۷-استفاده ز سطوح سخت مثل تنگسنن کارپایدروی تنگستن کارباید.

۸-استفاده ز مکانیکال سیل های نوع دوبله.

تعمیرات مکانیکال سیل ها

مکانیکال سیل هاجز قطعات اصلی گرن قیمت پمپ ها هستندودربیشتراوقات که نشتی کم باشدوخط های عمیق روی سطوح سخت نیفتاده باشد حتی در چندین نوبت قابل تعمیرندوخیلی به ندرت نیاز به تعویض کلی قطعات است ولی در هرنوبت که مکانیکال سیل باز می شود باید کلیه قطعات مورد بازدید وبررسی دقیق قرارگیرند .

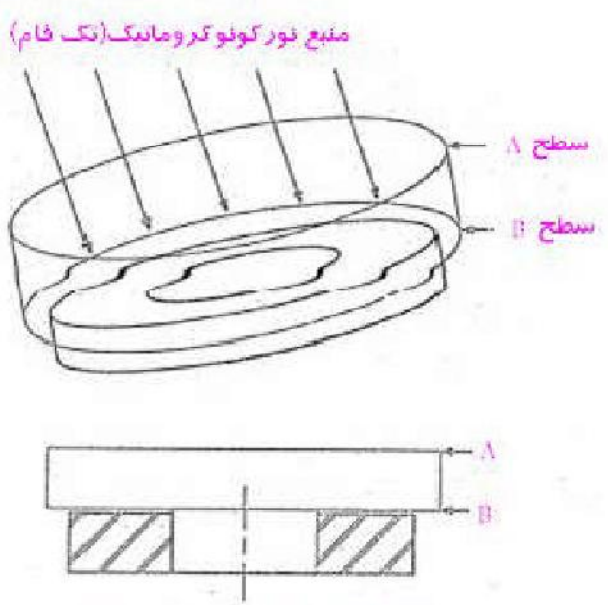
علت اصلی نشتی در بیشتر مکانیکل سیل ها علاوه برخرابی اب بند های ثنوبه ناصاف بودن وناماناسب بودن سطوح اب بندی بخصوص سایش سطوح سخت است که به دلایل متعددی نظیرنفوذ ذرات جامد خشک چرخیدن، برخورد شدید سطوح روی یکدیگرو.....اتفاق می افتد.

سطوح اب بندی باید کاملا نخت, صاف وصیقلی باشند ودرصورتی که کوچکترین ناصافی وجودداشته باشدباعث نشتی می شود که درحین حمل ونقل ونگهداری باید مراقبت کافی به عمل ایدزیرا حتی ضربات وتکان های ملایم نیز باعث تغییرشکل انها می شودکه قبل از نصب (حتی مکانیکال سیل های نو)بایدحتما چک شوند وپس از اطمینان ازسالم بودن ان بسته شوند تاباعث دوباره کاری وصرف وقت و هزینه های اضافی نشود.

باتوجه به دقت زیاد صافی سطح مکانیکال سیل هابرای اندازه گیری انها ازدستگاه های مخصوص نوری ستفاده می شود که ناصافی ها رابادقت بسیار بالاوبراساس طول موج گاز ها(گازهلیوم که طول موج ان 0.000023اینچ است) اندازه گیری می کند.روش کار به این صورت است که فطعه ای که قرار است صافی سطح ان اندازه گیری شودروی یک سطح کدر(که خاصیت بازتابش نورراندانته باشد)قرار می گیردوروی ان یک شیشه مخصوص ازجنس کوارتزکه به عنوانOptical Flatمعروف است قرار می گیردوپرتوهای نورگاز هلیوم(که منبع ان یک لامپی است که باگاز هلیوم شارژ شده است)روی ان تابانیده می شود .پرتوهای نوریس از گذشتن ز شیشه مخصوص به سطح مورد نظر برخورد نموده ومنعکس می شود وپس از عبور از شیشه درمحیط اطر ف انبساط پیدا می کندوروی سطح موردازمایش منحنی ها وخطوطی مشاهده می شود که دراثر پدیده شکست نور ناشی از تغییر محیط(محیط داخل شیشه ,هوای بلای شیشه و هوای بین سطح موردازمایش وشیشه کوارتز) بوجود امده که بسته به طول موج گزی که تابیده شده است وهم فاز بودن یا غیر هم فاز بودن امواج نور وسطوح ب بندی (که با منحنی های سینوسی تقریب زده می شوند)دصافی ها براساس یک دو سه ویا چند برابر نصف طول موج گاز هلیوم که به ان یکHeliume Band Lightگفته می شودبدست می اید که اگر میزان ناصافی بدست امده ازسه یا چهار باند لایت بیشتر شودباعث نشتی می شود.

تفسیر منحنی های بدست امده مشکل است ونیاز به تجربه وتخصص مربوط به خوددارد.اگرمنحنی ها بصورت خطوط صاف وموازی با هم باشدالبته فاصله خطوط بستگی به نحوه قرارگیری شیشه مخصوص روی سطح مورد بررسی دارد که هرچه این فاصله بیشتر باشد فاصله بین خطوط بدست امده نیز بیشتر می

شودکه دراین صورت صافی سطح به اندازه یک HBL است ودر صورتی که خطوط بدست آمده بصورت منحنی های دیگری باشدکار کمی مشکل تر خواهد شد که منحنی های زیرمرجع مناسبی برای تفسیر این خطوط است .



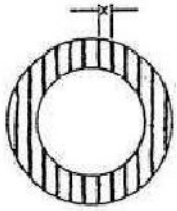
شمائی ازدستگاه Optical Flat

۱-درصورتی که باندهای ایجادشده بین قطعه وشیشه مستقیم وباهم موازی وبافاصله مساوی باشندصافی سطح اب بندHBLخواهدبود.(البته فاصله این خطوط بستگی به فاصله هوائی بین شیشه وسطح دارد.

۲-درصورتی که باندهای ایجادشده بصورت دایره ای وهم مرکزبافطعه باشندصافی سطح قطعه به اندازه تعداددایره HBLخواهدبود.درصورتی که باندهای تشکیل شده بصورت دایره های حلقوی غیرهم مرکزباعدسی یاقطعه پرداخت شده باشدوضعیت صافی سطح به اندازه تعدادنقاط حاصل ازرسم یک خط فرضی معاس مستقیم(معاس بزرگترباندهابابیشترین باندقطع شده توسط این خط فرضی)HBLاست.

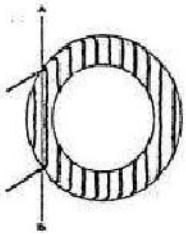
۳-اگرباندهای تشکیل شده متناقض باشک یاچندباندازبین رفته باشد دراین حالت بایددوخطفرضی که باهم زاویه ۹۰درجه می سازندویکی ازانهاعمودبرباندهای تشکیل شده باشدرسم نمودودوخط ABراتحت زاویه۴۵درجه به دوخطمذکورمتصل نمودکه دراین حالت تعدادنقاط برخورد خط ABوباندهای قطع شده مبین تعدادHBLصافی سطح قطعه است.

LIGHTBAND READINGS



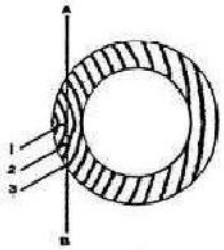
FLAT—The most prominent seal face band pattern produced at DMC and is flat to within one light band. Distance "X" is dependent on the amount of air between the optical flat and the face, and has nothing to do with flatness.

(a)



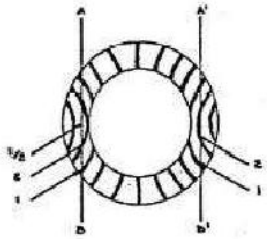
Bands bend at outer edges and indicate wash out of the periphery due to the polishing process. This is a normal pattern and is related to flatness. Line AB intersects one black band. The areas contacted by AB show the face out 1 light band.

(b)



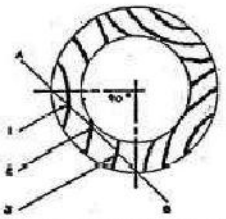
Bands bend on one side and show an out of flat condition of 3 light bands. Since line AB intersects 3 bands as illustrated by arrows, this pattern is out of flat beyond the acceptable quality level imposed on Dura Seal Seal Faces.

(c)



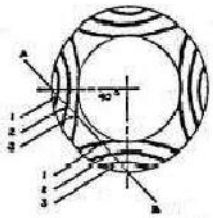
2 bands are intersected by Line AB and fall between 2 at the center of the ring indicating 2½ light band curvature. Line A'B' intersect 2 bands that curve in opposite direction to those intersected by Line AB. We assume point X indicates an egg shaped curvature of 2½ light bands.

(d)



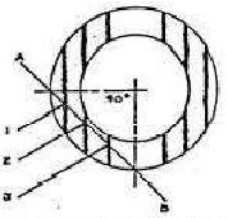
Bands show a saddle shape out of flat condition of 3 light bands.

(e)



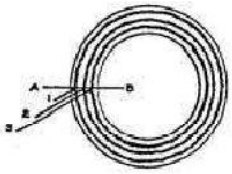
Bands again show a saddle shape out of flat condition. However, in this illustration, we have 6 bands intersected or 6 light bands out of flatness.

(f)



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

(g)

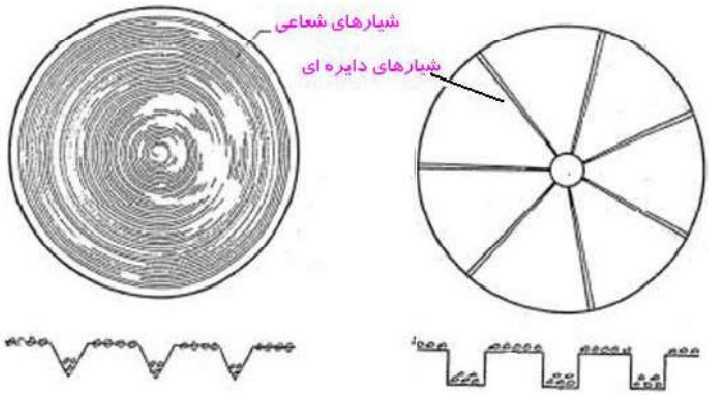


Band symmetrical pattern indicates a concave or convex flat. In this case, we count the total number of bands on the part. Line AB intersects 3 bands.

(h)

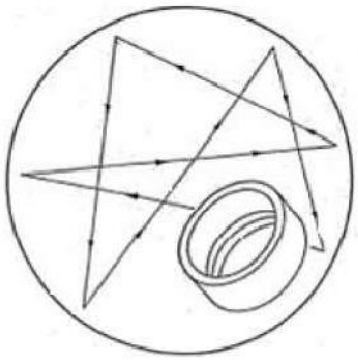
صیقل وپالیش کردن سطوح اب بندی

همانطور که قبلا نیز ذکر شدسطوح اب بندی رابسته به وضعیت ان تا چندین مرتبه می توان تعمیر یاLapنمود وازانهااستفاده کرد . لپ کردن یا صیقل کردن به دوطریق انجام می شود یکی بصورت دستی ودیگری بااستفاده از ماشین لپینگLap Masterاست که درعمل هردومکانیزم مثل هم هستند وروش کار به این صورت است که قطعه مورد نظر روی سطح مربوطه که غالبا ازجنس چدن است وسطح ان سنگ زده شده ودارای شیارهای دایره ای یا مربعی است تا ذرات ساییده شده در انها به دام افتند با پودر های الماسه (که دارای انواع مختلفی از نظر اندازه ذرات اند)Diamondروی هم انقدر حرکت داده می شوند تاناصافی ها ازبین برود وبه یک سطح صاف تبدیل شودوعملیات 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 بایدطوری باشدکه تماس سطوح در کلیه نقاط انجام شود(زیرا هردو قطعه ساییده می شوندو درغیر این صورت باعث حتی ناصاف شدن بیشتر قطعه اب بندی هم می شودکه توصیه براین است که طبق تجربه هر ازچند گاهی سطح سنگ لپ نیزسنگ زده شود.درشکل زیرنحوه صحیح حرکت قطعه روی سنگ لپ نشان داده شده است .



جهت حرکت دست درحین لپ کردن قطعه
روی سنگ لپ برای استفاده ازکل سطح ان

لازم به توضیح است که به هیچ وجه نباید سطوح کربنی را روی سنگ لپ وباپودر های الماسه لپ نمودزیرااین عمل باعث نفوذذرات نوک ریز تیز داخل سطوح اب بندی وگیرافتادن انها درداخل کربن رینگ شده وپس از نصب ودرسرویس امدن پمپ باعث ایجادخراش روی سطح سخت می شود(دقیقامثل ماشین تراش)که

درمدت زمان کمی باعث سایش شدید ان می شود.معمولابرای لپ کردن سطوح کربنی از کاغذ سمباده های چهار صفر استفاده می شود.

حفاظت از سطوح اب بندیProtecting The Seal Faces

سطوح آب بندی مکانیکال سیلی که از کارخانه سازنده بیرون می آید با ترانس 1-3HLB (باند نور هلیوم) صاف وصیقل 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 لپ Lapping Block بدست آید .

برای سطوح سخت مثل سرامیک . سیلیکون کاربایـد و تنگستن کاربیـد 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 نورتک رنگ Monochoromaticهیچ راهی وجود ندرد 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 وتغییر شکل Distortionمی دهندو ایجاد نشتی می کنند . همچنین برای نصب سیل رینگ هایی که هر دو طرف نیا مهار می شود Clamped Ring باید محل های نشیمن رینگ کاملا صاف و صیقی باشدو بین انها واشر قرار داده شود و ازگلندهای چهار پیچه استفاده شود . در یک پمپ با بدنه دو تکه Split Case, سطوح پمپ باید کاملا ماشینکاری شوند تا سطوح قرار گیری مکانیکال سیل کاملا" صاف و عمود باشند

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

۲-مکانیکال سیل های سرامیکی خیلی تردوشکننده اندوباید هنگام نصب Over Stressنشوند(استفده از گسکت بین انها.

۳-محافظت ازسطوح وباز نکردن پوشش های لاستیکی مکانیکال سیل هاتقل از نصب.

٤-درمحیط هایی که گردوغبار وجود د ردسطوح گریسکاری نشوند.

۵-برای مایعاتی نظیرفریون امونیاک ومواد سبک وکلا موادی که درحین نشت تبخیر می شوندویخ می زنند سطوح ب بندی نباید روغنکاری شوند.

۶-قبل از جمع کردن مکانیکال سیل دید دست ها شسته شودو محیط کارتمیز باشد

۷- ازپارچه های تمیز استفاده شود.

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

۹-مسائل وچکینگ 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 مواردزیر:

بر عکس قرار دادن رینگهای V شکل , فرار 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 تسط کافی یا نقص در فهم چگونگی استفاده از سیل مثال هائی از این نوعند .

۲-خراب شدن اب 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 .

٤-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 بن عیب شود . نیروی فنر نه تنها دو سطح آب بندی را به هم فشارمی دهد بلکه در خیلی ار اب بندها سیلهای ثانویه را نیز روی شافت ب بندی می کند.

٥-هم محوری نامناسبMisalignment

مسلما" هم محوری برای عملکرد رضایت بخش و صحیح اب بند مهم و حیاتی می باشد , مسئله مهم و اصلی اطمینان از عدم وجود حرکت محوری شافت می باشد و اینکه سطوح اب بند روی شافت بطور کاملا" قائم و صاف حرکت می کنند و روی هیچ کدام ز 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 اب بند ها پس از نصب علت خرابی مشمول چهار عیب اول خواهد بود . ماشینیستی که سیل را نصب می کند باید قبل از بستن پمپ از چک کردن چهار مورد اول اطمینان حاصل کند که البته این راحت تراز ان است ت بخواهد کار دوباره کاری انجام دهد.

حرکت سریع شافت به جلو و عقب(حرکت محوری) حتی چند هزارم اینچی باعث کوتاهی عمر سبل 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 prm ۳۶۰۰ در دور

یک ساعت / بار ٤۳۲۰۰۰ × ۶۰

یک شبانه روز / بار ۱۰۳۶۸۰۰۰ × ۲٤

در این صورت حداقل سطوح اب بندی حتی به اندازه " 1/10000 اینچ می توند 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 . سیهای بلوزی بهتر از سیلهای فشاری از غیر هم محوری تبعیت می کنند.

خاصیت ارتجاعی اورینگ ها اغلب بهتر ز 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 محورنبودن سطح ثابتStationary Ring Misalignment

این هم محوری مهمترین عامل بحرن 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 استفده نمود تا مطمئن شویم که اینها کاملا" روی هم قرار گرفته اند . متاسفانه طرح های زیادی از گلندها هست که هیچ راهی برای چک کردن رینگ ثابت در آنها وجود ندارد .

مسائل قبل از نصب مکانیکال سیل هاPre-Instalation Machine Check

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

۱-صاف بودن محورShaft Straightness

۲-بالانس حرمیRotational Balance

۳-دو پهنی محورShaft Run Out

٤-لقی بریگ هاShaft Bearing Clearance

۵-اندازه قطرشافت یا سیلیوShaft/Sleeve Diameter

۶-صافی سطح شافت یاسیلیوShaft/Sleeve Surface Finishing

۷-سختی سطح سیلیوSleeve Sealing And Hard Facing

۸-خارج ازمرکزی داخل استافین باکسConcentricity Of Seal Chamber Bore

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

۱۰-تولرانس سیلیوSleeve Fit

۱۱-حداکثر انحراف محورOverall Shaft Concentricity

۱۲-حذف نقاط تیزSharp Edge

۱۳-دقت سطح سطوح اب بندیSurface Finish Of Seal Face

که ذیلا به شرح ومحدوده های مجازان ؛رداخته می شود.

صاف بودن محورShaft Straightness

قبل ازنصب 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 گیرانجام می شود که طبق استاندارد های جهانی اعدادقرائت شده بسته به دوردستگاه بایداز اعداد زیرکمتر باشد:

۱-برای دورهای کمتر از1800 r.p.m حداکثر 0.004اینچ.

۲-برای دورهای بیشتر از1800r.p.m حد اکثر0.002 اینچ.

بالانس جرمیRotational Balance

با توجه به اینکه لرزش وارتعاشات زیادباعث خرابی زودرس مکانیکال سیل ها می شودمحورهائی که مکانیکال سیل روی انهانصب می شودباید با دقت بالانس گردد که طبق استانداردهای بین المللی براساس دورماشین ازاستانداردهای زیر استفاده می شود:

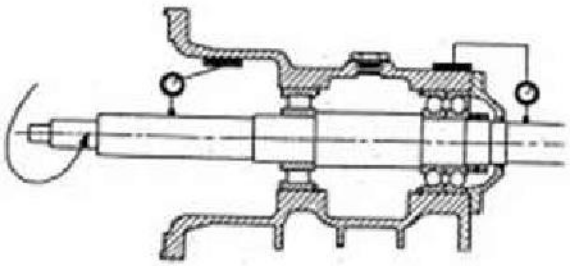
۱-برای دور های کمتر از3000r.p.m ازاستاندارد G6.3 .

۲-برای دور های بیشتر از3000r.p.m ازاستاندارد G2.5.

دو پهنی محورShaft Run Out

۱-برای دور های کمتر از1800r.p.m حداکثر0.004 اینچ.

۲-برای دورهای بیشتراز 1800r.p.m حداکثر0.002 اینچ.



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

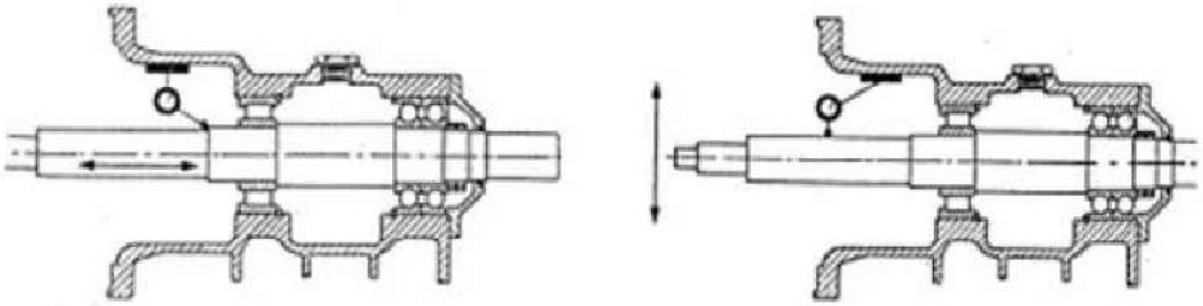
لقی برینگ هاShaft Bearing Clearance

حرکت های جانبی بیش ازحدمحورباعث جداشدن یاروی هم سرخوردن سطوح اب بندی می شود که یکی ازعواملی که باعث ایجاداین حرکت های اضافی می شود لقی بیش ازبلنافان هااست که محدوده مجازان به قرار زیراست:

۱-حداکثرحرکت شعاعی برای بال برینگ ها0.003 اینچ.

۲-حداکثر حرکت محوری برای بال برینگ ها0.003 اینچ.

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



اندازه قطر شافت یا سیلیو Shaft/Sleeve Diameter

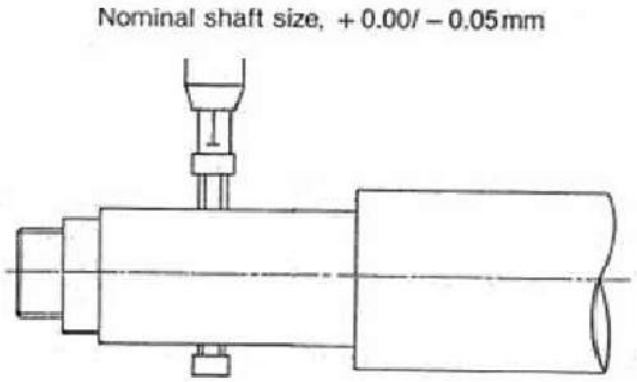
۱-میزان انحراف شافت حداکثر 0.002 اینچ است.

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.



صافی سطح شافت یا سیلیو Shaft/Sleeve Surface Finishing

صافی سطح نیز بستگی به نوع اب بند ثانویه دارد و برای:

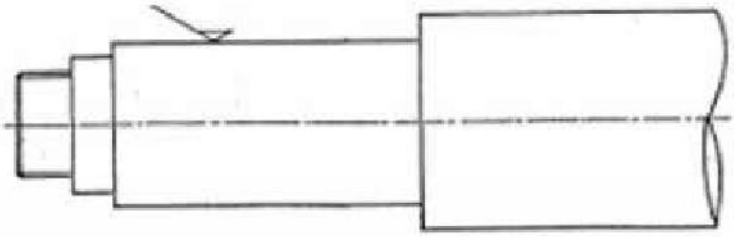
۱- اورینگ های استاتیکی حداکثر 25 میکرواینچ.

۲- اورینگ های نوع دینامیکی حداکثر 10-4 میکرواینچ.

۳- گوه های تفلونی حداکثر 10-4 میکرواینچ.

٤- بلوزهای لاستیکی حداکثر 50-30 میکرواینچ.

0.8 micrometers centre-line average.



سختی سطح سیلیوSleeve Sealing And Hard Facing

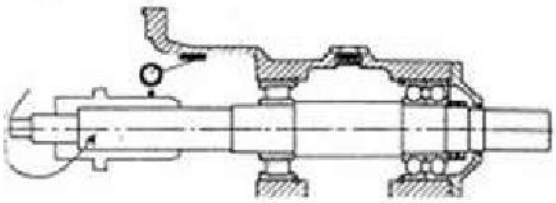
اب بندی سیلیو زیرمحور توسط اورینگ گسکت یا پکینگ انجام می شودومیزان سختی سطح سیلیو درمحل فرارگیری اورینگ حد اقل باید 500 بریبل سختی داشته باشد.

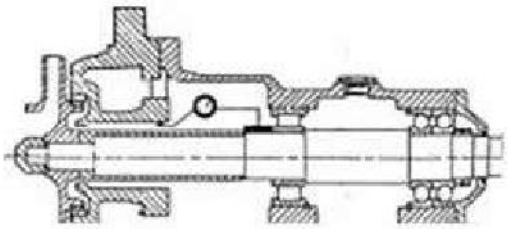
خارج ازمرکزی داخل استافین باکسConcentricity Of Seal Chamber Bore

برای دور های کمتر از1800r.p.m حداکثر0.004 اینچ است. برای دور های بیشتر از1800r.p.m حد اکثر0.002 اینچ است. که مقادیر فوق با ساعت های اندازه گیر اندازه گیری می شوند.

خدمجازخارج ازمرکزی 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

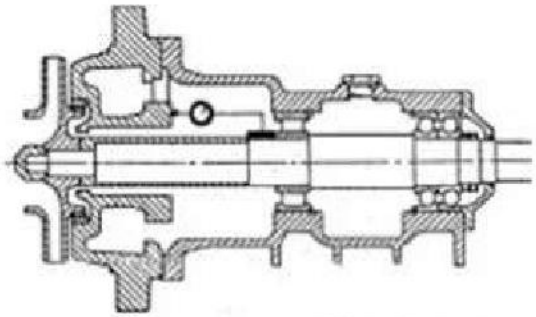
برای دور های کمتر از 1800r.p.m حداکثر0.004 اینچ.

برای دورهای بیشتر از1800r.p.m حد اکثر0.002 اینچ.

در محل نصب سیل پلیت

تولرانس عمودبودن شافت نسبت به سطح استاتیک باکس

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



تولرانس سیلیو Sleeve Fit

برای راحتی مونتاژ و دمونتاژتولرانس نصب تا دور 4500 r.p.m انطباقH7/g6استفاده می شود

حداکثر انحراف محور Overall Shaft Concentricity

حداکثرعددی که درطول محور به توسط ساعت اندازه گیری می شود(درچندین نقطه)نباید بیشتر از0.003 اینچ باشد

حذف نقاط تیز Sharp Edge

حذف نقاط تیز درمحل تغییرقطر شافت ازطریق پخ دادن وتحت زاویه ده درجه انجام می شود که این پخ ها دراریبSplines, Shaft Step, Keyway وسوراخ ها بایدانجام شود

دقت سطح سطوح اب بندی Surface Finish Of Seal Face

حدمجازخرداخت 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

تاقطر ۷۵ mm	2 lightbands (0.0006 mm)
ازقطر ۷۵mm تا ۱۵۰ mm	3 lightbands (0.0009 mm)

قواعد کلی General Rules

اگر سطوح آب بند قبلا" استفاده شده(تعمیری) قبل از استفاده مجدد آنرا با دستگاه نوری مجددا چک شود

اگر سطوح آب بند بازسازی یا لپ شده اند قبل از استفاده مجددا چک شوند .

سطوح اب بندها را تا قبل از نصب انها روی پمپ کاملا محافظت کنید.

سطوح اب بندهای اغشته به روغن را در جاهائی که گرد و خاک وجود دارد قرار ندهید .

سطوح اب بندهایی که در , آمین , فرئون , محصولا ت سبک یا سیلاتی که وقتی نشت می کند , تبخیر می شود(وایجاد 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 انها برخورد نکند .

هنگام استفاده از رینگ های کلمپس شده اطمینان حاصل کنید که سطوح کاملا" صاف و تخت شده باشد .

اگر می خواهید روی سطوح اب بندها فشار بیاورید از پارچه های تمیز استفاده کنید .

از قرار دادن سطوح اب بند روی سطوح دیگر خودداری شود.

برای براق نمودن و تمیز کردن سطوح اب بندی از دستمال کاغذی استفاده کنید .

شافت باید تمیز , عاری از فرورفتگی جای پیچ ها موانع تیز , زنگ زدگی و گوشه های تیز باشد

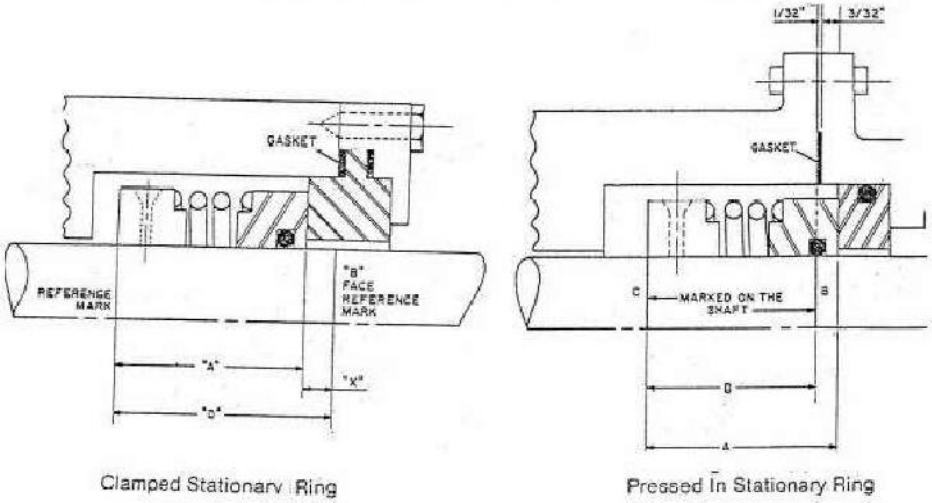
دندانه های پیچی روی شافت باید پوشانده شوند یا این قسمت دارای قطر کمتری نسبت به شافت باشند .

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 انها می شود.

نصب مکانیکال سیل ها Positioning The Seal

در یک پمپ با پروانه معلقOver Hung مانند شکل زیر ابتدا پمپ باز می شود اب بندگینه 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 .



Clamped Stationary Ring

Pressed In Stationary Ring

سپس روی شافت در محل قرار گیری محفظه آببندی 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 (درمحل نصب سیل) بر روی آن نمایان شده است ،در آورده می شود اگر رنگ ثبت مانند شکل a تا د خل محفظه آببندی ادامه دارد فاصله xتوسط 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 قراردارد) . این اندازه را می توان از روی نقشه ها و یا روی اطلاعات همراه با مکا نیکال سیل بدست آورد . در هر دو شکل فوق اندازه طول عمل کرد A می باشد. سپس با اندازه گیری x و جمع کردن ان باطول عملکرد مشخص می شود انتهای سیل براساس خط سطح در کجای شافت باید بسته شود .

شکل h مربوط به پمپ با رینگ ثابت پرس شده است در این پمپ بـ اندازه گیری مشخص می شود که صورت ثابت چقدر از سطح جبه آببندی 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 رو ی شافت علامت بزنید.

۲-طول عملکرد سیل را بدست آورید .

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

٤-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 Compresstion

دربعضی ازطراحی ها روی سطح سیلبوانها سوراخ می شود Countersunkتا پیچ های نگهدارندهSet Screwدر داخل ان قرارگیرند و باعث می شودسیل در اثر فشار زیاد نلغزد. اگر گسکت ها، سطوح اب بندی و فنر ها تغییر نکرده باشند موقعیت قرار گیری شافت نمی تواند بیشتر از1/32 اینچ تغییر کند ولی در غیر این صورت احتمال تغییر کردن محل نصب وجود دارد. اگرازپیچ های یک بار مصرف استفاده شود (چون پیچ ها معمولا تغییر شکل می دهند) نیازی به این کار نخواهد بود مگر اینکه موقعیت قرار گیری سیل در جاهای فشار بالاباشد. براساس نوع مکانیکال سیلی که استفاده می شود نیروی فشاری فنرها متفاوت است (معمولا نیروی فنری مکانیکال سیل ها بین ۱۵تا۵۰ پوند است) .

برای سیلهای بلوز لاستیکیRubber Bellows تک فنری , فنرها بطور عادی تا نیمی از طول آرادشان یا ۸۰ درصدکل حرکتشان فشرده می شوند , بیروی فنر باید به اندازه ای دشد 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

فنربرای نگهداشتن سطوح اب بندی در محل خود در نظر گرفته شده ما در بعضی ازمکانیکال سیل ها ممکن است کارآمد نباشد. کارخانجاتCRANE وSEALOL روی مکانیکال سیل های فشاریPusher 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 قاعدتا" 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 اینهاباید نقشه یا اندازه ها را د شته باشید . بعضی بلوزهی د وزق 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 میز ن فشردگی معمولا" "" 0.100تا " 0.125 اینچ می باشد ولی مهم است که دقیقا این مقدارکنترل شود . فشار بیش از حد فنرموجب 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 چنددسته تقسیم بندی کردکه ذیلا به شرح ان پرداخته می شود:

الف- مسائل ومشکلات مکانیکی

ب-حرارت زیاد

ت-مشکلات مکانیکی مکانیکال سیل

ث-مسا ئل ناشی ازنصب مکانیکال سیل

ج-جداشدن سطوح اب بندیFace Separation

چ-مسائل عملیاتی

مسائل ومشکلات مکانیکی

که شامل:

۱-خمیدگی محورBent Shaft.

۲-خرابی بیرینگ ها با زیاد بودن کلرنس انها.

۳-نا هم محوری Misalignment

٤-تنش های سیستم های لوله کشیPipe Stress.

٥-نابالانسی اسمبلImpller Unbalance.

٦-تغییرشکل دادن محور Shaft Deflection.

٧-خرابی اب بند های ثانویه یا اورینگ ها.

٨-لرزش وارتعاشات زیاد.

٩-حرکت محوری زیاد شافتEnd Play.

١٠-تغییرشکل دادن سطوح اب بندیDistorsion

حرارت زیاد

که ناشی از:

١-زیاد بودن نیروی فنری(اشتباه بودن جهت فنر یا نامناسب بودن جنس فنر).

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

٣-کاویتاسیون.

٤-Dry Runningناشی از عدم هواگیری پمپ یااستافین باکس.

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

٦-بالابودن درجه حرارت مایع پمپ شونده.

٧-گرفتگی مسیر های سیل فلش یاعملکرد نامناسب کولر سیل فلش.

٨-قطع شدن سیل فلش یانامناسب بودن وبسکوزیته ان.

٩-تبخیر مایع بین سطوح اب بندی.

١٠-قطع بودن سیستم Steam Quench.

١٢-بالابودن بیش از حد یا کم بودن بیش از حد فشارمحفظه اب بندی.

١٣-مسدود بودن یاعمل کردنامنسب سیستم Jacket Coolingاستافین باکس

١٤-زیاد بودن نیروی فشاری روی سطوح اب بندی.

١٥-عکس بودن جهت فنردرمکانیکال سیل های تک فنری

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

١٧-استعاده ازمکانیکال سیل بالانس نشده به جای سیل بالانس شده یا مناسب نبودن درصد بالانس.

١٨-لقی کم بین قطرخارجی مکانیکال سیل وقطرداخلی استافینگ باکس

١٩-لنگی یاخمیدگی زیادشافت

٢٠-بالا بودن دورشافت

٢١-صافی سطح نامناسب سطوح اب بندی

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

مسدودشدن جاکت کولینگ اطراف استافینگ باکس

مشکلات مکانیکی مکانیکال سیل

۱-ناصاف بودن سطوح اب بندی ووجود خش وخط روی انها.

۲-پریدگی اورینگ ها واسیب دیدن انها.

۳-ناصاف بودن محل قرار گیری اورینگ هـ بالاخص اورینگ دینامیکی روی سیـو.

٤-نامناسب بودن نوع اورینگ که باعث افزایش یا کاهش میزان فشردگی ان می شود.

۵-مناسب نبودن طول موثر مکانیکال سیل ونصب غلط ان(طبق نقشه بر ساس 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 مدیع پمپ شونده(تاثیرات شیمیائی).

۹-اشتباه درجمع 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

۱٤-جام شدن در اثر رسوبات مواد جامد

۱۵- جام شدن بلوز روی شافت یا بلوربه علت در گیر شدن ان با گلید هدی مربوطه

۱۶-خورده شدن شیمیائی به دلیل مناسب نبودن قطعات ان با شرایط عملیاتی

مسا ئل ناشی ازنصب مکانیکال سیل

۱-کار در محل کثیف وپر گردوغبار.

۲-تمیز نبودن دست ها وابزار های کار.

۳-هم محور نبودن مکانیکال سیل باهوزینگ برینگ وپمپ.

٤ مناسب نبودن محل قرارگیری سیل پلیت روی شافت وبدنه 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 دراثر 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

۱۲مناسب نبودن جای گلید ها یامحل رزوه ها روی شافت

جداشدن سطوح اب بندیFace Separation

۱-حرکت محوری شافت.

۲-تبخیر مایع بین سطوح اب بند.

۳-نا هم محوریMisalignment.

٤-مناسب نبودن مایع سیل فلش.

۵-ضربه قوچ در حین ازسرویس خارج کردن پمپ.

۶-خرابی یاتاقان ها.

۷-نامناسب بودن اورینگ ها وتاخیرزمانی دربسته شدن سطوح.

۸-وجود اب درمایعات نفتی

۹-لرزش وارتعاشات

۱۰- کارکردن پمپ زیرشرایط مینیمم فلو

۱۱-کاویتاسیون به دلیل پایین بودن فشاروروردی پمپ

۱۲-بالابودن سرعت مایع سیل فلش به داخل محفظه استافین باکس ۲

۱۳-بالابودن دمای محفظه استافین باکس

۱٤-متناسب نبودن درصد بالانس مکانیکال سیل وافزایش حرارت تولید شده در سطوح اب بندی

مسائل عملیاتی

که شامل:

۱-هوا گیری نکردن مناسب پمپ بخصوص محفظه اب بندی که باید زمن مناسب به ان داده شود .

۲-ورود ذرات جامد به محفظه اب بندی که باعث جام شدن سیل می شودبه علت نامناسب بودن سایز مش های صافی ورودی پمپ

۳-راه اندازی وبستن بیش از حد وغیراصولی.

٤-کاویتاسیون.

۵-ضربه قوچ با Hammering.

۶-Recirculationناشی از کارکرد پمپ درشرایط غیر طراحی.

۷-بالارفتن بیش از حد درجه حرارت مایع.

۸-مسدودبودن کولرها یامسیر های سیل فلش.

۹-مناسب نبودن سایز Mesh صافی ورودی.

۱۰-دوفازشدن مایع(وجودمایع درموادنفتی).

۱۱-چسبیدن سطوح اب بنددرمدت زمان طولانی دراثرساکن ماندن.

۱۲-خورندگی مایع.

۱۳-جام شدن فنرها ناشی ازرسوبات.

۱٤-تغییرشکل سطوح اب بند ناشی از فشرودرجه حرارت بالا.

۱۵-مناسب نبودن مایع سیل فلش ازلحاظ ویسکوزیته وروان کنندگی.

۱۶-مناسب نبودن جهت دور الکتروموتور.

۱۷ -عدم تستشوی مناسب قسمت های بیرونی مکانیکال سیل در شرایطی که پمپ درسرویس نیست به علت بسته بودن مسیرSteam 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 وطول عمر ان پایین اید.

۱۸- گرم کردن سریع وغیر 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 وافزایش سایش می شود.

تاثیرات در جه حرارت بالا روی مکانیکال سیل ها

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

۲-افزایش چسبندگی بعضی از مایعات نظیر امین ها.

۳ کم شدن ویسکوزیته سیال وشکسته شدن فیلم مایع بین سطوح اب بندی واختلال در سیستم روانکاری سطوح

٤-افزایش سایش وکاهش طول عمر قطعات

۵-تشکیل کک

۶-سوخته شدن اورینگ ها ودیگر قصعات لاستیکی

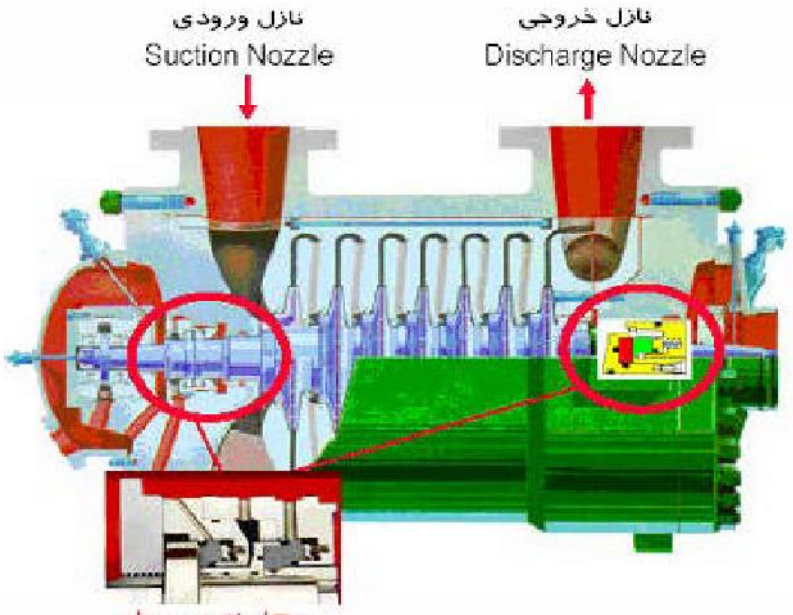
۷- باعث تغییر شیمیائی مواد می شود

۸ باعث افزایش حجم اورینگ ها وانبساط دیگر قطعات ونهایتا جام شدن مکانیکال سیل می شود.

آب بندهای خشک Dry Gas Seal

یکی ازمهمترین اجزاوقطعات کمپرسورهای گریزازمرکز که درصنایع مختلف اعم ازگاز،نفت ،پتروشیمی وپالایشگاه هابه عنوان کمپرسورهای متراکم کننده و Recycle Gas برای به گردش درآوردن گاز هیدروژن درداخل راکتورهای فعل وانفعالات شیمیائی مورد استفاده فراوان قرارمی گیرندسیستم آب بندی انهااست که به دلیل اختلاف فشارنسبتا زیادی که بین گاز داخل کمپرسورومحیط بیرون وجود دارد درصورت اختلال درکارآب بندی احتمال خطرات بسیارزیادی می تواندبه دنبال داشته باشد که بدین لحاظ سیستم آب بندی انها باید کاملایمن وضریب اطمینان بسیاربالائی داشته باشد.

شمائی ازیک کمپرسورگریزازمرکزچندمرحله ای فشاربالا



محل نصب سیل

درکمپرسورهای فشارپایینی که گازهای بی خطری رافشرده می کنند صرف نظرازمسائل ایمنی وزیست محیطی نشتی ازنظراندازه مصرف شده وآلودگی های صوتی نیز قابل بحث است وباید به هرصورت کارآب بندی به نحواحسن انجام شود.

بلاوجه به پیشرفت علم وتکنولوژی درطی سال های اخیرمهندسان وطراحان درصدد طراحی و ساخت سیل های پیشرفته تری بوده اند که بتواندمعایب سیل های قدیمی رامرتفع نماید که سرانجام ان به طراحی وساخت سیل های خشک Dry Gas Seal منجی شد که کلیه معایب سیل های قبلی را پوشش می دهند. همانطورکه ازنام این سیل ها مشخص است این نوع سیل هابصورت خشک کارمی کنندوبازی به روغنکاری ندارند به عبارت دیگر سطوح آب بندی روی فیلم نازکی ازگازمی چرخندو هیچگونه تماسی باهم ندارند.

با عنایت به مزایای مهم مکانیکال سیل ها یکی ازمحدودیت های استفاده از مکانیکال سیل ها روی سیستم های گازی(کمپرسور های گریز ازمرکز)عدم توانائی آنها درروانکاری گازبین سطوح آب بندی است(برخلاف مایعات که یک فیلم مایع روانکاربین سطوح بوجودمی آورند) همین امرباعث شده است که ازسالها پیش برای

آب بندی گازهادرکمپرسورهای گریز زمرکز از لابیرینت ها وکربن رینگ ها وهمچنین برای آب بندی گاز های سمی وخطرناک بافشاربالاازسیل های روغنی استفاده شود.باتوجه به این که سیل های نوع روغنی از سالها قبل وتقریبا بدون هیچ تغییری روی کمپرسورهای گریزازمرکزفشارهای بالامورداستفاده قرارگرفته اند ولی دارای معایبی نیزهستند که ذیلابه شرح آنهاپرداخته می شود.

معایب سیل های روغنی

۱-هدررفتن مقداری روغن درهرشبانه روز به دلیل اغشته بودن ان به گاز پروسس درتراپ های روغن.

۲- بالا بودن هزینه های نگهداری آنهانه دلیل نیاز به تجهیزات زیادمکانیکی(اعم از پمپ های توربینی الکترومو توری،کولرها،فیلترهاومخزن روغن بالایی یاTop Tank.....)سیستم های کنترلی ابزار دقیقی شامل کنترل ولوهاوسیستم های کنترلی برای تنظیم نمودن فشارها واقت فشارهاو.....

۳-معکوس شدن جریان گاز یاروغن باعث نرسیدن روغن به سیل ها وسوختن آنهاوایجادنشتی زیاد کمپرسور می شود که باعث بسته شدن واحدعملیاتی وکاهش تولید می شود.

٤-درصورت خرابی سیل هایاسوخته شدن آنها به دلیل نرسیدن روغن به محور یا غلافی که زیر محل قرار گیری سیل رینگ هاست نیز اسیب می رسدکه بایداجبارا رتور وباندل نیز ازداخلBarrelبیرون کشیده شود (رتوربایدتعویض شود) که نیاز به صرف وقت زیادی برای تعمیرات ان است .

۵-بالاتر بودن توان مصرفی سیستم Driver به دلیل اصطلکاک روغن سیل کننده ومحور(زیادبودن سطح تماس بین سیل ومحور).

۶-بالابودن توان مصرفی برای سیستم های جانبی Seal Oil نظیرالکتروموتورها وتوربین های سیل اویل و همچنین اب کولینگ برای خنک کاری روغن سیل اویل و.....

۷-نیاز به صرف هزینه های اولیه بالابرای تامین سیستم های جانبی تامین روغن سیل اویل.

۸-مشکل بهره برداری وراه اندازی وازسرویس خارج کردن این نوع دستگاه ها که نیاز به افراد متخصص داردودرفواصل زمانی کلیه سیستم های ابزاردقیقی بایدچک شوندتاازکرکردن صحیح آنهادرحین کاربتوان اطمینان حصل نمود.

البته این نکته نیزقابل ذکراست که روغن خارج شده ازسیل هاLossبسته به نوع گازکمپرسوربانجام اقدامات جزئی نظیرسانتریفیوژکردن برای بارهای متوالی قابل استفاده مجددمی باشدودراین گونه مواردشایدتوجیه اقتصادی برای جایگزین کردن سیل های خشک بجای سیل های روغنی وجودنداشته باشد.

البته لازم به توضیح است که این نوع آب بندد رجایگاه خودبسیار بی نظیروعالی بوده وبه همین دلیل بیش از چندین دهه درکلیه صنایع نفتی دنیا بدون نیاز به هیچ تغییری مورداستفاده قرارگرفته است ودرشرایط عملیاتی اضطر ری بدون هیچگونه مشکلی امتحان خودراپس داده است ولی باتوجه به معایب ان وبا توجه به پیشرفت علم وتکنولوژی از دهه ۸۰ به بعدسیل های بدون روغن جایگاه خود رادراکثر صنایع بازکرده وجایگزین سیل های روغنی شده اندبه عبارت دیگرکمپرسورهائی که درطی سال های اخیر ساخته شده

اندباین نوع طراحی ساخته شده اندوباحذف سیستم سیل اویل که هزینه های اولیه بسیارزیادی دارد توجیه اقتصادی قابل قبولی دارند.

درطی سالهای گذشته استفاده ازسیل های نوع خشک برای آب بندی گازداخل کمپرسورهای گریزازمرکزتوسعه زیادی پیداکرده است ودراغلب کاربردهااین نوع آب بندهاجایگزین سیل های قدیمی روغنی شده است.امروزه بیش ازهشتاددرصدکمپرسورهای گریزازمرکزی که ساخته می شوندمجهزبه سیل های گازی نوع خشک می باشند.

مزایای سیل های خشکDry Gas Seal Advantages

سیل های خشک علاوه براین که قدرت پوشاندن اکثرنقاط ضعف سیل های روغنی هستنددارای مزایای زیر نیزمی باشند:

۱-کاهش اصطکاک لغزشی بین سطوح آب بندی به دلیل ایجادبالشتک گازی.

۲-عدم تماس مستقیم سطوح آب بندی وعدم ایجادفرسایش.

۳-عدم تولیدحرارت دراثراصطکاک سطوح.

٤-کاهش الودگی های زیست محیطی.

۵-قادربه تحمل نمودن حرکت محوری رتورمی باشند.

۶-برخلاف سیل های روغنی درصورتی که برای یکی ازسیل هامشکل جزئی بوجودایداین مشکل سیل طرف دیگررانحت تاثیرقرارنمی دهد.

معایب سیل های خشک

۱-باتوجه به این که سیل های خشک بافلزاس های خیلی بالائی طراحی شده اندمسائل مونتاژ ودمونتاژ آنهانیز باید بادقت فوق الاده زیادی انجام شودونیازبه نیروهای کاملا تخصصی برای کررروی آنهااست.

۲-امکان تعویض قطعات ان درواحدوجودنداردوکلیه کارهای تعمیراتی روی آنهاباید درکارخانه سازنده انجام شود.

۳ امکان تعمیرآنهاتوسط مصرف کننده وجودنداردوشرکت های سازنده هیچگونه قطعه یدکی به مصرف کننده نمی فروشند.

٤-این نوع سیل هاحساسیت فوق العاده زیادی نسبت به رطوبت وذرات جامددارندوورودذرات جامد بامایعات (بخارات)می تو ندمنجربه ازکارافتادن سیل شود.

۵-درصورت ورودمایع به کمپرسوریدمحفظه سیل هانیازبه بازکردن کمپرسوروتعویض سیل الزامی است.

۶-هزینه تعمیرات آنهافوق العاده زیاد ست.

۷-خریدآنهاکاملا انحصاری وتحت اختیارشرکت سازنده است .

۸-درصورت بجادمشکل برای سیل هیچگونه اقدامی نمی توان برای ان انجام دادودرصورت نشتی زیاد کمپرسور باید ز سرویس خارج شودوخارج کردن کمپرسورهای گازگردشی درپالایشگاه هاهمراه بابستن واحدوتوقف خط تولیدخواهدبود.

۹-به دلیل ثابت بودن فنرهای سیل امکان خودتمیزکنندگی Self Cleaningبرای ان وجودنداردومی تواند منجر به جام شدن ان شود.

۱۰-عملکرداین سیل هادرشرایط اضطراری که باعث به هم خوردن شرایط عملیاتی می شودتجربه نشده است.

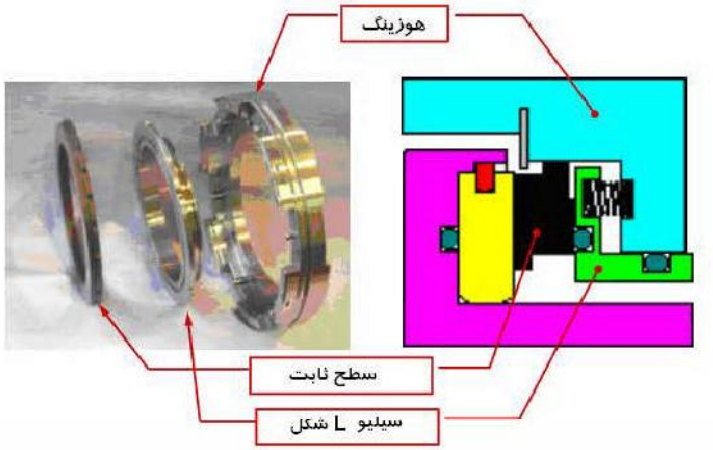
البته بیشترین کاربرداین نوع سیل هابرای کمپرسورهائی است که درایستگاه های تقویت فشارگازدرسرویس می باشندوچندین دستگاه کمپرسوردرکنارهم بصورت موازی کارمی کنندواست(کمپرسوریدک وجوددارد) ودرصورتی که یکی ازآنهامشکل پیداکندامکان ازسرویس خارج نمودن ان بدون ایجادهیچگونه مشکلی برای تولیدفراهم است ودرمواردی که کمپرسورهای یدک وجودنداردباتوجه به حساسیت این سیل استفاده ازسیل های روغنی بسیار ایمن تراست وبااعتماد بیشتری که دارندخللی هم درتولیدنمی تواندبوجودبیاورند.

لازم به توضیح است که درسیل های روغنی درصورتی که مشکل جزئی روی سیستم آب بندی بوجودابد باانجام اقداماتی نظیرتغییرفشاربافرگازتغییردادن فلووفشارروغن سیل اویل,کم وزیادکردن سطح روغن داخل تاپ تانک وبالاوپایین بردن دور پمپ های سیل اویل می توان تامدت تقریبازیادی ازسیل آسیب دیده استفاده نمود.

ساختمان واصول کارسیل های خشک Structure And Seal Function

اصول آب بندی این نوع آب بندها مثل مکانیکال سیل ها Seal Faceاست وشامل یک رینگ دوار Rotating Ringویک رینگ ثابتStationary Ring می باشندکه یکی ازآنهاروی رتورنصب است وبان می چرخدودیگری روی بدنه تعبیه شده است وتفاوت آنهابامکانیکال سیل هادراین است که سطوح آب بندی مکانیکال سیل ها روی فیلم بسیارنازکی از مایع ولی درسیل های نوع خشک سطوح آب بندی روی فیلم بسیارنازکی ازگازمی چرخدوبدین ترتیب ازتماس مستقیم سطوح آب بندی جلوگیری می شود.

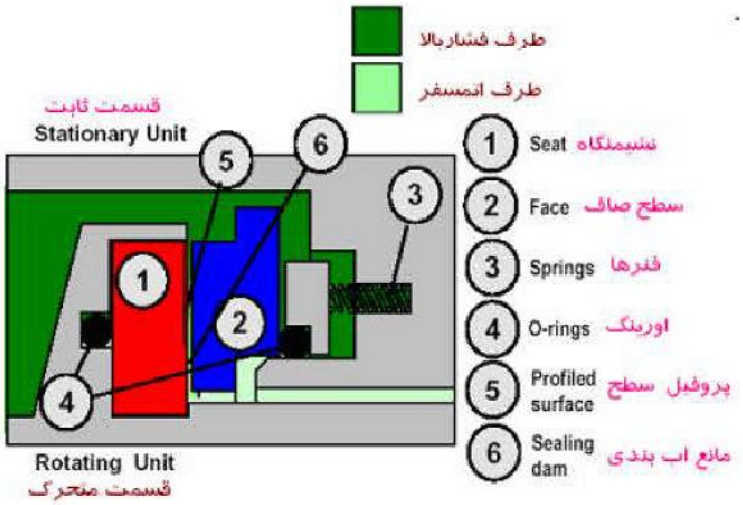
مقطع عرضی یک سیل خشک



درمکانیکال سیل ها عمل آب بندی باکم کردن فاصله بین سطوح آب بندی که روی فیلم بسیارنازکی ازمایع می چرخدانجام می شودولی درDry Gas Sealهابه دلیل عدم امکان روغنکاری سطوح تماسی عمل آب بندی از طریق کم کردن فاصله بین سطوح آب بندی وحرکت آنهاروی فیلم بسیارنازکی ازگاز انجام می شود.

ساختمان سیل های نوع خشک Dry Gas Sealها دقیقا مثل مکانیکال سیل های بالانس شده هیدرولیکی نوع Stationaryاست که دران 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 ومتینگ رینگ)که کاملاتخت می باشند شیارهائیGroove روی قسمتی از سطوح آب بندی دوران Rotating Ringبصورت VیاUشکل تعبیه شده است که درحین چرخش باعث ایجادیک نیروی دینامیکی می کندکه باعث جدا شدن رینگ های ثابت ودوارازیکدیگروباعث ایجادیک فاصله بسیارکمRunning Gapبین دوسطح فوق می شود.



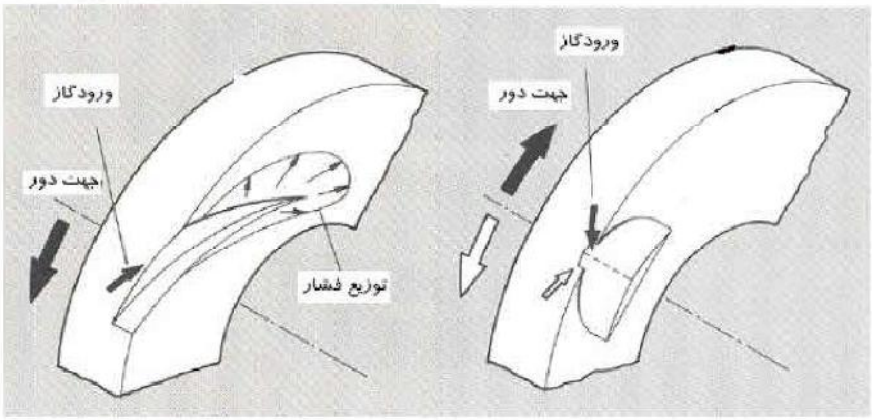
بسته به جهت چرخش رینگ دوارشیارهای تعبیه شده روی قسمت رتوری به چند صورت طراحی می شوند:

الف-اگرشیارهاطوری طراحی شده باشندکه سیل بتواندفقط دریک جهت دور کارآب بندی رانجام دهد به انBi-Directional گفته می شودلازم به توضیح است درکمپرسورهای گریزازمرکزی که برای آب بندی کردن آنهااز دوعددمکانیکال سیل دردوطرفین کمپرسوراستفاده می شودجهت شیارتعبیه شده روی سیل رینگ های دو طرف متفاوت است ودرصورت جابجانصب کردن سیل رینگ هاامکان آب بندی وجودنداردودرصورتی که کمپرسوررا نداری شودبه دلیل عدم تولیدفشاردینامیکی بین سطوح آب بندی(بالشتک گازی)باعث فرسایش شدیدوآسیب کلی سیل های هردوطرف می شود.

Grooves in Seal Mating Ring

ب- اگرشیارهاطوری طراحی شده باشندکه سیل بتواند درهردوجهت (جهت عقربه های ساعت ودرخلاف جهت عقربه های ساعت)کارآب بندی را انجام دهد به انSemi-Directional گفته می شود.این شیارهاطوری طراحی می شوندکه دورکمپرسورازهرطرف باشدشیارهافادربه تولیدفشاردینامیکی بین سطوح آب بندی می باشندودرصورتی هم که سیل رینگ های داخلی وخارجی جابجانصب شوندامکان آب بندی توسطسیل وجوددارد.

درشکل زیرشمائی ازاین دوسیستم نشان داده شده است.



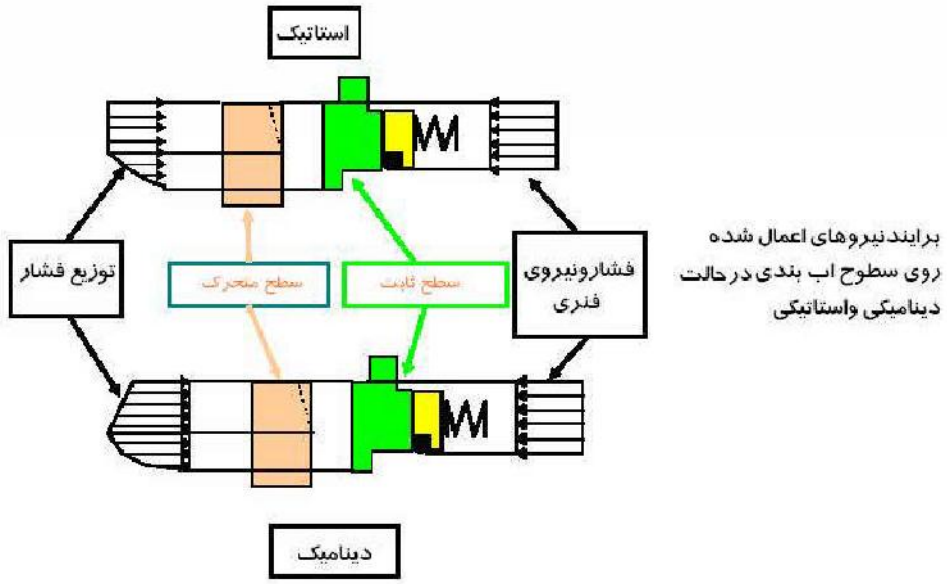
البته این شیارهابادقت خیلی بالا طراحی وتعبیه(کنده کاری) می شودوعمق آنهابین صفرتا۱۶میکرون می باشدودرحین کارکمپرسور گازموجود درمحفظه آب بندی درداخل این شیارهاواردمی شودودرائرحرکت دورانی ودینامیکی سطوح باعث افزایش فشاربین دوسطح آب بندی می شود(شیارهاعمل کمپرس کردن گاز راانجام می دهند)وافزایش فشار حاصله باعث جداشدن وعدم تماس مستقیم سیل رینگ هامی شودودرصورتی که به هردلیلی(حرکت محوری یاافزایش فشارگاز) فاصله سطوح بخواهد زیادشودبافخلیه شدن گازازبین سطوح فشاران کاهش پیدامی کندونیروی فنری پشت سطوح درجهت کم کردن فاصله واردعمل می

شوندودرصورتی که فاصله خیلی کم شودبرعکس باعث افزایش فشار گازشده ونهایتا باعث جداشدن سطوح آب بندی وزیادشدن فاصله سطوح می شودووقتی کمپرسور درسرویس نباشدنیز فشارفنرهاباعث روی هم قرارگرفتن سطوح آب بندی می شودوازنشتی ممانعت می شود.

گازتزریق شده بین سطوح نقش خیلی مهمی در کار آب بندی ایفا می کند.این گاز باید کاملا تمیزوفیلترشده باشد وذرات جامد خارجی ان 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 فشارگازتزریقی باید درحد مناسبی باشد یعنی کمی بیشتر ازفشار محفظه آب بندی نابتواندد درداخل محفظه آب بندی وبین سطوح تزریق شودوازبیرون امدن گازداخل کمپرسورجلوگیری کند .

باتوجه به این که این نوع آب بندها ازنظرهیدرولیکی بالانس شده هستند فشارمحفظه آب بندی تاثیری برایجاد نیروی فشاری روی سطوح آب بندی آنها ندارد.

درشکل زیرشمائی ازپروفیل نیروهای هیدرولیکی که درجهت محوری روی سطوح آب بندی اعمال می شود نشان داده شده است.

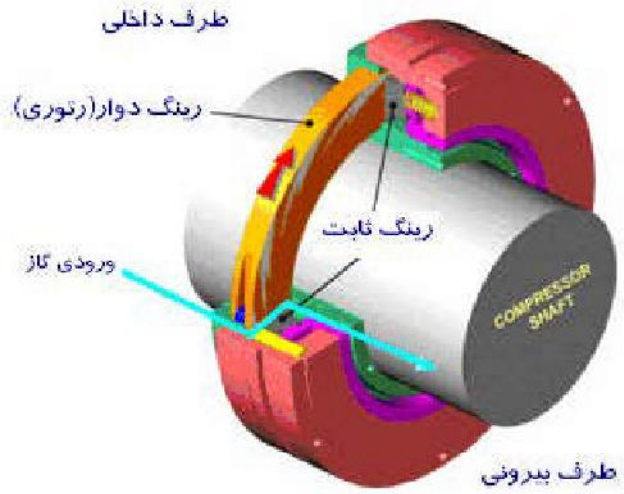


همانطورکه درشکل فوق ملاحظه می شودشیارهاطوری طراحی شده اندکه درحین کاردستگاه فشاردرقسمت میانی سیل بیشترازقسمت های دیگرباشد (برخلاف مکانیکال سیل هاکه پروفیل فشارین سطوح آب بندی بصورت مثلثی است)که این فشارایجادشده توسط فشارگاز باعث آب بندی دوطرفه می شودیعنی هم ازنفوذ هوابه داخل کمپرسور وهم ازخارج شدن گازداخل کمپرسور بطرف بیرون جلوگیری می کند.

وقتی که کمپرسور درسرویس نیست(نمی چرخد)فنرها سطوح آب بندی راروی یکدیگر قرارمی دهند واز خارج شدن گازممانعت می کنند. باتوجه به این که آب بند ازنظرهیدرولیکی بالانس است فشارمحفظه آب بندی تاثیری برایجاد نیروی فشاری روی سطوح آب بندی ندارد.وقتی کمپرسور در سرویس است گاز تزریق شده روی سطوحBuffer Gasدر داخل حفره های تعبیه شده روی سیل رینگ نفوذ می کند ودر اثر چرخش

سیل رینگ گاز تزریق شده فشرده می شودوافزایش فشارناشی ازان باعث فاصله پیداکردن سطوح آب بندی می شودوازتماس مستقیم سطوح آب بندی جلوگیری می کندودرصورتی که فاصله سطوح آب بندی از حد مجازطراحی شده بیشتر شود(دراثرحرکت طولی شافت یاناهم محوری و.....)باعث تخلیه گاز فشرده شده بین سطوح می شود(کم شدن فشار) ونیروی فنری فنرهامجددا سطوح آب بندی را به هم نزدیک می کند و از نشتی ممانعت می کندوهمچنین با کم شدن فاصله بین سطوح آب بندی (احتمال تماس آنها)فشار گازحبس شده افزایش پیداکرده وباعث دورشدن سطوح ازیکدیگر می شود که این مراحل بطوراتوماتیک انجام و باعث می شود فاصله بین سطوح درحدکمترین فاصله باقی بماند(درحدچندمیکرون) بدون این که سطوح آب بندی ثابت ومتحرک باهم تماس پیداکنند .

درشکل زیرشمائی ازساختمان اصلی یکDry Gas Sealنشان داده شده است.



درحین چرخش اثرایرودینامیکی شیارها یک فاصله خیلی کمی بین سطوح ثابت ومتحرک سیل ایجادمی کند

انواع ارایش سیل ها Types Of Seal Arrangements

این نوع سیل ها باآرایش های مختلفی طراحی ومورداستفاده قرارمی گیرندکه شامل:

۱-سیل های تکیSingle Seals

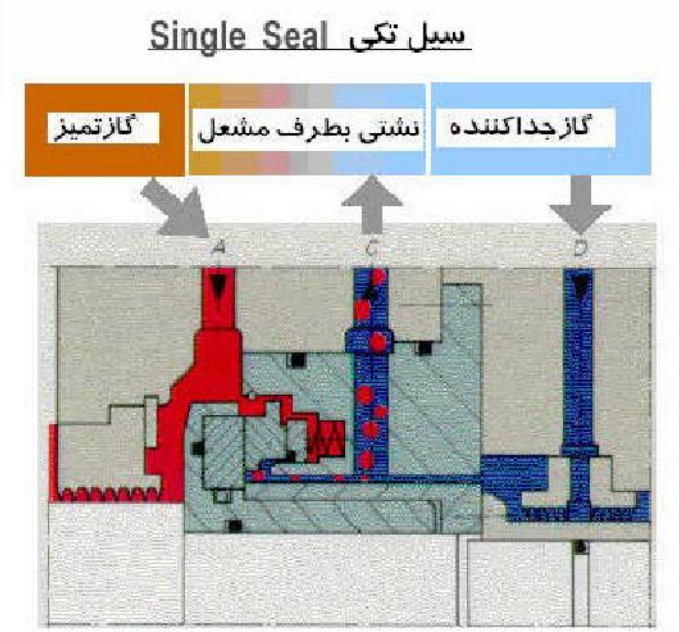
۲-سیل های دوتائیDouble Seals

است.

سیل های تکیSingle Seals

درمواردی که فشارکمپرسوربایین باشدوگازداخل کمپرسورخطرناک وسمی نباشدازسیل های تکی استفاده می شود درارایش نوع تکی, ازیک عددسیل اصلی برای آب بندی هرطرف کمپرسور استفاده می شود.

درشکل زیرشمائی ازاین نوع سیل نشان داده شده است.



ساختمان واصول کارسیل های تکی

گازتمیزفیلترشده خشک که فشاران کمی بیشترازفشارمحفظه آب بندی است(فشاربشت لبیرینت) ازطریق کانال Aواردمحفظه آب بندی می شودبالبودن فشارگازنزدیق شده باعث می گرددگازداخل کمپرسورکه دارای ذرات جامدیا الودگی های دیگری است نتواندبطرف محفظه سیل هاواردشوندوهمواره جریان گازتمیز بافشار بالتر واردکمپرسورشود.البته لازم به توضیح است که گازی که ازاین طریق به محفظه سیل هانزدیق می گردد یا از قسمت خروجی کمپرسورتامین می گرددویاازمنبع خارج ازکمپرسوروبلیدعاری ازهرگونه ذرات جامد ,رطوبت وباهرنوع الودگی دیگرباشدکه برای رسیدن به این منظورقبل الواردشدن ان به محفظه آب بندی از فیلترهای مناسبی که بصورت دوبله دراین مسیرنصب شده استدعبورداده می شودکه علاوه بر فیلترکردن گازرطوبت ان نیزگرفته می شودوسپس به طرف محفظه سیل هانزدیق می شود.این فیلترها بصورت دوقلوو درکنارهم قرارمی گیرندو همیشه یکی ازآنهادرسرویس وفیلتردیگربصورت آماده به کار است

و طراحی آنها به گونه ای است که ذرات جامدیارطوبت همراه باگازازطریق مسیرتخلیه Drainآنهابه قسمت لاین ورودی کمپرسورمرگشت داده می شودوهمین امرباعث بالارفتن طول عمراین فیلترهامی گردد. همچنین با قرار دادن سیستم های رصوبت گیرCoalescent Filterازورودمایعات گازی به محفظه آب بندی جلوگیری می شود وبا قرار دادن مبدل حرارتی مناسب وگرم نمودن گازتزریق شده مایعات احتمالی به گازتبدیل می شوند.

به دلیل فاصله چندمیکرونی که درحین کارباین سطوح آب بندی وجوددارد(به دلیل بالشتک گازی سیل)سیل های نوع خشک همواره یک مقدارنشتی جرئی دارندکه برای جلوگیری ازورودآنهابطرف تمسفرازطریق کانالDمقداری گازمناسب بافشارموردنیازواردمحفظه آب بندی وازانجا واردلابیرینت هامی شود.گازی که واردلابیرینت هامی شودبه دوشاخه تقسیم می شودکه یک شاخه ان بطرف بیرون(اتمسفر)ومحفظه یاتاقان هاواردمی شودوبه دلیل نزدیک بودن سیل بامحفظه یاتاقان هاHousing Bearingازواردشدن روغن نیز بطرف سیل صی جلوگیری می کندو زطریق مسیرVentتعبیه شده روی محفظه یاتاقان ازانجاخارج می شودوشاخه دیگران نیزبابجادفشاری مثبت ازبیرون آمدن گازنشت شده ازسیل اصلی جلوگیری می کند و همراه گازهای نشت شده ازسیل اصلی ازطریق کانالCکه برای این منظورتعبیه شده است بطرف مشعل یا هرمسیرمطمئن دیگری هدایت می شوند.

سیل های دوبلهDouble Seals

برای آب بندی کمپرسورهای گریزازفشاربالا که گازهای خطرناک وسمی راکمپرس می کنندبرای اطمینان از آب بندی کامل،ازسیل های دوبله استفاده می شودکه معمولا دراکثرطراحی هابصورت پشت سرهمTandomطراحی می شوند.

این سیل هادارای دونوع آرایش به شرح زیرهستند:

الف-سیل های پشت سرهم با لابیرینت داخلیTandom Seal With Intermediate Labyrinth

ب-سیل های پشت سرهم بدون لابیرینت داخلیTandom Seal Without Intermediate Labyrinth

که ذیلا شرح مختصری راجع به ساختمان ونوع کاربردآنهاارائه می شود.

سیل های پشت سرهم بدون لابیرینت داخلیTandom Seal Without Intermediate Labyrinth

دراین آرایش سیستم آب بندی بصورت دوعددسیل که بصورت پشت سرهم نصب می شوند.

مواردکاربرداین سیل ها عبارتست از:

۱-برای آب بندی گازدرکمپرسورهای گریزازمرکزفشاربالا

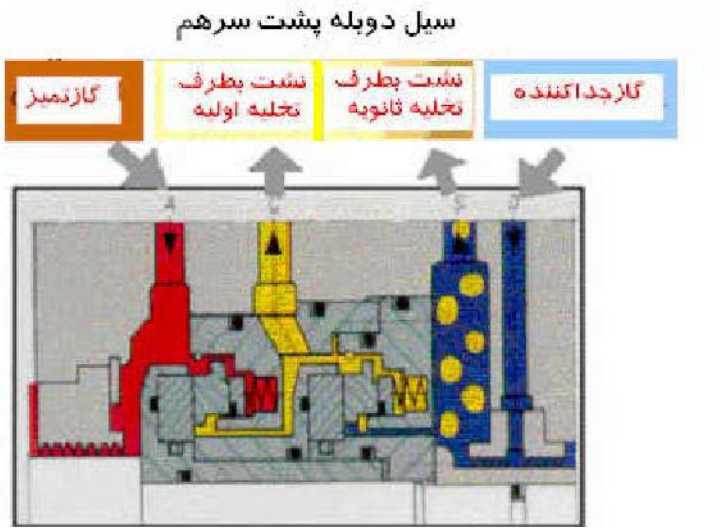
۲-برای آب بندی درکمپرسورهای گریز زمرکزی که گازهای خطرناکی مثل هیدروژن راکمپرس می کنند.

۳-درمواردی که به ضریب ایمنی بسیاربالائی نیازباشد.

٤-درمواردی که تخلیه مقدارجزئی(3stdl/min) گازهیدروژن بطرف اتمسفر مجازباشند.

درشکل زیرشمائی ازاین نوع سیل نشان داده شده است همانگونه که ملاحظه می شوداصول کاراین نوع سیل باتفاوت های کمی باسیل های تکی مشابهت دارد.گازفیلترشده تمیز که ازخروجی کمپرسوریاازمنبع بیرون

کمپرسور تامین می گرددازطریق مسیرAدرقسمت سیل جلوئی واردمحفظه آب بندی می شودباتوجه به بالتربودن فشاران نسبت به فشارداخل کمپرسور(فشارپشت لبیرینت)همواره جریان گازبطرف داخل کمپرسور برقرار است وهمین کارباعث ممانعت ازواردشدن گازناخالص کمپرسوربه طرف محفظه آب بندی می گردد.



سیل جلوئی(سمت چپ) وظیفه آب بندکردن گازبافشاربالتردرنزدیک شده دراین قسمت رابرعهده دارد.ولی به دلیل فاصله خیلی کمی که بین سطوح آب بندی وجوددارد.همواره یک مقدارجزئی گازازبین سطوح خارج می شودکه توسط سیل بعدی آب بندی می شودواروزودان بطرف اتمسفرجلوگیری می شودو ازطریق مسیر تخلیه اولیه ای که برای ان تعبیه شده وازطریق کانالCبه طرف یک محیط مناسب هدایت می شودکه درپالایشگاه هااین کانال به طرف مشعلFlareهدایت می شود.

سیل دوم به عنوان پشتیبان سیل اولی محسوب می گرددوجلوی خروج گازهای پشت شده ازسیل اول رامی گیردولی بازهم برای اطمینان بیشتردرپشت این سیل نیزیک مسیرتخلیه دیگری تعبیه شده است که گازهای پشت شده ازسیل دوم همراه باگاز جداکننده که ازطریق مسیرD برای جلوگیری ازنفوذروغن روانکاربه قسمت سیل بین لبیرینت هانزریق شده است(هوای فشرده ابزاردقیق) ازطریق مسیر تخلیه Sخارج می شودکه دراغلب طراحی هااین مسیربطرف اتمسفرمنتهی می شود.

یکی ازمسائل بسیارحائزاهمیت برای سیل های نوع خشک.رطوبت یاوزودهرگونه مایعات روی سطوح آب بندی این نوع سیل هااست که ورودآنهابه سیل باعث می گرددروی سطوح آب بندی قرارگیرندوحفره ها یا شیارهای تعبیه شده روی ان را پرپا مسدودکنندکه همین امرباعث اختلال درسیستم ایرودینامیکی سیل وعدم ایجادفشارگازبین سطوح آب بندی ونهایتاتماس مستقیم سطوح آب بندی روی همدیگروایجادسایش و فرسایش شدیدمی شود.

به دلیل کم بودن فاصله بین محفظه آب بندی ومحفظه هورینگ بریتگ هواحتمال ورودروغن روانکار تحت فشاربطرف قسمت بیرونی سیل ثانویه, ازگازجداکننده یاSeparation Gasاستفاده می شود این گازکه معمولا

ازت یاهوای فشرده ابزاردقیقی است(که رطوبت ان گرفته شده است) پس از عبور از فیلترهای مخصوصی که دراین مسیرتعبیه شده است (باسایزحدودینج میکرون) ازطریق کانالDدرقسمت وسطی لایرینتی که در قسمت بیرونی سیل هاتعبیه شده است واردمی شودوبه دوشاخه تقسیم می گرددیک شاخه ان بطرف محفظه آب بندی واردمی شودوهمراه باگازهای نشت شده ازسیل اصلی ازطریق مسیر تخلیهVentثانویه به طرف مشعل یااتمسفرمتصل است منتقل می شودوشاخه دیگران اززیرلابیرنت بیرونی وارد هوزینگ برینگ می شودکه بخشی زان ازطریق مسیرVentتعبیه شده روی هوزینگ برینگ بطرف اتمسفر منتقل می شودوبخش دیگری ازان نیزهمراه باجریان روغن خروجی ازهوزینگ برینگ واردمخزن روغن می شود.

فشارگازجداکننده (هوای ابزاردقیق) تزریقی باید به اندازه کافی بالاباشدتااز احتمال ورودروغن بطرف سیل جلوگیری کندوهمچین مقداران نیربایدبه اندازه کافی باشدتابتواندفشارمحفظه پشت لابیرینت رابه اندازه کافی بالانگه دارد .

درصورتی که مسیرهای VentیاDrainتعبیه روی محفظه هوزینگ برینگ نتوانندمقدارهوی واردشده به هوزینگ برینگ راخارج کنندباعث ایجاد Back Pressureدرسیستم مسیرخروجی روغن می گرددکه نتیجه ان می تواندنشتی روغن ازمسیرهای Ventهوزینگ برینگ هابطرف بیرون(وایجاد آلودگی های زیست محیطی)وحتی دربعضی ازمواردنیزافزایش فشارایجادشده می تواندباعث ایجاد نشتی از هوزینگ برینگ های سیستم گرداننده(مثل توربین بخار)نیزشود.

راه حل اصلاحی ان بزرگتر کردن سایز مسیرهایVentهای تعبیه شده روی هوزینگ برینگ های کمپرسوروبابالابردن سایزلوله های Drainکمپرسور(که کارتقریبا مشکلی ست)وباجداکردن مسیرهای تخلیه توربین وکمپرسورازهمدیگر وگاهانیزاستفاده ازدومورد ول وسوم بطورهم زمان است.

لازم به توضیح است که برای جلوگیری اروزود روغن بطرف سیل هادرحین ره اندازی کمپرسور, ابتدا باید سیستم گازجداکننده درسرویس گذاشته شودوبعدازان پمپ سیستم روانکاری درسرویس قرارگیرد.درغیراین صورت روغن وردمحفظه آب بندی وسیل ها(سیل ثانویه)می شودومرطوب شدن سیل نیزباعث پرشدن شیارهای تعبیه شده روی سطوح ان وعدم کارائی سیستم آب بندی می گرددکه هیچ چاره ای بجزازسرویس خارج کردن کمپرسوروبیرون آوردن سیل هاوگاهانعویض سیل هاوجودنداردکه هم پروسه بسیروقت گیری است وهم باعث توقف واحد وخط تولیدمی شود.ولذابرای جلوگیری ازاین حالت یک عددسوئیچ فشاریPressure Switchروی مسیر هوای جداکننده تعبیه می شود وقت زمانی که فشارسیستم هوابالاآورده نشود(هوای ابزاردقیق تزریق نشود)امکان راه انداختن پمپ توربینی یا برقی سیستم روغنکاری داده نخواهدشدکه لازم است درحین تعمیرات اساسی ازعملکردصحیح این سوئیچ اطمینان حاصل شود.

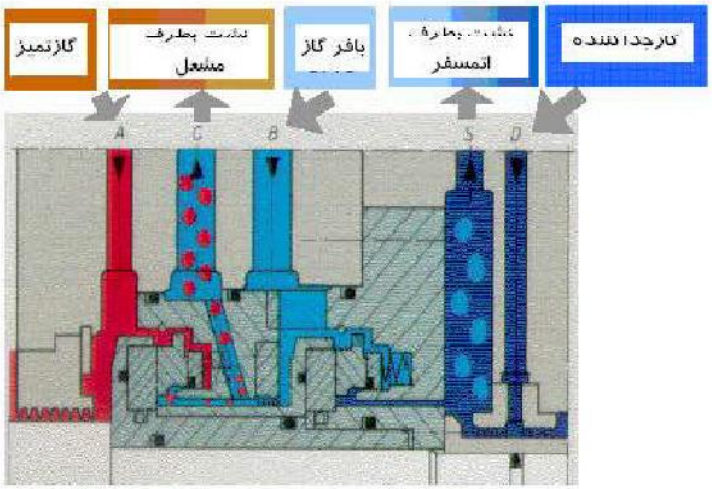
لازم به توضیح است که درقسمت لاین ورودی بخاربه توربین پمپ روغن توربینی لوب اویل نیزبایدیک عددکنترل ولونصب شده باشدکه بافرمان گرفتن از سوئیچ فوق امکان راه افتادن پمپ توربینی نیزوجودنداشته باشد.

لازم به توضیح است که Pressure Switch مزبورحتمابایدپس ازراه افتادن کمپرسورازسرویس خارج شود درغیراین حالت درصورتی که فشارهوادرحین کارقطع یاکاهش پیداکندمی تواندمنجربه ازسرویس خارج شدن پمپ روغن شودوپس ازافتادن فشارروغن کمپرسورتریپ کندکه باتوجه به این که پمپ اصلی روغن با کمپرسورنمی چرخددراین شرایط باعث ایجادخسارت های بسیارسنگین وجبران ناپذیر روی کمپرسور خواهد شد.

سیل های پشت سرهم با لابیرینت داخلی Tandom Seal With Intermediate Labyrinth

ساختمان واصول کاراین سیستم باآرایش قبلی دقیقا یکسان می باشدوتنهاتفاوت ان تعبیه یک عددلابیرینت بین سیل اولیه وسیل ثانویه وهمچنین تعبیه یک مسیربرای ورود بافرگازبرای این سیستم آب بندی است.

سیل های پشت سرهم با لابیرینت داخلی



موارد کاربرد این آرایش عبارتند از:

۱-دراین نوع آرایش برخلاف آرایش قبلی امکان تخلیه Vent گازخارج شده بطرف اتمسفروجوددارد.

۲-ازاین آرایش برای آب بندی گازهای سمی وخطرناکی استفاده می شودکه به هیچ وجه نبایدوارد محیط شوند.

۳-این نوع آرایش ضریب ایمنی سیل رابالامی برد.

٤-دراین نوع آرایش امکان واردشدن گازداخل کمپرسوربطرف اتمسفرصفراست.

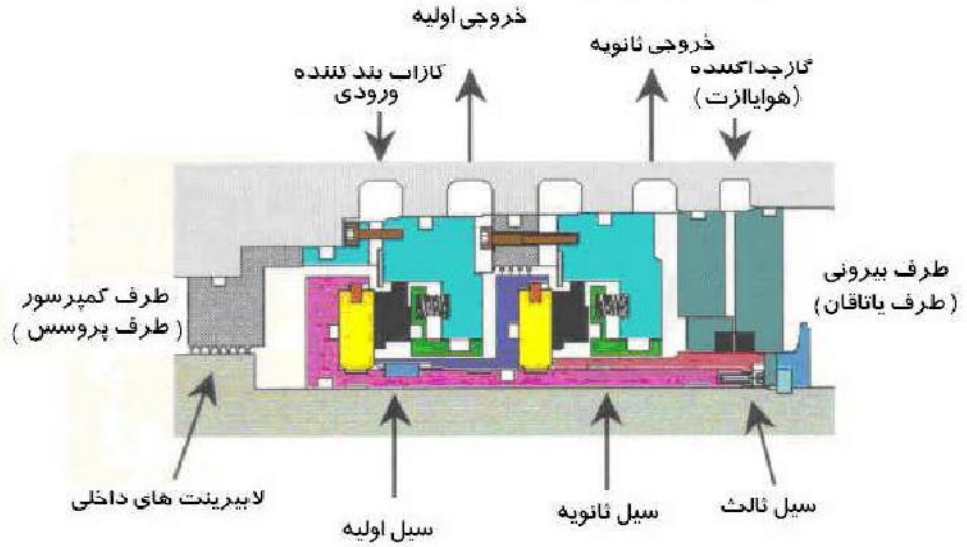
دراین نوع آرایش بعدازمسیرVent اولیه (که بطرف مشعل منتهی می شود)یک کانال دیگرBنیزبرای بافرگاز(گازی که ازمنبع بیرون ازکمپرسورتهیه می شود)تعبیه شده است که باعنایت بالاتر بودن فشاران نسبت به محفظه آب بندیCامکان بیرون آمدن نشتی های بوجودآمده ازسیل اولی بطرف بیرون فراهم نمی شودوهمانطوری که قبلانیزگفته شداراین آرایش برای آب بندی گازهای سمی وخطرناک که مجازبه بیرون آمدن ازداخل کمپرسوربطرف بیرون نیستنداستفاده می شود.

البته دراین گونه مواردبافرگازبایدگازی باشد(مثل ازت)که باگازداخل کمپرسورفعل وانفعال شیمیائی که باعث انفجار یا هرگونه مسائل دیگری شود نگرددکه دراغلب مواردازگازنیتروژن که گازخنثی است استفاده می شود.البته واضح است که بافرگازبایدازهرگونه ناخالصی وذرات جامدورطوبت عاری باشدوبازبه تعبیه فیلترهای مخصوص این کارنیازضروری است.

لازم به توضیح است که وظیفه لابیرینت تعبیه شده(که به ان لابیرینت داخلی گفته می شود) بین دوسیل برای آب بندی نمودن بافرگازتزریق شده ازطریق کانال Bاست که به دلیل کم بودن کلرنس ان بامحوریاعث کاهش مصرف بافرگازمی شودودرصورتی که کلرنس ان بیشترشوداحتمال دارد گازهای خارج شده ازسیل جلوئی واردسیل بعدی شودوبطرف اتمسفربرودکه باعث مسائل بعدی شود بافرگازخارج شده ازسیل جلوئی ازطریق مسیرCبه یک محیط مطمئن مثل مشعل یاهرگونه سیستم ایمن دیگری واردمی گرددراین آرایش سیل دومی نیزکارآب بندی بافرگازرانجام می دهدودرصورتی که نشتی برای آن بوجود آیدازطریق کانالSبطرف Ventثانویه وبه طرف اتمسفرهدایت می شودکه به دلیل بی اثربودن ان هیچگونه مشکل زیست محیطی درپی نخواهد داشت.

دراین نوع آرایش نیزبرای جلوگیری ازنفوذ روغن روان کننده یاقاقان هابطرف محفظه آب بندی وسیل ها از گازجداکننده Separation Gasکه غالباهوای ابزاردقیق خشک وفیلترشده است استفاده می شودکه توضیحات ان قبلا ارائه شده است.

درشکل زیرنیزیک نمونه دیگر ازهمین طراحی نشان داده شده است.



شمائی ازیک اب بند گازی پشت سرهمی

سیستم های تزریق گازتمیزClean Injection Gas Systems

تزریق گازتمیزبه سیل هانقش بسیارمهمی درافزایش طول عمرآنهادارد وهدف ازاستفاده آن علاوه برایجاد محیطی تمیزبرای سیل ها،برای جلوگیری ازورودگازداخل کمپرسورکه دارای ناخالصی هاورطوبت های زیادی است می باشد.به همین دلیل فشارآن باید کمی بیشترازفشارگازداخل کمپرسور باشد تا با بوجود آوردن فشاری مثبت درمقابل فشارداخل کمپرسورازبیرون آمدن گازداخل کمپرسوربطرف سیل ها جلوگیری نمایدوهمواره جهت جریان گازازطرف محفظه آب بندی بطرف داخل کمپرسور باشد.

منبع تهیه گاز سیل کننده تمیزدرطراحی های مختلف متفاوت است وازدومنبع تامین می شود:

۱-درصورتی که گازداخل کمپرسورمناسب باشد(خورندگی نداشته باشد)گازازخروجی کمپرسورگرفته می شود.

۲-درصورتی که گازکمپرسورمناسب این کار نباشد باید ازمنبعی ازبیرون کمپرسورآن راتهیه نمود.

گازتمیز باید دارای فلووفشارمناسبی باشدودرصورتی که از منبع بیرون کمپرسورتامین می گرددبایددست کم فشاران حدود50psi ازفشارداخل کمپرسور بیشتر باشد تا بتواند بر افت فشارهای ایجادشده درتمامی سیستم آب بندی غلبه پیداکندوازبیرون آمدن گازداخل کمپرسور بطرف محفظه آب بندی جلوگیری کند.

باتوجه به نقش بالای گازسیل کننده تمیزوبرای اطمینان ازتزریق گازتمیزبه سیل هاباید سیستمی طراحی شودکه بتواندین منظوررابرآورده نماید .

برای این منظوربسته به نوع طراحی ازدوسیستم کنترلی استفاده می شود:

۱-سیستم کنترلی تنظیم فلو Flow Control System

۲-سیستم کنترلی اختلاف فشارDifferential Pressure System

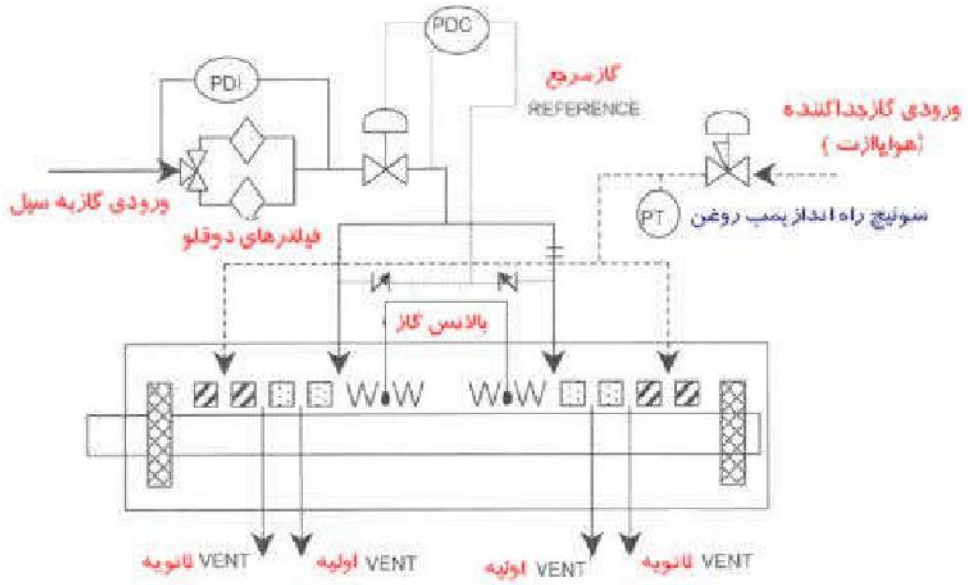
که ذیلا به شرح آنهاپرداخته می شود.

سیستم کنترلی تنظیم فلوFlow Control System

درسیستم کنترل فلو،باواردنمودن مقدارمشخص گازتمیزکه معمولابااریفیس باقطرمشخص انجام می شود همواره مقدارحجم ثابتی گازتمیزبطرف محفظه آب بندی تزریق می شود.

دراین نوع سیستم کنترلی به دلیل ثابت بودن قطراریفیس مقدار گازتزریقی ثابت است وباتغییرکلرنس تغییرنمی کند.لازم به ذکراست که بازدشدن کلرنس لابیرینت هادرحین کار(به دلیل مسائل ارتعاشی وسایشی) مقدرگازتزریقی نیزباید افزایش پیداکندتااطمینان حاصل گرددکه گازکثیف بمرطوب داخل کمپرسوربطرف محفظه آب بندی حرکت نکند.

این سیستم ازنظراقتصادی مقرون به صرفه نیست زیرا طراح بایدقطراولیه اریفیس ها رازیادترانتخاب کند تا پس اززیادشدن کلرنس لابیرینت هانیز،جهت جریان گازبطرف داخل کمپرسوربرقراراباشدکه می تواندبه کاهش راندمان ومصرف بیشترانرژی منجرشود(سیرکوله شدن زیدگازدرداخل کمپرسور)همچنین تعیین دقیق سایزاریفیس کارتقریبامشکلی ست ودرحین کارنمی توان ازتزریق شدن باتزریق نشدن وکافی بودن یا کافی نبودن ان اطمینان حاصل نمود.



سیستم کنترل فلو

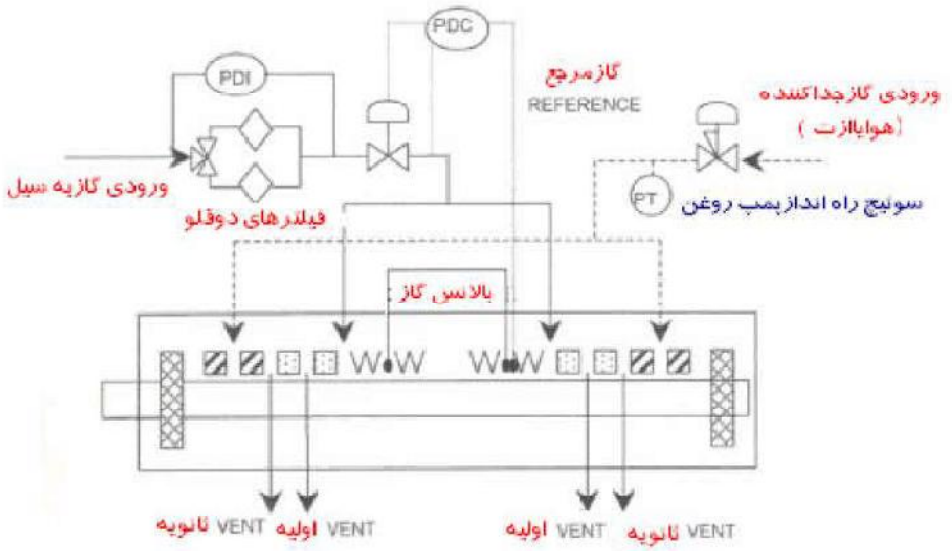
البته امکان تنظیم کردن مقدارفلوی گازتوسط ولوهای سوزنی که درمسیرتزریق گازنمیزنصب شده نیز وجوددارد ولی به دلیل عدم اطلاع ازمقدارگازموردنیازبرای این منظورعملا کاربردی ندارد.

سیستم کنترلی اختلاف فشار Differential Pressure System

دراین سیستم مقدارگازنمیزتزریق شده به سیل براساس اختلاف فشارداخل کمپرسورومحفظه آب بندی انجام می شودوباتنظیم نمودن فشارگازتوسط کنترل ولوهمواره فشارمحفظه آب بندی حدود 10psi بیشترازفشار محفظه آب بندی(فشاربشت لابیرینت) تنظیم می شود.این عملیات باگرفتن انشعاب Refrence Pressure وانتقال آن روی کنترل ولوتنظیم فشارانجام می شودونسبت به سیستم قبلی به مراتب بهتراست وعلاوه بر اطمینان ازجهت جریان گازنمیزبطرف داخل کمپرسور(تزریق شدن گاز) از نظر اقتصادی نیزبراساس شرایط عملیاتی کمپرسور ووضعیت کلرنس لابیرینت هابه اندازه ای که مورد نیاز است گازنمیزتزریق می شودنه کمتروته بیشتر.

درشکل زیرشماتی ازاین سیستم نشان داده شده است همانگونه که درشکل فوق ملاحظه می شود Feed Backتنظیم اختلاف فشار تعبیه شده روی کنترل ولو ازبشت بالانس پیستون(که درقسمت طرف فشاربالافرارگرفته)تامین می شودوباعث می شود کنترل ولو فشارخارج شده را (باتنظیم نمودن مقدارفلو)بهموازه حدود 10psi بیشترازفشارRefrence Gasتنظیم کند.

. لازم به توضیح است که درسیل های روغنی ازفشارRefrence Gasبرای کنترل نمودن اختلاف فشاربین Seal Oilوبافرگازاستفاده می شودولوله متصل به قسمت پشت بالانس پیستون(که فشار Refrenceرا ایجادمی کند)به قسمت فوقانی Top Tankمتصل می شود(فشاران به فشاربالای Top Tank اضافه می شود)وباعث می شودفشارروغن Seal Oilبه اندازه ارتفاع روغن Top Tankبیشترازفشاربافرگازباقی بماند.



سیستم کنترلی اختلاف فشار

نشتی مجازسیل های خشکPermissible Seal Leakage

به دلیل فاصله بسیارکمی که بین سیل رینگ هاوجوددارد(تاازتماس سطوح جلوگیری کند)درحالت نرمال نیزاین سیل هاهمواره یک مقدارنشتی جزئی مجازدارندکه بایدتحت کنترل قرارگیرد.همانگونه که درمنحنی های زیرملاحظه می شودمیزان نشتی مجازبه پارامترهای زیربستگی دارد:

۱-فاصله بین سطوح آب بندی(سطوح ثابت ومتحرک)درحین کار.

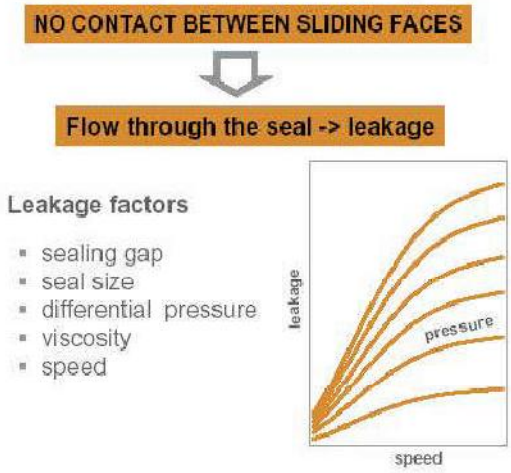
۲-اندازه سیل.

۳-اختلاف فشار.

٤-ویسکوزیته.

۵- سرعت دوران سیل.

باافزایش فشارداخل کمپرسوروهمچنین بالاتررفتن دور مقدارنشتی هانیزافزایش پیدامی کنند.



سیستم های حفاظتی Protection Systems

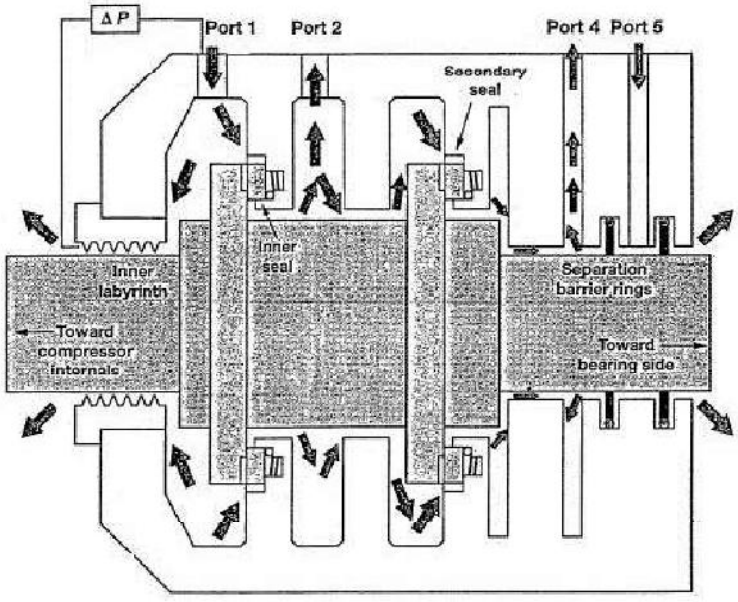
برای اطمینان ازصحت کار آب بند های خشک, درقسمت های مختلف سیستم های حفاظتی و ابزاردقیقی نصب می شود وبصورتOn Line پارامترهای موردنظررا اندازه گیری ونشان می دهند ودرصورتی که هرکدام از آنهاازحدمجاز پیشنهادی زیادتر شوند باعث تحریک سیستم های Alarmو Shut Downکمپرسور می شوند

این سیستم هاشامل:

۱-سیستم اندازه گیری اختلاف فشاربین Process Gasوگازداخل کمپرسور که این اختلاف فشارحتما بایددرحدمطلوبی که توسط کارخانه سازنده توصیه می شود قرارداشته باشد.

۲- سیستم اندازه گیری فشار مسیرخروجی Port 2و در صورتی که این مقدارفشار افزایش یابد مبین فشتی زیاد آب بندست ودرصورتی که فشاراین ناحیه کاهش پیداکند بیانگر خرابی وFail کردن سیل ثانویه است (در مسیر Port 2اریفیس نصب شده است)ومبین این است که گازهای فشت شده از سیل جلوئی ازبین سطوح آب بندی سیل پشتی عبور می کند .

۳-سیستم اندازه گیرونشان دهنده افزایش افت فشار درفیلترمسیرهای Process Gasو Buffer Gas که مبین تزریق بافرگاز به آب بندست ودرصورت افزایش افت فشارباعث نرسیدن گاز بین سطوح آب بندی و تماس وسایش سطوح ثابت ومتحرک سیل می شود .

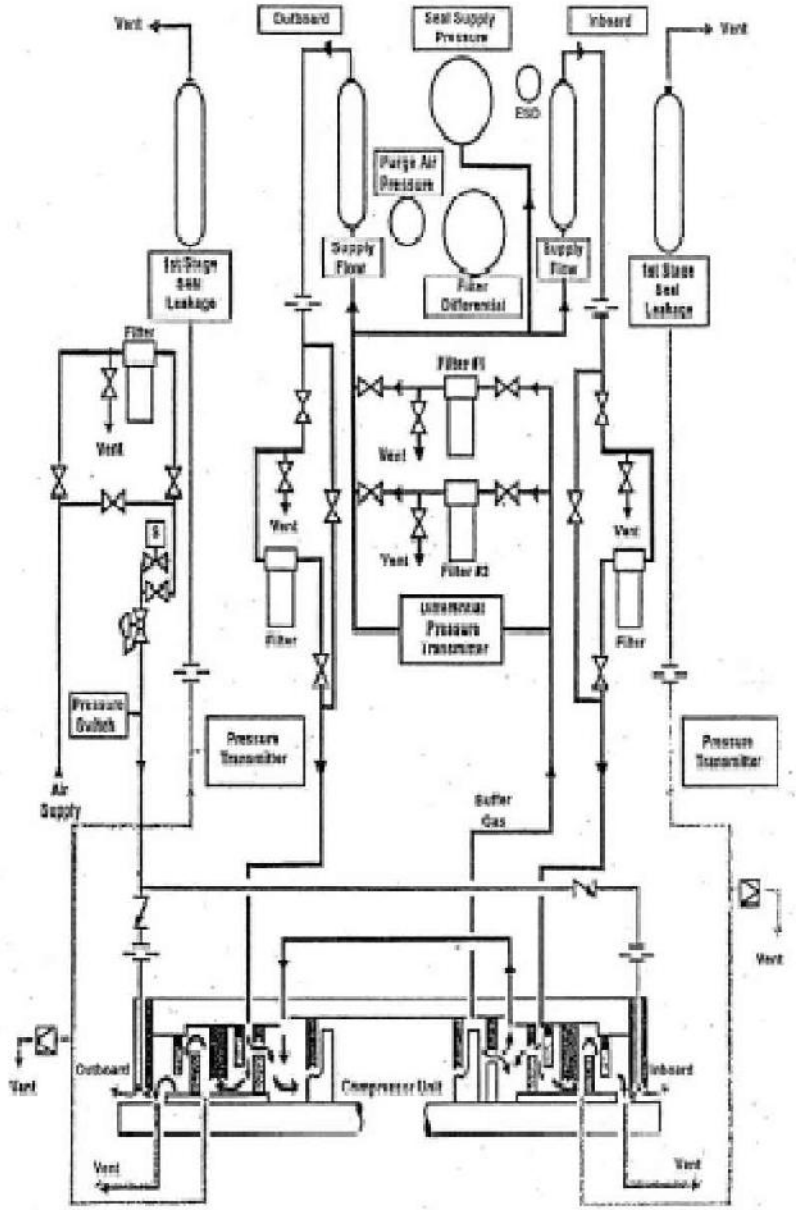


٤-سیستم اندازه گیری اختلاف فشار بینBuffer Gas(که از Port 3وارد می شود) ومحفظه Port 2که باید درحدمجازباشدتاازخروج گازداخل کمپرسوربطرف بیرون ممانعت نماید .

۵-سیستم اندازه گیری افزایش حرکت محوری شافت که درصورت افزایش آن باعث فاصله افتادن بین سطوح آب بندی می شود که باید درحدمجازتوصیه شده توسط کارخانه سازنده کمپرسورو آب بند باشد.

۶-سیستم اندازه گیرلرزش که درصورت افزایش ارتعاشات دستگاه که باعث ایجادحرکت های اضافی شعاعی ومحوری روی سیل شودتاثیر بسزائی در کاهش طول عمر آب بندداردازارتعاشات ازمنابع متعددی نظیر نابالانسی, دهم محوری, خرابی یاناقان ها, تنش های اضافی سیستم لوله کشی, نامناسب بودن فونداسیون وPlate, Baseکارکردن کمپرسور روی دورهای بحرانی, Surgeهای عملیاتی و .....بوجود می اید).

کلیه پار مترهای فوق توسط پراب ها وسنسورهای متعدد اندازه گیری می شود وروی یک پانل مونیتور ونشان داده می شود ناقبل ازازسرویس خارج شدن کمپرسور قدامات لازم بری تمیز کردن صافی ها و فیلترها وچک کردن مسیر های ورودوخروج گازانجام شود .



Flow Diagram for a Tandem GASPAC Monitoring System

سیستم مونیتورینگ سیل های خشک Monitoring System

برای تحت کنترل داشتن وضعیت کاری این نوع سیل هاپارامترهای موردنظراندازه گیری وتحت نظر و مراقبت قرارمی گیرند.

پارامترهائی که روی پانل سیستم آب بندی منتقل می شوندعبارتنداز:

۱-اندازه گیری مقدارفلوی گازی که ازقسمت Ventاولیه Cبطرف مشعل Flareمنتقل می شود .اگر مقدار فلوی عبوری ازاین مسیرهاافزایش پیداکندمبین ایجادمشکل درسیل اولیه است.بانصب یک اریفیس دراین مسیر

از نشتی های زیادسیل ممانعت می شودوبامنتقل کردن سیگنال فلومه سیستم های Alarm و Shut Down اخطار به موقع ودستورازسرویس خارج شدن کمپرسورداده می شود.

۲-سیستم کنترل فلوکه توسط اریفیس هائی که درمسیرنصب می باشندکنترل می شود و قبلا راجع به آنها بحث شده است.

۳-فیلترهای دوفلوکه جهت جدانمودن ذرات جامدومایعات گازی مورداستفده قرارمی گیرند.

گازواردشده به این فیلترهاازطریق لاین خروجی کمپرسور یاازمنبع خارجی(وگاهامسیرهای لوله کشی طوری انجام می شودکه بسته به انتخاب ازهرکدام ازآنهامی توان استفاده نمود)و ردفیلترها می شودکه یکی ازآنها همیشه در سرویس قراردارد و فیلتردیگرنیزبصورت اماده به کاراست.

این فیلترهاداری یک مسیرورودی ودومسیرخروجی می باشندکه یکی ازآنهاگازتمیزشده به عنوان گازسیل کننده رابه سیل نزریق می کندومسیرخروجی دیگرکه به عنوان Drain است ذرات ومایعات گزی جداشده در داخل فیلتررابه قسمت ورودی کمپرسورکه فشاران پایین است منتقل می کند.

روی هرفیلتردومسیردیگرنیزتعبیه شده ست که ازآنهابرای تخلیه کردن گازداخل فیلتردرهنگام تعویض فیلتر استفاده می شود.همچنین یک سیستم اندازه گیراختلاف فشارنیزروی مجموعه دوفیلترنصب شده است که افت فشارگازدرداخل فیلتررانشان می دهدودرصورتی که حفره های فیترمسدودشده باشد (فیترکثیف شده باشد)بانشان دادن اختلاف فشارومتصل بودن این سیستم به قسمت آلارم مسئولین بهره برداری راازان مشکل اگاه می کند.

٤ درمسیرگزخروجی ازVentثانویه که به اتمسفرمتصل است یک سیستم آدلابزرگازتعبیه شده است که در صورتی که درصدهیدروکربوری که همراه باهوای خارج شده ازسیل به طرف اتمسفرخارج می شود فزایش پیداکرده باشدبتحریک سیستم آلارم مسئولین مربوطه رامطلع می سازد.لازم به توضیح است که دلیل بالارفتن هیدروکربورازمسیرVentثانویه اسیب دیدن سیل دوم است که حساسیت ان کمترازسیل اول نمی باشدومی تواندمنجربه ایجادعواقب بعدی گردد.

لازم به توضیح است که ازاین نوع اب بند در توربین های بخار بزرگ هم استفاده می شود با این تفاوت که به جای Process Gasاز بخار بافشارمناسب وازهوا به جای Buffer Gasاستفاده می شودولی استفاده از این نوع اب بند درتوربین های بخاری به دلیل زیادبودن هزینه های اولیه کمتر از کمپرسورها است.

ضمائم

انواع رایش های مختلف مکانیکال سیل ها

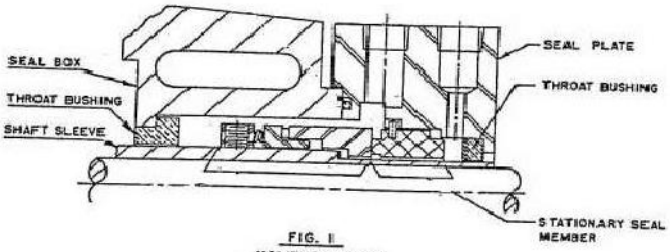


FIG. 1
NOMENCLATURE

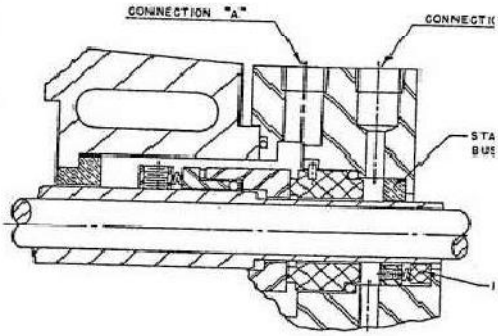


FIG. 2 "PTO" & "HSPTO"
RECOMMENDED FOR PROCESS TYPE SINGLE END SUCTION VERTICAL SPLIT CASE PUMPS

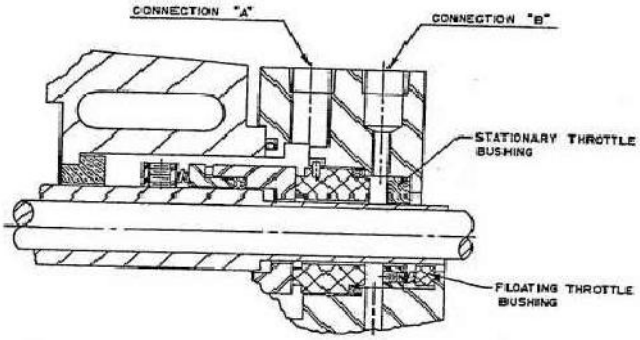


FIG. 3 "PT" & "HSPT"
RECOMMENDED FOR PROCESS TYPE SINGLE END SUCTION VERTICAL SPLIT CASE PUMPS

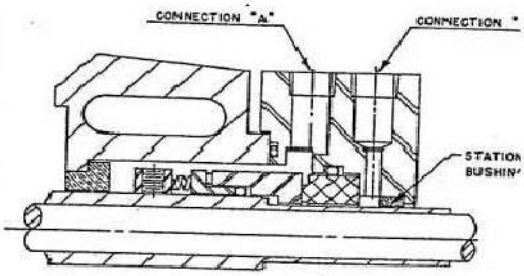


FIG. 4 "HPTO"
RECOMMENDED FOR PROCESS TYPE SINGLE END SUCTION VERTICAL SPLIT CASE PUMPS

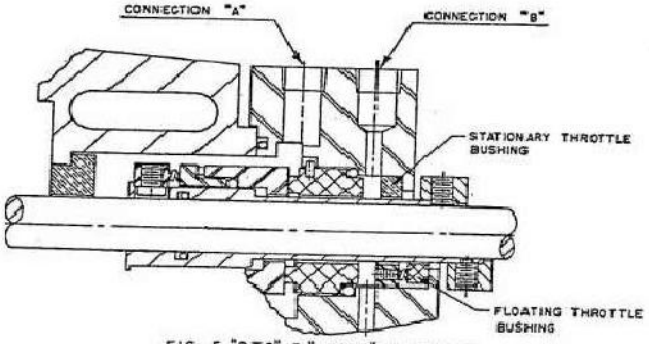


FIG. 5 "PTO" & "HSPTO" CARTRIDGE
RECOMMENDED FOR HORIZONTIAL SPLIT CASE, BARREL TYPE AND VERTICAL PUMPS

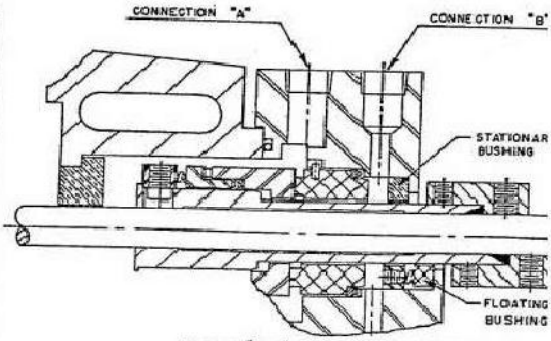


FIG. 6 "PT" & "HSPT" CARTRIDGE
RECOMMENDED FOR HORIZONTIAL SPLIT CASE, BARREL TYPE AND VERTICAL PUMPS

TYPICAL MECHANICAL SEAL ARRANGEMENTS CONTINUED

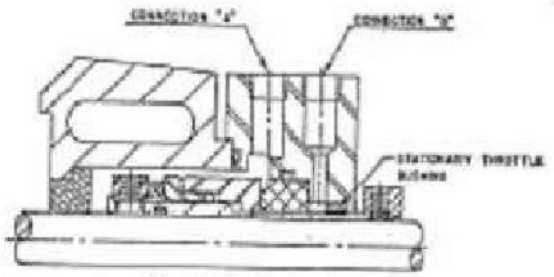


FIG. 7 "HPTO" CARTRIDGE

RECOMMENDED FOR HORIZONTAL SPLIT CASE, BARREL TYPE AND VERTICAL PUMPS

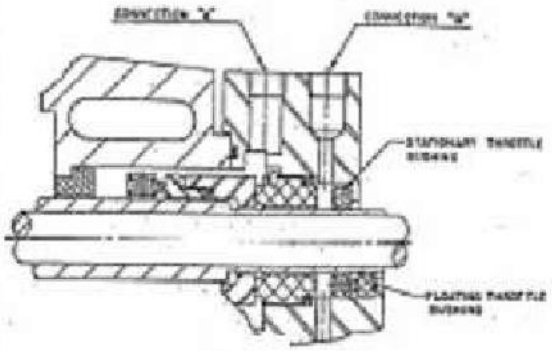


FIG 8 "PO-S" & "PO-DHT"

RECOMMENDED FOR HIGH & LOW TEMPERATURE APPLICATIONS. NEGATIVE 300° TO PLUS 750° F

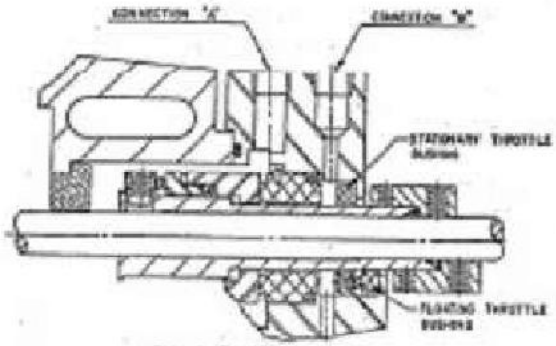


FIG. 9 "PO-S" CARTRIDGE

RECOMMENDED FOR HIGH & LOW TEMPERATURE APPLICATIONS. NEGATIVE 300° TO PLUS 750° F

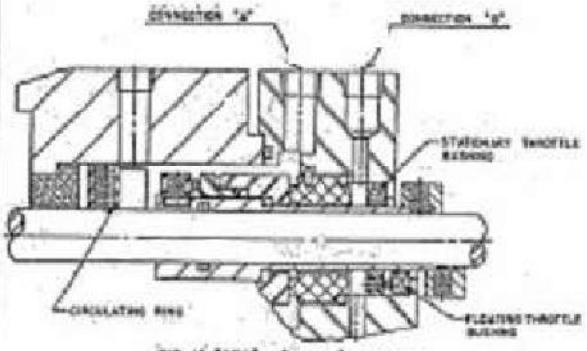
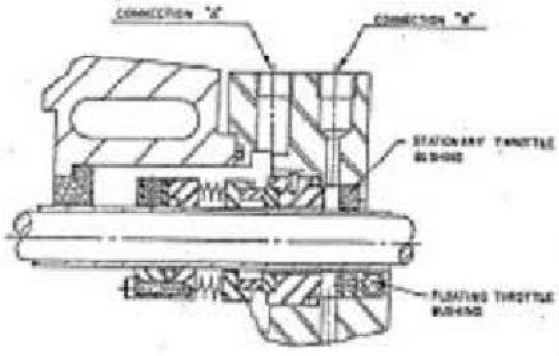
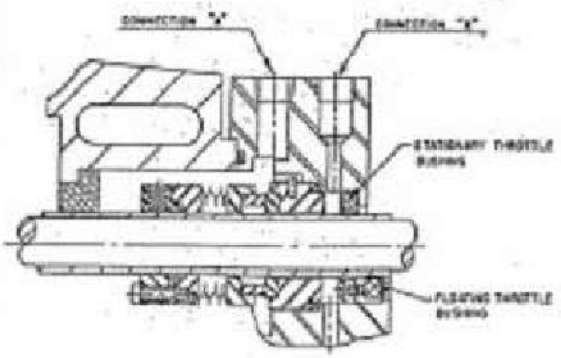
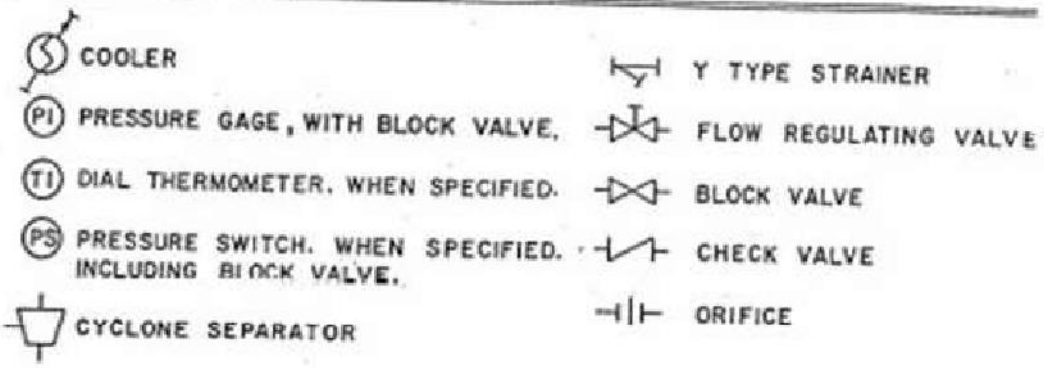


FIG. 10 "PTO" & "HPTO" CARTRIDGE WITH CIRCULATING RING



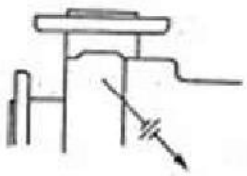


APPENDIX C SYMBOL DESCRIPTION



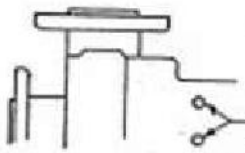
CLEAN PUMPAGE PIPING PLANS

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.



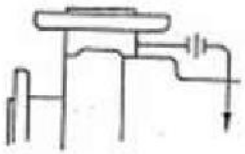
PLAN 01

INTEGRAL (INTERNAL) RECIRCULATION FROM PUMP DISCHARGE TO SEAL.



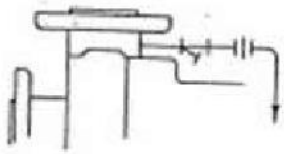
PLAN 02

DEAD-ENDED SEAL BOX WITH NO CIRCULATION OF FLUSH FLUID. WATER-COOLED BOX JACKET AND THROAT BUSHING REQUIRED, UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.



PLAN 11

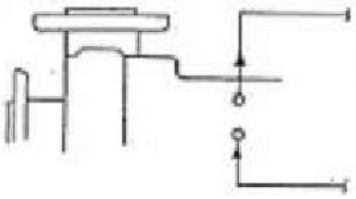
RECIRCULATION FROM PUMP CASE THRU ORIFICE TO SEAL.



PLAN 12

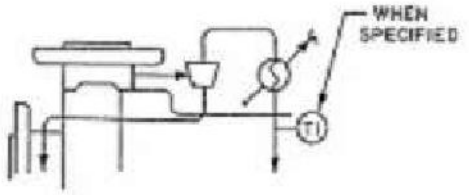
RECIRCULATION FROM PUMP CASE THRU STRAINER AND ORIFICE TO SEAL.

DIRTY OR SPECIAL PUMPAGE CONTINUED



PLAN 33

CIRCULATION OF CLEAN FLUID TO DOUBLE SEAL FROM AN EXTERNAL CIRCULATION SYSTEM. SEE NOTE (b)



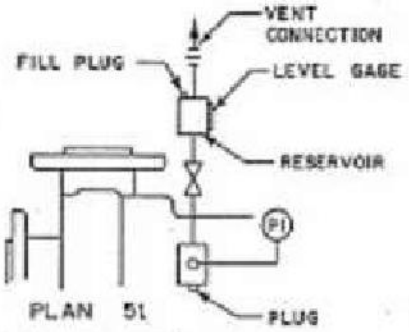
PLAN 41

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

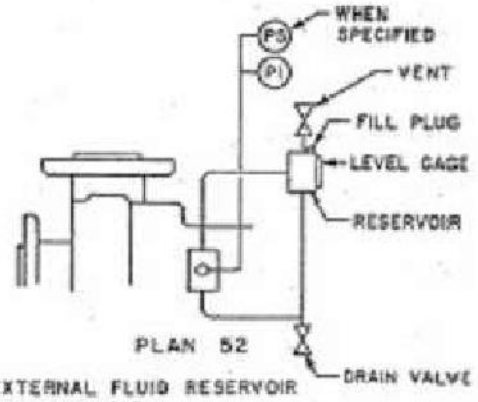
NOTES: (a) THESE PLANS ARE REPRESENTATIVE OF COMMONLY USED SYSTEMS. OTHER VARIATIONS AND SYSTEMS ARE AVAILABLE, AND SHOULD BE SPECIFIED IN DETAIL BY PURCHASER OR AS MUTUALLY AGREED BETWEEN PURCHASER AND VENDOR.

(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).



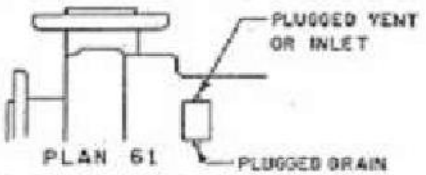
PLAN 51

DEAD ENDED BLANKET (USUALLY METHANOL). SEE NOTE (b)



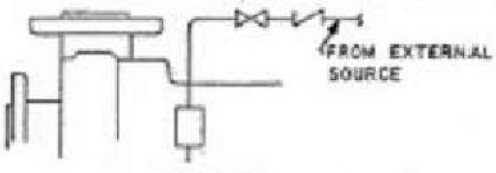
PLAN 52

EXTERNAL FLUID RESERVOIR SEE NOTE (b)



PLAN 61

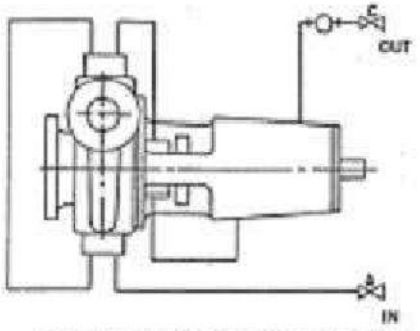
TAPPED CONNECTIONS FOR PURCHASER'S USE. NOTE (b) SHALL APPLY WHEN PURCHASER IS TO SUPPLY FLUID (STEAM, GAS, WATER, OTHER) TO AUXILLARY SEALING DEVICE.



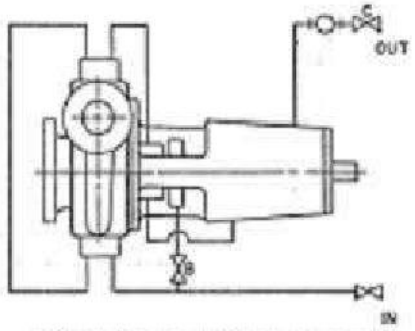
PLAN 62

EXTERNAL FLUID QUENCH (STEAM, GAS, WATER, OTHER) SEE NOTE (b).

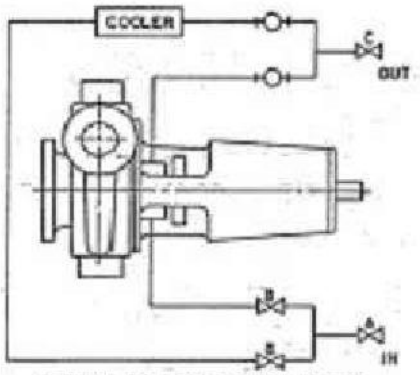
COOLING WATER PIPING CONTINUED



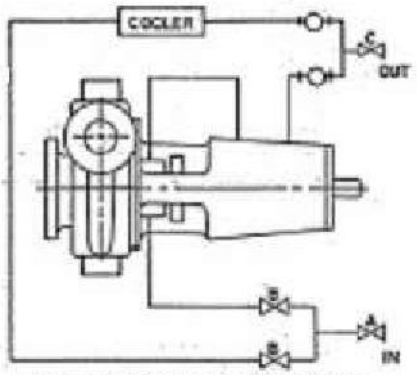
COOLING TO PEDESTALS, STUFFING BOX JACKET AND BEARING HOUSING IN SERIES.



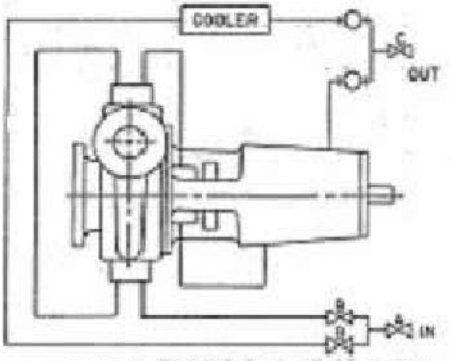
COOLING TO PEDESTALS, STUFFING BOX JACKET AND BEARING HOUSING IN SERIES WITH PARALLEL FLOW TO SEAL PLATE.



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

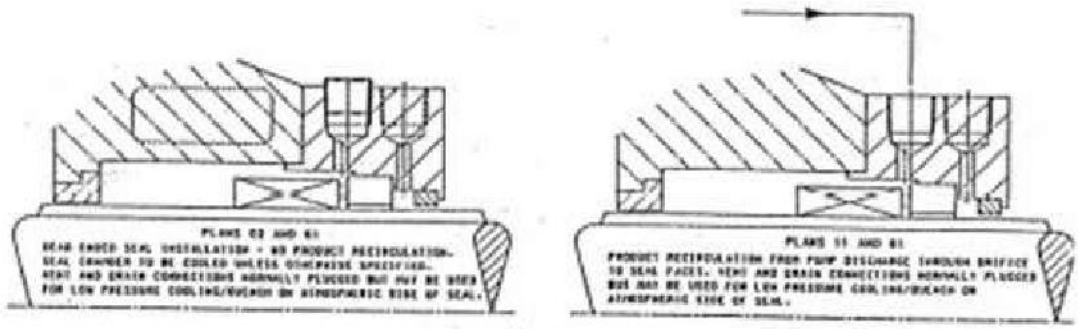
SIGHT FLOW INDICATOR

VALVE "A" INLET, SHUT-OFF VALVE

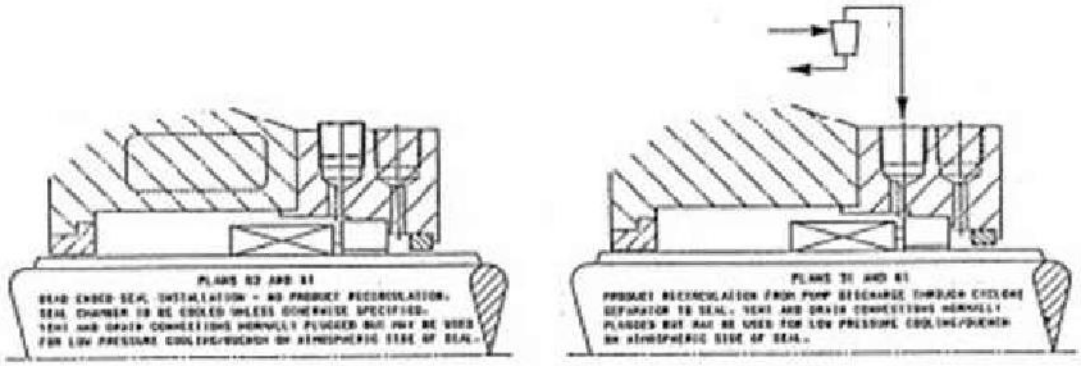
VALVE "B" BRANCH FLOW CONTROL VALVE

VALVE "C" OUTLET, SHUT-OFF VALVE

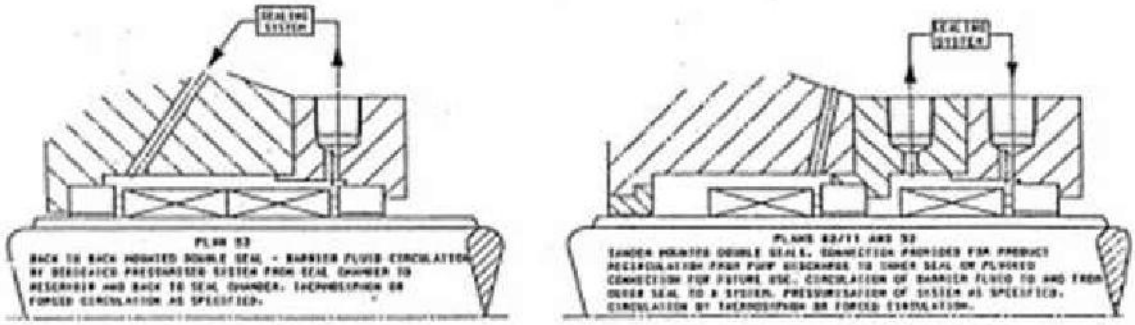
(OPTIONAL)



ARRANGEMENT A



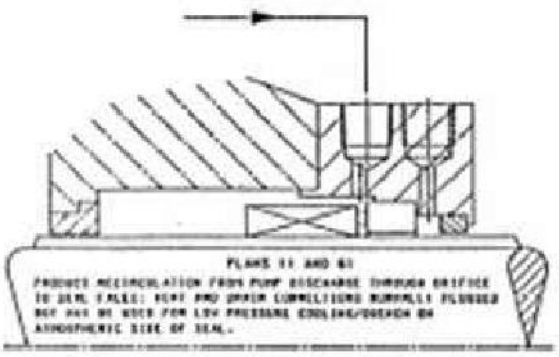
ARRANGEMENT B

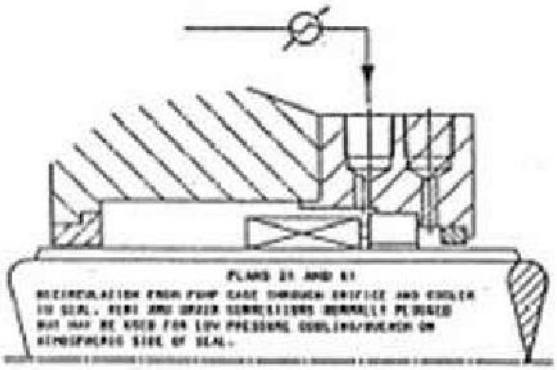


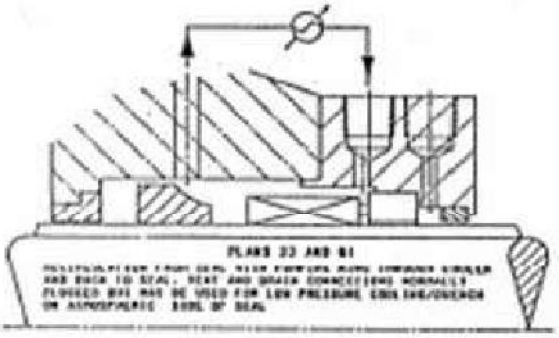
ARRANGEMENT C

Seal arrangements based on piping plans included in API 610 (Drain and vent connections not shown).

continued

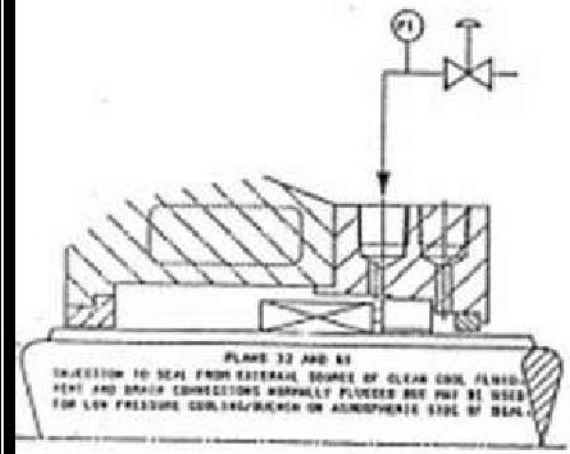


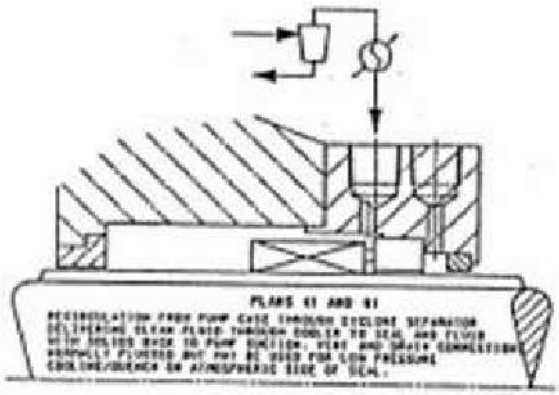




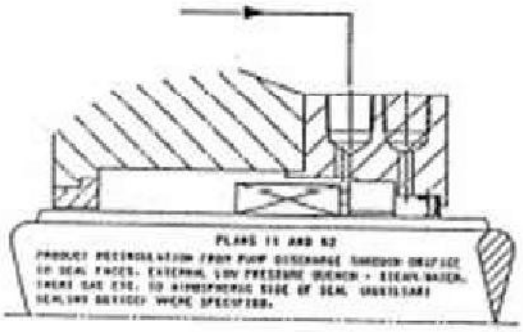
Note. The use of Plan 11 in conjunction with a Neck Bush is intended to increase the pressure in the seal chamber hence to provide a margin above vapour pressure to ensure stable face conditions. If this pressure increase will be insufficient, cooling of the product to the seal must be used. (Plans 21 or 23.)

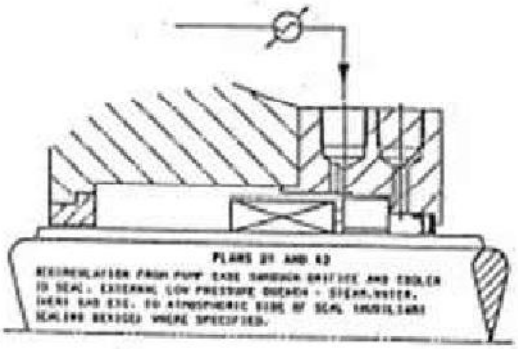
ARRANGEMENT D

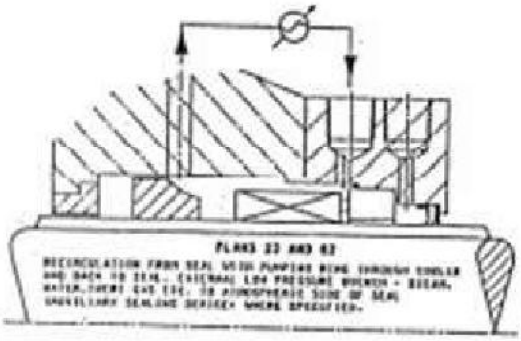




ARRANGEMENT E

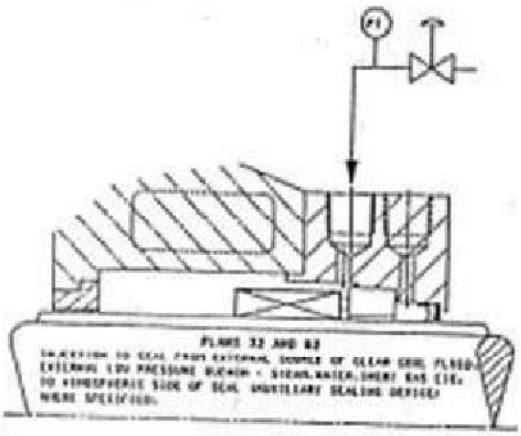


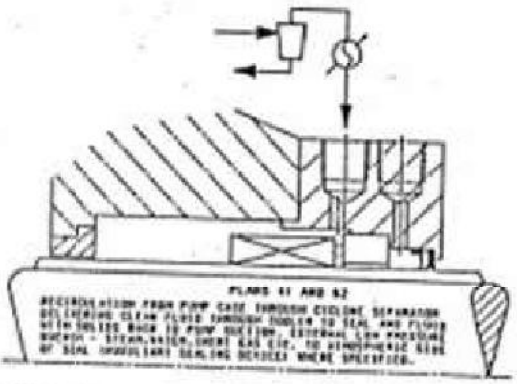




Note. The use of Plan 11 in conjunction with a Neck Bush is intended to increase the pressure in the seal chamber hence to provide a margin above vapour pressure to ensure stable face conditions. If this pressure increase will be insufficient, cooling of the product to the seal must be used. (Plans 21 or 23.)

ARRANGEMENT H

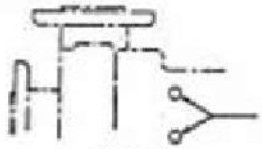




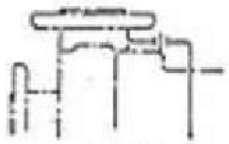
ARRANGEMENT I

Clean Pumpage

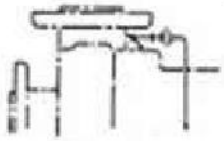
Plan 1
Integral (internal) recirculation from pump discharge to seal.



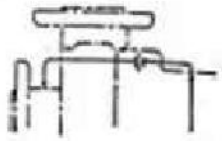
Plan 2
Dead-ended seal box with no circulation of flush fluid. Water-cooled box jacket and throat bushing required unless otherwise specified.



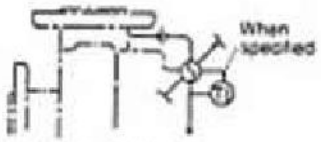
Plan 11
Recirculation from pump case through orifice to seal.



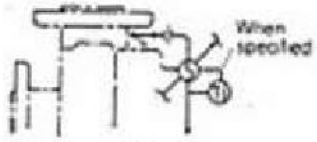
Plan 12
Recirculation from pump case through strainer and orifice to seal.



Plan 13
Recirculation from seal chamber through orifice and back to pump suction.



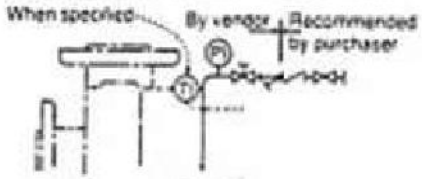
Plan 21
Recirculation from pump case through orifice and cooler to seal.



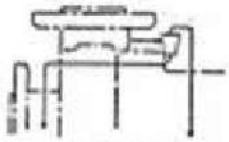
Plan 22
Recirculation from pump case through strainer, orifice, and cooler to seal.

Plan 23
Recirculation from seal with pumping ring through cooler and back to

Dirty or Special Pumpage



Plan 32
Injection to seal from external source of clean fluid (see Note 2).



Plan 31
Recirculation from pump case through cyclone separator delivering clean fluid through cooler to seal and fluid through cooler to seal and fluid with solids back to pump suction.

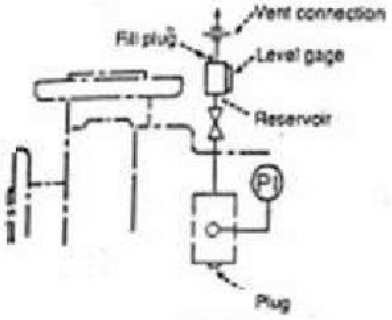
Plan 41
Recirculation from pump case through cyclone separator delivering clean fluid through cooler to seal and fluid with solids back to pump suction.

Legend

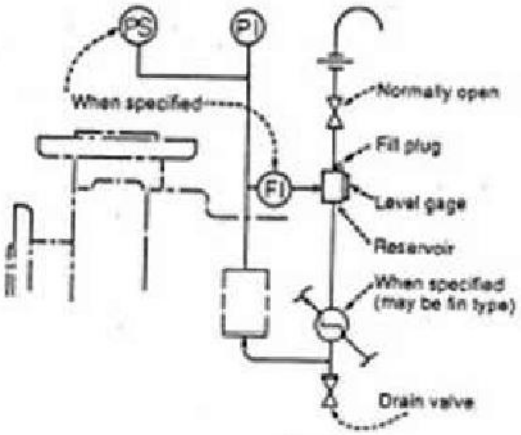
- Cooler
- (PI) Pressure gage with block valve
- (TI) Dial thermometer
- (PS) Pressure switch with block valve
- Cyclone separator
- (FI) Flow indicator
- Y-type strainer
- Flow-regulating valve
- Block valve
- Check valve
- Orifice

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. 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.

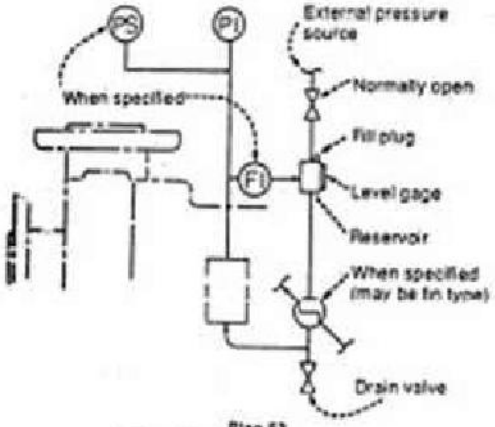
Piping for mechanical seals from API Standard 610, 6th ed.
Petroleum Institute)



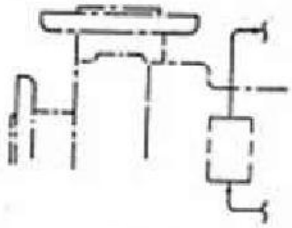
Plan 51
Dead-ended blanket (usually methanol, see Note 2).



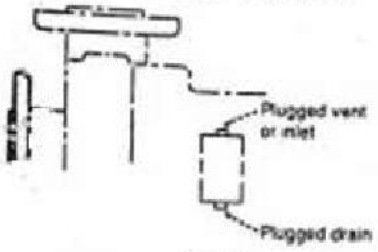
Plan 52
External fluid reservoir (see Note 2), nonpressurized, thermosyphon or forced circulation, as required.



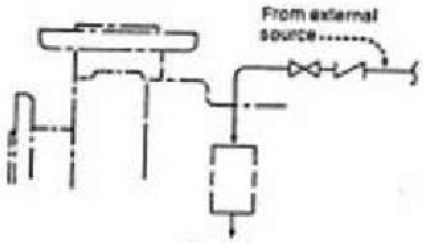
Plan 53
External fluid reservoir (see Note 2), pressurized, thermosyphon or forced circulation, as required.



Plan 54
Circulation of clean fluid from an external system (see Note 2).



Plan 61
Tapped connections for purchaser's use. Note 2 shall apply when purchaser elects to supply fluid (steam, gas, water, etc.) to auxiliary sealing device.



Plan 62
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-resist	Ceramic		Carbides		Carbon			
			85% (Al_2O_3)	99% (Al_2O_3)	Tungsten (6% Co)	Silicon Si-C	Resin	Babbitt	Bronze	Si-C Conv.
Modulus of elasticity, $\times 10^6$ lb/in^2 ($\times 10^5$ MPa)	13–15.95 (90–110)	10.5–16.9 (72–117)	32 (221)	50 (345)	90 (621)	48–57 (331–393)	2.5–4.0 (17.2–27.6)	1.04–4.1 (7.2–28.3)	2.9–4.4 (20–30)	2–2.3 (13.8–15.9)
Tensile strength, $\times 10^3$ lb/in^2 (MPa)	65–120 (448–827)	20–45 (138–310)	20 (138)	39 (269)	123.25 (850)	20.65 (142)	4.5–9 (31–62)	8–8.6 (55–56)	7.5–9 (52–62)	2 (14)
Coefficient of thermal expansion $\times 10^{-6}$, in/in·°F (cm/cm·K)	6.6 (11.88)	6.5–6.8 11.7–12.24)	3.9 (7.02)	4.3 (7.74)	2.53 (4.55)	1.88 (3.38)	2.3–3.4 (4.14–6.12)	2.1–2.7 (3.78–1.86)	2.4–3.1 (4.32–5.58)	2.4–3.2 (4.32–5.76)
Thermal conductivity, Btu·ft/h·ft^2·°F (W/m·K)	23–29 (39.79–50.17)	25–28 (43.25–48.44)	8.5 (14.70)	14.5 (25.08)	41–48 (70.93–83.04)	41–60 (70.93–103.8)	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)	0.259–0.268 (7169–7418)	0.264–0.268 (7307–7418)	0.123 (3405)	0.137 (3792)	0.59 (16,331)	0.104 (2879)	0.064–0.069 (1771–1910)	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			Rockwell 15T
	217–269	131–183	87	87	92	86–88	80–105	60–95	70–92	90