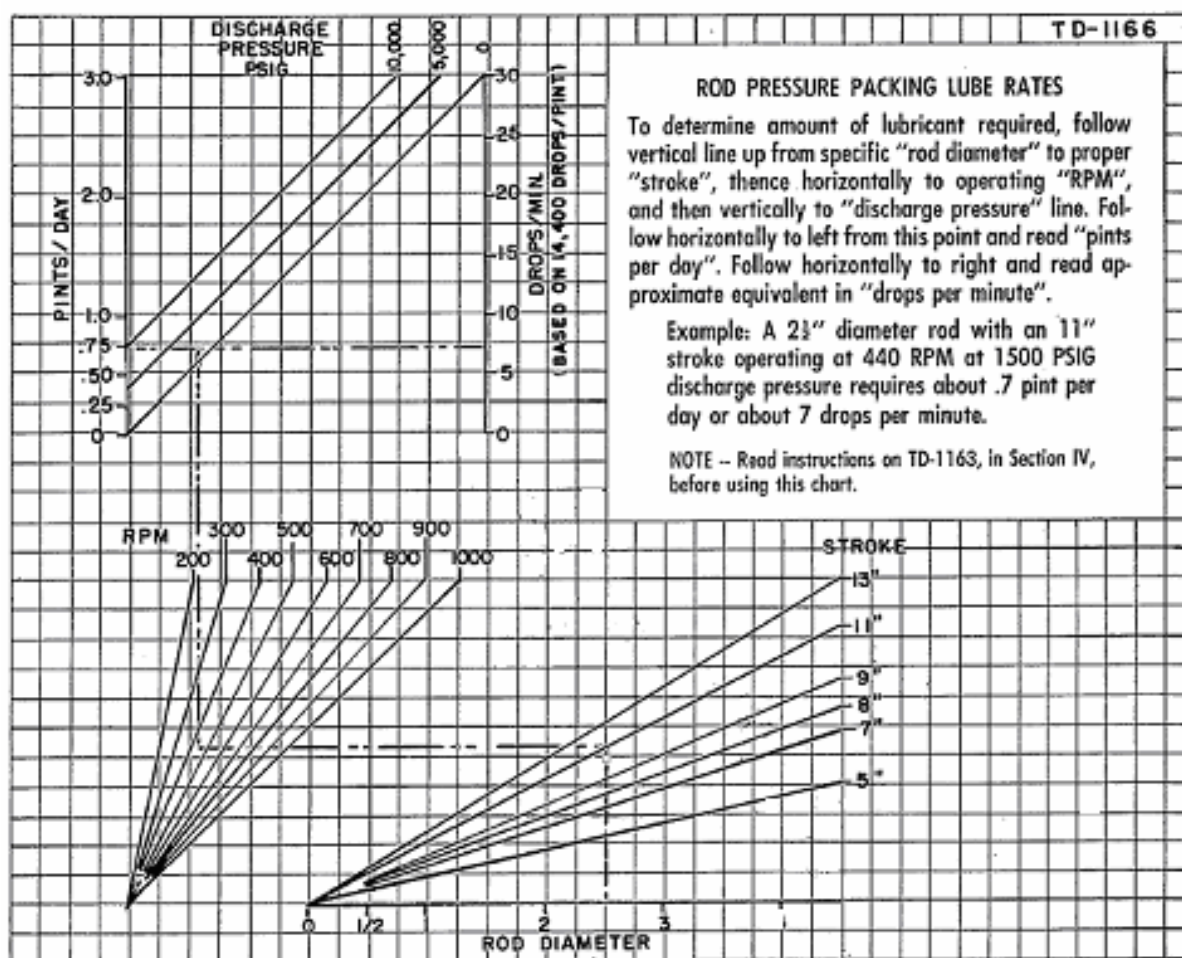
۴- زیاد بودن اختلاف ضریب انبساط رینگ ها و Rod Piston .

۵- Run out بیشتر از حد مجاز Rod Piston .

مقدار روغن مورد نیاز رینگ های اب بندی

برای کاهش دادن اصطکاک بین پکینگ رینگ ها و دسته پیستون و جذب و انتقال حرارت ناشی از آن در اکثر کمپرسورهای رفت و برگشتی پکینگ رینگ ها نیاز به روانکاری دارند. مقدار روغن جهت روانکاری رینگ های اب بندی بستگی به فشار داخل استافین باکس دور کمپرسور مقدار کورس دسته پیستون و همچنین قطر آن دارد که منحنی های زیر مرجع مناسبی برای این کار می باشد. البته مطلوب است تجربیات کاری نفرات تعمیرات و عملیات نیز ملحوظ شود.

LUBRICATION RATES FOR COMPRESSOR PISTON ROD PRESSURE PACKING



مراقبت های ویژه از رینگ های آب بندی

- ۱- دقت در حمل قطعات و صدمه ندیدن آنها (ترک ، خط ، خش و ...)
- ۲- بستن آنها طبق توصیه های کارخانه های سازنده و نقشه ها
- ۳- تمیز کاری کلیه قسمت ها در حین بستن آنها
- ۴- اطمینان از هم محور بودن استافین باکس با Rod Piston .
- ۵- اطمینان از روغنکاری مناسب

۶- استفاده از روغنهای سنگین تر و به مقدار بیشتر هنگام نصب سیل های نو و حتی ریختن دستی روغن قبل از راه اندازی و کار کردن آن به مدت چندین ساعت در حالت Unload درحین ساین شدن سیل ها.

۷- با دقت حمل کردن سیل ها و هوشمندانه نصب کردن آنها

۸- بار گذاری تدریجی روی کمپرسور

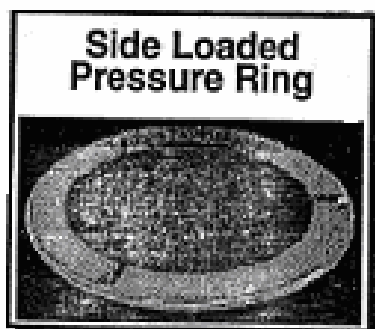
۹- اطمینان از عملکرد سیستم خنک کاری

۱۰- مراقبت از Rod Piston در موقع حمل و محافظت محل قرار گیری سیل ها روی آن .

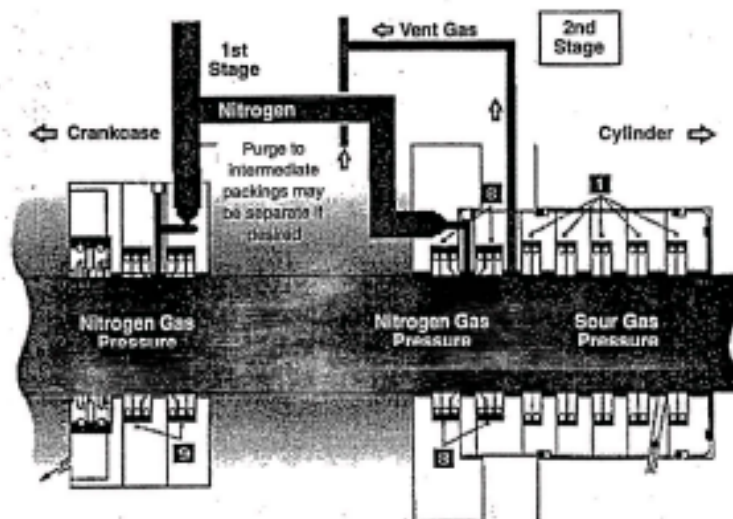
لازم به توضیح است که در قسمت انتهائی محفظه استافین باکس و از بین Packing Ring های و آخری و یکی مانده به آخر مسیری به عنوان Vent در نظر گرفته شده که بسته به شرایط عملیاتی گازهای نشت شده به اتمسفر به یک محیط Safe مثل Flare منتقل می شود که با استفاده از Flow Meter یا نصب یک عدد Pressure Gage مقدار گازهای نشت شده قابل اندازه گیری است و وقتی نشتی از حد مجاز بالاتر می رود باید سیل ها جهت تعمیر در اختیار تعمیرات قرار داده شود .

همچنین با لمس کردن مسیر Vent نیز می توان پی به وضعیت Seal ها برد هر چه این مسیر گرمتر باشد مبین نشت زیاد گاز از داخل کمپرسور به طرف بیرون است .

جهت اب بندی بهتر کمپرسور های رفت و برگشتی در سال های اخیر رینگ های اب بندی وارد صنعت شده است که از لحاظ اصول کارونحوه آب بندی باسیستم های قدیمی مشابه اند ولی از لحاظ شکل ظاهری و فرم ایرودینامیکی لبه های قسمت های داخلی رینگ ها که مهمترین قسمت آب بندی است و همچنین نوع جنس استفاده شده با رینگ های قدیمی متفاوت بوده و شرایط کاردهی ونحوه آب بندی ومیزان نشتی وسایش دسته پیستون وهمچنین طول عمر آنها نسبت به پکینگ رینگ های قدیمی به مراتب بهتر وبالاتر است که در شکل زیر یک نمونه از ان نشان داده شده است.



جهت جلوگیری از نشت گاز های خطرناک به محیط اطراف و کنترل بیشتر بر گازهای نشت شده در محفظه های استافین باکس جدید نیز تغییراتی داده و با تزریق مقداری گاز مناسب بی اثر در قسمت انتهائی محفظه استافین باکس و ایجاد یک فشار مثبت در مقابل مسیر خروجی علاوه بر جلوگیری از نشت گاز داخل کمپرسور (که بزرگترین مشکل آب بندهای قدیمی است) به محیط اطراف باعث کم شدن نشتی نیز میگردد و گازهای نشت شده نیز پس از کنترل شدن (اندازه گیری مقدار ان) از طریق مسیر Vent به محیط مطمئنی هدایت می کنند .



لازم به توضیح است که در طراحی های جدیدتر خلاف طراحی های قدیمی مسیر های Vent کلیه مراحل کمپرسور جدا جدا بوده و تشخیص مرحله ای که دچار مشکل شده است بسیار راحت تر است.

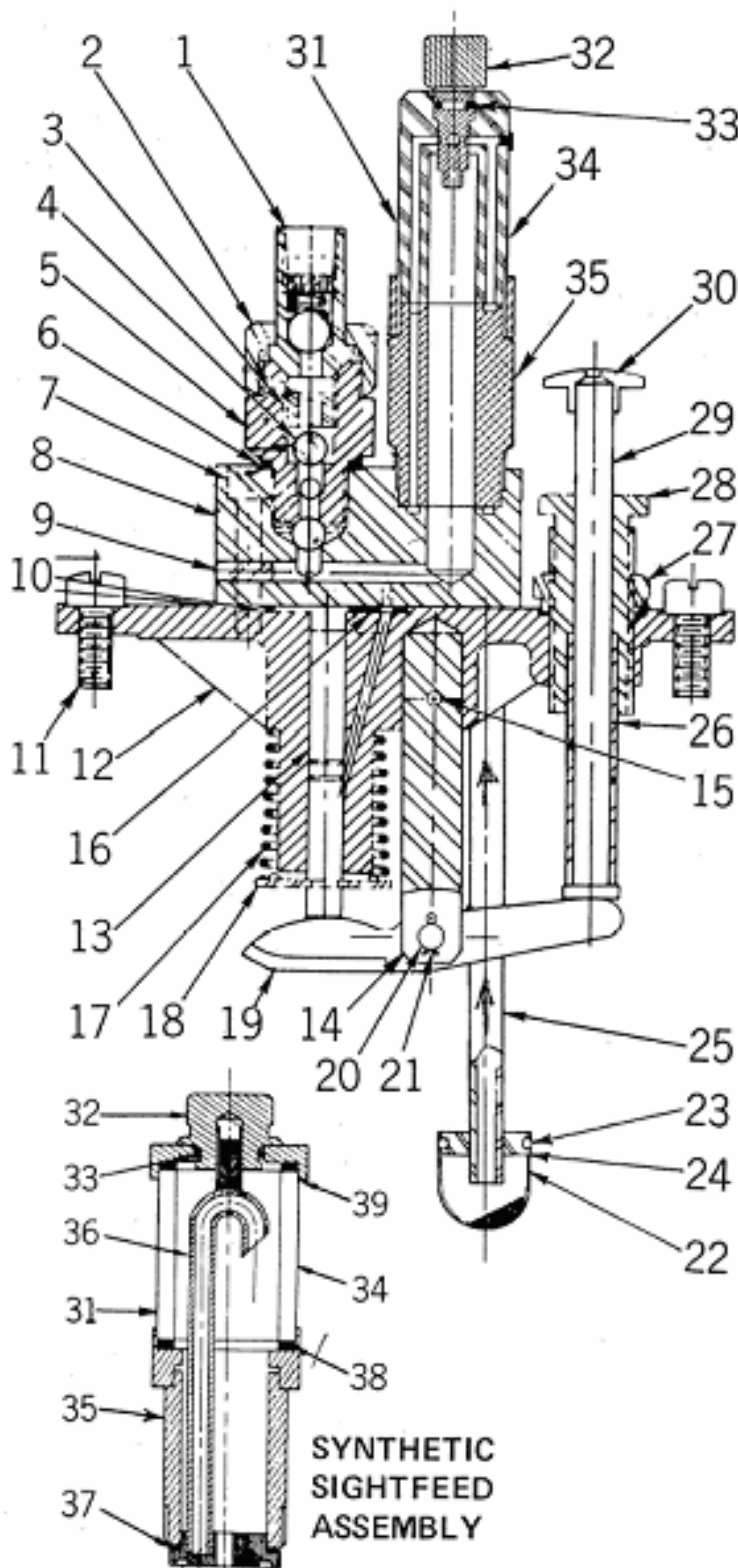
خنک کاری جدید استافینگ باکس ها

سیستم های روغنکاری قطره ای

روانکاری بین سیل ها و Rod Piston و همچنین روانکاری بین جداره های رینگ ها و داخل سیلندر کمپرسورهای رفت و برگشتی (بسته به نوع طراحی کمپرسور و سیستم عملیاتی) با استفاده از سیستم های روغنکاری قطره ای روغنکاری می شوند که این سیستم شامل تعدادی پمپ پلاستیکی رفت و برگشتی قابل تنظیم است که همگی از طریق یک میل بادامک که توسط چرخ دنده با محور میل لنگ می چرخد (یا با استفاده از یک الکترو موتور جداگانه) و روی محفظه ای به عنوان Manzel Lubricator که مخزن روغن نیز می باشد نصب شده و توسط لوله ها St.St مقدار روغن مورد نیاز این قسمت ها را تامین و ارسال می کند . در شکل زیر شمائی از یک عدد پمپ قطره ای نوع پلانجری رفت و برگشتی نشان داده شده است که حرکت آن توسط میل بادامکی که بامیل لنگ حرکت می کند انجام می شود (فشرده کردن) و فنر (مرحله مکش) زیر آن انجام می شود .

وقتی پلانجر به سمت پایین حرکت می کند در اثر تغییر حجم حاصله داخل سیلندر پمپ یک خلأ نسبی بوجود می آید و باعث وارد شدن روغن از طریق صافی مسیر لوله ورودی یا Drip Tube و Sight Glass می شود و با حرکت کردن پلانجر به سمت بالا (با نیروی میل بادامک) شیر یک طرفه ورودی مسیر ورودی بسته می شود و با بالا رفتن فشار داخل سیلندر شیر یک طرفه خروجی باز می شود و روغن از طریق لوله ها به جاهای مورد نظر پمپاژ و رانده می شود .

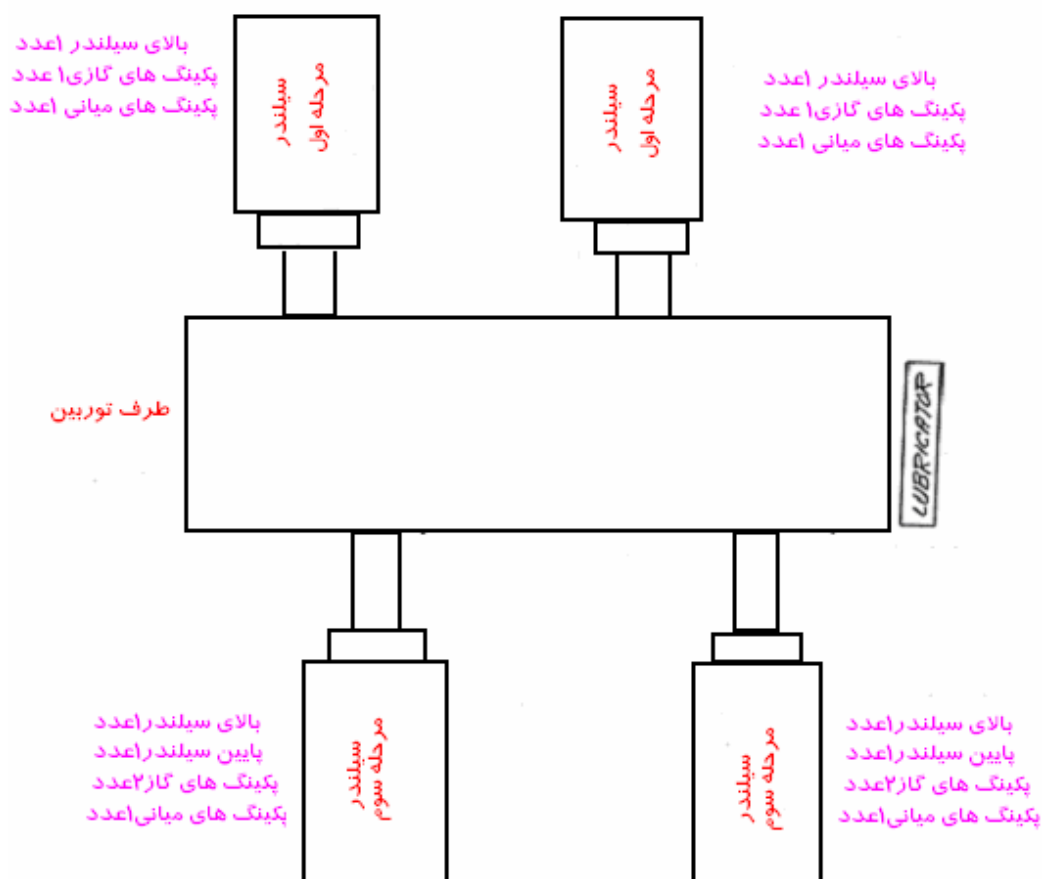
لازم به توضیح است که هر پمپ قطره ای فقط یک قسمت را روغنکاری می کند و برای روغنکاری جاهای مختلف مثل بالای سیلندرها ، پایین سیلندرها و سیل های مراحل مختلف نیاز به پمپ های قطره ای متعددی است که همگی روی مجموعه Manzel Lubricator نصب شده اند .



KEY NO.	DESCRIPTION
1	Union Sleeve Ass'y
2	Union Nut
3	Valve Stop
4	Check Ball
5	Discharge
6	Connector
7	Washer
8	Sightfeed Block
9	Plug
10	"O" Ring
11	Pump Screw
12	Pump Body
13	Plunger
14	Rocker
15	Arm Support
16	Pin
17	"O" Ring
18	Plunger Spring
19	Spring Retainer
20	Rocker Arm
21	Rocker Arm Pin
22	Cotter Pin
23	Strainer
24	Wire
25	Strainer Plug
26	Suction Tube
27	Flushing
28	Unit Sleeve
29	Lock Nut
30	Adjusting Sleeve
31	Flushing
32	Unit Stem
33	Assembly
34	Button
35	Sightfeed Ass'y
36	Nozzle Plug Ass'y
37	"O" Ring
38	Sightfeed Glass
39	Extension & Collar Ass'y
40	Nozzle Ass'y for Synthetic
41	Fibre Washer for Above
42	Buna N Rubber for Syntheti
43	Sightfeed Cap for Synthetic

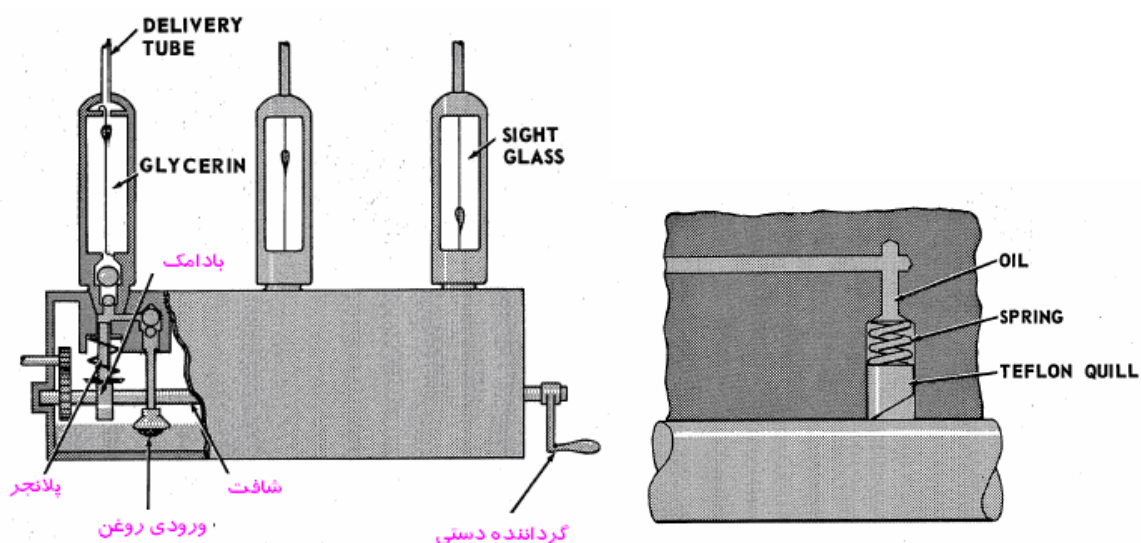
در جاهائی که قطر یا کورس راد پیستون زیاد باشد و نیاز به روغن بیشتری است بهتر است تزریق روغن در چند نقطه (و به مقدار کمتر) انجام شود مثلاً قسمت های بالا و پایین سیلندر و

در شکل زیر نقاطی از کمپرسورهای C-601 توسط پمپ های قطره ای روغنکاری می شوند نشان داده شده است.

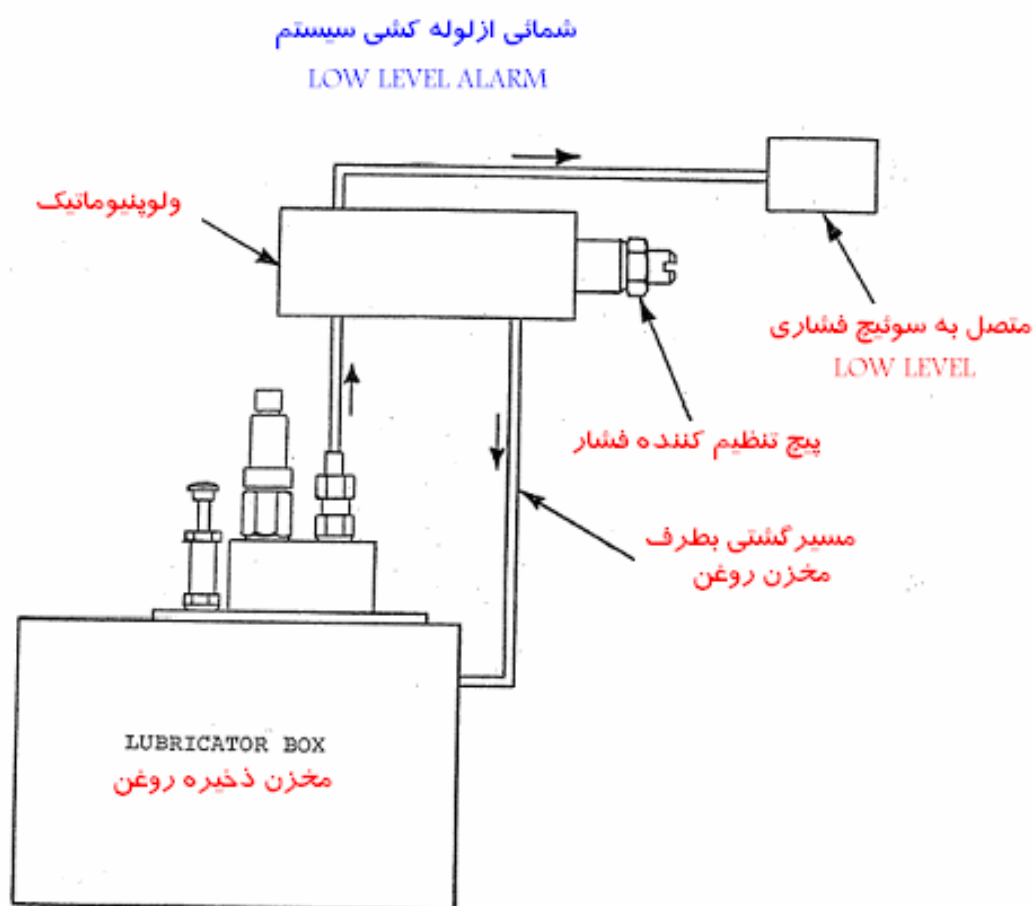


همچنین برای جلوگیری از برگشت گاز داخل کمپرسور به داخل لوله های روغن معمولاً از Check Valve استفاده می شود تا امکان عکس شدن جریان گاز به داخل روغن که خیلی مواقع می تواند خطرناک هم باشد جلوگیری شود.

در شکل زیر شمائی ازان نشان داده شده است.



همچنین در بیشتر کمپرسورها جهت بالا بردن ایمنی سیستم روغنکاری برای موقعیتی که سطح روغن داخل Manzel Lubricator از حدی پایین تر می رود از یک پمپ قطره ای که لوله ورودی آن در داخل مخزن کمی بالاتر از لوله پمپ های دیگر است و همراه با بقیه پمپ ها کار می کند استفاده می شود. این پمپ روغن تحت فشار را روی یک عدد Pressure Switch اعمال می کند و وقتی سطح روغن از حد مورد نظر پایین تر می رود این پمپ از کار می افتد و باعث کم شدن فشار روغن و تحریک Pressure Switch می شود که این سیستم متصل به قسمت Alarm کمپرسور است و اثری اعلام می کند که Level روغن در مخزن پایین رفته است .



انواع آب بندی کمپرسورهای رفت و برگشتی

برای جلوگیری از خارج شدن گاز داخل کمپرسور به فضای بیرون و ممانعت از مخلوط شدن روغن و گاز خروجی از سیل ها و همچنین برای جلوگیری از فرار روغن تزریقی روی کفشک های بالاپایینی کراس هد از سه عدد استافین باکس جهت آب بندی قسمت های مختلف استفاده می شود که شامل:

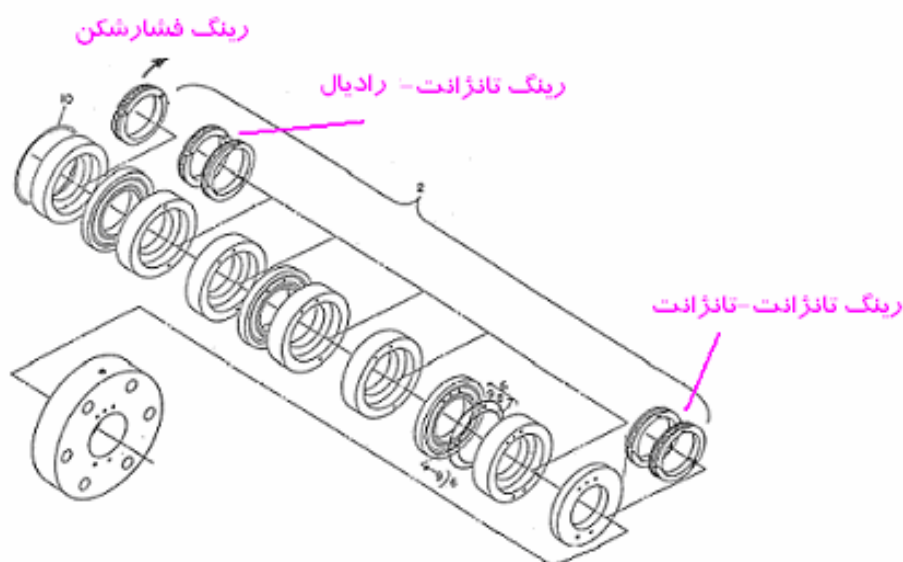
۱- سیل های اصلی Gas seal

۲- سیل های میانی Center Seal

۳- سیل های روغنی Wiper Ring

سیل های اصلی Gas Seals

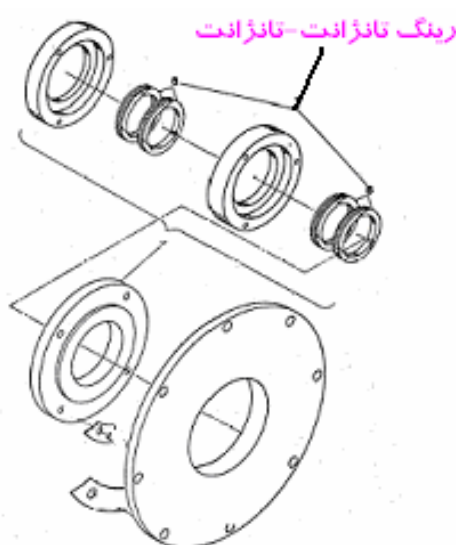
برای جلوگیری از خارج شدن گاز داخل کمپرسور به محیط بیرون روی قسمت ته سیلندر نصب می شود و آنجا را آب بندی می کند که از سری رینگ های تانژانت - رادیال با آرایش مختلف بعلاوه Back Up Ring ها و Pressure Breaker Ring ها استفاده می شود که قبلا راجع به آنها توضیح داده شده که باید طبق آرایش توصیه شده توسط کارخانه سازنده یا نقشه ها نصب گردد .



شمائی از سیستم آب بندی مرحله سوم کمپرسورهای C-601

سیل های میانی Center Seals

که برای آب بندی گاز نشت شده از سیل های اصلی و جلوگیری از مخلوط شدن آن با روغن در قسمت انتهائی Yoke نصب می شود که به واسطه پایین بودن فشار این ناحیه معمولا در اکثر کمپرسورها از سری رینگ های دو تانژانتی و به تعداد توصیه شده طبق نقشه های کارخانه سازنده استفاده می شود .

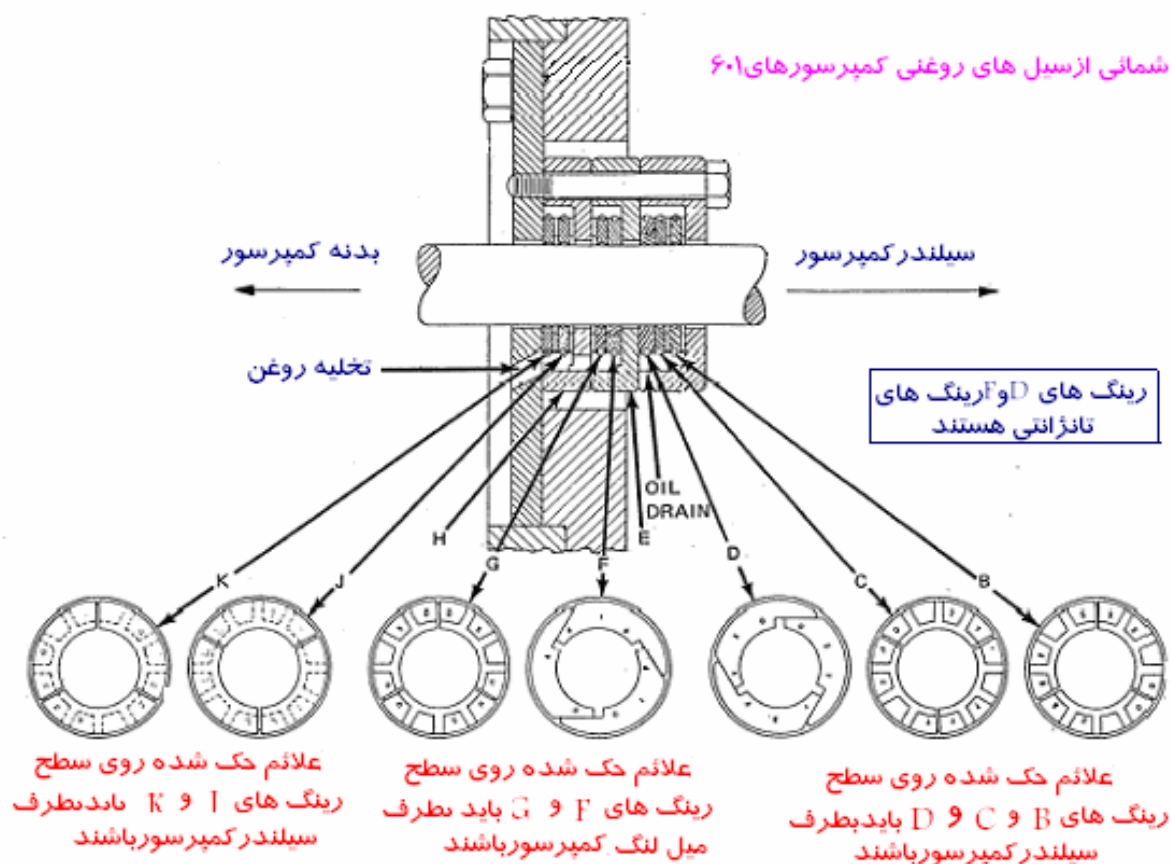


شمائی از سیل های میانی CENTER SEAL کمپرسورهای ۶۰۱

لازم به توضیح است که در اکثر کمپرسورها گاز نشت شده در این محفظه از طریق Vent ای که در قسمت بالای این محفظه قرار دارد به سمت اتمسفر منتقل می شود و روغن هایی که کار روغن کرای سیل ها را انجام داده اند نیز از طریق قسمت پایین این محفظه و از طریق این Drain بصورت پریودیک تخلیه می شود

سیل های روغنی Wiper Rings

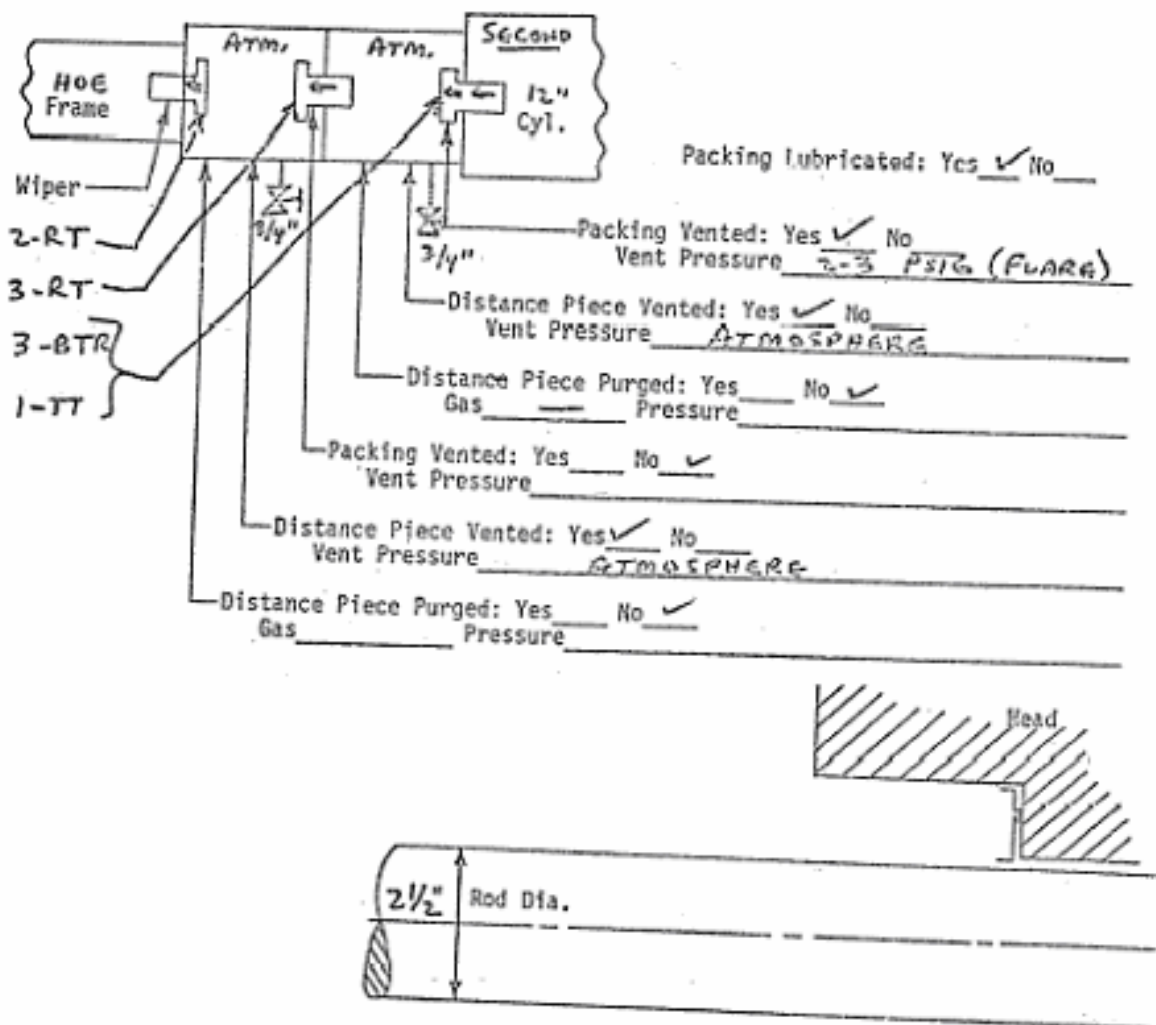
برای جلوگیری از پرتاب شدن روغنی که برای روغنکاری سیستم Cross Head (توسط سیستم Lube oil) استفاده می شود به سمت داخل کمپرسور از رینگ های روغنی که بصورت رینگ های شعاعی و با فرم مخصوص اند استفاده می شود (از طرف Cross Head) و برای کم کردن نشتی و



عدم ورود گازی که احتمالا از سیل های میان خارج شده به داخل سیستم روغن از یک یا چند Set سیل تانژانسی دوبله بعد از سیل های روغنی (به طرف کمپرسور) استفاده می شود که از نفوذ گاز به داخل روغن ممانعت می کند که به این مجموعه Stuffer And Packing گفته می شود و حتماً باید طبق توصیه های کارخانه سازنده و نقشه های اجرایی نصب گردند .

نقشه های سیل های کمپرسورهای کارخانه COOPER

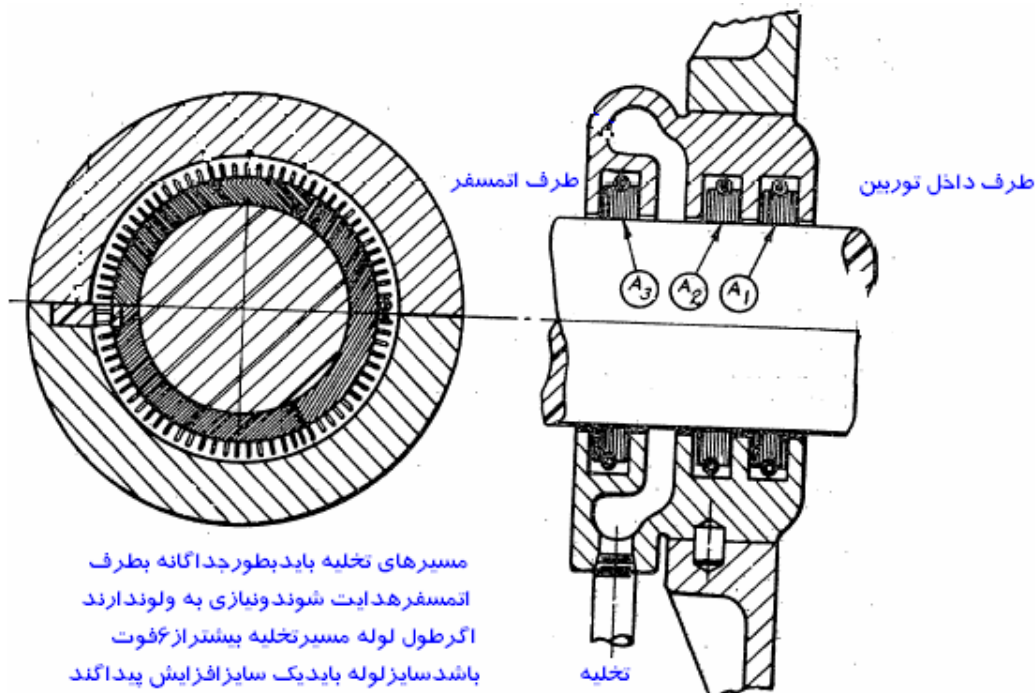
بعضی از کارخانجات سازنده کمپرسور مثل شرکت COOPER نقشه های اجرایی تمامی سیل های اصلی میانی و روغنی را بصورت زیر مشخص می کنند و تعداد سیل های هر قسمت و نوع آنها را در کنار آنها مشخص می کنند که همینطور که ملاحظه می شود سیل های اصلی از نوع رادیال تانژانت و بکاپ رینگ (سه کاسه) و یک کاسه دآبل تانژانت و سیل های میانی از نوع تانژانت رادیال (در سه کاسه) و سیل های آخری از نوع تانژانت رادیال و وایپر رینگ است بعلاوه اینکه قطر رادیستون نیز دوونیم اینچ است.



- T = Tangent cut ring (toward sealing face)
- R = Radial cut ring (toward greater pressure)
- R_o = Radial cut ring with off-set spring for side loading
- SF = Sealing face
- B = Back-up ring (anti-extrusion ring)

کربن رینگ های توربین های بخار Carbon Seal Ring

یکی دیگر از کاربردهای دیگر Floating Ring ها کربن رینگ هایی است که به عنوان یکی از انواع آب های مورد استفاده در توربین های بخار است که برای آب بندی بخار داخل توربین در قسمت فشار بالا به محیط بیرون و همچنین برای ممانعت از ورود هوا به داخل توربین در قسمت پایین (خروجی) فشار استفاده می شود. (البته از آب بند های دیگری نیز مثل لیپرینت ها نیز برای آب بندی توربین های بخار استفاده می شود که در بخش قبلی با عنوان آب بند های فلزی مورد بحث قرار گرفت). کربن رینگ ها به صورت چندتایی روی محور نصب می شوند که هر کدام مقداری افت فشار در مسیر بخاری که از توربین می خواهد خارج شود ایجاد می کنند و مورد استفاده آنها بیشتر روی توربین های بخاری است که فشار و سرعت پایین دارند و جنس آنها در درجه حرارت های پایین معمولاً از گرافیت های معمولی است و در سرعت ها و فشارهای بالا از کربن رینگ های مخصوص (که برای بالا بردن مقاومت آن از فلزاتی نظیر مس و اضافه می شود) استفاده می شود که بصورت سه تکه (با قوس ۱۲۰ درجه) که توسط یک فنر Gater Spring روی محور نصب می شوند و برای جلوگیری از چرخش آنها از یک رینگ ممانعت کننده به اسم Stop Piece استفاده می شود.



معمولاً رینگی که در سمت فشار قرار می گیرد کلرنس آن با شافت کمی بیشتر از رینگ های دیگر است و رینگ هایی که در قسمت فشار پایین قرار دارند دارای کمترین کلرنس با محورند که در حین نصب باید مراعات شوند در غیر این صورت باعث شکسته شدن رینگ و کاهش شدید طول عمر آن یانشتی زیاد می شود. البته به دلیل فاصله ای که بین محور و کربن رینگ ها وجود دارد همواره مقداری نشتی وجود دارد که برای ممانعت از ورود بخارات خارج شده از توربین به محوطه بیرون و نفوذ آن به داخل محفظه هوزینگ بر رینگ در قسمت انتهایی رینگ های آب بندی مسیری برای تخلیه بخارت تعبیه شده که توسط سیستم لوله کشی در توربین های کوچک که نشتی کم است به محیط بیرون و در توربین های بزرگ که نشتی قابل صرف نظر نیست روی

سیستم Gland Condensor منتقل می شود که با فشار منفی که در داخل آن برقرار است بخارات به سمت آن مکیده می شود و به آب مقطر تبدیل می شود و مجدداً وارد بویلر می شود که صرفه جویی زیاد اقتصادی رانیز در پی خواهد داشت. لازم به توضیح است که مسیر Drain به هیچ وجه نباید مسدود شود (و حتی نصب ولو هم در این مسیر مجاز نیست) زیرا باعث افزایش فشار در این ناحیه شده و باعث خارج شدن بخار از زیر کربن رینگ انتهایی و ورود آن به محفظه هوزینگ برینگ ها می شود.

همچنین در مواردی که پکینگ در شرایط خلا کار می کند (فشار داخل توربین کمتر از فشار جو است) برای جلوگیری از نفوذ هوا به داخل توربین از مسیر Drain مقداری بخار وارد توربین می شود که مقداری از آنها داخل توربین می شود و مقداری هم ممکن است به محیط اطراف نشت داشته باشد که به دلیل بالاتر بودن فشار آن نسبت به فشار جو باعث پس زدن هوا و جلوگیری از نفوذ آن به توربین می شود که البته امکان وارد شدن آن به هوزینگ برینگ نیز وجود دارد که برای مرتفع شدن آن نیاز به تغییراتی است که در آب بند های لایبرینتی راجع به آن بحث شد

لازم به توضیح است که کربن رینگ ها از نظر شعاعی و محوری داخل محفظه Carbon Gland آزادند و تنها کم بودن کلرنس و فاصله آنها با شافت برای آب بندی کفایت نمی کند بلکه باید سطوح جانبی آنها و همچنین سطوح گلند که کربن رینگ روی آن قرار می گیرد باید کاملاً بر شافت عمود باشد و کاملاً صاف و صیقلی باشد در غیر این صورت باعث نشتی بخار از پشت کربن رینگ می شود.

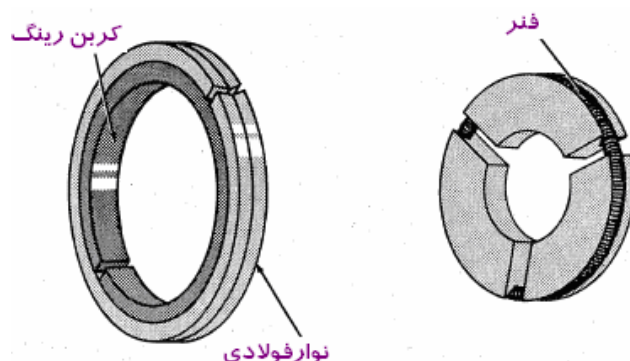
روانکاری بین کربن رینگ و محور با بخاری که از زیر پکینگ ها خارج می شود انجام می شود و شافت در ناحیه قرارگیری پکینگ باید سخت شده باشد و کاملاً سنگ خورده باشد تا مسائل سایشی کمتر شود

لازم به توضیح است که برای صرفه جویی و کاهش هزینه ها در سال های اخیر باطراحی سیستم های جدید آب بندی بنام Dry Gas Seals برای آب بندی توربین های بخار باعث نشتی در حد بسیار پایین می شود که در بخش های اتی در رابطه با ساختمان و اصول کار آنها بصورت مفصل بحث خواهد شد

آب بندهای ذغالی معمولاً بسته به نوع شرایط عملیاتی از کربن با گریدهای مختلف ساخته می شوند و به دلیل اصطکاک کمی که در مقابل حرکت چرخشی محور ایجاد می کنند بصورت موثر در کمپرسور های فشار پایین که گازهای غیر خطرناک را فشرده می کنند و یا باترکیبی از آب بندهای دندان ای یا لایبرینتی مورد استفاده قرار می گیرند.

همان طور که از اسم این آب بندها پیداست این آب بندها از حلقه های ذغالی ساخته شده اند که هر کدام از آنها از دو یاسه تکه تشکیل می شوند و توسط یک فنر Gater Spring که روی آنها قرار می گیرد روی محور بالقی کمی نصب می شوند. این حلقه ها در داخل محفظه خود آزاد هستند و توسط رینگ ممانعت کننده Stop Piece که روی آنها قرار داده می شود از چرخش آنها ممانعت می شود و محور در داخل آن براحتی می چرخد و نیازی به روغنکاری ندارند (گاز در حال نشت عبوری از بین قطعات نیز باعث ایجاد فاصله بین قطعات ثابت و متحرک می شود) ولی چرخش محور درون حلقه ذغالی باعث خورده شدن تدریجی آن می شود که پس از مدتی باید تعویض شوند.

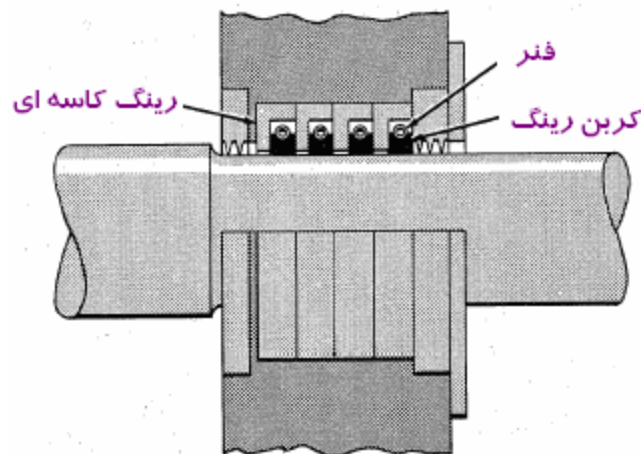
روی هر کدام از قطعات کربن رینگ ها علامت هائی حک شده است که در حین قرار دادن انها کنار یکدیگر باید دقت شود قطعاتی که علامت های انها با هم یکی است در کنار هم دیگر واقع شوند در غیر این صورت احتمال نشتی از فواصل بین انها زیاد است.



کربن رینگ ها به صورت چند تایی (چند عدد رینگ پشت سر هم) روی محور سوار می شوند که هر کدام از انها مقداری افت فشار و ممانعت در مسیر گاز ایجاد می کنند. به دلیل وجود نشتی جزئی که در این نوع اب بندها وجود دارد مورد استفاده انها بیشتر روی کمپرسور هائی است که فشار و دور پایینی داشته باشند. جنس کربن رینگ ها برای درجه حرارت های پایین معمولاً از گرافیت های معمولی است ولی در سرعت ها و فشار های بالا از کربن رینگ های با گرید بالاتر که برای بالابردن مقاومت انها از فلزاتی نظیر مس و... به کربن اضافه می شود و باروش خاصی تولید می شوند استفاده می شود.

معمولاً رینگی که در سمت فشار قرار می گیرد کلرنس ان با شافت کمی بیشتر از رینگ های دیگر است و رینگ های بعدی به تدریج کلرنس یالقی شان با محور کمتر می شود که در حین نصب باید مراعات شوند در غیر این صورت باعث شکسته شدن رینگ ها و کاهش شدید طول عمر ان یانشتی زیاد می شود. البته به دلیل فاصله ای که بین محور و کربن رینگ ها وجود دارد همواره مقداری نشتی وجود دارد که برای ممانعت از خروج گاز به محوطه بیرون در قسمت انتهایی رینگ های اب بندی مسیری برای تخلیه گاز های نشت شده تعبیه می شود. لازم به توضیح است که مسیر Drain به هیچ وجه نباید مسدود شود حتی نصب ولو هم در این مسیر مجاز نیست زیرا باعث افزایش فشار در این ناحیه شده و باعث خارج شدن گاز از زیر کربن رینگ انتهایی بطرف بیرون می شود.

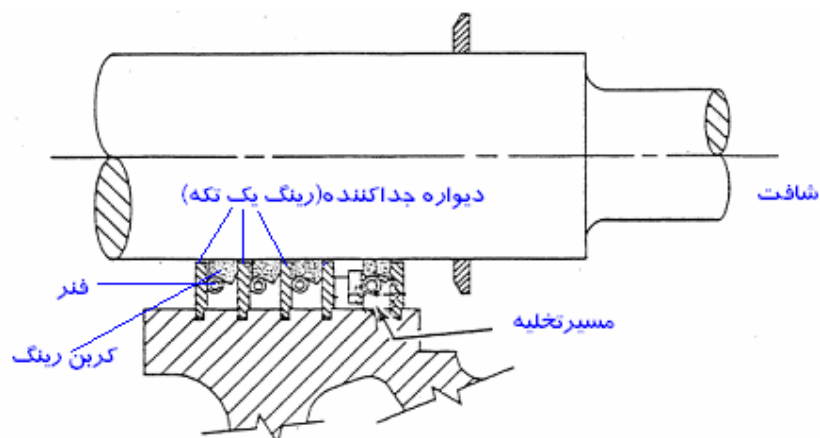
همانطور که قبلاً نیز اشاره شد اب بندهای ذغالی یا کربنی جز دسته Floating Packing Ring ها هستند. اصول کار این نوع رینگ ها به این صورت است که علاوه بر فاصله (لقی یا کلرنس) کمی که بین رینگ و محور وجود دارد و باعث جلوگیری از نشت گاز از زیر محور می شود، فشار گاز اب بند شونده نیز در جهت محوری روی رینگ ها اعمال می شود و باعث چسبیدن و تماس یک طرف سطح رینگ کربنی با سطح عمودی استافینگ باکس شده (محل قرار گرفتن رینگ) و از خارج شدن گاز از پشت رینگ جلوگیری می شود و در صورتی که این سطوح تماسی ناصاف باشند و یا ذرات روی انها رسوب کرده باشند یا تاب برداشتی داشته باشند و... باعث نشتی خواهد شد.



روانکاری بین کربن رینگ و محور توسط گازی که از زیر پکینگ رینگ ها خارج می شود انجام می شود شافت در ناحیه قرارگیری پکینگ رینگ ها باید سخت و کاملاً سنگ زده شده باشد تا مسائل سایشی کمتر شود. مسئله قابل توجه این که کربن رینگ ها از نظر شعاعی و محوری داخل محفظه Gland Carbon آزادند و تنها کم بودن کلرنس و فاصله آنها با شافت برای آب بندی کفایت نمی کند بلکه باید سطوح طرفین آنها و همچنین سطوح کلند (در جهت محور) که سطح کربن رینگ روی آن قرار می گیرد کاملاً بر شافت عمود باشد و کاملاً صاف و صیقلی باشد در غیر این صورت باعث نشتی گاز از پشت کربن رینگ می شود.

به دلیل این که گلندهای محل قرارگیری کربن رینگ ها بصورت دوتکه Horizontal Split باید ساخته شوند جفت شدن آنها باید دیکر و همچنین تراشکاری آنها با مشکل مواجه است که اخیراً در بعضی از طراحی ها بجای دیواره های جداکننده در محفظه آب بندی که به روش ریخته گری ساخته می شود دیواره های محل قرارگیری کربن رینگ ها از رینگ های واشرمانندی که در داخل گلند قرار می گیرند استفاده می شود و حسن آن در این است که امکان تراشکاری و صیقل کردن آنها به جهت آب بندی پشت رینگ ها خیلی راحت تر است ولی از نظر نصب کربن رینگ ها کار کمی مشکل تر است.

در شکل زیر شمائی از این نوع طراحی نشان داده شده است.



یکی دیگر از معایب کربن رینگ ها عدم توان در آب بندی آنها برای فشارهای پایین است که امکان چسبیدن کربن رینگ ها در جداره محفظه آب بندی بطور کامل وجود ندارد و باعث می شود گاز از پشت کربن رینگ ها از داخل گلند کمپرسور خارج شود و ایجاد نشتی کند.

مکانیکال سیل ها Mechanical Seals

باعنایت به نشتی اجتناب ناپذیر سیستم های پکینگ درپمپ های گریزاز مرکز (برای روانکاری وخنک کاری پکینگ ها) و همچنین معایب دیگر پکینگ ها (که قبلا بحث شده) برای اب بندی پمپ های گریزاز مرکز که در دورها، فشارها، درجه حرارت ها و مایعات سمی و آتش زا کار می کنند از مکانیکال سیل ها استفاده می شود. ساختمان مکانیکال سیل ها از دو سطح خیلی صاف و صیقلی که یکی از آنها ثابت و در داخل سیل پلیت (بدنه) قرار می گیرد و دیگری که متحرک است و با محور می چرخد تشکیل شده که توسط فیلم نازکی از مایع پمپ شونده داخل محفظه استافین باکس که بین سطوح قرار می گیرد روانکاری شده و از تماس مستقیم سطوح اب بندی ممانعت می شود همچنین حرارت تولید شده به توسط مایع سیل فلشی Seal Flush که روی سطوح اب بندی در داخل محفظه اب بندی تزریق می شود خنک می شود

مزایای مکانیکال سیل ها

- ۱- نشتی خیلی کم و کاهش اتلاف مایع (نشتی در حد چند سانتی متر مکعب در ساعت است).
- ۲- هزینه نگهداری آنها پایین است.
- ۳- عدم نیاز به تنظیم و تعمیر مداوم.
- ۴- کم بودن سایش شافت یا سیلیو.
- ۵- توانائی سیل کردن بالا.
- ۶- تحمل فشار و سرعت بالا.
- ۷- قابل استفاده برای انواع مایعات.
- ۸ خاصیت خود تمیز کنندگی Self Cleaning.
- ۹- کمک نیروی گریزاز مرکز در جهت کم کردن نشتی.
- ۱۰- کاهش الودگی های زیست محیطی.
- ۱۱- کاهش خرابی یا تاقان ها ناشی از الودگی روغن.
- ۱۲- کاهش خوردگی به دلیل نشت فواره ای.
- ۱۳- کاهش تلفات مکانیکی (به دلیل کم بودن سطوح تماسی بایکدیگر).

معایب مکانیکال سیل ها

- ۱- زیاد بودن هزینه های اولیه (گرانی).
- ۲- عدم تحمل حرکت های محوری زیاد.
- ۳- مونتاژ و دمونتاژ آنها مشکل تراست و نیاز به افراد متخصص دارد
- ۴- خرابی ناگهانی که باعث نشتی ناگهانی می شود.

ساختمان مکانیکال سیل ها

کلیه مکانیکال سیل ها از اجزا و قطعات زیر تشکیل شده اند:

الف-اب بندهای اولیه Primary Seal

که از دو صفحه بسیار صاف و پرداخت شده تشکیل شده که یکی از آنها روی بدنه پمپ ثابت است و به آن سطح ثابت اب بندی یا Stationary Seal Ring و دیگری سطح دوار اب بندی یا Rotary Seal Ring که روی شافت یا Sleeve نصب می شود و با سرعت محوری چرخد و در اثر حرکت نسبی دو سطح و اعمال نیروهای هیدرو دینامیکی و هیدرولیکی و نیروی فنربه اندازه ناچیزی (حدود 0.005mm) از هم دیگر فاصله می گیرند که باعث ایجاد فیلم سیال بین دو سطح می گردد و نشتی به حداقل قابل قبول می رسد. وجود این فیلم سیال از اصطکاک و سایش سطوح اب بندی که ایجاد حرارت زیادی کند جلوگیری می کند و حرارت تولید شده را به حداقل قابل قبول می رساند هر چه خاصیت روانکاری سیال اب بندشونده بهتر باشد طول عمر قطعات افزایش پیدا خواهد نمود.

ب-اب بندهای ثانویه Secondary Seals یا اب بندهای داخلی که قسمت های مختلف زیر را رانسبت به هم اب بندی می کند و شامل اب بندهای زیر است:

۱- اب بند غلاف Sleeve Packing که برای اب بندی بین غلاف و محور بکار می رود

۲- اب بند رتوری Rotary Seal Ring Packing که جهت اب بندی زیر رتوری و محور با غلاف استفاده می شود.

۳- اب بند کربن یا Stationary Seal Ring Packing

۴- اب بند گلند یا Gland Packing که گلندر انسبت به بدنه لب بندی می کند.

پ- اجزای سخت افزار اب بند شامل:

که بسته به نوع مکانیکال سیل و طراحی آن از جنس های مختلفی ساخته می شوند.

۱- گلند یا Seal Plate که محل قرارگیری رینگ ثابت اب بندی است و مجموعه مکانیکال سیل به توسط آن روی بدنه محفظه اب بندی Stuffing Box نصب می گردد. لازم به توضیح است که استافین باکس ثانویه که برای ممانعت از خروج مواد نشت شده (یا بخار اب شستشو کننده یا خنک کننده) به محیط اطراف استفاده می شود در پشت سیل پلیت قرار می گیرد.

۲- غلاف یا Sleeve که برای ممانعت از خراب شدن شافت در اکثر مکانیکال سیل هایی که بصورت کارتریج نصب می شوند مورد استفاده قرار می گیرد که از یک طرف قطعه متحرک (دوار) مکانیکال سیل همراه مجموعه فنری روی آن قرار می گیرند و از طرف دیگر مجموعه قطعات ثابت و متحرک روی آن مونتاژ و روی محور نصب می شوند.

۳- تعدادی پیچ L-Screw و مهره Lock Nut برای نصب و مونتاژ قطعات روی یکدیگر استفاده می شود و همچنین پین ها و رینگ ها.

ت-اجزائی که سطوح اب بندی راروی هم قرار می دهند که شامل مجموعه فنری (انواع فنرها) ویا بلوزها (بلوزهای فلزی یا لاستیکی) هستند که برای اطمینان از قرار گرفتن قطعات ثابت و متحرک مکانیکال سیل درحین حرکت دستگاه مورد استفاده قرار می گیرند.

که دربخش های اتی بطور مفصل راجع به موارد ذکر شده فوق بحث خواهد شد.

طبقه بندی مکانیکال سیل ها

مکانیکال سیل ها از انواع اب بندهائی اند که در شرایط عملیاتی بسیار متعددی از قبیل فشارهای بالا درجه حرارت های بالا ورنج وسیعی از مایعات اعم از مایعات خورنده، مایعات سمی و سرطان زا و خطرناک مایعات رسوبی و مایعات کثیف و..... قابل استفاده اند و با توجه به اینکه از نظر ساختمان کلی و اصول کار با هم یکسانند ولی از نظر شکل ظاهری و نوع طراحی بسته به شرایط عملیاتی که دران اب بندی می کنند باهم متفاوتند که در این فصل سعی شده است انواع طراحی ها و موارد کاربرد و مزایا و معایب هر کدام از آنها مورد بحث و بررسی قرار گیرد .

انواع مختلف طراحی های متداول مکانیکال سیل ها شامل:

۱- مکانیکال سیل های داخلی و خارجی Inside & Outside Mechanical Seals

۲- مکانیکال سیل های تکی و دوتایی Double & Single Mechanical Seals

الف- مکانیکال سیل های دوبله Double Mechanical Seals

ب- مکانیکال سیل های نوع Tandem

پ- مکانیکال سیل نوع Dual Tandem

۳- مکانیکال سیل های فشاری و غیر فشاری Pusher & Non Pusher Type Mechanical Seal

الف- مکانیکال سیل های نوع بلوز لاستیکی Elastomeric Bellows Mechanical Seals

ب- مکانیکال سیل های بلوز فلزی Metalic Bellows Mechanical Seals

۴- مکانیکال سیل های ثابت و دوار Rotating & Stationary Floating Mechanical Seals

۵- مکانیکال سیل های بالانس شده و بالانس نشده Balanced & Unbalanced Mechanical Seals

۶- اب بندهای کارتریج و غیر کارتریج Cartridge & Non Cartridge Seals

که ذیلا به موارد کاربرد آنها پرداخته می شود.

مکانیکال سیل های داخلی و خارجی Inside & Outside Mechanical Seals

مکانیکال سیل ها از لحاظ نحوه نصب روی پمپ و محفظه اب بندی در سه دسته زیر طبقه بندی می شوند:

الف- مکانیکال سیل های داخلی Inside Mechanical Seals

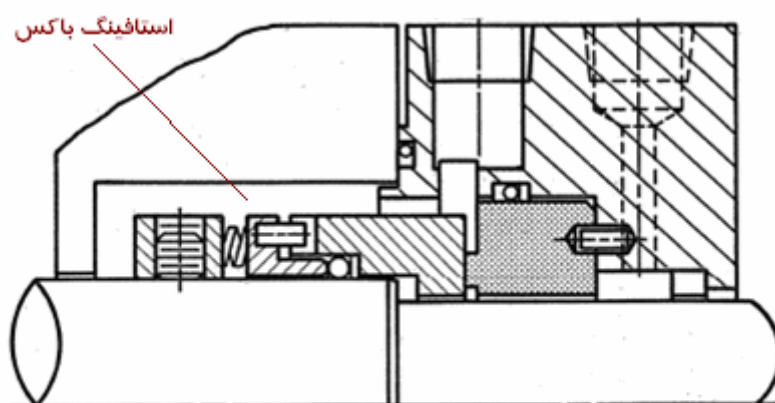
ب- مکانیکال سیل های خارجی Outside Mechanical Seals

ج- مکانیکال سیل های داخلی- خارجی Inside & Outside Mechanical Seals

اگر مایع سیل شونده با قسمت قطر خارجی مکانیکال سیل در تماس باشد به آن مکانیکال سیل نوع داخلی گفته می شود و اگر مایع سیل شونده با قسمت قطر داخلی آن در تماس باشد به آن مکانیکال سیل نوع خارجی گفته می شود و یا به عبارت دیگر اگر مکانیکال سیل در داخل محفظه آب بندی واقع شود به آن مکانیکال سیل داخلی گفته می شود و در صورتی بیرون محفظه آب بندی نصب شود به آن مکانیکال سیل خارجی گفته می شود.

مکانیکال سیل های داخلی Inside Mechanical Seals

شکل زیر یک مکانیکال سیل داخلی را نشان می دهد:



مکانیکال سیل داخلی

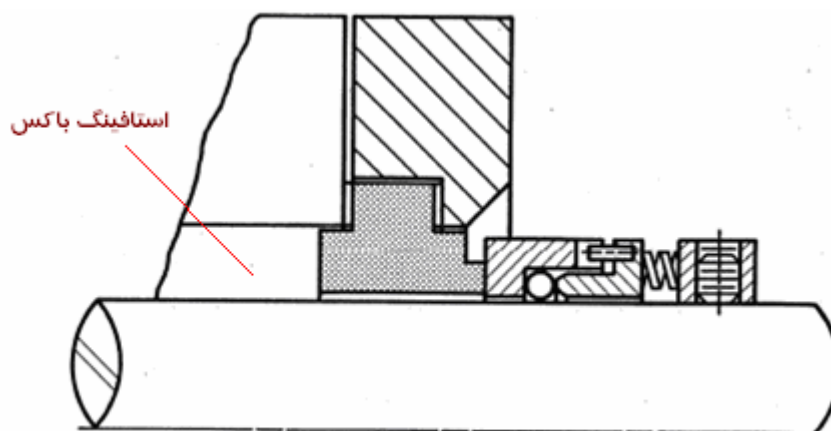
که مزایا و معایب و موارد کاربرد مکانیکال سیل داخلی به شرح زیر است:

- ۱- تمیز کاری سطوح آب بندی بصورت اتوماتیک بتوسط نیروی گریز از مرکز انجام می شود.
- ۲- در فشار های بالا قابل استفاده اند.
- ۳- نیاز به تعبیه محفظه استافینگ باکس دارند.
- ۴- خنک کاری بهتر و راحت تر سطوح آب بندی (بامایع پمپ شونده داخل محفظه آب بندی)
- ۵- نشتی کمتر به دلیل این که نیروی گریز از مرکز به کم کردن نشتی کمک می کند .
- ۶- استفاده از فشار داخل استافینگ باکس برای فشرده کردن سطوح آب بندی روی یکدیگر و ممانعت از نشتی.
- ۷- با نصب استافینگ باکس های ثانویه نشتی ها قابل کنترل ترند (در قسمت های اتی بیشتر راجع به آن بحث خواهد شد)

مکانیکال سیل های خارجی OutSide Mechanical Seals

موارد کاربرد مکانیکال سیل های خارجی برای مواردی که سیال پمپ شونده از نوع مواد بسیار خورنده است می باشد و به دلیل تماس کمتر قطعات بخصوص فنر با مایع داخل استافینگ باکس دارای طول عمر بالاتری نسبت به نوع طراحی داخلی است و حسن اصلی آن راحتی نصب و بازرسی و عیب یابی و قابلیت تنظیم از بیرون آن است. محدودیت استفاده آنها در فشار های بالا به دلیل این که فشار محفظه آب بندی باعث جدا شدن سطوح آب بندی می شود ولی احتمال ورود ذرات جامد بین سطوح آب بند در اثر نیروی گریز از مرکز نیز وجود دارد /

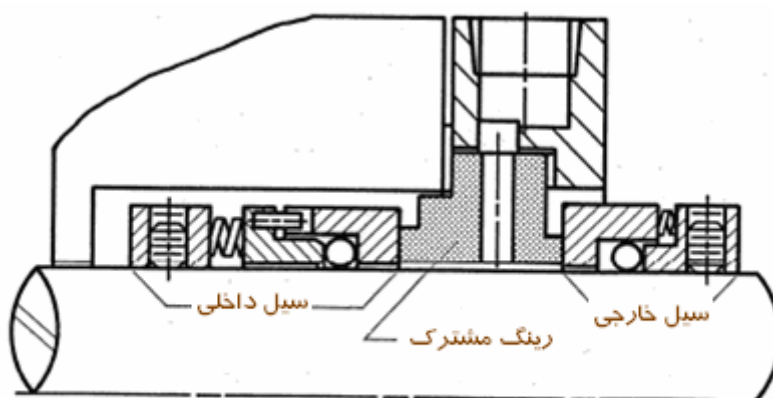
در این نوع طراحی در صورتی که محدودیت فضائی وجود داشته باشد، نیازی به تعبیه استافینگ باکس نیست و نیروی گریز از مرکز جهت روانکاری بهتر سطوح آب بندی کمک زیادی می کند. شکل زیر ساختمان یک مکانیکال سیل خارجی را نشان می دهد:



مکانیکال سیل خارجی

مکانیکال سیل های داخلی - خارجی Inside & Outside Mechanical Seals

این نوع مکانیکال سیل که از نوع مکانیکال سیل های دوبله به شمار می رود شامل دو عدد مکانیکال سیل است که یکی از آنها در داخل محفظه استافینگ باکس و دیگری خارج محفظه استافینگ باکس نصب می شوند برای مایعات خورنده ای مورد استفاده قرار می گیرد که مایع داخل پمپ به هیچ وجه نباید به محوطه بیرون از پمپ راه پیدا کند.



مکانیکال سیل دوبله داخلی-خارجی

مکانیکال سیل های تکی و دوتایی Double & Single Mechanical Seals

اگر در هر طرف پمپ (داخل یا خارج) از یک مکانیکال سیل استفاده شود به آن مکانیکال سیل تکی گفته می شود و در صورتی که بنا به ضرورت از دو عدد مکانیکال سیل استفاده شده شود به آن مکانیکال سیل دوبله یا دوتایی گفته می شود. در اکثر کاربردهای روتین از مکانیکال سیل های تکی استفاده می شود مگر در موارد زیر: موارد استفاده از مکانیکال سیل های دوتایی شامل: ۱- وقتی مواد سیل شونده خیلی خورنده باشد.

۲-وقتی که مواد سیل شونده دارای ذرات جامد باشد.

۳-وقتی که مواد سیل شونده سمی باشد.

۴-وقتی که مواد سیل شونده خیلی گران قیمت باشد.

۵-وقتی که مواد سیل شونده خاصیت روان کنندگی نداشته باشد.

۶-در پمپ های عمودی یا میکسر ها که مواد برای روان کنندگی وجود ندارد.

۷-برای مایعات سرطان زا.

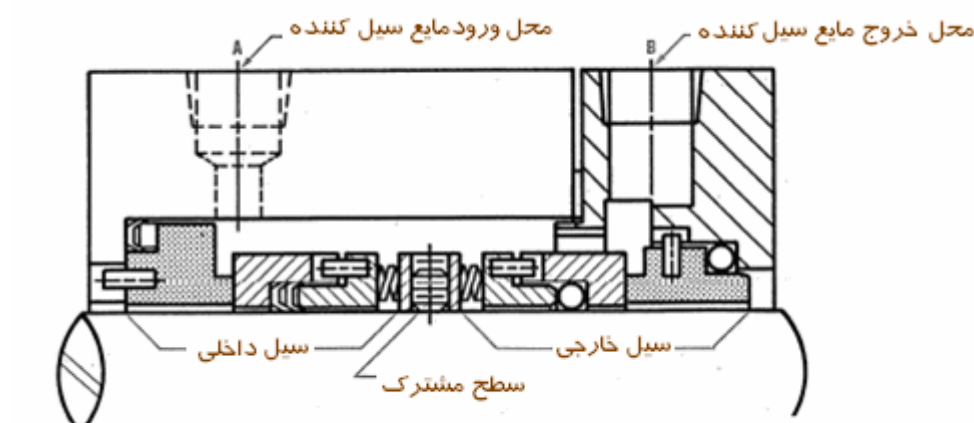
این نوع مکانیکال سیل ها بسته به شرایط عملیاتی از لحاظ نحوه نصب به ارایش های زیر تقسیم بندی می شوند:

الف-مکانیکال سیل های دوبله Double Mechanical Seals

ب-سیل های پشت سر هم Double Tandem Mechanical Seals

مکانیکال سیل های دوبله Double Mechanical Seals

این ارایش شامل دو مکانیکال سیل است که بصورت Face To Face یا Back To Back نصب می شوند :



مکانیکال سیل دوبله

موارد کاربرد مکانیکال سیل های دوبله شامل:

۱- برای مواد خورنده ای که مایع پمپ شونده خاصیت روانکاری نداشته باشد.

۲- برای مواد پمپ شونده ای که خیلی خورنده باشد

۳- برای اب بندی میکسر های عمودی که ارتفاع مایع در آن پایین است .

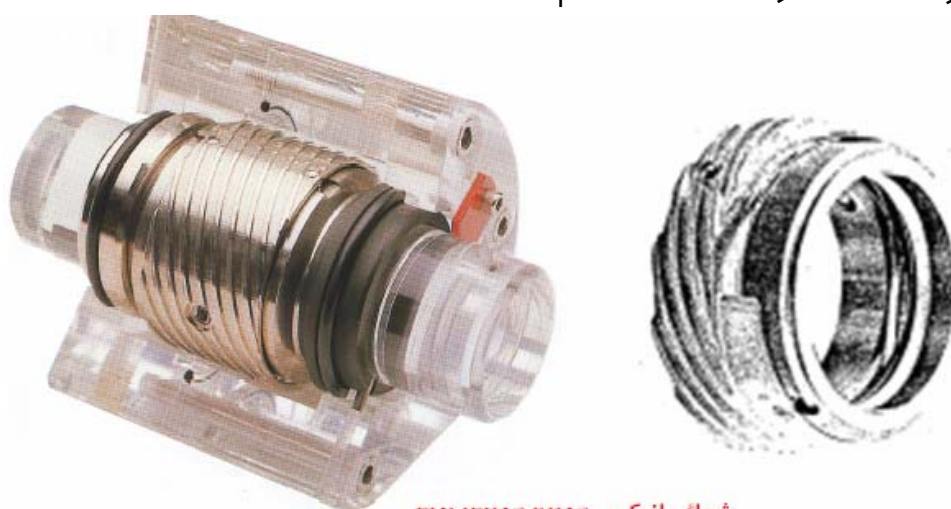
۴- برای جلوگیری از خارج شدن مایع پمپ به طرف بیرون .

در این طراحی محوطه بین دو مکانیکال سیل با مایعی مناسب که با مایع پمپ هم خوانی داشته باشد خاصیت روان کنندگی مناسبی نیز داشته باشد پیر می شود که به آن سیال مانع Barrier Fluid گفته می شود . با توجه به این که فشار سیال مانع Barrier Fluid باید بیشتر از فشار داخل پمپ باشد فیلم مایعی که برای روانکاری سطوح

لازم است از این ناحیه بین سطوح نفوذ می کند و پس ازان که کارروانکاری را انجام داد به دلیل اختلاف فشاری که بین ان و داخل پمپ یا فضای بیرون وجود دارد مقدار خیلی جزئی ان وارد پمپ و مقداری نیز به طرف بیرون پمپ نفوذ می کند و بدین ترتیب امکان وارد شدن مایع داخل پمپ که خاصیت روان کنندگی ندارد (یا سمی و خطرناک و یا گران قیمت است) بطرف بیرون یا بین سطوح داده نمی شود.

در این ارایش مکانیکال سیل جلویی برای ممانعت از خارج شدن مایع داخل پمپ به محفظه اب بندی و مکانیکال سیل پشتی برای اب بند کردن سیال مانع به فضای بیرون پمپ (محیط) مورد استفاده قرار می گیرد .

سیال مانع نیز توسط یک پمپ چرخ دنده ای که روی رتوری مکانیکال سیل نصب است و بان می چرخد Pumping Ring وارد یک کولر ابی یا هوایی که بیرون پمپ قرار گرفته می شود و پس از خنک شدن مجدداً وارد محفظه اب بندی می شود تا کار خنک کردن قطعات را انجام دهد.

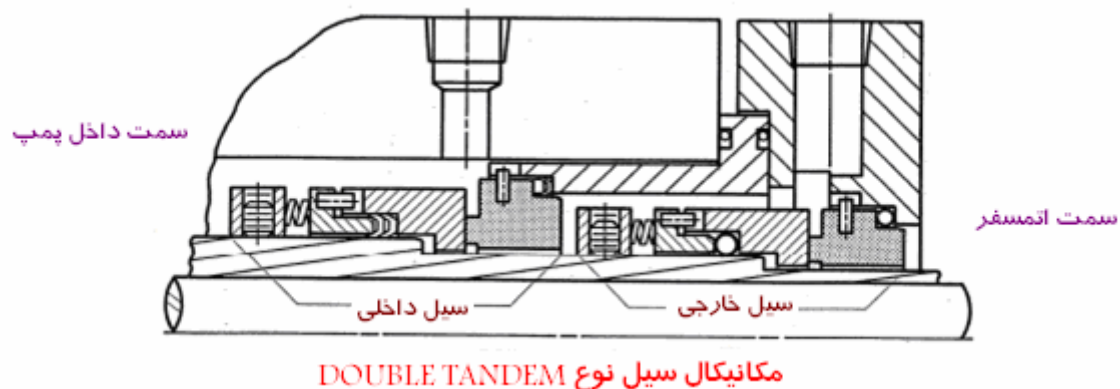


تشخیص نشی این نوع مکانیکال سیل بر اساس فشار سیال مانع است که در صورتی که کاهش پیدا کند مبین خرابی مکانیکال سیل است . اگر مکانیکال سیل بیرونی دچار مشکل شده باشد قابل مشاهده است و در صورتی که مکانیکال سیل بیرونی مشکلی نداشته باشد و فشار سیال مانع کم شود مبین خرابی مکانیکال سیل طرف داخلی است.

مکانیکال سیل های پشت سر هم Double Tandem Mechanical Seals

از این نوع مکانیکال سیل ها در جاهایی استفاده می شود که مایع داخل پمپ خیلی گران قیمت یا سمی و سرطان زا باشد و به هیچ وجه نباید به محیط بیرون نشت کند.

این ارایش شامل دو مکانیکال سیل است که بصورت سری یا پشت سر هم نصب می شوند. در این ارایش اگر سیل جلویی نشی پیدا کند مکانیکال سیل عقبی جلوی مواد نشت شده به بیرون را می گیرد. مکانیکال سیل جلویی (طرف داخل پمپ) با مایع پمپ در تماس است و وظیفه اب بندی مایع پمپ را بر عهده دارد و مکانیکال سیل پشتی که در قسمت سیال مانع قرار دارد وظیفه اب بندی سیال مانع و احتمالاً نشی های سیل جلویی را بر عهده دارد.



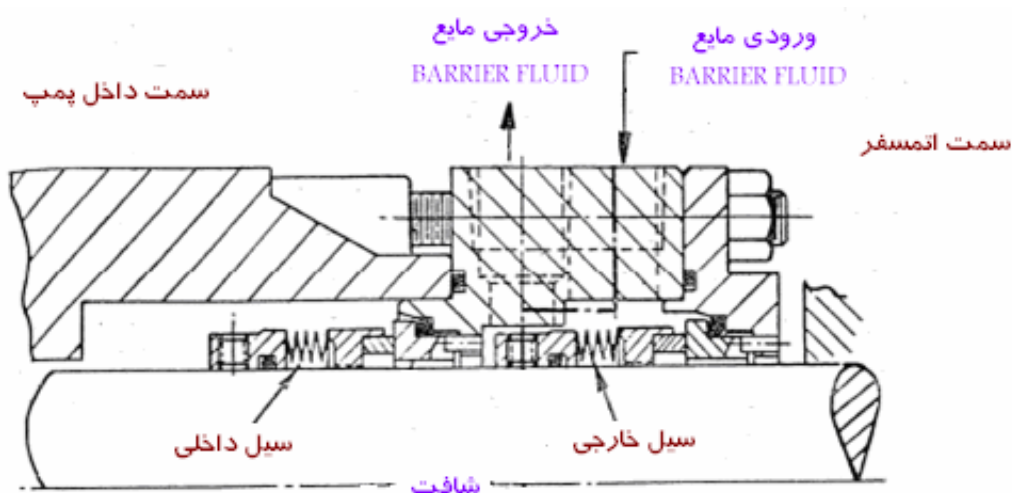
بسته به فشار سیال مانع که بیشتر یا کمتر از فشار پمپ باشد این مکانیکال سیل ها به دودسته تقسیم می شوند:

الف-Tandem Mechanical Seal

ب-Dual Tandem Mechanical Seal

مکانیکال سیل های نوع Tandem

در مکانیکال سیل های نوع Tandem که فشار سیال مانع کمتر از فشار پمپ است ناشی باعث بالا رفتن ارتفاع یا سطح مایع سیال مانع در Seal Pot می شود باعث تحریک سیستم الارم می شود. سیال مانع به توسط سیستم Pumping Ring وارد مبدل حرارتی (آبی یا هوایی) میشود تا حرارتی که در اثر اصطکاک سطوح آب بندی جذب شده است را در داخل کولر از دست بدهد. حرارت بوجود آمده بین سطوح آب بندی مکانیکال سیل جلویی نیز توسط مایع سیل فلشی که از خود پمپ یا از منبع خارجی تامین می شود پس از عبور از فیلتر مخصوص Cyclon Separator و در صورت نیاز خنک کردن آن در داخل کولر سیل فلش روی سطوح آب بندی تزریق می شود (مثل مکانیکال سیل های تکی).



مکانیکال سیل نوع TANDEM

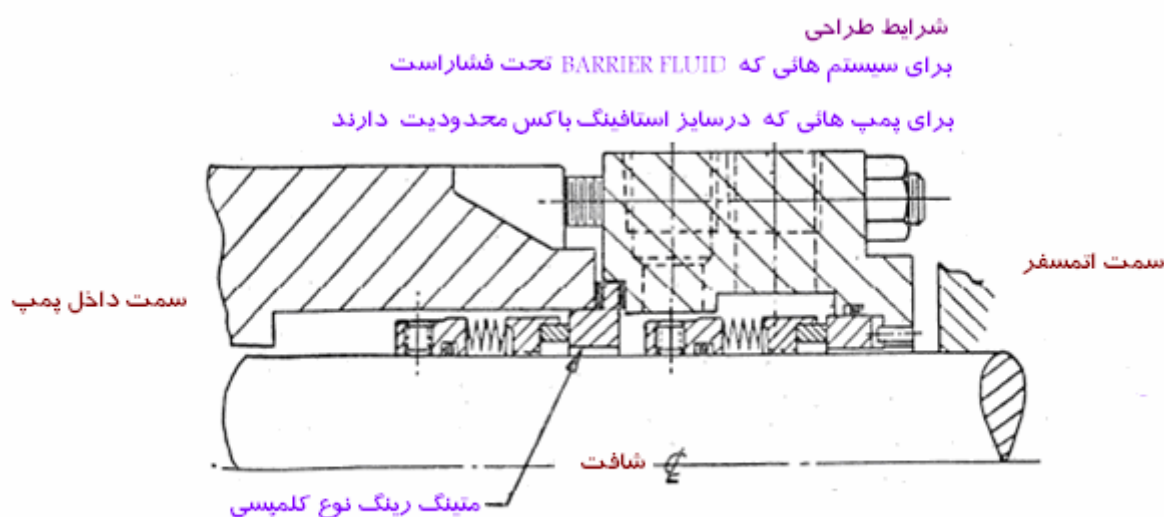
طراحی نوع : NON PRESSUREIZED BARRIER FLUID

مکانیکال سیل نوع Dual Tandem

در این نوع ارایش دو عدد مکانیکال پشت سر هم نصب شده اند و تفاوت آن با مکانیکال سیل قبلی در بالا تر بودن فشار سیال مانع از فشار محفظه آب بندی است. که امکان خارج شدن مایع را از پمپ نمی دهد و اگر مکانیکال سیل جلویی مشکل پیدا کند به دلیل بالاتر بودن فشار سیال مانع سیال مانع وارد پمپ می شود که باعث کاهش فشار و یا کاهش سطح مایع در مخزن روغن سیال مانع Seal Pot و تحریک سیستم الارم می شود و خرابی مکانیکال سیل را اعلام می کند و در صورتی که مکانیکال سیل بیرونی که قابل مشاهده است مشکلی نداشته باشد خرابی مربوط به مکانیکال سیل داخلی بوده که باعث شده سیال مانع وارد پمپ شود.

از این ارایش وقتی استفاده می شود که مایع داخل پمپ خیلی خطر ناک باشد و اصل نباید وارد محیط بیرون شود. فشار سیال مانع باید حدود 10-15 Psi بیشتر از فشار محفظه آب بندی و با مایع پمپ هم خوانی لازم رداشته باشد. همچنین درجه حرارت سیال مانع که از مکانیکال سیل خارج می شود (و وارد کولر می شود) باید بین 10-15 F بیشتر از درجه حرارت ورودی سیستم کولینگ باشد تا از کارکرد مناسب کولرها و بتوان اطمینان حاصل کرد.

لازم به توضیح است که در این نوع ارایش مکانیکال سیل بیرونی اختلاف فشار زیادی را تحمل می کند (فشار سیال مانع که بیشتر از فشار پمپ است نسبت به فشار جو) و کاملاً در شرایط بحرانی قرار دارد که به همین دلیل از این نوع ارایش فقط در شرایط بسیار خاصی استفاده می شود زیرا هزینه های اولیه آن به مراتب بیشتر از نوع قبلی است و همچنین رینگ ثابت آب بندی مکانیکال سیل بیرونی باید مقاومتی از نوع کلمپس شده باشد (دو طرف آن مهار باشد) تا بتواند این فشار زیاد را تحمل کند.



مکانیکال سیل نوع DOUAL TANDEM

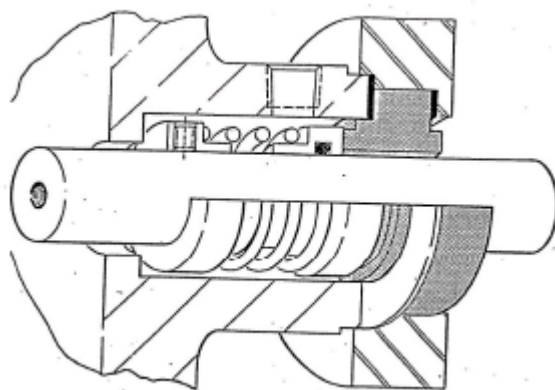
مکانیکال سیل های فشاری و غیر فشاری Pusher & Non Pusher Type Mechanical Seals

اگر سیستم آب بند ثانویه قسمت شناور یا Float (قسمتی که مجموعه فنری یا بلور روی آن نصب می شود) مکانیکال سیل ثابت باشد به آن Non Pusher Type گفته می شود (مثل مکانیکال سیل های نوع بلوزی یا Sealol که گسکت فلزی زیر بلوز که به عنوان واشر آب بندی بین بلوز و سیلیو عمل می کند ثابت است) و

اگر طراحی مکانیکال سیل طوری باشد که اورینگ دینامیکی که برای آب بندی بین رتوری و محور (یا Sleeve) بکار میرود متحرک باشد، و بان حرکت کند به آن Pusher Type گفته می شود (مثل مکانیکال سیل های نوع فلکسی باکس که اورینگ داخل رتوری که به عنوان آب بند کننده رتوری و سیلیو عمل می کند در حین حرکت محوری رتوری بان حرکت می کند).

مکانیکال سیل های نوع فشاری Pusher Type Mechanical Seals

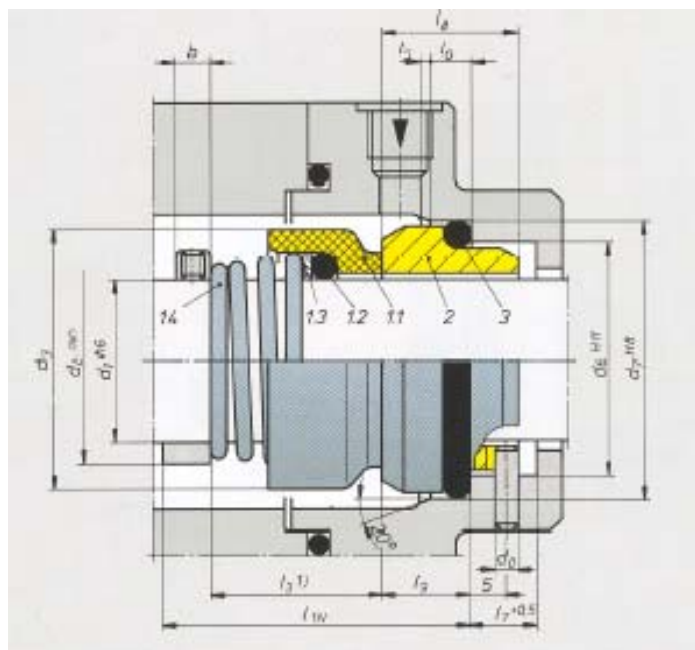
در شکل زیر یک مکانیکال سیل های نوع فشاری نشان داده شده است همانگونه که ملاحظه می شود در این نوع آب بند آب بند ثانویه (که رتوری رانسبت به شافت یا سیلیو آب بندی می کند) به صورت محوری روی شافت یا سیلیو حرکت جزئی می کند و حرکت های محوری شافت و سایش سطوح آب بندی را جبران می کند. لازم به توضیح است که و فشار ناشی از سیال داخل استافینگ باکس اورینگ رتوری را روی محور فشرده می کند تا کار آب بندی انجام شود.



مزایا و معایب مکانیکال سیل های نوع فشاری

- ۱- به دلیل درگیری اورینگ با شافت یا سیلیو حرکت های محوری باعث خط افتادن یا گود برداشتن روی محور یا سیلیو می شود که می تواند باعث نشتی شود.
- ۲- به دلیل اصطکاکی که بین اورینگ و شافت یا سیلیو در اثر حرکت محوری یا شرایط Misalignment باعث می شود سطوح آب بندی با تاخیر زمانی بسته شود و ایجاد نشتی کند.
- ۳- این نوع آب بندها در فشارها و دور های بالا قابل استفاده نیستند.
- ۴- نفوذ ذرات جامد بین اورینگ و محور (یا سیلیو) باعث تشدید سایش و گاهی گیر افتادن و جام شدن مکانیکال سیل می شود که در این شرایط نشتی نیز اجتناب ناپذیر است.
- ۵- چون اورینگ ها قادر به تحمل درجه حرارت های بالا نیستند این نوع مکانیکال سیل ها قادر به کار در درجه حرارت های بالا نیستند و فقط در درجه حرارت پایین کاربرد دارند.
- ۶- چون اورینگ ها با مواد شیمیایی ترکیب می شوند استفاده از این نوع مکانیکال سیل برای بعضی از مواد شیمیایی مناسب نبوده و گاهی با جایگزینی اورینگ های مخصوص که قیمت آنها بسیار بالاست کار می کنند. تنها مزیت این نوع مکانیکال سیل پایین بودن قیمت آن است.

مکانیکال سیل های نوع فلکسی باکس موجود در پالایشگاه از نوع فشاری است و در شکل زیر نیز شمائی از این نوع مکانیکال سیل نشان داده شده است.



مکانیکال سیل های غیر فشاری Non Pusher Type Mechanical Seals

در این نوع اب مکانیکال سیل اب بند ثانویه روی شافت یا سیلیو حرکت محوری ندارد (اورینگ زیر رتوری ثابت است) و کار تطابق سطوح توسط حرکت اکاردئونی بلوز انجام می دهد .

مزایای این نوع مکانیکال سیل عبارتند از:

۱- نیازی به سختی و صافی سطح بالا روی شافت یا Sleeve نمی باشد و خرابی های شافت و سیلیو که ناشی از حرکت اورینگ روی شافت یا سیلیو است کاملاً منفی است.

۲- همچنین جام شدن اورینگ رتوری در اثر نفوذ رسوبات یا تشکیل کک در پشت کربن..... که باعث ثابت ماندن مکانیکال سیل Hang Up می شود کمتر اتفاق می افتد

۳- برای اب بندی سیالات با درجه حرارت مناسب می باشند.

۴- قابلیت استفاده در دورهای بالا را دارند.

انواع مکانیکال سیل های غیر فشاری بلوزی شامل:

الف- مکانیکال سیل های نوع بلوز لاستیکی Elastomeric Bellows Mechanical Seals

ب- مکانیکال سیل های بلوز فلزی Metallic Bellows Mechanical Seals

محدودیت های کاربردی مکانیکال سیل های نوع بلوزی گران قیمت بودن آنها (مدل های بلوز فلزی) است.

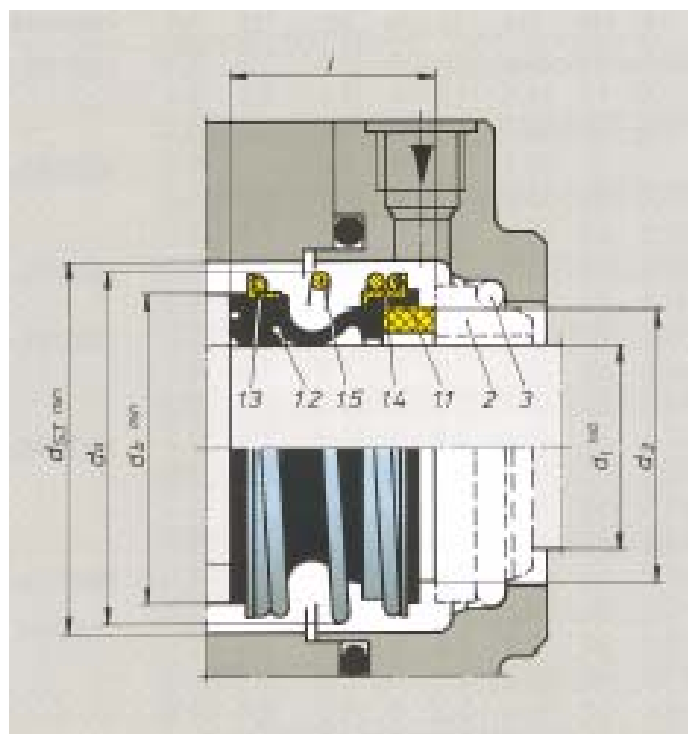
مکانیکال سیل های نوع بلوز لاستیکی Elastomeric Bellows Mechanical Seals

در این نوع مکانیکال سیل بلوز از جنس الاستومر مناسب با نوع مایع و شرایط عملیاتی ساخته می شود و معمولاً در پمپ های آب روغن و... استفاده می شوند و به ندرت در پمپ های عملیاتی استفاده می شوند. در این نوع اب بند الاستومر وظیفه انتقال گشتاور از شافت به سطح متحرک اب بندی را به عهده دارد مزایای این نوع مکانیکال سیل عبارتند از:

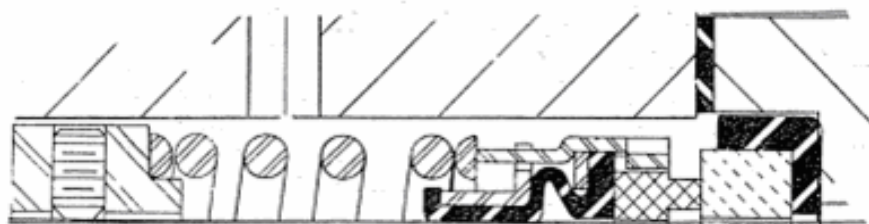
- ۱- طول عمر این نوع مکانیکال سیل زیاد است و ارزان قیمت اند.
- ۲- به راحتی روی شافت نصب می شوند و نیازی به پیچ های نگهدارنده روی محور ندارند.
- ۳- روی شافت جام نمی شود. پدیده Hang Up در این نوع مکانیکال سیل کمتر اتفاق می افتد.
- ۴- سایش شافت در محل اب بند ثانویه منتفی است و نیازی به دقت بالابرای تراشکاری شافت نیست.
- ۵- به راحتی می توان الاستومر های مناسب برای هر نوع شرایط عملیاتی استفاده کرد.
- ۶- جهت سرویس های خورنده می توان از بلوزهای از جنس تفلون استفاده کرد.
- ۷- در شرایط Misalignment کاردهی مناسب دارد.

معایب این نوع مکانیکال سیل عبارتند از:

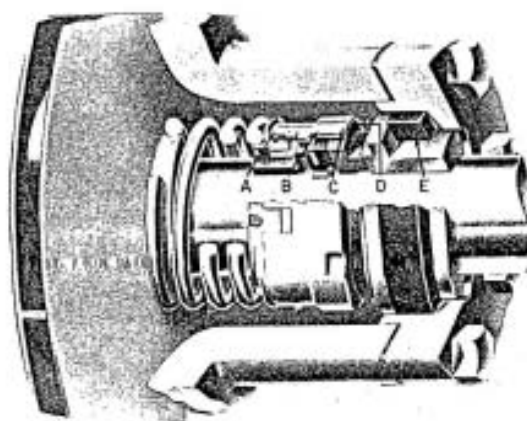
- ۱- عدم تحمل فشار و درجه حرارت بالا است.
- ۲- هنگام دمونتاز حتماً خراب می شود و نصب آنها کمی مشکل تر از انواع دیگر است.
- ۳- برای مایعات مختلف باید از لاستیک های باجنس های مختلف استفاده کرد.



لازم به توضیح است که در این نوع مکانیکال سیل نیز نیاز به فنر هم می باشد.



در شکل زیر یک نمونه دیگر از این نوع مکانیکال سیل که در پمپ های ارزان قیمت و همچنین پمپ آب خودروها به وفور مورد استفاده قرار می گیرد نشان داده شده است.



مکانیکال سیل های بلوز فلزی Metallic Bellows Mechanical Seals

این نوع مکانیکال سیل ها در صنایع مختلف شیمیائی پالایشگاه ها صنایع داروئی غذائی و..... به وفور استفاده می شوند در این نوع مکانیکال سیل، بلوز فلزی هم وظیفه آب بندی بین محور و رتوری و هم کار فنر را انجام می دهد و با استفاده از بلوز با جنس مناسب قادر به آب بندی مایعات با فشار و درجه حرارت بالا، خورنده و..... می باشند.

این نوع مکانیکال سیل ها از لحاظ ساختمان بلوز به دو دسته تقسیم بندی می شوند:

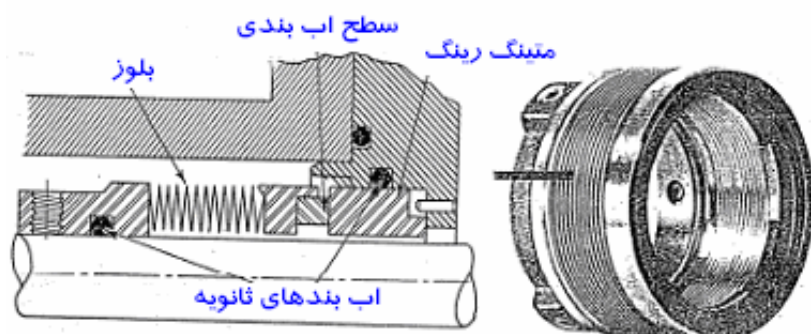
۱- مکانیکال سیل با بلوز فلزی جوش داده شده Welded Metal Bellows

۲- مکانیکال سیل با بلوز فرم داده شده Rolled Metal Bellows

مکانیکال سیل با بلوز فلزی نوع جوشی Welded Metal Bellows

در این نوع مکانیکال سیل معمولاً بلوز ها از ورقه های فولادی ضد زنگ از جنس هاستلوی C یا AM350 و با ضخامت حدود هفت تا دوازده هزارم اینچ به روش پرسکاری ساخته می شوند و بصورت خیلی ظریفی در قطره های داخلی و خارجی و با تکنولوژی بسیار پیشرفته ای به هم جوش داده می شوند و پس از جوشکاری نیز با روش Helium Leakage Detector به دقت تست نشتی می شوند..

میزان فنریت بلوز ها وابسته به تعداد اکاردئون ها (صفحات فلزی) جنس و ضخامت صفحات سازنده است که بلوز ازان ساخته شده است که هرچه تعداد اکاردئون ها بیشتر باشد میزان فنریت (مقدار فشردگی) نیز بیشتر خواهد شد



شمائی از یک مکانیکال سیل نوع بلوزی غیر فشاری

لازم به توضیح است که نفوذ ذرات جامد بین اکاردئون ها باعث جام شدن بلوز ها می شود که عملیات تمیز کاری سطوح خارجی بلوزها توسط نیروی گریز از مرکز (در مکانیکال سیل های نوع دوار) و بطور اتوماتیک و تمیز کاری سطوح داخلی بلوز توسط سیستم کوئینچ Steam Quench که گاز یا بخار آب با فشار چند پوند بر اینچ مربع است و از طریق منبع خارجی به مکانیکال سیل تزریق می شود.

در صورتی که پمپ در سرویس نباشد و مقدار نشستی جزئی وجود داشته باشد (بخصوص در مایعات گرمی که پس از سرد شدن مایع به کریستال یا کک تبدیل) باعث جام شدن بلوز از داخل می شود که این نیز باعث نشستی مکانیکال سیل می شود. در این نوع مایعات سیستم کوئینچ نقش بسزائی در طول عمر مکانیکال سیل بخصوص وقتی پمپ در سرویس نیست به عهده دارد که توصیه بر در سرویس بودن این سیستم چه وقتی پمپ در سرویس باشد یا نباشد است.

همچنین برای جلوگیری از نفوذ بخار به محفظه یا تاقان ها باید تمهیدات خاصی اعم از نصب بوش های فشار شکن در انتهای سیل پلیت و یا استفاده از سیستم پکینگ روی انتهای استافین باکس ثانویه در نظر گرفته شود.

مزایای مکانیکال سیل های نوع بلوز فلزی

- ۱- قابلیت استفاده در درجه حرارت بال (تا ۸۰۰ درجه فارینهایت).
- ۲- ثابت بودن نیروی فنری بلوز روی تمامی سطح آب بندها.
- ۳- توانایی بهتر کار در شرایط Missalignment.
- ۴- سالم ماندن شافت یا سیلیو در برابر حرکت های محوری در قسمت زیر اورینگ رتوری (بلوز) به دلیل ثابت بودن اورینگ یا گسکت در محل قرار گیری خود.
- ۵- قابل استفاده در سرعت های بالا به دلیل عدم تاثیر نیروی گریز از مرکز روی بلوز.
- ۶- عدم نیاز به بالانس هیدرولیکی و عدم نیاز به استفاده از پله روی شافت یا سیلیو.

۷- استفاده از اب بند های ثانویه فلزی ثابت (برای اب بندی بلوز نسبت به شافت) که باعث می شود مکانیکال سیل در درجه حرارت بالاتری کارایی داشته باشد.

۸- سوراخ شدن بلوز یا افزایش فشار روی بلوز باعث نشتی ناگهانی نمی شود.

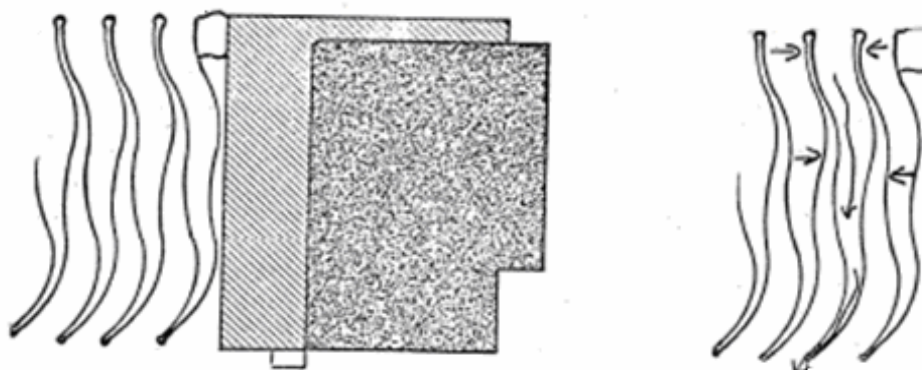
۹- قابل استفاده در شرایط عملیاتی در رنج وسیع تر فشار درجه حرارت و انواع مایعات خورنده و

۱۰- کم بودن خستگی ناشی از حرکت محوری روی بلوز.

۱۱- عدم جام شدن مکانیکال سیل در مایعات کثیف به دلیل نبودن حفره برای به دام انداختن ذرات.

۱۲- عدم نیاز به فنر (به دلیل خاصیت فنری بلوز)

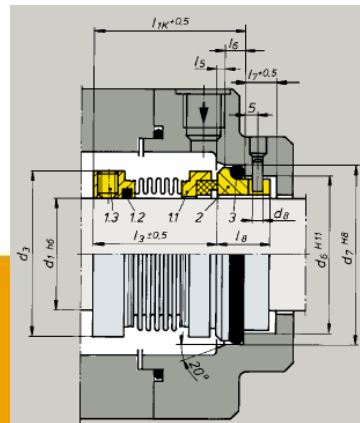
همینطور که ملاحظه می شود شرایط بلوز طوری است که در اثر پاره شدن بلوز نشتی ناگهانی بوجود نمی آید اگر ترک در قسمت قطر بیرونی بلوز اتفاق افتد (معمولا ترک ها در قسمت های قطر داخلی و خارجی بلوز ها و در محل جوشکاری شده اتفاق می افتد) فشار اعمال شده از طرفین باعث چسباندن صفحات روی یکدیگر و بسته شدن مسیر نشتی می شود و اگر ترکیدگی در قسمت قطر داخلی بلوزها اتفاق افتد فشار مایع نشت شده در زیر بلوز مثل حالت فوق عمل می کند و جلوی نشتی های خیلی زیاد گرفته می شود و امکان از سرویس خارج کردن پمپ فراهم می شود.



همچنین برای انتقال حرکت و گشتاور از محور به بلوز در داخل بلوز بخصوص در مکانیکال سیل های بزرگ در داخل بلوز شیارهائی تعبیه شده است که بصورت کشوئی در داخل هم بازی می کنند که در حین نصب باید از روان حرکت کردن آنها نسبت به همدیگر اطمینان حاصل نمود.

مکانیکال سیل بایلو زفرم داده شده Rolled Metal Bellows

بلوز فلزی مکانیکال سیل های بایلو زفرم داده شده Rolled Metal Bellows از لوله های نازک فولاد ضد زنگ با روش های هیدرولیکی و مکانیکی رول و تغییر شکل داده می شوند. از این نوع اب بندها می توان در محیط هایی که دارای ذرات ریز ساینده نیز هستند استفاده نمود زیرا با توجه به شکل بیلوز و فاصله بین صفحات شکل داده شده امکان رسوب ذرات و جام شدن بلوز کم است. در شکل زیر یک نوع ان نشان داده شده است.



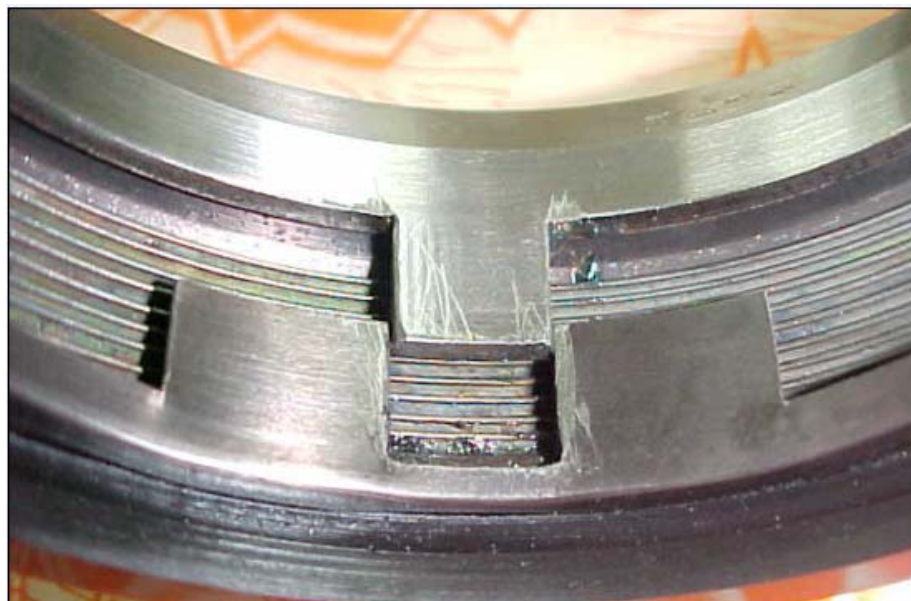
بسته به نوع کاربرد بیلوزهای می توان آنها را طوری طراحی نمود که برای موارد خاص استفاده شوند که ذیلا به چند نمونه ان اشاره می شود.

۱- بیلوزهای انتقال دهنده گشتاور Welded Metal Bellows With Torque Transmission

۲- بیلوزهای بدون اب بند فلزی Non Elastomer Bellows

۳- بیلوزهای با گسکت

در مواردی که تنش های برشی سیال روی بیلوز زیاد است می تواند باعث تغییر شکل بلوز و یابریدن صفحات ان شود و لذا برای جلوگیری از این مشکل و کاهش خستگی بیلوز در بعضی از طراحی ها دو یا چند زبانه از نگهدارنده بیلوز امتداد داده می شود و بصورت نر ماده داخل نگهدارنده صفحه متحرک قرار می گیرد و حرکت محور را به نگهدارنده صفحه متحرک و خود سطح اب بندی می دهد. که به این نوع طراحی بیلوزهای انتقال دهنده گشتاور Welded Metal Bellows With Torque Transmission گفته می شود. که در شکل زیر شمائی از ان نشان داده شده است.



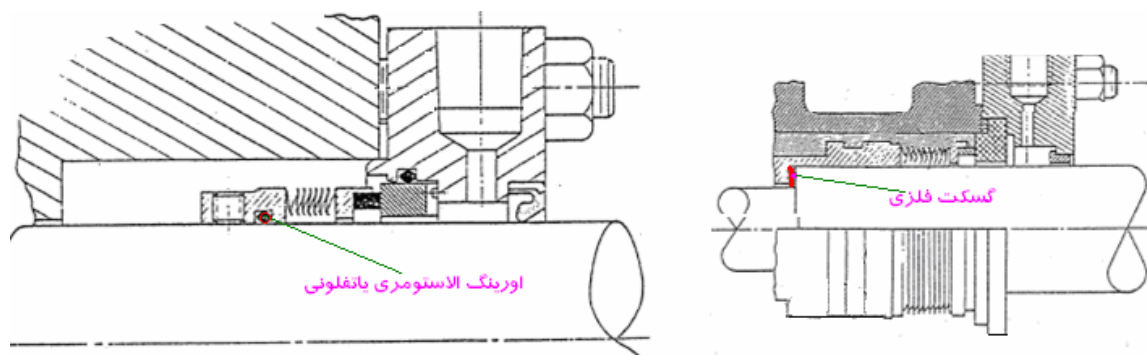
البته در بعضی از طراحی هانیزیک دویا سه عدد کلید کوچک روی سیلیوتعبیه می شود که بصورت کشویی در گایدهای تعبیه شده در داخل بلوز بصورت کشویی کار می کند و در بعضی از طراحی های دیگر نیز با تعبیه یک پین در قسمت داخل بلوز کار انتقال گشتاور انجام می شود. که در هنگام مونتاژ مکانیکال سیل ها باید دقت زیادی نمود که سیستم انتقال گشتاور روان و بدون هیچگونه گیری بازی کند (بخصوص در مواردی که بلوز و سیلیو باهم تعویض نشده باشند) در غیر این صورت بلوز در حین کار جام می کند. باعث نشستی شدید مکانیکال سیل می شود.

سیستم اب بندی بیلوزها روی محوره دو صورت انجام می شود:

۱- اب بندی توسط اورینگ های الاستومری

۲- اب بندی توسط گسکت فلزی

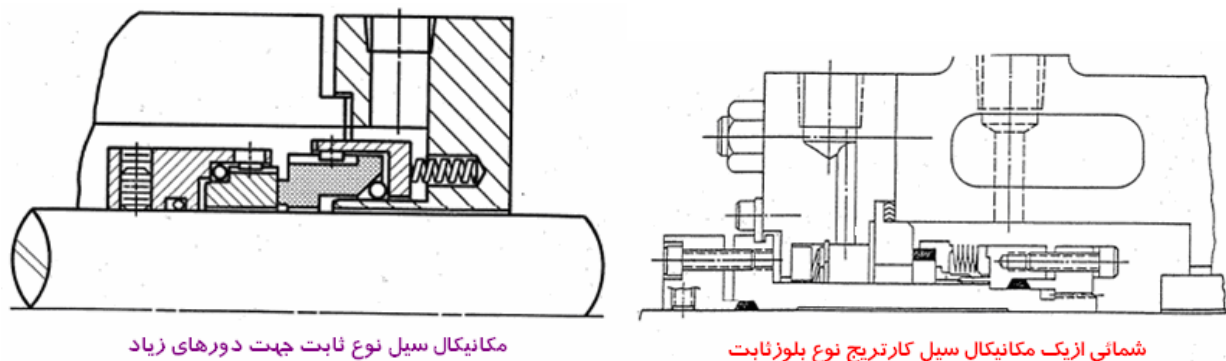
در مواقعی که درجه حرارت مایع سیل شونده بالا باشد بجای اورینگ های لاستیکی یا تفلونی از گسکت های فلزی یا گرافیتی استفاده می شود که در شکل های زیر نشان داده شده است.



مکانیکال سیل های ثابت و دوار Rotating & Stationary Floating Mechanical Seals

در مکانیکال سیل های نوع Rotating قسمت Floating مکانیکال سیل (مجموعه سطح اب بندی همراه فنریا بلوز) با محور می چرخد ولی در مکانیکال سیل های نوع Stationary مجموعه فنری Float ثابت است و Mating Ring (سطح سخت) تنها با محور می چرخد و باعث می شود حرکات محور و ارتعاشات ماشین به مکانیکال سیل منتقل نشود که باعث افزایش طول عمر اب بند خواهد شد.

مکانیکال سیل های نوع ثابت معمولاً برای دور های بالا مورد استفاده قرار می گیرند (برای سرعت های بیشتر از 5000 Ft/Min) و دارای طول عمر بسیار بالاتری نسبت به نوع دوار ان دارد که ذیلاً به مزایای ان اشاره می شود.



مزایای مکانیکال سیل های نوع دوار

- ۱- استفاده از نیروی گریز از مرکز برای تمیزکاری بلوز و فنر (چون با محور می چرخند)
- ۲- تاثیر نیروی گریز از مرکز برای ممانعت از نشی.
- ۲- نیاز به فضای محوری کمتر برای نصب دارند .
- ۳- نیاز به فضای شعاعی کمتری دارند.
- ۴- ارزان تر بودن آن نسبت به نوع ثابت.

مزایای مکانیکال سیل های نوع بلوز ثابت

- ۱- قابلیت استفاده برای دور های بالا. دارند (سرعت زاویه ای بیشتر از 25m/s).
 - ۲- نسبت به نوع دوار. دارای طول عمر بسیار بالاتری می باشند.
 - ۳- قابلیت کاردهی در لرزش های بالا دارند (به دلیل اینکه مجموعه فنری یا Float ثابت است و تحت تاثیر حرکت ها و ارتعاشات محور قرار نمی گیرد). چون لرزش همان حرکات هارمونی محور است.
 - ۴- توانایی بهتر در شرایط ناهم محوری به دلیل حالت Self Aligning آن.
 - ۵- جام نشدن قسمت داخلی بلوز روی محور (چون محور زیران می چرخد)
 - ۶- قابل استفاده برای مایعات با ویسکوزیته و چسبندگی زیاد.
 - ۷- تاثیر کمتر تغییر شکل های مکانیکی حرارتی و فشاری Distorsion روی سطوح آب بندی به دلیل این که سطوح آب بندی هر دو در شرایط یکسانی قرار دارند.
- لازم به توضیح است که در سال های اخیر در اکثر صنایع مکانیکال سیل های قدیمی نوع دوار جای خود را به انواع جدید ثابت که دارای مزایای بسیار بالاتری نسبت به نوع قبلی است داده اند.
- در جدول صفحه بعد تعداد موارد تعمیراتی (که مربوط به یکی از کارخانجات ژاپن است) بیست عدد پمپ را در در طی مدت زمان ده سال رانشان می دهد که به مرور زمان از نوع دوار به نوع ثابت تبدیل شده که همینطور که ملاحظه می شود پس از تبدیل تعداد کارهای تعمیراتی به مراتب کاهش پیدا کرده است. همچنین در بعضی موارد پس از تغییر به واسطه مسائلی ممکن است حجم کارهای تعمیراتی زیاد هم بشود که بر اساس مسائل تجربی مرتفع می شود (و این بدان معناست که تئوری محض جوابگوی مسائل فنی نیست و مسائل تجربی رانیز باید مدنظر قرار داد).

مقایسه دفعات تعمیرات قبل و بعد از تغییر مکانیکال سیل از نوع متحرک به نوع ثابت

سال Pump No.	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
1	1	1	①	0	0	1	0	0	1	0
2	0	1	1	1	②	0	0	0	0	0
3	5	2	3	③	0	1	0	0	0	0
4	3	5	4	①	0	1	0	0	0	0
5	③	1	0	1	0	0	0	0	0	0
6	3	①	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	3	1	①	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	②	1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	1	-2	③	0	0
10	0	0	1	0	1	1	0	①	1	0
11	2	3	3	1	0	0	1	①	0	0
12	1	0	2	1	1	①	0	0	0	0
13	2	0	2	1	④	1	0	0	0	0
14	0	0	1	1	1	3	0	①	0	0
15	1	2	1	2	0	①	0	0	0	0
16	1	0	0	0	2	0	2	①	0	1
17	0	0	0	0	0	2	②	0	1	0
18	0	0	0	0	1	①	0	0	0	1
19	12	①	1	0	0	0	0	0	0	0
20	2	1	0	1	2	①	0	1	0	1

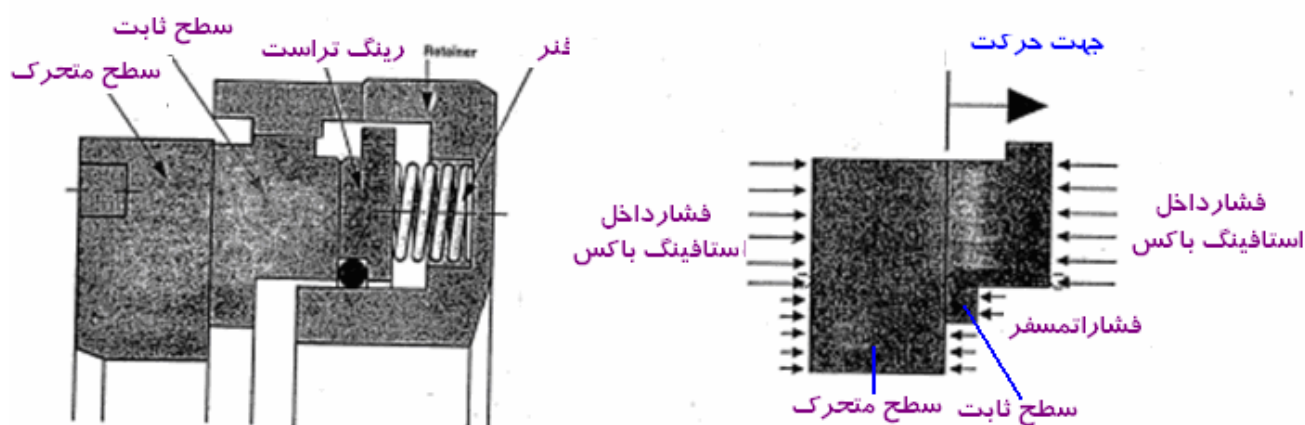
در مستطیل های خاکستری تعداد تعمیر مکانیکال سیل رتوری و در مستطیل های سفید تعداد دفعات تعمیر مکانیکال سیل های نوع ثابت درج شده است

تعداد کل دفعات تعویض مکانیکال سیل های
نوع رتوری به تعداد کل سالها عبارتست از:
بار در سال $1.15 = 86 / 99$ دفعه

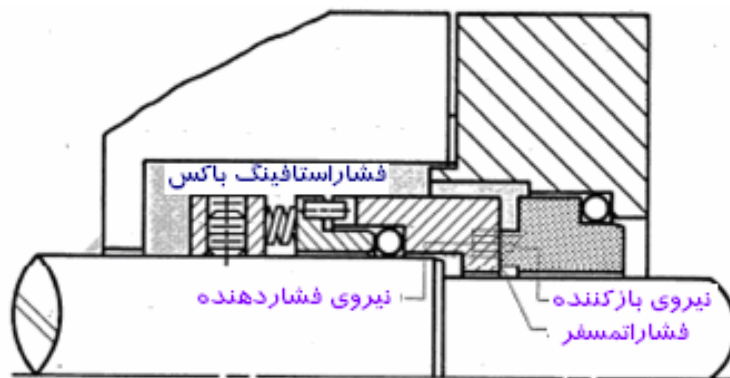
تعداد کل دفعات تعویض مکانیکال سیل های
نوع ثابت به تعداد کل سالها عبارتست از:
بار در سال $0.16 = 92 / 15$ دفعه

مکانیکال سیل های بالانس شده و بالانس نشده Balanced & Unbalanced Mechanical Seals

منظور از بالانس مکانیکال سیل ها بالانس جرمی آنهاست زیرا مکانیکال سیل ها طوری طراحی و ساخته می شوند که از نظر جرمی کاملاً بالانس باشند. منظور از بالانس، بالانس نیروهای هیدرولیکی است که در جهت محوری روی مجموعه شناور Float تاثیر می گذارد و باعث افزایش یا کاهش نیروی فشاری روی سطوح اب بندی می شود. در مکانیکال سیل های بالانس نشده در اثر فشار هیدرولیکی مایع داخل محفظه اب بندی نیروی فشاری بین سطوح اب بندی افزایش پیدا می کند (و به نیروی فنری اضافه می شود) و باعث افزایش اصطکاک و ایجاد حرارت و نهایتاً کاهش طول عمر مکانیکال سیل می شود.



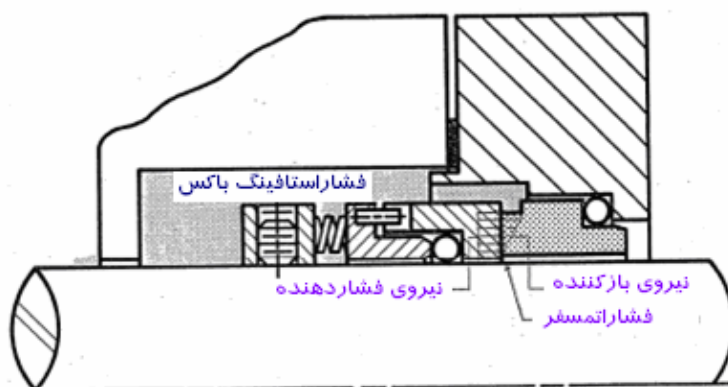
در مکانیکال سیل های بالانس شده با افزایش دادن سطح پیشانی (جلوئی) مکانیکال سیل نسبت به سطح پشتی آن از طریق پله دادن یا تغییر قطر روی شافت یا سیلیو باعث کم شدن فشار روی سطوح اب بندی می شود که با این طراحی اصطلاحاً سیل بالانس می شود.



مکانیکال سیل بالانس شده

لازم به توضیح است که در مکانیکال سیل های نوع بلوز فلزی بر اساس فرم بلوز مکانیکال سیل بصورت اتوماتیک بالانس شده است چون فشار روی اکاردئون های صفحات بلوز از هر دو طرف یکسان است البته به غیر از اکاردئونی که روی سطح اب بند (کربن رینگ) چسبیده است که معمولاً طوری روی آن قرار می گیرد که سطح مقطع مناسب را بوجود آورد.

لازم به توضیح است که پروفیل توزیع فشار بین سطوح تماسی (بین سطوح اب بندی) بصورت مثلثی تقریب زده می شود بدین صورت که ابتدای لبه سطوح تماسی در داخل محفظه اب بندی در معرض فشار استافینگ باکس قرار دارد و لبه بیرونی سطوح تماسی (طرف اتمسفر) در معرض فشار جو است که معمولا صفر در نظر گرفته می شود.



مکانیکال سیل بالانس نشده

مزایای مکانیکال سیل های بالانس شده

- ۱- تولید حرارت کمترین سطوح اب بندی.
- ۲- نیاز به سیل فلش کمتر برای خنک کاری سطوح تماسی.
- ۳- طول عمر بالاتر به دلیل کم بودن مسائل سایشی.
- ۴- قابلیت کاردهی برای رنج های بالاتری از فشار و سرعت.
- ۵- قابلیت کنترل Surge ها و تغییرات فشار بالاخص هنگام راه اندازی که فشار متغیر است.



فشار هیدرولیکی روی اب بند ثابته اعمال می شود

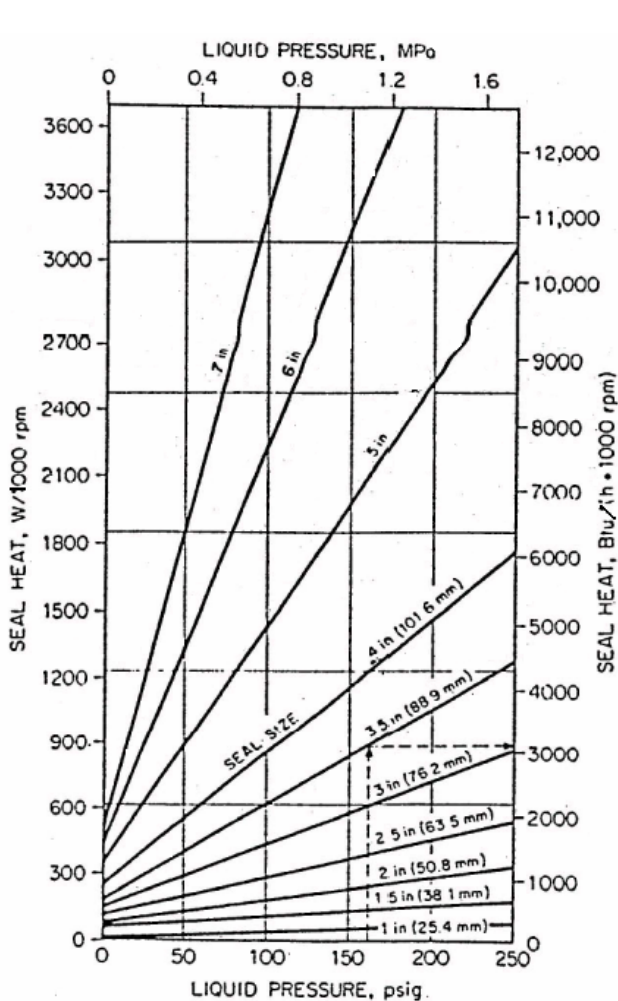
محدوده کاری استفاده از مکانیکال سیل های بالانس شده و بالانس نشده طبق استانداردهای انستیتوی نفت آمریکا API براساس قطر مکانیکال سیل، فشار محفظه اب بندی و سزعت خطی سیل است و در صورتی که شرایط از محدوده ذیل تجاوز نماید حتما باید از مکانیکال سیل های بالانس شده استفاده شود. جدول زیر نمایانگر این محدوده ها است.

محدوده استفاده از سیل های بالانس نشده طبق استاندارد

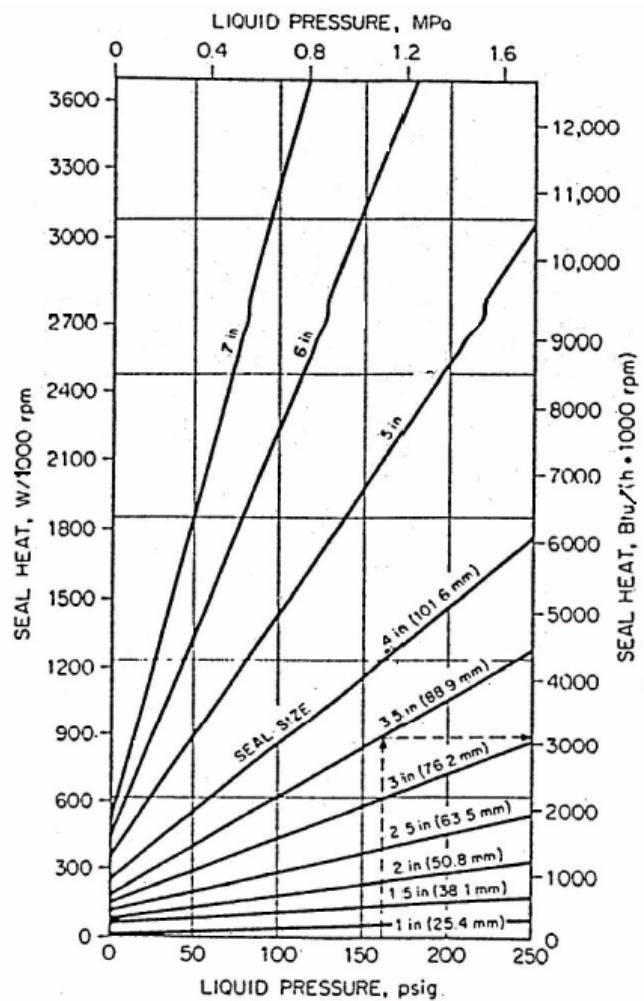
API 610-5TH EDITION

SEAL I.D. INCHES	SHAFT SPEED RPM	SEALING PRESSURE PSIG
1/2 to 2	Up to 1800	100
	1001 to 3600	50
Over 2 to 4	Up to 1800	
	1801 to 3600	

منحنی های زیر مقدار حرارت تولید شده برای مکانیکال سیل های بالانس شده و بالانس نشده را براساس قطر مکانیکال سیل سرعت و فشار محفظه اب بندی نشان می دهد که همینطور که ملاحظه می شود مقدار حرارت تولید شده در مکانیکال سیل های بالانس نشده به مراتب بالاتر از مکانیکال سیل های بالانس شده است.



حرارت تولید شده در سیل بالانس نشده



حرارت تولید شده در سیل بالانس شده

همانطور که ملاحظه می شود مقدار حرارت تولید شده در مکانیکال سیل های بالانس نشده به مراتب بیشتر از مکانیکال سیل های بالانس شده است.

البته در کاربردهای صنعتی توصیه بر این است که در تمامی موارد از مکانیکال سیل های بالانس شده استفاده شود بخصوص برای مایعات با وزن مخصوص کمتر از 0.65 و دورها و سایز های بالاتر از حد فوق حتما باید از مکانیکال سیل های بالانس شده استفاده شود.

مکانیکال سیل های کارتریج و غیر کارتریج Cartridge & Non Cartridge Mechanical Seals

مکانیکال سیل های کارتریج بصورت پیش نصب طراحی می شوند و گلند و متعلقات دیگر روی یک سیلینو نصب می شوند و کل مجموعه باهم روی پمپ نصب می شود و دیگر نیازی به تنظیم قطعات ندارد ولی در مکانیکال سیل های نوع غیر کارتریج قطعات بصورت تک تک روی پمپ نصب می شوند و در حین کار نیاز به تنظیم دارند.

مزایای مکانیکال سیل های کارتریج

- ۱- هنگام نصب نیازی به تنظیم ندارند
 - ۲- زمان نصب به حداقل زمان ممکن می رسد.
 - ۳- هنگام نصب امکان آسیب دیدن سطوح آب بندی کمتر است.
 - ۴- برای نصب نیازان چنانی به نفر ماهر ندارند.
 - ۵- با عنایت به لزوم نصب سیل و امکان خرابی و سایش شافت وجود ندارد
 - ۶- زمان تعمیر و هزینه تعمیر کمتر است.
- لازم به توضیح است که اکثر مکانیکال سیل هایی که در مراکز صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند بصورت کارتریج طراحی شده اند



اجزا و قطعات اصلی مکانیکال سیل ها

مکانیکال سیل ها دارای اجزا و قطعات متعددی هستند که در این بخش وظایف و انواع هر کدام از آنها مورد بحث قرار می گیرد این اجزا شامل :

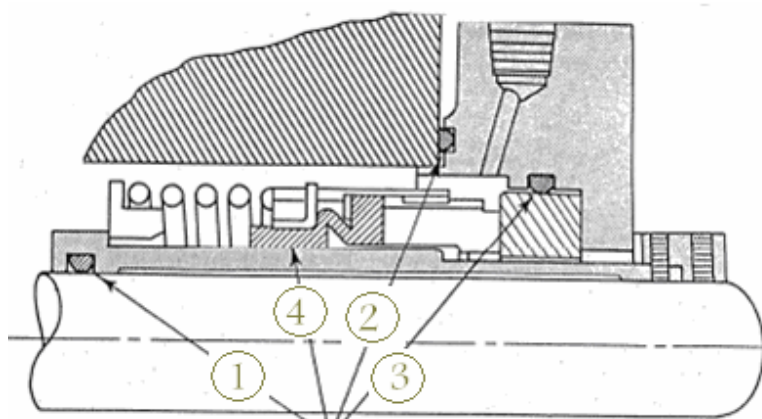
- ۱- انواع اب بندهای ثانویه و مزایا و معایب هر کدام از آنها
- ۲- انواع فنرها و مزایا و معایب هر کدام از آنها
- ۳- انواع آرایش سطوح اصلی اب بندی و مزایا و معایب و موارد کاربرد هر کدام از آنها

انواع اب بند های ثانویه Type Of Secondary Seals

برای اب بندی اجزا و قطعات داخلی مکانیکال سیل ها از اب بند های ثانویه استفاده می شود که بسته به شرایط طراحی شامل اورینگ ها وی رینگ ها یو رینگ ها گسکت ها و است.

نقاطی که توسط اب بند های ثانویه اب بندی می شود شامل:

- ۱- اب بندی بین سیلیو و محور پمپ
- ۲- اب بندی بین سیل پلیت (گلند) و بدنه پمپ (استافین باکس)
- ۳- اب بندی بین سطح ثابت اب بندی و سیل پلیت
- ۴- اب بندی بین سطح متحرک اب بندی و محور



نقاطی که توسط اب بندهای ثانویه باید اب بندی شود

که سه مورد اول اب بند ثابت بوده (قطعاتی که روی هم نصب می شوند نسبت به هم حرکت ندارند) ولی مورد چهارم به دلیل حرکتی که مجموعه رتوری باید روی محور داشته باشد تا بتواند سطوح تماسی را همواره روی هم قرار دهد از نوع دینامیکی است (حرکت اورینگ همراه رتوری) که معمولا بیشترین مشکلات اورینگی اعم از خرابی های شافت و سیلیو Fretting جام شدن مکانیکال سیل سوختن و تاثیرات شیمیائی که باعث نشستی می شود (در مکانیکال سیل های نوع روتاری) مربوط به اب بند ثانویه ای است که بین رتوری و محور (یا سیلیو) را اب بندی اب بندی میکند و توضیحات و مسائل ارائه شده در زیر نیز دقیقا در رابطه با اب بند نوع دینامیکی است و در رابطه با اب بند های ثانویه ثابت که از نوع اورینگ ها، گسکت ها، پکینگ ها و تقریبا هیچ مشکل حادی وجود ندارد.

بسته به نوع طراحی مکانیکال سیل برای ابتدای بین رتوری و محور از انواع آب بند ها استفاده می شود که ذیلا به توضیح انواع و مزایا و معایب و کاربرد های ان اشاره می شود:

الف - اورینگ ها O-Ring

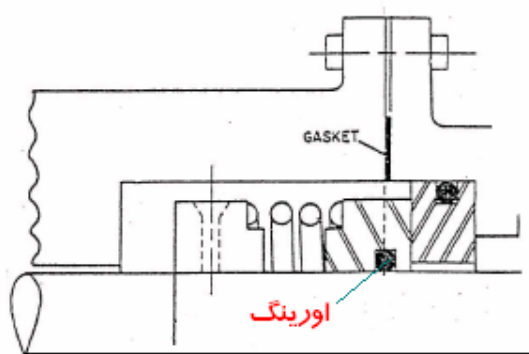
ب-رینگ های گوه ای Wedge Rings

ج-رینگ های وی شکل V-Rings

د-رینگ های فنجانکی U-Cups Rings

اورینگ ها O-Ring

که بسته به نوع مایع درجه حرارت مایع و.....ازجنس های مختلفی ساخته می شود که در مکانیکال سیل ها اورینگ زیر رتوری جز Automatic Packing ها محسوب می شود بدین معنی که وقتی در معرض فشار قرار می گیرند تغییر شکل می دهند (متورم می شوند) و با چسبیدن روی محور و در محل قرار گیری در رتوری جلوی خروج مایع را می گیرند.



مزایا و معایب اورینگ ها

مزایای اورینگ ها:

- ۱- در مقابل حرکت محوری شافت مقاومت کمی ایجاد می کنند.
 - ۲- وقتی فشرده می شوند تغییر شکل می دهند و به شکل محفظه ای که در ان قرار دارند در می آیند.
 - ۳- برای حرکت کردن نیروی محوری کمی لازم دارند و نیاز به فنر قوی ندارند.
 - ۴- اورینگ ها قطعات استاندارد هستند که در سایزها و جنس های مختلف و با قیمت های پایین قابل تهیه اند.
- معایب اورینگ ها:

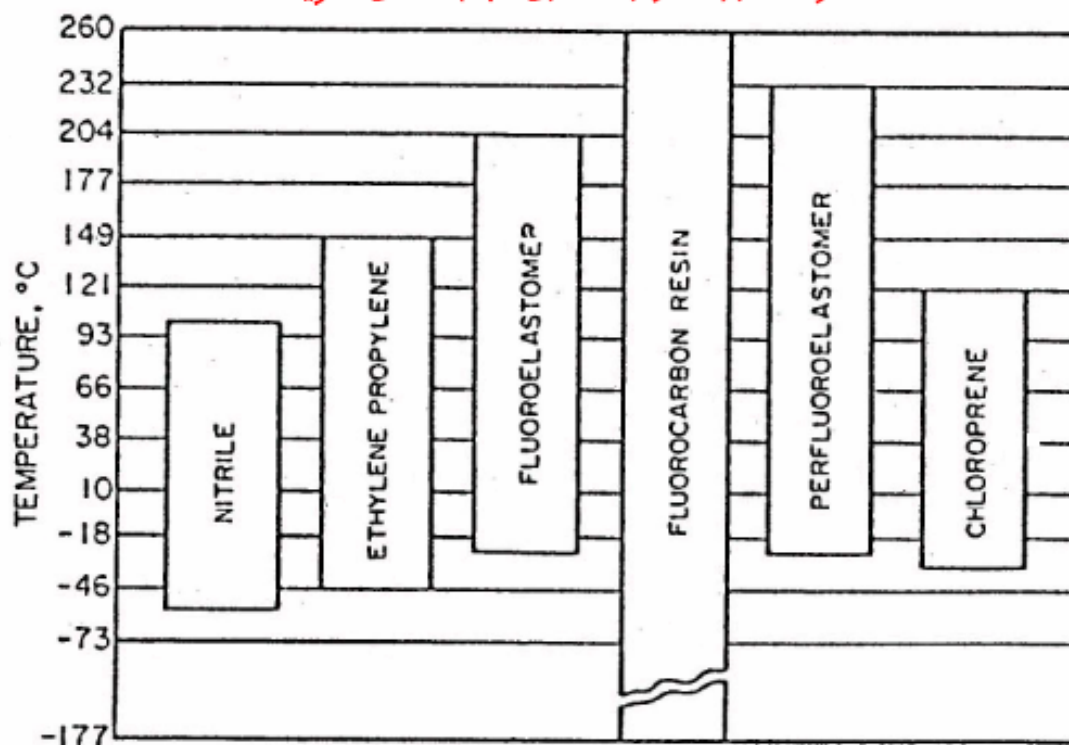
- ۱- محل حرکت آنها باید خیلی صیقلی و تمیز باشد.
- ۲- سطوح خود اورینگ باید خیلی صیقلی باشد که نیاز به تکنولوژی ساخت بالائی است.
- ۳- تحمل درجه حرارت های بالا را ندارند.
- ۴- هر اورینگ برای هر مایعی مناسب نیست و برای هر مایع باید از اورینگ مناسب ان مایع استفاده شود.
- ۵- تولرانس های اندازه ای آنها خیلی دقیق است (که هزینه های ساخت را افزایش می دهد).
- ۶- باعث خرابی شافت Shaft Fretting می شوند.

۷- نشانه استاندارد ندارند .

۸- تشخیص آنها از همدیگر (از لحاظ جنس و اندازه) خیلی مشکل است.

در جدول زیر محدودیت های استفاده از اورینگ ها از نظر درجه حرارت برای جنس های مختلف داده شده است.

محدوده درجه حرارت کاری آب بندهای ثانویه



لازم به توضیح است که در طی چند سال گذشته اورینگ هایی از جنس های مخصوص به نام Isolast وارد بازار شده که در مجاورت اکثر مواد شیمیایی و همچنین گرما مقاومت بسیار بالای دارند که با توجه به مزایای ذکر شده برای اورینگ ها برای استفاده روی پمپ های مواد شیمیایی (مثل آمین و.....) که بیشترین مسائل و مشکلات اورینگ ها را دارند بسیار مناسب است .

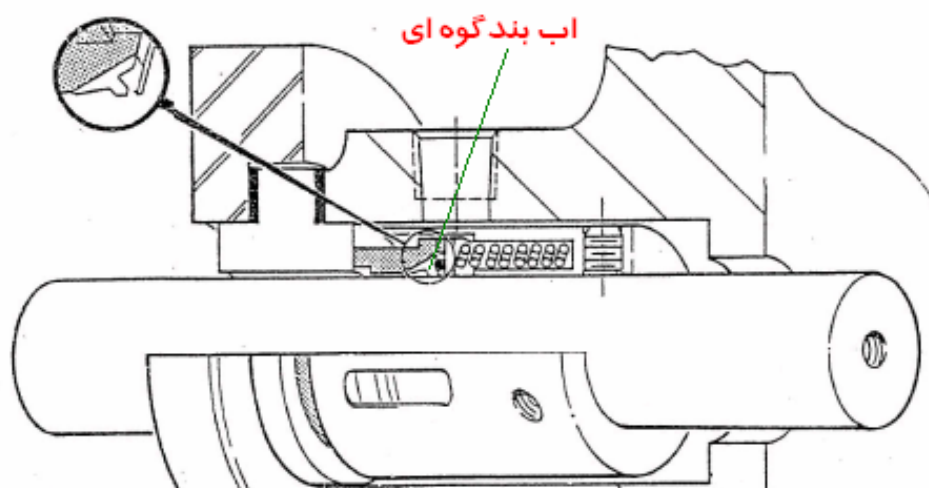
البته بیشترین مسائل اورینگ ها تاثیرات شیمیایی مواد آب بند شونده روی آن و درجه حرارت بالاست که باعث تغییر شکل و سوختن اورینگ ها می شود لازم به توضیح است که تاثیرات شیمیایی بیشتر روی قسمت هایی از اورینگ که با مواد آب بند شونده در تماس است (قسمتی از اورینگ که به طرف محفظه آب بندی است) و تاثیرات درجه حرارت بالا بیشتر در قسمتی از اورینگ اتفاق می افتد که با محیط بیرون در تماس است که با ترکیب شدن با اکسیژن دچار تغییر شکل و خرابی می گردد که در هنگام باز کردن مکانیکال سیل با کمی دقت می توان به علت اصلی خرابی پی برد که البته در بسیاری از مواقع که در مدت زیادی از مکانیکال سیل استفاده شده است و ترکیبی از شرایط فوق وجود دارد تشخیص کمی مشکل تر خواهد شد.

رینگ های گوه ای Wedge Rings

برای آب بندی رتوری روی محور در بعضی طراحی ها از رینگ های گوه ای استفاده می شود که چند نمونه آن در زیر نشان داده شده است.

مزایا و معایب رینگ های گوه ای

- ۱- این پکینگ ها به اندازه شافت حساس نیستند و نیاز به تolerانسهای بالا برای ساخت ندارند.
- ۲- به دلیل فوق برای کارخانه های سازنده ارزان تر تمام می شوند.
- ۳- برای آب بندی آنها با شافت نیروی زیادی لازم است.
- ۴- به دلیل اصطکاک زیاد با محور حرکت های محوری و Misalignment را نمی توانند تحمل کنند و احتمال جام کردن آنها روی محور وجود دارد.
- ۵- به دلیل اصطکاک زیاد نیروی زیادی به شافت اعمال میکنند و باعث خرابی بیشتر شافت می شوند.
- ۶- این نوع آب بند ها بصورت یک طرفه و فقط در یک جهت کار آب بندی را انجام می دهند.
- ۷- به دلیل اصطکاک زیاد آنها با محور نیاز به فنر قوی تر دارند که باعث افزایش اصطکاک و تولید حرارت بیشتر و نیاز به فلشینگ بیشتر است.

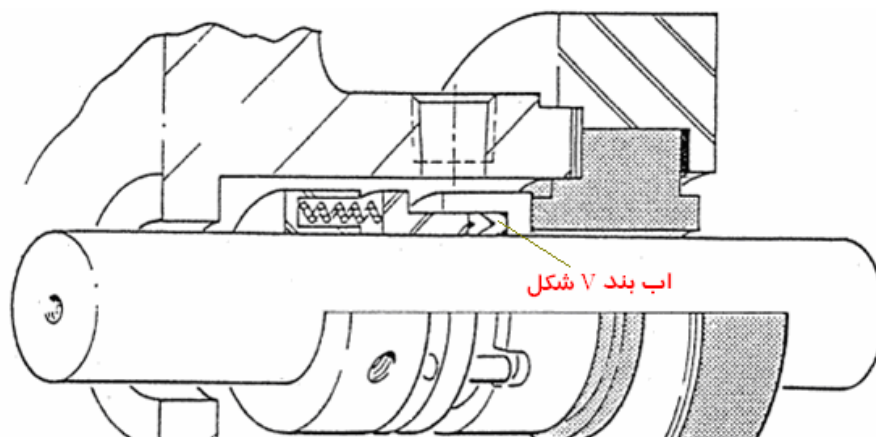


رینگ های وی شکل V-Rings

این نوع رینگ ها معمولا از تفلون ساخته می شوند و دارای مقاومت شیمیایی زیادی اند.

- ۱- V-Ring ها به راحتی و با کمترین نیرو روی محور حرکت می کنند و نیاز به نیروی فنی زیاد ندارند.
- ۲- نیاز به سطوح خیلی صیقلی ندارند.
- ۳- به سبب سایز و اندازه های محور بسیار حساسند.
- ۴- فشار معکوس را نمی توانند تحمل کنند.
- ۵- باعث خرابی شافت می شوند.
- ۶- به راحتی قابل تغییر شکلند و معمولا در رتوری مکانیکال سیل ها از آنها استفاده می شود.

در شکل زیر یک نمونه مکانیکال سیل باب بند ثانویه نوع وی شکل نشان داده شده است:

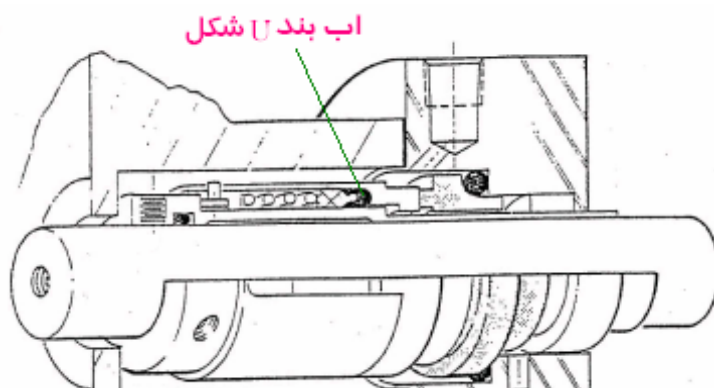


رینگ های فنجانکی U-Cups Rings

۱- این نوع اب بند ها از نوع تماس خطی اند و معمولاً از تفلون یا وایتون ساخته می شوند.

۲- قابلیت تحمل فشار های بالا را دارند.

۳- به دلیل زیاد بودن سطح تماس آنها با محور نسبت به اب بند های دیگر بیشتر باعث خراب شدن محور می شوند.



نصب آب بندهای ثانویه متحرک Dynamic Elastomer Installation

شافت باید بسیار صیقلی باشد با پرداخت ۶ تا ۱۶ میکرواینچ (Rms Range) این سطحی شیشه ای مانند است . اورینگها و دیگر مواد ارتجاعی بطور طبیعی با فشردگی کمی طراحی می شوند . فاصله بین شافت و سیل معمولاً " نباید بیشتر از 0.005 در هر طرف باشد. او رینگ باید به دور شافت کشیده شود و باندازه قطر داخلی آن باشد نه قطر خارجی . کشیدن او رینگ تا ۵٪ طول مشکلی ایجاد نمی کند آنها را بیش از این نکشید . مواد ارتجاعی به مواد شیمیایی حساسند , برای اطمینان آنها را با استفاده از گریس های تفلونی و گریس سیلیکونی روی شافت حرکت دهید. سیلیکون روی رنگ و مواد غذایی مشکل ایجاد می کند پس باید مطمئن شد که محصول پمپ شونده روی آن تاثیری نخواهد گذاشت همچنین پوشش ضخیم گریس بهتر از استفاده از روغنهای رقیق است .

انواع فنر در مکانیکال سیل ها Mechanical Seal Springs

برای روی هم نگه داشتن سطوح اب بندی برای جلوگیری از نشتی از فنر استفاده می شود که بسته به نوع طراحی از طرح هائی نظیر سیستم های بلوز (فلزی) فنرهای مارپیچی و فنرهای موج دار استفاده می شود. به دلیل استفاده از فنرهای مارپیچی در اکثر مکانیکال سیل ها ذیلا به شرح انواع و مزایا و معایب هر کدام می پردازیم.

مکانیکال سیل ها از لحاظ نوع فنر (مارپیچی) به دو دسته زیر تقسیم بندی می شوند:

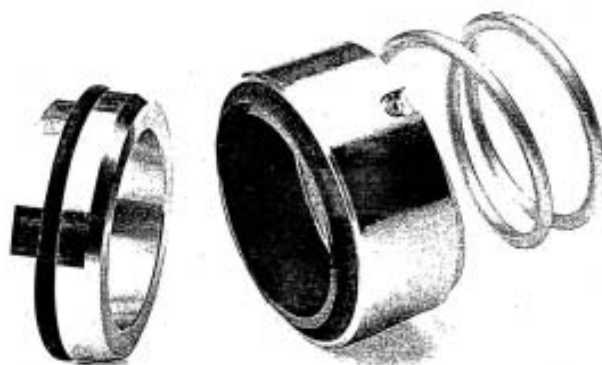
۱- Multi Springs Mechanical Seals

۲- Single Spring Mechanical Seals

مکانیکال سیل های تک فنری Single Spring Mechanical Seals

مزایای مکانیکال سیل های تک فنری:

- ۱- با چرخش محور فنر جمع می شود و باعث کاهش نیروی اصطکاک روی سطوح اب بندی می شود.
- ۲- از لحاظ شعاعی جای کمتری را اشغال می کند.
- ۳- نسبت به خوردگی مقاوم ترند.
- ۴- فنر به عنوان عامل انتقال قدرت عمل می کند.
- ۵- در اثر رسوبات دیرتر جام می شوند.
- ۶- چرخش فنر در داخل محفظه اب بندی توربولانس ایجاد می کند و باعث حرکت مایع و تبادل حرارت بیشتری شود.



معایب مکانیکال سیل های تک فنری

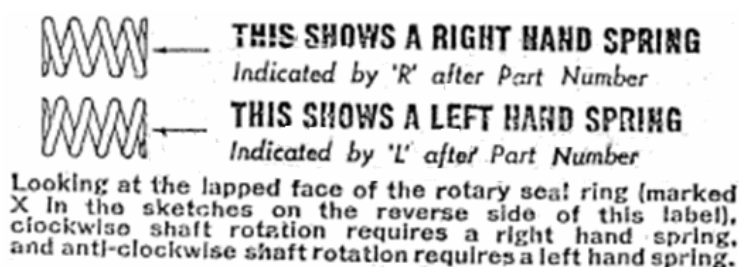
- ۱- برای هر مکانیکال سیل باید یک فنر با ابعادان شرایط طراحی شود.
 - ۲- اگر جهت دور عکس شود باید جهت فنر عوض شود.
 - ۳- از لحاظ طولی جای بیشتری را اشغال می کند.
 - ۴- در سرعت های بالا نیروی گریز از مرکز باعث جمع شدن فنر و نهایتا باز شدن سطوح اب بندی می شود.
- نکته حائز اهمیت این که جهت دور فنر برای این نوع مکانیکال سیل خیلی مهم است و در صورتی که فنر مناسب استفاده نشود باعث باز شدن حلقه های فنر و افزایش نیروی فنری در حین کار می گردد که علاوه بر سایش

سیلیو و فنرباعث کاهش طول عمر مکانیکال سیل ونشتی می شود. جهت فنربایدطوری باشد که درحین کارجمع شود و نیروی فنی روی سطوح اب بندی کاهش یابد.

باعنایت به این که تنهاتفاوت مکانیکال سیل پمپ های Between Bearing که دارای دوعدد مکانیکال سیل هستند (مکانیکال سیل داخلی وخارجی) متفاوت بودن جهت پیچش فنر انها می باشد در صورت اشتباه می تواند منجر به آسیب دیدن هر دو مکانیکال سیل گردد بایددر حین انجام تعمیر علاوه بر مارک نمودن انها دقت کافی انجام شود. برای اطمینان از نصب فنر بایچش مناسب به این صورت عمل می شود فنر و رتوری روی سیلیو قرارداده می شود و بایک دست رتوری ثابت نگه داشته می شود و بادست دیگر سیلیو در جهت چرخش محور حرکت داده می شود و در صورتی که فنر در حین انجام این کار جمع شود جهت ان درست است در غیر این صورت جهت پیچش فنر اشتباه است و باید تعویض شود.

نکته: جهت پیچش فنر با جهت دور پمپ باید یکی باشد.

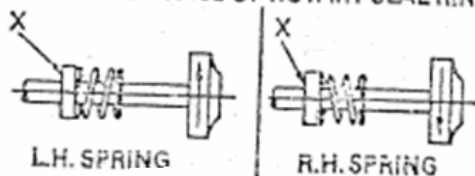
در شکل زیر جهت صحیح فنر برای شرایط مختلف نشان داده است.



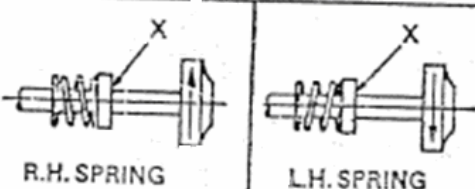
FLEXIBOX LIMITED

SOME TYPICAL EXAMPLES

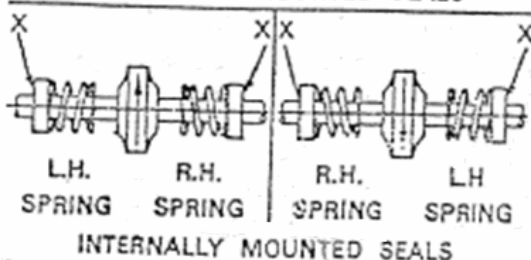
X = LAPPED FACE OF ROTARY SEAL RING



INTERNALLY MOUNTED SEALS



EXTERNALLY MOUNTED SEALS

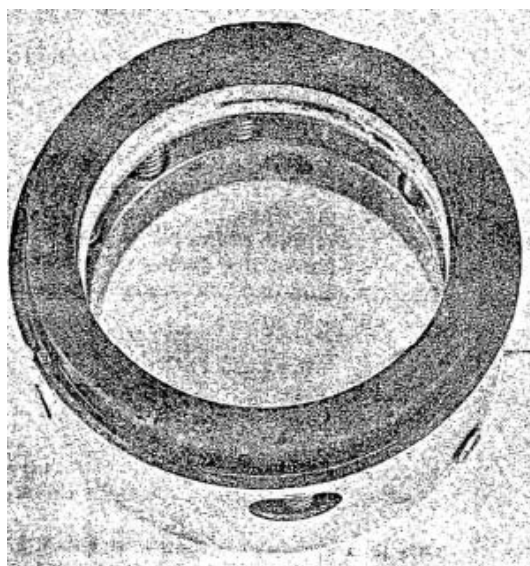


مکانیکال سیل های چند فنری Multi Springs Mechanical Seals

در این نوع طراحی از تعدادی فنر پیچشی کوچک استفاده می شود که خود نیز دارای مزایا و معایبی هستند که ذیلا با آن اشاره می شود.

مزایای مکانیکال سیل های چند فنری:

- ۱- از لحاظ طولی کوچکترند و جای کمتری را در استافین باکس اشغال می کنند.
- ۲- از یک نوع فنر در مکانیکال سیل های مختلف می توان استفاده کرد.
- ۳- برای تغییر نیروی فنر با کم و زیاد کردن تعداد فنرهای می توان نیروی فنری را تغییر داد.
- ۴- تاثیر نیروی گریز از مرکز روی آنها کمتر است و در دورهای بالایی می توان از آنها استفاده کرد.
- ۵- روی سطح سیل توزیع فشار یکنواختی ایجاد می کنند.
- ۶- مستقل از دور شافت عمل می کنند.



معایب مکانیکال سیل های چند فنری

- ۱- به دلیل نازک بودن فنر ها زودتر خورده می شوند.
- ۲- در اثر رسوبات زودتر از فنرهای تکی جام می شوند.
- ۳- خستگی روی آنها بیشتر اثر می کند.

اصول انتخاب ارایش های سطوح اب بندی

انتخاب ارایش سطوح اب بندی مکانیکال سیل ها در صنایع نفتی و پالایشگاه ها طبق استانداردهای نفتی امریکا A.P.I است که علاوه بر مسائلی که قبلا گفته شد از پارامترهای سرعت (سرعت خطی که حاصل ضرب تعداد دور در دقیقه پمپ در نصف قطر سطح مکانیکال سیل است) و فشاری که مکانیکال سیل در آن سرویس می دهد باید مدنظر قرار گیرد در جدول زیر ضریب اصطکاک ارایش های جنس های مختلف سطوح اب بندی آورده شده است.

ضریب اصطکاک ارایش های سطوح مواد مختلف اب بندی

Sliding materials		Coefficient of friction
Rotating	Stationary	
Carbon-graphite (resin filled)	Cast iron	0.07
	Ceramic	0.07
	Tungsten carbide	0.07
	Silicon carbide	0.02
	Silicon carbide converted carbon	0.015
Silicon carbide	Tungsten carbide	0.02
Silicon carbide converted carbon		0.05
Silicon carbide		0.02
Tungsten carbide		0.08

یکی از مهم ترین پارامترها در انتخاب سطوح اب بندی ضریب اصطکاک بین سطوح است که همانگونه که در جدول فوق ملاحظه می شود سیلیکون کارباید ها کمترین ضریب اصطکاک را دارند که با توجه به این موضوع و مزایای دیگری هم که دارند (و در بخش های بعدی به آنها اشاره می شود) در طی سال های گذشته بطور وسیعی در اغلب مکانیکال سیل های جدید مورد استفاده قرار می گیرد. جدول صفحه بعد مرجع مناسبی برای انتخاب انواع ارایش هاست:

موارد استفاده و محدودیت های کاربرد سطوح آب بندی براساس PV

Sliding materials		PV limit, $\frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \cdot \frac{\text{ft}}{\text{min}}$ (bar·m/s)	Comments
Rotating	Stationary		
Carbon-graphite	Ni-resist	100,000 (35.03)	Better thermal shock resistance than ceramic
	Ceramic (85% Al_2O_3)	100,000 (35.03)	Poor thermal shock resistance and much better corrosion resistance than Ni-resist
	Ceramic (99% Al_2O_3)	100,000 (35.03)	Better corrosion resistance than 85% Al_2O_3 ceramic
	Tungsten carbide (6% Co)	500,000 (175.15)	With bronze-filled carbon-graphite, PV is up to 100,00 $\frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \cdot \frac{\text{ft}}{\text{min}}$ (35.03 bar·m/s)
	Tungsten carbide (6% Ni)	500,000 (175.15)	Ni binder for better corrosion resistance
	Silicon carbide converted carbon	500,000 (175.15)	Good wear resistance; thin layer of Si-C makes relapping questionable
	Silicon carbide (solid)	500,000 (175.15)	Better corrosion resistance than tungsten carbide but poorer thermal shock resistance
Carbon-graphite		50,000 (17.51)	Low PV, but very good against face blistering
Ceramic		10,000 (3.50)	Good service on sealing paint pigments
Tungsten carbide		120,000 (42.04)	PV is up to 185,000 $\frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \cdot \frac{\text{ft}}{\text{min}}$ (64.8 bar·m/s) with two grades that have different % of binder
Silicon carbide converted carbon		500,000 (175.15)	Excellent abrasion resistance; more economical than solid silicon carbide
Silicon carbide (solid)		500,000 (175.15)	Excellent abrasion resistance, good corrosion resistance, and moderate thermal shock resistance

مهمترین قسمت مکانیکال سیل ها سطوح اب بندی اصلی انهاست که نوع ارایش و جنس سطوح اب بندی باید با دقت زیادی انتخاب شود..

انتخاب جنس سطوح اب بندی

اصول انتخاب سطوح اب بندی بر اساس موارد زیر انجام می شود:

- ۱- مقاومت سایشی انها خوب باشد (سختی سطح بالا)
- ۲- مقاومت شیمیائی و خوردگی بالا داشته باشند
- ۳- ضریب اصطکاک پایینی داشته باشند
- ۴- ضریب انتقال هدایت حرارتی انها بالا باشد.
- ۵- در برابر شوک های حرارتی مقاومت لازم داشته باشند
- ۶- در برابر شوک های مکانیکی مقاومت لازم داشته باشند.
- ۸- قیمت پایین انها پایین باشد
- ۹- ضریب انبساط انها پایین باشد.
- ۱۰- مدول الاستیسیته انها بالا باشد.
- ۱۱- خاصیت خودروانکاری سطح داشته باشند Dry Running.
- ۱۲- در برابر نیروهای کششی فشاری و برشی مقاومت بالائی داشته باشند

جنس سطوح آب بندی

ماتریال هایی که بطور عمومی برای سطوح اب بندی در مکانیکال سیل هامورد استفاده قرار شامل یک جنس سخت و یک جنس با مقاومت کمتر است که ذیلا به شرح انواع موادی که در ساخت سطوح اصلی مکانیکال سیل ها استفاده می شود و مزایا و معایب هر کدام از انها پرداخته می شود:

- ۱- کربن Carbon- Graphite
- ۲- تفلون ها PTFE
- ۳- NI-RESIST
- ۴- اکسید آلومینیوم Aluminium Oxide
- ۵- Cemented Carbide (Hard Metals-Tungsten Carbide)
- ۶- سیلیکون کارباید Silicon Carbide

کربن Carbon- Graphite

اولین انتخاب برای کلیه مکانیکال سیل ها کربن گرافیت است. کربن دارای دو فرم الماسی و گرافیتی است. گرافیت به شکل کریستالی یا بلور است و به دلیل دارا بودن لایه های مولکولی به ان خاصیت روانکاری می دهد

البته فرمول ساخت کربن گرافیت ها جز اسرار کارخانه های سازنده است ولی روش ساخت انها به روش متالوژی پودر است که پودر های گرید های مختلف کربن همراه مواد افزودنی دیگر باهم مخلوط می شوند

و در قالب های مخصوص تا حدود هزار درجه سانتیگراد گرم می شود که در این درجه حرارت ذرات به هم جوش می خورند و به کک تبدیل می شوند که در این حالت کربن ساخته شده متخلخل و خیلی نرم است که در مرحله بعد با موادی که خاصیت سیالیت خوبی دارند اشباع می شود تا خواص مکانیکی آن بهبود یابد. کربن های اشباع شده دارای انواع مختلفی می باشند:

۱- کربن اشباع شده بارزین

۲- کربن اشباع شده با فلز

۳- کربن گرافیت.

کربن اشباع شده بارزین طیف وسیعی از مقاومت شیمیائی را داراست و دارای خواص سایشی بسیار خوبی است ولی در محیط هائی که اکسید کننده های قوی (مثل اسید سیتریک) وجود دارد مقاومت خوبی ندارند. در کربن اشباع فلزی عمل اشباع با فلزاتی نظیر آنتیمونی و باییت صورت می گیرد که خاصیت روغنکاری بهتری دارند. گریدهای نوع الکتروگرافیتی برای دماهای بالا مورد استفاده قرار می گیرند و دارای مقاومت شیمیائی بهتری نسبت به انواع قبلی می باشند ولی نسبتاً نرمند و استحکام آنها را ندارند. معمولاً ترکیب ۸۰ درصد کربن با ۲۰ درصد گرافیت را برای مکانیکال سیل ها استفاده می شود. روش ساخت کربن مورد نیاز برای شرایط درجه حرارت های بالا که با نام الکتروگرافیت ها معروفند به این صورت است که پودرهای کربن و دیگر فلزات را تا دمای ۲۵۰۰ درجه سانتیگراد گرم نموده و در قالب های مخصوص تحت فشار قرار می دهند.

مزایای استفاده از کربن گرافیت ها

۱- دارای خاصیت خود روان کنندگی بسیار خوبی می باشند تحت شرایط خشک یا مرطوب با اصطکاک پایین کار می کنند.

۲- برای اکثر مواد شیمیائی و خورنده مقاومت خوبی دارند.

۳- قابل تحمل برای رنج وسیعی از درجه حرارت تا ۲۵۰۰ درجه سانتیگراد و حتی تا ۴۵۰۰ درجه سانتیگراد برای انواع فلزی (ترکیب کربن و فلزات) و نمونه های الکتروگرافیتی آنها

۴- مقاومت بالائی در برابر تنش های فشاری دارند

۵- ارزان قیمت اند و به وفور در بازار یافت می شوند

۶- نیاز به دقت ساخت بالاندارند.

۷- توانائی از بین بردن نقش های هندسی صفحات اب بندی را دارند. (در اثر سایش)

۸- کربن قابلیت استفاده با رنج وسیعی از دیگر سطوح اب بندی است.

ولی کربن رینگ ها معایبی هم دارند که ذیلاً به شرح آن پرداخته می شود:

معایب کربن ها

۱- مقاومت آنها در مقابله با مواد ساینده یا مایعات کریستال شونده کم است.

۲- تاثیرات بعضی مواد شیمیائی مثل خود کربن بران که ممکن است باعث ایجاد ترکیبات شیمیائی خطرناک شود.

- ۳- در فشار های بالا تغییر شکل سطحی Distortion می دهند (البته نه مثل فلزات یا سرامیک ها)
- ۴- هر چند در برابر تنش های فشاری مقاومند در برابر تنش های کششی مقاومت آنها پایین است.
- ۵- براحتی آسیب می بینند و در حمل و نقل باید دقت زیادی شود
- ۶- ضریب هدایت حرارتی آنها پایین است (که باعث کاهش طول عمران می شود)
- ۷- در بعضی کاربردها پودر های (ذرات) کربنی بامایع پمپ وارد واکنش های شیمیائی می شود

تفلون ها PTFE

تفلون ها دارای خاصیت خود روان کنندگی بسیار خوبی هستند و به عنوان یکی از انتخاب ها برای سطوح آب بندی مورد استفاده قرار می گیرند اگر چه مقاومت آنها پایین است

مزایا و معایب تفلون ها

مزایای تفلون ها :

- ۱- خاصیت روان کنندگی خوبی دارند.
- ۲- در مقابل اکثر مواد شیمیایی خنثی هستند که برای بهبود خواص مکانیکی آنها از الیاف مصنوعی فایبر گلاس و یا مواد خمیری مخصوص استفاده می شود ..

معایب تفلون ها :

- ۱- مقاومت مکانیکی پایین است و تحت Load براحتی تغییر شکل می دهد و نسبت به کربن گرید ان پایین تر است و برای شرایط سخت قابل استفاده نیستند .
- ۲- علی رغم این که خاصیت خود روان کنندگی دارند ولی در اثر گرما تغییر شکل می دهند و باعث ایجاد نشتی می شوند.
- ۳- برای مواردی که مواد ساینده (همراه با مواد جامد) همراه سیال است مناسب نیستند .
- ۴- ضریب هدایت حرارتی آنها پایین است.
- ۵- تقریباً گران قیمت اند.
- ۶- استفاده از آنها برای آب خالص مناسب نیست .

NI-RESIST

این فلز از خانواده الیاژ چدن های دارای نیکل و مواد دیگر است که خواص شیمیایی چدن را بهبود می بخشد

مزایا و معایب NI-RESIST

مزایای NI-RESIST

مزایای استفاده از NI-RESIST

- ۱- ارزان قیمت بودن آنها
- ۲- قابلیت ماشینکاری راحت
- ۳- مقاومت نسبتاً خوب در برابر خوردگی
- ۴- دارا بودن ضریب هدایت حرارتی بالا

۵- خواص اصطکاکی خوب در حالت چرخش خشک Dry Running

معایب NI-RESIST

۱- مقاومت آن در برابر ضربه کمتر از چدن است (باعنایت به مقاومت بودن آن نسبت به چدن)

۲- باتوجه به ارزانی آنها از لحاظ سایش طول عمرشان کمتر از مواد گران قیمت است.

STELLITE

این فلز جز الیاژهای کبالت، کرم و وتنگستن ها باسختی سطح بالا و مقاومت شیمیایی زیاد و ارزان قیمت است که می تواند بصورت پوشش (روکش) جوش شده یا قالبی روی سطوح استفاده شود.

مزایا و معایب STELLITE

مزایای STELLITE به قرار زیر است:

۱- از مواد سخت و ارزان قیمت اند.

۲- مقاومت شیمیایی بالایی دارند و با پوشش آنها روی سطوح Base Metal باعث افزایش مقاومت آنها می شوند

۳- قابلیت تحمل درجه حرارت بالا را دارند و در آن درجه حرارت سختی خود را حفظ می کنند

۴- به عنوان یک فلز پوشش دهنده خوب (برای سطوح سخت) برای مکانیکال سیل های بزرگ قابل استفاده است.

۵- برخلاف مواد دیگر برای آب بندهای با اندازه بزرگ قابل استفاده می باشند.

ولی معایبی هم دارند که عبارتست از:

۱- درحالی که قیمت اولیه آنها نسبت به دیگر سطوح سخت ارزان است ولی طول عمر آنها از لحاظ سایش کمتر است.

۲- در مقایسه با دیگر سطوح آب بندی در مایعاتی مثل آب یا بعضی حلال ها خاصیت روانکاری ندارند (افزایش سایش)

۳- ضریب هدایت حرارتی آنها پایین است

۴- در حالت خشک Dry Running خوب عمل نمی کنند

که البته دارای گرید های متفاوتی می باشند و در مکانیکال سیل ها گرید های یک و شش آنها استفاده می شود و بیشتر اوقات در مکانیکال سیل ها همراه با کربن های نوع فلزی مورد استفاده قرار می گیرند.

سرامیک اکسید آلومینیوم Aluminium Oxide

اکسید آلومینیوم یا سرامیک ها جز اولین سطوح سخت است که در مکانیکال سیلها ئی که برای آب بندی مواد خیلی خورنده و اسیدها استفاده می شود..

مزایا و معایب اکسید آلومینیوم

مزایای اکسید آلومینیوم شامل:

۱- سرامیک ها از سطوح سخت ارزان قیمتند (به خصوص در سایز های بزرگ)

۲- مقاومت بالائی در برابر ادرار برابر سایش دارند.

۳- دارای مقاومت بسیار بالادر برابر مواد شیمیایی هستند (البته بسته به نوع گریدانتخاب شده).

۴- دارا بودن خواص چرخشی مناسب دراب و حلال ها همراه با سطح کربنی

۵- قابلیت استفاده در مایعات ساینده همراه با مواد جامد (مثل آب دریا).

معایب اکسیدالومینیوم شامل:

۱- پایین بودن ضریب هدایت حرارتی آنها.

۲- عدم مقاومت کافی در برابر شوک های مکانیکی و حرارتی

۳- عدم تحمل شرایط Dry Running

۴- تردی و شکنندگی بالا ی آنها که باعث صدمه دیدن آن در حین حمل و نقل و تراشکاری می شود.

سرامیک ها بسته به در صدا استفاده از اکسیدالومینیوم در آنها در چندین نوع مختلف طبقه بندی می شوند. که مقاوم ترین آنها در برابر مواد شیمیایی اکسیدالومینیوم ۵ / ۹۹ درصد است که در مکانیکال سیل ها استفاده می شود که همراه با سطح کربنی یا تفلونی در مواد شیمیایی خیلی خورنده مثل اسیدها و بازها استفاده می شوند.

سرامیک کاربیدها و تنگستن کاربیدها (Cemented Carbide(Hard Metals-Tungsten Carbide)

تنگستن کاربیدها از یک باند کاربید سخت به همراه یک فلز نرم به عنوان نگه دارنده Binder ساخته می شوند و نوع سمنی آن از ترکیب ذرات سخت همراه با فلزات داکتیلی تشکیل شده است.

مزایا و معایب سرامیک کاربیدها و تنگستن کاربیدها

مزایای سرامیک کاربیدها و تنگستن کاربیدها

۱- در اکثر موارد دارای خاصیت ضد سایشی بالایی هستند.

۲- ضریب هدایت حرارتی آن بالا است.

۳- مدول الاستیسیته آنها بالا است که باعث تغییر شکل (Distorsion) کمتر آن در فشار های بالا می شود (در مقایسه با سطوح فلزی)

۴- مقاومت آن نسبت به دیگر مواد غیر فلزی در مقابل شوک های مکانیکی بالاتر است.

معایب سرامیک کاربیدها و تنگستن کاربیدها عبارتند از:

۱- مقاومت آنها در برابر مواد شیمیایی و اسیدها محدود است.

۲- بالا بودن چگالی آنها High Density که باعث محدودیت استفاده آنها در دورهای بالا می شود.

۳- عدم امکان خشک چرخاندن Dry Running آنها

۴- گران قیمت هستند.

۵- شکننده اند.

گریدهای کبالت در مقابل PH بالاتر از ۷ محدودیت کاربرد دارند.

سیلیکون کاربید Silicon Carbide

در حال حاضر در اغلب مکانیکال سیل ها برای شرایط سخت و اسان از آنها استفاده می شود که در انتخاب آنها باید دقت زیادی شود زیرا گریدهای مختلف آن دارای خواص متفاوتی هستند.

مزایا و معایب سیلیکون کارباید ها

مزایای سیلیکون کارباید ها شامل:

۱- مقاومت سایشی بالا در سرویس های مختلف

۲- ضریب هدایت حرارتی بالا

۳- مقاومت بالا در برابر شوک های حرارتی

۴- مدول الاستیسیته بالا

۵- بی اثر بودن اکثر مواد شیمیایی روی آن

۶- سبک تر بودن آنها نسبت به تنگستن کارباید (Low Density)

۷- ارزانتر بودن نسبت به تنگستن کارباید

۸- فراوانی آنها و در دسترس بودن آنها بصورت خام

۹- ضریب انبساط حرارتی پایین

محدودیت های کاربرد سیلیکون کارباید ها:

۱- سختی سطح آنها نسبت به تنگستن کارباید (بسته به نوع گرید آنها) کمتر است و در اثر مسائل مکانیکی زود آسیب می بینند.

۲- مقاومت آنها در برابر تنش های کششی کمتر است.

۳- مواد قلیایی بر بعضی از انواع آن تاثیر شیمیایی دارد.

۴- نیاز به دقت در انتخاب انواع ارایش های آنها که با هم می چرخند. انتخاب اشتباه باعث تولید حرارت زیاد بین سطوح و تبخیر مایع و خرابی زودرس سطوح آب بندی می شود.

سیلیکون کارباید ها دارای گرید های مختلفی می باشند که بعضی از آنها دارای سیلیکون های آزادند که دارای بهترین مقاومت مکانیکی هستند Sintered Alpha.

کدهای استاندارد مکانیکال سیل ها

با توجه به حساسیت و اهمیت کاری مکانیکال سیل ها و شناخت و استفاده راحت تر از آنها انجمن انستیتوی نفت امریکا (A.P.I) برای هر مکانیکال سیل کداستنداردی تعریف می کند که مبین کلی ان مکانیکال سیل است. این کد شامل پنج حرف لاتین است که هر کدام مبین مطلبی راجع به ان مکانیکال سیل است که به توضیح ان می پردازیم:

۱- حرف اول از سمت چپ یکی از حروف لاتین B یا U است که حروف اول لغات Balance و Unbalance است که مبین بالانس بودن یا بالانس نبودن هیدرولیکی مکانیکال سیل است

۲- حرف دوم از سمت چپ که یکی از حروف S (Single) یا D (Double) است و مشخص کننده مکانیکال سیل تکی یا مکانیکال سیل دوتائی (دوبله) است.

۳- حرف سوم که شامل یکی از حروف A (Auxiliary Sealing Device) و P (Plain) و یا T (Throttle Bushing) است که مبین وضعیت اب بندی انتهای سیل پلیت End Plate است.

لازم به توضیح است که در سیل پلیت های نوع Plain هیچ نوع اب بندی استفاده نشده است که این نوع ارایش برای مکانیکال سیل های با درجه حرارت پایین که نیازی به سیستم کوئینچ ندارند استفاده می شود و از Throttle Bushing ها در مکانیکال سیل هایی که از سیستم کوئینچ استفاده شده است مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین در مکانیکال سیل های نوع Stationary که سطوح اب بندی در قسمت داخلی استافین باکس قرار دارند و سیستم کوئینچ برای شستشوی داخلی قطعات باید فاصله بیشتری راطی کند (و نیاز به بخار با فشار و فلولی بیشتری است) از استافین باکس های ثانویه که شامل پکینگ های گرافیتی با کلرنس بسیار پایین با شافت هستند و بصورت چند تایی استفاده می شود.

۴- حرف چهارم مبین نوع اب بندهای ثانویه قسمت های مختلف مکانیکال است که شامل یکی از حروف E, F, G, H, X است که در جدول زیر توضیحات مربوط به ان داده شده است

۵- حرف پنجم که یکی از حروف J, K, L, M, X است مبین جنس سطوح اب بندی است که توضیح ان در جدول زیر آمده است:

حرف چهارم					
Stationary Seal Ring Gasket: Seal Ring to Sleeve Gasket:	E	F	G	H	X
	Viton Fluorocarbon	Viton Viton	Fluorocarbon Fluorocarbon	Buna N Buna N	As Specified As Specified
حرف پنجم					
Seal Ring: Mating Seal Ring:	J	K	L	M	X
	Carbon Stellite	Carbon Niresist	Carbon Tungsten Carbide-1	Carbon Tungsten Carbide-2	As Specified As Specified

مثال: مکانیکال سیل با کد استاندارد BSTEL مکانیکال سیلی است از نوع بالانس هیدرولیکی نوع تکی که در انتهای سیل پلیت آن از تروتل بوشینگ استفاده شده و گسکت قسمت ثابت مکانیکال سیل وایتون و همچنین گسکت رتوری و شافت از نوع تغلون یا وسطوح اب بندی شامل کربن و تنگستن کارباید گرید یک است .

سیستم های حفاظتی مکانیکال سیل ها

برای افزایش طول عمر مکانیکال و بالا بردن ضریب ایمنی آنها بسته به نوع عملیات و شرایط عملیاتی از سیستم های حفاظتی استفاده می شود که به شرح آن پرداخته می شود.

۱- سیستم کوئینچ مکانیکال سیل ها

۲- سیستم های سیل فلش مکانیکال سیل ها

۱-۲- بالانس لاین

۲-۲- بوش محافظه اب بندی

۳- سیستم های سیال مانع در مکانیکال سیل های دوبله

۴- سیستم خنک کاری استافین باکس Jacket Cooling

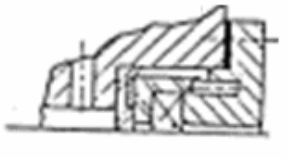
سیستم کوئینچ مکانیکال سیل ها

برای تمیز کاری نشتی های جزئی مکانیکال سیل ها که در اثر سرد شدن یا ترکیب شدن با هوا تولید کک یا کریستال می کنند و باعث تجمع آنها زیر و اطراف سطوح اب بندی می شود و باعث جام شدن اورینگ ها و همچنین جوش خوردن سطوح اب بندی (وقتی پمپ در سرویس نیست) و شکسته شدن آنها در حین راه اندازی پمپ می شود از سیستم کوئینچ که سیالی نظیر اب، بخار اب یا یک گاز بی اثر (بسته به نوع مایع پمپ) برای شستشو و تمیز کاری بین قطعات استفاده می شود. که البته بسته به شرایط عملیاتی از این سیستم برای گرم کردن مکانیکال سیل برای جلوگیری از یخ زدگی (برای مایعاتی نظیر گاز مایع) و همچنین برای خنک کاری سطح ثابت اب بندی نیز مورد استفاده قرار می گیرد.

لازم به توضیح است در صورتی که مایع پمپ در اثر تماس با محیط بیرون و سرد شدن تولید کک و کریستال کند سیستم کوئینچ باید همیشه در سرویس باشد (چه پمپ در سرویس باشد و چه پمپ در سرویس نباشد).

فشار بخار در سیستم کوئینچ برای شرایط مختلف متفاوت است و باید به اندازه ای باشد که بتواند بین قسمتهای داخلی بلوزها یا زیر اورینگ های دینامیکی نفوذ کرده و عملیات شستشو و تمیز کاری را به نحو مناسبی انجام دهد ولی در مکانیکال سیل های نوع دوار (که مجموعه فنری دوران می کند) که سطوح اب بندی نزدیک به انتهای محفظه اب بندی است نیاز به بخار با فشار چندین پوند بر اینچ مربع و در مکانیکال سیل های نوع ثابت Stationary که سطوح اب بندی در قسمت داخلی استافین باکس است و بخار اب باید فاصله بیشتری را طی کند نیاز به بخار با فشار بالاتری است. لازم به توضیح است که مسیر تخلیه Drain سیل پلیت نیز باید طوری طراحی شود که اولاً بتواند ناخالصی های شسته شده را براحتی از خود عبور دهد و در ثانی انقدر تنگ باشد که باعث تخلیه سریع فشار این ناحیه نشود که معمولاً با قراردادن اریفیس با سایز مناسب می توان به آن رسید .

مسئله حائز اهمیت در این خصوص نشستی های بخاری است که سیستم کوئینچ در ائروارد شدن به هوزینگ برینگ برای یاتاقان ها بوجود می آورد که برای ممانعت ازان از استافین باکس های ثانویه در انتهای سیل پلیت استفاده می شود که انواع ان در جدول زیر آورده شده است.

شرح	موارد کاربرد
تروتل بوشینگ 	موارد استفاده ان برای مسیرهای Vent و Drain روی گلند است و جنس ان باید طبق API ضد جرقه باشد
تروتل بوشینگ معلق 	موارد استفاده ان برای مسیرهای Vent و کوئینچ و Drain همراه با فنر روی گلند است و جنس ان باید طبق API ضد جرقه باشد و نیاز به فضای بیشتری دارد
بوش معلق 	موارد استفاده ان برای مسیرهای Vent و کوئینچ و Drain همراه با فنر روی گلند است و جنس ان از پکینگ نرم و هم اندازه قطر شافت است و برای چرخش خشک بسیار عالی است و نیازی به تنظیم ندارد
پکینگ رینگ 	موارد استفاده ان برای مسیرهای کوئینچ با فشار بالاتر روی گلند و در حین کانیا به تنظیم دارد

انواع سیستم های اب بندی مسیرهای Vent Drain Quench روی گلند مکانیکال سیل ها

سیستم های سیل فلش مکانیکال سیل ها

سیل فلش مایعی است که از خروجی پمپ یا از یک منبع مناسب که با مایع پمپ هم خوانی دارد (در صورتی که مایع پمپ دارای خاصیت روانکاری مناسبی نداشته باشند) در حین کار مکانیکال سیل با فشاری بالاتر از فشار محفظه اب بندی روی سطوح اب بندی تزریق می شود و وظایف زیر را انجام می دهد:

الف- خنک کردن سطوح اب بندی مکانیکال سیل (که در اثر اصطکاک چرخشی سطوح روی یکدیگر تولید گرما شده است).

ب- تمیز کردن اطراف سطوح اب بندی

ج- حرکت دادن و بیرون راندن مایع گرم شده بین سطوح اب بندی از محفظه اب بندی

د- تنظیم نمودن فشار محفظه اب بندی

که مورد اخر مورد بسیار مهمی است که بخصوص در مکانیکال سیل های پمپ های چند مرحله ای که برای پمپاژ مایعات گرمی که در شرایط نزدیک به بخار شدن کار می کنند حائز اهمیت است .

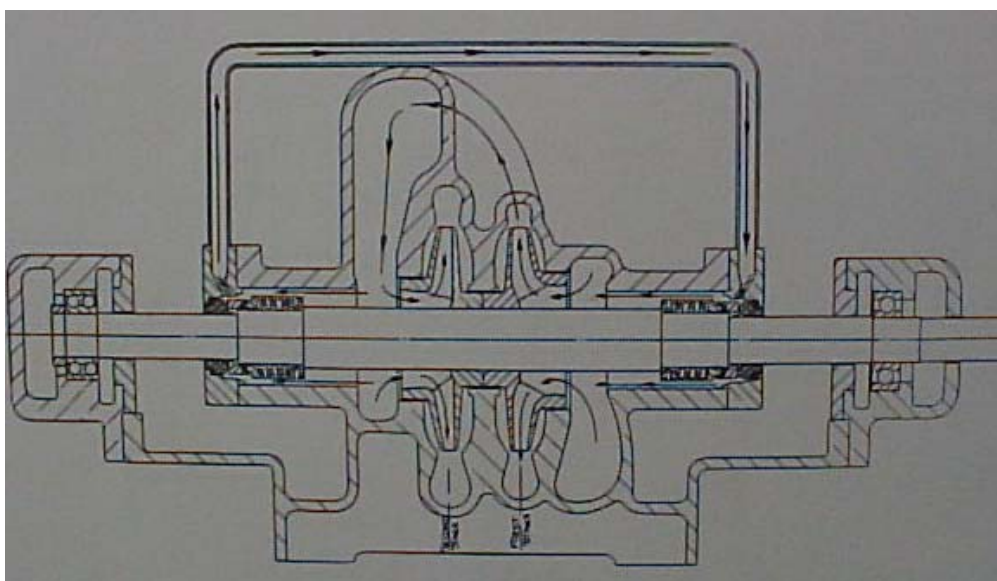
در پمپ های چند مرحله ای که با مایعات گرم کار می کنند (یا پمپ هایی که در شرایط خلا کار می کنند) مشکل مکانیکال سیل طرف ورودی ناشی از تبخیر شدن مایع در محفظه اب بندی در اثر کاهش فشار و بالا بودن درجه حرارت مایع داخل محفظه اب بندی است که باعث خشک چرخیدن سطوح اب بندی روی همدیگر می شود و نقش سیل فلش تزریق شده در محفظه اب بندی بالابردن فشار محفظه اب بندی برای جلوگیری از تبخیر شدن مایع و همچنین بیرون راندن مایع گرم داخل استافین باکس ازان ناحیه به طرف داخل پمپ و خنک کردن سطوح اب بندی است که در اثر اصطکاک گرم شده اند .

در پمپ های چند مرحله ای مکانیکال سیل های طرف فشار دارای وضعیت بحرانی تری است چون اولاد در معرض فشار خروجی قرار دارد (به علاوه درجه حرارت بالا) و تزریق مایع سیل فلش نیز با مشکل بیشتری همراه است . به همین دلیل باید تمهیدات خاصی در نظر گرفته شود تا بحث بالا بودن فشار محفظه اب بندی و خنک کاری و تزریق مایع سیل فلش بر راحتی انجام گردد . به این ترتیب در استافین باکس های طرف فشار از چند مکانیزم استفاده می شود . که به شرح ان می پردازیم:

بالانس لاین Balance Line

بالانس لاین لوله رابطی است که یک طرف ان به استافین باکس و طرف دیگر ان به قسمت کم فشاری مثل ورودی پمپ متصل می شود و کار تخلیه محفظه اب بندی و پایین آوردن فشار محفظه اب بندی را انجام می دهد . که از طریق این لوله که قطران بین نیم تایک اینچ است فشار محفظه اب بندی با فشار ورودی پمپ تقریباً متعادل می شود .

لازم به توضیح است که برای متعادل نگه داشتن و کنترل نمودن فشار داخل محفظه اب بندی در داخل مسیر بالانس لاین یک عدد اریفیس نصب می شود (یا داخل محفظه اب بندی بصورت اریفیس ساخته می شود) تا مقدار مایع برگشتی را کنترل کند.



بوش محفظه آب بندی Stuffing Box Bushing

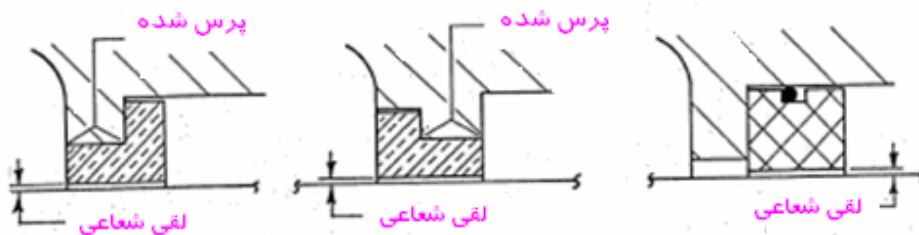
این بوش هادراتهای محفظه آب بندی طرف فشار بالا و همچنین سمت فشار پایین نصب می شود و هم زمان چندین کار مختلف انجام می دهند:

۱- باعث شکسته شدن فشار بین پمپ و محفظه آب بندی (در سمت فشار بالا) می شود و از وارد شدن مایع گرم یا کثیف به محفظه آب بندی ممانعت می کنند و در صورتی که کلرنس آن از حد متعادل طراحی تجاوز نماید باعث وارد شدن بیشتر مایع گرم (که باعث گرم تر شدن محفظه آب بندی) و کثیف (که باعث نفوذ ذرات جامد به محفظه آب بندی و وارد شدن آنها بین سطوح و افزایش مسائل سایشی و.....) می شود.

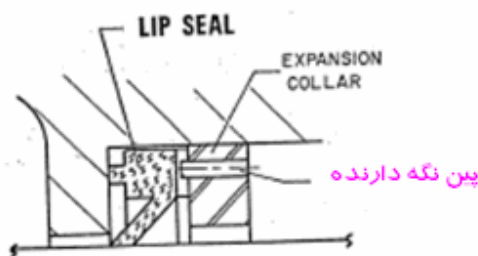
۲- فشار داخل محفظه آب بندی را نگه می دارند (در سمت فشار پایین) بخصوص در مواقعی که دمای مایع پمپ شونده بالا است و امکان تبخیر مایع در این محفظه وجود دارد که این کار با تزریق مایع سیل فلش داخل محفظه انجام می شود که علاوه بر روانکاری و خنک کردن سطوح آب بندی باعث افزایش جزئی فشار استافینگ باکس هم می شود.

در شکل های زیر انواع متداول بوش های محفظه آب بندی نشان داده شده است.

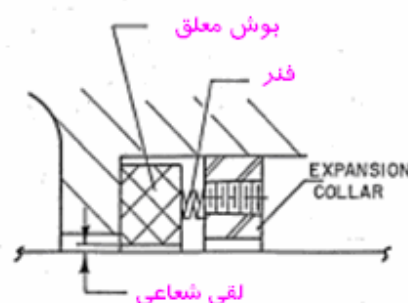
تروتل بوشینگ های ثابت



آب بند غیر فلزی

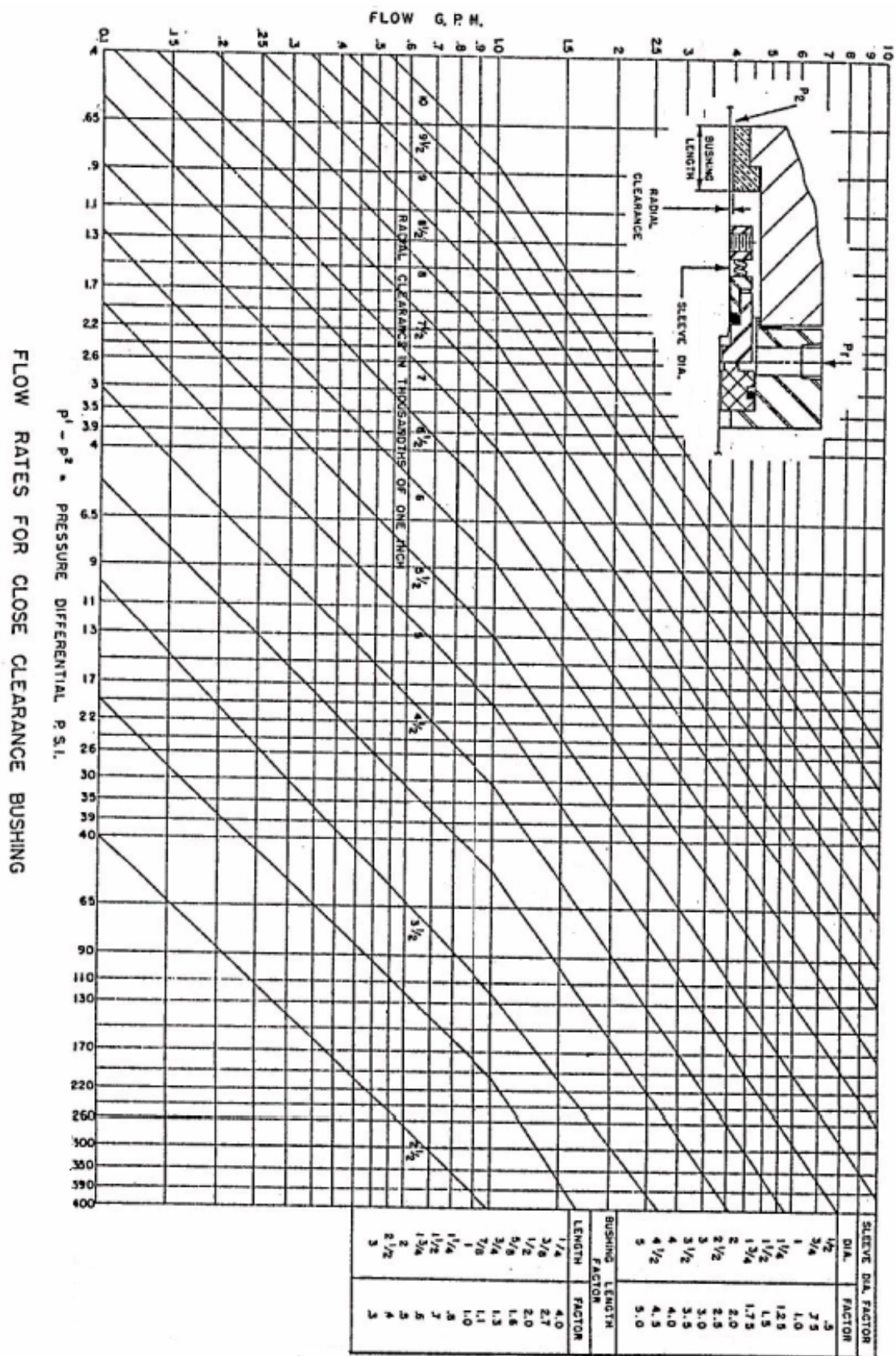


تروتل بوشینگ معلق



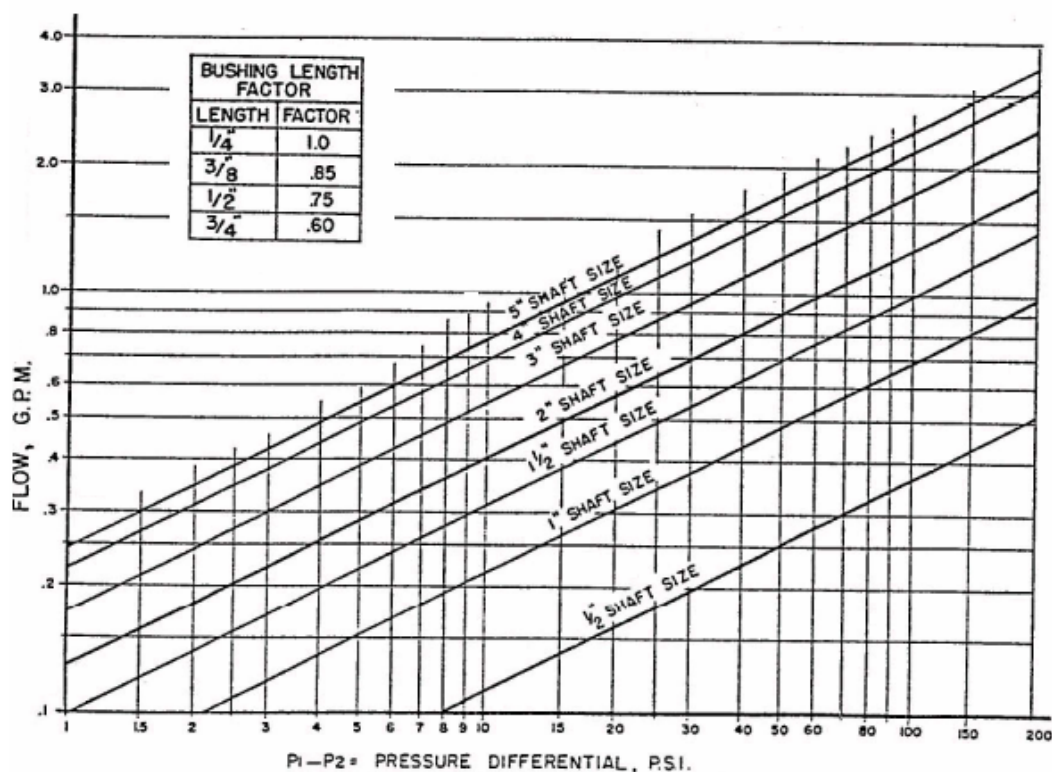
لازم به توضیح است که در پمپ های گرم یا در شرایطی که مایع پمپ سبک باشد در قسمت فوقانی این بوش هایک سوراخ تعبیه می شود که علاوه بر این که کار هواگیری این محفظه را انجام می دهد باعث می گردد بخارات ایجاد شده در اثر حرارت از این محفظه خارج شود و از خشک کار کردن سیل جلوگیری کند.

منحنی زیرمیزان مایعی که در اثر اختلاف فشار بین دو طرف بوش های استافین باکس (داخل پمپ و محفظه اب بندی) براساس میزان کلرنس (لقی) های متفاوت از بوش عبور می کند را نشان می دهد.



منحنی زیر نیز فلوی عبوری ازبوش های شناور باکلرنس های مختلف ونحوه نصب انها را نشان می دهند:

جریان خروجی ازبوش های شناور FLOATING BUSHING



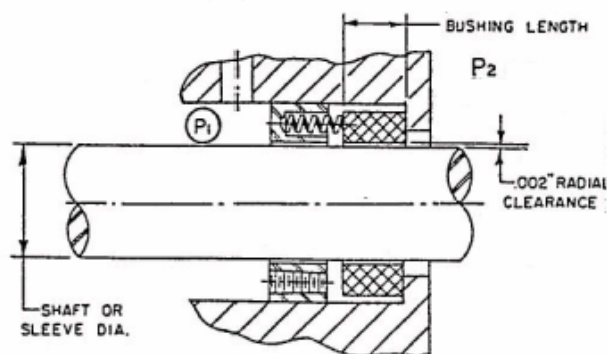
مثال - FLOATING BUSHING AS THROAT BUSHING

BOX PRESSURE - $P_2 = 25$ P.S.I.

FLUSHING FLUID PRESSURE - $P_1 = 50$ P.S.I.

SHAFT DIA = 2" BUSHING LENGTH = 1/2"

PRESSURE DIFFERENTIAL = $P_1 - P_2 = 50 - 25 = 25$ P.S.I.
 FROM CHART FOR 25 P.S.I. AND 2" SHAFT DIA., FLOW
 IS 0.64 G.P.M., BUSHING LENGTH FACTOR FOR 1/2" BUSHING
 IS .75, FLOW = 0.64 G.P.M. X .75 = 0.48 G.P.M.

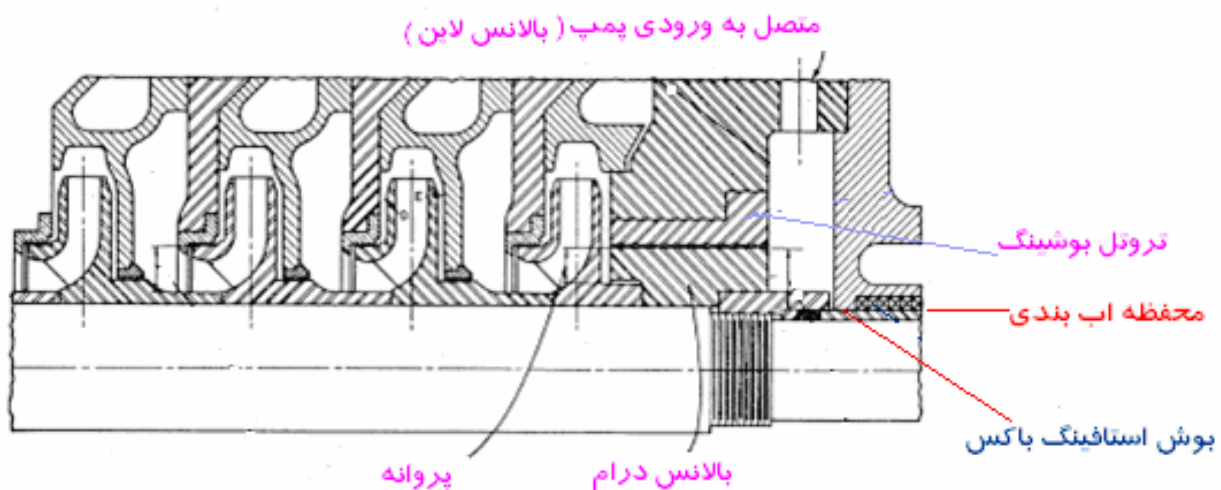


FLOATING BUSHING AS THROTTLE BUSHING

البته برای طول های دیگر بوش باید اعداد بدست آمده درضرایب مربوطه که ازجدول کناری بدست می آید ضرب شود

بوش گلوگاهی Throttle Bushing

بوش های گلوگاهی Throttle Or Neck Bushing معمولاً در سمت فشار بالا نصب می شوند و وظیفه اصلی آنها شکستن فشار مایع بین مرحله آخر پمپ و محفظه اب بندی است به عبارت دیگر از خارج شدن مایع داخل پمپ بطرف استافینگ باکس که باعث بالا رفتن فشار محفظه اب بندی می شود جلوگیری می کنند. لازم به توضیح است که بالا رفتن فشار محفظه اب بندی علاوه بر این که سیل را در شرایط سخت قرار می دهد باعث عدم امکان تزریق مایع سیل فلش در این ناحیه می گردد که این نیز باعث اختلال در سیستم خنک کاری و روانکاری سطوح اب بندی و کاهش سریع طول عمر مکانیکال سیل و ایجاد نشتی خواهد نمود.



همانطور که در شکل بالا ملاحظه می شود مسیر بالانس لاین بین تروتل بوشینگ و بوش محفظه اب بندی واقع شده است و باعث می گردد از یک طرف مایع خارج شده از قسمت فشار بالا که از زیر تروتل بوشینگ در حال جریان است از طریق مسیر بالانس لاین مجدداً به قسمت ورودی پمپ منتقل شود و از طرف دیگر سیل فلش تزریق شده در داخل محفظه اب بندی که از زیر بوش استافینگ باکس خارج می شود باز از طریق بالانس لاین به قسمت ورودی پمپ منتقل شود.

بیشترین مشکلات مربوط به نشتی مکانیکال سیل های طرف فشار بالای پمپ ها مربوط به این قسمت می باشد که حتی با نصب مکانیکال سیل نو نیز مشکل نشتی حل نخواهد شد که به آنها اشاره می شود:

۱- زیاد شدن کلرنس بوش از حد مجاز استافینگ باکس (در اثر مسائل سایشی) باعث خروج بیشتر مایع از داخل پمپ بطرف محفظه بالانس لاین و عدم امکان تخلیه آن از طریق بالانس لاین و نهایتاً بالا رفتن فشار این ناحیه و به دنبال آن بالا رفتن فشار محفظه اب بندی و عدم امکان تزریق سیل فلش و..... خواهد شد. که نتیجه آن عدم خنک کاری و گرم شدن محفظه اب بندی (در اثر تراکم مایع) و تبخیر مایع و اختلال در سیستم روانکاری سطوح اب بندی و شروع سایش و جدائی سطوح اب بندی که باعث نشتی و کاهش شدید طول عمر مکانیکال سیل می شود.

۲- گرفتگی مسیر بالانس لاین به دلیل تجمع رسوبات بالا رفتن فشار محفظه اب بندی می شود

۳- اگر فشار محفظه اب بندی به هر دلیلی اعم از بیش از حد باز بودن مسیر بالانس لاین (نصب اریفیس نامناسب یا سایش اریفیس) یا تزریق نشدن (یا کمبود) مایع سیل فلش باعث کاهش فشار محفظه اب بندی و نهایتاً باز هم تبخیر مایع (در اثر کم شدن فشار) و همان مسائل قبلی می گردد. که باید هنگام تعمیر پمپ موارد به دقت بررسی و تنظیم شود. لازم به توضیح است در پمپ های حساس روی محفظه اب بندی حتماً باید یک عدد فشارسنج نصب شود و فشار آن (با تنظیم مقدار سیل فلش تزریقی) تحت کنترل قرار گیرد.

این بوش ها کلرنس کمی با محور دارند و باید مثل رینگ های فرسایشی مراقبت های لازم را روی آنها انجام داد. بیشترین مشکل آنها تماس پیدا کردن آنها با محور است که باعث گرم شدن ناگهانی آنها در اثر تماس با محور و جام شدن و یا کندن شدن آنها می شود که برای ممانعت از تماس رینگ های فلزی با یکدیگر باید فاصله بین قطعات روانکاری شود که معمولاً مایع روان کننده همان مایع داخل پمپ است. در صورت خشک چرخیدن (راه اندازی پمپ خالی) باعث تماس فلز با فلز و..... خواهد شد.

جنس بوش ها بر اساس کلاس پمپ تعیین می شود و کلرنس خیلی کمی با محور دارند و بر اساس شرایط عملیاتی مثل فشار درجه حرارت و جنس دارای ارتفاع (طول) مناسبی اند و ولی غالباً از جنس های سخت انتخاب می شوند و هر چه طول آنها بیشتر باشد باعث ایجاد افت فشار بیشتری می شوند. و در بعضی از طراحی ها نیز برای جلوگیری از حبس شدن ذرات جامد بین بوش و محور (در پمپ هایی که مایع آنها کثیف است) در داخل آن شیارهای مارپیچی تعبیه می کنند (در جهت مناسب) تا ذرات جامد در آن قرار گیرد و در جهت مناسب از محفظه اب بندی خارج شوند.

در شکل زیر نیز شمائی از یک بوش استافینگ باکس شیاردار نشان داده شده است.

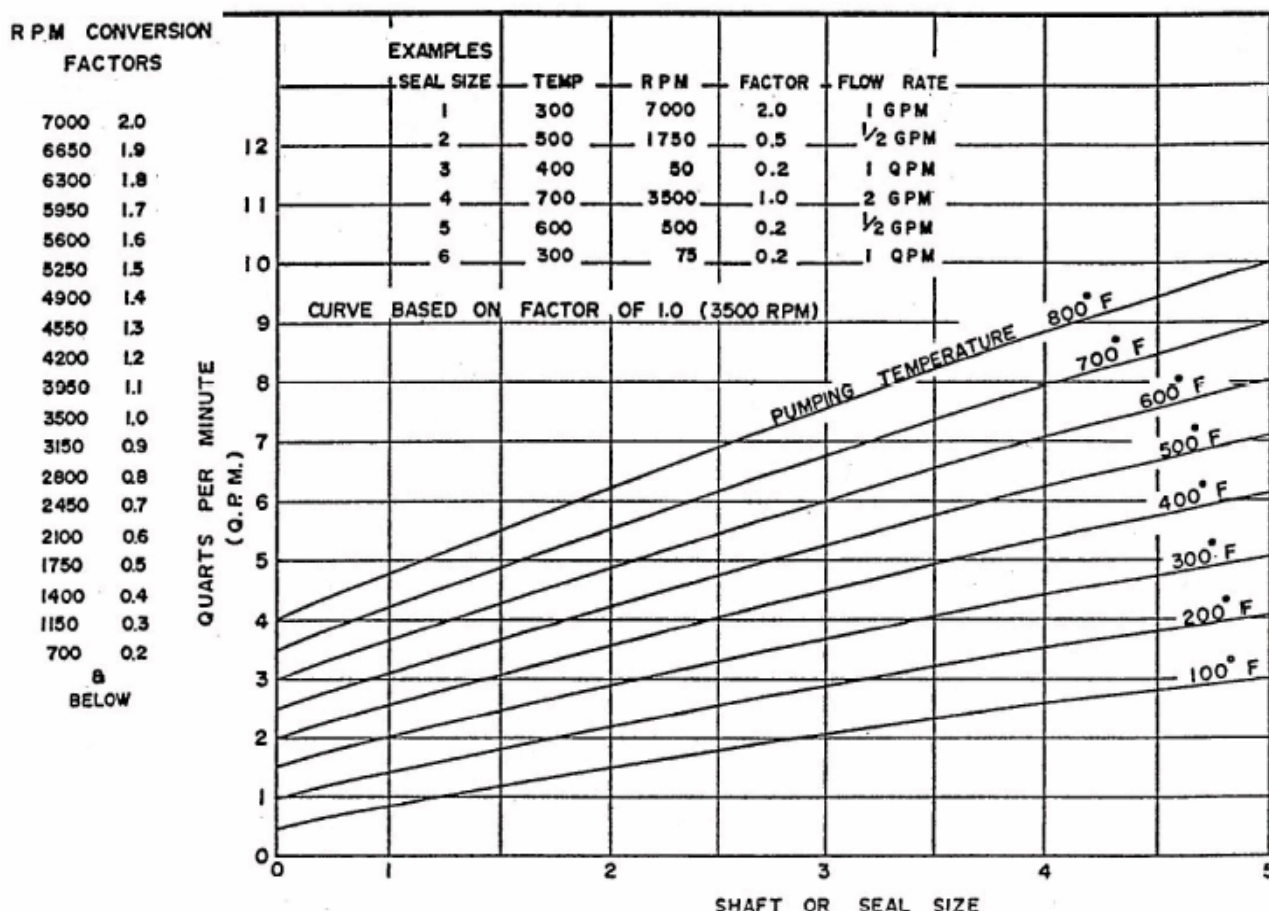


مقدار سیل فلش مورد نیاز سطوح آب بندی

مقدار سیل فلش مورد نیاز برای یک مکانیکال سیل باید به اندازه ای باشد که بتواند مقدار حرارت تولید شده در اثر حرکت چرخشی سطوح روی یکدیگر و همچنین مقدار مایعی که از طریق بوش استافین باکس وارد محفظه آب بندی می شود را بتواند خنک کند که کمبود مایع سیل فلش باعث افزایش دمای تدریجی محفظه آب بندی تبخیر مایع داخل استافین باکس و می شود .

منحنی های زیر مقدار مایع سیل فلش مورد نیاز مکانیکال سیل را بر حسب دور محور و قطر سیل و درجه حرارت مایع پمپ شونده را ارائه می کند.

مقدار سیل فلش مورد نیاز مکانیکال سیل ها



لازم به توضیح است که این جدول مربوط به کارخانه مکانیکال سیل سازی DURA SEAL است و برای مکانیکال سیل های دیگر نیز باید از منحنی های مربوطه استفاده کرد.

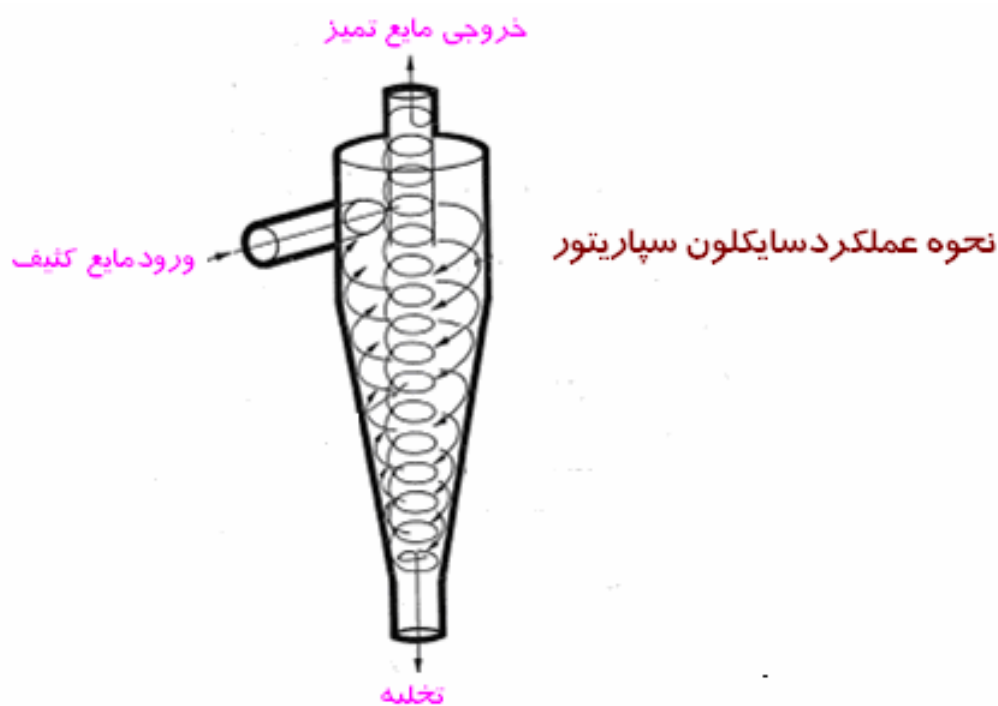
سیستم های تمیز کننده سیل فلش

مایع سیل فلشی که برای خنک کاری سطوح آب بندی روی آنها تزریق می شود باید علاوه بر خنک بودن (که در داخل کولرهای مربوط به سیل فلش خنک می شوند) تمیز نیز باشند و هیچ گونه ذرات و ناخالصی خارجی نداشته باشند در غیر این صورت ای نوع ذرات بین سطوح آب بند قرار می گیرند و باعث سایش شدید سطوح

اب بندی می شوند که برای رفع ای مشکل درمواقعی که سیل فلش از منبع بیرون پمپ تامین می گردد باقراردادن صافی با مش سایز مناسب مشکل مرتفع می گردد.

در صورتی که مایع سیل فلش از خروجی پمپ گرفته شود معمولاً باقراردادن یک Cyclon Separator در مسیر این مشکل مرتفع می شود.

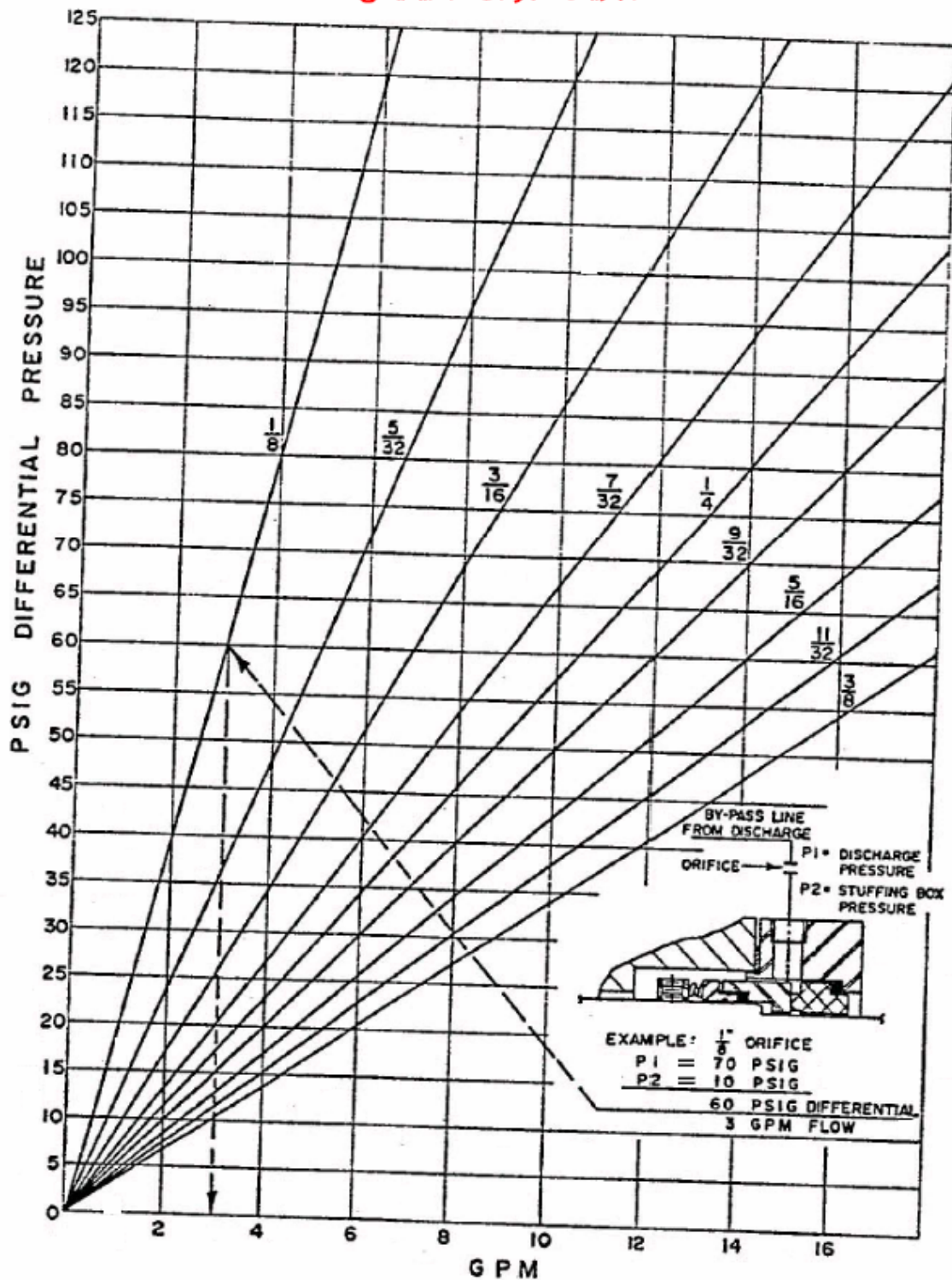
اصول کار ساینکون سپاریتور در شکل زیر نشان داده شده است. به دلیل اختلاف فشاری که بین ورودی (که از لاین خروجی پمپ به طرف بدنه آن وارد می شود) و خروجی (قسمت تحتانی آن که به قسمت ورودی پمپ منتهی می شود) وجود سیال داخل ساینکون سرعت می گیرد و به واسطه شکل مخروطی داخل ساینکون شروع به چرخش می کند و به توسط نیروی گریز از مرکز ناشی از چرخش ذرات و مایعات سنگین تر به طرف دیواره های اطراف پرتاب می شوند و در اثر نیروی وزنشان به سمت پایین حرکت می کنند و از آنجا خارج شده و به سمت ورودی پمپ مکیده می شوند و مایعات سبک نیز به دلیل اختلاف دانسیته ای که با مواد سنگین دارند به سمت بالا حرکت می کنند و از قسمت فوقانی ساینکون وارد محفظه استافین باکس می شوند.



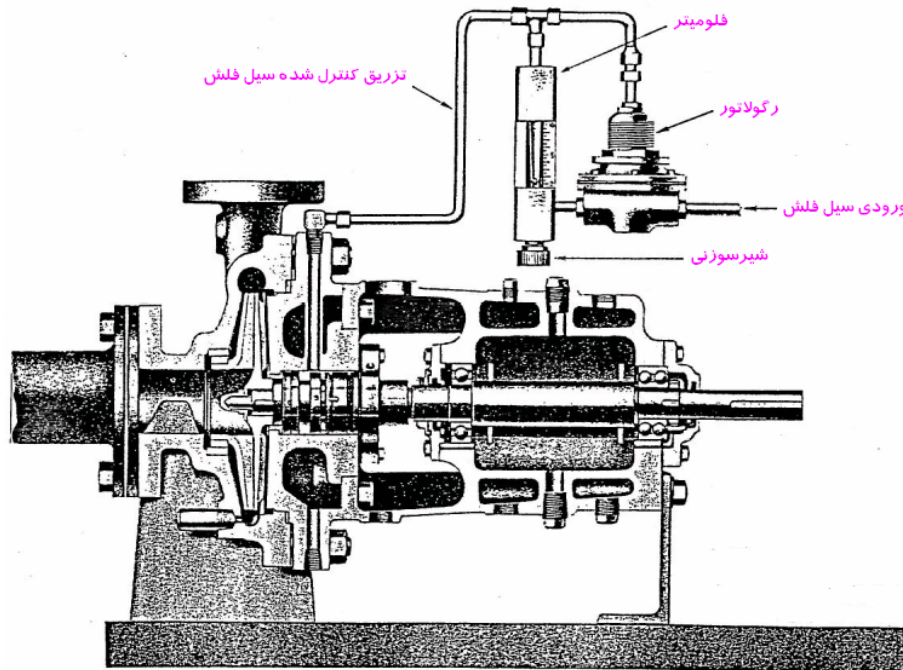
لازم به ذکر است که با قراردادن اریفیس های مناسب در مسیرهای ورودی و خروجی ساینکون فلوی مورد نیاز برای ساینکون و همچنین مکانیکال سیل بدست می آید.

در منحنی های فوق میزان فلوی عبوری در اثر اختلاف فشار بین طرفین اریفیس ها داده شده است که می توان از آن برای طراحی اریفیس مورد نیاز ساینکون سپاریتورها استفاده کرد.

مقدار جریان عبوری از اریفیس ها



همچنین روی بعضی از پمپ هانیز در مسیر مایع سیل فلش فلومتر نصب می شود تا فلوی اپتیمم مورد نیاز مکانیکال سیل تامین شود چون فلوی کم مایع سیل فلش باعث بالارفتن درجه حرارت سطوح آب بندی می شود و فلوی زیاد هم از لحاظ اقتصادی در درازمدت باعث افزایش هزینه ها می شود که در صفحه بعدیک نمونه ازان نشان داده شده است.



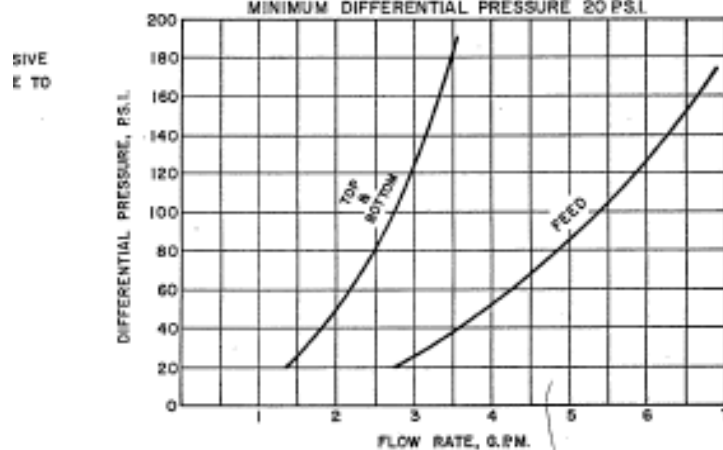
میزان فیلتراسیون سایکلون سپاریتورها بستگی مستقیم به اختلاف فشار بین ورودی و خروجی سایکلون دارد و هر مقدار مایع وارد شده و اختلاف فشار به سایکلون کمتر باشد عمل جدایی بهتری بهتری انجام می شود. که در جدول و منحنی های زیر که از طریق آزمایش بدست آمده این موضوع نشان داده شده است:

SEPARATION EFFICIENCY TESTS *

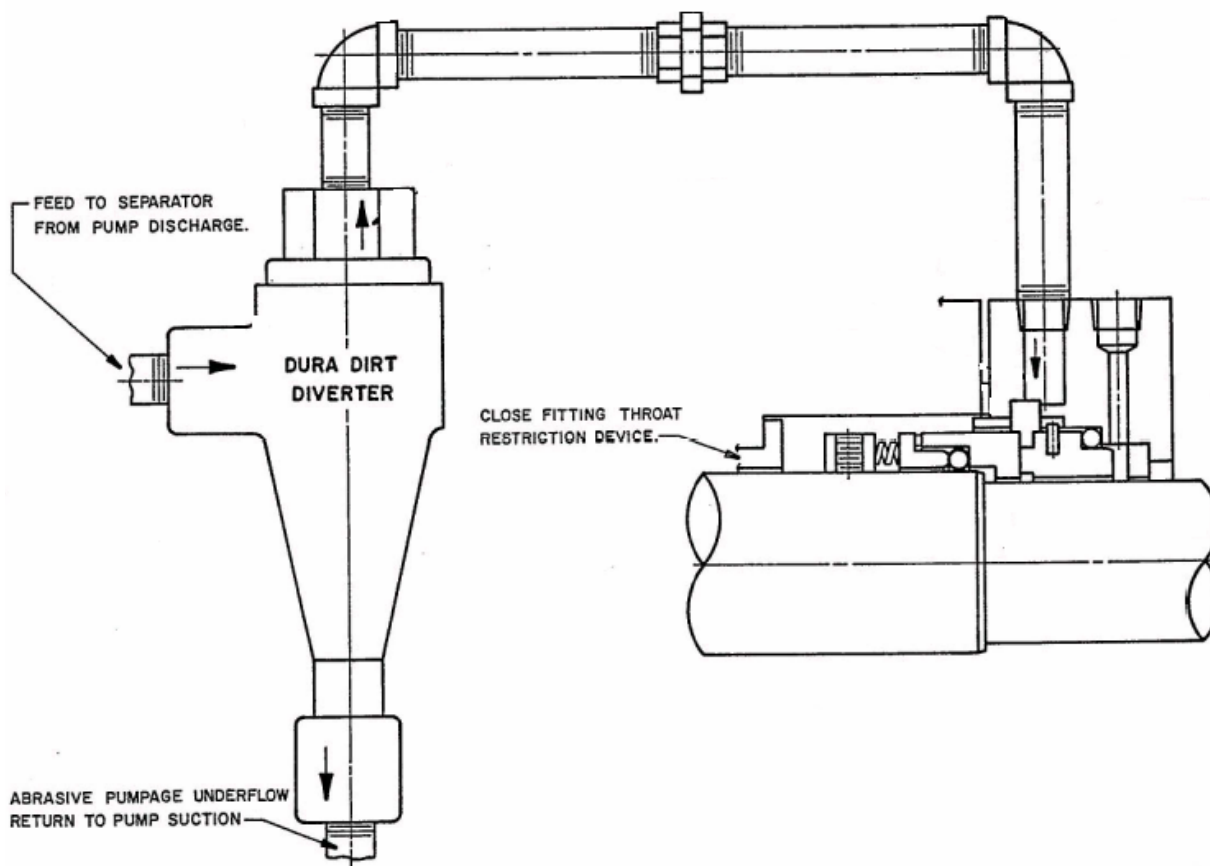
MICRON SIZE	DIFFERENTIAL PRESS. PSI.	BOTTOM SOLIDS G.G.	TOP SOLIDS G.G.	TOTAL SOLIDS G.G.	% SOLIDS BOTTOM	% SOLIDS TOP	SAMPLE SIZE G.G.	% CONCENTRATION
9.5	200	8.485	0	8.485	100.00	0	1000	.85
9.5	150	8.346	.018	8.364	99.78	.22	1000	.84
9.5	100	7.981	.115	8.096	98.58	1.42	1000	.81
9.5	50	7.700	.206	7.906	97.40	2.60	1000	.79
9.5	20	7.632	.333	7.965	95.82	4.18	1000	.80
5.0	200	3.598	.023	3.621	99.36	.64	1000	.36
5.0	150	3.333	.065	3.398	98.08	1.92	1000	.34
5.0	100	2.967	.147	3.104	95.58	4.72	1000	.31
5.0	50	2.917	.273	3.190	91.44	8.56	1000	.32
5.0	20	2.589	.384	2.973	87.10	12.90	1000	.30
2.5	200	3.137	.060	3.197	98.12	1.88	1000	.32
2.5	150	2.967	.116	3.083	96.24	3.76	1000	.31
2.5	100	2.918	.192	3.110	93.82	6.18	1000	.31
2.5	50	2.587	.309	2.896	89.32	10.68	1000	.29
2.5	20	2.357	.374	2.731	86.30	13.70	1000	.27

MAXIMUM DIFFERENTIAL PRESSURE 200 PSI.

MINIMUM DIFFERENTIAL PRESSURE 20 PSI.



بطور مثال وقتی اختلاف فشار بین ورودی و خروجی سایکلون 20psi باشد ذرات تا سایز 2.5 میکرون جدا می شوند و همینطور که ملاحظه می شود حدود 86.3% ذرات از قسمت پایین سایکلون خارج می شود و 13.7% آن از بالا و این درحالی است که بیشترین حجم مایع از قسمت بالای سایکلون خارج می شود.



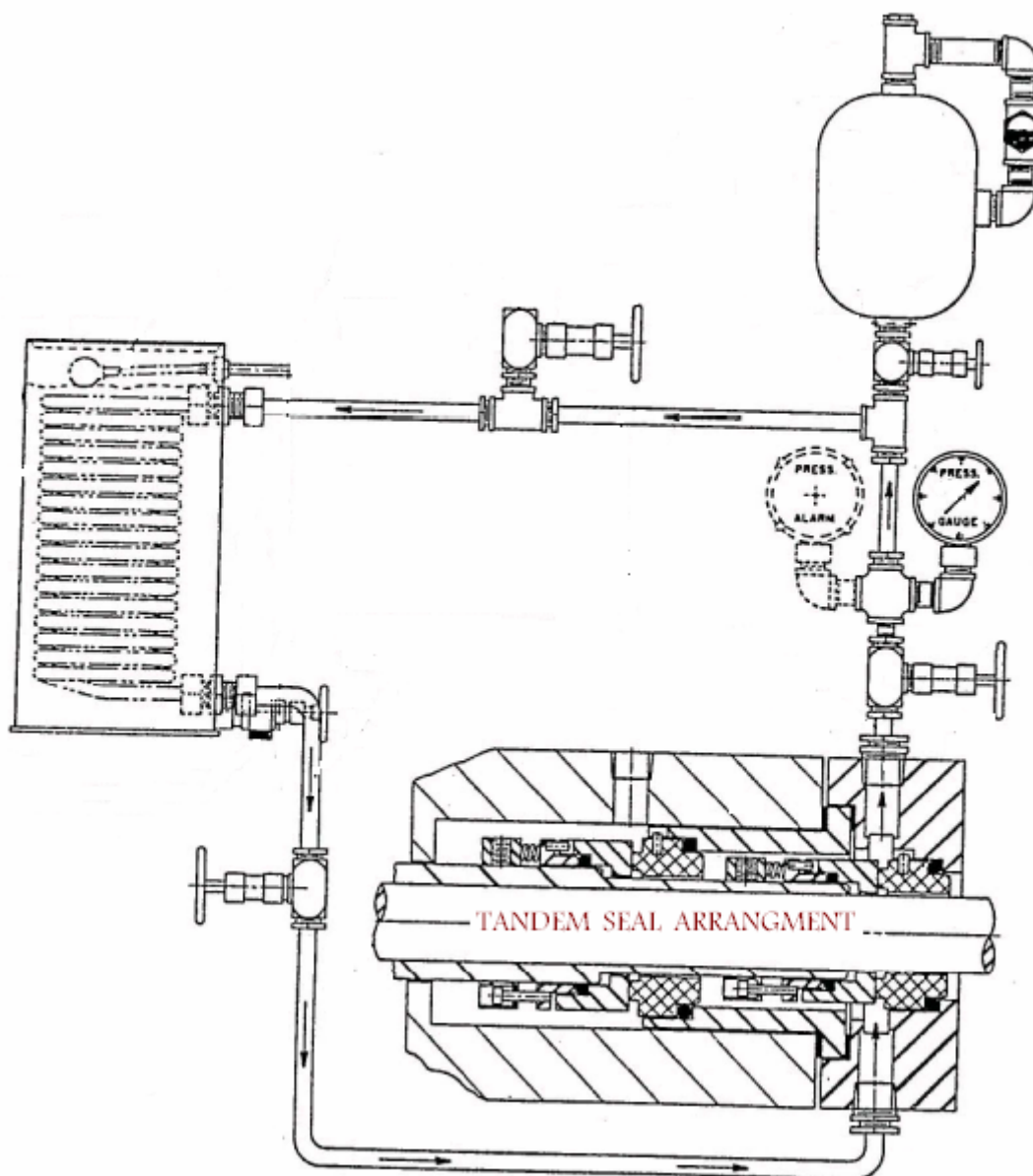
سیستم های سیال مانع در مکانیکال سیل های دوبله

همانطور که قبلا نیز توضیح داده شد مکانیکال سیل های دوبله در شرایطی استفاده می شود که مایع پمپ شونده خیلی گران قیمت سمی و سرطان زا باشد یا مایع پمپ شونده خیلی خورنده یا دارای ذرات جامد باشد و خاصیت روانکاری نداشته باشد که در اینگونه موارد مایع مورد استفاده برای روانکاری بین سطوح از منبع دیگری تامین می شود و وارد محفظه آب بندی شده و کار روانکاری بین سطوح را انجام می دهد لازم به توضیح است که با توجه به اینکه همواره نشتی جزئی سیل پات به طرف داخل پمپ و یا بالعکس وجود دارد مایع سیل پات باید با مایع پمپ از لحاظ شیمیایی و.....تأثیرات نامناسبی روی هم نداشته باشند.

سیستم های سیل پات از قسمت های زیر تشکیل شده است:

۱- پمپ Pumping Ring که برای حرکت دادن مایع سیل پات که در اثر چرخش سطوح آب بندی گرم شده است به داخل کولر های مخصوص استفاده می شود. این پمپ ها معمولا بصورت رینگ ماریپج مانندی است که روی شافت یا سیلیو پیچ می شود و با دور محور می چرخد و مایع داخل محفظه آب بندی را بطرف ورودی کولر های سیل فلش حرکت می دهد که معمولا هد آن نیز بسیار پایین است.

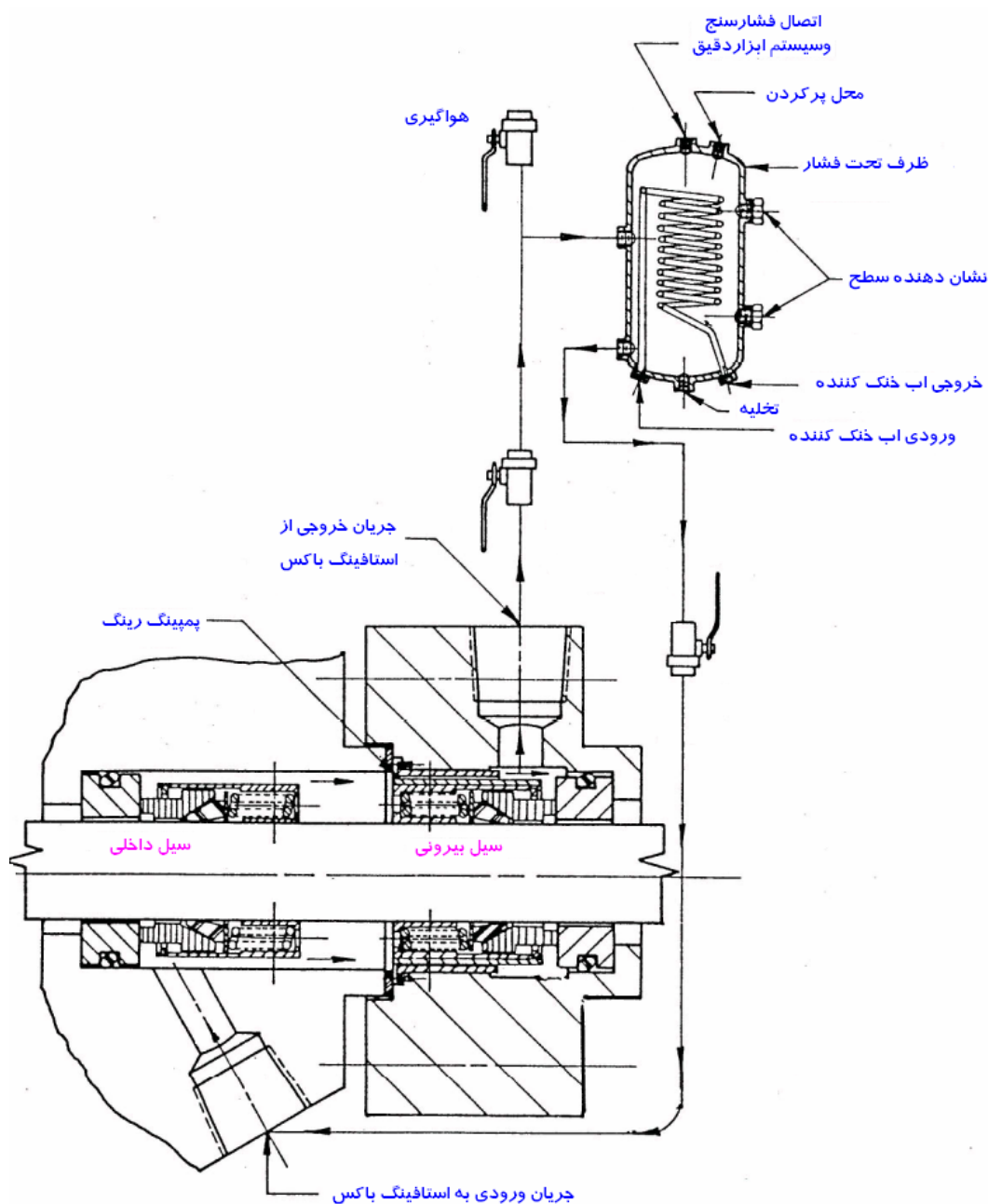
۲- کولر های سیل پات برای خنک کردن مایع سیل پات که در محفظه اب بندی حرارت تولید شده را جذب کرده اند مورد استفاده قرار می گیرند که بسته به سلیقه طراح یا شرایط نصب از کولر های هوایی (لوله های پره دار) که با محیط اطراف تبادل حرارت می کنند یا کولر های ابی که حرارت مایع سیل پات را به اب منتقل می کنند استفاده می شود



۳- سیستم های تامین فشار- برای تامین کردن فشار مایع سیل پات بسته به نوع طراحی از دو سیستم استفاده می شود:

الف- استفاده از مخزن Seal Pot که در ارتفاع کمی بالاتر از محور پمپ نصب می گردد و در قسمت بالای آن با یک گازی اثر مثل ازت و..... شارژ می شود و با تنظیم رگولاتور روی آن روی فشار مورد نظر تنظیم می شود و وظیفه Pumping Ring فقط به حرکت در آوردن مایع سیل پات است (نه تولید فشار) و هد آن در حد چند پوند بر اینچ مربع است.

لازم به توضیح است که بانصب Sight Glass روی دیواره سیل پاتسطح مایع داخل آن قابل مشاهده است که در صورتی که سطح مایع تغییر کند (بسته به این که فشار سیال مانع کمتر یا بیشتر از فشار محفظه آب بندی باشد) مبین خرابی مکانیکال سیل است که اگر سیال مانع بیرون پمپ نریخته باشد مبین خرابی مکانیکال سیل داخلی پمپ است. همچنین روی پمپ های بزرگ نیز با نصب سیستم های ابزار دقیق اندازه گیری سطح مایع ارتفاع مایع اندازه گیری می شود و در صورتی که سطح مایع تغییر کرده باشد باعث تحریک سیستم های الارم و Shut Down دستگاه می شود.



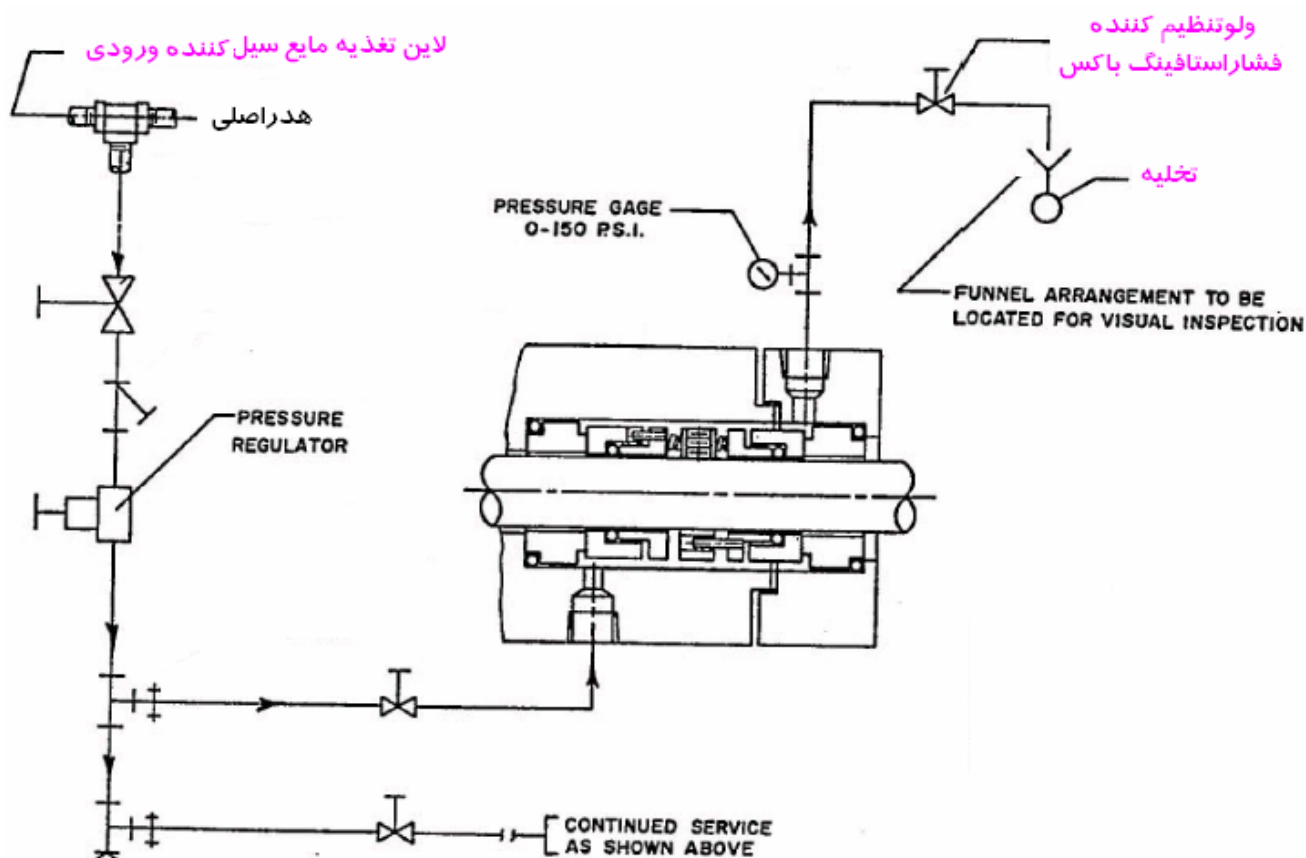
ب- استفاده از پمپ ویسیستم مرکزی که این روش برای مجتمع هایی که دارای تعداد زیادی پمپ با مکانیکال سیل دوبله استفاده شده است (مثل واحدهای فورفورال کارخانجات روغن سازی) کاربرد دارد که سیستم از یک

پمپ اصلی ویدک و فیلترها و رطوبت گیرها تشکیل شده که روغن با فشار بالا از طریق سیستم لوله کشی روی کلیه مکانیکال سیل ها منتقل می شود .



۴- سیستم های حفاظتی مورد استفاده سیستم هایی هستند که بسته به نوع آرایش مکانیکال سیل های دوبله تغییرات حجم محفظه اب بندی را اندازه گیری می کنند و در صورت تغییر باعث تحریک سیستم الارم می شوند که در مکانیکال سیل هایی که از سیل پات استفاده می کنند با اندازه گیری سطح مایع در تانک سیل پات و تنظیمات مربوطه وضعیت مکانیکال سیل مشخص می شود و در مکانیکال سیل هایی که مجهز به سیستم مرکزی فشار روغن هستند با نصب فلومترهای حساس در مسیر ورودی روغن به محفظه اب بندی میزان

فلوی عبور کرده (که در اثر نشتی بوجود آمده) اندازه گیری می شود و در صورتی که از حد متعارف بیشتر باشد سیستم الارم تحریک می شود که مبین نشتی مکانیکال سیل است .

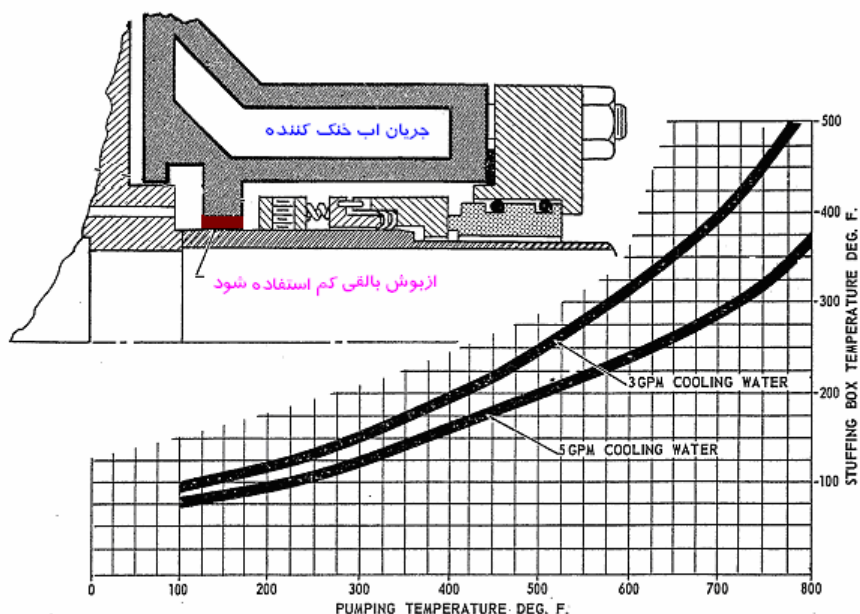


البته برای پمپ هایی که بصورت Between Bearing اند (برینگ دو طرفه) تشخیص خرابی مکانیکال سیل طرف داخلی یا خارجی کمی مشکل تر است که اگر مکانیکال سیل های بیرونی دو طرف سالم باشند روش تشخیص به این صورت است که وقتی پمپ از سرویس خارج است مسیر مایع به طرف یکی از مکانیکال سیل ها بسته می شود که اگر پس از مدتی نشتی سیال مانع وجود نداشته مشخص می شود مکانیکال سیل طرف دیگر خراب است و اگر سیستم حفاظتی اندازه گیری نشتی ای رانشان داد مبین این است که همان مکانیکال سیل معیوب بوده است .

سیستم خنک کاری استافین باکس Stufing Box Jacket Cooling

برای پایین آوردن درجه حرارت کاری مکانیکال سیل هایی که در پمپ های با درجه حرارت بالا کار می کنند علاوه بر تزریق سیل فلش خنک که با فشار و فلوی مناسب روی سطوح آب بندی تزریق می شود از سیستم فوق نیز استفاده می شود و حرارت محوطه اطراف محفظه آب بندی توسط آب گردش کولینگ جذب و خارج می شود و باعث افزایش طول عمر مکانیکال سیل می شود.

لازم به توضیح است که مکانیکال سیل باید طوری طراحی شود که بتواند در درجه حرارت کامل پمپ کار آب بندی را انجام دهد و با قطع مایع سیل فلش یا از کار افتادن سیستم کولینگ از کار نیفتد. ولی در عمل با اضافه نمودن سیستم های کولینگ، سیل فلش خنک، بوش های استافین باکس، بالانس لاین و..... شرایط مناسبی برای استافینگ باکس و مکانیکال سیل بوجود می آورند تا مکانیکال سیل در دما و فشار کمتری نسبت به مایع پمپ کار کند.



استافینگ باکس با سیستم آب خنک کننده

تمهیدات لازم برای سیل کردن مایعات کثیف

- ۱- استفاده از مایع سیل فلش پاک و تمیز به میزان کافی (ترجیها از منبعی خارج از پمپ) برای بیرون راندن و ممانعت از وارد شدن مایع کثیف به داخل محفظه آب بندی.
- ۲- استفاده نکردن از مکانیکال سیل های نوع Multispring.
- ۳- اجتناب از به کار بردن اورینگ های تفلونی زیر رتوری.
- ۴- استفاده از رینگ های ثابتی که به صورت Self Aligning عمل می کنند.
- ۵- دقت زیاد در Alignment.
- ۶- استفاده از Neck Bush در انتهای استافین باکس و نصب Lip Seal مناسب و یا Restrictor Bushing های تفلونی با کلرنس پایین در انتهای آن.

۷- استفاده از سطوح سخت مثل تنگستن کارباید روی تنگستن کارباید.

۸- استفاده از مکانیکال سیل های نوع دوبله.

تعمیرات مکانیکال سیل ها

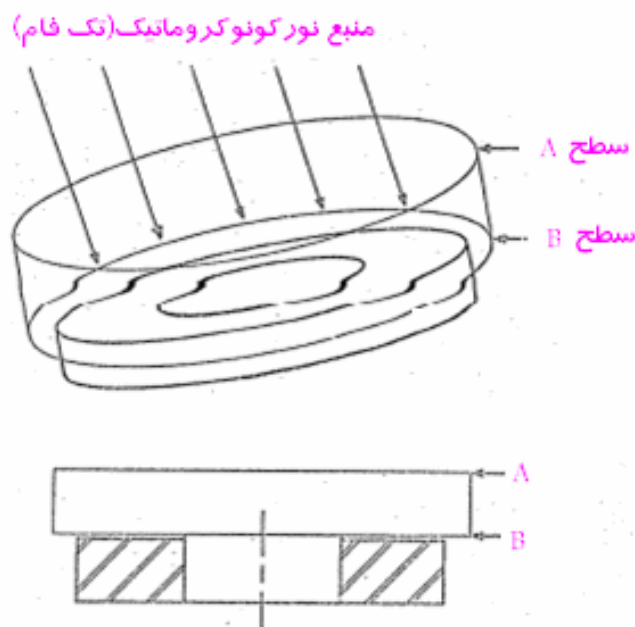
مکانیکال سیل هاجز قطعات اصلی گران قیمت پمپ ها هستند و در بیشتر اوقات که نشستی کم باشد و خط های عمیق روی سطوح سخت نیفتاده باشد حتی در چندین نوبت قابل تعمیرند و خیلی به ندرت نیاز به تعویض کلی قطعات است ولی در هر نوبت که مکانیکال سیل باز می شود باید کلیه قطعات مورد بازدید و بررسی دقیق قرار گیرند.

علت اصلی نشستی در بیشتر مکانیکال سیل ها علاوه بر خرابی آب بند های ثانویه ناصاف بودن و نامناسب بودن سطوح آب بندی بخصوص سایش سطوح سخت است که به دلایل متعددی نظیر نفوذ ذرات جامد خشک چرخیدن، برخورد شدید سطوح روی یکدیگر و..... اتفاق می افتد.

سطوح آب بندی باید کاملاً تخت، صاف و صیقلی باشند و در صورتی که کوچکترین ناصافی وجود داشته باشد باعث نشستی می شود که در حین حمل و نقل و نگهداری باید مراقبت کافی به عمل آید زیرا حتی ضربات و تکان های ملایم نیز باعث تغییر شکل آنها می شود که قبل از نصب (حتی مکانیکال سیل های نو) باید حتماً چک شوند و پس از اطمینان از سالم بودن آن بسته شوند تا باعث دوباره کاری و صرف وقت و هزینه های اضافی نشود.

باتوجه به دقت زیاد صافی سطح مکانیکال سیل ها برای اندازه گیری آنها از دستگاه های مخصوص نوری استفاده می شود که ناصافی ها را با دقت بسیار بالا بر اساس طول موج گاز ها (گاز هلیوم که طول موج آن 0.000023 اینچ است) اندازه گیری می کنند. روش کار به این صورت است که قطعه ای که قرار است صافی سطح آن اندازه گیری شود روی یک سطح کدر (که خاصیت بازتابش نور را نداشته باشد) قرار می گیرد و روی آن یک شیشه مخصوص از جنس کوارتز که به عنوان Optical Flat معروف است قرار می گیرد و پرتوهای نور گاز هلیوم (که منبع آن یک لامپی است که با گاز هلیوم شارژ شده است) روی آن تابانیده می شود. پرتوهای نور پس از گذشتن از شیشه مخصوص به سطح مورد نظر برخورد نموده و منعکس می شود و پس از عبور از شیشه در محیط اطراف انبساط پیدا می کند و روی سطح مورد آزمایش منحنی ها و خطوطی مشاهده می شود که در اثر پدیده شکست نور ناشی از تغییر محیط (محیط داخل شیشه، هوای بالای شیشه و هوای بین سطح مورد آزمایش و شیشه کوارتز) بوجود آمده که بسته به طول موج گاز ی که تابیده شده است و هم فاز بودن یا غیر هم فاز بودن امواج نور و سطوح آب بندی (که با منحنی های سینوسی تقریب زده می شوند) ناصافی ها بر اساس یک دو سه و یا چند برابر نصف طول موج گاز هلیوم که به آن یک Helium Band Light گفته می شود بدست می آید که اگر میزان ناصافی بدست آمده از سه یا چهار باند لایت بیشتر شود باعث نشستی می شود. تفسیر منحنی های بدست آمده مشکل است و نیاز به تجربه و تخصص مربوط به خود دارد. اگر منحنی ها بصورت خطوط صاف و موازی با هم باشد البته فاصله خطوط بستگی به نحوه قرار گیری شیشه مخصوص روی سطح مورد بررسی دارد که هرچه این فاصله بیشتر باشد فاصله بین خطوط بدست آمده نیز بیشتر می

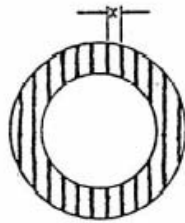
شود که در این صورت صافی سطح به اندازه یک HBL است و در صورتی که خطوط بدست آمده بصورت منحنی های دیگری باشد کار کمی مشکل تر خواهد شد که منحنی های زیر مرجع مناسبی برای تفسیر این خطوط است .



شمائی از دستگاه Optical Flat

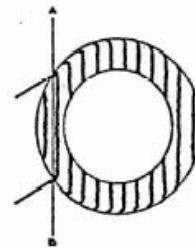
- ۱- در صورتی که باندهای ایجاد شده بین قطعه و شیشه مستقیم و باهم موازی و با فاصله مساوی باشند صافی سطح اب بند HBL خواهد بود. (البته فاصله این خطوط بستگی به فاصله هوایی بین شیشه و سطح دارد.
- ۲- در صورتی که باندهای ایجاد شده بصورت دایره ای و هم مرکز با قطعه باشند صافی سطح قطعه به اندازه تعداد دایره HBL خواهد بود. در صورتی که باندهای تشکیل شده بصورت دایره های حلقوی غیر هم مرکز با عدسی یا قطعه پرداخت شده باشد وضعیت صافی سطح به اندازه تعداد نقاط حاصل از رسم یک خط فرضی مماسی مستقیم (مماس بر باندها با بیشترین باند قطع شده توسط این خط فرضی) HBL است.
- ۳- اگر باندهای تشکیل شده متناقض یا یک یا چند باند ازین رفته باشد در این حالت باید دو خط فرضی که باهم زاویه ۹۰ درجه می سازند و یکی از آنها عمود بر باندهای تشکیل شده باشد رسم نمود و خط AB را تحت زاویه ۴۵ درجه به دو خط موازی متصل نمود که در این حالت تعداد نقاط برخورد خط AB و باندهای قطع شده مبین تعداد HBL صافی سطح قطعه است.

LIGHTBAND READINGS



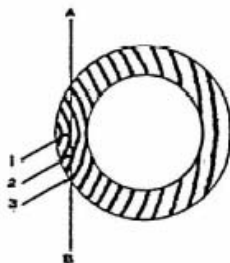
FLAT—The most prominent seal face band pattern produced at DMC and is flat to within one light band. Distance "X" is dependent on the amount of air between the optical flat and the face, and has nothing to do with flatness.

(a)



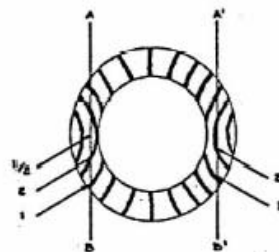
Bands bend at outer edges and indicate wash out of the periphery due to the polishing process. This is a normal pattern and is related to flatness. Line AB intersects one black band. The areas contacted by AB show the face out 1 light band.

(b)



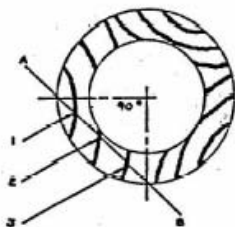
Bands bend on one side and show an out of flat condition of 3 light bands. Since line AB intersects 3 bands as illustrated by arrows, this pattern is out of flat beyond the acceptable quality level imposed on Dura Seal Seal Faces.

(c)



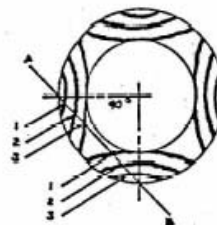
2 bands are intersected by Line AB and fall between 2 at the center of the ring indicating $2\frac{1}{2}$ light band curvature. Line A'B' intersect 2 bands that curve in opposite direction to those intersected by Line AB. We assume point X indicates an egg shaped curvature of $2\frac{1}{2}$ light bands.

(d)



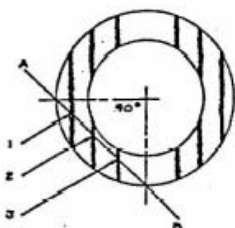
Bands show a saddle shape out of flat condition of 3 light bands.

(e)



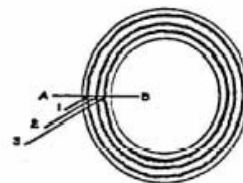
Bands again show a saddle shape out of flat condition. However, in this illustration, we have 6 bands intersected or 6 light bands out of flatness.

(f)



Band pattern shows a cylindrical shaped part with a 3 light band reading error.

(g)

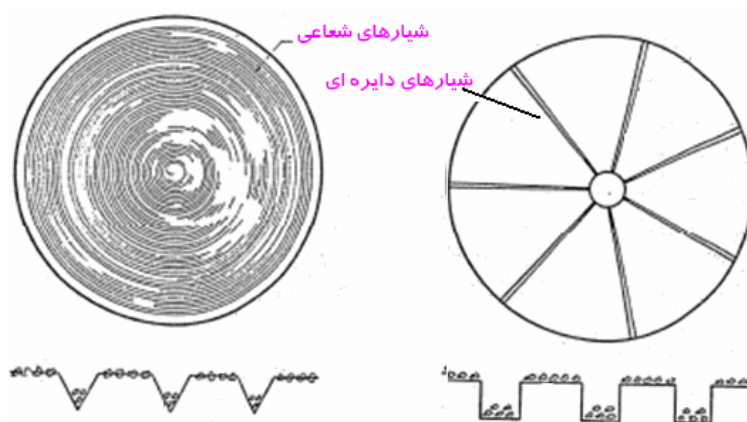


Band symmetrical pattern indicates a concave or convex flat. In this case, we count the total number of bands on the part. Line AB intersects 3 bands.

(h)

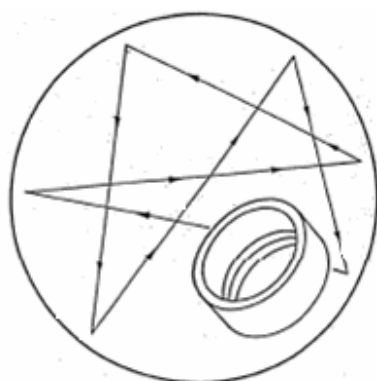
صیقل و پالیش کردن سطوح اب بندی

همانطور که قبلا نیز ذکر شد سطوح اب بندی رابسته به وضعیت ان تا چندین مرتبه می توان تعمیر یا Lap نمود و از انها استفاده کرد . لپ کردن یا صیقل کردن به دو طریق انجام می شود یکی بصورت دستی و دیگری با استفاده از ماشین لپینگ Lap Master است که در عمل هر دو مکانیزم مثل هم هستند و روش کار به این صورت است که قطعه مورد نظر روی سطح مربوطه که غالبا از جنس چدن است و سطح ان سنگ زده شده و دارای شیارهای دایره ای یا مربعی است تا ذرات ساییده شده در انها به دام افتد با پودر های الماسه (که دارای انواع مختلفی از نظر اندازه ذرات اند) Diamond روی هم انقدر حرکت داده می شوند تا ناصافی ها از بین برود و به یک سطح صاف تبدیل شود و عملیات لپینگ تاجایی که صافی سطح روی دستگاه نوری به حد مطلوب برسد ادامه می یابد .



طرح های مختلف سنگ لپ

لازم به توضیح است که نحوه حرکت سطوح روی یکدیگر باید طوری باشد که تماس سطوح در کلیه نقاط انجام شود (زیرا هر دو قطعه ساییده می شوند و در غیر این صورت باعث حتی ناصاف شدن بیشتر قطعه اب بندی هم می شود که توصیه بر این است که طبق تجربه هر از چند گاهی سطح سنگ لپ نیز سنگ زده شود. در شکل زیر نحوه صحیح حرکت قطعه روی سنگ لپ نشان داده شده است .



جهت حرکت دست در حین لپ کردن قطعه
روی سنگ لپ برای استفاده از کل سطح ان

لازم به توضیح است که به هیچ وجه نباید سطوح کربنی را روی سنگ لپ و با پودر های الماسه لپ نمود زیرا این عمل باعث نفوذ ذرات نوک ریز تیز داخل سطوح اب بندی و گیر افتادن انها در داخل کربن رینگ شده و پس از نصب و در سرویس آمدن پمپ باعث ایجاد خراش روی سطح سخت می شود (دقیقا مثل ماشین تراش) که

در مدت زمان کمی باعث سایش شدید آن می شود. معمولاً برای لب کردن سطوح کربنی از کاغذ سمباده های چهار صفر استفاده می شود.

حفاظت از سطوح اب بندی Protecting The Seal Faces

سطوح آب بندی مکانیکال سیلی که از کارخانه سازنده بیرون می آید با تترانس 1-3HLB (باند نور هلیوم) صاف و صیقل شده است هر Helium Band Light برابر 11.5/1000000 inch است، این میزان از صافی و صیقل بودن روی صورت کربن می تواند با استفاده از شیشه تخت Plate Glass و کاغذ پالیش روی سنگ لب Lapping Block بدست آید.

برای سطوح سخت مثل سرامیک، سیلیکون کارباید و تنگستن کارباید از ماشین لپینگ و ترکیب پود الماسه Diamond Lapping Compound استفاده میشود تا این میزان صافی و صیقلی بودن بدست آید. بدون استفاده از دستگاه نوری Optical Flat و نور تک رنگ Monochromatic هیچ راهی وجود ندارد که بگوئیم صافی سطح اب بند برای جلوگیری از نشت به اندازه کافی صیقل شده مگر اینکه آنرا روی پمپ امتحان کنیم.

حتی موادی مثل سرامیکها نیز اگر در حین بستن تحت تنش زیاد قرار گیرند تاب بر می دارند و تغییر شکل Distortion می دهند و ایجاد نشتی می کنند. همچنین برای نصب سیل رینگ هایی که هر دو طرف آنها مهار می شود Clamped Ring باید محل های نشیمن رینگ کاملاً صاف و صیقلی باشند و بین آنها واشر قرار داده شود و از گلندهای چهار پیچه استفاده شود. در یک پمپ با بدنه دو تکه Split Case سطوح پمپ باید کاملاً ماشینکاری شوند تا سطوح قرار گیری مکانیکال سیل کاملاً "صاف و عمود باشند

۱- اندازه گیری صافی سطح مکانیکال سیل ها با استفاده از تجهیزات نوری (صافی سطح مکانیکال سیلی که از کارخانه سازنده بیرون می آید بین یک تا سه هلیوم باند لایت است).

۲- مکانیکال سیل های سرامیکی خیلی ترد و شکننده اند و باید هنگام نصب Over Stress نشوند (استفاده از گسکت بین آنها).

۳- محافظت از سطوح و باز نکردن پوشش های لاستیکی مکانیکال سیل ها تا قبل از نصب.

۴- در محیط هایی که گرد و غبار وجود دارد سطوح گریسکاری نشوند.

۵- برای مایعاتی نظیر فریون امونیاک و مواد سبک و کلا موادی که در حین نشت تبخیر می شوند و بخ می زنند سطوح اب بندی نباید روغنکاری شوند.

۶- قبل از جمع کردن مکانیکال سیل باید دست ها شسته شود و محیط کار تمیز باشد

۷- از پارچه های تمیز استفاده شود.

۸- برای تمیز کاری سطوح اب بندی از دستمال کاغذی استفاده شود.

۹- مسائل و چکینگ های قبل از نصب انجام شود.

نصب مکانیکال سیل ها Seal Installation

اگر یک مکانیکال سیل پس از نصب نشتی داشته باشد ، یک یا چند مورد از موارد زیر می تواند موجب آن شده باشد :

۱- اشتباه در جمع کردن و بستن شامل موارد زیر:

بر عکس قرار دادن رینگهای ۷ شکل ، قرار ندادن بعضی قطعات درون سیل (از قلم انداختن آنها) ، قرار ندادن پینهای لاک کننده در رینگهای ثابت، درست محکم نکردن پیچها یا دیگر اشتباهات بر اساس عدم تسلط کافی یا نقص در فهم چگونگی استفاده از سیل مثال هایی از این نوعند .

۲- خراب شدن آب بندهای ثانویه به دلایل:

بریدگی ها ، صدمات و خراشهای وارده به او رینگ ها ، واشرها ، ضربات و خراشهای وارده بر روی سطوح گلند و شافت ، عدم پرداخت کاری مناسب و اندازه نامناسب شافت باعث نشتی می شود.

۳- آسیب دیدن سطوح آب بندی ناشی از:

گرد و خاک، کجی (انحراف) ، خراشها و تکه های کنده شده که بعلت جابجائی، نگهداری و بستن نامناسب بوجود می آید .

۴- نیروی نامناسب فنر

نا مناسب بودن فنر ، بد جا زدن مکانیکال سیل ، نیروی بیش از حد فنر یا خیلی کمتر از حد آن می تواند موجب این عیب شود . نیروی فنر نه تنها دو سطح آب بندی را به هم فشار می دهد بلکه در خیلی از آب بندها سیلهای ثانویه را نیز روی شافت آب بندی می کند.

۵- هم محوری نامناسب Misalignment

مسئله "هم محوری برای عملکرد رضایت بخش و صحیح آب بند مهم و حیاتی می باشد ، مسئله مهم و اصلی اطمینان از عدم وجود حرکت محوری شافت می باشد و اینکه سطوح آب بند روی شافت بطور کامل "قائم و صاف حرکت می کنند و روی هیچ کدام از آنها انحراف و کجی وجود نداشته باشد .

نا هم محوری معمولا "بیشتر از عیوب دیگری که موجب از کار افتادگی ناگهانی سیل شود باعث کوتاهی عمر سیل می شود. در عیب یابی آب بند ها پس از نصب علت خرابی مشمول چهار عیب اول خواهد بود . ماشینبستی که سیل را نصب می کند باید قبل از بستن پمپ از چک کردن چهار مورد اول اطمینان حاصل کند که البته این راحت تر از آن است تا بخواهد کار دوباره کاری انجام دهد.

حرکت سریع شافت به جلو و عقب (حرکت محوری) حتی چند هزارم اینچی باعث کوتاهی عمر سیل می شود.

محاسبات غیرهم محوری Mathematics Of Misalignment

غیرهم محوری رینگ ثابت باعث حرکت رفت و برگشتی (حرکت محوری) در هر دور شافت می شود :

دقیقه / بار ۷۲۰۰ prn ۳۶۰۰ در دور

یک ساعت / بار ۴۳۲۰۰۰ × ۶۰

یک شبانه روز / بار ۱۰۳۶۸۰۰۰ × ۲۴

در این صورت جدائی سطوح آب بندی حتی به اندازه " 1/10000 اینچ می تواند موجب نشتی ، سایش سطوح آب بندی ، پاشش سیالات به بیرون ، گیر کردن یا گرفتگی فنرها ، از کار افتادن سیل‌های ثانویه متحرک کک زدن سیالات با درجه حرارت بالا و دیگر مشکلاتی که عیوب سیل به آنها کمک می کند شود . سیل‌های بلوزی بهتر از سیل‌های فشاری از غیر هم محوری تبعیت می کنند.

خاصیت ارتجاعی اورینگ ها اغلب بهتر از تفلون هاست چون می توانند بلغزند بنابر این غیر هم محوری بسته به نوع سیلی که استفاده می شود می تواند تاثیر متفاوتی داشته باشد.

۶- هم محور نبودن سطح ثابت Stationary Ring Misalignment

این هم محوری مهمترین عامل بحران را در نصب سیل می باشد . موارد بسیار زیادی وجود دارد که هم محوری دقیق رینگ ثابت باعث دوبرابر شدن عمر سیل شده است .

یک ساعت اندازه گیر کوچک روی شافت بسته شده و نوک سوزن ساعت روی سطح محفظه آب بندی قرار گرفته حین چرخش شافت اگر بیش از " 0.005 انحراف وجود داشته باشد باید از رینگ ثابت ارتجاعی استفاده شود یا روی سطح جعبه آب بندی ماشین کاری شود . وقتی صورت جعبه آب بندی نسبت به شافت قائم می شود مهم است که از عمود بودن سطح رینگ ثابت نسبت به این دو هم مطمئن شویم . که اینکار هم با ساعت اندازه گیر انجام می شود در صورتیکه در بعضی موارد می توان از فیلری که بین گلند و صورت پمپ قرار می گیرد استفاده نمود تا مطمئن شویم که اینها کاملا" روی هم قرار گرفته اند . متأسفانه طرح های زیادی از گلندها هست که هیچ راهی برای چک کردن رینگ ثابت در آنها وجود ندارد .

مسائل قبل از نصب مکانیکال سیل ها Pre-Instalation Machine Check

برای جلوگیری ازدوباره کاریهانصب بدون مشکل وافزایش دادن طول عمرمکانیکال سیل هاقبل ازنصب مواردزیربایدانجام گردد:

۱- صاف بودن محور Shaft Straightness

۲- بالانس جرمی Rotational Balance

۳- دو پهنی محور Shaft Run Out

۴- لقی برینگ ها Shaft Bearing Clearance

۵- اندازه قطر شافت یا سیلیو Shaft/Sleeve Diameter

۶- صافی سطح شافت یا سیلیو Shaft/Sleeve Surface Finishing

۷- سختی سطح سیلیو Sleeve Sealing And Hard Facing

۸- خارج از مرکزی داخل استافین باکس Concentricity Of Seal Chamber Bore

۹- عمود بودن سطح استافین باکس نسبت به محور Squareness Of The Stuffing Box

۱۰- تولرانس سیلیو Sleeve Fit

۱۱- حداکثر انحراف محور Overall Shaft Concentricity

۱۲- حذف نقاط تیز Sharp Edge

۱۳-دقت سطح سطوح اب بندی Surface Finish Of Seal Face

که ذیلا به شزح ومحدوده های مجازان ۾رداخته می شود.

صاف بودن محور Shaft Straightness

قبل از نصب مکانیکال سیل باید از خمیدگی محوری که مکانیکال سیل روی ان نصب می شود اطمینان حاصل نمود که این کار معمولا توسط ساعت های اندازه گیر انجام می شود که طبق استاندارد های جهانی اعدادقراءت شده بسته به دور دستگاه باید از اعداد زیر کمتر باشد:

۱- برای دورهای کمتر از 1800 r.p.m حداکثر 0.004 اینچ.

۲- برای دورهای بیشتر از 1800r.p.m حد اکثر 0.002 اینچ.

بالانس جرمی Rotational Balance

با توجه به اینکه لرزش وارتعاشات زیاد باعث خرابی زود درس مکانیکال سیل ها می شود محورهائی که مکانیکال سیل روی انها نصب می شود باید با دقت بالانس گردد که طبق استانداردهای بین المللی براساس دور ماشین از استانداردهای زیر استفاده می شود:

۱- برای دور های کمتر از 3000r.p.m از استاندارد G6.3 .

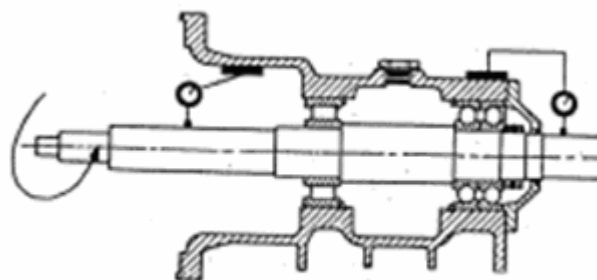
۲- برای دور های بیشتر از 3000r.p.m از استاندارد G2.5 .

دو پهنی محور Shaft Run Out

۱- برای دور های کمتر از 1800r.p.m حداکثر 0.004 اینچ.

۲- برای دورهای بیشتر از 1800r.p.m حداکثر 0.002 اینچ.

اندازه	تولرانس
۲۵mm	۰/۰۳mm
۵۰mm	۰/۰۵mm
۷۵mm	۰/۰۸mm
۱۰۰mm	۰/۱۰mm
۱۵۰mm	۰/۱۲mm



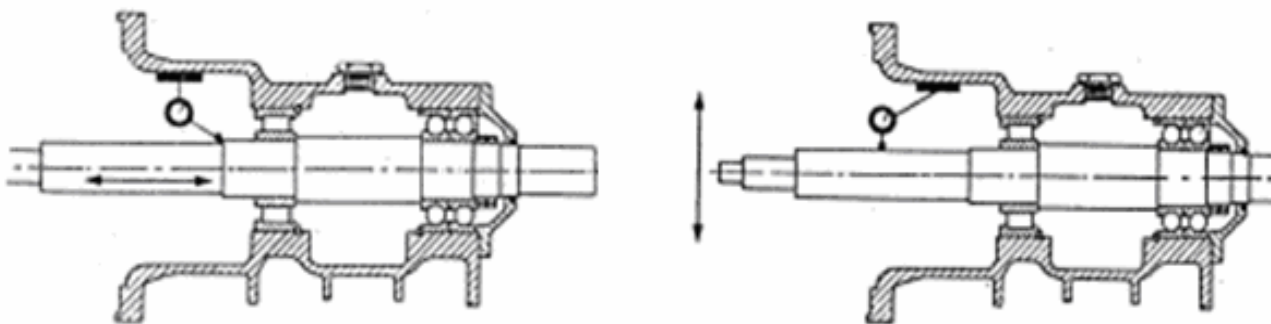
لقی برینگ ها Shaft Bearing Clearance

حرکت های جانبی بیش از حد محور باعث جدا شدن یاروی هم سر خوردن سطوح اب بندی می شود که یکی از عواملی که باعث ایجاد این حرکت های اضافی می شود لقی بیش از یاتاقان ها است که محدوده مجازان به قرار زیر است:

۱- حداکثر حرکت شعاعی برای بال برینگ ها 0.003 اینچ.

۲- حداکثر حرکت محوری برای بال برینگ ها 0.003 اینچ.

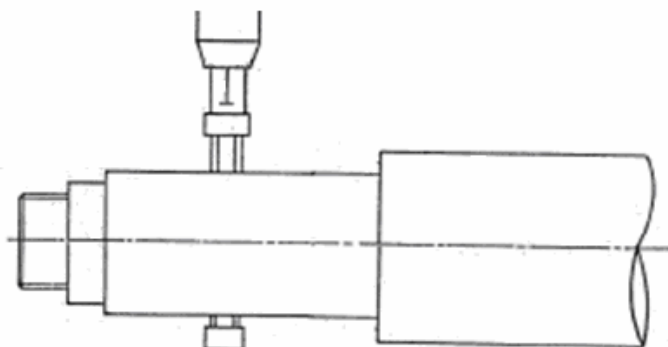
۳- برای Plane Bearing یا برینگ های نوع بوشی توسط کارخانه سازنده ارائه می شود.



اندازه قطر شافت یا سیلیو Shaft/Sleeve Diameter

- ۱- میزان انحراف شافت حداکثر 0.002 اینچ است.
- میزان خارج از مرکزی یا Ovality محور زیر محل نصب سیل بستگی به نوع اب بند ثانویه دارد :
- ۱- وقتی اب بند ثانویه اورینگ باشد حداکثر Ovality باید حداکثر 0.001 اینچ باشد.
- ۲- وقتی اب بند ثانویه تفلون گوه ای باشد حداکثر Ovality باید 0.001 اینچ باشد.
- ۳- برای بلوزهای لاستیکی حداکثر 0.002 اینچ است.

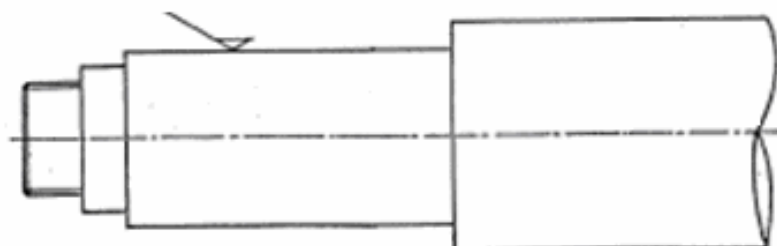
Nominal shaft size, + 0.00/ - 0.05mm



صافی سطح شافت یا سیلیو Shaft/Sleeve Surface Finishing

- صافی سطح نیز بستگی به نوع اب بند ثانویه دارد و برای:
- ۱- اورینگ های استاتیکی حداکثر 25 میکرو اینچ.
- ۲- اورینگ های نوع دینامیکی حداکثر 4-10 میکرو اینچ.
- ۳- گوه های تفلونی حداکثر 4-10 میکرو اینچ.
- ۴- بلوزهای لاستیکی حداکثر 30-50 میکرو اینچ.

0.8 micrometers centre-line average.



سختی سطح سیلیو Sleeve Sealing And Hard Facing

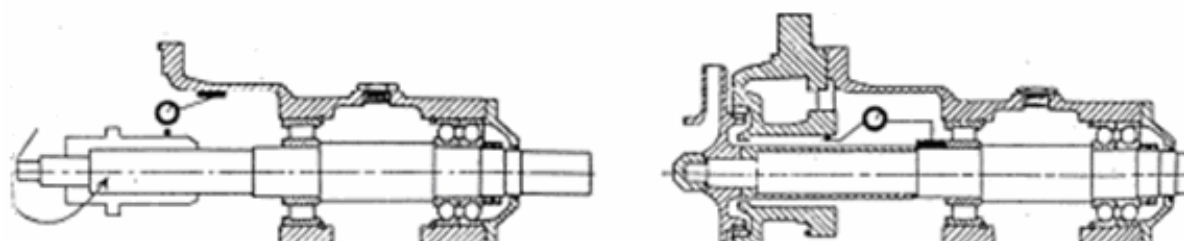
اب بندی سیلیو زیر محور توسط اورینگ گسکت یا پکینگ انجام می شود و میزان سختی سطح سیلیو در محل قرار گیری اورینگ حد اقل باید 500 برینل سختی داشته باشد.

Concentricity Of Seal Chamber Bore خارج از مرکزی داخل استافین باکس

برای دور های کمتر از 1800r.p.m حداکثر 0.004 اینچ است. برای دور های بیشتر از 1800r.p.m حد اکثر 0.002 اینچ است. که مقادیر فوق با ساعت های اندازه گیر اندازه گیری می شوند.

حداکثر خارج از مرکزی استافینگ باکس

اندازه	۲۵mm	۵۰mm	۷۵mm	۱۰۰mm	۱۵۰mm
تولرانس	±۰.۰۵mm	±۰.۰۸mm	±۰.۱۰mm	±۰.۱۳mm	±۰.۱۵mm



عمود بودن سطح استافین باکس نسبت به محور Squareness Of The Stuffing Box

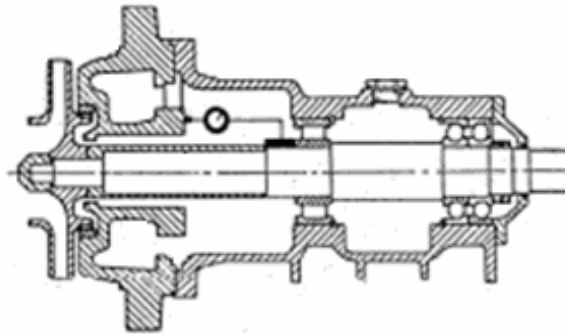
برای دور های کمتر از 1800r.p.m حداکثر 0.004 اینچ.

برای دور های بیشتر از 1800r.p.m حد اکثر 0.002 اینچ.

در محل نصب سیل پلیت.

تولرانس عمودبودن شافت نسبت به سطح استافینگ باکس

اندازه	تولرانس
۲۵mm	/۰.۵mm
۵۰mm	۰/۰.۵mm
۷۵mm	۰/۰.۸mm
۱۰۰mm	۰/۱.۰mm
۱۵۰mm	۰/۱.۲mm



تولرانس سیلیو Sleeve Fit

برای راحتی مونتاژ و دیمونتاژ تولرانس نصب تا دور 4500 r.p.m انطباق H7/g6 استفاده می شود.

حداکثر انحراف محور Overall Shaft Concentricity

حداکثر عددی که در طول محور به توسط ساعت اندازه گیری می شود (در چندین نقطه) نباید بیشتر از 0.003 اینچ باشد.

حذف نقاط تیز Sharp Edge

حذف نقاط تیز در محل تغییر قطر شافت از طریق پخ دادن و تحت زاویه ده درجه انجام می شود که این پخ ها در زیر Splines, Shaft Step, Keyway و سوراخ ها باید انجام شود.

دقت سطح سطوح اب بندی Surface Finish Of Seal Face

حداکثر درادخت شده سطوح اب بندی

Tungsten Carbide	0.05 micrometers centre-line average
Silicon Carbide	0.05 micrometers centre-line average
Alumina Ceramic	0.30 micrometers centre-line average
Stellite and others	0.12 micrometers centre-line average
Carbon	0.25 micrometers centre-line average

صافی سطح سطوح اب بندی Flatness Of Seal Face

میزان صاف بودن Flatness سطوح اب بندی

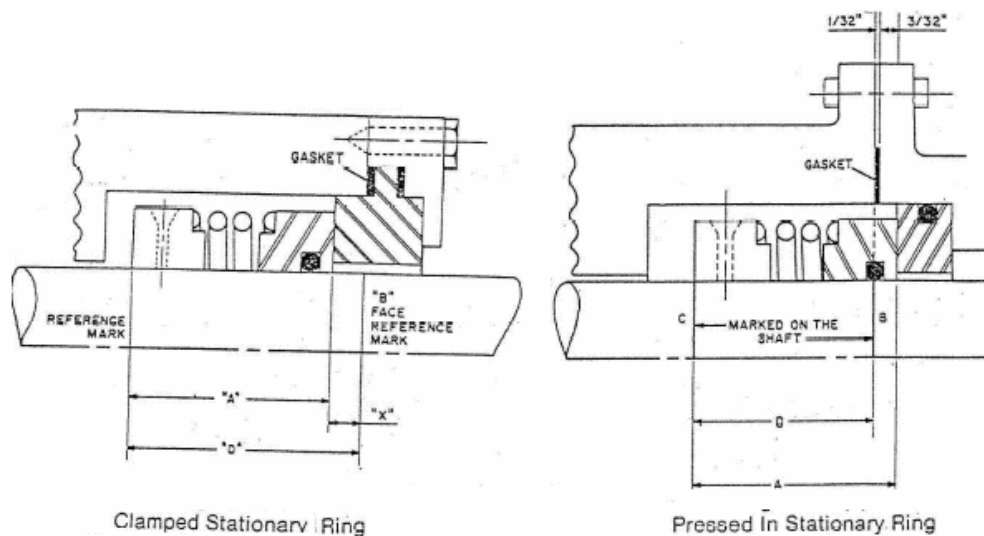
ناقطر ۷۵ mm	2 lightbands (0.0006 mm)
از قطر ۷۵ mm تا ۱۵۰ mm	3 lightbands (0.0009 mm)

قواعد کلی General Rules

اگر سطوح آب بند قبلاً استفاده شده (تعمیری) قبل از استفاده مجدد آنرا با دستگاه نوری مجدداً چک شود
اگر سطوح آب بند بازسازی یا لپ شده اند قبل از استفاده مجدداً چک شوند .
سطوح آب بندها را تا قبل از نصب آنها روی پمپ کاملاً محافظت کنید.
سطوح آب بندهای اغشته به روغن را در جاهائی که گرد و خاک وجود دارد قرار ندهید .
سطوح آب بندهایی که در ، آمین ، فرئون ، محصولات سبک یا سیالاتی که وقتی نشست می کند ، تبخیر می
شود (و ایجاد یخ زدگی می کنند) را روغنکاری نکنید .
قبل از شروع کار روی مکانیکال سیل هادستهایتان را بشوئید ، محل کارتان را تمیز نگه دارید و در جایی نگه
داری کنید که چیزی به آنها برخورد نکند .
هنگام استفاده از رینگ های کلمپس شده اطمینان حاصل کنید که سطوح کاملاً صاف و تخت شده باشد .
اگر می خواهید روی سطوح آب بندها فشار بیاورید از پارچه های تمیز استفاده کنید .
از قرار دادن سطوح آب بند روی سطوح دیگر خودداری شود..
برای براق نمودن و تمیز کردن سطوح آب بندی از دستمال کاغذی استفاده کنید .
شافت باید تمیز ، عاری از فرو رفتگی جای پیچ ها موانع تیز ، زنگ زدگی و گوشه های تیز باشد
دندانه های پیچی روی شافت باید پوشانده شوند یا این قسمت دارای قطر کمتری نسبت به شافت باشند .
جای قرار گیری کلیدها باید با موم پوشانده شوند که O – رینگ هادر داخل نیفتد.
سیل باید به طرف داخل هل داده شود ، در صورتی که روی شافت چرخانده شود باعث چروک شدن آنها می
شود.

نصب مکانیکال سیل ها Positioning The Seal

در یک پمپ با پروانه معلق Over Hung مانند شکل زیر ابتدا پمپ باز می شود آب بند کهنه و رینگ ثابت
خارج می شود و پمپ تعمیر اساسی می گردد . در حین نصب اولین مرحله آن است که بدنه انتهائی End
(Plate) پمپ در محل خود روی بدنه قرار گرفته و در محل قرار گیری خود بسته شود .



سپس روی شافت در محل قرار گیری محفظه آبنندی با یک لایه رنگ آبی رنگ می شود. زمانیکه شافت با دست گردانده شود خط مبنی b روی شافت باقی می ماند. سپس محفظه آب بندی در حالیکه خط مرجع روی شافت (در محل نصب سیل) بر روی آن نمایان شده است، در آورده می شود اگر رینگ ثابت مانند شکل a تا داخل محفظه آبنندی ادامه دارد فاصله x توسط خط کش و بکمک رینگ اصلی در حالیکه گسکت در جای خود نصب شده اندازه گیری می شود.

اندازه گیری طول عملکرد Operating Length

هر سیل دارای یک طول عملکرد طراحی شده مربوط به خود است که این طول برابر فاصله بین سطح اب بند تا انتهای سیل است (وقتی سیل بطور مناسب و صحیح تحت فشار قرار دارد). این اندازه را می توان از روی نقشه ها و یا روی اطلاعات همراه با مکانیکال سیل بدست آورد. در هر دو شکل فوق اندازه طول عمل کرد A می باشد. سپس با اندازه گیری x و جمع کردن آن با طول عملکرد مشخص می شود انتهای سیل براساس خط سطح در کجای شافت باید بسته شود.

شکل b مربوط به پمپ با رینگ ثابت پرس شده است در این پمپ با اندازه گیری مشخص می شود که صورت ثابت چقدر از سطح جعبه آبنندی فاصله دارد. این اندازه از طول عملکرد کسر می شود تا فاصله خط مبنی تا انتهای سیل بدست آید.

خلاصه مراحل کار

۱- موقعیت محفظه آب بندی را روی شافت علامت بزنید.

۲- طول عملکرد سیل را بدست آورید.

۳- فاصله سطح پمپ (محل قرار گیری سیل پلیت) تا سطح صورت رینگ ثابت را تعیین کنید.

۴- اگر صورت رینگ ثابت اب بندی داخل پمپ می رود (شکل a) این مقدار را به طول A (عملکرد) اضافه نمائید تا موقعیت پشت سیل مشخص شود.

۵- اگر رینگ ثابت داخل گلند قرار گرفته (شکل b) این اندازه را از طول عملکرد کم کنید تا موقعیت پشت سیل مشخص شود.

میزان تحت فشار بودن مکانیکال سیل ها Seal Compression

در بعضی از طراحی ها روی سطح سیلوانها سوراخ می شود Countersunk تا پیچ های نگهدارنده Set Screw در داخل آن قرار گیرند و باعث می شود سیل در اثر فشار زیاد نلغزد. اگر گسکت ها، سطوح اب بندی و فنرها تغییر نکرده باشند موقعیت قرار گیری شافت نمی تواند بیشتر از 1/32 اینچ تغییر کند ولی در غیر این صورت احتمال تغییر کردن محل نصب وجود دارد. اگر پیچ های یک بار مصرف استفاده شود (چون پیچ ها معمولاً تغییر شکل می دهند) نیازی به این کار نخواهد بود مگر اینکه موقعیت قرار گیری سیل در جاهای فشار بالا باشد. براساس نوع مکانیکال سیلی که استفاده می شود نیروی فشاری فنرها متفاوت است (معمولاً نیروی فنری مکانیکال سیل ها بین ۱۵ تا ۵۰ پوند است).

برای سیلهای بلوز لاستیکی Rubber Bellows تک فنری، فنرها بطور عادی تا نیمی از طول آزادشان یا ۸۰ درصد کل حرکتشان فشرده می شوند، نیروی فنر باید به اندازه ای باشد که برای فشرده کردن لاستیک کافی باشد. در شرایط خلاء نیروی فنری باید به اندازه کافی باشد تا بتواند اختلاف فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربعی بین داخل و خارج استافین باکس را اب بندی نماید

فنر برای نگهداشتن سطوح اب بندی در محل خود در نظر گرفته شده اما در بعضی از مکانیکال سیل ها ممکن است کارآمد نباشد. کارخانجات CRANE و SEALOL روی مکانیکال سیل های فشاری Pusher Type استاندارد خودشان خطوطی می گذارند که با یک واشر گذاری (گوشواره ها) به فشار مناسب فنر می رسند. کارخانه Dure Matalic اغلب فاصله بین فنرها را روی خود سیل می نویسد. خیلی از شرکت ها دستورالعمل هایی در جعبه سیل دارند که طول عملکرد طراحی شده سیل در آنها درج شده است قاعدتاً یک مکانیکال سیل به اندازه ای امکان حرکت دارد که تا اتمام کامل سایش سطوح سیل بازدهی کافی داشته باشد. همچنین باید بیش از 1/32 اینچ خلاصی در هر طرف برای خطای نصب و حرکت محوری در نظر گرفته شود.

برای مکانیکال سیل های بلوز فلزی نوع جوشی بسیار مهم است که با طول عملکرد طراحی شده خود کار کنند. و برای نصب آنها باید نقشه یا اندازه ها را داشته باشید. بعضی بلوزهای با ورق های ضخیم نباید بیش از ۲۵٪ حرکتشان تحت فشار قرار گیرند. بسیاری از بلوزهای ورق نازک نظیر (SEALOL) از ۸۰٪ حرکتشان استفاده می کنند. در سیلهای بلوز SEALOL میزان فشردگی معمولاً "0.100 تا "0.125 اینچ می باشد ولی مهم است که دقیقاً این مقدار کنترل شود. فشار بیش از حد فنر موجب فرسایش سریع سطوح و فشار کم موجب جدائی سطوح اب بندی می شود.

علل نشتی مکانیکال سیل ها

مسائلی که باعث نشتی مکانیکال سیل ها می شود را می توان به چند دسته تقسیم بندی کرد که ذیلاً به شرح ان پرداخته می شود:

الف- مسائل و مشکلات مکانیکی

ب- حرارت زیاد

ت- مشکلات مکانیکی مکانیکال سیل

ث- مسائلی ناشی از نصب مکانیکال سیل

ج- جداسدن سطوح اب بندی Face Separation

چ- مسائل عملیاتی

مسائل و مشکلات مکانیکی

که شامل:

۱- خمیدگی محور Bent Shaft.

۲- خرابی بیرینگ ها یا زیاد بودن کلرنس آنها.

۳- نا هم محوری Misalignment.

۴- تنش های سیستم های لوله کشی Pipe Stress.

۵- نابالانسی اسمبل Impler Unbalance.

۶- تغییر شکل دادن محور Shaft Deflection.

۷- خرابی اب بند های ثانویه یا اورینگ ها.

۸- لرزش و ارتعاشات زیاد.

۹- حرکت محوری زیاد شافت End Play.

۱۰- تغییر شکل دادن سطوح اب بندی Distorsion.

حرارت زیاد

که ناشی از:

۱- زیاد بودن نیروی فنی (اشتباه بودن جهت فنر یا نامناسب بودن جنس فنر).

۲- زیاد بودن ضریب اصطکاک به دلیل نامناسب بودن ارایش سطوح اب بندی.

۳- کاویتاسیون.

۴- Dry Running ناشی از عدم هواگیری پمپ یا استافین باکس.

۵- نامناسب بودن پهنای سطوح تماسی یا ناصافی سطوح اب بندی.

۶- بالا بودن درجه حرارت مایع پمپ شونده.

۷- گرفتگی مسیر های سیل فلش یا عملکرد نامناسب کولر سیل فلش.

۸- قطع شدن سیل فلش یا نامناسب بودن ویسکوزیته ان.

۹- تبخیر مایع بین سطوح اب بندی.

۱۰- قطع بودن سیستم Steam Quench.

۱۲- بالا بودن بیش از حد یا کم بودن بیش از حد فشار محفظه اب بندی.

۱۳- مسدود بودن یا عمل کردن نامناسب سیستم Jacket Cooling استافین باکس

۱۴- زیاد بودن نیروی فشاری روی سطوح اب بندی.

۱۵- عکس بودن جهت فنر در مکانیکال سیل های تک فنی

۱۶- ورود مایع گرم داخل پمپ به محفظه اب بندی به دلیل زیاد بودن کلرنس بوش استافین باکس

۱۷- استفاده از مکانیکال سیل بالانس نشده به جای سیل بالانس شده یا مناسب نبودن درصد بالانس.

۱۸- لقی کم بین قطر خارجی مکانیکال سیل و قطر داخلی استافینگ باکس

۱۹- لنگی یا خمیدگی زیاد شافت

۲۰- بالا بودن دور شافت

۲۱- صافی سطح نامناسب سطوح اب بندی

۲۲- تغییر دادن پهنای سطوح اب بندی یا تغییر قطر انها

مسدود شدن جاکت کولینگ اطراف استافینگ باکس

مشکلات مکانیکی مکانیکال سیل

- ۱- ناصاف بودن سطوح اب بندی و وجود خش و خط روی انها.
- ۲- بریدگی اورینگ ها و آسیب دیدن انها.
- ۳- ناصاف بودن محل قرار گیری اورینگ ها بالاخص اورینگ دینامیکی روی سیلیو.
- ۴- نامناسب بودن نوع اورینگ که باعث افزایش یا کاهش میزان فشردگی ان می شود.
- ۵- مناسب نبودن طول موثر مکانیکال سیل و نصب غلط ان (طبق نقشه براساس طول موثر).
- ۶- نامناسب بودن فنر از لحاظ نیروی فنری یا جهت چرخش فنر.
- ۷- خستگی فنر یا بلوز.
- ۸- نامناسب بودن جنس اورینگ ها برای مایع پمپ شونده (تأثیرات شیمیائی).
- ۹- اشتباه در جمع کردن قطعات مکانیکال سیل.
- ۱۰- چرخیدن قطعات ثابت (کربن رینگ ها) ناشی از نداشتن پین.
- ۱۱- مناسب نبودن مکانیکال سیل برای شرایط عملیاتی.
- ۱۲- ناصاف بودن سطح سیل پلیت (محل قرار گیری متینگ رینگ)
- ۱۳- نامناسب بودن تولرانس های نصب
- ۱۴- جام شدن در اثر رسوبات مواد جامد
- ۱۵- جام شدن بلوز روی شافت یا بلوز به علت در گیر شدن ان با کلید های مربوطه
- ۱۶- خورده شدن شیمیائی به دلیل مناسب نبودن قطعات ان با شرایط عملیاتی

مسائل ناشی از نصب مکانیکال سیل

- ۱- کار در محل کثیف و پر گردوغبار.
- ۲- تمیز نبودن دست ها و ابزار های کار.
- ۳- هم محور نبودن مکانیکال سیل باهوزینگ برینگ و پمپ.
- ۴- مناسب نبودن محل قرار گیری سیل پلیت روی شافت و بدنه پمپ.
- ۵- نامتناسب سفت کردن پیچ ها.
- ۶- شل بودن قطعات.
- ۷- اشتباه در لوله کشی مسیر های سیل فلش و.....
- ۸- چروک شدن اورینگ ها در اثر حرکت پیچشی ان در حین نصب.
- ۹- نصب غلط اب بند های ثانویه در جهت نامناسب (رینگ های وی شکل یا یو شکل).
- ۱۰- نصب غلط اب بند های ثانویه (وی رینگها ویو رینگ ها)
- ۱۱- هم محور نبودن سیلیو ها نسبت به شافت در اثر متناسب سفت نکردن Set Screw ها
- ۱۲- مناسب نبودن جای کلید ها یا محل رزوه ها روی شافت

جدا شدن سطوح اب بندی Face Separation

- ۱- حرکت محوری شافت.
- ۲- تبخیر مایع بین سطوح اب بند.
- ۳- نا هم محوری Misalignment.
- ۴- مناسب نبودن مایع سیل فلش.
- ۵- ضربه قوچ در حین ازسرویس خارج کردن پمپ.
- ۶- خرابی یاتاقان ها.
- ۷- نامناسب بودن اورینگ ها و تاخیر زمانی در بسته شدن سطوح.
- ۸- وجود اب در مایعات نفتی
- ۹- لرزش و ارتعاشات
- ۱۰- کار کردن پمپ زیر شرایط مینیمم فلو
- ۱۱- کاویتاسیون به دلیل پایین بودن فشار ورودی پمپ
- ۱۲- بالا بودن سرعت مایع سیل فلش به داخل محفظه استافین باکس ۲
- ۱۳- بالا بودن دمای محفظه استافین باکس
- ۱۴- متناسب نبودن درصد بالانس مکانیکال سیل و افزایش حرارت تولید شده در سطوح اب بندی

مسائل عملیاتی

که شامل:

- ۱- هوا گیری نکردن مناسب پمپ بخصوص محفظه اب بندی که باید زمان مناسب به ان داده شود .
- ۲- ورود ذرات جامد به محفظه اب بندی که باعث جام شدن سیل می شود به علت نامناسب بودن سایز مش های صافی ورودی پمپ
- ۳- راه اندازی و بستن بسش از حد و غیر اصولی.
- ۴- کاویتاسیون.
- ۵- ضربه قوچ یا Hammering.
- ۶- Recirculation ناشی از کارکرد پمپ در شرایط غیر طراحی.
- ۷- بالا رفتن بیش از حد درجه حرارت مایع.
- ۸- مسدود بودن کولرها یا مسیر های سیل فلش.
- ۹- مناسب نبودن سایز Mesh صافی ورودی.
- ۱۰- دو فاز شدن مایع (وجود مایع در مواد نفتی).
- ۱۱- چسبیدن سطوح اب بند در مدت زمان طولانی در اثر ساکن ماندن.
- ۱۲- خوردگی مایع.
- ۱۳- جام شدن فنرها ناشی از رسوبات.
- ۱۴- تغییر شکل سطوح اب بند ناشی از فشار و درجه حرارت بالا.

۱۵- مناسب نبودن مایع سیل فلش از لحاظ ویسکوزیته و روان کنندگی.

۱۶- مناسب نبودن جهت دور الکتروموتور.

۱۷- عدم شستشوی مناسب قسمت های بیرونی مکانیکال سیل در شرایطی که پمپ در سرویس نیست به علت بسته بودن مسیر Steam Quench

۱۷- بسته بودن مسیر سیل فلش در مواقعی که پمپ در سرویس نیست (در مواقعی که سیل فلش از منابع بیرون پمپ تامین می شود) باعث می شود مکانیکال سیل در شرایط درجه حرارت بالا قرار گیرد و طول عمر آن پایین آید.

۱۸- گرم کردن سریع و غیر یکنواخت پمپ

۱۹- خرابی شیر های یک طرفه Check Valve ها که باعث عکس چرخیدن مکانیکال سیل ها می شود.

۲۰- خورنده بودن مایعات

۲۱- بالارفتن بیش از حد دور پمپ که باعث باز شدن سطوح اب بندی می شود.

۲۲- پایین بودن بیش از حد دور پمپ که باعث زیاد شدن فشار روی سطوح اب بندی و افزایش سایش می شود.

تأثیرات درجه حرارت بالا روی مکانیکال سیل ها

۱- تبخیر مایع بین سطوح اب بندی که باعث خشک چرخیدن سطوح اب بندی می شود.

۲- افزایش چسبندگی بعضی از مایعات نظیر آمین ها.

۳- کم شدن ویسکوزیته سیال و شکسته شدن فیلم مایع بین سطوح اب بندی و اختلال در سیستم روانکاری سطوح

۴- افزایش سایش و کاهش طول عمر قطعات

۵- تشکیل کک

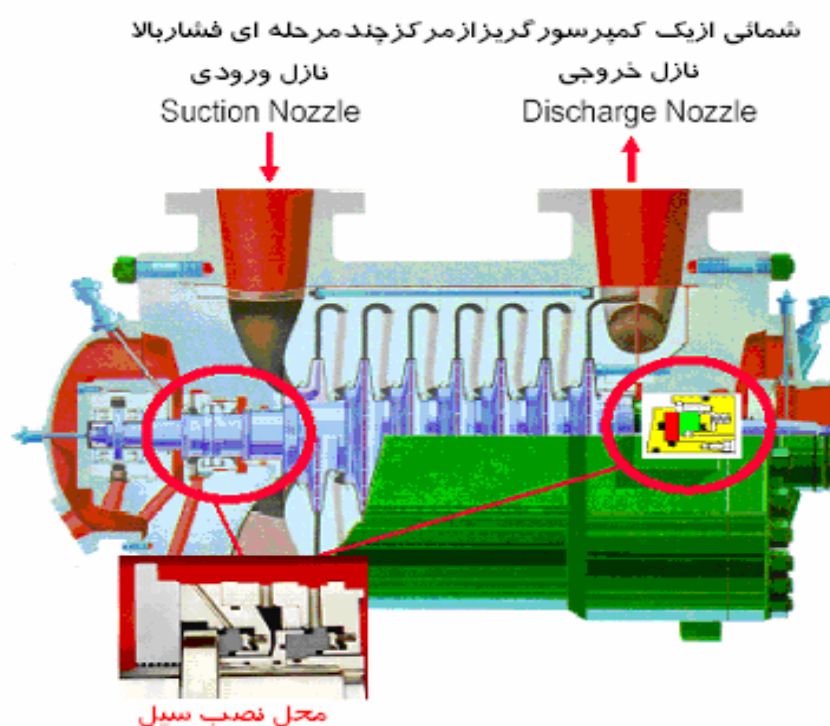
۶- سوخته شدن اورینگ ها و دیگر قطعات لاستیکی

۷- باعث تغییر شیمیائی مواد می شود

۸- باعث افزایش حجم اورینگ ها و انبساط دیگر قطعات و نهایتاً جام شدن مکانیکال سیل می شود.

آب بندهای خشک Dry Gas Seal

یکی از مهمترین اجزا و قطعات کمپرسورهای گریز از مرکز که در صنایع مختلف اعم از گاز، نفت، پتروشیمی و پالایشگاه ها به عنوان کمپرسورهای متراکم کننده و Recycle Gas برای به گردش درآوردن گاز هیدروژن در داخل راکتورهای فعل و انفعالات شیمیائی مورد استفاده فراوان قرار می گیرند سیستم آب بندی آنهاست که به دلیل اختلاف فشار تقریباً زیادی که بین گاز داخل کمپرسور و محیط بیرون وجود دارد در صورت اختلال در کار آب بندی احتمال خطرات بسیار زیادی می تواند به دنبال داشته باشد که بدین لحاظ سیستم آب بندی آنها باید کاملاً ایمن و ضریب اطمینان بسیار بالائی داشته باشد.



در کمپرسورهای فشار پائینی که گازهای بی خطری رافشرده می کنند صرف نظر از مسائل ایمنی و زیست محیطی نشتی از نظر انرژی مصرف شده و آلودگی های صوتی نیز قابل بحث است و باید به هر صورت کار آب بندی به نحو احسن انجام شود.

باتوجه به پیشرفت علم و تکنولوژی در طی سال های اخیر مهندسان و طراحان در صدد طراحی و ساخت سیل های پیشرفته تری بوده اند که بتواند معایب سیل های قدیمی را مرتفع نماید که سرانجام آن به طراحی و ساخت سیل های خشک Dry Gas Seal منتهی شد که کلیه معایب سیل های قبلی را پوشش می دهند. همانطور که از نام این سیل ها مشخص است این نوع سیل ها بصورت خشک کار می کنند و نیازی به روغنکاری ندارند به عبارت دیگر سطوح آب بندی روی فیلم نازکی از گاز می چرخند و هیچگونه تماسی باهم ندارند.

با عنایت به مزایای مهم مکانیکال سیل ها یکی از محدودیت های استفاده از مکانیکال سیل ها روی سیستم های گازی (کمپرسور های گریز از مرکز) عدم توانائی آنها در روانکاری گاز بین سطوح آب بندی است (برخلاف مایعات که یک فیلم مایع روانکاری بین سطوح بوجود می آورند) همین امر باعث شده است که از سالها پیش برای

آب بندی گازها در کمپرسورهای گریز از مرکز از لایبرینت ها و کربن رینگ ها و همچنین برای آب بندی گاز های سمی و خطرناک با فشار بالا از سیل های روغنی استفاده شود. باتوجه به این که سیل های نوع روغنی از سالها قبل و تقریباً بدون هیچ تغییری روی کمپرسورهای گریز از مرکز فشارهای بالامورد استفاده قرار گرفته اند ولی دارای معایبی نیز هستند که ذیلا به شرح آنها پرداخته می شود.

معایب سیل های روغنی

- ۱- هدر رفتن مقداری روغن در هر شبانه روز به دلیل اغشته بودن آن به گاز پروسس در تراپ های روغن.
 - ۲- بالا بودن هزینه های نگهداری آنها به دلیل نیاز به تجهیزات زیاد مکانیکی (اعم از پمپ های توربینی الکتروموتوری، کولرها، فیلترها و مخزن روغن بالایی یا Top Tank.....) سیستم های کنترلی ابزار دقیقی شامل کنترل ولو ها و سیستم های کنترلی برای تنظیم نمودن فشارها و افت فشارها و.....
 - ۳- معکوس شدن جریان گاز یا روغن باعث نرسیدن روغن به سیل ها و سوختن آنها و ایجاد نشتی زیاد کمپرسور می شود که باعث بسته شدن واحد عملیاتی و کاهش تولید می شود.
 - ۴- در صورت خرابی سیل های اسوخته شدن آنها به دلیل نرسیدن روغن به محور یا غلافی که زیر محل قرار گیری سیل رینگ هاست نیز آسیب می رسد که باید اجباراً رتور و باندل نیز از داخل Barrel بیرون کشیده شود (رتور باید تعویض شود) که نیاز به صرف وقت زیادی برای تعمیرات آن است.
 - ۵- بالاتر بودن توان مصرفی سیستم Driver به دلیل اصطکاک روغن سیل کننده و محور (زیاد بودن سطح تماس بین سیل و محور).
 - ۶- بالا بودن توان مصرفی برای سیستم های جانبی Seal Oil نظیر الکتروموتورها و توربین های سیل اویل و همچنین آب کولینگ برای خنک کاری روغن سیل اویل و.....
 - ۷- نیاز به صرف هزینه های اولیه بالا برای تامین سیستم های جانبی تامین روغن سیل اویل.
 - ۸- مشکل بهره برداری و راه اندازی و از سرویس خارج کردن این نوع دستگاه ها که نیاز به افراد متخصص دارد و در فواصل زمانی کلیه سیستم های ابزار دقیقی باید چک شوند تا از کار کردن صحیح آنها در حین کار بتوان اطمینان حاصل نمود.
- البته این نکته نیز قابل ذکر است که روغن خارج شده از سیل ها Loss بسته به نوع گاز کمپرسور با انجام اقدامات جزئی نظیر سانتریفیوژ کردن برای بارهای متوالی قابل استفاده مجدد می باشد و در این گونه موارد شاید توجه اقتصادی برای جایگزین کردن سیل های خشک بجای سیل های روغنی وجود نداشته باشد.
- البته لازم به توضیح است که این نوع آب بند در جایگاه خود بسیار بی نظیر و عالی بوده و به همین دلیل بیش از چندین دهه در کلیه صنایع نفتی دنیا بدون نیاز به هیچ تغییری مورد استفاده قرار گرفته است و در شرایط عملیاتی اضطراری بدون هیچگونه مشکلی امتحان خود را پس داده است ولی باتوجه به معایب آن و با توجه به پیشرفت علم و تکنولوژی از دهه ۸۰ به بعد سیل های بدون روغن جایگاه خود را در اکثر صنایع باز کرده و جایگزین سیل های روغنی شده اند به عبارت دیگر کمپرسورهائی که در طی سال های اخیر ساخته شده

اندا باین نوع طراحی ساخته شده اند و با حذف سیستم سیل اوپل که هزینه های اولیه بسیار زیادی دارد توجیه اقتصادی قابل قبولی دارند.

در طی سالهای گذشته استفاده از سیل های نوع خشک برای آب بندی گاز داخل کمپرسورهای گریز از مرکز توسعه زیادی پیدا کرده است و در اغلب کاربردها این نوع آب بندها جایگزین سیل های قدیمی روغنی شده است. امروزه بیش از هشتاد درصد کمپرسورهای گریز از مرکز که ساخته می شوند مجهز به سیل های گازی نوع خشک می باشند.

مزایای سیل های خشک Dry Gas Seal Advantages

سیل های خشک علاوه بر این که قادر به پوشاندن اکثر نقاط ضعف سیل های روغنی هستند دارای مزایای زیر نیز می باشند:

- ۱- کاهش اصطکاک لغزشی بین سطوح آب بندی به دلیل ایجاد بالشتک گازی.
- ۲- عدم تماس مستقیم سطوح آب بندی و عدم ایجاد فرسایش.
- ۳- عدم تولید حرارت در اثر اصطکاک سطوح.
- ۴- کاهش الودگی های زیست محیطی.
- ۵- قادر به تحمل نمودن حرکت محوری رتور می باشند.
- ۶- برخلاف سیل های روغنی در صورتی که برای یکی از سیل ها مشکل جزئی بوجود آید این مشکل سیل طرف دیگر را تحت تاثیر قرار نمی دهد.

معایب سیل های خشک

- ۱- باتوجه به این که سیل های خشک با تیرانس های خیلی بالائی طراحی شده اند مسائل مونتاژ و دیمونتاژ آنها نیز باید با دقت فوق العاده زیادی انجام شود و نیاز به نیروهای کاملاً تخصصی برای کار روی آنها است.
- ۲- امکان تعویض قطعات آن در واحد وجود ندارد و کلیه کارهای تعمیراتی روی آنها باید در کارخانه سازنده انجام شود.
- ۳- امکان تعمیر آنها توسط مصرف کننده وجود ندارد و شرکت های سازنده هیچگونه قطعه یدکی به مصرف کننده نمی فروشند.
- ۴- این نوع سیل ها حساسیت فوق العاده زیادی نسبت به رطوبت و ذرات جامد دارند و ورود ذرات جامد یا مایعات (بخارات) می تواند منجر به از کار افتادن سیل شود.
- ۵- در صورت ورود مایع به کمپرسور یا محفظه سیل ها نیاز به باز کردن کمپرسور و تعویض سیل الزامی است.
- ۶- هزینه تعمیرات آنها فوق العاده زیاد است.
- ۷- خرید آنها کاملاً انحصاری و تحت اختیار شرکت سازنده است.
- ۸- در صورت ایجاد مشکل برای سیل هیچگونه اقدامی نمی توان برای آن انجام داد و در صورت نشستی زیاد کمپرسور باید از سرویس خارج شود و خارج کردن کمپرسورهای گاز گردشی در پالایشگاه ها همراه با بستن واحد و توقف خط تولید خواهد بود.

۹- به دلیل ثابت بودن فنرهای سیل امکان خودتمیز کنندگی Self Cleaning برای آن وجود ندارد و می تواند منجر به جام شدن آن شود.

۱۰- عملکرد این سیل هادر شرایط اضطراری که باعث به هم خوردن شرایط عملیاتی می شود تجربه نشده است.

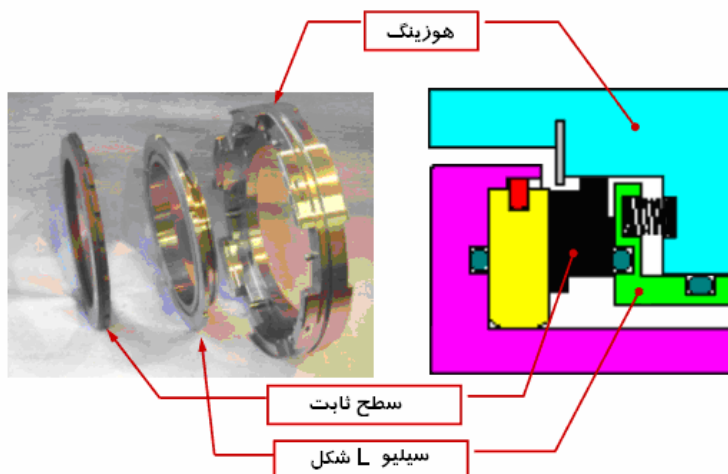
البته بیشترین کاربرد این نوع سیل هابرای کمپرسورهائی است که در ایستگاه های تقویت فشار گاز در سرویس می باشند و چندین دستگاه کمپرسور در کنار هم بصورت موازی کار می کنند است (کمپرسور یکدک وجود دارد) و در صورتی که یکی از آنها مشکل پیدا کند امکان از سرویس خارج نمودن آن بدون ایجاد هیچگونه مشکلی برای تولید فراهم است و در مواردی که کمپرسورهای یدک وجود ندارد توجه به حساسیت این سیل استفاده از سیل های روغنی بسیار ایمن تر است و با اعتماد بیشتری که دارند خللی هم در تولید نمی تواند بوجود بیاورند.

لازم به توضیح است که در سیل های روغنی در صورتی که مشکل جزئی روی سیستم آب بندی بوجود آید با انجام اقداماتی نظیر تغییر فشار بافر گاز، تغییر دادن فلو و فشار روغن سیل، کم و زیاد کردن سطح روغن داخل تاپ تانک و بالا پایین بردن دور پمپ های سیل، می توان تا مدت تقریباً زیادی از سیل آسیب دیده استفاده نمود.

ساختمان و اصول کار سیل های خشک Structure And Seal Function

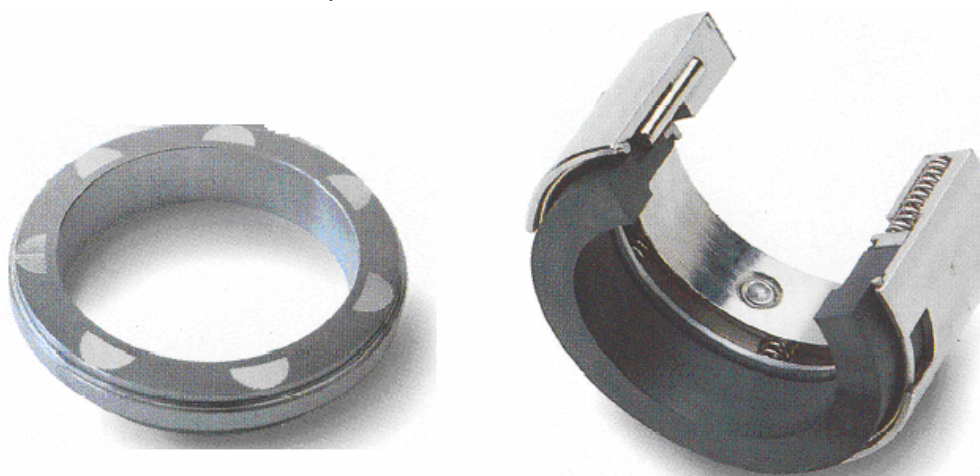
اصول آب بندی این نوع آب بندها مثل مکانیکال سیل ها Seal Face است و شامل یک رینگ دوار Rotating Ring و یک رینگ ثابت Stationary Ring می باشند که یکی از آنها روی رتور نصب است و بان می چرخد و دیگری روی بدنه تعبیه شده است و تفاوت آنها با مکانیکال سیل هادر این است که سطوح آب بندی مکانیکال سیل ها روی فیلم بسیار نازکی از مایع ولی در سیل های نوع خشک سطوح آب بندی روی فیلم بسیار نازکی از گاز می چرخد و بدین ترتیب از تماس مستقیم سطوح آب بندی جلوگیری می شود.

مقطع عرضی یک سیل خشک

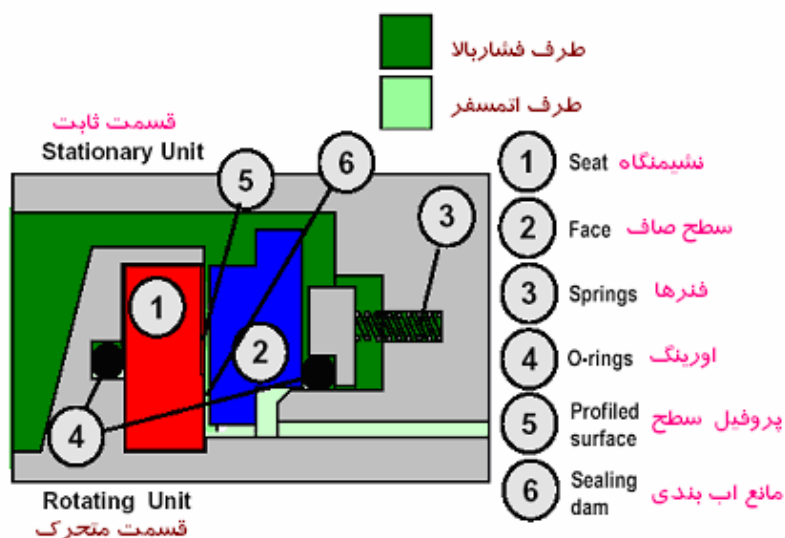


در مکانیکال سیل ها عمل آب بندی با کم کردن فاصله بین سطوح آب بندی که روی فیلم بسیار نازکی از مایع می چرخد انجام می شود ولی در Dry Gas Seal ها به دلیل عدم امکان روغنکاری سطوح تماسی عمل آب بندی از طریق کم کردن فاصله بین سطوح آب بندی و حرکت آنها روی فیلم بسیار نازکی از گاز انجام می شود.

ساختمان سیل های نوع خشک Dry Gas Seal ها دقیقاً مثل مکانیکال سیل های بالانس شده هیدرولیکی نوع Stationary است که در آن مجموعه Float ان (مجموعه همراه سیستم فنری) ثابت می باشد.



ساختمان آنها به این صورت است که برخلاف سطوح آب بندی مکانیکال سیل ها (رتوری و متینگ رینگ) که کاملاً تخت می باشند شیارهائی Groove روی قسمتی از سطوح آب بندی دواران Rotating Ring بصورت U یا V شکل تعبیه شده است که در حین چرخش باعث ایجاد یک نیروی دینامیکی می کند که باعث جدا شدن رینگ های ثابت و دوار از یکدیگر و باعث ایجاد یک فاصله بسیار کم Running Gap بین دو سطح فوق می شود.



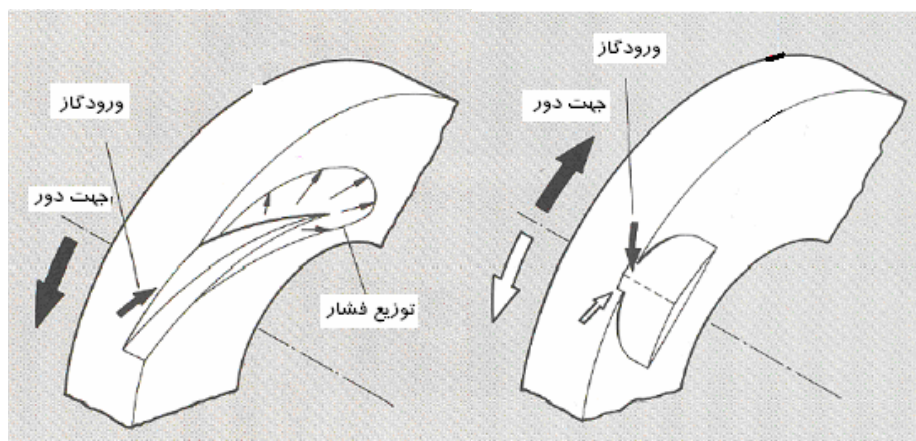
بسته به جهت چرخش رینگ دوار شیارهائی تعبیه شده روی قسمت رتوری به چند صورت طراحی می شوند: الف- اگر شیارهائی طراحی شده باشند که سیل بتواند فقط در یک جهت دور کار آب بندی را انجام دهد به آن Bi-Directional گفته می شود. لازم به توضیح است در کمپرسورهای گریز از مرکزی که برای آب بندی کردن آنها از دو عدد مکانیکال سیل در دو طرفین کمپرسور استفاده می شود جهت شیار تعبیه شده روی سیل رینگ های دو طرف متفاوت است و در صورت جابجانی نصب کردن سیل رینگ ها امکان آب بندی وجود ندارد و در صورتی که کمپرسور راه اندازی شود به دلیل عدم تولید فشار دینامیکی بین سطوح آب بندی (بالشتک گازی) باعث فرسایش شدید و آسیب کلی سیل های هر دو طرف می شود.



Grooves in Seal Mating Ring

ب- اگر شیارها طوری طراحی شده باشند که سیل بتواند در هر دو جهت (جهت عقربه های ساعت و در خلاف جهت عقربه های ساعت) کار آب بندی را انجام دهد به آن Semi-Directional گفته می شود. این شیارها طوری طراحی می شوند که دور کمپرسور از هر طرف باشد شیارها قادر به تولید فشار دینامیکی بین سطوح آب بندی می باشند و در صورتی هم که سیل رینگ های داخلی و خارجی جابجا نصب شوند امکان آب بندی توسط سیل وجود دارد.

در شکل زیر شمائی از این دو سیستم نشان داده شده است.



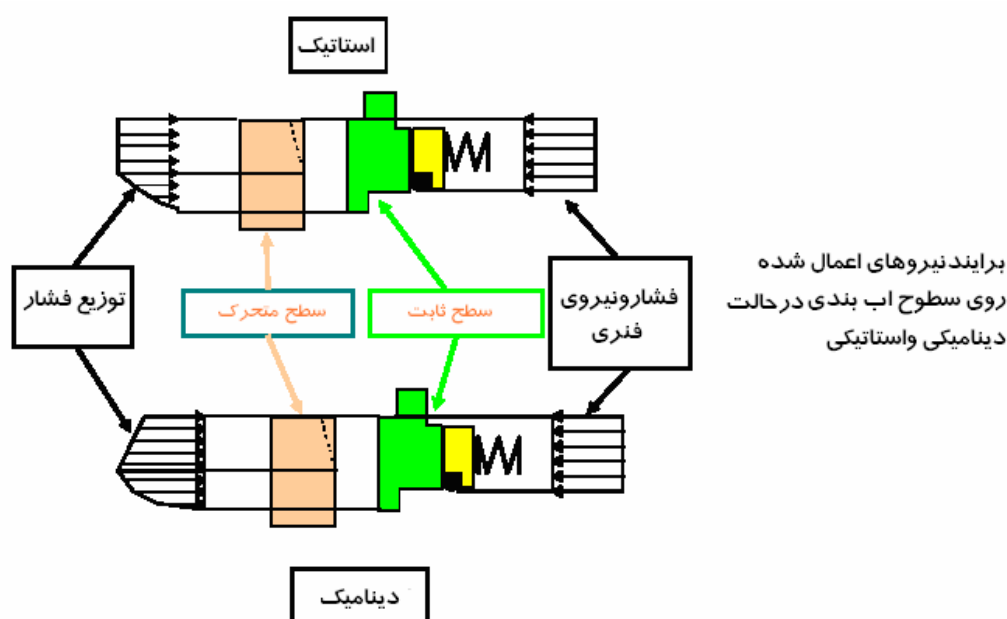
البته این شیارها با دقت خیلی بالا طراحی و تعبیه (کنده کاری) می شود و عمق آنها بین صفر تا ۱۶ میکرون می باشد و در حین کار کمپرسور گاز موجود در محفظه آب بندی در داخل این شیارها وارد می شود و در اثر حرکت دورانی و دینامیکی سطوح باعث افزایش فشار بین دو سطح آب بندی می شود (شیارها عمل کمپرس کردن گاز را انجام می دهند) و افزایش فشار حاصله باعث جدا شدن و عدم تماس مستقیم سیل رینگ هاست و در صورتی که به هر دلیلی (حرکت محوری یا افزایش فشار گاز) فاصله سطوح بخواند زیاد شود با تخلیه شدن گاز از بین سطوح فشار آن کاهش پیدا می کند و نیروی فنری پشت سطوح در جهت کم کردن فاصله وارد عمل می

شوند و در صورتی که فاصله خیلی کم شود برعکس باعث افزایش فشار گاز شده و نهایتاً باعث جدا شدن سطوح آب بندی و زیاد شدن فاصله سطوح می شود و وقتی کمپرسور در سرویس نباشد نیز فشار فنرها باعث روی هم قرار گرفتن سطوح آب بندی می شود و از نشتی ممانعت می شود.

گاز تزریق شده بین سطوح نقش خیلی مهمی در کار آب بندی ایفا می کند. این گاز باید کاملاً تمیز و فیلتر شده باشد و ذرات جامد خارجی آن گرفته شده باشد زیرا با نفوذ ذرات جامد بین قطعات سیل به دلیل کم بودن فاصله بین قطعات آب بندی باعث سایش شدید آنها می شود. همچنین فشار گاز تزریقی باید در حد مناسبی باشد یعنی کمی بیشتر از فشار محفظه آب بندی تا بتواند در داخل محفظه آب بندی و بین سطوح تزریق شود و از بیرون آمدن گاز داخل کمپرسور جلوگیری کند.

باتوجه به این که این نوع آب بندها از نظر هیدرولیکی بالانس شده هستند فشار محفظه آب بندی تاثیری بر ایجاد نیروی فشاری روی سطوح آب بندی آنها ندارد.

در شکل زیر شمائی از پروفیل نیروهای هیدرولیکی که در جهت محوری روی سطوح آب بندی اعمال می شود نشان داده شده است.

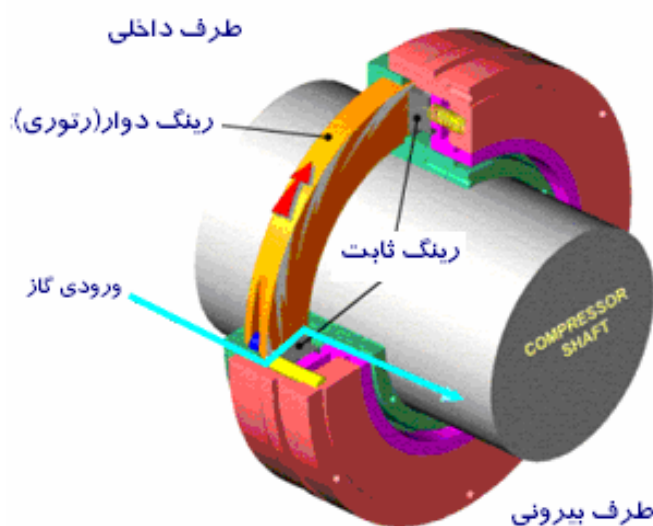


همانطور که در شکل فوق ملاحظه می شود سیارها طوری طراحی شده اند که در حین کار دستگاه فشار در قسمت میانی سیل بیشتر از قسمت های دیگر باشد (برخلاف مکانیکال سیل ها که پروفیل فشار بین سطوح آب بندی بصورت مثلی است) که این فشار ایجاد شده توسط فشار گاز باعث آب بندی دو طرفه می شود یعنی هم از نفوذ هوا به داخل کمپرسور و هم از خارج شدن گاز داخل کمپرسور بطرف بیرون جلوگیری می کند.

وقتی که کمپرسور در سرویس نیست (نمی چرخد) فنرها سطوح آب بندی را روی یکدیگر قرار می دهند و از خارج شدن گاز ممانعت می کنند. باتوجه به این که آب بند از نظر هیدرولیکی بالانس است فشار محفظه آب بندی تاثیری بر ایجاد نیروی فشاری روی سطوح آب بندی ندارد. وقتی کمپرسور در سرویس است گاز تزریق شده روی سطوح Buffer Gas در داخل حفره های تعبیه شده روی سیل رینگ نفوذ می کند و در اثر چرخش

سیل رینگ گاز تزریق شده فشرده می شود و افزایش فشار ناشی از آن باعث فاصله پیدا کردن سطوح آب بندی می شود و از تماس مستقیم سطوح آب بندی جلوگیری می کند و در صورتی که فاصله سطوح آب بندی از حد مجاز طراحی شده بیشتر شود (در اثر حرکت طولی شافت یا ناهم محوری و.....) باعث تخلیه گاز فشرده شده بین سطوح می شود (کم شدن فشار) و نیروی فنری فنرها مجدداً سطوح آب بندی را به هم نزدیک می کند و از نشتی ممانعت می کند و همچنین با کم شدن فاصله بین سطوح آب بندی (احتمال تماس آنها) فشار گاز حبس شده افزایش پیدا کرده و باعث دور شدن سطوح از یکدیگر می شود که این مراحل بطور اتوماتیک انجام و باعث می شود فاصله بین سطوح در حد کمترین فاصله باقی بماند (در حد چند میکرون) بدون این که سطوح آب بندی ثابت و متحرک با هم تماس پیدا کنند .

در شکل زیر شمائی از ساختمان اصلی یک Dry Gas Seal نشان داده شده است.



در حین چرخش اثر نیروی دینامیکی شیارها یک فاصله خیلی کمی بین سطوح ثابت و متحرک سیل ایجاد می کند

انواع آرایش سیل ها Types Of Seal Arrangements

این نوع سیل ها با آرایش های مختلفی طراحی و مورد استفاده قرار می گیرند که شامل:

۱- سیل های تکی Single Seals

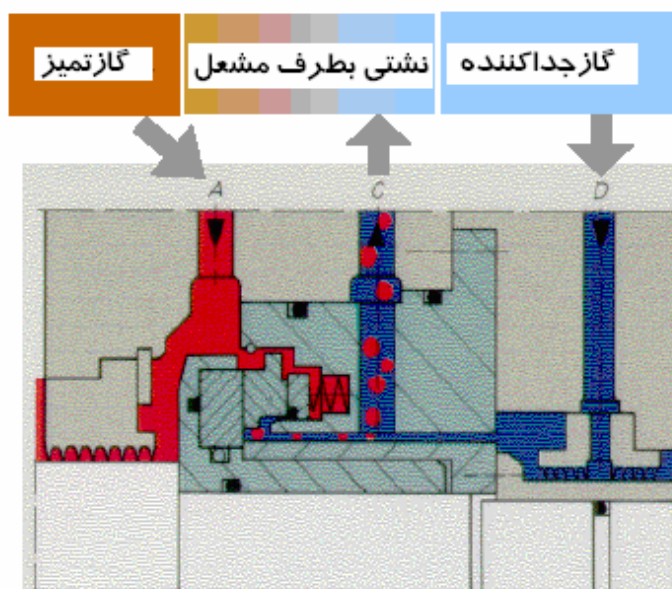
۲- سیل های دوتائی Double Seals

است.

سیل های تکی Single Seals

در مواردی که فشار کمپرسور پایین باشد و گاز داخل کمپرسور خطرناک و سمی نباشد از سیل های تکی استفاده می شود در آرایش نوع تکی، از یک عدد سیل اصلی برای آب بندی هر طرف کمپرسور استفاده می شود. در شکل زیر شمائی از این نوع سیل نشان داده شده است.

سیل تکی Single Seal



ساختمان و اصول کار سیل های تکی

گاز تمیز فیلتر شده خشک که فشار آن کمی بیشتر از فشار محفظه آب بندی است (فشار پشت لایبرینت) از طریق کانال A وارد محفظه آب بندی می شود. با لایبرینت فشار گاز تزریق شده باعث می گردد گاز داخل کمپرسور که دارای ذرات جامد یا الودگی های دیگری است نتواند بطرف محفظه سیل ها وارد شود و همواره جریان گاز تمیز با فشار بالاتر وارد کمپرسور شود. البته لازم به توضیح است که گازی که از این طریق به محفظه سیل ها تزریق می گردد یا از قسمت خروجی کمپرسور تامین می گردد و یا از منبع خارج از کمپرسور و باید عاری از هر گونه ذرات جامد، رطوبت و یا هر نوع الودگی دیگر باشد که برای رسیدن به این منظور قبل از وارد شدن آن به محفظه آب بندی از فیلترهای مناسبی که بصورت دبله در این مسیر نصب شده اند عبور داده می شود که علاوه بر فیلتر کردن گاز رطوبت آن نیز گرفته می شود و سپس به طرف محفظه سیل ها تزریق می شود. این فیلترها بصورت دو قلو و در کنار هم قرار می گیرند و همیشه یکی از آنها در سرویس و فیلتر دیگر بصورت آماده به کار است.

و طراحی آنها به گونه ای است که ذرات جامد یا رطوبت همراه با گاز از طریق مسیر تخلیه Drain آنها به قسمت لاین ورودی کمپرسور برگشت داده می شود و همین امر باعث بالا رفتن طول عمر این فیلترهای می گردد. همچنین با قرار دادن سیستم های رطوبت گیر Coalenscent Filter از ورود مایعات گازی به محفظه آب بندی جلوگیری می شود و با قرار دادن مبدل حرارتی مناسب و گرم نمودن گاز تزریق شده مایعات احتمالی به گاز تبدیل می شوند.

به دلیل فاصله چند میکرونی که در حین کار بین سطوح آب بندی وجود دارد (به دلیل بالشتک گازی سیل) سیل های نوع خشک همواره یک مقدار نشتی جزئی دارند که برای جلوگیری از ورود آنها بطرف اتمسفر از طریق کانال D مقداری گاز مناسب با فشار مورد نیاز و از محفظه آب بندی و از آنجا وارد لایرینت می شود. گازی که وارد لایرینت می شود به دوشاخه تقسیم می شود که یک شاخه آن بطرف بیرون (اتمافر) و محفظه یاتاقان ها وارد می شود و به دلیل نزدیک بودن سیل با محفظه یاتاقان ها Housing Bearing از وارد شدن روغن نیز بطرف سیل اصلی جلوگیری می کند و از طریق مسیر Vent تعبیه شده روی محفظه یاتاقان از آنجا خارج می شود و شاخه دیگران نیز با ایجاد فشاری مثبت از بیرون آمدن گاز نشت شده از سیل اصلی جلوگیری می کند و همراه گازهای نشت شده از سیل اصلی از طریق کانال C که برای این منظور تعبیه شده است بطرف مشعل یا هر مسیر مطمئن دیگری هدایت می شوند.

سیل های دوبله Double Seals

برای آب بندی کمپرسورهای گریز از فشار بالا که گازهای خطرناک و سمی را کمپرس می کنند برای اطمینان از آب بندی کامل، از سیل های دوبله استفاده می شود که معمولاً در اکثر طراحی ها بصورت پشت سرهم Tandem طراحی می شوند.

این سیل ها دارای دو نوع آرایش به شرح زیر هستند:

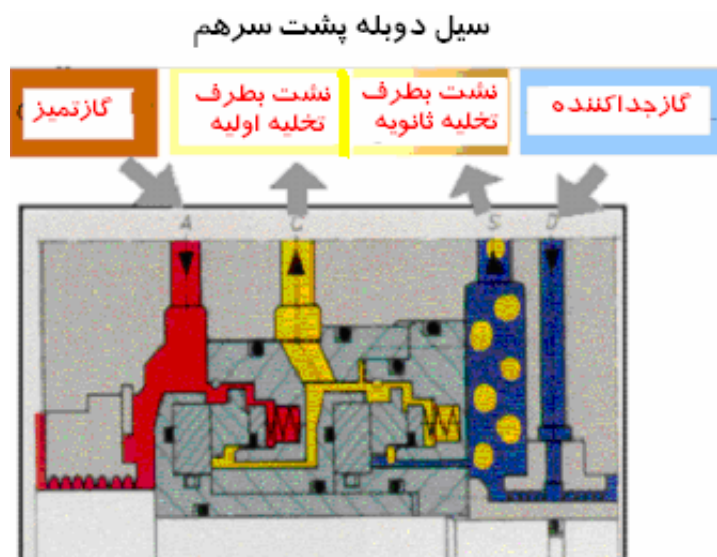
- الف- سیل های پشت سرهم با لایرینت داخلی Tandom Seal With Intermediate Labyrinth
 - ب- سیل های پشت سرهم بدون لایرینت داخلی Tandom Seal Without Intermediate Labyrinth
- که ذیلاً شرح مختصری راجع به ساختمان و نوع کاربرد آنها ارائه می شود.

سیل های پشت سرهم بدون لایرینت داخلی Tandom Seal Without Intermediate Labyrinth

در این آرایش سیستم آب بندی بصورت دو عدد سیل که بصورت پشت سرهم نصب می شوند. موارد کاربرد این سیل ها عبارتست از:

- ۱- برای آب بندی گاز در کمپرسورهای گریز از مرکز فشار بالا.
 - ۲- برای آب بندی در کمپرسورهای گریز از مرکز که گازهای خطرناکی مثل هیدروژن را کمپرس می کنند.
 - ۳- در مواردی که به ضریب ایمنی بسیار بالائی نیاز باشد.
 - ۴- در مواردی که تخلیه مقدار جزئی (3 stdl/min) گاز هیدروژن بطرف اتمسفر مجاز باشند.
- در شکل زیر شمائی از این نوع سیل نشان داده شده است همانگونه که ملاحظه می شود اصول کار این نوع سیل با تفاوت های کمی با سیل های تکی مشابهت دارد. گاز فیلتر شده تمیز که از خروجی کمپرسور یا از منبع بیرون

کمپرسور تامین می گردد از طریق مسیر A در قسمت سیل جلوئی وارد محفظه آب بندی می شود و با توجه به بالاتر بودن فشاران نسبت به فشار داخل کمپرسور (فشار پشت لایبرنت) همواره جریان گاز بطرف داخل کمپرسور برقرار است و همین کار باعث ممانعت از وارد شدن گاز ناخالص کمپرسور به طرف محفظه آب بندی می گردد.



سیل جلوئی (سمت چپ) وظیفه آب بند کردن گاز با فشار بالاتر تزریق شده در این قسمت را بر عهده دارد ولی به دلیل فاصله خیلی کمی که بین سطوح آب بندی وجود دارد همواره یک مقدار جزئی گاز از بین سطوح خارج می شود که توسط سیل بعدی آب بندی می شود و از ورودان بطرف اتمسفر جلوگیری می شود و از طریق مسیر تخلیه اولیه ای که برای آن تعبیه شده و از طریق کانال C به یک محیط مناسب هدایت می شود که در پالایشگاه ها این کانال به طرف مشعل Flare هدایت می شود.

سیل دوم به عنوان پشتیبان سیل اولی محسوب می گردد و جلوی خروج گازهای نشست شده از سیل اول را می گیرد ولی باز هم برای اطمینان بیشتر در پشت این سیل نیز یک مسیر تخلیه دیگری تعبیه شده است که گازهای نشست شده از سیل دوم همراه با گاز جداکننده که از طریق مسیر D برای جلوگیری از نفوذ روغن روانکار به قسمت سیل بین لایبرنت ها تزریق شده است (هوای فشرده ابزار دقیق) از طریق مسیر تخلیه S خارج می شود که در اغلب طراحی ها این مسیر بطرف اتمسفر منتهی می شود.

یکی از مسائل بسیار حائز اهمیت برای سیل های نوع خشک، رطوبت یا ورود هر گونه مایعات روی سطوح آب بندی این نوع سیل ها است که ورود آنها به سیل باعث می گردد روی سطوح آب بندی قرار گیرند و حفره ها یا شیارهای تعبیه شده روی آن را پریا مسدود کنند که همین امر باعث اختلال در سیستم ایرودینامیکی سیل و عدم ایجاد فشار گاز بین سطوح آب بندی و نهایتاً تماس مستقیم سطوح آب بندی روی هم دیگر و ایجاد سایش و فرسایش شدید می شود.

به دلیل کم بودن فاصله بین محفظه آب بندی و محفظه هوزینگ برینگ ها و احتمال ورود روغن روانکار تحت فشار بطرف قسمت بیرونی سیل ثانویه، از گاز جداکننده یا Separation Gas استفاده می شود. این گاز که معمولاً

ازت یا هوای فشرده ابزار دقیق است (که رطوبت آن گرفته شده است) پس از عبور از فیلترهای مخصوصی که در این مسیر تعبیه شده است (باسایز حدود پنج میکرون) از طریق کانال D در قسمت وسطی لایبرنتی که در قسمت بیرونی سیل هاتعبیه شده است وارد می شود و به دو شاخه تقسیم می گردد یک شاخه آن بطرف محفظه آب بندی وارد می شود و همراه با گازهای نشت شده از سیل اصلی از طریق مسیر تخلیه Vent ثانویه به طرف مشعل یا اتمسفر متصل است منتقل می شود و شاخه دیگر آن از زیر لایبرنت بیرونی وارد هوزینگ برینگ می شود که بخشی از آن از طریق مسیر Vent تعبیه شده روی هوزینگ برینگ بطرف اتمسفر منتقل می شود و بخش دیگری از آن نیز همراه با جریان روغن خروجی از هوزینگ برینگ وارد مخزن روغن می شود.

فشار گاز جداکننده (هوای ابزار دقیق) تزریقی باید به اندازه کافی بالا باشد تا از احتمال ورود روغن بطرف سیل جلوگیری کند و همچنین مقدار آن نیز باید به اندازه کافی باشد تا بتواند فشار محفظه پشت لایبرنت را به اندازه کافی بالانگه دارد.

در صورتی که مسیرهای Vent یا Drain تعبیه روی محفظه هوزینگ برینگ نتوانند مقدار هوای وارد شده به هوزینگ برینگ را خارج کنند باعث ایجاد Back Pressure در سیستم مسیر خروجی روغن می گردد که نتیجه آن می تواند نشتی روغن از مسیرهای Vent هوزینگ برینگ ها بطرف بیرون (و ایجاد آلودگی های زیست محیطی) و حتی در بعضی از موارد نیز افزایش فشار ایجاد شده می تواند باعث ایجاد نشتی از هوزینگ برینگ های سیستم گرداننده (مثل توربین بخار) نیز بشود.

راه حل اصلی آن بزرگتر کردن سایز مسیرهای Vent های تعبیه شده روی هوزینگ برینگ های کمپرسور و یا بالابردن سایز لوله های Drain کمپرسور (که کار تقریباً مشکلی است) و یا جدا کردن مسیرهای تخلیه توربین و کمپرسور از همدیگر و گاهانی استفاده از دو مورد اول و سوم بطور هم زمان است.

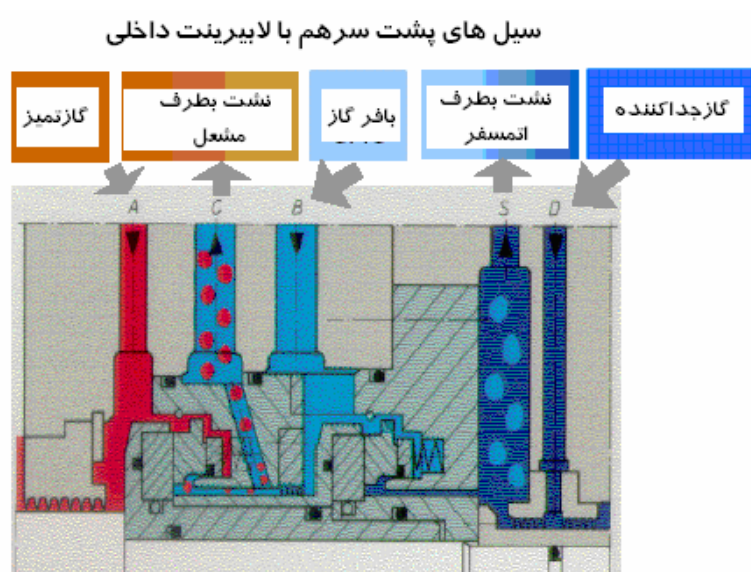
لازم به توضیح است که برای جلوگیری از ورود روغن بطرف سیل ها در حین راه اندازی کمپرسور، ابتدا باید سیستم گاز جداکننده در سرویس گذاشته شود و بعد از آن پمپ سیستم روانکاری در سرویس قرار گیرد. در غیر این صورت روغن وارد محفظه آب بندی و سیل ها (سیل ثانویه) می شود و مرطوب شدن سیل نیز باعث پر شدن شیارهای تعبیه شده روی سطوح آن و عدم کارایی سیستم آب بندی می گردد که هیچ چاره ای بجز از سرویس خارج کردن کمپرسور و بیرون آوردن سیل ها و گاه تعویض سیل ها وجود ندارد که هم پروسه بسیار وقت گیری است و هم باعث توقف واحد و خط تولید می شود. و لذا برای جلوگیری از این حالت یک عدد سوئیچ فشاری Pressure Switch روی مسیر هوای جداکننده تعبیه می شود و تا زمانی که فشار سیستم هوا بالا آورده نشود (هوای ابزار دقیق تزریق نشود) امکان راه انداختن پمپ توربینی یا برقی سیستم روانکاری داده نخواهد شد که لازم است در حین تعمیرات اساسی از عملکرد صحیح این سوئیچ اطمینان حاصل شود.

لازم به توضیح است که در قسمت لاین ورودی بخار به توربین پمپ روغن توربینی لوب اویل نیز باید یک عدد کنترلر و لول نصب شده باشد که با فرمان گرفتن از سوئیچ فوق امکان راه افتادن پمپ توربینی نیز وجود نداشته باشد.

لازم به توضیح است که Pressure Switch مزبور حتما باید پس از راه افتادن کمپرسور از سرویس خارج شود در غیر این حالت در صورتی که فشار هوا در حین کار قطع یا کاهش پیدا کند می تواند منجر به از سرویس خارج شدن پمپ روغن شود و پس از افتادن فشار روغن کمپرسور تریپ کند که با توجه به این که پمپ اصلی روغن با کمپرسور نمی چرخد در این شرایط باعث ایجاد خسارت های بسیار سنگین و جبران ناپذیر روی کمپرسور خواهد شد.

سیل های پشت سرهم با لایبرینت داخلی Tandom Seal With Intermediate Labyrinth

ساختمان و اصول کار این سیستم با آرایش قبلی دقیقا یکسان می باشد و تنها تفاوت آن تعبیه یک عدد لایبرینت بین سیل اولیه و سیل ثانویه و همچنین تعبیه یک مسیر برای ورود بافر گاز برای این سیستم آب بندی است.



موارد کاربرد این آرایش عبارتند از:

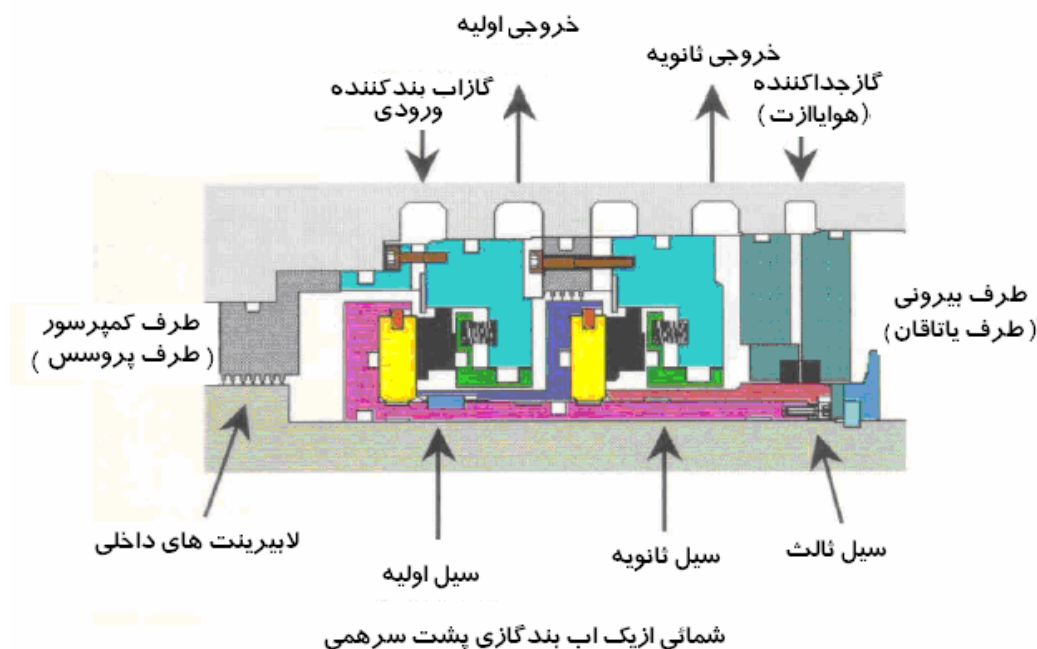
- ۱- در این نوع آرایش برخلاف آرایش قبلی امکان تخلیه Vent گاز خارج شده بطرف اتمسفر وجود دارد.
 - ۲- از این آرایش برای آب بندی گازهای سمی و خطرناکی استفاده می شود که به هیچ وجه نباید وارد محیط شوند.
 - ۳- این نوع آرایش ضریب ایمنی سیل را بالایی برد.
 - ۴- در این نوع آرایش امکان وارد شدن گاز داخل کمپرسور بطرف اتمسفر صفر است.
- در این نوع آرایش بعد از مسیر Vent اولیه (که بطرف مشعل منتهی می شود) یک کانال دیگر B نیز برای بافر گاز (گازی که از منبع بیرون از کمپرسور تهیه می شود) تعبیه شده است که با عنایت بالاتر بودن فشار آن نسبت به محفظه آب بندی C امکان بیرون آمدن نشتی های بوجود آمده از سیل اولی بطرف بیرون فراهم نمی شود و همانطوری که قبلا نیز گفته شد از این آرایش برای آب بندی گازهای سمی و خطرناک که مجاز به بیرون آمدن از داخل کمپرسور بطرف بیرون نیستند استفاده می شود.

البته در این گونه موارد بافر گاز باید گازی باشد (مثل ازت) که با گاز داخل کمپرسور فعل و انفعالی شیمیایی که باعث انفجار یا هر گونه مسائل دیگری شود نگردد که در اغلب موارد از گاز نیتروژن که گاز خنثی است استفاده می شود. البته واضح است که بافر گاز باید از هر گونه ناخالصی و ذرات جامد و رطوبت عاری باشد و نیاز به تعبیه فیلترهای مخصوص این کار بسیار ضروری است.

لازم به توضیح است که وظیفه لایپرینت تعبیه شده (که به آن لایپرینت داخلی گفته می شود) بین دو سیل برای آب بندی نمودن بافر گاز تزریق شده از طریق کانال B است که به دلیل کم بودن کلرنس آن با محور باعث کاهش مصرف بافر گازی شود و در صورتی که کلرنس آن بیشتر شود احتمال دارد گازهای خارج شده از سیل جلوئی وارد سیل بعدی شود و بطرف اتمسفر برود که باعث مسائل بعدی شود. بافر گاز خارج شده از سیل جلوئی از طریق مسیر C به یک محیط مطمئن مثل مشعل یا هر گونه سیستم ایمن دیگری وارد می گردد در این آرایش سیل دومی نیز کار آب بندی بافر گاز را انجام می دهد و در صورتی که نشتی برای آن بوجود آید از طریق کانال S بطرف Vent ثانویه و به طرف اتمسفر هدایت می شود که به دلیل بی اثر بودن آن هیچگونه مشکل زیست محیطی در پی نخواهد داشت.

در این نوع آرایش نیز برای جلوگیری از نفوذ روغن روان کننده یا تاقان ها بطرف محفظه آب بندی و سیل ها از گاز جدا کننده Separation Gas که غالباً هوای ابزار دقیق خشک و فیلتر شده است استفاده می شود که توضیحات آن قبلاً ارائه شده است.

در شکل زیر نیز یک نمونه دیگر از همین طراحی نشان داده شده است.



سیستم های تزریق گاز تمیز Clean Injection Gas Systems

تزریق گاز تمیز به سیل هانقش بسیار مهمی در افزایش طول عمر آنها دارد و هدف از استفاده آن علاوه بر ایجاد محیطی تمیز برای سیل ها برای جلوگیری از ورود گاز داخل کمپرسور که دارای ناخالصی ها و رطوبت های زیادی است می باشد. به همین دلیل فشار آن باید کمی بیشتر از فشار گاز داخل کمپرسور باشد تا با وجود آوردن فشاری مثبت در مقابل فشار داخل کمپرسور از بیرون آمدن گاز داخل کمپرسور بطرف سیل ها جلوگیری نماید و همواره جهت جریان گاز از طرف محفظه آب بندی بطرف داخل کمپرسور باشد.

منبع تهیه گاز سیل کننده تمیز در طراحی های مختلف متفاوت است و از دو منبع تامین می شود:

۱- در صورتی که گاز داخل کمپرسور مناسب باشد (خورندگی نداشته باشد) گاز از خروجی کمپرسور گرفته می شود.

۲- در صورتی که گاز کمپرسور مناسب این کار نباشد باید از منبعی از بیرون کمپرسور آن را تهیه نمود.

گاز تمیز باید دارای فلو و فشار مناسبی باشد و در صورتی که از منبع بیرون کمپرسور تامین می گردد باید دست کم فشار آن حدود 50psi از فشار داخل کمپرسور بیشتر باشد تا بتواند بر افت فشارهای ایجاد شده در تمامی سیستم آب بندی غلبه پیدا کند و از بیرون آمدن گاز داخل کمپرسور بطرف محفظه آب بندی جلوگیری کند. با توجه به نقش بالای گاز سیل کننده تمیز و برای اطمینان از تزریق گاز تمیز به سیل ها باید سیستمی طراحی شود که بتواند این منظور را برآورده نماید.

برای این منظور بسته به نوع طراحی از دو سیستم کنترلی استفاده می شود:

۱- سیستم کنترلی تنظیم فلو Flow Control System

۲- سیستم کنترلی اختلاف فشار Differential Pressure System

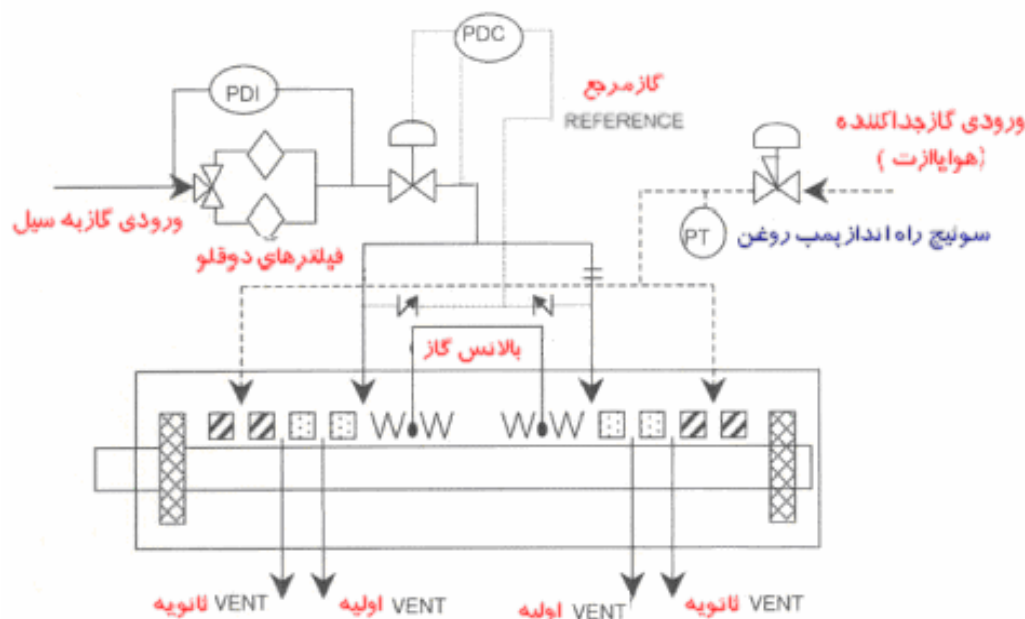
که ذیلا به شرح آنها پرداخته می شود.

سیستم کنترلی تنظیم فلو Flow Control System

در سیستم کنترل فلو، با وارد نمودن مقدار مشخص گاز تمیز که معمولاً با اریفیس با قطر مشخص انجام می شود همواره مقدار حجم ثابتی گاز تمیز بطرف محفظه آب بندی تزریق می شود.

در این نوع سیستم کنترلی به دلیل ثابت بودن قطر اریفیس مقدار گاز تزریقی ثابت است و با تغییر کلرنس تغییر نمی کند. لازم به ذکر است که با زیاد شدن کلرنس لایبرینت هادرچین کار (به دلیل مسائل ارتعاشی و سایشی) مقدار گاز تزریقی نیز باید افزایش پیدا کند تا اطمینان حاصل گردد که گاز کثیف یا مرطوب داخل کمپرسور بطرف محفظه آب بندی حرکت نکند.

این سیستم از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست زیرا طراح باید قطر اولیه اریفیس ها را زیادتر انتخاب کند تا پس از زیاد شدن کلرنس لایبرینت هانقش جهت جریان گاز بطرف داخل کمپرسور برقرار باشد که می تواند به کاهش راندمان و مصرف بیشتر انرژی منجر شود (سیر کوله شدن زیاد گاز در داخل کمپرسور) همچنین تعیین دقیق سایز اریفیس کار تقریباً مشکلی است و درحین کار نمی توان از تزریق شدن یا تزریق نشدن و کافی بودن یا کافی نبودن آن اطمینان حاصل نمود.



سیستم کنترل فلو

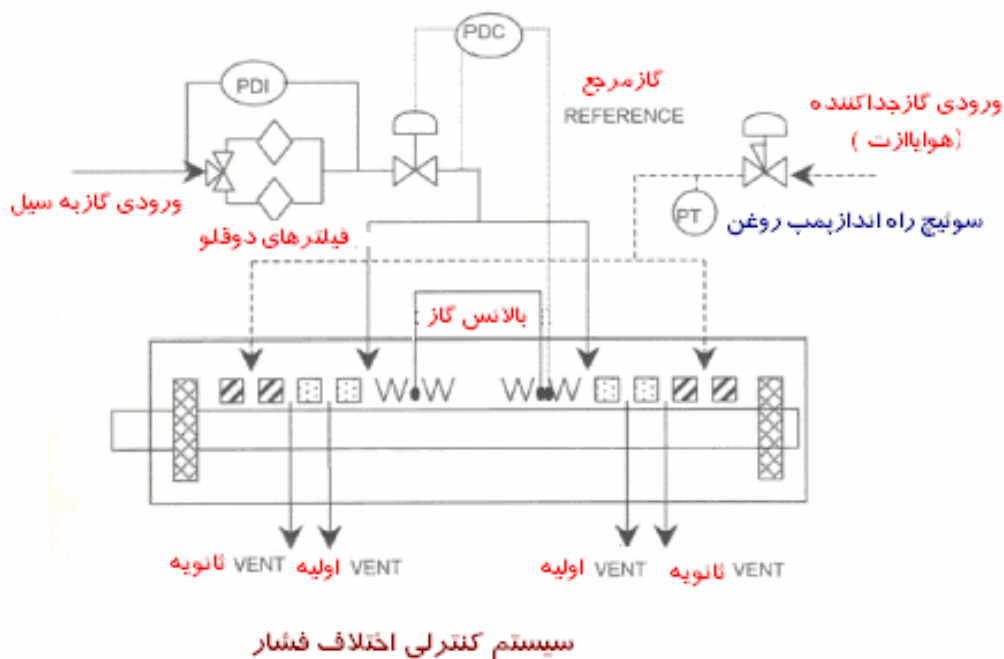
البته امکان تنظیم کردن مقدار فلو گاز توسط ولوهای سوزنی که در مسیر تزریق گاز تمیز نصب شده نیز وجود دارد ولی به دلیل عدم اطلاع از مقدار گاز مورد نیاز برای این منظور عملاً کاربردی ندارد.

سیستم کنترلی اختلاف فشار Differential Pressure System

در این سیستم مقدار گاز تمیز تزریق شده به سیل بر اساس اختلاف فشار داخل کمپرسور و محفظه آب بندی انجام می شود و با تنظیم نمودن فشار گاز توسط کنترل ولو همواره فشار محفظه آب بندی حدود 10psi بیشتر از فشار محفظه آب بندی (فشار پشت لایرینت) تنظیم می شود. این عملیات با گرفتن انشعاب Reference Pressure و انتقال آن روی کنترل ولو تنظیم فشار انجام می شود و نسبت به سیستم قبلی به مراتب بهتر است و علاوه بر اطمینان از جهت جریان گاز تمیز بطرف داخل کمپرسور (تزریق شدن گاز) از نظر اقتصادی نیز بر اساس شرایط عملیاتی کمپرسور و وضعیت کلرنس لایرینت ها به اندازه ای که مورد نیاز است گاز تمیز تزریق می شود و نه کم تر و نه بیشتر.

در شکل زیر شمائی از این سیستم نشان داده شده است همانگونه که در شکل فوق ملاحظه می شود Feed Back تنظیم اختلاف فشار تعبیه شده روی کنترل ولو از پشت بالانس پیستون (که در قسمت طرف فشار بالا قرار گرفته) تامین می شود و باعث می شود کنترل ولو فشار خارج شده را (با تنظیم نمودن مقدار فلو) همواره حدود 10psi بیشتر از فشار Reference Gas تنظیم کند.

لازم به توضیح است که در سیل های روغنی از فشار Reference Gas برای کنترل نمودن اختلاف فشار بین Seal Oil و بافر گاز استفاده می شود و لوله متصل به قسمت پشت بالانس پیستون (که فشار Reference را ایجاد می کند) به قسمت فوقانی Top Tank متصل می شود (فشار آن به فشار بالای Top Tank اضافه می شود) و باعث می شود فشار روغن Seal Oil به اندازه ارتفاع روغن Top Tank بیشتر از فشار بافر گاز باقی بماند.



نشستی مجاز سیل های خشک Permissible Seal Leakage

به دلیل فاصله بسیار کمی که بین سیل رینگ ها وجود دارد (تا از تماس سطوح جلوگیری کند) در حالت نرمال نیز این سیل ها همواره یک مقدار نشستی جزئی مجاز دارند که باید تحت کنترل قرار گیرد. همانگونه که در منحنی های زیر ملاحظه می شود میزان نشستی مجاز به پارامترهای زیر بستگی دارد:

۱- فاصله بین سطوح آب بندی (سطوح ثابت و متحرک) در حین کار.

۲- اندازه سیل.

۳- اختلاف فشار.

۴- ویسکوزیته.

۵- سرعت دوران سیل.

با افزایش فشار داخل کمپرسور و همچنین بالاتر رفتن دور مقدار نشستی ها نیز افزایش پیدامی کنند.

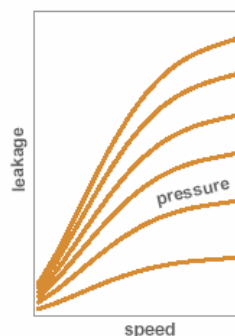
NO CONTACT BETWEEN SLIDING FACES



Flow through the seal -> leakage

Leakage factors

- sealing gap
- seal size
- differential pressure
- viscosity
- speed



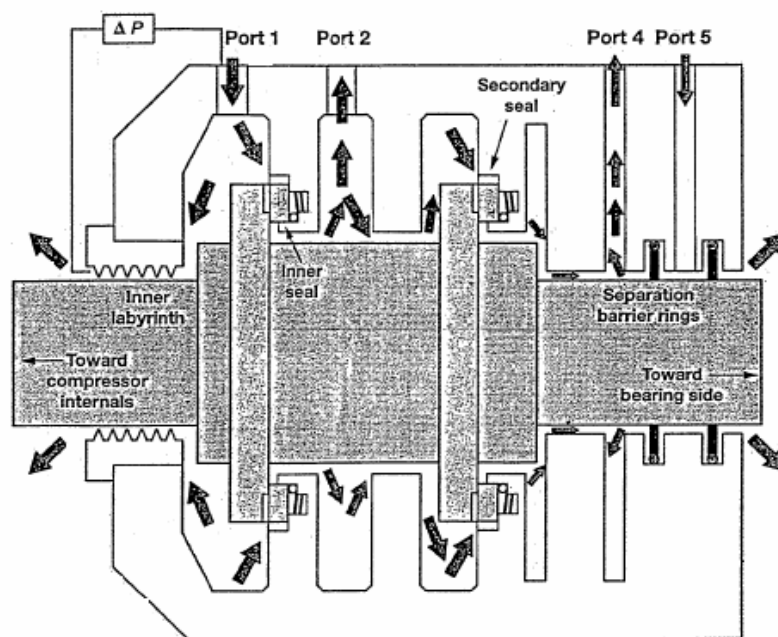
سیستم های حفاظتی Protection Systems

برای اطمینان از صحت کار آب بند های خشک، در قسمت های مختلف سیستم های حفاظتی و ابزار دقیقی نصب می شود و بصورت On Line پارامترهای مورد نظر را اندازه گیری و نشان می دهند و در صورتی که هر کدام از آنها از حد مجاز پیشنهادی زیاده تر شوند باعث تحریک سیستم های Alarm و Shut Down کمپرسور می شوند این سیستم ها شامل:

۱- سیستم اندازه گیری اختلاف فشار بین Process Gas و گاز داخل کمپرسور که این اختلاف فشار حتما باید در حد مطلوبی که توسط کارخانه سازنده توصیه می شود قرار داشته باشد.

۲- سیستم اندازه گیری فشار مسیر خروجی Port 2 و در صورتی که این مقدار فشار افزایش یابد مبین نشتی زیاد آب بند است و در صورتی که فشار این ناحیه کاهش پیدا کند بیانگر خرابی و Fail کردن سیل ثانویه است (در مسیر Port 2 اریفیس نصب شده است) و مبین این است که گازهای نشت شده از سیل جلوئی از بین سطوح آب بندی سیل پشتی عبور می کند.

۳- سیستم اندازه گیر و نشان دهنده افزایش افت فشار در فیلتر مسیرهای Process Gas و Buffer Gas که مبین تزریق بافر گاز به آب بند است و در صورت افزایش افت فشار باعث نرسیدن گاز بین سطوح آب بندی و تماس و سایش سطوح ثابت و متحرک سیل می شود.

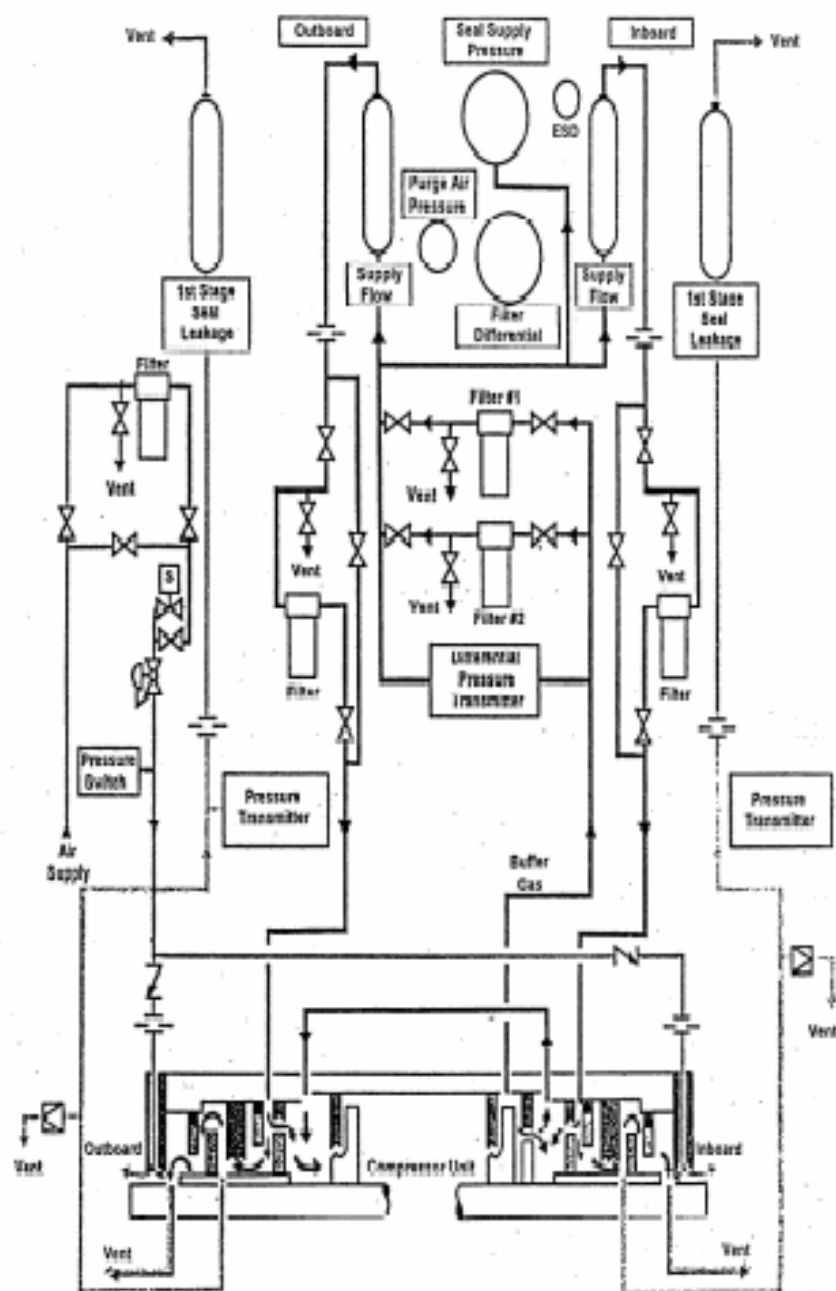


۴- سیستم اندازه گیری اختلاف فشار بین Buffer Gas (که از Port 3 وارد می شود) و محفظه Port 2 که باید در حد مجاز باشد تا از خروج گاز داخل کمپرسور بطرف بیرون ممانعت نماید.

۵- سیستم اندازه گیری افزایش حرکت محوری شافت که در صورت افزایش آن باعث فاصله افتادن بین سطوح آب بندی می شود که باید در حد مجاز توصیه شده توسط کارخانه سازنده کمپرسور آب بند باشد.

۶- سیستم اندازه گیر لرزش که در صورت افزایش ارتعاشات دستگاه که باعث ایجاد حرکت های اضافی شعاعی و محوری روی سیل شود تاثیر بسزائی در کاهش طول عمر آب بند دارد (ارتعاشات از منابع متعددی نظیر نابالانسی، ناهم محوری، خرابی یاتاقان ها، تنش های اضافی سیستم لوله کشی، نامناسب بودن فونداسیون و Base, Plate کار کردن کمپرسور روی دورهای بحرانی، Surge های عملیاتی و بوجود می آید).

کلیه پارامترهای فوق توسط پراب ها و سنسورهای متعدد اندازه گیری می شود و روی یک پانل مونیتور و نشان داده می شود تا قبل از از سرویس خارج شدن کمپرسور اقدامات لازم برای تمیز کردن صافی ها و فیلترها و چک کردن مسیر های ورود و خروج گاز انجام شود.



Flow Diagram for a Tandem GASPAC Monitoring System

سیستم مونتورینگ سیل های خشک Monitoring System

برای تحت کنترل داشتن وضعیت کاری این نوع سیل ها پارامترهای مورد نظر اندازه گیری و تحت نظر و مراقبت قرار می گیرند.



پارامترهایی که روی پانل سیستم آب بندی منتقل می شوند عبارتند از:
۱- اندازه گیری مقدار فلوی گازی که از قسمت Vent اولیه C بطرف مشعل Flare منتقل می شود. اگر مقدار فلوی عبوری از این مسیرها افزایش پیدا کند مبین ایجاد مشکل در سیل اولیه است. بانصب یک اریفیس در این مسیر

از نشتی های زیاد سیل ممانعت می شود و با منتقل کردن سیگنال فلو به سیستم های Alarm و Shut Down
اخطار به موقع و دستور از سرویس خارج شدن کمپرسور داده می شود.

۲- سیستم کنترل فلو که توسط اریفیس هائی که در مسیر نصب می باشند کنترل می شود و قبلا راجع به آنها
بحث شده است.

۳- فیلترهای دو قلو که جهت جدانمودن ذرات جامد و مایعات گازی مورد استفاده قرار می گیرند.
گاز وارد شده به این فیلترها از طریق لاین خروجی کمپرسور یا از منبع خارجی (و گاه مسیرهای لوله کشی طوری
انجام می شود که بسته به انتخاب از هر کدام از آنها می توان استفاده نمود) وارد فیلترها می شود که یکی از آنها
همیشه در سرویس قرار دارد و فیلتر دیگر نیز بصورت آماده به کار است.

این فیلترها دارای یک مسیر ورودی و دو مسیر خروجی می باشند که یکی از آنها گاز تمیز شده به عنوان گاز سیل
کننده رابه سیل تزریق می کند و مسیر خروجی دیگر که به عنوان Drain است ذرات و مایعات گازی جدا شده در
داخل فیلتر رابه قسمت ورودی کمپرسور که فشاران پایین است منتقل می کند.

روی هر فیلتر دو مسیر دیگر نیز تعبیه شده است که از آنها برای تخلیه کردن گاز داخل فیلتر در هنگام تعویض فیلتر
استفاده می شود. همچنین یک سیستم اندازه گیر اختلاف فشار نیز روی مجموعه دو فیلتر نصب شده است که افت
فشار گاز در داخل فیلتر را نشان می دهد و در صورتی که حفره های فیلتر مسدود شده باشد (فیلتر کثیف شده
باشد) بانشان دادن اختلاف فشار و متصل بودن این سیستم به قسمت آلارم مسئولین بهره برداری را از آن مشکل
آگاه می کند.

۴- در مسیر گاز خروجی از Vent ثانویه که به اتمسفر متصل است یک سیستم آنالایزر گاز تعبیه شده است که در
صورتی که درصد هیدروکربوری که همراه با هوای خارج شده از سیل به طرف اتمسفر خارج می شود افزایش
پیدا کرده باشد با تحریک سیستم آلارم مسئولین مربوطه را مطلع می سازد. لازم به توضیح است که دلیل
بالا رفتن هیدروکربور از مسیر Vent ثانویه آسیب دیدن سیل دوم است که حساسیت آن کمتر از سیل اول نمی
باشد و می تواند منجر به ایجاد عواقب بعدی گردد.

لازم به توضیح است که از این نوع اب بند در توربین های بخار بزرگ هم استفاده می شود با این تفاوت که
به جای Process Gas از بخار با فشار مناسب و از هوا به جای Buffer Gas استفاده می شود ولی استفاده از این
نوع اب بند در توربین های بخاری به دلیل زیاد بودن هزینه های اولیه کمتر از کمپرسورها است.

ضمائم

انواع رایج های مختلف مکانیکال سیل ها

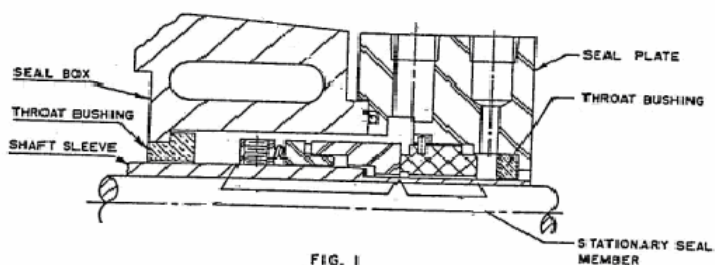


FIG. 1
NOMENCLATURE

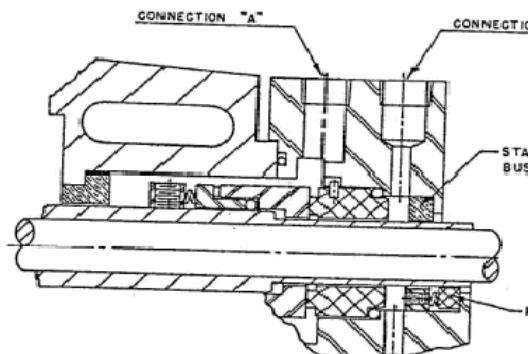


FIG. 2 "PTO" & "HSPTO"
RECOMMENDED FOR PROCESS TYPE SINGLE END
SUCTION VERTICAL SPLIT CASE PUMPS

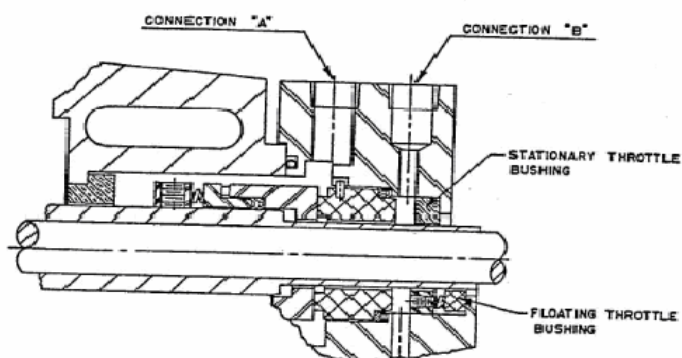


FIG. 3 "PT" & "HSPT"
RECOMMENDED FOR PROCESS TYPE SINGLE END
SUCTION VERTICAL SPLIT CASE PUMPS

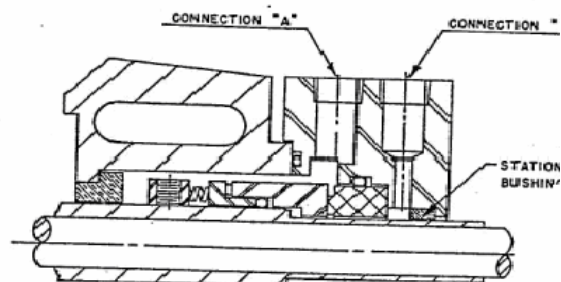


FIG. 4 "HPTO"
RECOMMENDED FOR PROCESS TYPE SINGLE END
SUCTION VERTICAL SPLIT CASE PUMPS

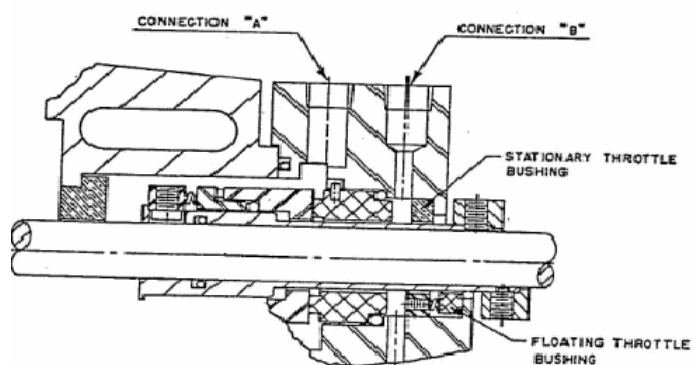


FIG. 5 "PTO" & "HSPTO" CARTRIDGE
RECOMMENDED FOR HORIZONTAL SPLIT CASE, BARREL TYPE
AND VERTICAL PUMPS

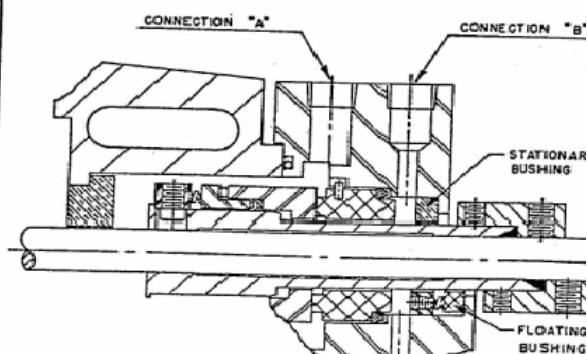


FIG. 6 "PT" & "HSPT" CARTRIDGE
RECOMMENDED FOR HORIZONTAL SPLIT CASE, BARREL TYPE
AND VERTICAL PUMPS

TYPICAL MECHANICAL SEAL ARRANGEMENTS CONTINUED

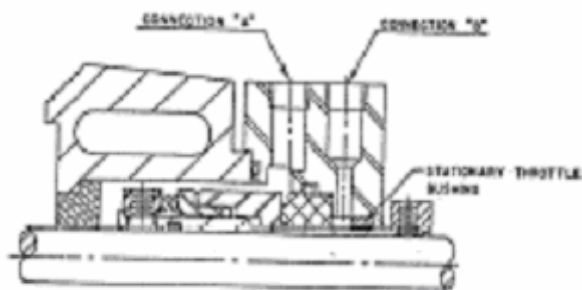


FIG. 7 "MPTC" CARTRIDGE
RECOMMENDED FOR HORIZONTAL SPLIT CASE, BARREL TYPE
AND VERTICAL PUMPS

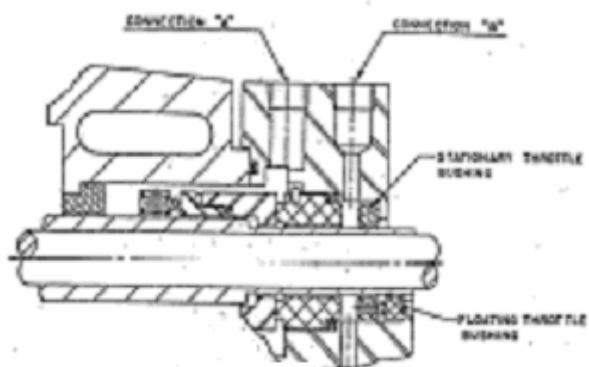


FIG. 8 "PO-B" & "PO-DHT"
RECOMMENDED FOR HIGH & LOW TEMPERATURE
APPLICATIONS. NEGATIVE 300° TO PLUS 750° F

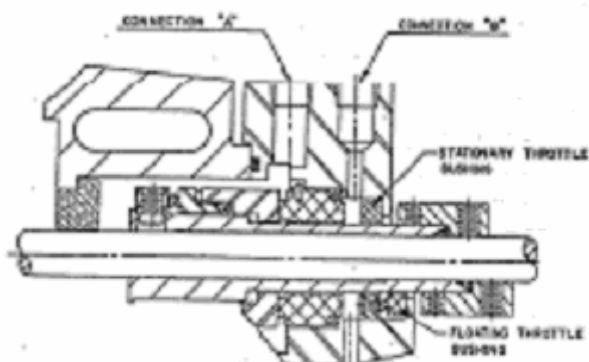
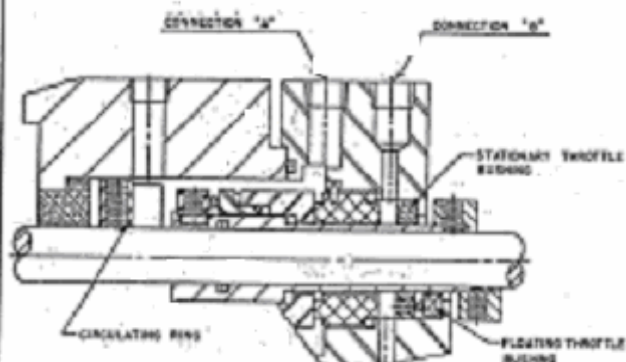
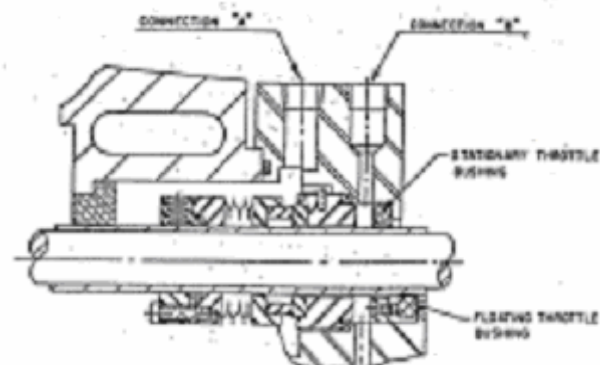
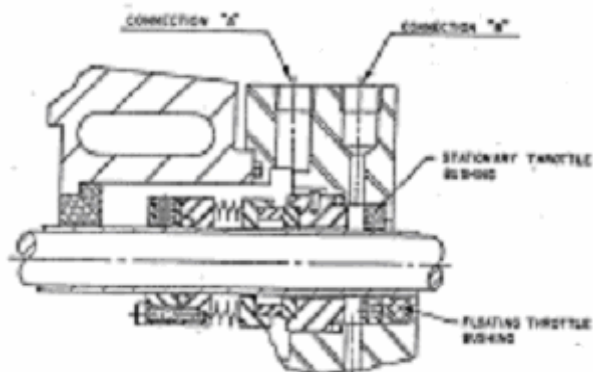


FIG. 9 "PO-C" CARTRIDGE
RECOMMENDED FOR HIGH & LOW TEMPERATURE
APPLICATIONS. NEGATIVE 300° TO PLUS 750° F



**FIG. 10 "PTC" & "HPTC" CARTRIDGE
WITH CIRCULATING RING**



APPENDIX C SYMBOL DESCRIPTION

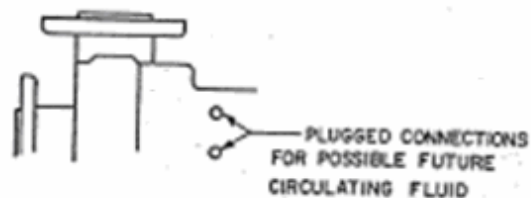
	COOLER		Y TYPE STRAINER
	PRESSURE GAGE, WITH BLOCK VALVE.		FLOW REGULATING VALVE
	DIAL THERMOMETER, WHEN SPECIFIED.		BLOCK VALVE
	PRESSURE SWITCH, WHEN SPECIFIED, INCLUDING BLOCK VALVE.		CHECK VALVE
	CYCLONE SEPARATOR		ORIFICE

CLEAN PUMPAGE PIPING PLANS

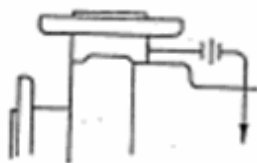
NOTES: (a) THESE PLANS ARE REPRESENTATIVE OF COMMONLY USED SYSTEMS. OTHER VARIATIONS AND SYSTEMS ARE AVAILABLE, AND SHOULD BE SPECIFIED IN DETAIL BY PURCHASER OR AS MUTUALLY AGREED BETWEEN PURCHASER AND VENDOR.



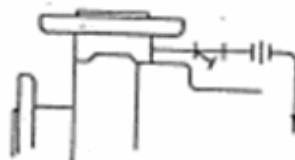
PLAN 01
INTEGRAL (INTERNAL) RECIRCULATION
FROM PUMP DISCHARGE TO SEAL.



PLAN 02
DEAD-ENDED SEAL BOX WITH NO CIRCULATION
OF FLUSH FLUID. WATER-COOLED BOX
JACKET AND THROAT BUSHING REQUIRED, UNLESS
OTHERWISE SPECIFIED.

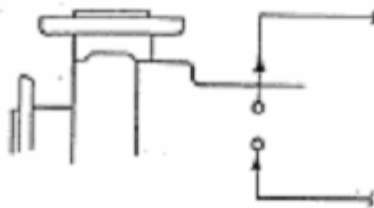


PLAN 11
RECIRCULATION FROM PUMP CASE THRU
ORIFICE TO SEAL.



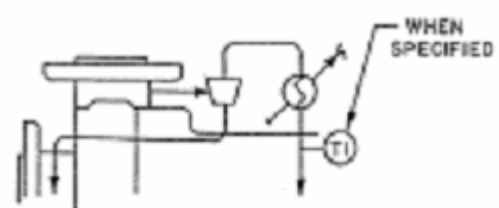
PLAN 12
RECIRCULATION FROM PUMP CASE THRU
STRAINER AND ORIFICE TO SEAL.

DIRTY OR SPECIAL PUMPAGE CONTINUED



PLAN 33

CIRCULATION OF CLEAN FLUID TO DOUBLE SEAL FROM AN EXTERNAL CIRCULATION SYSTEM. SEE NOTE (b)



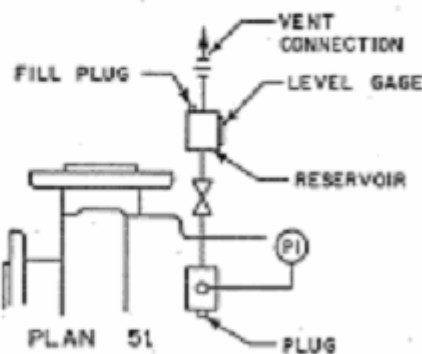
PLAN 41

RECIRCULATION FROM PUMP CASE THRU CYCLONE SEPARATOR DELIVERING CLEAN FLUID THRU COOLER TO SEAL AND FLUID WITH SOLIDS BACK TO PUMP SUCTION.

PIPING FOR THROTTLE BUSHING OR AUXILIARY SEAL DEVICE

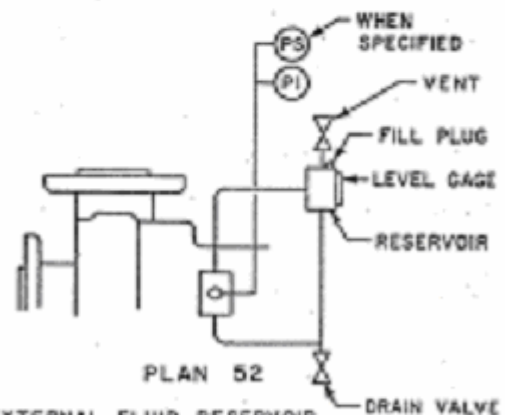
NOTES: (a) THESE PLANS ARE REPRESENTATIVE OF COMMONLY USED SYSTEMS. OTHER VARIATIONS AND SYSTEMS ARE AVAILABLE, AND SHOULD BE SPECIFIED IN DETAIL BY PURCHASER OR AS MUTUALLY AGREED BETWEEN PURCHASER AND VENDOR.

(b) FOR PLANS 51, 52, 61 AND 62, PURCHASER SHALL SPECIFY FLUID CHARACTERISTICS WHEN SUPPLEMENTAL SEAL FLUID IS PROVIDED. VENDOR SHALL SPECIFY THE REQUIRED GPM AND PSIG WHERE THESE ARE FACTORS. (SUCH AS WHEN AUXILIARY SEAL IS OUTSIDE MECHANICAL TYPE).



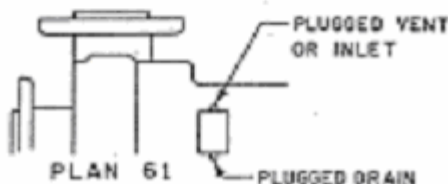
PLAN 51

DEAD ENDED BLANKET (USUALLY METHANOL). SEE NOTE (b)



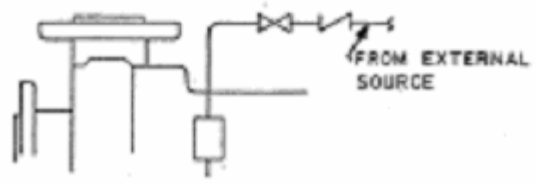
PLAN 52

EXTERNAL FLUID RESERVOIR SEE NOTE (b)



PLAN 61

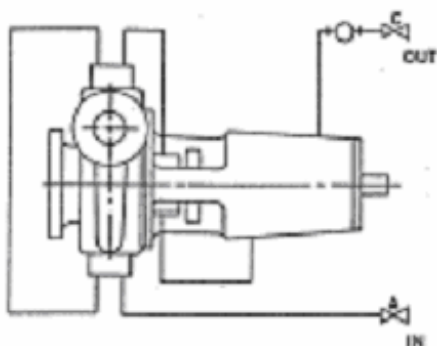
TAPPED CONNECTIONS FOR PURCHASER'S USE. NOTE (b) SHALL APPLY WHEN PURCHASER IS TO SUPPLY FLUID (STEAM, GAS, WATER, OTHER) TO AUXILIARY SEALING DEVICE.



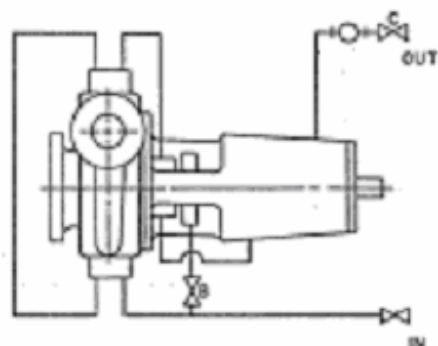
PLAN 62

EXTERNAL FLUID QUENCH (STEAM, GAS, WATER, OTHER) SEE NOTE (b).

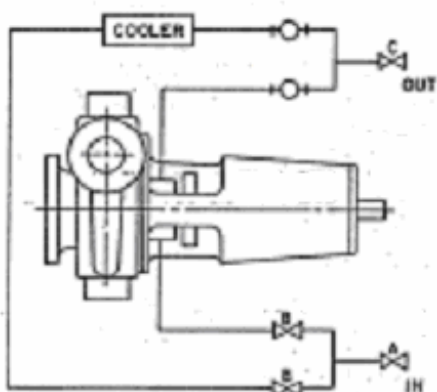
COOLING WATER PIPING CONTINUED



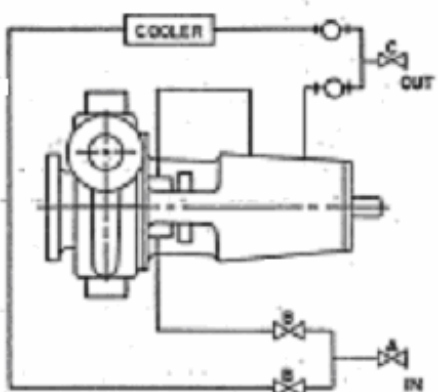
COOLING TO PEDESTALS, STUFFING BOX JACKET AND BEARING HOUSING IN SERIES.



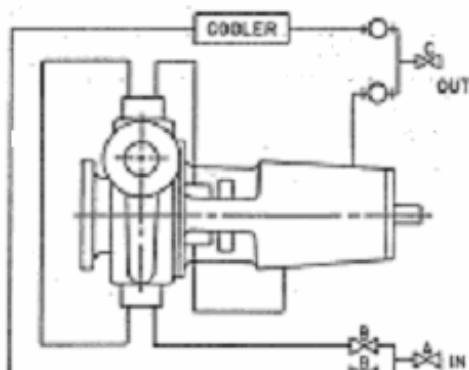
COOLING TO PEDESTALS, STUFFING BOX JACKET AND BEARING HOUSING IN SERIES WITH PARALLEL FLOW TO SEAL PLATE.



COOLING TO STUFFING BOX JACKET WITH PARALLEL FLOW TO COOLER.



COOLING TO STUFFING BOX JACKET AND BEARING HOUSING IN SERIES WITH PARALLEL FLOW TO COOLER.



COOLING TO PEDESTALS, STUFFING BOX JACKET AND BEARING FRAME IN SERIES WITH PARALLEL FLOW TO COOLER.

NOTES

⋈ VALVE

⊙ SIGHT FLOW INDICATOR

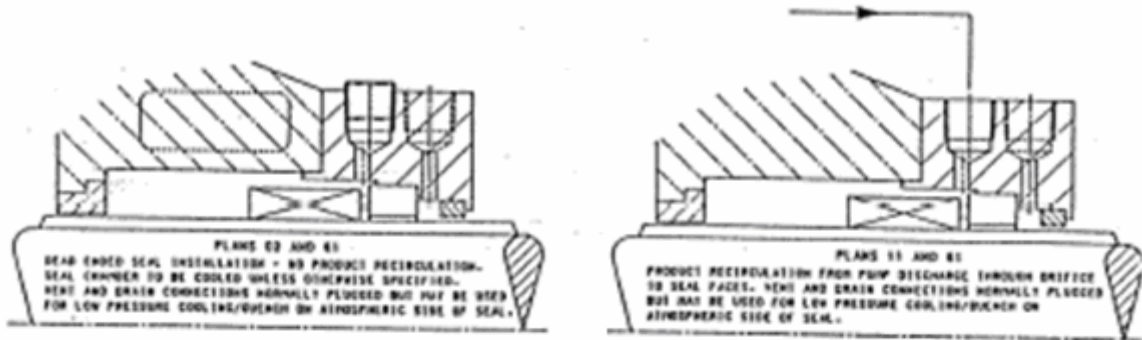
VALVE "A" INLET, SHUT-OFF VALVE

VALVE "B" BRANCH FLOW CONTROL VALVE

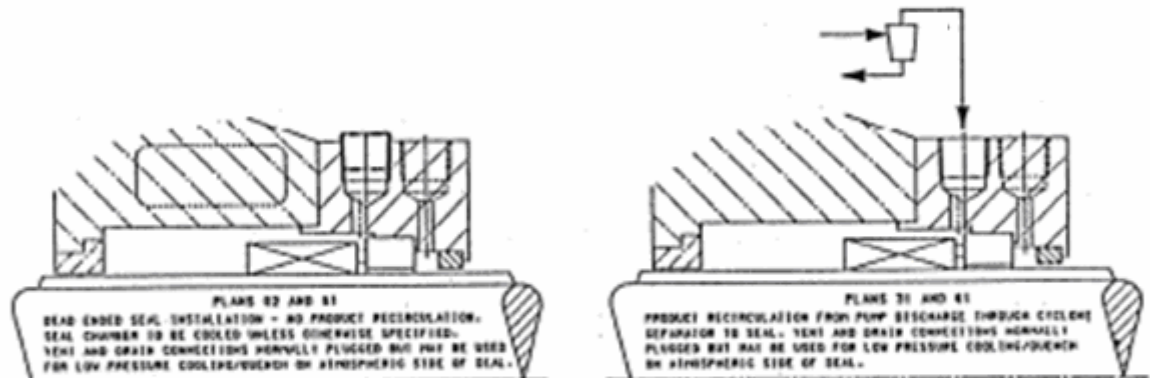
VALVE "C" OUTLET, SHUT-OFF VALVE

(OPTIONAL)

Seal Selection



ARRANGEMENT A



ARRANGEMENT B

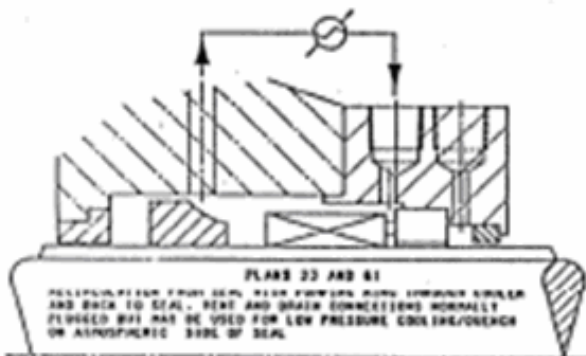
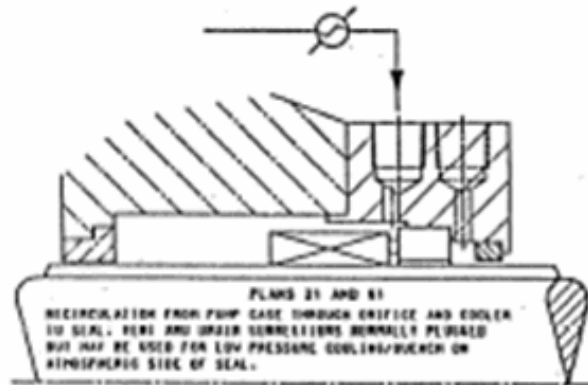
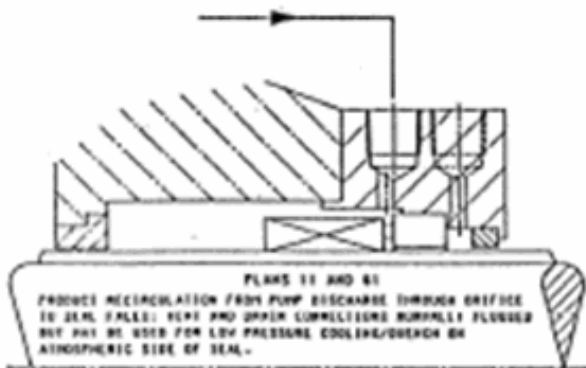


ARRANGEMENT C

Seal arrangements based on piping plans included in
API 610 (Drain and vent connections not shown).

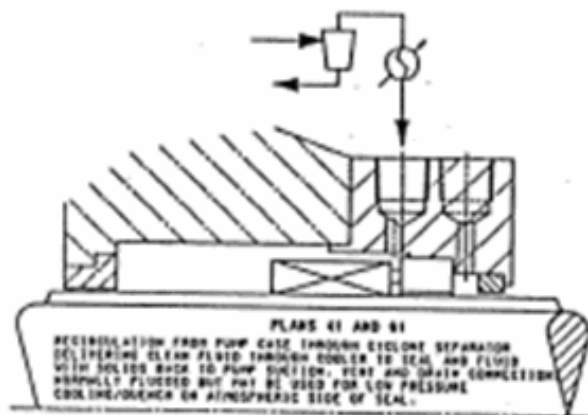
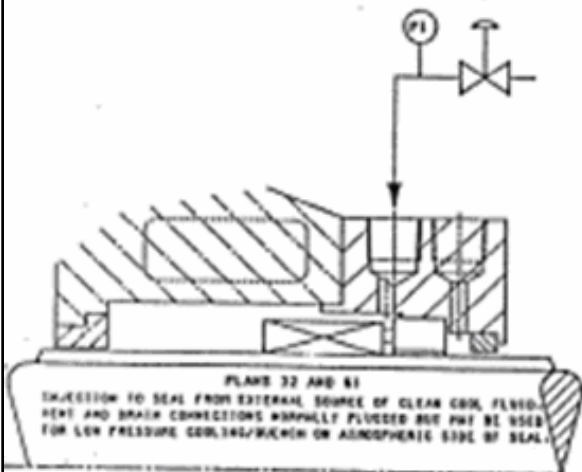
continued

Mechanical Seal Practice for Improved Performance



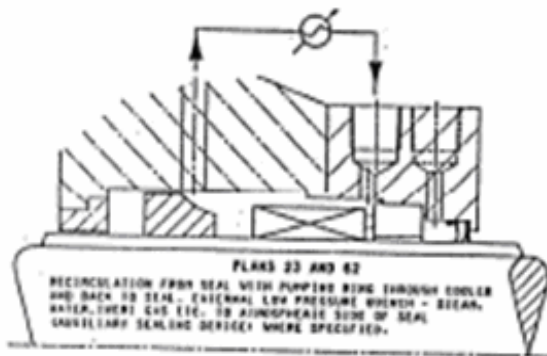
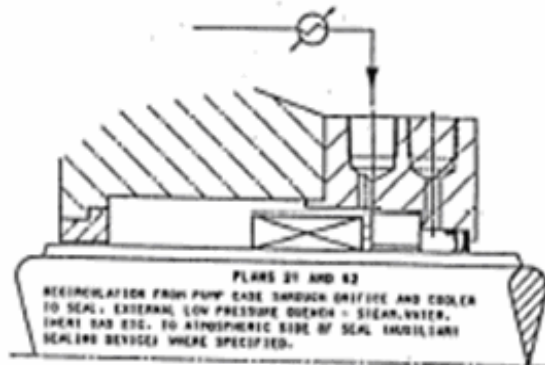
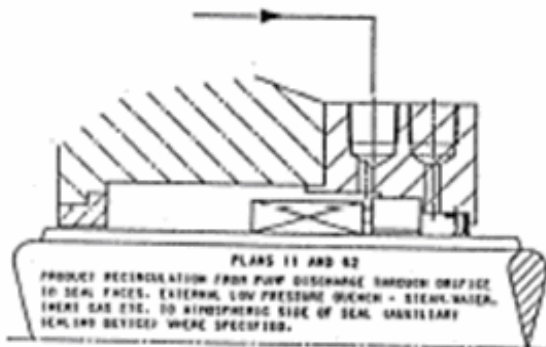
Note. The use of Plan 11 in conjunction with a Neck Bush is intended to increase the pressure in the seal chamber hence to provide a margin above vapour pressure to ensure stable face conditions. If this pressure increase will be insufficient, cooling of the product to the seal must be used. (Plans 21 or 23.)

ARRANGEMENT D



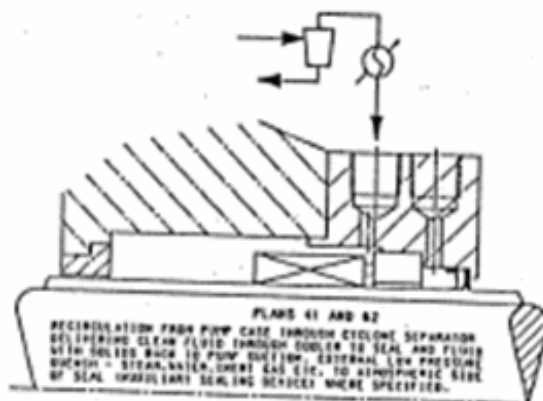
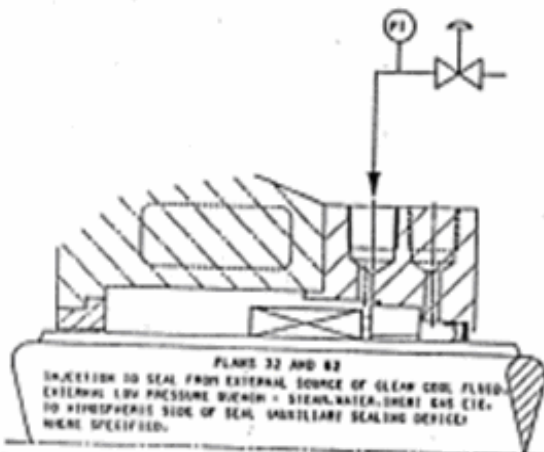
ARRANGEMENT E

Mechanical Seal Practice for Improved Performance



Note. The use of Plan 11 in conjunction with a Neck Bush is intended to increase the pressure in the seal chamber hence to provide a margin above vapour pressure to ensure stable face conditions. If this pressure increase will be insufficient, cooling of the product to the seal must be used. (Plans 21 or 23.)

ARRANGEMENT H



ARRANGEMENT I

Clean Pumpage



Plan 1
Integral (internal) recirculation from pump discharge to seal.



Plan 2
Dead-ended seal box with no circulation of flush fluid. Water-cooled box jacket and throat bushing required unless otherwise specified.

Plugged connections for possible future circulating fluid



Plan 11
Recirculation from pump case through orifice to seal.



Plan 12
Recirculation from pump case through strainer and orifice to seal.



Plan 13
Recirculation from seal chamber through orifice and back to pump suction.



Plan 21
Recirculation from pump case through orifice and cooler to seal.



Plan 22
Recirculation from pump case through strainer, orifice, and cooler to seal.

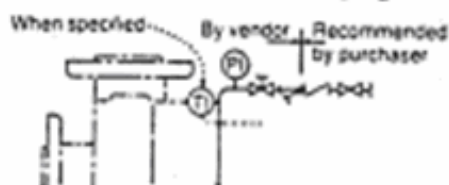


Plan 23
Recirculation from seal with pump ring through cooler and back to pump suction.

Dirty or Special Pumpage



Plan 31
Recirculation from pump case through cyclone separator delivering clean fluid through cooler to seal and fluid with solids back to pump suction.



Plan 32
Injection to seal from external source of clean fluid (see Note 2).



Plan 41
Recirculation from pump case through cyclone separator delivering clean fluid through cooler to seal and fluid with solids back to pump suction.

Legend



Cooler

(PI)

Pressure gage with block valve

(TI)

Dial thermometer



Pressure switch with block valve



Cyclone separator



Flow indicator



Y-type strainer



Flow-regulating valve



Block valve



Check valve

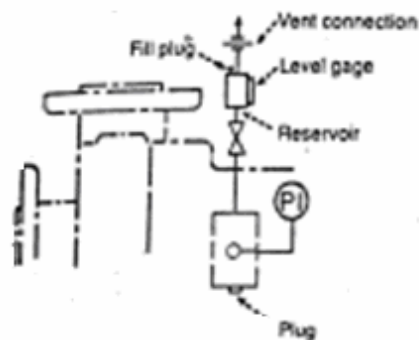


Orifice

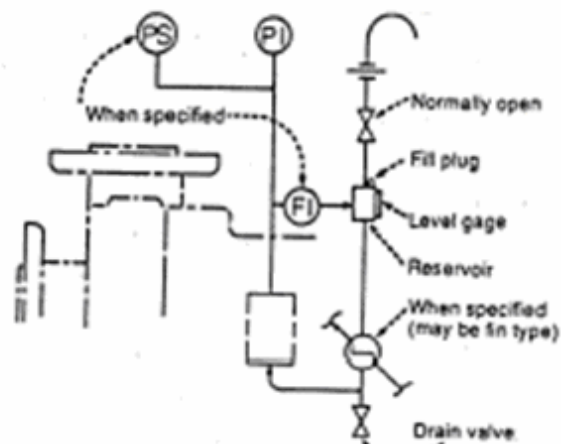
NOTES:

- These plans represent commonly used systems. Other variations and systems are available and should be specified in detail by the purchaser or mutually agreed upon by the purchaser and the vendor.
- For Plan 32, the purchaser shall specify the fluid characteristics, and the vendor shall specify the volume (gallons per minute) and pressure (pounds per square inch gage) required.

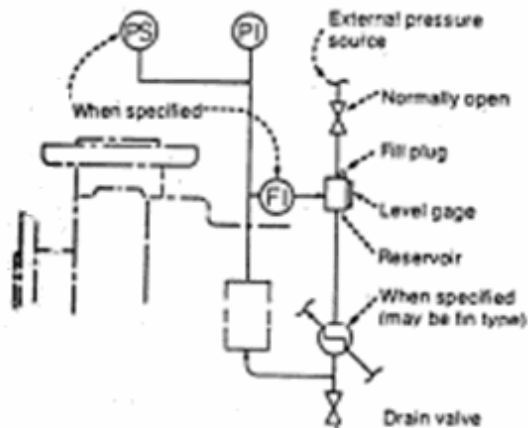
Piping for mechanical seals from API Standard 610, 6th ed.,
(Petroleum Institute)



Plan 51
Dead-ended blanket (usually methanol;
see Note 2).



Plan 52
External fluid reservoir (see Note 2),
nonpressurized; thermosiphon or
forced circulation, as required.



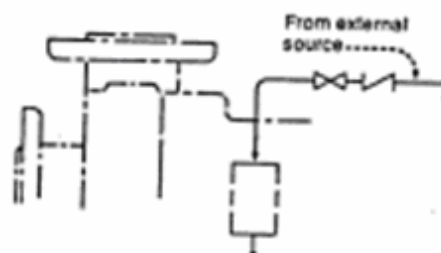
Plan 53
External fluid reservoir (see Note 2),
pressurized; thermosiphon or forced
circulation, as required.



Plan 54
Circulation of clean fluid from an
external system (see Note 2).



Plan 55
Tapped connections for purchaser's
use. Note 2 shall apply when purchaser
is to supply fluid (steam, gas, water,
etc.) to auxiliary sealing device.



Plan 56
External fluid quench (steam, gas,
water, etc.; see Note 2).

Notes

1. These plans represent commonly used systems. Other variations and systems are available and should be specified in detail by the purchaser or mutually agreed upon by the purchaser and the vendor.
2. The purchaser shall specify the fluid characteristics when supplemental seal fluid is provided. The vendor shall specify the volume (gallons per minute) and pressure (pounds per square inch gage) required, where these are factors.

Properties of Common Seal Face Materials

Property	Cast iron	Ni-vent	Ceramic			Carbides		Carbon			
			85% (Al ₂ O ₃)	99% (Al ₂ O ₃)	Tungsten (6% Co)	Silicon Si-C	Resin	Babbitt	Bronze	Si-C Comp.	
Modulus of elasticity, X 10 ⁶ lb./in. ² (X 10 ⁸ MPa)	13-15.05 (90-110)	10.5-16.9 (72-117)	32 (221)	50 (245)	90 (621)	48-57 (331-393)	2.5-4.0 (17.2-27.6)	1.04-4.1 (7.2-29.3)	2.9-4.4 (20-30)	2-2.3 (13.8-15.9)	
Tensile strength, X 10 ³ lb./in. ² (MPa)	65-120 (448-827)	20-45 (135-310)	20 (138)	39 (269)	123.25 (850)	20.65 (142)	4.5-9 (31-62)	8-8.6 (55-59)	7.5-9 (52-62)	2 (14)	
Coefficient of thermal expansion X 10 ⁻⁶ , in./in. °P (cm./cm. °K)	6.6 (11.88)	6.5-6.8 (11.7-12.24)	3.0 (7.02)	4.5 (7.74)	2.53 (4.55)	1.88 (3.38)	2.3-3.4 (4.14-6.12)	2.1-2.7 (3.78-4.86)	2.4-3.1 (4.32-5.58)	2.4-3.2 (4.32-5.76)	
Thermal conductivity, Btu·ft./h·ft. ² ·°P (W/m.°K)	22-29 (39.79-50.17)	25-28 (43.25-48.44)	8.5 (14.70)	14.5 (25.08)	41-48 (70.92-83.04)	41-60 (70.92-103.8)	3.8-12 (6.57-20.76)	6-9 (10.38-15.57)	8-8.5 (13.84-14.70)	30 (51.9)	
Density, lb./in. ³ (kg./m. ³)	0.229-0.268 (7169-7418)	0.264-0.268 (7307-7418)	0.123 (3405)	0.137 (3792)	0.59 (16.531)	0.104 (2879)	0.064-0.069 (1.771-1910)	0.083-0.112 (2297-3100)	0.083-0.097 (2297-2685)	0.067-0.070 (1854-1938)	
Hardness	Brinell	Rockwell A	Rockwell 45N	Shore							
				217-269	131-183	57	87	92	86-88	80-105	60-95

Mechanical Seal Practice for Improved Performance

Symptom	Possible causes	Recommendations/remarks
	Seal running too hot.	(1) Check all cooling lines are connected and operational. (2) Check that flow is not obstructed in cooling lines or jackets (e.g., from scale formation). (3) Increase the capacity of cooling lines. (4) A recirculation or bypass flush line may be necessary. (5) Check for possible rubbing of some seal component on the shaft (see also 'misalignment' above). Some good points to check are: neck bush clearance; clearance between the rotating seal unit and the seal chamber bore; the bore of the seat, and the seal plate clearance from the sleeve.
	Inadequate seal type or seal material for duty.	If there is a concern, advice is readily available from seal manufacturers. Seal materials deficiencies may well result in deterioration from corrosion or excessive heat.

10.3 CHECKS BEFORE DISMANTLING

In addition to noting any seal failure symptoms, other checks prior to disassembly can be valuable, either directly or to facilitate later diagnosis. Most of these checks are straightforward and are carried out as routine by most engineers. Thus they are presented as a check-list to act as an 'aide-memoire'.

Topic	Checklist	Topic	Checklist
Toxic/hazardous product	In such cases, all necessary precautions to be observed prior to and during assembly.	Seal leakage pattern	<i>Safety Note:</i> all necessary precautions must be observed during any leakage checks, especially if the fluid is toxic or hazardous. Amount and nature of abnormal leakage? Leakage constant or variable? Leaks when shaft is stationary? Leaks when shaft is rotating? Related to changes of speed, pressure or temperature of operation?
Service life of seal	Hours of operation. Duty cycle, stop/starts, etc.	Possible leakage path(s)	An assembly drawing is of great assistance. If possible, identify source of abnormal leakage while equipment is still operating. Inspect exposed machine surfaces for indications of leakage path(s), for example, along shaft, under sleeve, from seal plate gasket, etc. This inspection to continue through subsequent equipment and seal dismantling until the leakage path(s) are all found. Typical leakage paths: face leakage; secondary seal on sealing ring; secondary seal on seat; seal/gasket on seal plate(s); seal/gasket under shaft sleeve; cracked or damaged housing component.
Process change	Identify any change – often the key to a solution. Seal may have been selected on theory of process, not practice. Changes in fluid pressure, temperature, or composition. Process variation or fluctuation.		
Background information required	Fluid sealed (including contaminants). Fluid pressure on seal and in system. Fluid temperature at seal and in system. Fluid flow rate within the seal chamber. Sealed fluid vapour pressure/temperature data. Operating shaft speed(s). Special operating conditions. Machine assembly drawing. Seal assembly drawing. Seal design data.		
Machine vibration	Useful even when not immediately apparent as a symptom. Axial and radial bearing housing or shaft vibration. Frequency analysis to confirm out-of-balance, misalignment, etc. until machine can be stopped for physical checks.	Hydrostatic testing	If possible, for example with double seals, bench testing of equipment can be a useful method of identifying the leak path. With other seal layouts, a suitable test fixture for subassembly pressure testing may be justifiable if large numbers of seals are being examined.

Failure Diagnosis

57

Symptom	Possible causes	Recommendations/remarks
		(8) Ensure pipe strain or machine misalignment is not causing distortion of seal faces (especially end suction overhung type pumps). (9) Improve cooling flush lines.
	Secondary seal concerns: Secondary seals nicked or scratched during installation. Leakage of liquid under pump shaft sleeve. Overaged 'O' ring. Compression set of secondary seals (hard and brittle). Chemical attack of secondary seals (soft and sticky).	Typical actions for such concerns are as follows. (1) Renew secondary seals. (2) Check for proper lead in chamfers, burr removal, etc. (3) Check for correct seals with manufacturer. (4) Check for correct seal materials with manufacturer.
	Seal hardware concerns: Spring failure. Erosion damage of hardware. Corrosion of drive mechanisms.	Typical actions for such concerns are as follows. (1) Renew parts. (2) Check for improved material availability. (3) Modify recirculation flow arrangement to reduce high velocity jets on hardware. Install cyclone separator to remove solids from recirculation flow.
Pump/shaft vibration	Misalignment. Impeller/shaft system imbalance. Cavitation. Bearing problem.	This will reduce seal life even though leakage may not be immediately apparent. See Chapter 9, sections 9.2, 9.3, and 9.6 for details.
Short seal life	Equipment mechanically out of line (e.g., from undue pipe strain). Abrasive product (causing excessive seal face wear).	See above. In the extreme this can cause rubbing of the seat on the shaft. Typical actions are aimed at determining the source of abrasives and preventing them accumulating at the seal faces. (1) If abrasives are in suspension, bypass flushing over the seal faces will improve the situation by keeping the abrasive particles moving and so reducing their tendency to settle out or accumulate in the seal area. A cyclone separator is often added to this bypass line (filters give longer term problems unless regularly cleared). (2) When abrasives are forming locally in the seal area, a bypass flush will help introduce the maximum product to the seal cavity at the correct temperature. Abrasives form in the seal area because of the process liquid cooling down and crystallising or partly solidifying, or because of local product evaporation.

10.4 CHECKS DURING DISMANTLING

A checklist of points worth noting, divided into three categories; general, premature failure, and mid-life failure checks.

10.4.1 General checks

Topic	Checklist
Seal surfaces	Avoid disturbing the seal surfaces. Avoid wiping or cleaning the faces more than is necessary for safe disassembly. Visual examination of seal faces is included in section 10.5.
Dimensional checks	The necessary marks and measurements to determine seal working length; squareness of seal faces to shaft axis; concentricity of seal faces to shaft axis; shaft end play; shaft radial run out, whip and deflection.
Possible leakage path(s)	Examination of surfaces as they become exposed for all possible causes of abnormal leakage.
Deposits and debris	Examination prior to cleaning for; foreign contaminants; wear debris; small fragments or chips from broken components; corrosion products; miscellaneous debris/deposits.
Seal hang-up	Check for hang-up by flexing the seal slightly above and below its installed working length.
Seal sub-assembly cleaning	Avoid removing or obscuring any vital evidence on the seal failure mechanism (especially on the seal faces). Avoid using wire brushes, sharp tools, abrasive cleaners or powerful solvent cleaning agents (which can attack the elastomeric components).
Packaging	For seal manufacturer examination/repair. Many seal makers will personally collect unusual/critical seals for failure diagnosis. Packaging needs to be of high standard (as for new seals). Avoid wire mounted identification tags, etc., which can damage parts in transit.

10.4.2 Premature failure checks

Topic	Checklist
Seal faces	Examination for nicks, scratches and fractures: low power magnification can assist; see also sections 10.5 and 10.6. Examination of non-uniform contact pattern: dirt trapped between the faces; distortion of one or both faces; improperly finished faces; see also Section 10.6 re optical flat checking. Examination for thermal distress: from running dry; heat checks/thermal cracking; pitting, grooving, galling, spalling, blistering, etc.
Secondary seals	Examination for: omitted seals; misassembled seals; nicks, scratches, cuts, and tears; twisted, extruded, or distorted static seals; score marks from relative rotational movement between secondary seals and mating surface; excessive volume change or compression set; fretting of sealing surfaces at secondary seal positions.
Drive mechanism	Examination for: misassembly; misindexing; omission. Check for loss of secondary seal interference when used for drive purposes, e.g., static seals and bellows.
Face loading hardware	Examination for: incorrect type; misassembly; misindexing; omission.

EXTERNAL SYMPTOMS OF SEAL FAILURE

A useful indication of the cause of a seal problem can often be obtained by analysis of the symptoms experienced in service. These may suggest either the remedy directly or at least the direction of subsequent failure diagnosis. On critical duties, instrumentation may be available to give further assistance or portable devices can be used for condition checking.

<i>Symptom</i>	<i>Possible causes</i>	<i>Recommendations/remarks</i>
Seal squeals during operation	Inadequate amount of liquid to lubricate seal faces. (Note that not all dry seals squeal.)	If not in use, a bypass flush line may be required. If already in use, the line or associated restrictions, e.g., orifices in the gland plate, may need to be enlarged.
Carbon dust accumulating on outside of seal area	Inadequate amount of liquid to lubricate seal faces.	See above.
	Liquid film vaporising/flashings between seal faces. In some cases this leaves a residue which grinds away the carbon-graphite seal ring.	Pressure in seal chamber may be excessively high for the type of seal and the fluid being sealed. See below for actions against vaporisation.
Seal spits and sputters in operation (often called popping)	Product vaporising/flashings across the seal faces.	Remedial action is aimed at providing a positive liquid condition of the product at all times. (1) Increase seal chamber pressure if it is possible to remain in seal operating envelope. (2) Check for proper balance design with seal manufacturer. (3) Change to a seal design not requiring so much product temperature margin (ΔT). (4) If not in use, a bypass flush line will be required. (5) If already in use, the bypass flush line or associated restrictions may need to be enlarged. (6) Increase cooling of seal faces. (7) Check for seal interface cooling with seal manufacturer. Note that a review of balance design requires accurate measurement of seal chamber pressure, temperature, and specific gravity of product.
Seal leaks and ices seal plate	Product vaporising/flashings across the seal faces.	For remedial action, see above. Note that icing may score seal faces (especially carbon-graphite). They should therefore either be relapped or renewed before starting up after the vaporising condition has been rectified.
Seal drips steadily	If possible, first determine the source of the leakage. Heavy leakage is normally from the faces rather than 'O' rings, etc. Primary seal concerns: - Faces not flat. - Faces cracked, chipped or blistered. - Distortion of seal faces for thermal or mechanical reasons (usually determined from wear pattern on faces).	Typical actions for such concerns are as follows. (1) Check for incorrect installation dimensions. (2) Check for improper seals or materials being used in the application. (3) Check gland gasket for proper compression. (4) Check for gland plate distortion because of over torquing of gland bolts (this can cause faces to become distorted). (5) Clean out any foreign particles between seal faces. Relap faces or renew. (6) Check for any installation or similar damage and renew if necessary. (7) Check for squareness of stuffing box to shaft and similar equipment condition concerns. (See Chapter 9, section 9.2.)

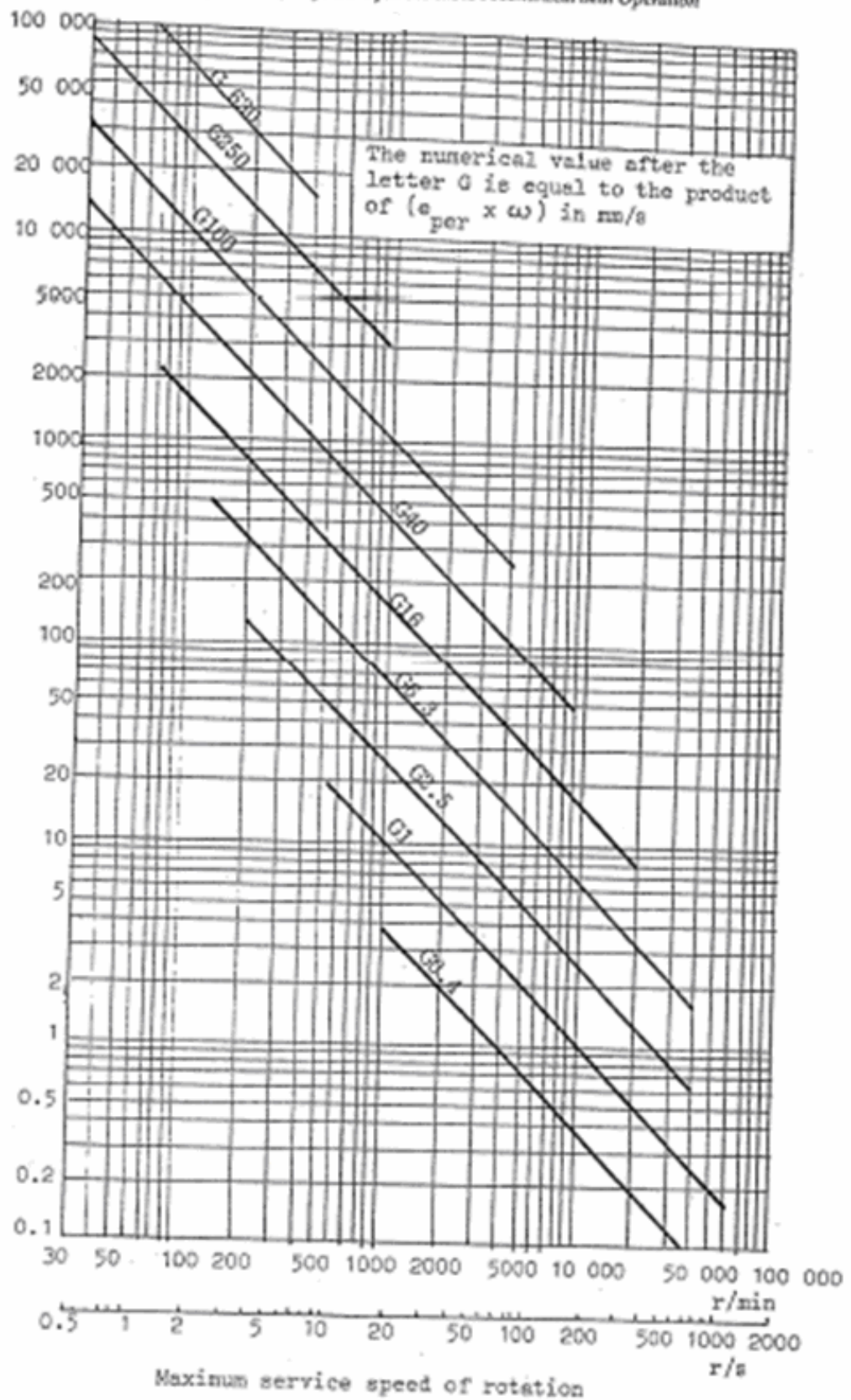


Mechanical Seal Practice for Improved Performance

Mid-life failure checks

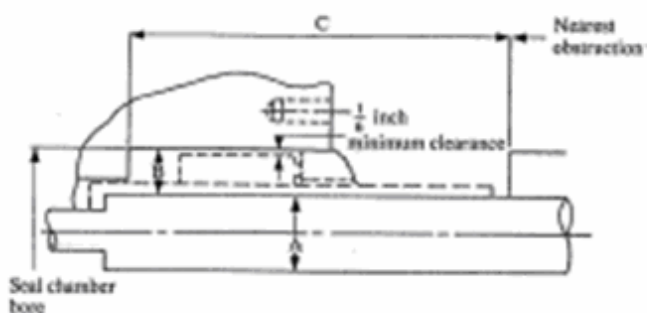
<i>Topic</i>	<i>Checklist</i>
Seal faces	Examination for: - overall corrosion; - leaching; - abnormal grooving; - erosion damage; - excessive pitting, galling, and spalling; - thermal damage such as waviness, heat checks, cracks, blisters, deposition of solid materials, and overall thermal discolouration. Wear profile check by: - naked eye examination; - use of low incidence angle light to highlight features; 10× magnification, then 50×; - measurement to determine the amount of wear.
Secondary seals	Examination for: - extrusion; - chemical attack on both seal and its interface surfaces; - excessive volume damage; - excessive compression set; - hardening and cracking.
Drive mechanism	Examination for: - failure; - excessive wear. Check for loss of secondary seal interference when used for drive purposes, e.g., static seals and bellows.

Permissible radial imbalance value per unit of rotor mass $U_{\text{per/m}}$ g per/g mm kg
(Permissible residual mass centre displacement; e_{per} in micrometers for balancing
carried out in accordance with 3.3)



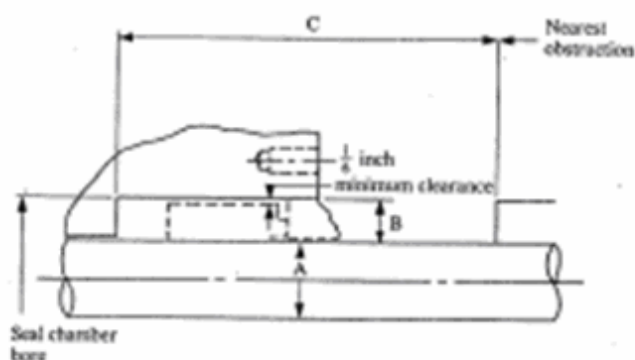
انواع طراحی های استافینگ پاکس برای پمپ های مختلف طبق API-610

(Extract from API 610 Centrifugal pumps for general refinery service 7th Edition. Reprinted courtesy of the American Petroleum Institute)



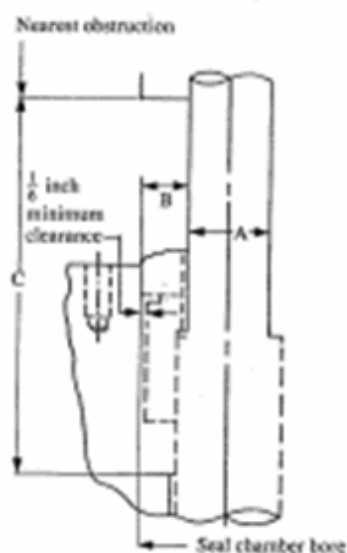
(a) Minimum dimensions for seal chambers on overhung pumps furnished with sleeve shafts

Shaft diameter A	Minimum radial dimension B	Minimum total length C
<2.000	1.000	5.750
2.125-3.000	1.125	6.500
>3.000	1.250	7.000



(b) Minimum dimensions for seal chambers on horizontal overhung pumps without shaft sleeve

Shaft diameter A	Minimum radial dimension B	Minimum total length C
<2.050	0.875	5.750
>2.250-3.250	1.100	6.500
>3.250	1.125	7.000



(c) Minimum dimensions for seal chambers on vertical in-line pumps without sleeve shafts

Shaft diameter A	Minimum radial dimension B	Minimum total length C
≤2.250	0.875	5.750
2.250-3.250	1.100	6.500
>3.250	1.125	7.000

(dimensions in inches)

Data Requirement for Seal Selection

The information requested will enable seal installation drawings to be produced for order. If a full cartridge is required please give details of sleeve ends and locking arrangements together with pump assembly/maintenance instructions, wherever possible please provide detail drawings of the seal chamber/existing chamber connections/shaft and sleeve. These will assist first time installation drawing accuracy and quick response to your enquiry.

The following dimensions relate to the sketch below. The upper half represents a typical overhung impeller centrifugal pump. The lower half is for a between bearing pump. For other types of pump please produce a working sketch.

All dimensions in mm/inch

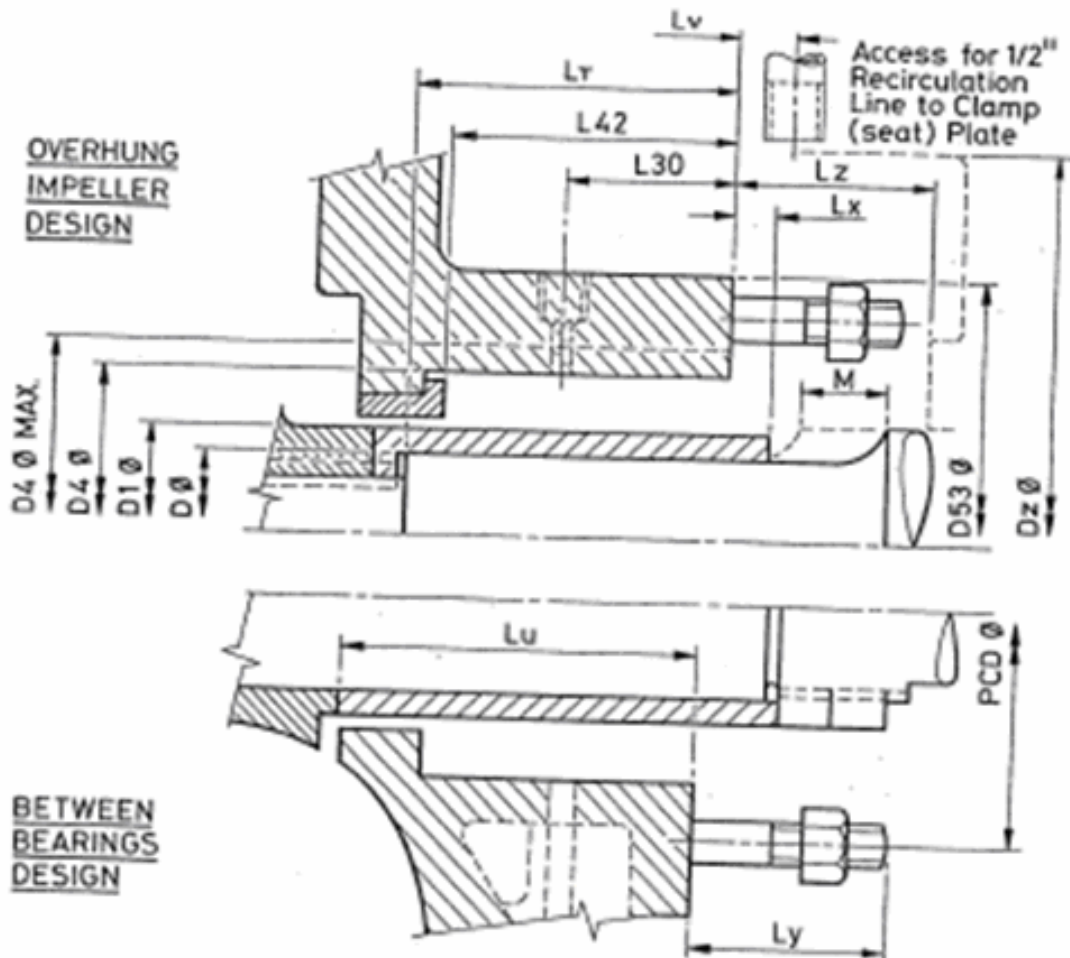
D1 Shaft or sleeve *.....
 U Shaft ϕ under sleeve *.....
 D4 Seal chamber bore *.....
 D4+ Max. seal chamber bore *.....
 D53 Spigot *.....
 L42 Seal chamber depth
 Lx Sleeve extension
 Ly Stud protrusion
 Lv Max..... Min.....
 Pump ref. drawings.....

Lx Nearest obstruction (axial)
 Lu Nearest obstruction (radial).....
 No of seal plate bolts Size
 PCD *Offset from vertical C/L
 M Max shaft movement (assembly)
 (operation).....
 Lt Chamber face to shaft step.....
 Lo Chamber face to sleeve end.....
 L30 Chamber face to connection C/L.....
 Connection size
 C/L Shaft distance (twin screw pumps)

Other dimensions

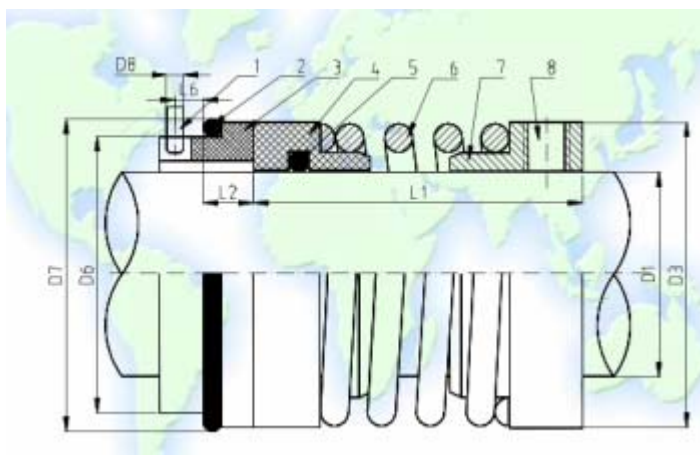
* Tolerances required

* For stationary mounted installations provide max. possible chamber bore for the working pressure.



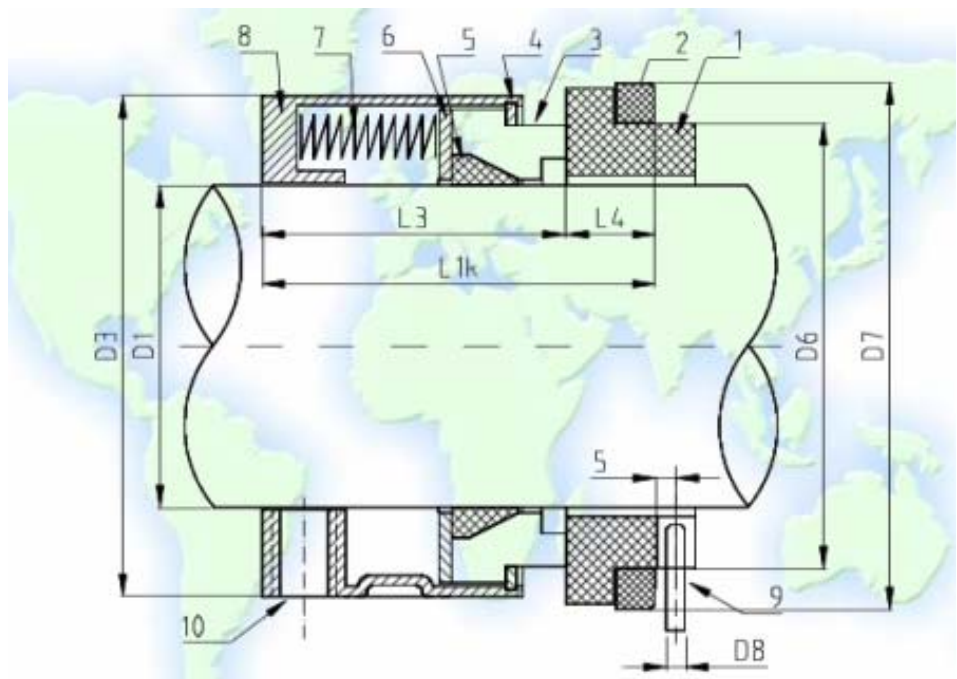
Seal installation dimensions.

مکانیکال سیل نوع Flexibox



قطعات مکانیکال سیل Flexibox شامل

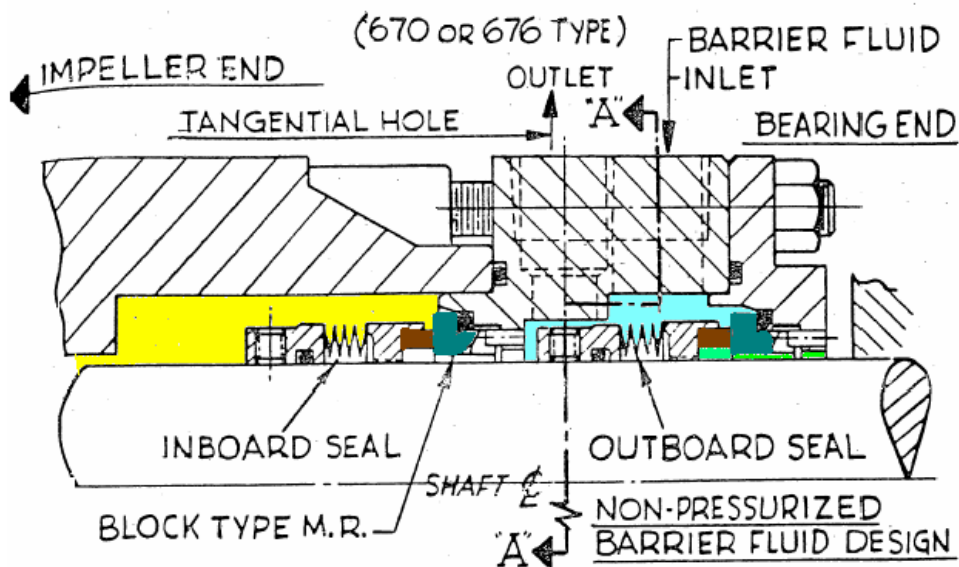
- ۱- کربن رینگ (Statinary Seal Ring)
- ۲- اورینگ کربن (Stationary Seal Ring Packing)
- ۳- پیچ های نگه دارنده (Set Screw)
- 3A- گلند (Gland Or Sealplate)
- 3B- پیچ های نگه دارنده (Set Screw)
- 3D- بوش گلند (Safty Bush)
- ۴- اورینگ گلند (Gland Packing)
- ۵- رتوری (Rotory Seal Ring)
- ۶- اورینگ رتوری (Rotory Seal Ring Packing)
- ۷- فنر (Spring)
- ۸- سیلیو (Sleeve)
- ۱۰- اورینگ سیلیو (Sleeve Packing)



قطعات مکانیکال سیل نوع Seal

- ۲-سیلیو (Sleeve)
- ۳-گسکت بلوز (Flat Gasket)
- ۴-پیچ نگهدارنده (Screw)
- ۵-مهره نگهدارنده (Nut Compression)
- ۶-پکینگ (Shaft Packing)
- ۷-پیچ نگهدارنده (Socket Set Screw)
- ۸-پکینگ سیل پلیت (Gland Packing)
- ۹-سیل پلیت (Gland)
- ۱۰-سطح سخت (Mating Ring)
- ۱۱-بوش گلند (Bushing)
- ۱۲-پیچ (Screw)
- ۱۳-محکم کننده پکینگ (Packing Follower)

مکانیکال سیل دوبله



قطعات مکا نیکال سیل دوبله شامل

- S1: سیلیو (Shaft Sleeve)
- S11: سیل پلیت (Seal Plate)
- S13: گسکت (Gasket)
- S14: اب بند (Seal Face)
- S18: گسکت (Gasket)
- S18-1: گسکت (Gasket)
- S19: گسکت (Gasket)
- S57: پیچ تنظیم (Set Screw)
- S79: بلوز (Bellows Assy)
- S90: پمپ (Pumping Ring)
- S111: رینگ (Snap Ring)
- S142: رینگ نگهدارنده (Retiner Ring)
- S152: گسکت

قطعات مکانیکال

سیل بلوزی درجه حرارت پایین شامل

S1: سیلیو (Shaft Sleeve)

S11: سیل، یلیت (Seal Plate)

S13: گسکت (Gasket)

S14: اب بند (Seal Face)

S79: بلوز (Bellows Assy)

S152: اورینگ (0-Ring)

S18: گسکت (Gasket)

S19: گسکت (Gasket)

S40: پیچ (Cap Screw)

S57: پیچ (Set Screw)

S58:قسمت محرک (Drive Collar)

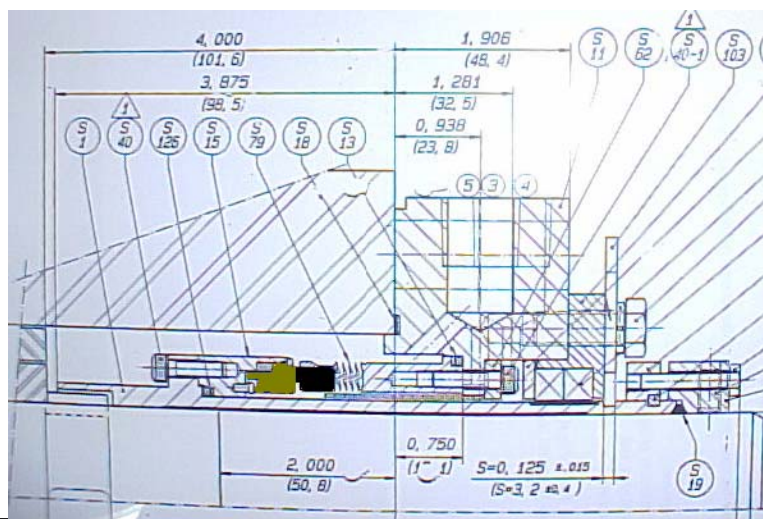
S95:اب بند (Lip Seal)

S103:لبه تنظیم کننده (Setting Plate)

S111:رینگ نگهدارنده (Snap Ring)

مکانیکال سیل بلوز ثابت

(Stationary Mechanical Seal)



S1: سیلیو (Shaft Sleeve)

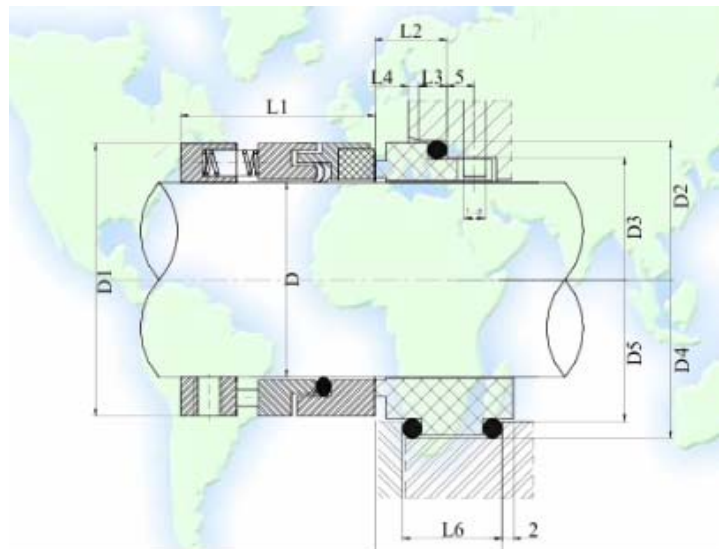
S7: پکینگ (Packing Ring)

S11: سیل، پلٹ (Seal Plate)

S13: گسکت (Gasket)

- S14: اب بند (Seal Face)
 S18: گسکت (Gasket)
 S19: گسکت (Gasket)
 S40: پیچ (Cap Screw)
 S44: رینگ پشتیبان (Back Up Ring)
 S57: پیچ (Set Screw)
 S58: قسمت محرک (Drive Collar)
 S62: سیستم کک زدا (Anti Coke Device)
 S79: بلوز (Bellows Assy)
 S94: رینگ دو تکه (Split Ring)
 S103: ورقه تنظیم (Setting Plate)
 S115: واشر قفلی (Lock Washer)
 S126: گسکت (Gasket)
 S129: لبه تنظیم (Adjusting Collar)

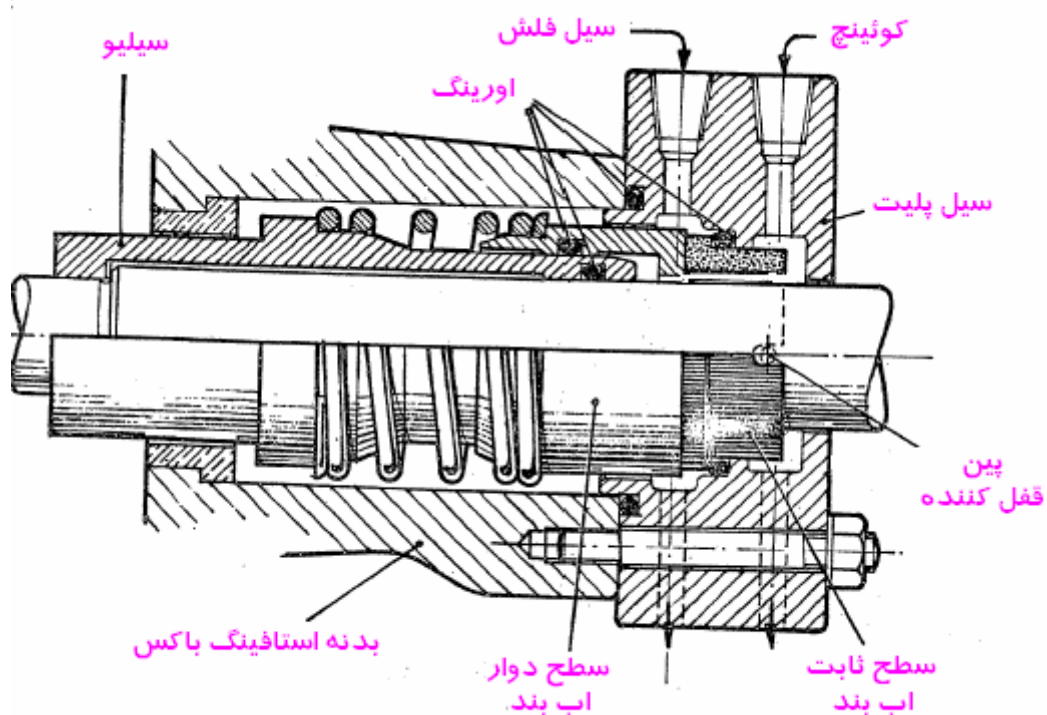
مکانیکال سیل چند فنری



قطعات مکانیکال سیل چند فنری شامل:

- S1: سیلیو (Shaft Sleeve)
 S11: گلند (Seal Plate)
 S13: گسکت (Gasket)
 S14: سطح اب بند (Seal Face)
 S15: سطح اب بند (Seal Face)

- S16: فنر (Coil Spring)
 S17: نگهدارنده فنر (Spring Holder)
 S18: گسکت (Gasket)
 S19: گسکت (Gasket)
 S24: بوشینگ (Flange Bushing)
 S40: پیچ (Cap Screw)
 S54: رینگ نگهدارنده (Retaining Ring)
 S57: پیچ (Set Screw)
 S58: سیستم محرک (Drive Collar)
 S103: ورقه تنظیم (Setting Plate)
 S4: اب بند (U-Cup)
 S60: محرک اب بند (U-Cup Follower)



اب بندهای تماسی - اب بندهای فاصله ای شامل دیفلاکتورها لایبرینتهای روغن لایبرینت های بخار (واب بندهای بخاری) لایبرینت های هوا -رینگ های فرسایشی -بوش ها -رینگ های فلزی شامل انواع سیل رینگ های روغنی کمپرسورهای گریزازمرکز

۱- اب بندهای تماسی

الف- کاسه نمد ها (Oil Seal)

ب- گردگیرها (Lip Seal)

۲- اب بندهای فاصله ای

الف- دیفلاکتورها (Deflectors):

ب- لایبرینت ها (Labyrinths)

ج- رینگ های فلزی (Seal Rings):

الف- رینگ های فرسایشی (Wearing Rings)

ب- بوش ها (Bushs)

ج- رینگ های روغنی (Seal Rings)

۳- پکینگ ها

الف- پکینگ های نوع فشاری (Compression Packings)

ب- پکینگ های نوع اتوماتیک (Automatic Packings)

۱- V-Ring ها

۲- U-Cup ها

۳- O-Ring ها

پ- پکینگ های نوع شناور (Floating Packings)

۱- پیستون رینگ ها (Piston Rings)

۲- پکینگ رینگ های کمپرسورهای رفت و برگشتی

۳- آب بندهای ذغالی Carbon Seal Ring

Items for comparison	Gland packing	Mechanical seal
What wears and from where leakage occurs	Gland packing on the inner circumference side and shaft or sleeve on the outer circumference side	Sliding surface on the main
What wear causes	Inside fluid leaks through a gap produced between gland packing and shaft sleeve.	No gap is produced between sliding surfaces because a spring works to compensate a sliding surface as it wears.
What to do against caused wear	Tighten more the gland packing with a bolt.	No maintenance is required.
Leakage level	1 L/h. or more in some cases, causing a great loss.	Within 3 ml/h. as a guide
Power consumption	High power consumption as sliding surface area (or friction area) is large	Low power consumption as sliding surface area (or friction area) is narrow
Seal's service life	3 to 12 months. The sleeve also needs renewing when the seal is renewed.	2 or 3 years on the average in case of a rotary seal. 5 or 6 years on the average in case of a stationary seal.
Difference in cost	Initial cost is low. But maintenance cost will be higher if daily additional tightening and the renewal frequency of sleeves are taken into account.	Initial cost is high compared with gland packing. But maintenance is low, resulting in a low cost as a whole.
Scope of application	A narrow scope of application because packing are not suitable for high pressure temperature peripheral speed and slurry specifications.	A wide scope of application because seals are suitable for high pressure, temperature, peripheral speed, and slurry specifications.

