

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 آن 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

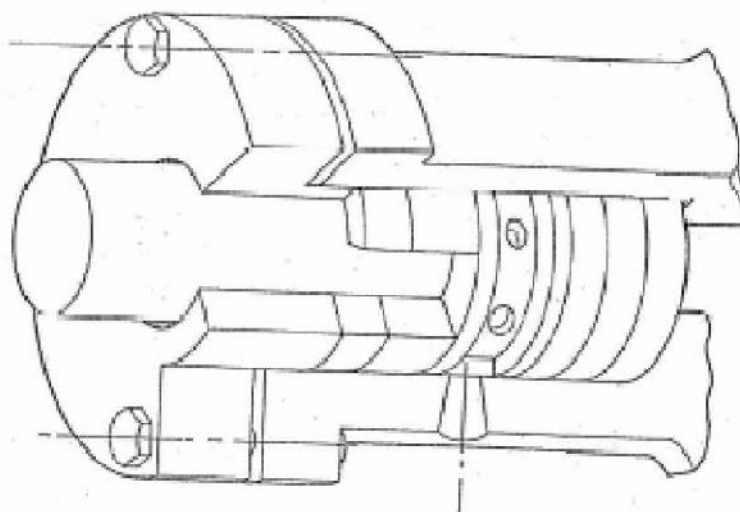
۲- پکینگ های نوع اتوماتیک Automatic Packings

۳- پکینگ های نوع شناور Floating Packings

که ذیلا به شرح هر کدام از آنها پرد خته می شود.

پکینگ های نوع فشاری Compression Packing

این پکینگ ها معمولا از الیاف های به هم بافته شده طبیعی (گیاهی) مصنوعی، لاستیکی و فلونید و ازبستی گرافیتی و... ساخته شده اند و موارد استفاده این در پمپ های گریز از مرکز و ولوها است. سطح مقطع این نوع پکینگ ها معمولاً بصورت مربع مستطیل است و حلقه های پکینگ در چندین ردیف پشت سرهم بطوری که شکاف های آنها مقابل هم قرار نگیرد نصب می شوند و نحوه اب بندی آنها در اثر فشرده شدن آنها باسفت کردن پیچ گنبد است که افزایش حجم حاصل از آن باعث کم شدن فاصله بین محور و پکینگ شده و از خروج مایع از زیر محور پمپ به سمت بیرون ممانعت می کند که بسته به شرایط عملیاتی نظیر درجه 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 مایعانی 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 وپرگشتی قابل استفاده هستند.
- ۶ خرابی آنها بصورت تدریجی وقابل پیش بینی است (مخلاف 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-نشستی آنها نسبتا زیاداست(مایع نشست شده کارروانکاری وجذب وانتقال حرارت تولید شده بین شافت وپکینگ راانحام می دهد وبایدحتما درحدمحازمقداری نشستی وجود داشته باشد).
- ۲- به دلیل ساییده شدن نیاز به تعمیر وتنظیم مداوم دارند.
- ۳-باعث خرابی شافت یاغلاف (در ترماس وسایش مداوم پکینگ ها با ان)می شوندکه معمولا بنصب سیلیو روی محور ازخراب شدن محورجلوگیری می شود.
- ۴-تلفات مکانیکی آنهازیاداست(به دلیل سطح تماس اصطکاکی زیاد آنها با شافت).
- ۵-مناسب نبودن برای مایعات گرم سمی واتش زا به دلیل نشستی که پکینگ ها بایدداشته باشند(که البته باتغییراتی که روی محفظه اب بندی وازایش پکینگ ها داده می شوددر بعضی مواقع امکان استفاده از آنها میسر است) .
- ۶-مناسب نبودن برای فشارهای بالا(که در بعضی مواقع با نصب بوشی در انهای استافین باکس وتخلیه فشار از طریق مسیر بادنس لاین امکان کم کردن فشار روی پکینگ ها برای پمپ های اب امکان پذیر است).
- ۷ مناسب نبودن برای دور های بالامه دلیل افزایش اصطکاک وحرارت بالا که نیاز به نشستی بیشتری دارد .

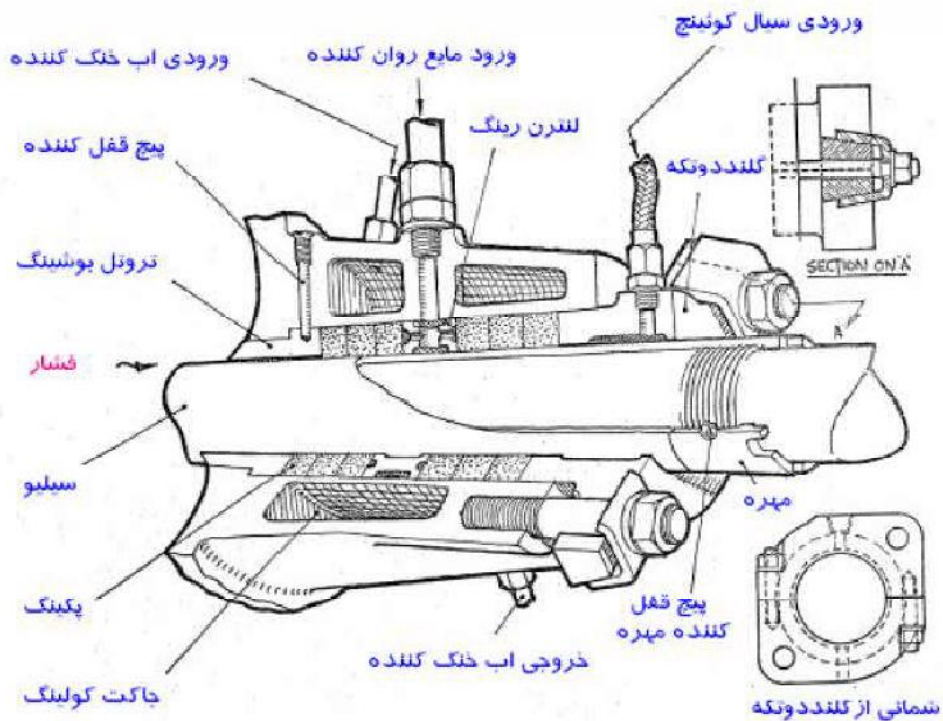
مسائلی که در حین نصب پکینگ ها باید مراعات شود

- ۱-تعیین تعدادلایه های پکینگ مورد نیاز
- ۲-تعیین موقعیت قرارگیری لنترین رینگ
- ۳-تمیز کاری محوروداخل استافینگ دکس
- ۴-چک کردن محور زلحاظ صافی سطح وخمیدگی
- ۵-انتخاب پکینگ مناسب باکمترین ضریب اصطکاک که تحمل فشارودرجه حرارت راداشته بشودودوام ان نیزخوب باشد
- ۶-تعیین اند زه پکینگ.

مسائلی که باعث کاهش طول عمر پکینگ ها می شود

- ۱-- مناسب نبودن نوع Packing برای شرایط عملیاتی (تائیرات شیمیایی).
 - ۲-- تنظیم نبودن گلند که باعث عدم رو نگاری و تولید حرارت زیاد و افزایش ساییش 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 بودن Misalignment پمپ و الکتروموتور که باعث ایجاد حرکت های اضافی (ارتعاشات) روی شافت می شود.
 - ۵-- ساییش بیش از حد سیلیویا شافت که باعث افزایش اصطکاک و تولید حرارت زیاد می شود.
 - ۶-- قرار گرفتن 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 یاتاقن ها و حرکت های جانبی بیش از حد محور.
 - ۱۱-- ارتعاشات زیاد.
 - ۱۲-- ناصاف بودن سطح سیلیو (صافی سطح باید در حد 16 ± 0.4 میکروویچ باشد و جنس آنها سخت باشد و دارای تحمل شوک حرارتی در حد بالا را داشته 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 قراردادن آنها در محفظه آب بندی باید آنها را کوبید 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 پکیگ 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) تهیه شده وارد لنترن رینگ می شود.

در شکل زیر شماتی از یک سیستم آب بندی پکینگی نشان داده شده است.

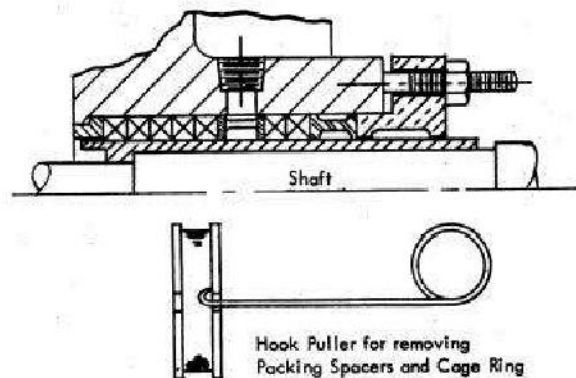


لازم به توضیح است که در محیط های صنعتی جنس گلند (پاوش داخل ان) که پشت پکینگ ها نصب می شود و کار فشرده کردن پکینگ ها و جلوگیری از آنها را به عهده دارد از جنسی باشد که ضد حرقه باشد. **Nonsparking Material** با باعث بروز آتش سوزی و..... نشود.

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 هستند و چند نمونه از آن در صفحه بعد نشان داده شده و روشن کار با آن به این صورت است که نوک نیز پکینگ کش در داخل پکینگ فرو می رود 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 که البته سایزهای مختلف آن برای کاربردهای مربوطه وجود دارد.

همچنین برای بیرون آوردن لنترن رنگ از داخل محفظه آب بندی از ابزار مخصوصی استفاده می شود که شماتی از آن نشان داده شده است.



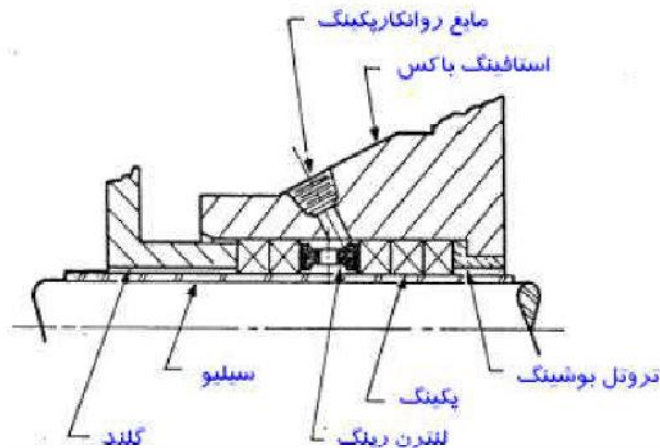


لازم به توضیح است که روش بریدن صحیح پکینگ ها استفاده از یک Mandrel چوبی هم سایز شافت است که پکینگ ها دوزان پیچیده می شود و همه آنها بصورت مورب باهم بریده می شوند تا از لحاظ اندازه مثل هم باشند و در هنگام نصب نیز باید بطوری دراستا پکینگ باکس قرار گیرند که محل های بریدگی باهم زاویه داشته باشند و هر کدام از حلقه ها به درستی در محل خود قرار گیرند (باشافت هم محور باشند) و بین آنها نیز فاصله ای بیفتد که برای انجام این کار از وسیله مخصوصی به اسم پکینگ کوب که یک استوانه توخالی است استفاده می شود که پس از قرار دادن هر لایه پکینگ چند بار کوبیده می شود تا از فرار گرفتن درست ان 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 محور می شود.

انواع آرایش پکینگ ها

۱- برای آب بندی مایعات تعبیر معمولی در پمپ هائی که فشار ورودی آنها کمتر از فشار خروجی است در وسط پکینگ ها یک عدد رینگ فانوسی Lantern Ring که بصورت یک تکه یا دو تکه است قرار می گیرد که وظیفه ان واراد 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 ان از زیر پکینگ هایی که سمت بیرون است و از زیر گلند از پمپ خارج می شود که وظیفه ان روانکاری و انتقال حرارت تولید شده در ناحیه تماس پکینگ های طرف خارجی باشافت است که البته این مقدار لشتی باید در حد مجاز تعیین شده باشد.

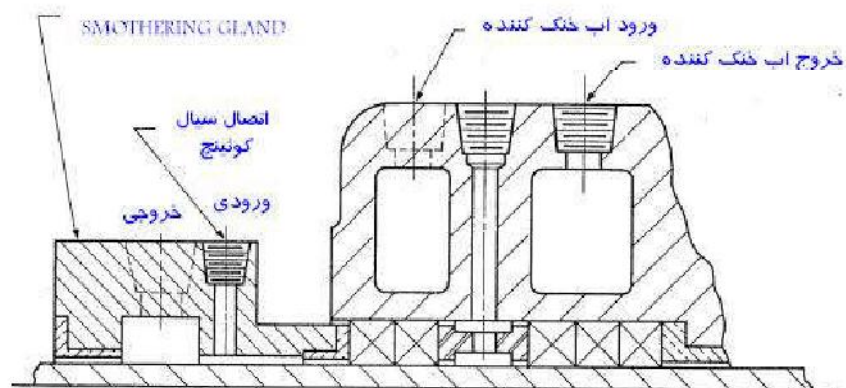
لنترن رینگ باید دقیقا مقابل مسیر مایع سیل فلش قرار گیرد در غیر این صورت امکان نریزق مایع روی ان نیست. همچنین بعد از چند بار که گلند سفت می شود تا جلوی لشتی گرفته شود (به علت سایش پکینگ) باید پکینگ ها تعویض شوند زیرا اولد در اثر بیش از حد فشردن شدن پکینگ خاصیت نرمی خود را از دست می دهد (استخوانی می شود) و ناچار 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 نریزق سیل فلش داده نمی شود.



ارایش عمومی پکینگ ها

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

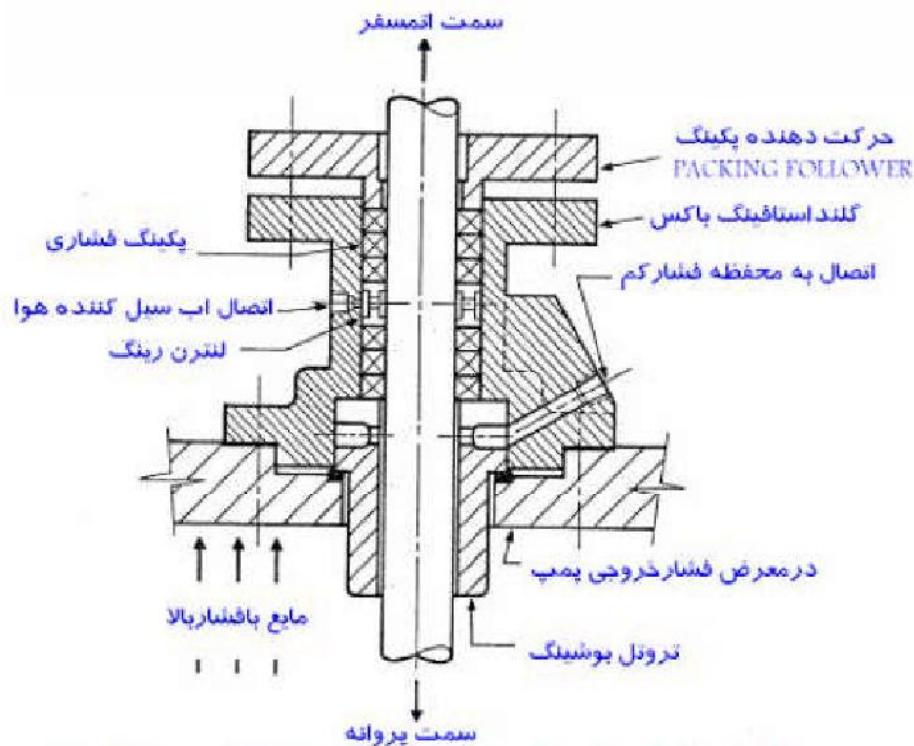
البته از این نوع طراحی برای شستشوی نشنی های حاصله از مایعاتی که در تماس با هوای آزاد سفت و خشک می شوند مثل فیبر یا مواد نفتی سنگین نیز استفاده می شود و با تزریق مایع با گاز مناسب با بخار آب در این محفظه نشنی های بوجود آمده تمیزی می شود و از تشکیل کک ممانعت می شود. همچنین برای آب بندی این نوع مایعات و بخصوص فیبر یا 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.

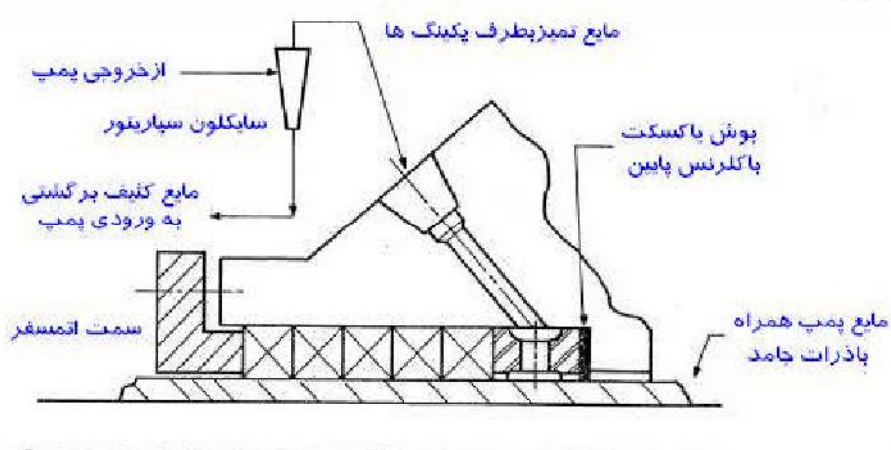
۳- برای سیل کردن مایعات با فشار های بالا از یک بوش فشار شکن **Throttle Bush** و یک مسیر تخلیه یا بالانس لاین که یک طرف آن به بالای بوش استافین باکس است و طرف دیگر آن به یک ناحیه کم فشار مثل ورودی پمپ است متصل می شود و از بالا رفتن فشار در ناحیه محفظه آب بندی و اعمال فشار بالا روی پکینگ ها ممانعت می

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



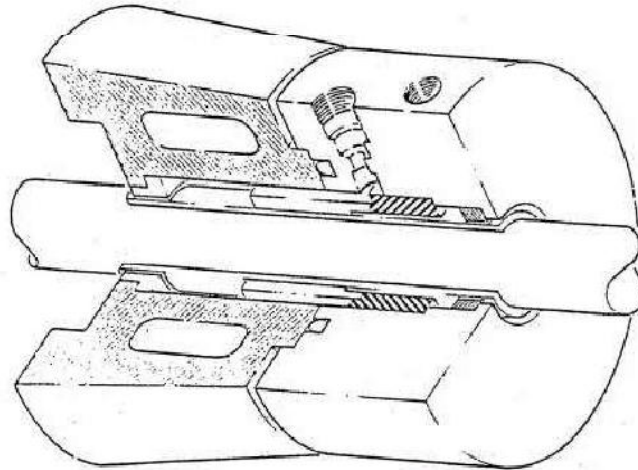
پکینگ فشاری با تروتل پوشینگ برای تقلیل فشار روی پکینگ ها

تجربای 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 آب بندی جلوی ورود مایع به پکینگ ها گرفته می شود. Lantem پشت آن قرار می گیرد و مایع سیل فلش در انتهای محفظه آب بندی تزریق می شود که علاوه بر ایجاد فشار بالاتر در پشت Lip Seal از ریزش پکینگ ها نیز عبور کرده و کارروائی و جذب و انتقال حرارت را نیز انجام می دهد.



سیستم پکینگ همراه با تزریق مایع از طریق سایکلون سپارینور برای ممانعت از ورود ذرات ساییده به طرف پکینگ ها

هـ- برای آب بندی کردن مایعات گرم از استنلین 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.



استنلین 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*

Packing material	Pressure (max) ^b lb/in ² gage (kPa gage)	PV rating (max) ^c , lb/in ² gage-1pm (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 solution
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; resists 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 1000 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
Graphite	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

*Continuous lubrication introduced at the lantern ring. Table is only a guide. Consult packing manufacturers with complete operating conditions for exact recommendations.

^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 با نصف کردن

تفاضل قطر استافینگ باکس و شافت پائین به بالا رابطه زیر بدست آورد:

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

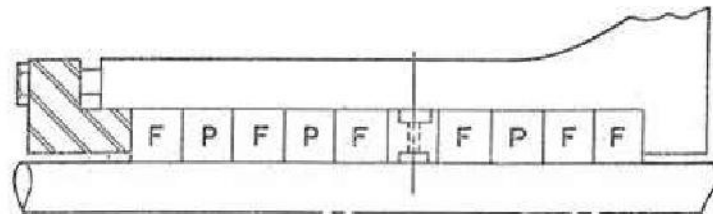
جدول زیر برای انتخاب سایز پکینگ های استاندارد استفاده می شود. لازم به توضیح است که در طراحی پمپ

و استافینگ باکس براساس قطر شافت و سایز پکینگ قطر داخلی استافینگ باکس باید طراحی شود.

اندازه پکینگ برای شافت های مختلف

Shaft (or sleeve) diameter, in (mm)	Packing size, in (mm)
¾ to 1¾ (15 to 30)	¾ (8)
1¾ to 1¾ (30 to 50)	¾ (10)
1¾ to 3 (50 to 75)	¾ (12.5)
3 to 4¾ (75 to 120)	¾ (16)
4¾ to 12 (120 to 305)	¾ (20)

برای پیدا کردن تعداد حلقه های پکینگ مورد نیاز باید به نقشه پمپ یا استفرینگ 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 زو بر روی لبین 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 کاربردهای معمولی به قرار زیر است:

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

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

۳- برای فشارهای 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 شونده دارد که باید موارد تجربی را نیز در نظر گرفت.

حرارت تولید شده در پکینگ ها

مقدار حرارت تولید شده در ناحیه محل قرارگیری 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

A طول قسمت آب بندی

L 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 جوش داخل آن) 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 Jackel 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 بان به این صورت است که نوک تیز پکینگ کش در داخل پکینگ وارد می شود و با چرخاندن آن در داخل پکینگ نمود کرده و وقتی درگیری کامل شد پکینگ کش به طرف بیرون کشیده می شود و پکینگ های فرسوده بان 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.

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

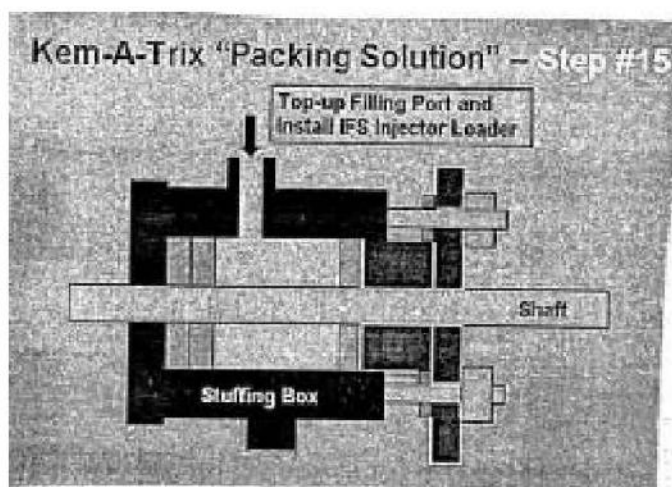
^dTemperature is the product temperature.

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 بافتد ای هستند در صورت الباف 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 بر 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 بالایی شکند. محصول فوق خود خنک کننده و روانکار بوده و در پمپ ها و لومها و هم زن ها جای پکینگ ها و آب بندهای مکانیکی مورد استفاده قرار می گیرد.

در شکل زیر شماتی 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 کند 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 از اتلاف وقت و هزینه جلوگیری می شود.
- ۵- قابل استفاده روی شافت های خراب و فرسوده هستند.
- ۶- نیازی به اعمال فشار ندارند و از خط افتادن محور جلوگیری می کنند.

۷- قابل کاربرد در محورهای دوازدهم و برکشتی هستند.

۸- بسیار به خوبش ندارند.

۹- برای شربلر شافتی قابل استفاده هستند.

۱۰- حداقل نشنی (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 کنند).

تزیقی آنها در داخل محفظه آب بندی توسط دستگاه های مخصوص انجام می شود. روش استفاده پکیک های تزیقی 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 اباف پکیک پرمی شود و سپس از هر ادا دین 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 (برخلاف سیستم های پکیکی که این کلید قابل تنظیم است). سپس دستگاه تزیقی که تقریبا 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 نشنی با کمی چرخاندن دسته دستگاه تزیقی مواد مستقیم به داخل محفظه آب بندی انجام می شود و نشنی برطرف می شود. باید توجه داشت که مقدار تزیقی نباید خیلی زیاد باشد و باید بطوری باشد که فقط نشنی به کمتر پس مقدار خود برسد. در غیر این صورت باعث فشارده شدن بیش از حد پکیک 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 نشنی ها به هیچ وجه نباید با سرعت کردن کلید این کار انجام شود زیرا باعث فشارده شدن بیش از حد پکیک ها و عدم کارایی آنها می شود.

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

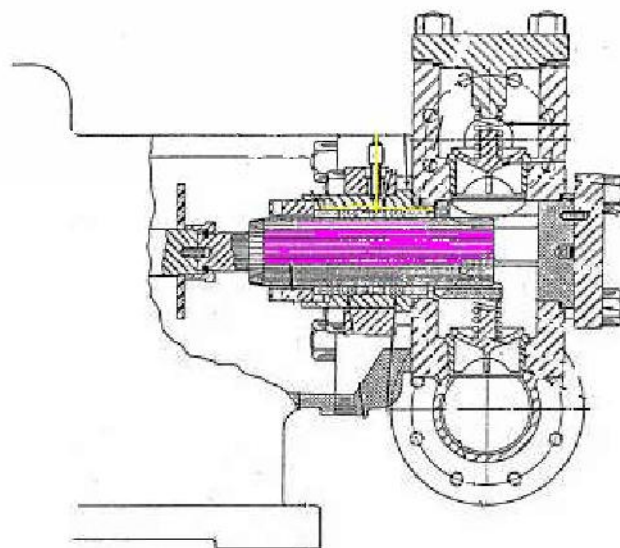
آب بند تزیقی Kem-A-Trix مشخصات و کاربرد آن

کاربرد	نام محصول	درجه حرارت °C	دور شفت R.P.M	فشار محفظه آ 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

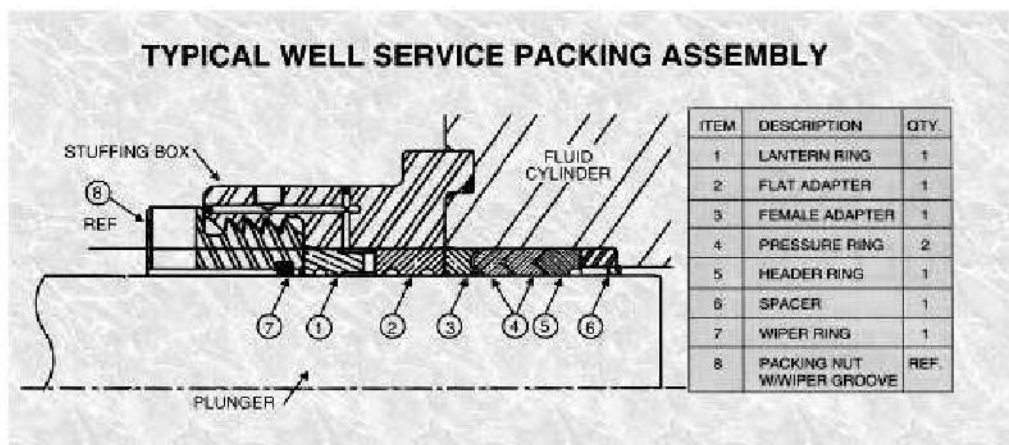
اصول کار این نوع پکینگ ها بر اساس فشار داخل محفظه آب بندی است که روی پکینگ وارد می شود و باعث می شود لبه های آب بندی پکینگ ها در معرض فشار قرار گیرند و روی سطوح استافین باکس و محور بر گرداننده شود (چسبیده شوند و کار آب بندی را انجام دهند و در صورتی که در جهت عکس نصب شوند قابلیت آب بندی را نخواهند داشت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

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.



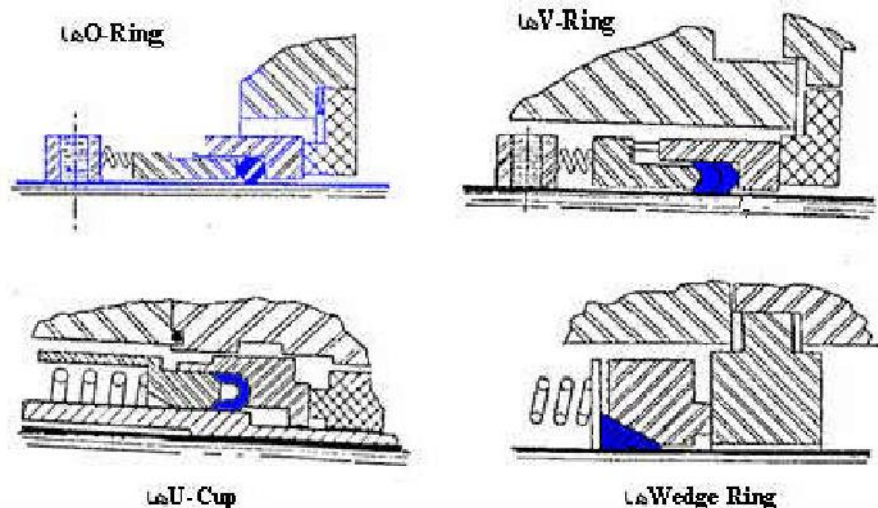
شماتی از یک پمپ پلانجری مجهز به پکینگ اتوماتیک

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 با شلخت 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 از باروی پمپ های فشار بالا و بخصوص رفت و برگشتی Reciprocating شده است.

این پکینگ ها در چهار نوع V-Ring، U-Cup، O-Ring 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 ریزر رتوری مکانیکل 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 محوری چسبند.

پکینگ های نوع شناور Floating Packing Rings

این نوع پکینگ ها برخلاف پکینگ های اتوماتیک 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 موجب استفاده آنها را در دستگاههای رفت و برگشتی نظیر رینگ پیستون های موتورهای احتراق داخلی یا پیستون رینگ های کمپرسورهای رفت و برگشتی Segment Rings و همچنین پکینگ رینگ های کمپرسورهای 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 کمپرسورهای رفت و برگشتی

۳- کربن رینگ های توربین های بخار

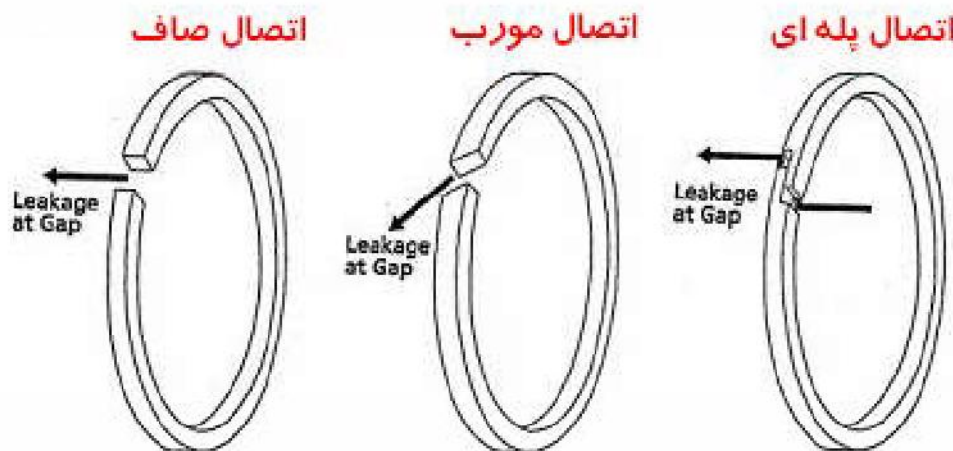
پیستون رینگ ها Piston Rings

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 و خنک کردن آن .
- ۳- پخش کردن روغن تزریق شده به داخل سیلندر به قلمی 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 تغییرات خوردگی روی آنها نداشته باشد و همچنین دارای کمترین ضریب اصطکاک باشد .

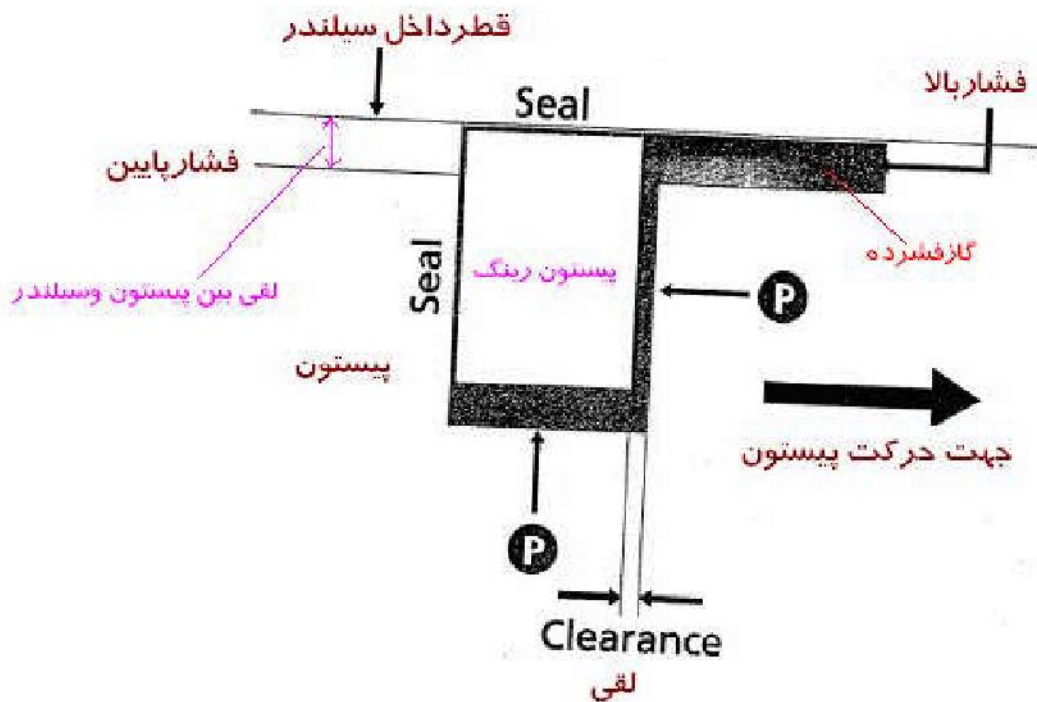
رینگ ها معمولا از موادی مثل برنز ، چون ، باکالیت ، تفلون ، کربن یا موادی مشابه اینها ساخته می شوند . لازم به توضیح است که Bore داخل سیلندر باید کاملا صاف و دایره ای باشند و در محدوده های تورلنس های پیشنهادی کارخانه سازنده باشند . و شیارهایی که رینگ ها در داخل آنها قرار می گیرند خیلی دقیق ، صاف و کاملا عمود بر سطح پیستون باشند و در رینگ های چند تکه محل های برش رینگ ها روی هم دیگر 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 کمبرسور 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 شمعی از مقطع رینگ و محل فرار کبزی آن روی پیستون و نحوه عملکرد آن نشان داده شده که دیلا به شرح اصول کار آن پرداخته می شود:

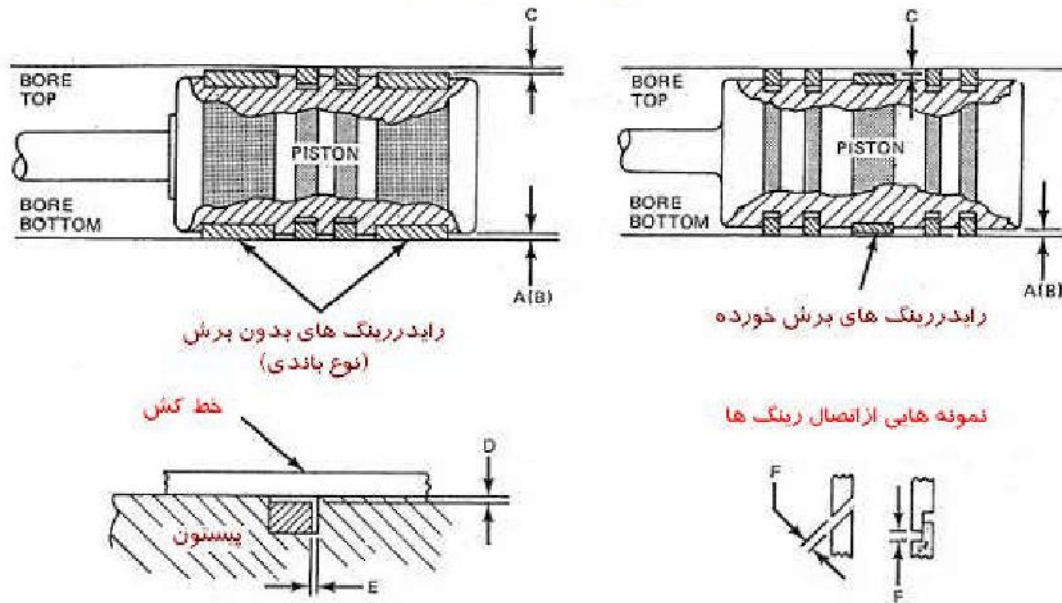


وقتی سیکل Compression در حال انجام است گاز فشرده شده داخل کمبرسور زیر رینگ ها نفوذ می کند و باعث چسباندن رینگ به جداره سیلندر می شود و با کم شدن فاصله از فرار گاز جلوگیری می شود و همچنین فشار گاز روی سطح پیشانی رینگ اعمال می شود و باعث چسباندن رینگ روی جداره پیستون شده (سطح داخل شیار) و کلا راه خروج گاز بسته می شود و بدین ترتیب عملیات آب بندی رینگ انجام می شود

لازم به توضیح است که پیشانی شیارها روی پیستون (جای رینگ) باید کمی بیشتر از پیشانی 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 تولرانس ها و اندازه ها بسته به نوع رینگ، سایز رینگ و ... دارد که توسط کارخانه های سازنده ارائه می شود.

جدول زیر مربوط به این کلرنس ها برای کمبرسورهای ۶۰ واحد ایزوماکس است:

کلرنس رینگ ها با پیستون



لازم به توضیح است که برای کمپرسورهای که فشار آنها خیلی زیاد است (مرحله سوم کمپرسورهای ۶۰۱ واحد ایروماکس) 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 گار از طریق سوراخ های شعاعی یا Balancing Hole به قسمت زیر رینگ مرتبط می شود که باعث می شود گلارین 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 کلرنس اندازه گرفته می شود	کلرنس در نقطه
کلرنس بین پیستون و قسمت پایینی سیلندر در موقعیتی که رایدر رینگ ها روی پیستون نصب شده اند (برای رایدر رینگ نو)	A
مثل حالت قبلی که نشان دهنده کمترین کلرنس قابل قبول (ماکزیمم سایشی که رایدر رینگ ها باید تعویض شوند)	B
کلرنس کاری اندازه گیری شده در قسمت بالای رایدر رینگ در موقعیتی که پیستون روی رایدر رینگ سوار شده است (برای رایدر رینگ نو)	C
کلرنس 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 کلرنس های دو طرف پیستون رینگ در شیار آن روی پیستون (برای پیستون رینگ نو)	E
کلرنس 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 بایستون

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

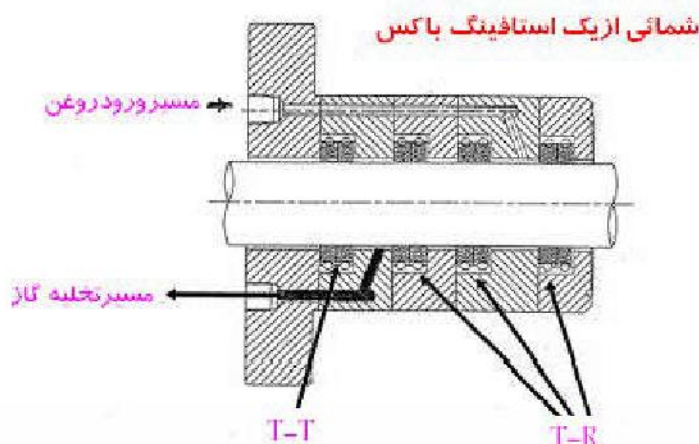
علل خرابی Piston Ringها

- ۱- ورود ذرات جامد همراه گاز و روغی به کمپرسور به علت نامناسب بودن سایز فیلتر و روغی 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 Ringها.
- ۵- روغن کاری ناکافی و نواقص و مناسب نبودن روغن استفاده شده.
- ۶- نامناسب بودن کلرنس های محل فرار گیری رینگ در داخل سیلندر یا روی شیار های بایستون.
- 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 روشن اب 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 شلور 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 کلسه 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 نشنی ها را به عهده دارند که برای کم کردن اصطکاک بین محور و پکینگ ها توسط پمپ های فطره ای باید بطور مداوم روغنکاری شوند .



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

۱- رینگ های شعاعی Radial Seal Ring

۲- رینگ های مماسی Tangential Seal Ring

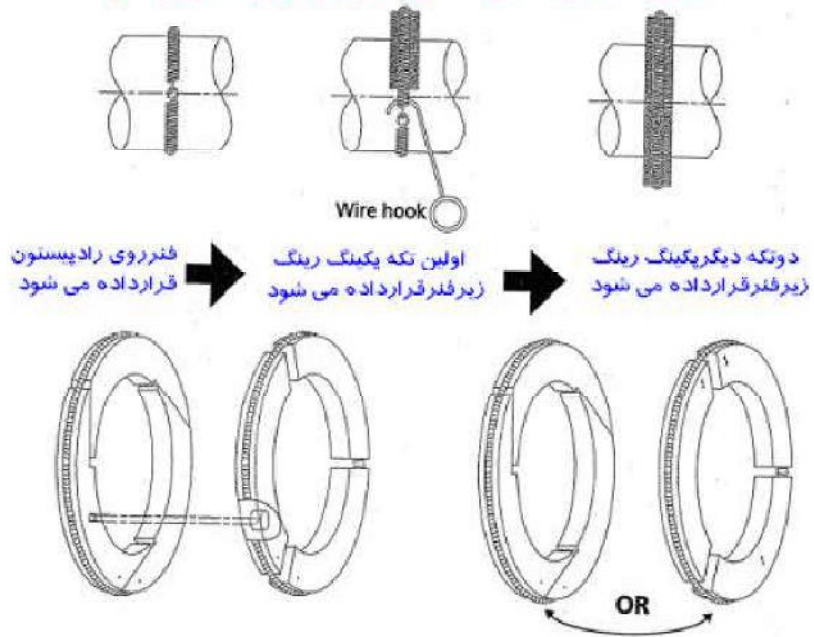
این حلقه ها بسته به شرایط طراحی کمپرسور از فشار ، درجه حرارت ، با سرعت و ... از جنس های مختلف فلزی و غیر فلزی ساخته می شوند .

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 .

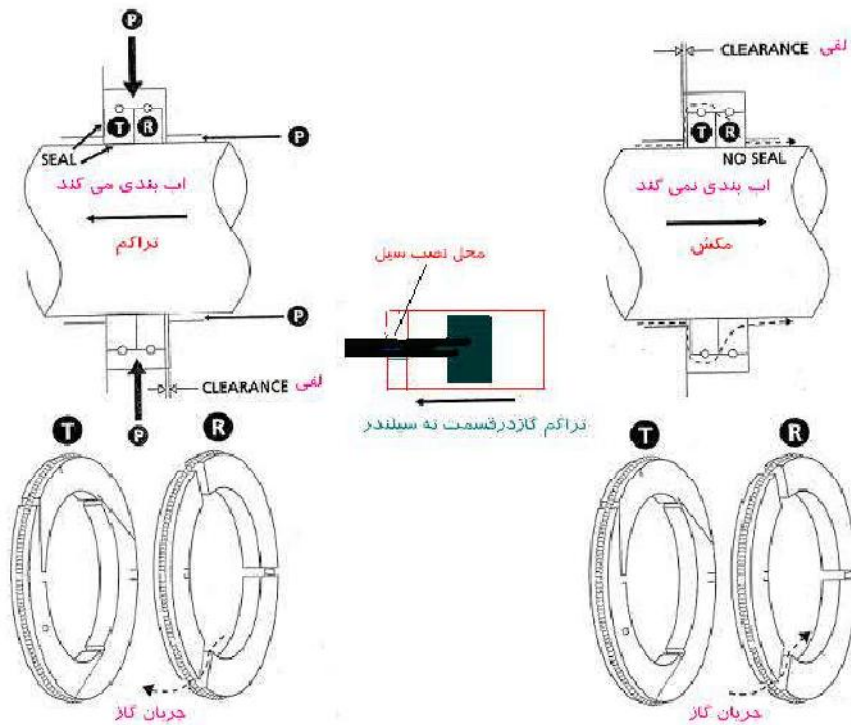
رینگ های مماسی نیز از سه قطعه تشکیل شده است مثلها برش قطعات بصورت (موزب) مماسی است و طوری ساخته شده اند که می توانند بر روی یکدیگر بلغزند (با کلمه T نشان داده می شوند) و در صورت

سایش این قطعات با فیروی 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

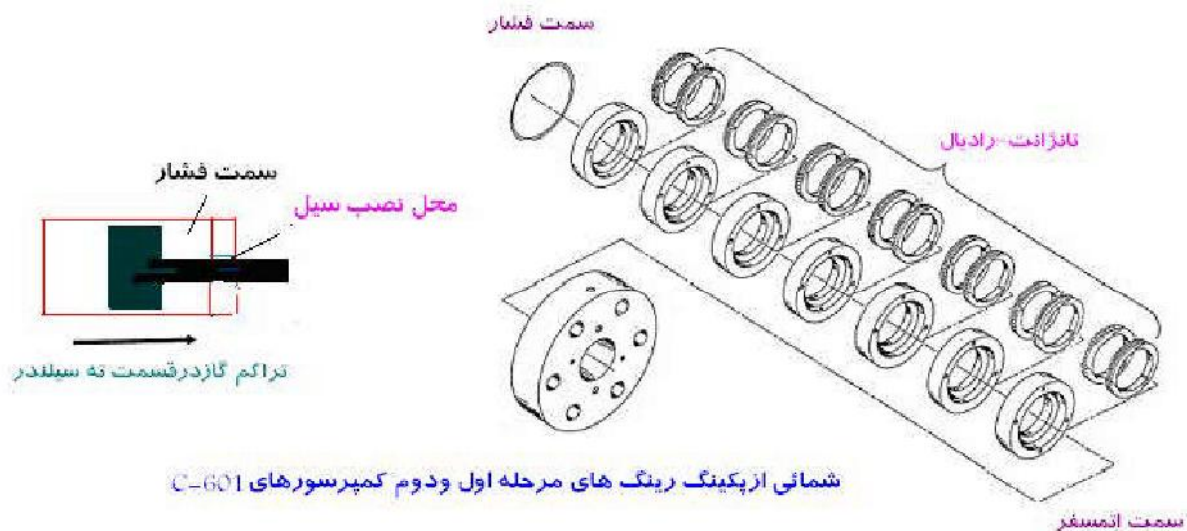


شکل زیر اصول کار این نوع آب بندها که در هر کاسه Cup از دو رینگ شعاعی و مناسبی استفاده شده است را نشان می دهد.



شماتی از اصول کار پکینگ کمپرسورهای رفت و برگشتی

اساس کار آب بندی این رینگ ها بر اساس فشار کاری است که باید Seal شود و فنی کار در قسمت ته سیلندر کمپرسور در حال متراکم شدن است فشار گاز خروجی که از ریزر دسته بیستون می خواهد فرار کند روی تمامی سطوح شعاعی و محوری رینگ ها در کاسه های محل فرار 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 فرار 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 تانژانسی (مماسی) را کنترل می کند و به عنوان فشار شکن هم عمل می کند و این مجموعه توانا 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 قرار دادن قسمتهای حلقه های آب بندی روی محور باید اولاً قطعاتی که با هم هم شماره هستند را در کنار هم بگذارد و همچنین کلیه برجستگی ها و حروف لغاط و شماره های حک شده روی رینگ های آب بندی در مقابل جهت فشار باشند همچنین معیار چسبندگی (لغی) رینگ شعاعی روی رادیستون (که بافاصله بین نکه ها تنظیم می شود) در کاسه های جلویی زیادتر و هر چه به کاسه های انتهایی نزدیک می شود کمتر می شود .



شمائی از پکینگ رینگ های مرحله اول و دوم کمپرسورهای C-601

انواع آرایش های رینگ های آب بندی

۱- رینگ های سری تانژانت + رادپال

الف- آرایش T-R

ب- آرایش نوع R-T

۲- آرایش رینگ های دو تانژانسی T-T

۳- رینگ های فشار شکن Pressure Breaker

۴- آرایش تانزانست Back Up Ring

ارایش رینگ های سری تانزانست + رادیال

این آرایش در کمپرسورهایی که رینگ های آب بندی روغتنکاری 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 مرود استفاده قرار می گیرند .

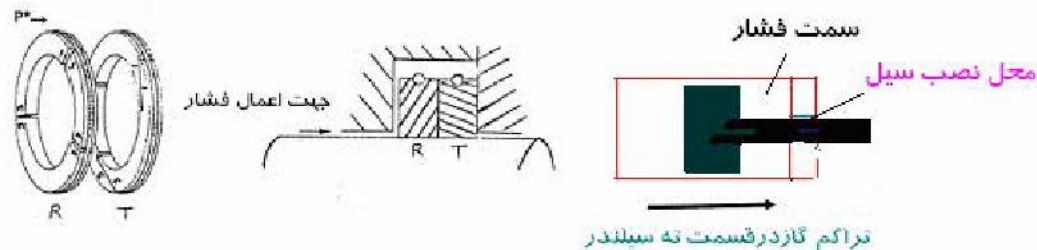
الف - آرایش نوع T-R

ب - آرایش نوع R-T

آرایش رینگ های نوع رادیال تانزانست T-R

در آرایش نوع T-R رینگ تانزانست 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 فرار داد 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 هایی روی هم قرار می گیرند تا اگر در حین حرکت چرخیده شوند شیار ها رو بروی هم دیگر 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 تانزانست رادیال R-T

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

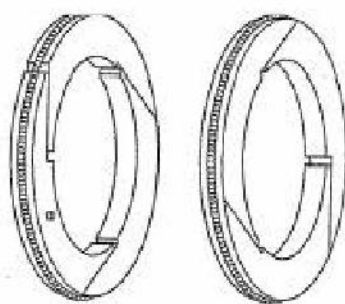
در این آرایش رینگ تانزانستی در مقابل فشار قرار دارد و رینگ شعاعی کار آب بندی را انجام می دهد . در این آرایش قطر داخلی رینگ شعاعی کمی بیشتر از قطر Rod Piston است (لقی است و راحت روی آن حرکت می کند) و فاصله شعاعی بین رینگ شعاعی و محور توسط رینگ تانزانستی که به عنوان فشار شکن هم عمل می کند آب بندی می شود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



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 آن بالاتر بودن طول عمر آن نسبت به آرایش نوع قبلی است. در این نوع آرایش در مواقعی که محدودیت مکانی وجود دارد گاهی اوقات شیارهای شعاعی روی سطح جلویی رینگ ثانویه (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 تانژنتی T-T

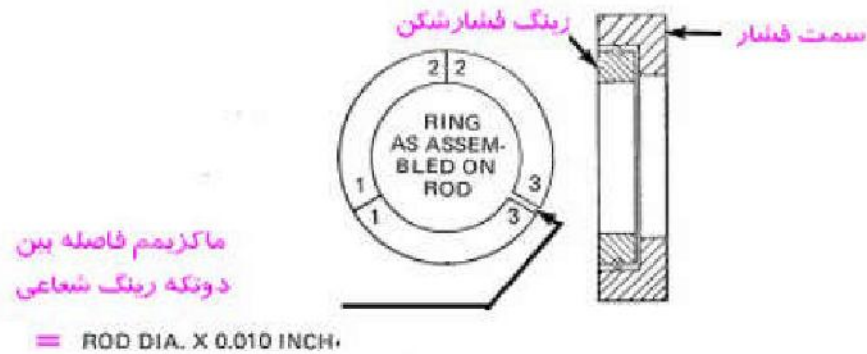
این نوع آرایش کار آب بندی بصورت Double Acting انجام می شود ولی قادر به آب بندی فشارهای بالا نمی باشد و در شرایط خازنه یا جهاتی که فشار پایین باشد قابل استفاده است. معمولاً از این نوع آرایش در کاسه آخری سیل های اصلی Gas Seal برای جلوگیری از ورود هوا همراهِ با گازهای نشت شده و در سیل های میانی Center Seal 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 مهداری 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 معمولاً در اولین کاسه مغابله 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.



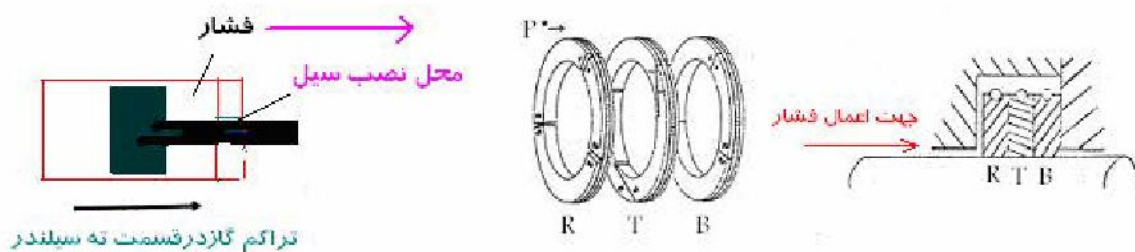
لازم به توضیح است که رینگ فشار شکن در استافینگ باکس مرحله سوم کمپرسورهای ۰.۱ استفاده شده است.

آرایش تانژانت- رادیال-پشتیبان R-T-B

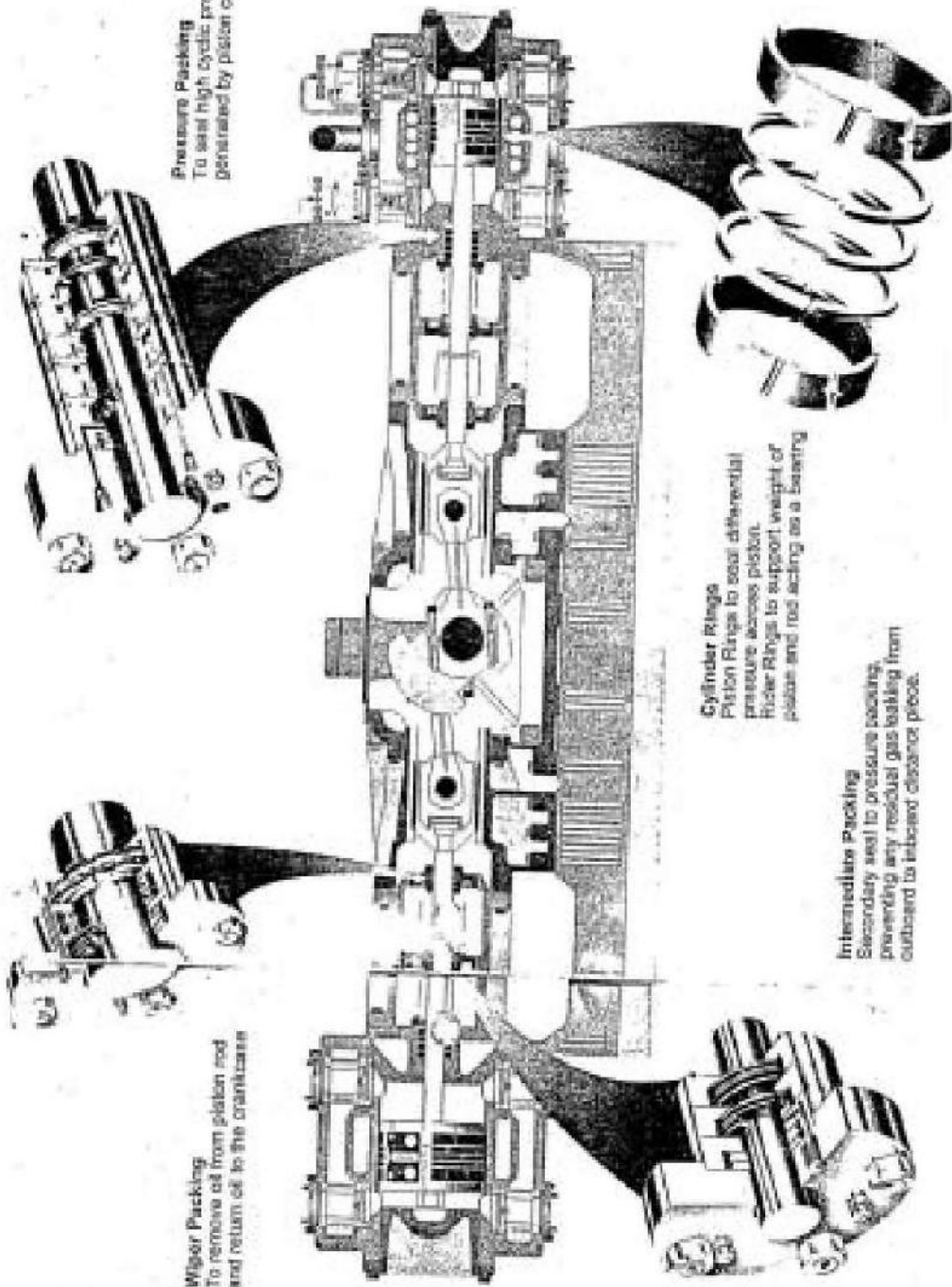
در این نوع آرایش در هر کاسه استافینگ باکس از سه عدد پکینگ رینگ اب بندی شامل رینگ شعاعی رینگ تانژانتی و یک عدد رینگ پشتیبان یا Back Up Ring استفاده می شود.

رینگ پشتیبان یا Back Up Ring معمولاً 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 با 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 تفلونی بطرف فشار و حلقه شعاعی پشتیبان فلزی پشت آن قرار دارد و کاربرد آن در جاهایی است که محدودیت فضای محوری وجود دارد. در این آرایش حلقه Back Up Ring روی محور آزاد است ولی قطعات آن کاملاً 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 یکینگ 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 وجود دارد .

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

ب- چسبندگی یستون رینگ ها و عدم کارآیی آنها که باعث نشستی داخلی و بالادرفتن درجه حرارت می شود..

د- خرابی ولوهای ورودی و خروجی کمپرسور، که باعث بالادرفتن درجه حرارت گازی شود

۲- روعنگاری 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 ساییش می شود که در اثر این واکنش بودرهای 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 ساییش 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 گز با مواد خارجی از قبیل ذرات جوشکاری ، ماسه ، مواد حاصل از پوسیدگی لوله ها ، کانالست ها و نیز می تواند باعث ساییش و ایجاد خراش شود که لازم است صافی های ورودی کمپرسورها مرتباً بازدید و تمیز کاری 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 در رینگ ها روی محور ساییش می شوند

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

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

علل نشستی از Floating packing Rings

۱- ساییش و خراش و ناصافی روی سطح تماس رینگ ها یا Cup یا کاسه ها بی که در آن قرار می گیرند

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

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

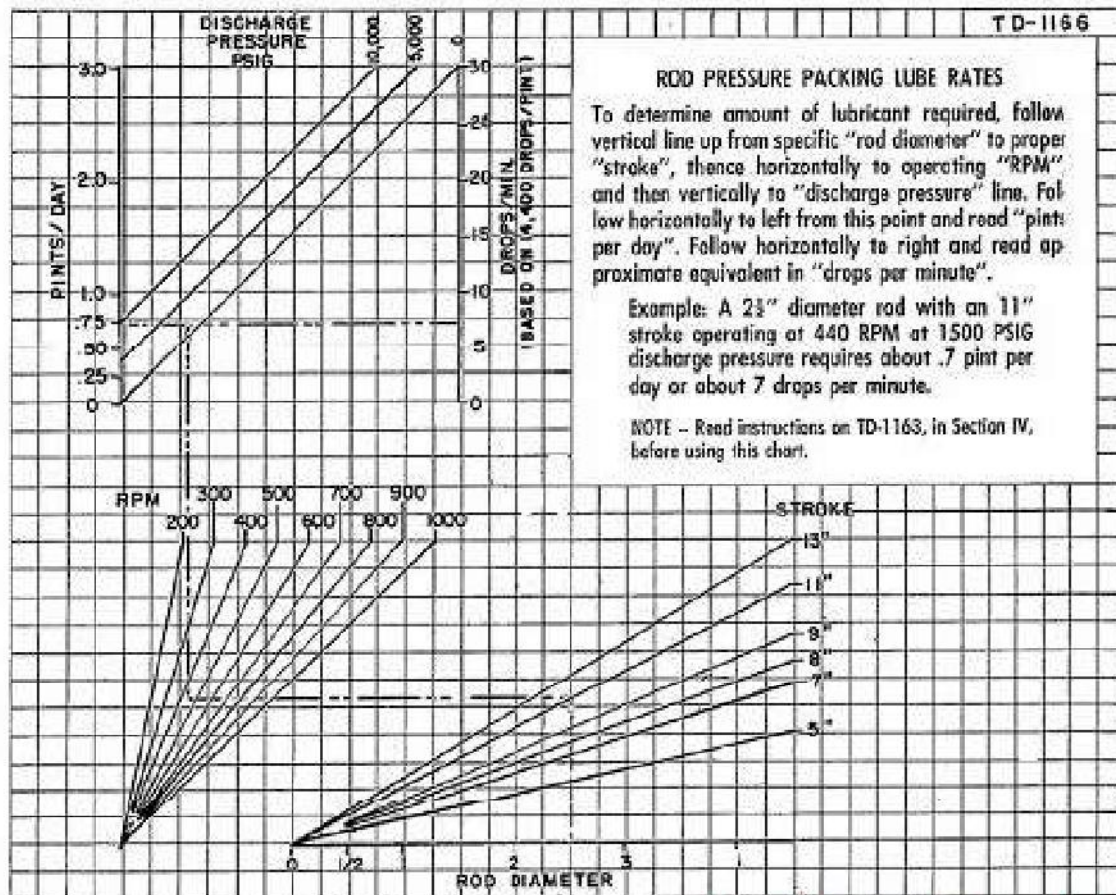
۴- زیاد بودن اختلاف ضریب انبساط رینگ ها و Rod Piston .

۵- Run out بیشتر از حد مجاز Rod Piston .

مقدار روغن مورد نیاز از رینگ های آب بندی

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

LUBRICATION RATES FOR COMPRESSOR PISTON ROD PRESSURE PACKING



مراقبت های ویژه از رینگ های آب بندی

- ۱- دلت در محل لطمات و صدمه نخیدن آنها (ترک ، خط ، خالی و ...)
- ۲- بستن آنها طبق توصیه های کارخانه های سازنده و نشانه ها
- ۳- تعمیر کاری کلیه لاسمست ها در حين بستن آنها
- ۴- اطمينان از هم محور بودن استافين باکس با Rod Piston
- ۵- اطمينان از روغنکاری مناسب

۶- استفاده از روغیهای 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 سایز شدن سیل ها.

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

۸- بارگذاری 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 .

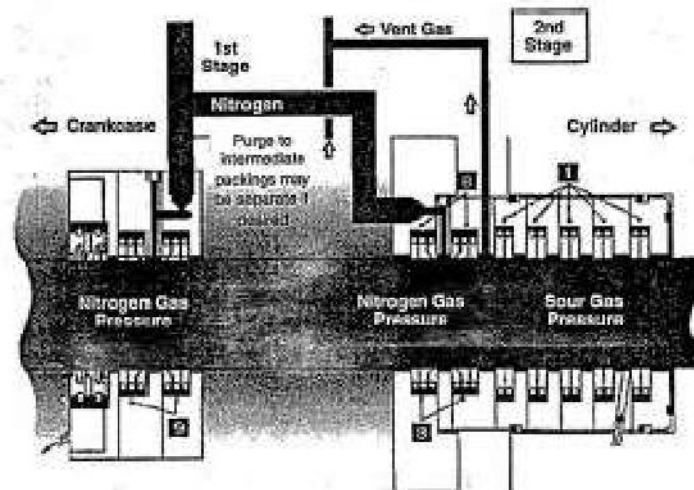
لازم به توضیح است که در قسمت انتهایی محفظه استافین باکس و از بین Packing Ring های و آخری و یکی مانده به آخر مسیری به عنوان Vent در نظر گرفته شده که بسته به شرایط عملیاتی گازهای نشست شده به اتمسفر به یک محیط Safe مثل Flare منتقل می شود که با استفاده از Flow Meter یا نصب یک عدد Pressure Gage مقدار گازهای نشست شده قابل اندازه گیری است و وقتی نشستی 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 نشست 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 با سیستم های قدیمی مشابه اند ولی از لحاظ شکل ظاهری و فرم ایرودینامیکی تبه 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 نشستی وسایش دسته پیستون وهمچنین طول عمر آنها نسبت به پکینگ رینگ های قدیمی به مراتب بهتر وبالتر است که در شکل زیر یک نمونه از ان نشان داده شده است.



جهت جلوگیری از نشست گاز های خطرناک به محیط اطراف و کنترل بیشتر ریز گازهای نشست شده در محفظه های استافین باکس جدید نیز تغییراتی داده و با تزریق مقداری گاز مناسب بی اثر در قسمت انتهایی محفظه استافین باکس و ایجاد یک فشار مثبت در مقابل مسیر خروجی علاوه بر جلوگیری از نشست گاز داخل کمپرسور (که بزرگترین مشکل آب بندهی قدیمی است) به محیط اطراف باعث کم شدن نشستی نیز میگردد و گازهای نشست شده نیز پس از کنترل شدن (اندازه گیری مقدار ن) 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.

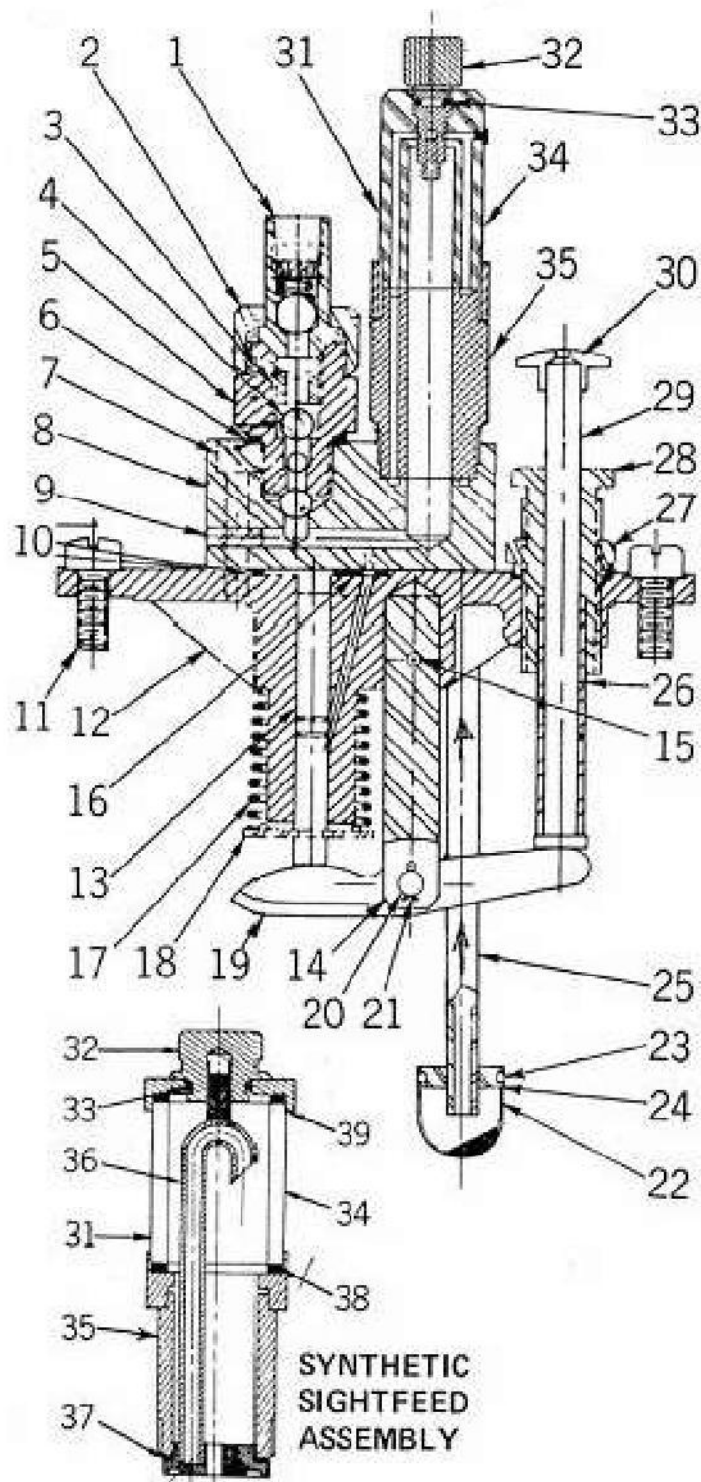
خنک کاری جدید استافینگ باکس ها

سیستم های روغنکاری قطره ای

روغنکاری بین سیل ها و Rod Piston و همچنین روغنکاری 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 پلاژیتری 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 تعیین و ارسال می کند. در شکل زیر شماتی از یک عدد پمپ قطره ای نوع پلاژیتری رفت و برگشتی نشان داده شده است که حرکت آن توسط میل بادامکی که با میل لنگ حرکت می کند انجام می شود (فشرده کردن) و فنر (مرحله مکش) زیر آن انجام می شود.

وقتی پلاژیتری 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 پلاژیتری 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 میبارد و رانده می شود.

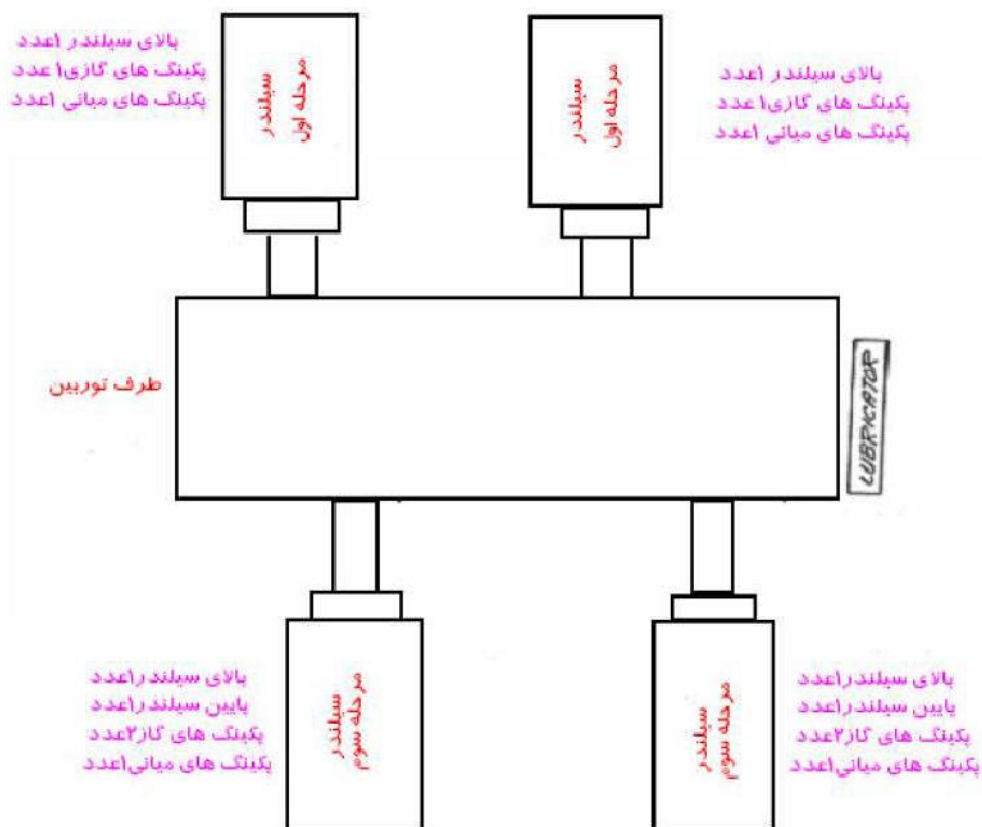
لازم به توضیح است که هر پمپ قطره ای فقط یک قسمت را روغنکاری می کند و برای روغنکاری جاهای مختلف مثل بالای سیلندر ها، پایین سیلندر ها و سیل های مراحل مختلف نیاز به پمپ های قطره ای متعددی است که همگی روی مجموعه Manzel Lubricator نصب شده اند.



KEY NO.	DESCRIPTION
1	Union Sleeve Ass'y
2	Union Nut
3	Valve Stop
4	Check Ball
5	Discharge Connector
6	Washer
7	Screw
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 Unit Sleeve
28	Lock Nut
29	Adjusting Sleeve
30	Flushing Unit Stem
31	Button
32	Sightfeed Ass'y
33	Nozzle Plug Ass'y
34	"O" Ring
35	Sightfeed Glass
36	Extension & Collar Ass'y
37	Nozzle Ass'y for Synthetic
38	Fibre Washer for Above
39	Buna N Rubber for Syntheti

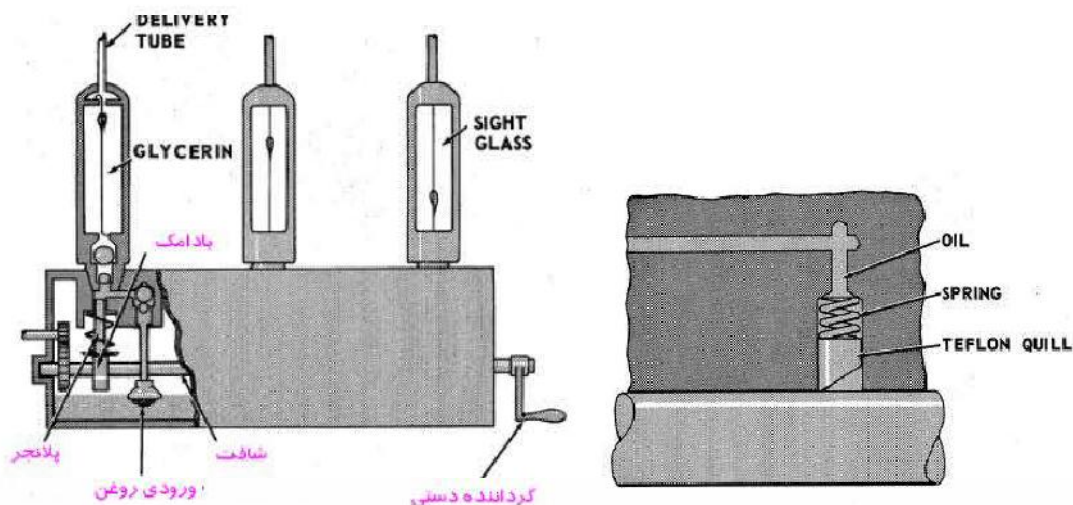
در جاهایی که قطر یا گورنر راد پیستون زیاد باشد و نیاز به روغن بیشتری است بهتر است تزریق روغن در چند نقطه (و به مقدار کمتر) انجام شود مثلا قسمت های بالا و پایین سیلندر و ...

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

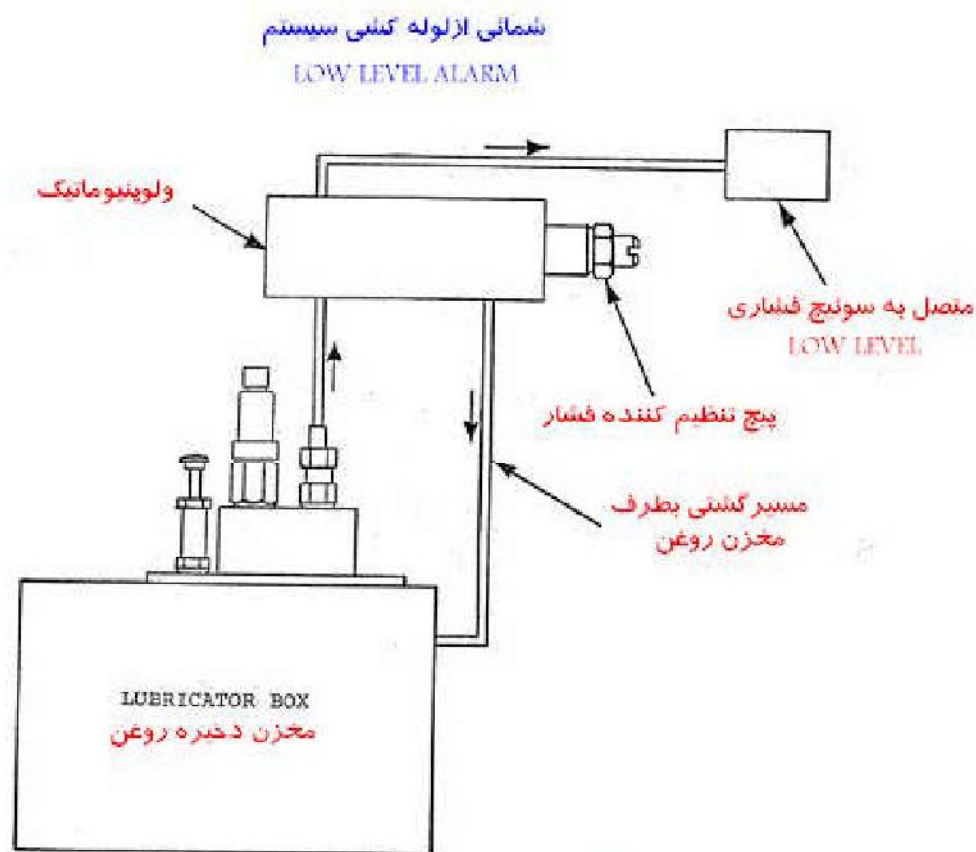


همچنین برای جلوگیری از برگشت گاز داخل کمپرسور به داخل لوله های روغن معمولاً از Check Valve استفاده می شود تا امکان عکس شدن جریان گاز به داخل روغن که خیلی مواقع می تواند خطرناک هم باشد جلوگیری شود.

در شکل زیر شماتی اثران نشان داده شده است.



همچنین در بیشتر کمپرسورها جهت بالا بردن ایمنی سیستم روغنکاری برای مواقعی که سطح روغن داخل Manzel Lubricator از حدی پایین تر می رود از یک پمپ فطره ای که لوله ورودی آن در داخل مخزن کفی بالتر 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 اذیر اعلام می کند که Level روغن در مخزن پایین رفته است.



انواع آب بندی کمپرسورهای رفت و برگشتی

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

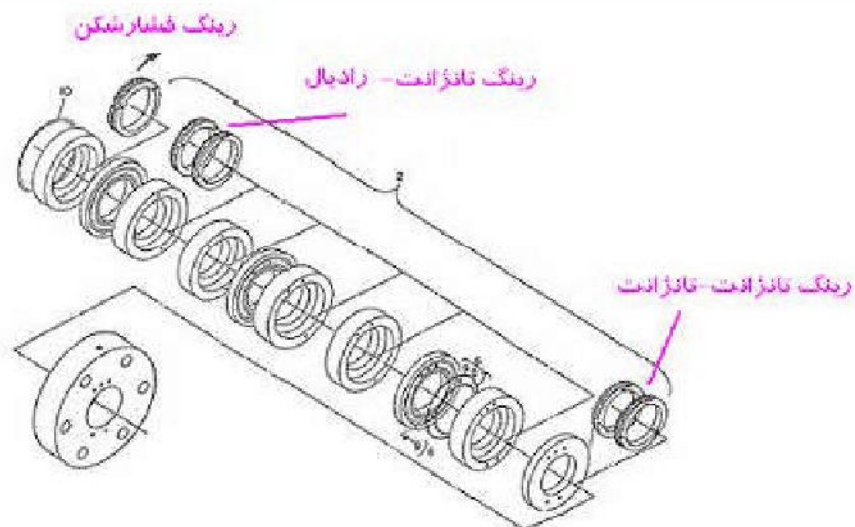
۱- سیل های اصلی Gas seal

۲- سیل های میانی Center Seal

۳- سیل های روغنی Wiper Ring

سیل های اصلی Gas Seals

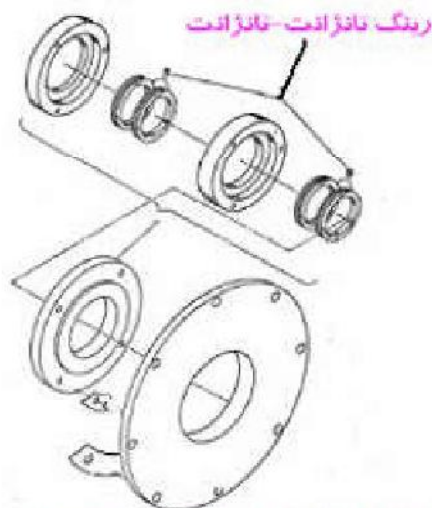
برای جلوگیری از خارج شدن گاز داخل کمپرسور به محیط بیرون روی قسمت ته سیلندر نصب می شود و آنجا را آب بندی می کند که از سری رینگ های تانژانت - رادیال با آرایش مختلف بعنوان Back Up Ring ها و Pressure Breaker Ring ها استفاده می شود که قبلا راجع به آنها توضیح داده شده که باید طبق آرایش توصیه شده توسط کارخانه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



شماتی از سیستم آب بندی مرحله سوم کمپرسورهای GDI-C

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 معمولاً در اکثر کمپرسورها از سری رینگ های دو تانژانتی و به تعداد توصیه شده طبق نقشه های کارخانه سازنده استفاده می شود.

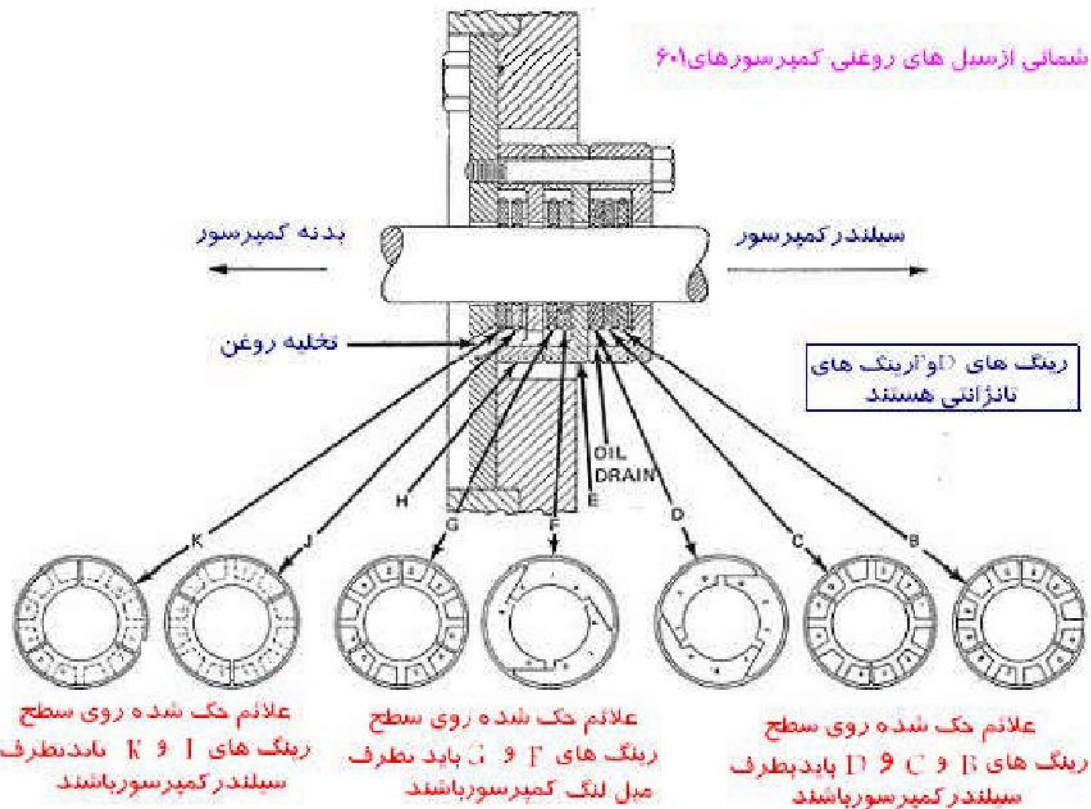


شماتی از سیل های میانی CENTER SEAL کمپرسورهای ۶۰۱

لازم به توضیح است که در اکثر کمپرسورها گاز نشت شده در این محفظه از طریق Vent ای که در قسمت بالایی 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

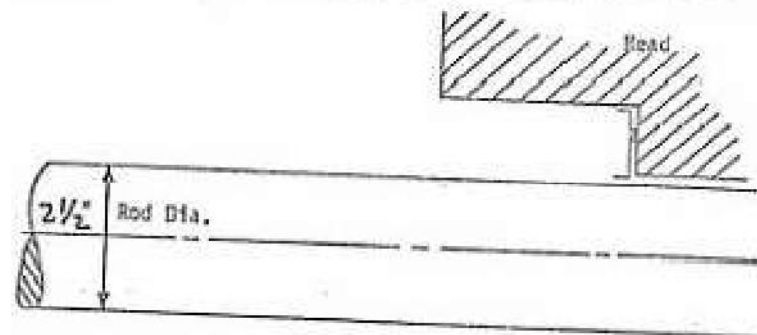
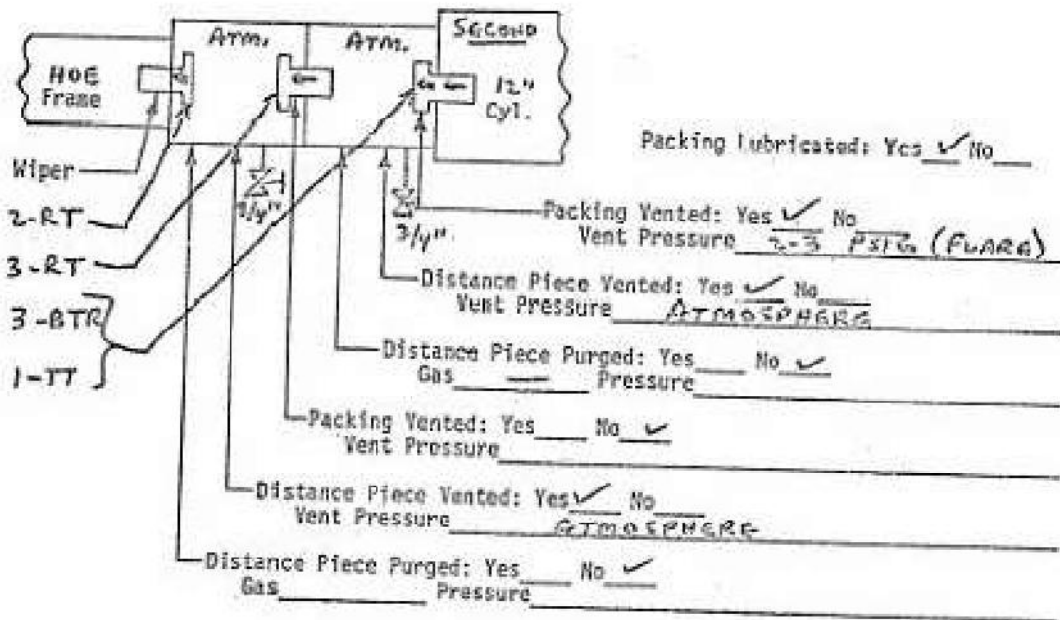
برای جلوگیری از پرتاب شدن روغنی که برای روغنکاری سیستم Cross Head (توسط سیستم Lube oil) استفاده می شود به سمت داخل کمپرسور از رینگ های روغنی که بصورت رینگ های شعاعی و با فرم مخصوص اند استفاده می شود (از طرف Cross Head) و برای کم کردن نشتی و



عدم ورود گازی که احتمالاً از سیل های میان خارج شده به داخل سیستم روغن از یک یا چند Set سیل نازک انی 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

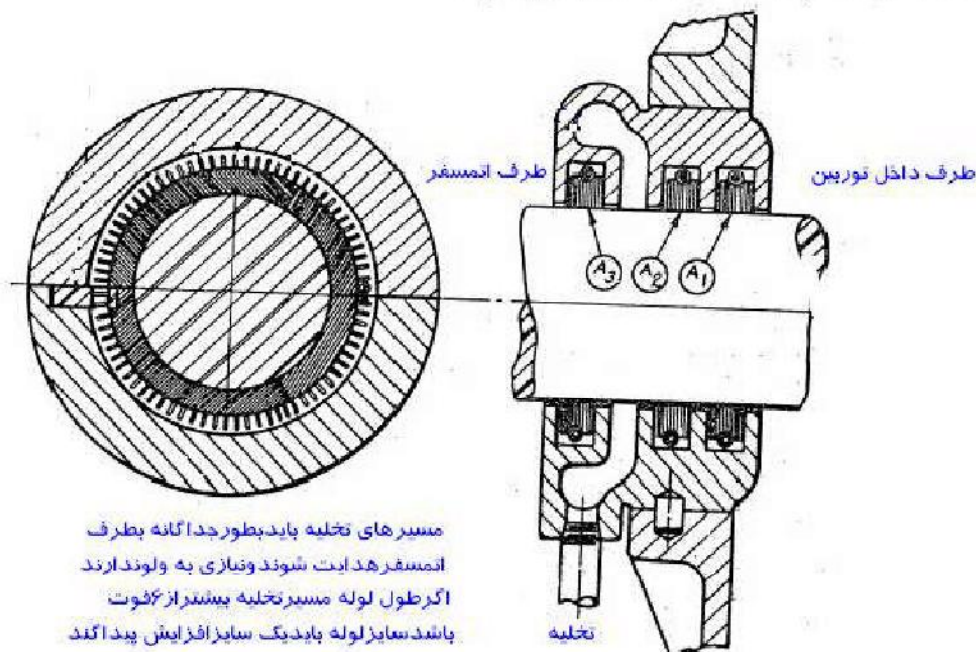
بعضی از کارخانجات سازنده کمپرسور مثل شرکت COOPER نقشه های اجرایی تمامی سیل های اصلی میانی و روغنی را بصورت زیر مشخص می کنند و تعداد سیل های هر قسمت و نوع آنها را در کنار آنها مشخص می کنند که همینطور که ملاحظه می شود سیل های اصلی از نوع رادیال تانژنت و بکاپ رینگ (سه کاسه) و یک کاسه دابل تانژنت و سیل های میانی از نوع تانژنت رادیال (در سه کاسه) و سیل های اخیری از نوع تانژنت رادیال و وایپر رینگ است بعلاوه اینکه قطر رادیوسون 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 لیسرینت 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 لغت فشار در مسیر بخاری که از توربین می خورند 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 گرافیت های معمولی است و در سرعت ها و فشارهای بالا کربن رینگ های مخصوص (که برای بالابردن مقاومت آن از فلزاتی نظیر مس و ... استفاده می شود) استفاده می شود که به صورت سه تکه (با قوس ۲۰ 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 رینگ هایی که در قسمت 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 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 بخارات 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 اب مقطر تبدیل می شود و مجددا وارد بویلر می شود که صرفه حویی 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 ربر 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 و ردتوربین می شود که مقداری از آنها داخل توربین می شود و مقداری هم ممکن است به محیط اطراف نشت داشته باشد که به دلیل بالتر بودن فشار آن نسبت به فشار جو باعث پس ردن 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 اب بند های لایبریتی 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 اب بندی کفایت نمی کند بلکه باید سطوح جانبی آنها و همچنین سطوح گلند که کربن رینگ روی آن قرار می گیرد باید کاملا بر شافت عمود باشد و کاملا صاف و صیقلی باشد در غیر این صورت باعث نشستی بخار از پشت کربن رینگ می شود.

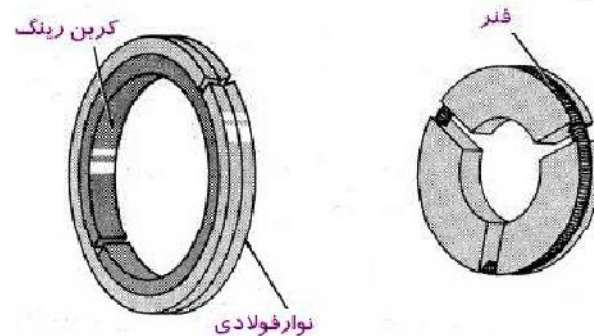
روانکاری بین کربن رینگ و محور با بخاری که از زیر پکینگ ها خارج می شود انجام می شود و شافت در ناحیه قرارگیری پکیگ باید سخت شده باشد و کملا سنگ خورده باشد تا مسائل سایشی کمتر شود.

لازم به توضیح است که برای صرفه حویی و کاهش هزینه ها در سال های خیر باطراحی سیستم های جدید اب بندی با نام Dry Gas Seals برای اب بندی توربین های بخار باعث نشستی 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 معمولا بسته به نوع شرایط عملیاتی از کربن باگریدهای مختلف ساخته می شوند و به دلیل اصطکاک کمی که در مقابل حرکت چرخشی محور ایجاد می کنند بصورت موثر در کمپرسور های فنسرباین که گازهای غیر خطرناک رافشرده می کنند و یا با ترکیبی از آب بندهای ذغالی ای بالیبریتی مورد استفاده قرار می گیرند.

همان طور که از اسم این اب 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 هادر داخل محفظه خود را از دستند 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.

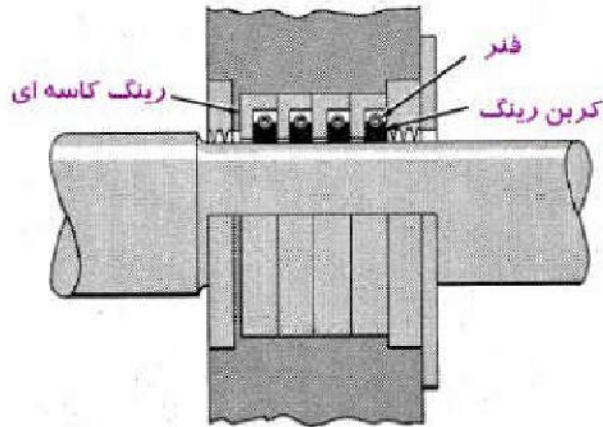
روی هر کدام از قطعات کربن رینگ ها علامت هایی حک شده است که در حین قرار دادن آنها کنار یکدیگر باید دقت شود قطعاتی که علامت های آنها با هم یکی است در کنار هم دیگر واقع شوند در غیر این صورت احتمال نشستی از فواصل بین آنها زیاد است.



کربن رینگ ها به صورت چندتایی (چند عدد در رینگ پشت سر هم) روی محور سوار می شوند که هر کدام از آنها مقداری افت فشار و ممانعت در مسیر گاز ایجاد می کنند به دلیل وجود نشستی جزئی که در این نوع آب بند ها وجود دارد مورد استفاده آنها بیشتر روی کمپرسورهای 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 فشارهای بالاتر کربن رینگ های با گرید بالاتر که برای بالابردن مقاومت آنها از فلزاتی نظیر مس و ... به کربن اضافه می شود و باروش خاصی تولید می شوند استفاده می شود.

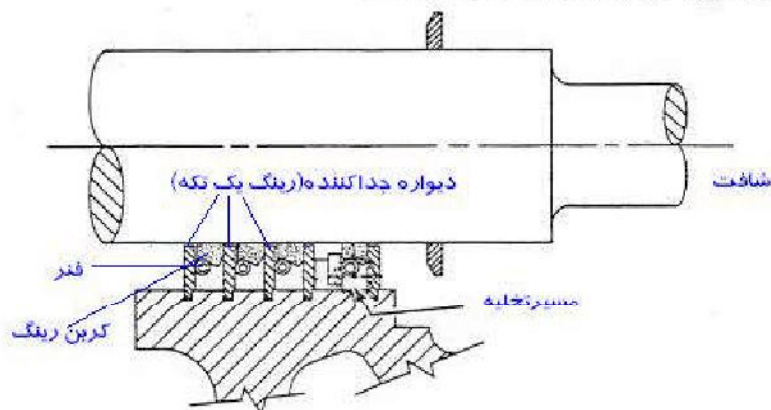
معمولاً رینگی که در سمت فشار قرار می گیرد کلرنس آن با شافت کمی بیشتر از رینگ های دیگر است و رینگ های بعدی به تدریج کلرنس یالقی شان با محور کمتر می شود که در حین نصب باید مراعات شوند در غیر این صورت باعث شکسته شدن رینگ ها و کاهش شدید طول عمر آن با نشستی زیاد می شود. البته به دلیل فاصله ای که بین محور و کربن رینگ ها وجود دارد همواره مقداری نشستی وجود دارد که برای ممانعت از خروج گاز به محوطه بیرون در قسمت انتهایی رینگ های آب بندی مسیری برای تخلیه گازهای نشست 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 آب بندهای داخلی 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 نشست گاز از زیر محور می شود فشار گاز آب بند شوند 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 با ذرات روی آنها رسوب کرده باشد یا تاب برداشتنی داشته باشند و ... باعث نشستی 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 قرار دهند 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 باشند و کاملاً صاف و صیقلی باشند در غیر این صورت باعث نشنی گلاز پشت کربن رینگ می شود.

به دلیل این که کلندهای محل قرارگیری کربن رینگ هب صورت دوتکه Horizontal Split ایجاد ساخته شوند جهت فندن آنها باید یکدیگر 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 روغن رینتد گری ساخته می شود دیواره های متصل قرارگیری کربن رینگ ها از رینگ های واشرمانندی که در داخل کلند 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 شماتی 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 دیواره محفظه آب بندی بطور کامل وجود ندارد و باعث می شود گلاز پشت کربن رینگ ها از داخل کلند کمپرسور خارج شود و ایجاد نشنی کند.

مکانیکال سیل ها Mechanical Seals

باعنایت به نشئی اجتناب ناپذیر سیستم های پکینگ دریمپ های گریز از مرکز (برای روانکاری وخنک کاری پکینگ ها) و همچنین منایب دیگر پکینگ ها (که قبلا بحث شده) برای اب بندی پمپ های گریز از 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 حررت تولید شده به توسط مایع سیل فلشی Seal Flush که روی سطوح اب بندی در داخل محفضه اب بندی تزریق می شود خنک می شود

مزایای مکانیکال سیل ها

- ۱- نشئی خیلی کم و کاهش اتلاف مایع (نشئی 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- خوانائی 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 گریز از مرکز در جهت کم کردن نشئی.
- ۱۰- کاهش الودگی های زیست محیطی.
- ۱۱- کاهش خرابی یا تاقان ها ناشی از الودگی روغن.
- ۱۲- کاهش خوردگی به دلیل نشئی فوره ای.
- ۱۳- کاهش نلغت 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 دیمونتاژ آنها مشکل تر است و نیز به افراد متخصص دارد
- ۴- خرابی ناگهانی که باعث نشئی ناگهانی می شود.

ساختمان مکانیکال سیل ها

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

الف-اب بندهی اولیه Primary Seal

که از دو صفحه بسیار صاف و پرداخت شده تشکیل شده که یکی از انها روی بدنه پمپ ثابت است و به ان سطح ثابت اب بندهی یا Stationary Seal Ring و دیگری سطح دوار اب بندهی 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 فنریه 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 بندهی که ایجاد حرارت زیدی کند جلوگیری می کند و حرارت تولید شده را به حداقل قابل قبول می رساند هر چه خصیت 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 هی مختلف زیر را نسبت به هم اب بندهی می کند و شامل اب بندهای زیر است:

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

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

۳- اب بند کربن یا Stationary Seal Ring Packing

۴- اب بند گلندی Gland Packing که گندر نسبت به بدنه لب بندهی می کند.

پ- اجزا ساخت افز را ب بند شامل:

که بسته به نوع مکانیکال سیل و طراحی ان زجنس های مختلفی ساخته می شوند.

۱- گلند یا Seal Plate که محل قرار گیری رینگ ثابت اب بندهی است و مجموعه مکانیکال سیل به توسط ان روی بدنه محفظه اب بندهی Stuffing Box نصب می گردد. لازم به توضیح است که استافین جاکس ثانویه که برای ممانعت از خروج مو دنشت شده (یا بخار اب شستشو کننده یا خنگ 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 هائی که بصورت کارتریج نصب می شوند مورد استفاده قرار می گیرد که از یک طرف قطعه متحرک (دوار) مکانیکال سیل همراه مجموعه فنری روی ان قرار می گیرند و از طرف دیگر مجموعه قطعات ثابت و متحرک روی ان 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 بین ها و رینگ ها .

ت- اجزائی که سطوح آب بندی را روی هم قرار می دهند که شامل مجموعه فنری (انواع فنرها) و پاپوزها (بلوزهای فلزی یا لاستیکی) هستند که برای اطمینان از قرار گرفتن قطعات ثابت و متحرک مکانیکال سیل در حین حرکت دستگاه مورد استفاده قرار می گیرند.
که در بخش های انی بطور مفصل راجع به موارد ذکر شده فوق بحث خواهد شد.

طبقه بندی مکانیکال سیل ها

مکانیکال سیل ها از انواع آب بندهایی اند که در شرایط عملیاتی بسیار متعددی از قبیل فشارهای بالا درجه حرارت های بالا و رنج وسیعی از مایعات اعم از مایعات خوردنده، 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 در آن آب 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- آب بندهای کربریج و غیر کربریج 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 آب بندی در سه دسته زیر طبقه بندی می شوند:

الف- مکانیکال سیل های داخلی Inside Mechanical Seals

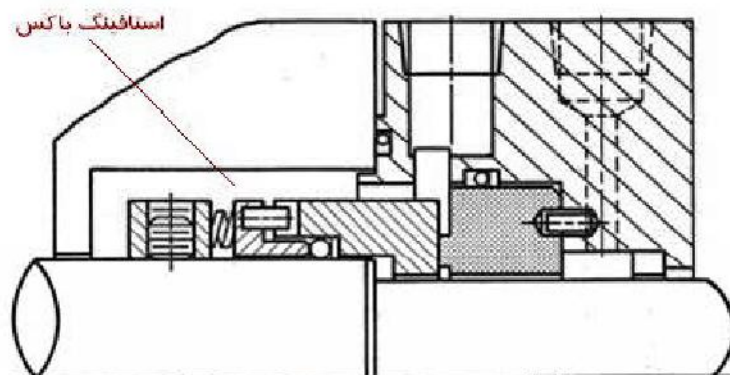
ب- مکانیکال سیل های خارجی Outside Mechanical Seals

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 با 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

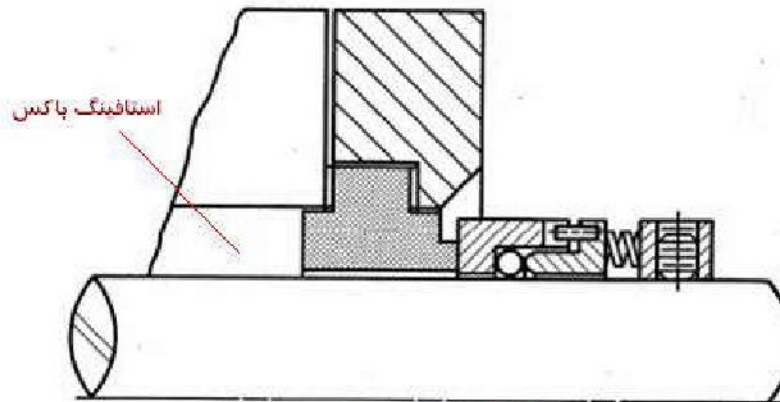
که مزایا و معایب و موارد کاربرد مکانیکال سیل داخلی به شرح زیر است:

- ۱- تمیز کاری سطوح آب بندی بصورت اتوماتیک بنوسط 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 (بالمایع پمپ شونده داخل محفظه آب بندی)
- ۵- نشتی کمتر به دلیل این که نیروی گریز از مرکز کم کردن نشتی کمک می کند.
- ۶- استفاده از فشار داخل استافینگ باکس برای فشردن سطوح آب بندی روی یکدیگر و ممانعت از نشتی.
- ۷- با نصب استافینگ باکس های ثانویه نشتی ها قابل کنترل ترند (در قسمت های لثی 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 خوردنده است می باشد و به دلیل تماس کمتر قطعات بخصوص فنر با مایع داخل استافینگ باکس دارای طول عمر بالتری 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.

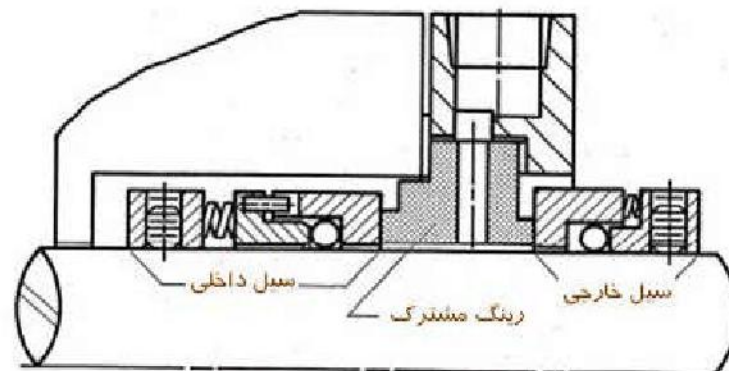
در این نوع طراحی در صورتی که محدودیت فضائی وجود داشته باشد نیازی به تعبیه استافین باکس نیست و نیروی گریز از مرکز جهت روانکاری بهتر سطوح آب بندی کمک زیادی می کند.
 شکل زیر ساختمان یک مکانیکال سیل خارجی را نشان می دهد:



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 را در داخل محفظه استافین باکس و دیگری خارج محفظه استافین باکس نصب می شوند برای مایعات خوردنده ای مورد استفاده فرار 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 زوئین از مکانیکال سیل های تکی استفاده می شود مگر در موارد زیر:

موارد استفاده از مکانیکال سیل های دوتایی شامل:

۱- وقتی مواد سیل شوند خیلی خوردنده 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 میکسرها که مواد برای روان کنندگی وجود ندارد.

۷- برای مایعات سرطازن را.

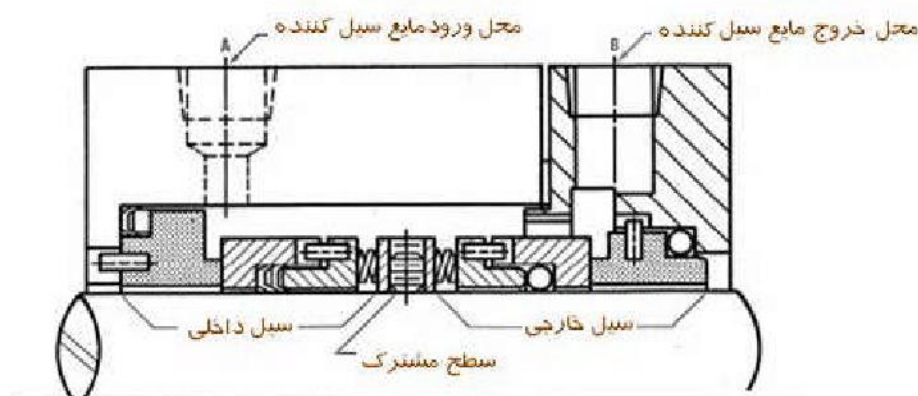
این نوع مکانیکال سیل وابسته به شرایط عملیاتی از لحاظ نحوه نصب به ارایش های زیر تقسیم بندی می شوند:

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 میکسرهای 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 و خاصیت روان کنندگی مناسبی نیز داشته باشد پر 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 از آن که کلاروانکلاری را انجام داد به دلیل اختلاف فشاری که بین آن و داخل پمپ یا فضای بیرون وجود دارد مقدار خیلی جزئی آن 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 (یاسمی و خطرناک و یا گران قیمت است) بطرف بیرون یا بین سطوح داده نمی شود.

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

سیال مایع نیز توسط یک پمپ جزخ دنده افکه دو، دو، مکانیکال سیل نصب است و آن می جرخد Pumping Ring و وارد یک کولر آبی یا هوایی که بیرون پمپ قرار گرفته می شود و پس از خنک شدن مجدداً در محفظه آب بندی می شود تا کار خنک کردن قطعات را انجام دهد.



شمالی از یک PUMPING RING

تشخیص نشستی این نوع مکانیکال سیل بر اساس فشار سیال مایع 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 مایع 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 ارزیابی شامل دو مکانیکال سیل است که بصورت سری یا پشت سر هم نصب می شوند در این ارزیابی اگر سیل جلویی نشستی 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 آب بندی مایع پمپ را بر عهده دارد و مکانیکال سیل پشتی که در قسمت سیال مایع قرار دارد وظیفه آب بندی سیال مایع و احتمالاً نشستی های سیل جلویی را بر عهده دارد.



مکانیکال سیل نوع DOUBLE TANDEM

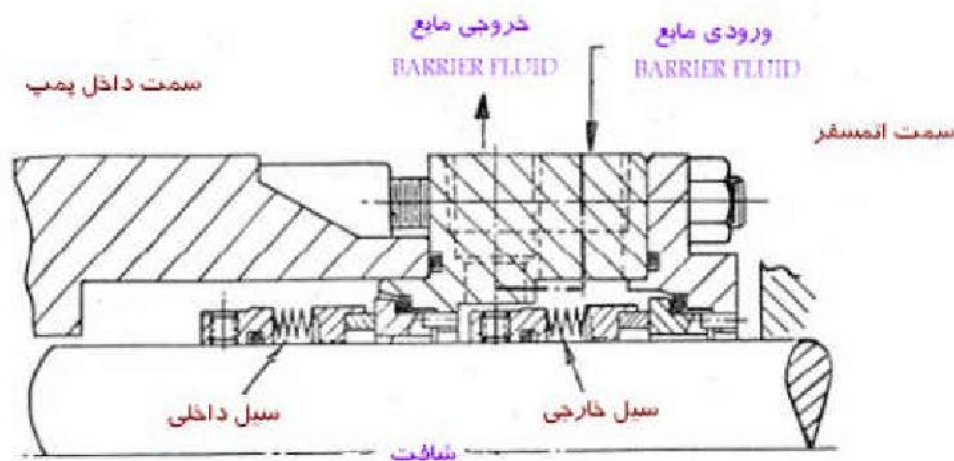
بسته به فشار سیال مائع که بیشتر یا کمتر از فشار پمپ باشد این مکانیکال سیل ها به دو دسته تقسیم می شوند:

الف- Tandem Mechanical Seal

ب- Dual Tandem Mechanical Seal

مکانیکال سیل های نوع Tandem

در مکانیکال سیل های نوع Tandem که فشار سیال مائع کمتر از فشار پمپ است ناشی باعث بالا رفتن از ارتفاع یا سطح مائع سیال مائع در Seal Pot می شود باعث تحریک سیستم الازم می شود. سیال مائع 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 مائع 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