صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

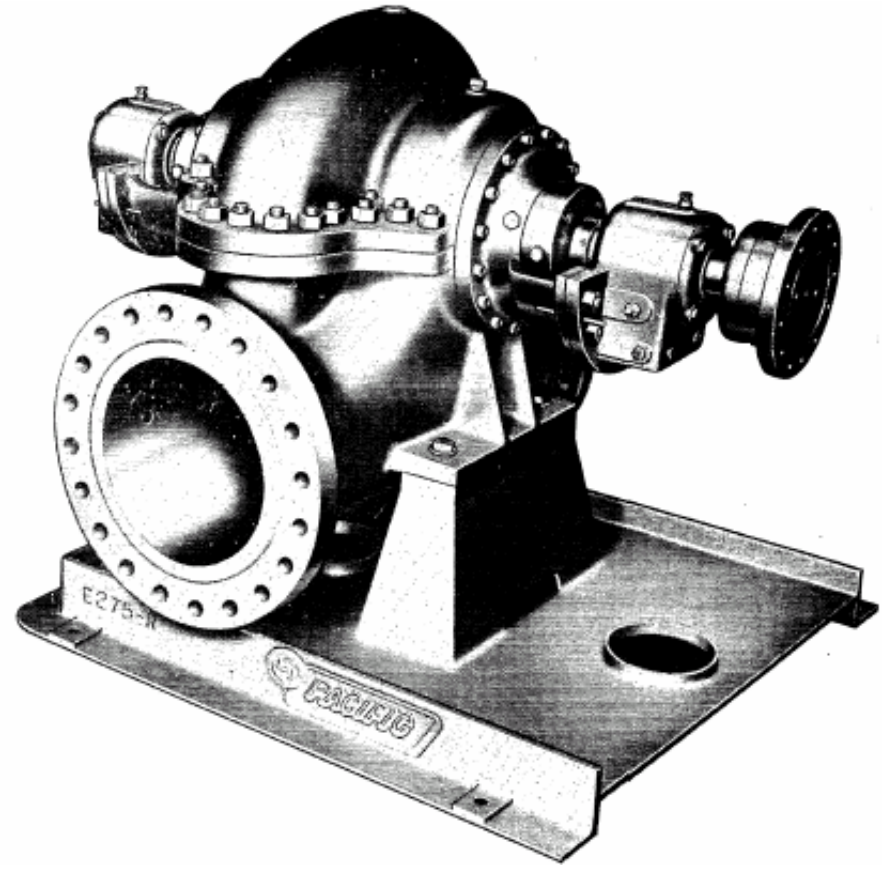
شرکت ملی پالایش وپخش فرآورده های نفتی ایران
شرکت پالایش نفت اصفهان (سهامی خاص)

اداره اموزش شرکت پالایش نفت اصفهان

جزوه آموزشی

پمپ ها

انواع، اصول کار، بهره برداری، تعمیرات و عیب یابی



تهیه وتنظیم:

مهندس مهدی نصرازادانی

فهرست مطالب

مقدمه	۲
تعریف پمپ وانواع انرژی	٤
طبقه بندی پمپ ها	۷
اصول وقوانین حاکم برجریان سیالات	۹
اصول دینامیک حاکم برجریان سیالات	۱۳
کاویتاسیون	۱۳
بهترین شرایط کارائی پمپ ها	۱۵
ضربه قوچ	۲۱
جریان های گردابی	۲۳
مینیمم فلوی پمپ ها	۲۷
اصول نصب پمپ ها	۳۲
پمپ های جابجائی مثبت	۳۷
پمپ های رفت وبرگشتی	۳۸
پمپ های دوار	۵۱
پمپ های جنبشی	۶۲
اصول کاروطبقه بندی پمپ های گریزازمرکز	۶۶
طبقه بندی پمپ هابراساس نوع کاربرد	۹۷
نیروهای هیدرولیکی روی پروانه هاوروش های خنثی کردن انها	۱۰۱
اجزاوقطعات مهم پمپ های گریزازمرکز	۱۱۳
یاتاقان های لغزشی	۱۲٤
یاتاقان های غلتکی	۱۳٤
پکینگ ها	۱٤۳
مکانیکال سیل ها	۱۵۳
روغنکاری	۱۶۹
تعمیرات پمپ های گریزازمرکز	۱۷۸
تنظیمات یاتاقان های لغزشی	۱۸۷
تراست برینگ ها	۱۸۸
تولرانس ها وانطباقات دربال برینگ ها	۱۹۳
موادساختمانی پمپ های گریزازمرکز	۲۰٤
عیب های روتین پمپ های گریزازمرکز وروش های عیب یابی	۲۱۰

مقدمه

قدیمی‌ترین دستگاههائی که از گذشته‌های دور تاکنون در جهت رفع نیازهای انسان‌ها مورد استفاده قرار گرفته پمپ‌ها هستند که از چندین هزار سال پیش تاکنون از انواع کوچک تا بزرگ و ساده تا پیشرفته آن ابتدا در امر کشاورزی و انتقال آب از اعماق زمین به سطح ان و سپس با پیشرفت علم وصنعت و تکنولوژی در همه عرصه‌های صنعتی جایگاه خود را پیدا کرده است. طوری که حتی در یک ماشین معمولی از چندین نوع آن برای موارد متعدد از قبیل پمپ آب،پمپ روغن،پمپ بنزین پمپ شیشه شور و . . استفاده شده و حقاً می‌توان ادعا نمود صنعت منهای پمپ صفراست ونمی‌تواند وجود داشته باشد.

با عنایت به اهمیت نقش پمپ‌ها در صنایع مختلف بخصوص پالایشگاهها و کمبود منابع فارسی مفید دراین زمینه و پراکنده بودن جزوات موجود و نیاز روزمره تخصصی کلیه واحدهای عملیاتی و تعمیراتی به شناخت ،بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و عیب‌یابی انها به فضل الهی توفیقی حاصل گردید تابتوانم قدمی هرچندکوچک بردارم ومطالبی در این زمینه گردآوری و تدوین و به رشته تحریر در آورده وتقدیم کلیه دوستان و همکاران نمایم که امیداست موردرضای خدای متعال و توجه واستفاده همکاران وعلاقه مندان واقع شود وانشا ا...گامی باشد درجهت استفاده وبهره برداری بهینه ازدستگاه ها و نیل به خودکفایی و کاهش هزینه‌ها برای میهن اسلامی .

این مقوله دارای فصل‌های متعددی است که در آن مباحثی از مکانیک سیالات در پمپ‌ها تا شناخت انواع واصول کارانواع پمپ ها وشرح قطعات مورداستفاده و روش‌های اصولی راه‌اندازی و از سرویس خارج کردن ونگهداری و مسائل تعمیراتی آنها آورده شده است .

لازم به توضیح است که کلیه مطالب مطروحه از کتب معتبرمربوط به پمپ ها و جزوات API و Manualهای پمپ‌های موجود درپالایشگاه وجزوات موجوددراداره اموزش و همچنین تجربیات شخصی و مواردی که در کلاس‌های آموزشی پمپ‌ها در طی سالهای اخیر مطرح شده استخراج گردیده است. که

البته خالی از اشکال نیزنبوده که مشتاقانه منتظر دریافت نقطه نظرات کلیه همکاران هستیم تا انشاا...در چاپ‌های بعدی مد نظر قرار گیرد.

در پایان لازم می‌دانم از کلیه مسئولین محترم اداره آموزش شرکت پالایش نفت اصفهان که در امر تهیه و چاپ این جزوه کمال همکاری را نموده‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم و توفیق روزافزون همگان را از خداوند منان خواهانم.

مردادماه ۱۳۸۳ -مهدی نصرازادانی

تعمیرات ماشینری-شرکت پالایش نفت اصفهان

تعریف:

پمپ به دستگاهی اطلاق می شود که به سیا ل انرژی می دهدوباعث می شود ازیک نقطه به نقطه دیگرمنتقل شود.

انرژی منتقل شده به سیال شامل انرژی فشاری جنبشی و پتانسیل است که درمکانیک سیالات باهـد انهـا بیـان می شودکه ذیلا به ان اشاره می شودوروش اندازه گیری ان نیزتوضیح داده می شود

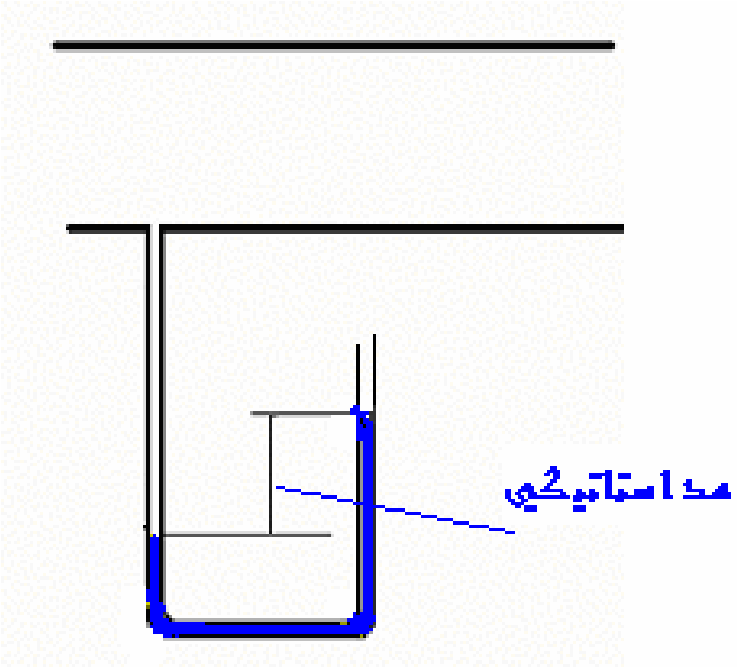
انواع انرژی:

۱- انرژی فشاری(هدانرژی فشاری)

فشارعبارتست ازمقدارنیروئی که توسط سیال برواحد سطح اعمال می کند که مقـداراین نیرودرتمـام جهـات یکسان است ومی توان ان رابرحسب ارتفاع ستونی ازمایع تعریف کرد.

مقداران برای یک سیستم لوله کشی توسط فشارسنج ها اندازه گیری می شود ولی برای اندازه گیـری دقیـق تر می توان بااستفاده ازیک پیتوت تیوب که سیال بادانسیته مناسبی دران ریختـه شـده اسـت(بیشترازدانسـیته مایع داخل لوله)بصورت زیر ان را اندازه گیری کردکه میزان اختلاف ارتفاع بین لوله ها مبـین هدفشاراسـت که برحسب واحداندازه گیـری(میلیمتریـا.....)ارتفـاع سـتون مـایع اسـت بطورمثـال ده سانتیمترسـتون جیـوه یا....است .

درشکل زیرشمائی ازان نشان داده شده است.



به هد مربوط به فشاراستاتیک هداستاتیک نیز گفته می شود زیرا این فشاردرمحلی اندازه گیـری مـی شـود (روی سطح لوله)که سیال سرعت ندارد.

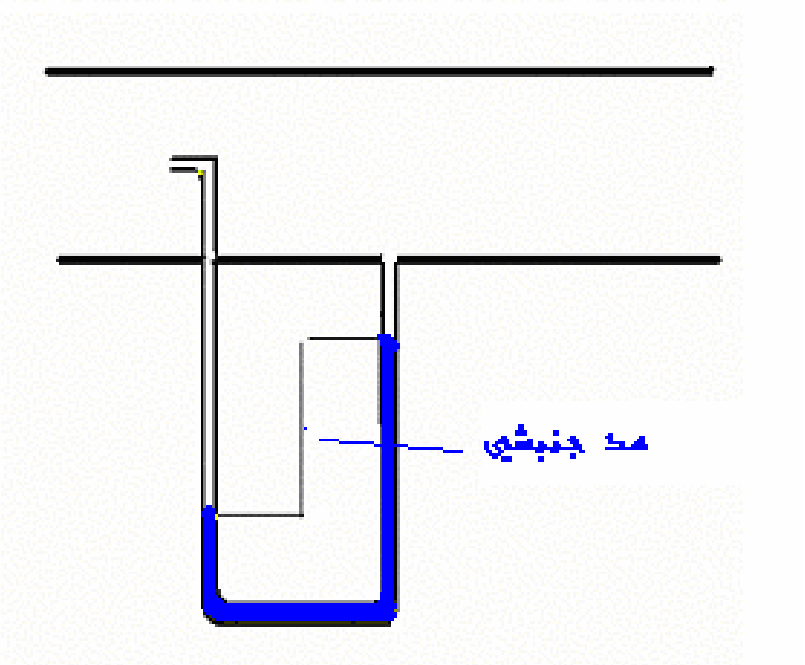
۲-انرژی جنبشی(هدانرژی جنبشی)

انرژی جنبشی یک سیال شامل سرعتی است که سیال باان درحال حرکت است وبه عنوان هد دینامیکی محسوب می شود وازلحاظ ریاضی عبارتست از:

$$\frac{V^2}{2g}$$

که دران Vسرعت سیال برحسب متربرثانیه وgشتاب ثقل زمین برحسب متربرمجذورثانیه است که مقدارهدبرحسب مترستون مایع بیان می شود.

روش اندازه گیری هددینامیکی به توسط پیتوت تیوب و بصورت زیراست:



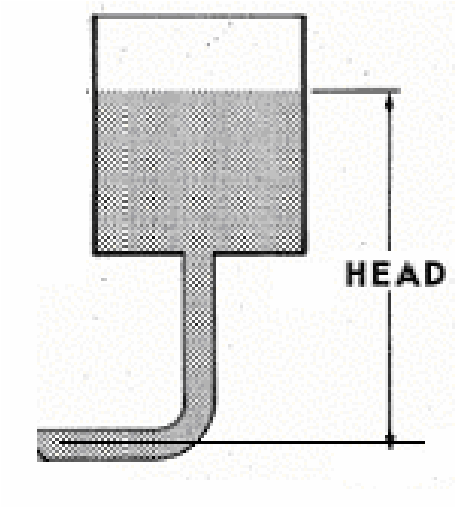
توضیح:برای اندازه گیری فلوی جریان عبوری ازیک لوله می توان با استفاده اراندازه گیری نمودن هددینامیکی وبدست اوردن سرعت سیال بادانستن سطح مقطع ان رااندازه گیری نمود که روش بسیارمناسبی است وبا کمترین افت فشارسیال (برخلاف اریفیس ها)قابل محاسبه است.

$$\Rightarrow V = \sqrt{2gH}$$

دررابطه فوق Hهددینامیکی یاجنبشی است.

۳-انرژی پتانسیل(هدانرژی پتانسیل)

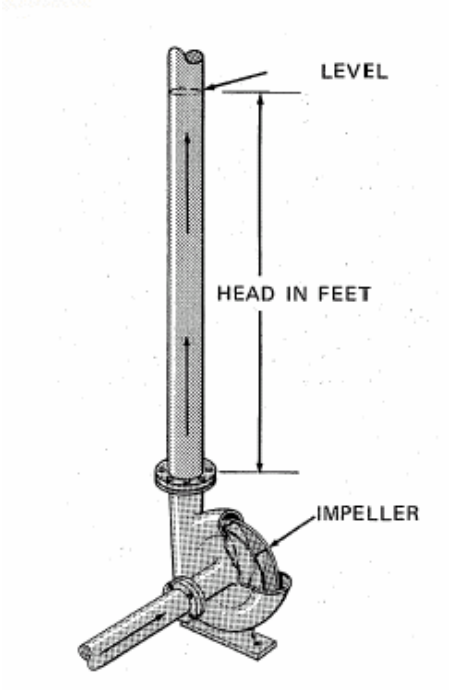
این نوع انرژی دراثراختلاف سطح مایع ازیک سطح مبنا(سطح کره زمین)حاصل می شود مثل ابی که درداخل یک تانک ذخیره شده وبابازکردن ولوبه علت دارا بودن انرژی پتانسیلی که داردازان خارج می شودکه مقدار انرژی نهفته درسیال براساس ارتفاع مایع ازسطح زمین بیان می شودوواحدان برحسب متراست.



هد کلی پمپHead

با توجه به این که فشارمایعات بسته به دانسیته انها(سبکی وسنگینی مایع) تغییر می کند معمولافشار خروجی پمپ راغالبا برحسب ارتفاع ستونی ازمایع (اب)بیان می کنند به عنوان مثال ده مترستون اب که معادل ۷۶سانتیمترستون جیوه است بیان می شود که شامل مجموع انرژی های جنبشی وفشاری است که پمپ روی سیال اعمال می کند تا مایع درلوله خروجی به ان ارتفاع بالارود.

$$Z+\frac{V_1^2}{2g}+\frac{P}{\gamma}$$



درحالت کلی هد یک پمپ شامل اختلاف فشاربین ورودی وخروجی ان برحسب ستونی ازمایع است که درData Sheetان داده می شود.

ارتباط بین هدوفشارازرابطه زیربدست می اید:

$$\text{Head} = \frac{\text{pressure}}{\text{sp. gr.} \times 0.433}$$

$$\text{Pressure} = \text{head} \times \text{sp. gr.} \times 0.433$$

طبقه بندی پمپ ها

پمپ هاازلحاظ نحوه واصول کار به سه دسته کلی زیرتقسیم بندی می شوند:

الف پمپ های نوع جنبشیDynamic Pump

ب- پمپ های نوع جابجائی مثبتPositive Displacement Pumps

ج-پمپ ها ی مخصوصSpecial Pumps

پمپ های نوع جنبشیDynamic Pump

اساس کاراین نوع پمپ هابراساس افزودن انرژی جنبشی به مایعات است که این انرژی درغالب سرعت یاحرکت دادن به مایع ازطریق مکانیزم پمپ که پروانه هاهستند انجام می شودکه مقداری از انرژی جنبشی تولید شده درداخل پمپ ومقداری دیگر نیزدرمجرای خروجی پمپ(براساس ساختمان ان)به انرژی فشاری تبدیل می شود.

این نوع پمپ ها در دسته های کلی زیر طبقه بندی می شوند:

۱-پمپ های جریان شعاعی یا گریزازمرکزCentrifugal Pump

۲-پمپ های جریان مختلطMixed Flow Pump

۳-پمپ های جریان محوریAxial Flow Pump

٤-پمپ های جریان محیطیPeripheral Pump

که ذیلا توضیحات مختصری راجع به انهاداده می شودوددربخش های بعدی مورد بحث وبررسی بیشترقرارمی گیرند.

پمپ های نوع جابجائی مثبتPositive Displacement Pump

پمپ های نوع جابجائی مثبت به پمپ هائی اطلاق می شود که درهرکورس کاری که انجام می دهند مقدارمشخصی ازمایع راپمپاژ می کنندومقدارمایع پمپاژ شده رابطه مستقیم باتعداد کورس های انجام شده دارد.

پمپ های نوع جابجائی مثبت در دودسته اصلی طبقه بندی می شوند:

الف-پمپ های رفت وبرگشتیReciprocating Pumps

پمپ های رفت وبرگشتی در سه دسته کلی زیرطبقه بندی می شوند:

۱-پمپ های پیستونیPiston Pump

۲-پمپ های پلانجریPlunger Pump

۳-پمپ های دیافراگمیDiaphragm Pump

ب -پمپ های دوارRotary Pump

اصول کاراین نوع پمپ ها براساس حرکت چرخشی دائمی یک یاچندرتوردرداخل یک محفظه است که باچرخش رتورمایع از طرف ورودی Suctionبطرف خروجیDischarge پمپ رانده می شود.

این پمپ ها دردودسته کلی زیرطبقه بندی می شوند:

الف-پمپ های تک محوریSingle Rotor

ب-پمپ های چندمحوری Multiple Rotor

پمپ های تک محوریSingle Rotor

این پمپ ها دردسته های زیرطبقه بندی می شوند:

۱-پمپ های پره ایVane Pump

۲-پمپ های پیستونیPiston Pump

۳-پمپ های ارتجاعیFlexible Member Pump

٤-پمپ های پیچیScrew Pump

۵-پمپ های لغزشیPeristaltic Pump

پمپ های چندمحوری (Multiple Rotor)

این نوع پمپ ها دردسته های زیرطبقه بندی می شوند:

۱-پمپ های نوع چرخ دنده ایGear Pump

۲-پمپ های نوع پره ایLobe Pump

۳-پمپ های نوع پیچیScrew Pump

٤-پمپ های نوع پیستون دوارCircumferfntical Piston Pump

و.....که درفصل های بعدی بیشتراجع به انها بحث خواهدشد.

پمپ های نوع دیافراگمیDiaphragm Pump

پمپ دیافراگمی ، نوعی پمپ رفت و بر گشتی است که مکانیزم اصلی پمپ از یک دیافراگم قابل ارتجاع تشکیل شده است ظرفیت اینگونه پمپ ها با قطر دیافراگم ، میزان حرکت آن (کورس حرکت) و تعداد تکرار حرکت رفت و بر گشتی در واحد زمان (سرعت حرکت) نسبت مستقیم دارد . از آنجائی که مقدار حرکت قابل دستیابی دیافراگم محدود وبطور قابل ملاحظه ای کمتر از قطر داخلی پمپ است، حداکثر ظرفیت پمپ(با قطر دیافراگم ثابت)عملآ به حداکثر سرعت رفت و برگشت ان بستگی خواهد داشت یکی از ویژه گی های بارز پمپ های دیافراگمی در آن است که تنها دیافراگم و مجاری ورودی و خروجی پمپ با مایع مربوطه در تماس می باشند از این رو می توان ادعا کرد که نشتی این گونه پمپ ها واقعآصفراست .

انواع عمده پمپ های دیافراگمی عبارتند از:

۱ پمپ دیافراگمی مکانیکی

۲- پمپ دیافراگمی هیدرولیکی.

۳- پمپ دیافراگمی هوایی

٤- پمپ دیافراگمی الکترومغناطیسی Electromagnetic

که دربخش های بعدی بطورمفصل راجع به هرکدام ازاین مواردبحث خواهدشد.

پمپ های مخصوص

این پمپ ها خیلی معروف نیستند وگاها جزطبقه بندی پمپ ها به حساب نمی ایند و نمی توان آنها راجزءِ یکی از دو گروه فوق بحساب آورد که چندنمونه ازانها مثل:

۱-اجکتورهاEductor

۲-Pulsators

۳-بالا برهای هیدرولیکیHydrulic Lift

٤-`پمپ های مغناطیسیElecromagnetic Pump

نام برد که مورد بحث این مقوله نمی باشد

اصول وقوانین حاکم بر جریان سیالات

برای حل مسائل درمکانیک سیالات ازچندقانون مهم استفاده می شودکه ذیلا به شرح ان می پردازیم

۱- اصل بقای جرم

این بیان گراین است که مقدارسیالی که دریک سیستم حرکت می کندمقدارش تغییرنمی کندودرمقاطع مختلف سرعت وفشاران تغییرمی کند.

رابطه زیررادرمقاطع مختلف نوشت:

$$\rho_1 v_1 A_1 = \rho_2 v_2 A_2$$

۲-اصل بقای انرژی (رابطهٔ برنولی)

این اصل بیان گرثابت بودن انرژی کل واحد وزن سیال است که شامل مجموع سه نوع انرژی فشاری انرژی جنبشی وانرژی پتانسیل است که درمقاطع مختلف کم وزیادمی شوندوازیک نوع به نوع دیگرتبدیل می شوند. درسیالات این انرژی ها رابرحسب هد انها(ارتفاع ستون مایع تعیین می کنندو مجموع سه نوع انرژی (بر حسب هد)عبارت است از:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + \Delta H$$

ΔH = افت انرژی بین نقاط ۱ و ۲

۳-اصل بقای مومنتم (قانون دوم نیوتن)

که رابطه ای است اساسی برای انتقال انرژی بین سیال و رتوروبیان گر این موضوع است که تغییرات مومنتم یک سیال متناسب است با نیروی وارد شده به رتوراست.

$$F. = m^0(Vt_1 - Vt_2)$$

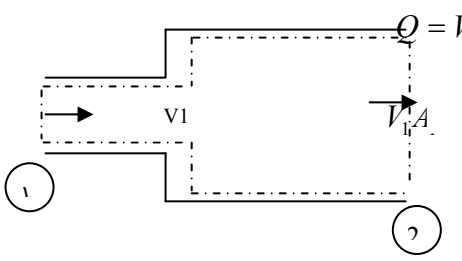
٤-قانون سوم نیوتن

این قانون مبین این نکته است که هرعملی را عکس العملی است مساوی با آن و در خلاف جهت آن به این معنا که اگر توسط مکانیزمی به سیال نیروئی واردشود سیال نیز عکس العمل نشان داده ونیروئی درجهت عکس نیروی اعمال شده به ان واردمی کندکه ازاین قانون برای محایبه نیروهای اعمال شده روی قطعات وطراحی انها استفاده می شود .

حل چند مثال :

۱- در مقطع ۱ لوله ای سرعت $V_1 = 3ml\sec$ و قطر لوله $D_1 = 2m$ است و در مقطع ۲ قطر $D_2 = 3m$ می باشد دبی لوله و سرعت ۲ $V_2 = ?$ را محاسبه کنید .

حل :

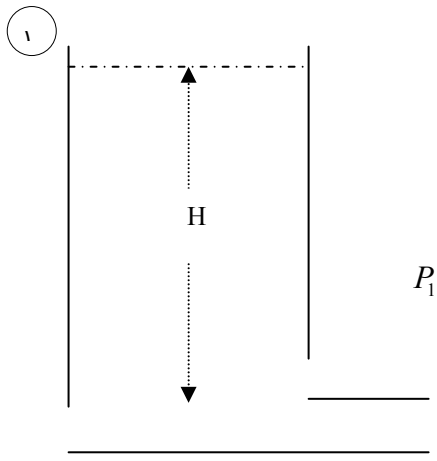


$$Q = V_1A_1 = 3 * \frac{\pi}{4} * 4 = 9.42m^3/\sec$$

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{9.42}{2.25\pi} = 1.33m/\sec$$

۲-محاسبه سرعت تخلیه آب از یک مخزن بزرگ

حل : طبق معادله برنولی داریم :



$$Z_2 = 0$$

$$Z_1 = H$$

$$V_1 = 0$$

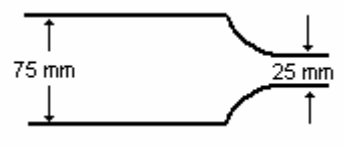
$$P_1 = P_2 = 0$$

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2$$

پس از ساده شدن داریم: $0 + 0 + H = \frac{V_2^2}{2g} + 0 + 0$

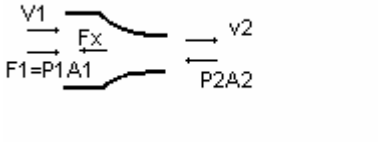
$$\Rightarrow V = \sqrt{2gH}$$

۳-محاسبه نیروی وارد شده از نازل بر لوله آتش نشانی



$$Sp.Gr = 0.85$$

فشارنسبی $P_1 = 0.75MPa$



(با صرف نظر کردن ازتلفات انرژی)

برای تعیین دبی معادله برنولی را بین نقاط ۱و۲ می نویسیم :

$$A_1V_1 = A_2V_2 \Rightarrow V_2 = gV_1 \qquad , \qquad Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_0}{\gamma}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma}(-1+81) = \frac{700000}{1000*0.85*9.81} \Rightarrow \begin{cases} V_1 = 4.5m/\sec \\ V_2 = 40.8m/\sec \\ Q = 0.02m^3/SEC \end{cases}$$

$$\sum F = m^0(V_2 - V_1) \Rightarrow F_1 - F_X = m^0(V_2 - V_1) \Rightarrow 0.9*\frac{\pi}{4}(0.075)^2 - F_X = 1000*0.85*0.02*(40.8-4.5)$$

$$\Rightarrow F_X = 2470N$$

افت انرژی یا کاهش هد

افت فشار یاکاهش انرژی درسیستم های لوله کشی انتقال سیالات وپمپ ها زائیده چندین عامل به شرح زیراست :

۱-افت های اصطکاکی

۲-افت های ناشی از اغتشاش(کاهش ناگهانی قطر مسیر یا افزایش قطر ناگهانی – تغییر مسیر جریان و گرفتگی مسیر جریان –اتصالات وپیچ وخم ها و.....).

۳-افت های مکانیکی

٤-افت های ناشی ازنشتی های داخلی

که ذیلا به شرح هرکدام ازانها پرداخته می شود.

۱-افت انرژی در اثر اصطکاک Friction Losses

این پدیده دراثر اصطکاک بین سیال وجداره های لوله ها اتفاق می افتدکه منجربه افت فشارسیال می شود.برای محاسبه کاهش انرژی به علت وجود اصطکاک بین لایه های سیال و ذرات سیال با جداره از فرمول دارسی استفاده می شود :

$$\Delta H = f\frac{L}{d}\frac{V^2}{2g}$$

که دران f ضریب اصطکاک,L طول مسیر,V سرعت سیال,d قطرلوله است. Fضریب اصطکاک است که بستگی به عددرینولد($R_E = \frac{SVD}{\mu}$) و جنس لوله داردکه مقدار ان را می توان از منحنی های مربوط به دست آورد .

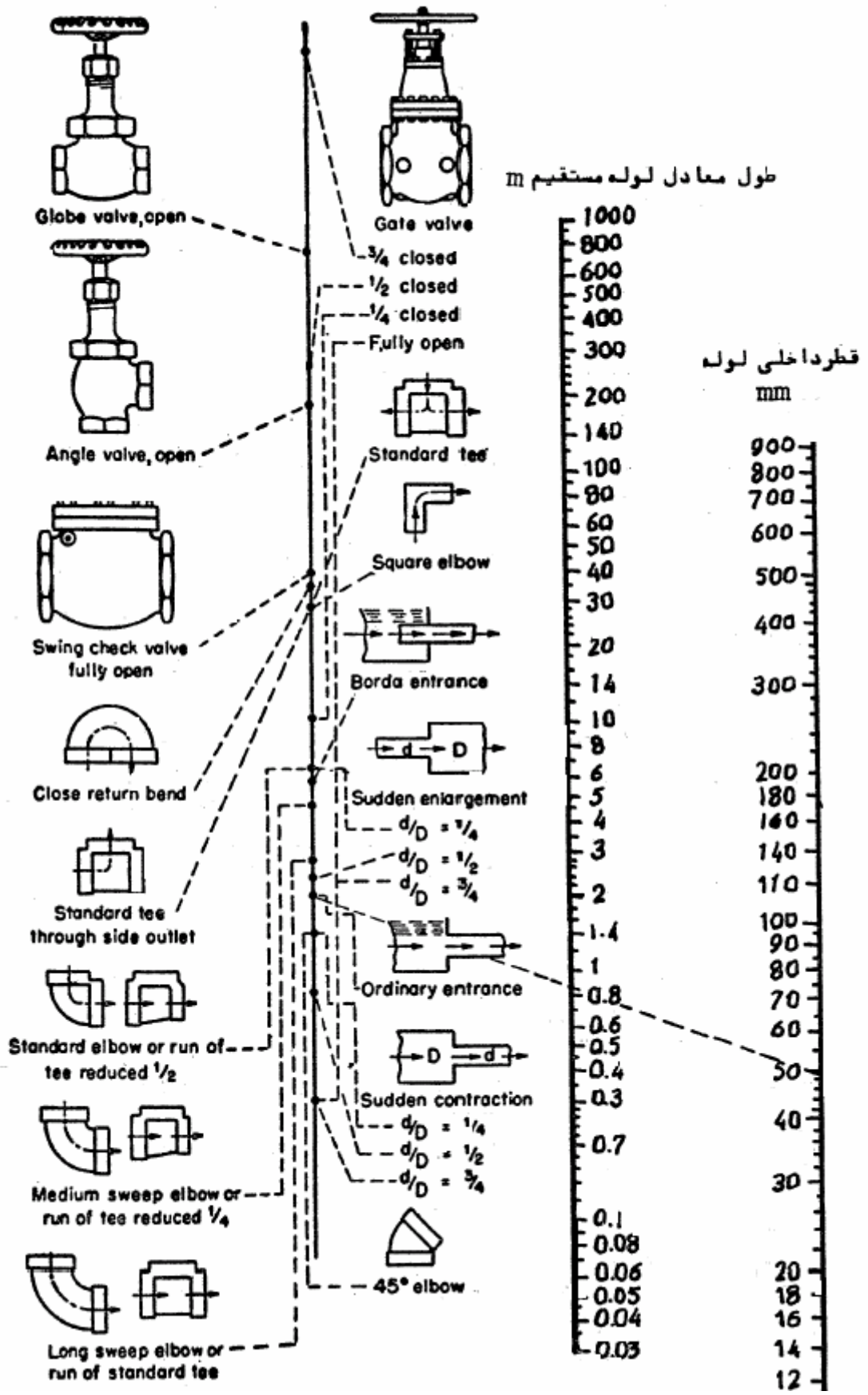
۲-افت انرژی ناشی از اغتشاش جریان

هر تغییر ناگهانی در سطح مقطع مسیر باعث بهم خوردن مسیرجریان و توسعه اغتشاش در جریان سیالات می شود و در نتیجه باعث افت انرژی(فشار) می شود که این افت فشارها متناسب با هد سرعت $H_f \approx \frac{V_2}{2g}$ است که برای جلوگیری از افت فشار در مسیر بایستی سعی شود جاهائی که موانع (انواع شیرها – زانوها ، سه راهی ها ، ردیوس ها و ...) قرار دارند سرعت کم باشدزیراتمامی افت فشارهای ناشی ازاصطکاک واغتشاشات باتوان دوم سرعت متناسب است به عبارت دیگراگرسرعت سیال دوبرابرشودافت فشارایجادشده درسیال چهاربرابرخواهدشد

برای تلفیق دوموردفوق وراحتی کاردرحل مسائل مکانیک سیالات معمولاتمامی افت هارا برحسب افت فشارطول معادل لوله ها بیان می کنند وبرحسب جنس ونوع اتصال می توان ازجداول یامنحنی های کمکی استفاده کرد.

درصفحه بعدیک نمونه ازاین منحنی ها که میزان افت فشارمایع دراتصالات سیستم لوله کشی رابرحسب قطرانواع اتصالات بکاررفته وبرحسب طول معادل لوله نشان می دهد.

مثال:افت فشارناشی ازیک چک ولوباقطرداخلی ۲۰۰میلیمتر بازی که درمسیرلوله کشی نصب شده است معادل افت فشارایجادشده درلوله ای به طول ۱٤۰متراست.


Globe valve, open
Angle valve, open
Swing check valve fully open
Close return bend
Standard tee through side outlet
Standard elbow or run of tee reduced 1/2
Medium sweep elbow or run of tee reduced 1/4
Long sweep elbow or run of standard tee
Gate valve
3/4 closed
1/2 closed
1/4 closed
Fully open
Standard tee
Square elbow
Borda entrance
Sudden enlargement
d/D = 1/4
d/D = 1/2
d/D = 3/4
Ordinary entrance
Sudden contraction
d/D = 1/4
d/D = 1/2
d/D = 3/4
45° elbow
طول معادل لوله مستقیم m
1000
800
600
500
400
300
200
140
100
80
60
50
40
30
20
14
10
8
6
5
4
3
2
1.4
1
0.8
0.6
0.5
0.4
0.3
0.7
0.1
0.08
0.06
0.05
0.04
0.03
قطر داخلی لوله
mm
900
800
700
600
500
400
300
200
180
160
140
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
18
16
14
12

۳- افت ناشی از نشتی درون ماشین

این تلفات انرژی دراثر نشتی های داخلی بوجودمی اید به این معنا که پس از اینکه فشار سیال بالا رفت بایستی از نشت آن به قسمت کم فشار جلوگیری نمود که در عمل بسته به نوع پمپ این کار بوسیله پیستون رینگ ها درپمپ های رفت وبرگشتی وWearing Ringدرپمپ های گریز از مرکز انجام می شود .

٤-افت های مکانیکی

شامل اصطکاک یاتاقانها و آب بندها است که باانتخاب صحیح واستفاده اصولی ازروغن وسیستم روغنکاری مناسب تاحدامکان کاهش داده می شود.

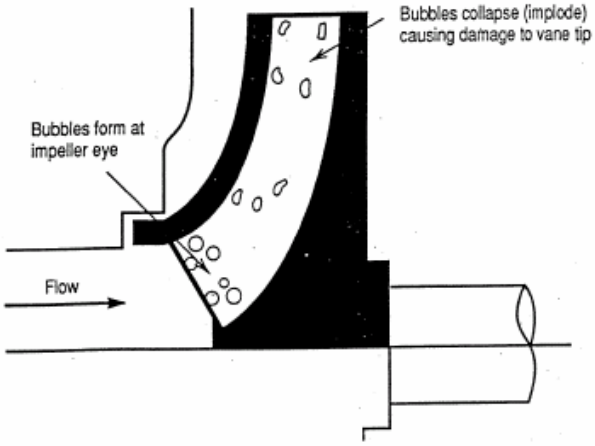
مسائل دینامیکی حاکم برجریان سیالات درپمپ ها

کاویتاسیون Cavitation

کاویتاسیون موقعی بوجودمی اید که فشار مطلق در ورودی پمپ کمتریا مساوی فشاربخارمایع باشد دراین حالت مایع بخارمی شودو حباب های بخاریاهوا همراه جریان سیال به قسمت فشاربالای پمپ وارد می شودودراثرعمل دینامیکی پروانه پمپ دراثربالارفتن فشارپمپ منفجرمی شوندکه انفجارحباب هانه تنها لرزش وسروصدای زیادی تولید می کند بلکه باعث کاهش بازدهی واسیب رساندن به پمپ وایجاد خوردگی های نوع Pitting در قسمت بدنه پمپ و پروانه نیزمی شود.درموقع انفجار حباب های بخاریا هواروی سطح پروانه گاها فشارهائی درحدود ۱۰۰۰۰پوندبراینچ مربع ایجادمی شود. کاویتاسیون ایجاد ارتعاشات درفرکانس های نامشخص Random می کند که باعث به هم خوردن تعادل نیروهای هیدرولیکی روی پروانه ومحور می شود وباعث خرابی های زودرس مکانیکال سیل ها ویاتاقان های پمپ می شود .

درشکل زیر شمائی ازتشکیل حباب هاکه درقسمت ورودی پروانه تشکیل می شودنشان داده شده است.

Classical cavitation.



مسائلی که باعث کاویتاسیون می شوند شامل :

۱-افت فشاربیش از حد در قسمت ورودی پمپ به دلیل گرفتگی صافی و لوله ها و.... که باعث تبخیر مایع در این ناحیه می شود و شرایط رابرای تبخیروتشکیل حباب زیاد می کند.

۲ -کار کردن پمپ درشرایط غیر طراحی (فلوی بیش از حد) به دلیل بالا رفتن دور پمپ ویا افزایش بیش از حد قطر پروانه که باعث افزایش فلوو زیاد شدن سرعت مایع در قسمت ورودی پمپ ونهایتا کاهش فشاردرورودی آن می شود.

۳-بالا رفتن دمای مایع پمپ که باعث بالا رفتن فشار بخار مایع می شود(زودترتبخیرشدن مایع درورودی پمپ) و شرایط را برای کاویتاسیون بوجود می اورد .

٤-زیاد شدن ارتفاع مکش پمپ ها.

۵-تغییر مایع پمپ شونده به دلیل تغییرات شرایط عملیاتی (پمپاژ مایعات سبک تر).

روش های جلوگیری از Cavitation

۱- فشار هوای محیط تأثیر آشکاری روی ارتفاع مکش ورودی پمپ دارد بنابراین هنگام نصب پمپ بایستی این موضوع را در نظر گرفت .

۲- درجه حرارت مایع درون تلمبه را حتی المقدور بایستی پایین نگاه داشت زیرا با زیادشدن آن فشار بخار مایع نیز افزایش پیدا می کند .

۳-سرعت مایع هنگام وورد به تلمبه بایستی حتی الامکان کم باشد (با افزایش قطر لوله ورودی پمپ) ٤- از بکاربردن شیرها ، زانوها و مسیرهای طولانی که باعث افت فشار در ورودی می شوند حتی المقدور خودداری کرد.

۵- سیستم های لوله کشی وتغییرقطرهابایدبطورمناسب طراحی شده باشند .

۶-استفاده ازReducerهای مناسب ودرجهت صحیح.

۷-استفاده ازصافی یامش بااندازه مناسب.

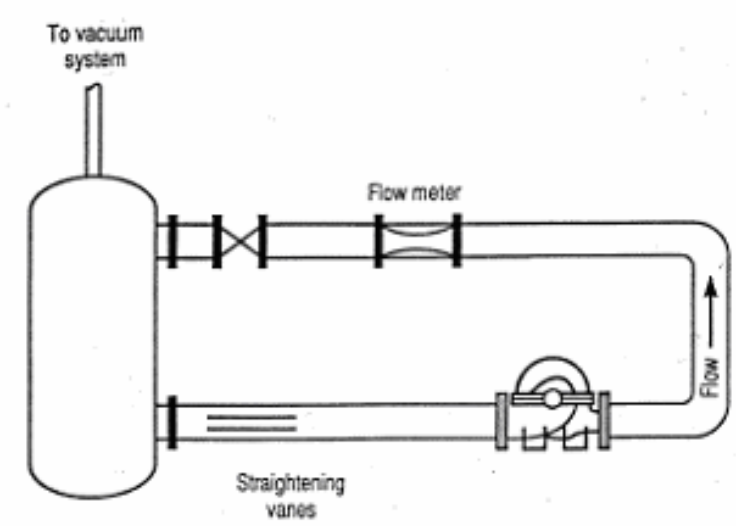
۸-اطمینان ازبازبودن کامل ولو اصلی ورودی پمپ.

۹-اطمینان ازکارکردن پمپ درشرایط طراحی.

۱۰-اطمینان ازکارکردن پمپ درشرایط بالای مینیمم فلوو.....

روش تست کاویتاسیون

برای تعیین شرایط کاویتاسیون پمپ هاازسیستمی مشابه شکل صفحه بعداستفاده می شود که باکم نمودن تدریجی فشارداخل مخزن(بااستفاده از پمپ خلا) وزیرنظرقراردادن لرزش وشرایط کاری (فلووفشار)پمپ شرایطی که در ان کاویتاسیون اتفاق می افتدمشخص می شود.

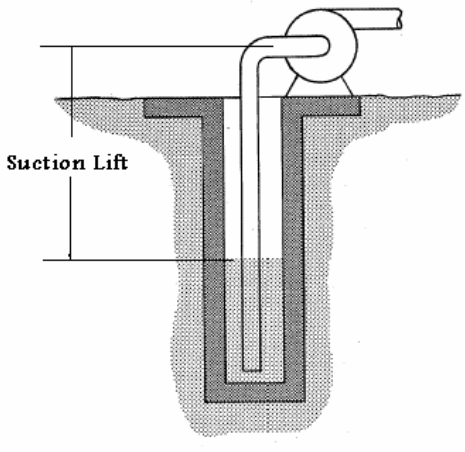


NPSH, testing—vacuum method.

بهترین شرایط کارائی پمپ ها

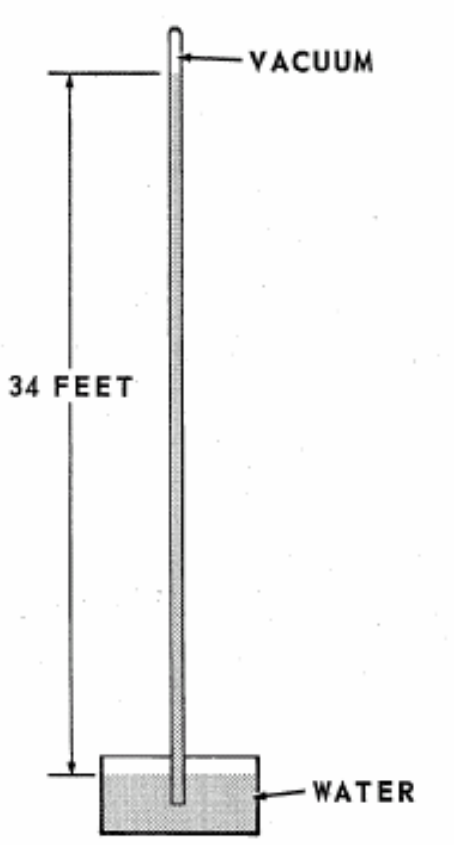
۱-حداکثر ارتفاع مکش پمپ ها Max Suction Lift

حداکثر ارتفاع مکش تئوری قابل حصول یک پمپ به توانائی در کاهش فشار مطلق در محل ورودی پمپ بستگی دارد که کمترین حدان فشار صفر(خلا کامل) در ورودی پمپ است. این مفهوم از نظر ریاضی عبارتست از نسبت فشار جو به وزن مخصوص مایع مورد نظر که در مورد آب سرد خالص $SP.gr = 1$ این مقداربه اندازه ۱۰مترستون آب است .



برای روشن تر شدن بهتر این مطلب به شکل صفحه بعدکه روش اندازه گیری فشارجو رانشان می دهدتوجه کنید .برای اولین بارتوریچلی.برای اندازه گیری فشارجوازاین روش استفاده کردوروش کاربه این صورت است که یک لوله ازمایش پرازجیوه می شودودرهمین وضعیت بطورواروونه درداخل تشتی پر از جیوه فرومی رودکه باعنایت به این که امکان واردشدن هوا به داخل لوله داده نشده است قسمت خالی بالای لوله کاملا خلاست واگراین کاردرکناردریاانجام شودمشاهده می شودکه ارتفاع ستون مایع داخل لوله ۷۶سانتیمتراست که معادل یک اتمسفر یاده مترستون اب است(چون وزن حجمی جیوه حدود۱۳/۶برابراب است).

حال ازاین مطلب برای میتوان برای تفهیم موضوع فوق استفاده نمود.بدین صورت که حداکثرخلائی که درقسمت ورودی یک پمپ می توان بوجوداوردصفرمطلق است(فرض کنیدلوله ورودی پمپ درقسمت بالای لوله توریچلی واقع شده است)پس اگرارتفاع مکش مثلا برای اب ازاین حدبیشترباشدباعث تبخیراب خواهد شد وامکان پمپاژ بخاراب توسط پمپ وجودندارد.به عبارت دیگرمی توان ادعا نمودکه هیچ پمپی وجودندارد که بتواندباارتفاع مکش بیشترازده متراب راپمپاژکند.

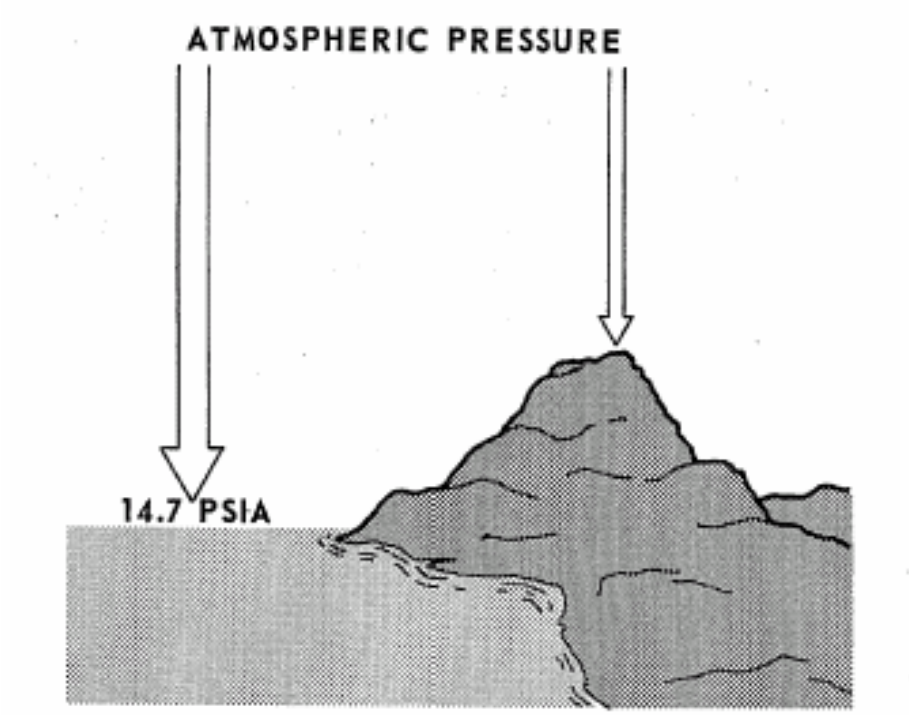


البته هرچه مایع سنگین ترباشد ارتفاع مکش کمتر وهرچه مایع سبک ترباشد(منهای بحث فشاربخارمایع پمپ شونده)بیشترمی شود.

حداکثرارتفاع مکش ازلحاظ تئوری عبارت است از:

$$\text{Max Suotion Lift} = \frac{Patm}{SP.gr} = 10m.h_2o$$

ولـی هرچـه پمـپ درارتفـاع بـالاتری ازسـطح دریـا نصـب شودفشـارهوا کمترونهایتـا ارتفـاع مکـش نیزکمترخواهدشد. درشکل زیراین موضوع نشان داده شده است چون درارتفاعات بالاارتفاع لایه های هـوائی که روی هم قرارمی گیرندکمترمی شود.



همچنین باافزایش درجه حرارت فشاربخارکاهش پیـدامی کنـدومایع زودتربخـارمی شـودوباعث کـم شـدن ارتفاع مکش پمپ می شـودوبطورمثال وقتـی دمـای اب بـه ۱۰۰درجـه سـانتیگرادمی رسـدارتفاع مکـش بـه صفرمیرسدوبرای پمپاژمایعات گرم حتماباید روی ورودی پمپ هدمثبت وجودداشته باشد.
درجدول زیرفشاربخاراب دردرجه حرارت های مختلف برحسب ارتفاع ستون اب نشان داده شده است.

Tc	۵	۱۰	۲۰	۳۰	٤۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
فشاربخار	۰،۰۹	۰،۱۲	۰،۲٤	۰،٤۳	۰،۷۵	۱،۲۶	۲،۰۳	۳،۱۸	٤،۸۳	۷،۱۵	۱۰،۳۳

همانطورکه ملاحظه می شود با افزایش دما فشاربخار افزایش پیدامی کنـدو وقتـی کـه دمـای اب بـه نقطـه جوش می رسد ارتفاع مکش صفرخواهدشد چون دراین دما اب تبخیر می شود که برای جبران ان وبرای این

که پمپ بتواند کاردهی مناسبی داشته باشدیعنی مایع درورودی پمپ بخارنشودحتما بایدارتفاع معینی ازمایع روی ورودی پمپ وجودداشته باشد(هدمثبت).

درجدول زیر تغییرات ارتفاع مکش برحسب ارتفاع ازسطح دریا داده شده است.

حداکثرعمق مکش برحسب ارتفاع ازسطح دریا ودرجه حرارت محیط

ردیف	ارتفاع محل نصب پمپ ازسطح‌دریابمتر	عمق مکش ماکزیمم				
		15 درجه C°	21 درجه C°	27.5 درجه C°	34 درجه C°	40 درجه C°
1	0	7.2	7.1	7.05	6.90	6.80
2	172.5	7.05	7	6.90	6.80	6.70
3	300	6.85	6.8	6.75	6.70	6.60
4	477	6.75	6.70	6.65	6.60	6.50
5	710	6.60	6.60	6.5	6.40	6.30
6	915	6.40	6.30	6.25	6.15	6.05
7	1220	6.12	6.10	6.00	5.90	5.80
8	1525	5.90	5.85	5.80	5.70	5.55
9	1830	5.67	5.60	5.55	5.45	5.35
10	2135	5.45	5.40	5.33	5.23	5.10

حداکثر ارتفاع مکش قابل حصول(عملی) یک پمپ در شرایط دینامیکی توسط رابطه ، زیر بیان می شود

$$\text{Maximum Suction Lift Available} = (\mp h_s + h_f + \frac{pv}{S.G} - \frac{pg}{S.G}$$

که در آن:

MSLA : حداکثر ارتفاع مکش قابل حصول پمپ است.

h_f: مجموع افت های دینامیکی و اصطکاکی

h_s : هدا استاتیکی (اگر سطح مایع بالای پمپ باشد مثبت واگرسطح مایع زیر پمپ باشد منفی می باشد).

P_v : فشار بخار مایع

p_g : فشار نسبی روی سطح مایع (مقدار بالاتر بودن فشار اندازه گیری شده نسبت به فشار جو)است.

باتوجه به مسائل فوق ارتفاع مکش همیشه کمترازارتفاع مکش تئوری پمپ خوادبود

حداکثر ارتفاع مکش عملی متأثر از عوامل زیر است :

۱-افت های د ینامیکی در قسمت لوله کشی ورودی پمپ که عبارتند از

الف- افت فشارهای ناشی ازاصطکاک در ورودی لوله مکش

ب- افت فشاردر اتصالات مسیرورودی لوله مکش نظیر Foot Valve ، زانو و ...)

ج-اافت فشاردرداخل صافی ورودی پمپ

۲-فشار بخار مایع مورد نظر که هرچه فشار بخار مایع بیشتر باشد باید Suction Lift کمتر باشد.

۳-ارتفاع محل نصب پمپ از سطح دریاکه هرچه ارتفاع بیشترشود به علت کم شدن فشارجو ارتفاع مکش کاهش پیدامی کند.

٤-دمای مایع پمپ شونده که هم روی فشار بخار مایع اثر می گذارد و هم روی دانسیته آن (افزایش دما باعث کاهش ارتفاع مکش می شود).

۵-نوع پمپ استفاده شده

۶-نوع ودانسیته مایع

و.....

هدمثبت خالص ورودی NPSH

وضعیت فشارورودی واقعی قسمت ورودی پمپ را معمولاً با عبارت هد خالص مثبت ورودی بیان می کنند.که عبارتست ازاختلاف بین فشارمطلق ورودی پمپ وفشاربخارمایع پمپ شونده درهمان درجه حرارت وازلحاظ ریاضی باعبارت زیربیان می شود:

$$N.P.S.H = \frac{Ansolvte\ \Pr essure\ at\ Pump\ Suction - Vapor\ \Pr essure\ at\ Pump\ Tem}{SP.gr * 0.433}$$

به عبارت ساده تر مقدار NPSH مورد نیاز یک پمپ مقدار هد(فشار) لازم درورودی پمپ است که بایدوجودداشته باشدتااجازه تبخیرشدن مایع رادراین ناحیه ندهد وفشار مایع درورودی پمپ انقدر باشد تابتواندافت فشارهای ناشی ازتلفات مکانیکی ناشی از سرعت سیال وهمچنین افت فشارهای سیستم لوله کشی واتصالات ورودی پمپ راجبران کند . قسمتی از این تلفات ناشی از اصطکاک جریان و ویسکوزیته و قسمتی هم در اثر آشفتگی دینامیکی در داخل پمپ ایجاد می شود .

این افت فشارها مبین شرایط عملیاتی واقعی پمپ وسیستم لوله کشی است و شامل مجموع جبری:

۱- هد ناشی ازارتفاع مایع درقسمت ورودی پمپ

۲- هدناشی ازفشارروی سطح مایع درقسمت ورودی پمپ

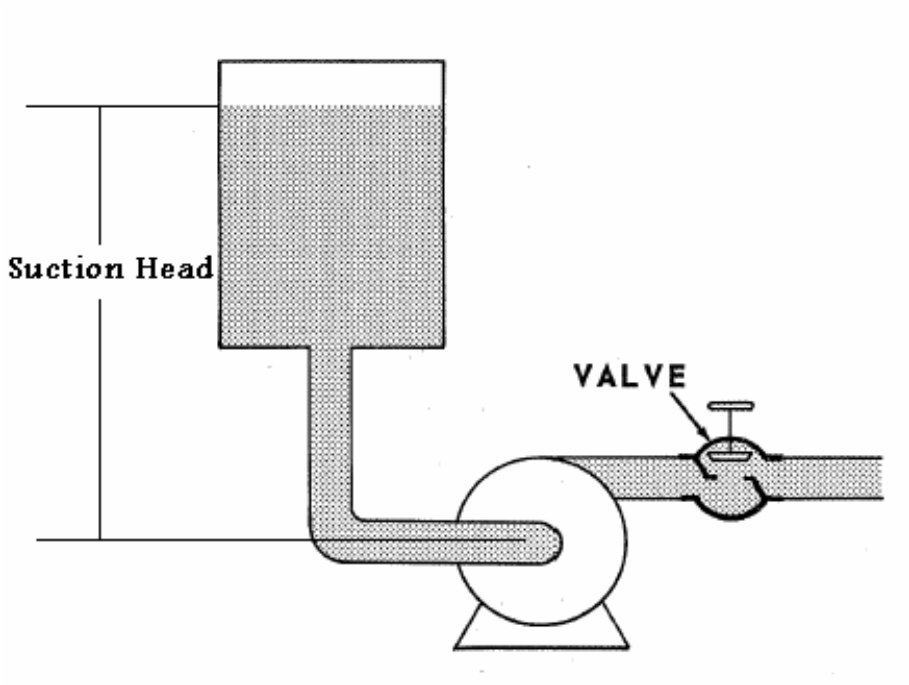
۳- هدناشی ازفشاربخارمایع دردرجه حرارت عملیاتی

٤- افت فشارهای ناشی ازتلفات سرعت مایع

۵- افت فشارهای ناشی ازتلفات اصطکاکی

۶- افت فشارهای ناشی ازاشفتگی جریان

که معمولا این پارامترها باید توسط متقاضی پمپ محاسبه وبه شرکت سازنده پمپ داده می شود تاپمپ طبق شرایط عملیاتی طراحی یاانتخاب شود. البته مجموع جبریNPSHavi فوق باید بیشتر از NPSHreqپمپ باشد تاپمپ بتواندبدون ایجاد کاویتاسیون باراندمان بالا کارکند.



هدمثبت مورد نیاز پمپ .NPSHreq

پمپ های مختلف هرکدام بسته به نوع کاربرد وساختمان داخلی وفاصله بین قطعات ثابت ومتحرک نیاز به یک مقدار مشخص فشاردرقسمت ورودی دارندتابتوانند بدون ایجادکاویتاسیون کارکنند که به ان هدمثبت خالص ورودی موردنیاز پمپ یا NPSHreq. گفته می شود.

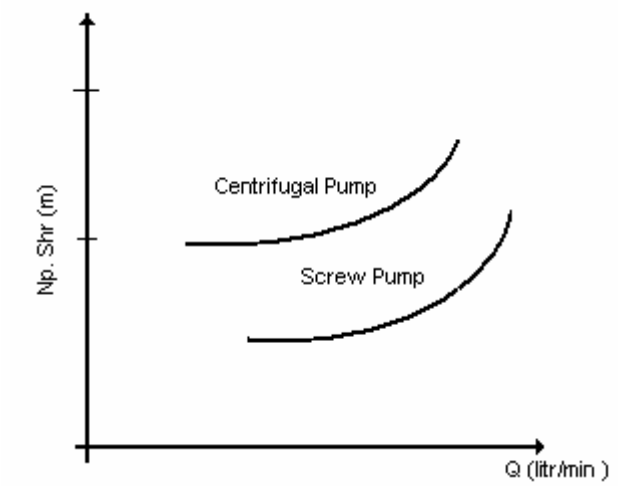
مقدار NPSH مورد نیاز یک پمپ علاوه برمواردذکرشده عمدتاً بستگی به دور و ظرفیت ان دارد و در پمپ های مختلف بسته به مدل و شکل آنها متفاوت است . مثلاً در پمپ های رفت و برگشتی مقدار. NPSHreq

نزدیک به صفراست (چون فواصل بین قطعات خیلی کم است) و در پمپ های جریان محوری نسبتاً بالا می باشد (چون کلرنس های داخلی بالاست).

در مورد پمپ های گریز از مرکز یک قاعدهٔ کلی این است که هر چه NPSH قابل حصول کاهش یابد مقدار ظرفیت پمپ نیز کاهش پیدامی کند از این رو برای یک شرایط کاری معین هر چه فشارورودی پمپ کاهش پیداکندیاهرچه ارتفاع مکش پمپ بیشتر شود ظرفیت آن کاهش پیدامی کند و درصورتی که ازفشاربخارمایع کمترشودعموماً به حفرگی یا Cavitation منجر می شود.

بالا رفتن درجه حرارت مایع مورد نظر که به بالا رفتن فشار بخار مایع منتهی می شودنیز خود سبب ایجاد حفرگی می گردد .

هدمثبت ورودی برای پمپ های مختلف بسته به ساختمان داخلی واصول کارکرد انهابا هم متفاوت است شکل زیر منحنی تغییراتNPSHreqدو نوع پمپ گریز از مرکز و پیچی که هر دو یک مایع با ویسکوزیته مشخص را جابجا می کنند نشان می دهد .



همانطورکه ملاحظه می شود با افزایش ظرفیت مقدارهدمثبت خالص ورودی برای تمامی پمپ ها بایدافزایش پیداکندتا بتواندجبران افت فشارهای ناشی ازافزایش سرعت راجبران کندولی پمپ های نوع پیچی یاScrewبافشارهای ورودی کمتری هم قادربه کارکردن می باشندکه این مزیت بسیار خوبی برای استفاده ازاین نوع پمپ ها برای شرایط عملیاتی حساس بخصوص برای تخلیه مخازن است زیرا این پمپ هاقادربه تخلیه تقریبا کامل مخازن می باشندولی درصورت استفاده ازپمپ گریزازمرکزبجای ان وقتی ارتفاع مایع مخزن زیاداست پمپ کارائی خودراازدست میدهد وبه حالت Suction Looseیاکاویتاسیون درمی ایدوامکان تخلیه کامل مخزن میسرنیست حال آنکه پمپ پیچی به کار خود ادامه می دهند.ازاین روبرای پمپ های حساسی مثل پمپ های سوخت رسانی کوره ها و بویلرها نیزاستفاده ازپمپ هائی که باهد ورودی کمتری قادربه کارباشند برتری دارد.

این موضوع برای انتخاب پمپ برای شرایط کاری بسیارمهم است وحتماباید پمپی انتخاب شودکه دران شرایط بدون مشکل کارکند مثلاپمپ هائی که برای تخلیه مایع ازمخازن مورداستفاده قرارمی گیرندباید بتوانندبا کمترین NPSHنیزبتوانندکارکنند درغیراین صورت قادربه تخلیه کامل مخزن نمی باشندکه می تواندمعضل بزرگی رابوجوداورد ومخازنی که ساخت انهابسیارگران تمام می شود بلااستفاده بماند ونیاز به ساخت مخازن جدید باشد به همین دلیل برای این گونه مواردازتلمبه های نوع پیچی که با NPSHپایین هم قادربه کارند استفاده می شود .

البته به همین دلیل دربعضی ازشرایط عملیاتی ایجاب می کند که به علت کم بودنNPSHavi موقعیت پمپ تغییرکند .مثلا برای پمپ های عمودی پمپ طوری طراحی می شود که بطورکامل درمایع فرورود.

ضربه قوچ در پمپ هاHammering

اگر سرعت سیالی بطور ناگهانی تغییر کندطبق قانون دوم نیوتن باعث تغییر مومنتم دران می شودکه که این تغییرمومنتم ، فشار قابل ملاحظه ای در آن سیال بوجود آورد(تبدیل انرژی جنبشی به انرژی فشاری) که این افزایش فشار در تأسیسات موجب ایجاد ضربه قوچ می گردد.

ضربه قوچ معمولا در سیستم های لوله کشی مایعات مخصوصاً در جاهایی مثل نیروگاهها پالایشگاههاو سیستم های لوله کشی شهری و ... که تغییرات سریع فلو ایجاد می شودمی تواند بوجود آید . تغییرات سریع فلو می تواند از طریق باز یا بسته شدن ناگهانی شیرهای مسیر لوله کشی، عمل کردن سیستم های کنترل جهت تغییر فلو، تغییر ناگهانی فلوی پمپ ها وایجادجریان های گردابی در پیچ و خم های مسیر لوله کشی و جداره های مخازن و همچنین در موقع راه اندازی یا خاموش کردن پمپ ها و ... ایجاد شود .

ضربه قوچ می تواند فشاری معادل دهها برابر فشار عادی در مجرا ایجاد کند که این افزایش فشار می تواند به شکستن و ترکیدن سیستم های لوله کشی و کاهش عمر مفید آنها همچنین خسارات فراوان مالی و جانی و حتی ایجاد آتش سوزی و انفجار در صنایع نفت و پتروشیمی و ... و همچنین صدمه رساندن به مکانیکال سیل ها ، یاتاقانها و سایر قطعات تلمبه ها منجر شود .

تغییر فشار ناشی از تغییر سرعت جریان بصورت امواج فشار در امتداد لوله حرکت کرده و پس از برخورد به مانع (ولوها)مجددامنعکس می گرددودوباره تکرارمی شود. موج فشار ناشی از افزایش فشار را موج تراکم و موج فشار ناشی از کاهش فشار را موج انبساط می نامند سرعت موج فشار در داخل لوله برابر است با :

$$S = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{K} + \frac{\rho d}{SE}}}$$

S:سرعت m/sec

ρ: دانسیته سیال $\frac{\gamma}{g}$ $kg.\frac{s^2}{m^4}$

k : مدول حجمی سیال ($\frac{kg}{m^2}$)

d: قطر لوله (m)

E: مدول دانسیته جنس لوله ($\frac{kg}{m^2}$)

باتوجه به اهمیت موضوع به ذکریک مثال می پردازیم.

مثال –اگر مسیرجریان یک لوله فولادی باقطر"4 وبه ضخامت "0.237 که دران اب باسرعت 3m/sec درحال حرکت است دفعتاً بسته شود سرعت موج فشار در آن برابر 1295 متر بر ثانیه و تغییر فشار ناشی از آن $39.6kg/cm^2$ است که این فشار اضافی می تواند برای پمپ و خطوط لوله بسیارخطرناک باشد.البته مسئله ضربه قوچ در مورد روشن و خاموش کردن پمپ نیز صادق است هنگام روشن کردن پمپ این فشار برای پمپ و لوله ها قابل تحمل است ولی هنگام خاموش کردن آن فشار زیاد ضربه قوچ می تواندبه تأسیسات آسیب رساندزیرا پس از خاموش کردن پمپ تنها انرژی روی پروانه انرژی جنبشی قطعات متحرک پمپ و موتور می باشدو چون این انرژی (که در مقایسه با مقدار لازم آن برای پمپاژ مایع نسبتاً کم است)مرتبا کاهش پیدا می کنددر اثر این تغییرات سرعت امواج فشار قوی ضربه قوچ در لوله رانش پمپ ایجاد شده و در امتداد لوله بطرف خروجی آن پیش می رود و موج بطور کامل منعکس می شود . موج برگشتی جهت جریان مایع را در پمپ عوض کرده و دبی ماکزیمم در جهت عکس از پمپ جریان می یابد و پمپ بصورت یک توربین در جهت عکس شروع به چرخش می کند .

بستن ولوخروجی قبل از خاموشی پمپ کمک موثری در مقابل ضربه قوچ خواهد بود ولی قطع ناگهانی برق و خاموشی ناگهانی موتور تمامی خطرات ناشی از این پدیده را دربرخواهد داشت . برای طولانی تر کردن زمان تغییر سرعت آب می توان از یک چرخ لنگر در محور پمپ یا یک محفظه هوا در مجاورت خط لوله استفاده نمود .

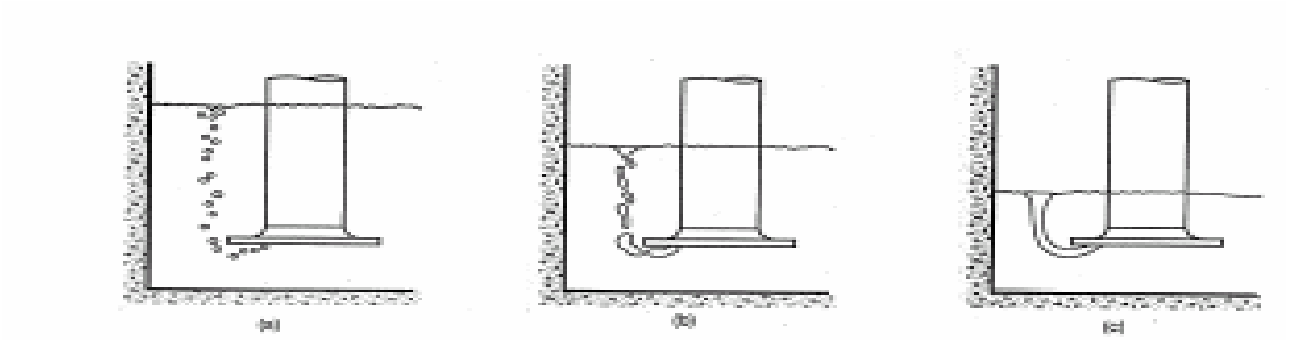
همچنین درحین تعویض پمپ ها نیزدرصورتی که قبل ازبستن ولوخروجی پمپ الکتروموتور ازسرویس خارج شودباعث بسته شدن ناگهانی شیریک طرفه لاین خروجی می شودکه می تواندمنجربه ایجادضربه قوچ شود که اثرات ان علاوه برایجادخسارت روی پمپ وسیستم های لوله کشی روی یاتاقان ها ومکانیکال سیل ها نیز موثربوده وبه خراب شدن انها منجرخواهد شد.

جریان های گردابیVortex

این پدیده به علت حرکت دورانی کره زمین به دورمحورفرضی خود بوجودمی اید بطورمثال درحین خارج شدن اب ازقسمت ته حوض یا ظرفشوئی به علت همین امر مایع باحالت چرخش ازان خارج می شود.

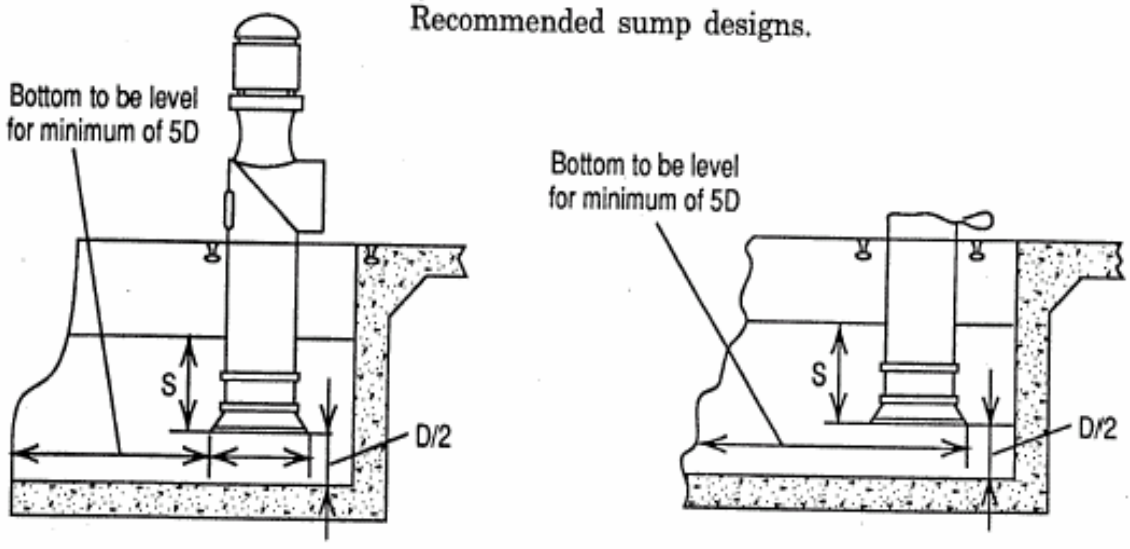
این پدیده درقسمت ورودی پمپ هاهم به دلیل مکش پمپ می تواندایجاد ورتکس کندوباعث ورود هوابه پمپ شود وکارائی پمپ را تحت تاثیرقراردهد(ایجادکاویتاسیون)که برای رفع این معضل دربسیاری ازموارد ازورتکس شکن هاVortex Breaker (درکف مخازن درقسمت ورودی پمپ)استفاده می شودوهمچنین لوله های ورودی نیزدرپمپ هائی که لوله انها درمایع قرارمی گیرد باید به اندازه کافی درمایع فرورودتاازایجادورتکس جلوگیری شود.

درزیرشمائی ازجریان گردابی که می تواندرورودی پمپ هااتفاق بیفتدنشان داده شده است.



درشکل های زیر مقدارطولی ازلوله که بایددرمایع نفوذکندتاازپدیده ورتکس جلوگیری کندرابرحسب مقدارقطرلوله وهمچنین مقدارمینیمم فاصله موردنیازبین کف مخزن ولوله ورودی پمپ را نشان داده است که درحین نصب پمپ ها بایدمراعات شوند.

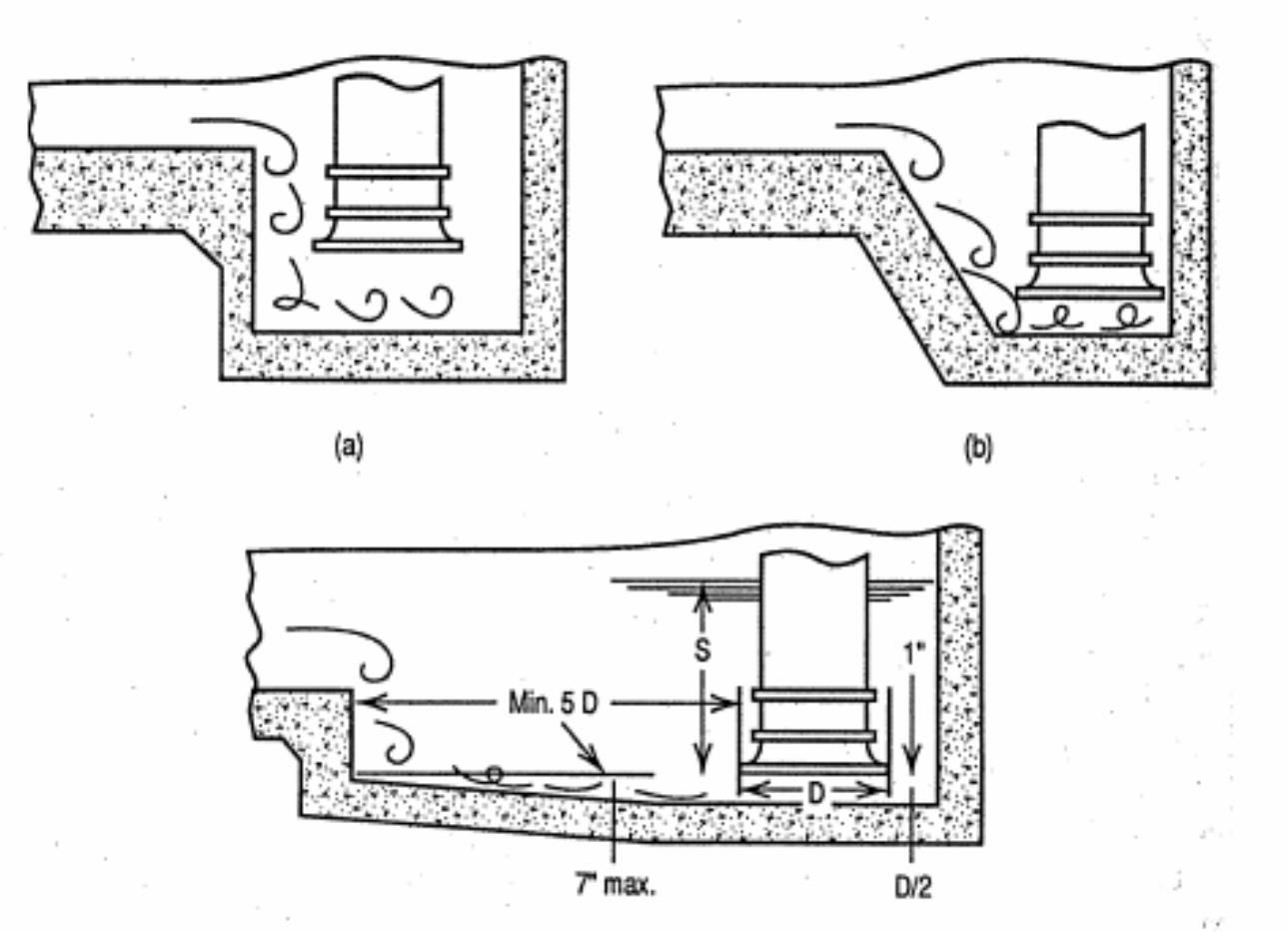
Recommended sump designs.



(*a*) Single pump installation; (*b*) multiple pump installation.

همچنین درطراحی مخازن ومحل قرارگیری لوله های ورودی پمپ هاباید‌دقت لازم انجام شودتاازایحادجریان های گردابی ومغشوش جلوگیری شود.

درشکل های زیرشکل های غلط(شکل های بالائی)وصحیح(شکل پائینی) نشان داده شده است.

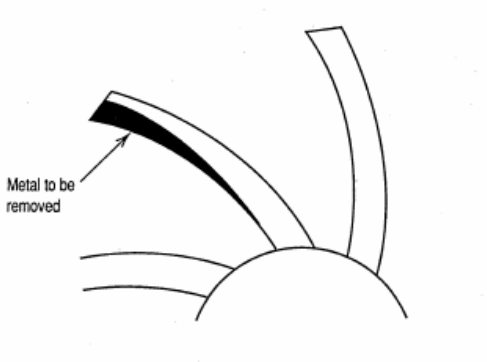


جریان های چرخشی Recirculation

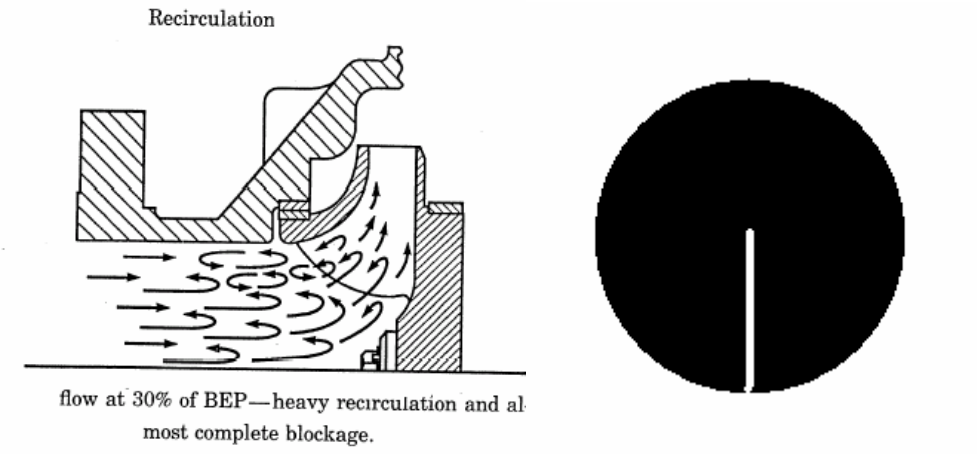
جریان های چرخشی مایع ها ناشی ازطراحی نامناسب پمپ وسیستم لوله کشی ویاازکارنکردن پمپ درشرایط طراحی ان می تواندا‌تفاق بیفتدو باعث ایجاد توربولانس واعمال نیروهای اضافی روی محور شودکه نتیجه ان کاهش بازدهی وبوجودامدن لرزش و ارتعاشات است .

جریان های چرخشی مایع معمولا در سه ناحیه می تواندا‌تفاق بیفتد:

الف-جریان های چرخشی روی لبه تیغه هاVane Tipsکه با ایجاد فرم وشکل ایرودینامیکی روی لبه تیغه ها ودرحین ساخت پروانه مثلUnderfilling اقدامات لازم روی انهاانجام می شودکه البته به مرورزمان و دراثرفرسایش وخوردگی پروانه این لبه هانیز دچاردگرگونی شده وباعث مسائل ومشکلات جریان های چرخشی می شود که نیازبه ترمیم انهاالزامی است.

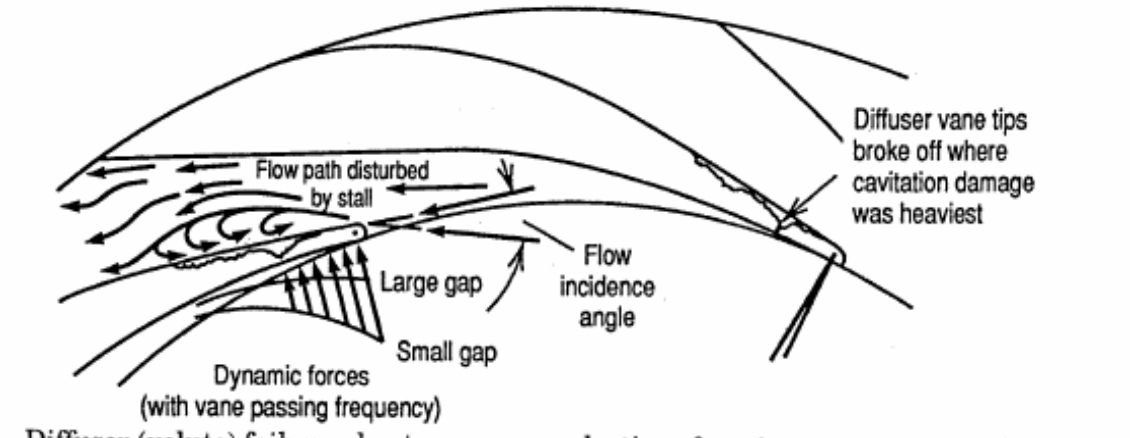


ب- قبل ازواردشدن مایع داخل پروانه ویادرچشمه ورودی پمپ که معمولا بانصب Division(جوش دادن یک تیغه) درجهت محوری درنازل ورودی پمپ ها قابل کنترل است ولی درصورتی که پمپ درشرایط خارج ازطراحی کارکندمی تواند تشدیدشود.



flow at 30% of BEP—heavy recirculation and al most complete blockage.

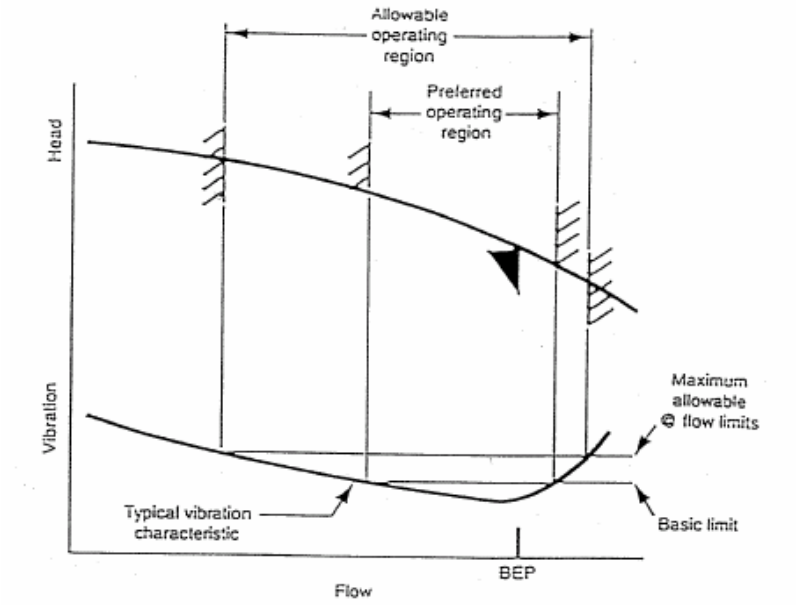
اطراف فضای بین پروانه و بدنه پمپ که علاوه برکاهش فلووفشارپمپ باعث ایجادارتعاشات درفرکانسVane Pass Frequencyنیزمی شود.



Diffuser (volute) failures due to pressure pulsations from improper radial clearances.

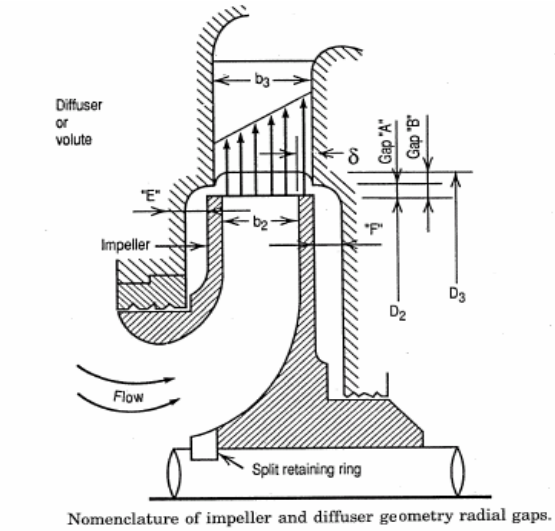
Recirculation دراطراف پروانه در اثر عوامل زیر به وجود می آید:

۱--کارکردن پمپ یا فلوی کمتر از شرایط طراحی(زیر مینیم فلو) که این باعث می شود انرژی مکانیکی پروانه به انرژی جنبشی تبدیل شود و باعث چرخاندن مایع (هرز چرخیدن)دراطراف پروانه می شود. همینطورکه درمنحنی زیرنشان داده شده است میزان ارتعاشات دریک محدوده از شرایط عملیاتی پمپ هادارای کمترین مقدارخوداست واگرازاین محدوده خارج شودباعث افزایش ارتعاشات خواهد شد .



Relationship Between Flow and Vibration

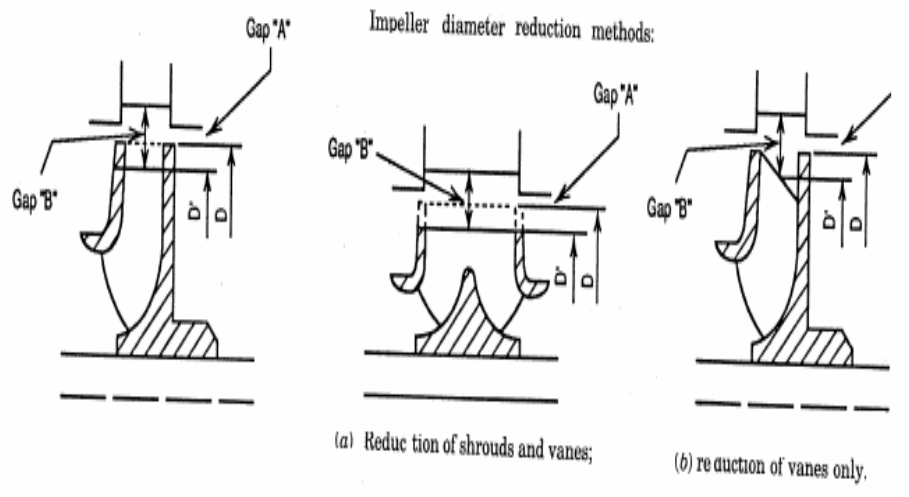
۲--زیاد بودن فاصله پروانه از بدنه(اطراف ولوت) پمپ به دلیل مسائل خوردگی یا کاهش زیاد ازحد قطر پروانه که باعث می شود مایع نتواند از پمپ خارج شود و در داخل بدنه چرخش کند که این خود باعث کم شدن مایع خروجی از پروانه می شود وهمچنین باعث ایجاد جریان گردابی در قسمت ورودی پروانه می شود چرخیدن مایع در اطراف پروانه علاوه بر کاهش راندمان پمپ باعث ایجادارتعاشات نیزمی کند.



Nomenclature of impeller and diffuser geometry radial gaps.

لازم به توضیح است که برای کم نمودنRecirculationدرهنگام تغییر قطرپروانه هاحتی الاامکان دیواره های پروانه Shroudنبایدتراشکاری شودوفقط قطرپره هاکم شود

درشکل های زیرنحوه کاهش قطرپروانه ها نشان داده شده است



مینیمم فلودر پمپ هاMinimum Flow

ازمینیمم فلوبرای جلوگیری ازمواردزیراستفاده می شود.

۱-گرم شدن بیش ازحد پمپ ومایع داخل ان دراثردریافت انرژی از پروانه که باعث تبخیر مایع شده و به ایجاد قفل بخار مایع VaporLockدر درون پمپ منجر می شود

۲-ممانعت ازسایش داخلی قطعات (روانکاری قطعات داخلی پمپ ها توسط مایع پمپ شونده انجام می شود) پمپ ها

۳- ایجاد جریان های چرخشی دراطراف پروانه های پمپ های گریز ازمرکز

٤- اسیب دیدن مکانیکال سیل ها یا اب بندهای دیگر که روی فیلمی ازمایع روی هم می چرخند

۵- مسائل ناشی ازبی باری که روی سیستم های گرداننده(الکتروموتورها وتوربین های بخار و.....) بوجود می اید

تمامی پمپ نیاز به یک حداقل جریان مایع دارند تابتواند مواردفوق راتامین کنندودرشرایطی که پمپ درشرایط غیرعادی کارمی کند(فلوی مورد نیازبه پمپ نمی رسد)پمپ بدون مشکل کارکند که به این مقدارحداقل جریانMinimum Flowگفته می شود که براساس ساختمان ونوع پمپ می تواندبرای هرپمپی متفاوت باشدومعمولا درData Sheetپمپ به ان اشاره می شود.

درمواردی که پمپ درشرایط غیرعملیاتی کارمی کندبرای جلوگیری ازاین مشکل معمولا بااستفاده ازمسیرهای By Passیاکنارگذرمقداری ازمایع پمپ شده از مسیرخروجی مجدداازطریق مسیرفوق به لوله ورودی پمپ برگردانده می شود تاخواسته فوق براورده شوددرغیراین صورت تبعات ناشی ازان اجتناب ناپذیرخواهدبود.

اصول نصب پمپ ها :

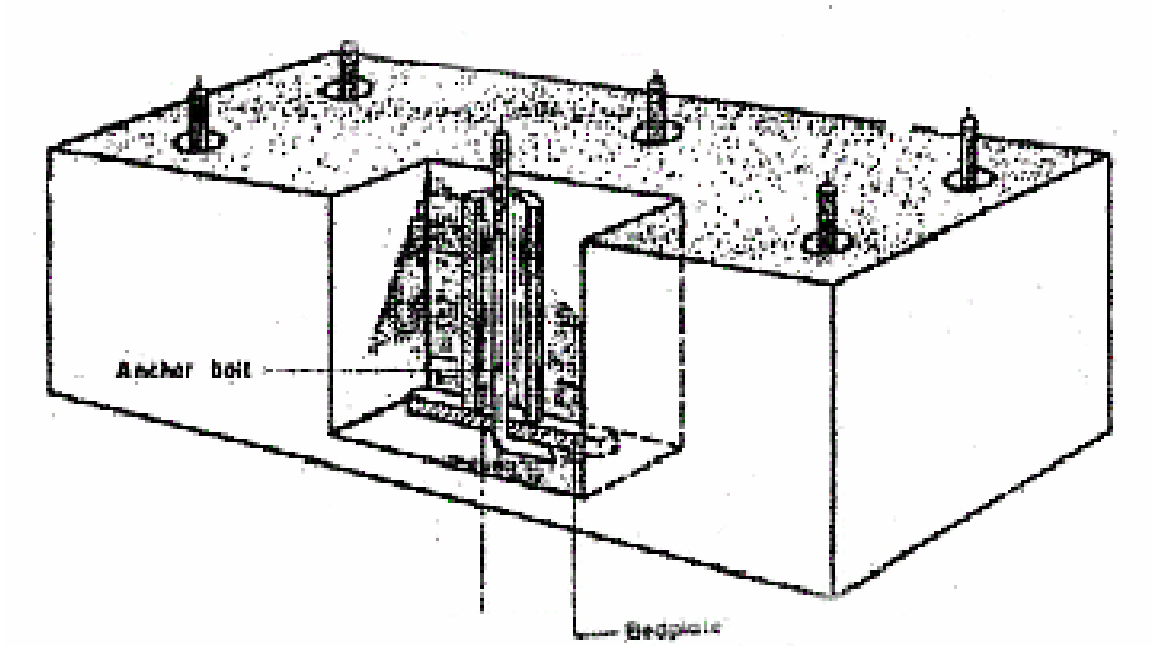
با توجه به اهمیت مراحل نصب ماشین الات وتاثیرات نامطلوب خطاهای ناشی از نصب که روی وضعیت ارتعاشی وعملیاتی وطول عمرقطعات دارد لازم است در این زمینه بحث مختصری انجام گیرد.

بطور کلی, کلیه نیروهایی که در یک ماشین بوجود می آید باید از طریق محور به یاتاقانها و از انجا از طریق هوزینگ برینگ به بدنه پمپ و سپس از طریق شاسی Base Plate به فونداسیون و نهایتاً به زمین منتقل شود که اگر مسیر انتقال نیروها بطور مناسب باشد دستگاه با کمترین لرزش و کمترین هزینه های تعمیراتی در سرویس قرار می گیرددرغیراین صورت مسائل ومشکلات تعمیراتی اجتناب ناپذیر خواهد بود که باتوجه به اهمیت موضوع لازم است راجع به نقش و شرایط ا لمان های مختلف این مجموعه بحث مختصری بشود .

فونداسیونFoundation

فونداسیون ها از بتون ارمه مسلح باطراحی مخصوص ساخته می شوندکه ازلحاظ اندازه و استحکام باید مناسب باشد و شکستگی و ترک در آن وجود نداشته باشدیک قانون سرانگشتی این است که وزن بتون فونداسیون برای ماشین های دوّار تقریباً سه برابر وزن ماشین(وزن پمپ والکتروموتورو....) و برای ماشین های رفت و برگشتی تقریباً پنج برابر وزن دستگاه ها در نظر گرفته شود .

شکل زیر فونداسیونی را نشان می دهد که از جهت مقابل برش خورده و طرز قرارگیری پیچ های اتصال Anchor Bolt در آن بوضوح نشان داده شده است .

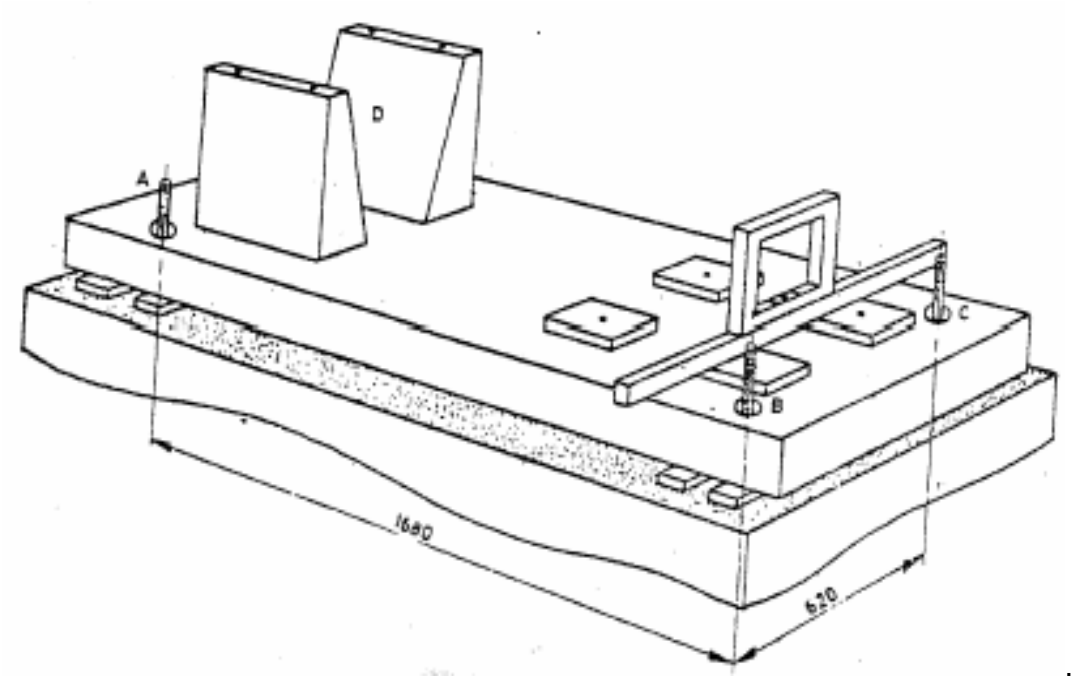


جهت اطمینان از اتصال شاسی با پیچ های فوندانسیون و جبران اشتباهاتی که احیاناً در اندازه فاصلهٔ سوراخ های شاسی ممکن است بوجود اید(یا خمیدگی پیچ ها)معمولاً پیچ های اتصال بیرون امده از بتون را Anchor Bolt کمی بلندتر انتخاب می کنند .

ضمنا سطح بالایی فونداسیون بتونی باید کاملاً صاف تراز وحتی صیقل داده شود که این عمل معمولا باید فوراً بعد از بتون ریزی انجام شود .

شاسیBase plate

با توجه به اینکه پایه های دستگاهها باید روی سطوح کاملاً صلب و صافی قرار گیرندتامسائلی مثل Soft Footو...بوجودنیاید وبا توجه به اینکه سطوح بالائی بتون معمولا دارای صلبیت و صافی مناسب نمی باشدالزاما بین دستگاه و فونداسیون یک شاسی فلزی که با صلبیت کافی طراحی می شود نصب می کنند و تکیه گاههای محل قرارگیری پایه های ماشین روی آن با عملیات ما شین کاری کاملاً مسطح و تراز وصیقل داده می دهندکه قبل از نصب دستگاه این سطوح نشیمن باید کاملاً اماده باشدکه این موارد معمولا با شمش و فیلرگیج و یا تراز ماشینری چک می شود .



باید خاطر نشان کرد که هنگام بتون ریزی باید از نفوذ هوا به داخل بتون جلوگیری نمود (که این کار معمولاً توسط دستگاه های ویبره انجام می شود) در صورت مشاهده برآمدگی یا ناهمواری روی سطح فوقانی فونداسیون توسط قلم های مناسب ابتدا عیب برطرف شده و سپس شاسی روی آن قرار داده می شود

همچنین جهت جلوگیری از کج شدن وتاب برداشتن شاسی هنگام محکم کردن پیچ های اتصال باید بین شاسی و بتون با شمیزهای مناسب با حداقل ضخامت یک اینچ که حتی الامکان در نزدیکی پیچ های اتصال قرار دارد پرشود تا اپوکسی گروت بتواند براحتی به تمام جوانب شاسی رخنه کرده و لوله هایی را که پیچ های اتصال در آنها قرار دارد را پر کند و سپس با قرار دادن شیمزهای مناسب نسبت به تراز نمودن کلیه نشیمن گاههای محل قرارگیری ماشین اقدام شود .درصورتی که زیرپایه هاخالی باشدوAnchor Boltهامحکم شودامکان پیچیدگی بدنه وناصاف شدن سطح شاسی وجوددارد‌که منجربه لقی پایه روی دستگاه ومسائل ومشکلات ناشی ازان می شود.

گروت ریزیGrouting

جهت اتصال کامل فونداسیون و شاسی فلزیBase Plate باید فاصلهٔ بین آنها با مواد مناسب و خوبی پر شود بطوری که اولا دارای استحکام کافی ومناسبی باشد وثانیا دارای چسبندگی مناسب هم روی سطح بتون و هم زیر شاسی فلزی باشد و بتواند فاصله بین بتون وشاسی را کاملا پر کند وقسمت های خالی بین آنها را بپوشاند تاانتقال نیروها ازماشین به فوندانسیون به راحتی انجام شود .

موادی که در مراکز صنعتی استفاده می شوند شامل Grout-Epoxy و Cement–Based Grout هاهستند که ذیلا به مزایا و معایب و موارد کار بردهر کدام از آنها پرداخته می شود .

الف – مزایای Epoxy Grout ها

این محصولات از ترکیبات مواد شیمیائی متعددی ساخته شده اندکه دارای کیفیت بالائی بوده و قیمت های بالائی نیز دارندو درشرایط عملیاتی مختلف در اکثر مراکز صنعتی استفاده می شوند.

ومزایای انهاشامل:

۱- باتوجه به چسبندگی خوبی که دارند به خوبی هم روی بتون وهم به فلزمی چسبند.

۲- عاری از منفذ و خلل و فرجند و مایعات نمی توانند در انها نفوذ کنند.

۳- دارای سیالیت زیاد ندو براحتی کلیه منافذوقسمت های خالی را پرمی کنند.

٤- طول عمرو دوام انهازیاداست.

۵- ضرِیب انقباض انها پایین است.

۶- خشک شد(Curing) انها سریع است.

ب – معایب Epoxy Grout ها

۱- گران قیمت اند.

۲- فاسد شدنی اند.

۳- در حین استفاده نیازبه احتیاط و پیش بینی های مخصوص دارند.

٤- تاریخ انقضاءِ انها پایین است (به مدت زیاد قابل نگهداری نیستند) .

۵- جهت استفاده نیاز به مهارت , تخصص وابزار های مخصوص برای تزریق دارند.

دسته دیگری از اپوکسی هانوع سیمانیCement-Based Grout است که با توجه به مزایای ان در بعضی از مراکز صنعتی ودر ماشین الات ارزان قیمت از انها استفاده می شود که مزایا ومعایب انها ذیلا توضیح داده شده است.

الف – مزایای Cement –Based Grout ها

۱- ارزان قیمت اند

۲- جهت استفاده به ابزارهای مخصوص نیازی ندارند.

۳- تاریخ انقضاءِ ندارند.

٤-به راحتی آماده می شوند و به وفور قابل تهیه اند.

۵- جهت کار با انها نیازی به مهارت زیاد نیست.

د- معایب Cement –Based Grout ها

۱- چسبندگی انها به مراتب کمتر ازاپوکسی هاست.

۲- بین انها تخلخل های زیادی وجود دارد(قابل رسوخند).

۳- سیالیت انها پایین است و قادر به پر کردن فضاهای خالی کوچک نمی باشند.

٤- فسادپذیرند (دوام انها پایین است).

۵- ضریب انقباض انها به مراتب بیشتر از اپوکسی ها ست که باعث می شوددر اثرانقباض(جمع شدن) از زیر base plate جدا شوند وباعث خالی شدن زیر ان شوندوایجاداختلال درانتقال نیروها نمایند.

اتصالات وسیستم های لوله کشی

جهت کاهش تنش روی سیستم های لوله کشی ودستگاه هاموارد زیر باید بطور کامل مراعات شوند :

۱-اجرای سیستم لوله کشی باید بعد از گروت ریزی و خشک شدن کاملCuring شروع شود .

۲-شروع لوله کشی باید از طرف فلنچ های ورودی و خروجی دستگاه انجام شود.

۳-در حین لوله کشی برای کاهش بار روی فلنچ ها بایدزیر لوله ها با ساپورت ها و Bracing های(موقت) مناسب مهار شوند .

٤-برای جلوگیری از تشدید ارتعاشات (رزونانس) در لوله کشی های طولانی فاصلهٔ ساپورت های سیستم های لوله کشی باید نامساوی باشند . در غیر این صورت انتقال لرزش از طریق لوله ها تشدید شده وارتعاشات نوع Pipe wave را بوجود می آورد.

۵-دقت زیاد در الاین اولیه لوله ها و فلنچ ها از مسائل و مشکلات بعدی جلوگیری می کند

۶-انتخاب صحیح نگهدارنده ها و Expansion Joint ها از ایجاد بار اضافی روی سیستم های لوله کشی و سازه ها جلوگیری می کنند .

۷-روش چک کردن تنش های اضافی روی سیستم های لوله کشی استفاده از ساعت های اندازه گیر است که اگر در حین باز وبسته کردن فلنچ ها انحراف ساعت های اندازه گیر بیشتر از 0.002 اینچ باشد مبین این است که درسیستم های لوله کشی تنش های اضافی وجود دارد که باید اصلاح گردد .

۸- پس از انجام هم محوری فلنچ های ورودی و خروجی مجدداً بسته می شوند(وقتی ساعت های اندازه کیر روی کاپلینگ هانصب شده اند) و دوباره تنش های روی لوله ها تست می شوند که بایددر حد مجاز باشد .

طراحی سیستم لوله کشی پمپ ها

معمولاطراحان وسازندگان پمپ درحین طراحی پمپ ها سعی می کنند تاحدامکان اندازه پمپ را کوچک بسازند(بخصوص درپمپ های باسایز های بالا)تاعلاوه برتامین شرایط عملیاتی ازلحاظ اقتصادی نیزمقرون به صرفه باشد که نتیجتانازل های ورودی وخروجی نیزتابع همین قانون می شود.

ولی درحین نصب واتصال سیستم های لوله کشی جهت وصول به شرایط مناسب لازم است لوله های باسایزبالاتر به نازل های باسایزکمترمتصل گرددکه برای ممانعت ازافزایش افت فشارهای موضعی درمحل

نصب وجلوگیری ازتوربولانس واغتشاش جریان باید ازReducerهای مناسب بسته به نوع سیال استفاده شود بطوری که علاوه بریکنواخت شدنSmooth جریان سیال وجلوگیری ازاغتشاش محلی برای تشکیل حباب های هوابوجودنیایدچون موقعی که پمپ درسرویس نیست احتمال دارد حباب ها درقسمت هائی ازسیستم لوله کشی جمع شوند ووقتی پمپ درسرویس قرارمی گیرد واردپمپ شوند وباعث عدم کارائی پمپ Suction Loose شدن ان شوندکه لازم است درطراحی سیستم لوله کشی ونصب اتصالات به این مواردتوجه بیشتری شود.

طراحی درست سیستم لوله کشی علاوه برافزایش راندمان پمپ (ازلحاظ کاویتاسیون افت فشارو.....)باعث افزایش طول عمر قطعات به دلیل اعمال نیروهای اضافی ناشی ازوزن سیستم لوله کشی می شودکه ذیلا به اهم موارد انهااشاره می شود.

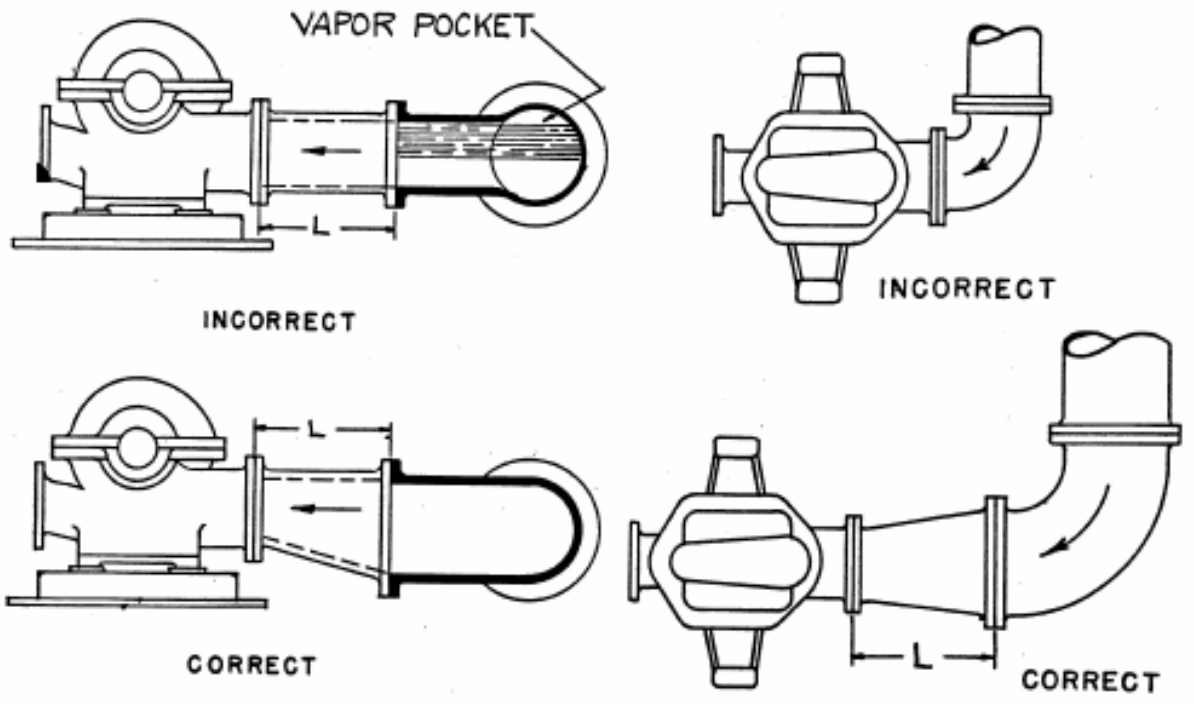
شرایط لوله کشی

معمولاغلط بودن سیستم لوله کشی ممکن است مستقیمادرراندمان پمپ تاثیرنداشته باشدولی زیادبودن تلفات اصطکاکی سرعت وسایر عوامل باعث کاهش راندمان می شود.طراحی نادرست باعث افزایش تلفات هیدرولیکی ناشی ازجریان های گردابی پیچ خوردن مایع درمجرای ورودی ونفوذ هواووارداوردن نیروهای زیادبه یاتاقان ها ومکانیکال سیل ها وهمچنین باعث کاهش راندمان پمپ شود.

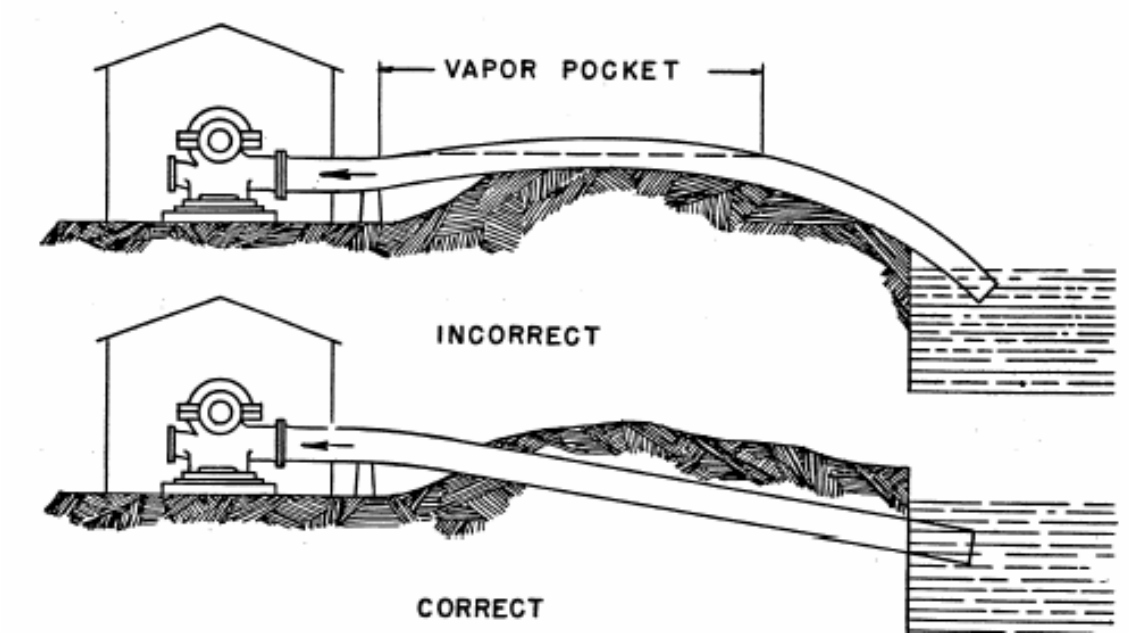
بنابراین درموقع لوله کشی تاسیسات عوامل زیربایدرعایت شود:

۱-قطرلوله هانبایدکمترازقطرورودی وخروجی نازل ها ی پمپ باشد.

۲-برای جلوگیری ازمحبوس شدن هوادرمسیرلوله ها درقسمت لوله ورودی ازتبدیل کاهنده خارج ازمرکز Eccentric Reducerخروجی ازتبدیل افزایندهIncreaserکه دارای شیب کم است استفاده شود.



۳-حتی الامکان مسیرسیستم لوله کشی بایدمستقیم باشدوازخم ها وزانوهای تندباید کمتراستفاده شود.
٤-سیستم لوله کشی بایدطوری طراحی شود که تنش های ناشی ارانبساط وانقباض لوله ها به بدنه پمپ واردنشود.



قطراقتصادی لوله ها

درسیستم های لوله کشی قطرلوله پارامتربسیارمهمی است زیراهرچه قطرلوله ها بیشترباشدباعث کاهش افت فشار وبالارفتن راندمان وکارائی پمپ ها(بخصوص لوله های ورودی پمپ ها)وبه عکس بالارفتن هزینه هاوسرمایه گذاری های اولیه می شود وهرچه قطرکمترباشد باعث زیاد شدن سرعت سیال درلوله وافزایش افت فشارونتیجتا کاهش راندمان پمپ ها وافزایش هزینه برای جبران نمودن افت فشارها می شود(که البته دردرازمدت مبلغ بسیارقابل توجهی خواهدشد) که باید با دقت هرچه بیشتر طراحی گردند .دربیشتراوقات سعی بران است که قطرلوله ها طوری انتخاب شود که سرعت سیال ازحد معینی (حدودیک ونیم متربرثانیه)بالاتر نرود.
ولی درعمل می توان ازرابطه تجربی زیرنیزکه که بیشتر براساس مسائل اقتصادی تعریف شده است برای تعیین قطرلوله ها استفاده کرد:

$$D=(0.95\text{-}1.22)\ Q^{1/2}$$

Q برحسب مترمکعب برثانیه قرارداده می شود.

درطراحی سیستم های لوله کشی برای کم کردن هزینه های اولیه وبالانگه داشتن راندمان پمپ وکاهش افت فشارها توصیه بران است که سایزلوله های ورودی پمپ ها رایک یا دوسایزبالاترازسایز لوله های خروجی طراحی می کنند(بخصوص درپمپ های درجه حرارت بالادرمراکزصنعتی) که علت ان نیزبرای کاهش دادن سرعت درلوله ورودی پمپ است که نتیجه ان کاهش افت فشاردرقسمت ورودی پمپ وبالارفتن راندمان پمپ است.

همچنین اندازه Meshصافی های ورودی درپمپ هانیزپارامتربسیارحائزاهمیتی است وبستگی مستقیم به اندازه کلرنس های داخلی بین قطعات ثابت ومتحرک ازقبیل بوش ها ورینگ های فرسایشی دارد زیرابالابودن سایز ان باعث ورودذرات جامد درشت به داخل پمپ می شود که باعث گیرافتادن انها بین قطعات ثابت ومتحرک وایجاد مسائل سایشی وفرسایشی وکاهش طول عمرقطعات می شودوگاها جام شدن پمپ وکم بودن ان نیزباعث گرفتگی درمسیرورودی پمپ وایجادکاویتاسیون وکاهش راندمان و.....می شود.

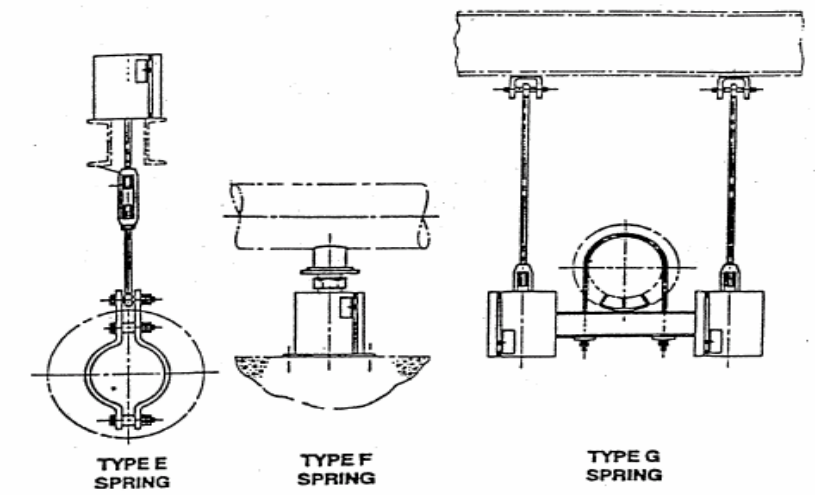
نگهدارنده های سیستم های لوله کشی

مهار کردن وزن لوله ها و نیروهای دینامیکی و هیدرولیکی داخل لوله های معلق توسط ساپورت ها یانگهدارنده ها انجام می شود که شامل دو نوع ذیل می باشند .

نگهدارنده هاو ساپورت های میله ای Rod Hanger

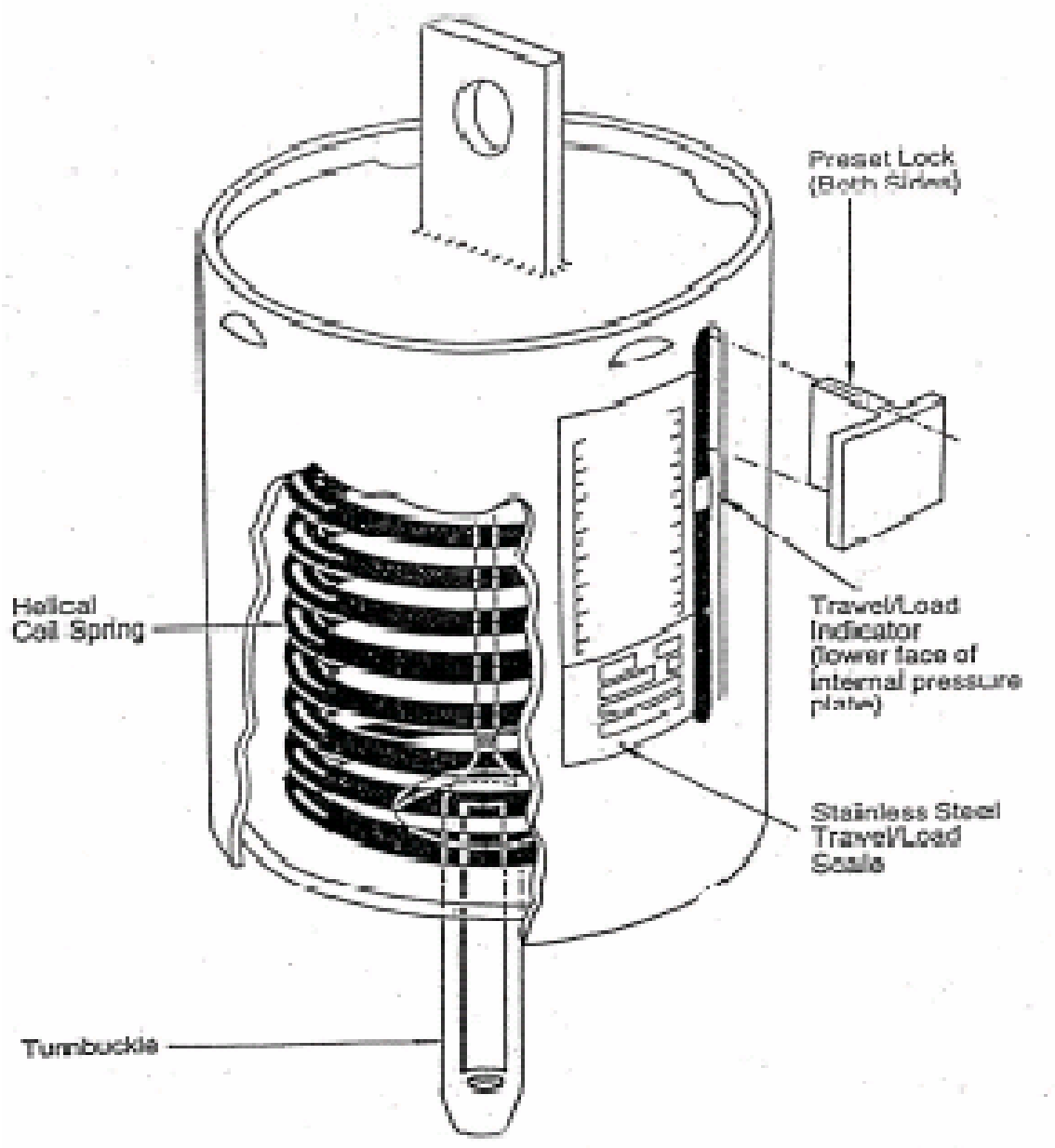
این نوع نگهدارنده ها میله های قابل تنظیمی هستند که برای مهار سیستم های لوله کشی (شامل وزن لوله, وزن مایع داخل لوله و وزن عایق ان)در جاهایی که انبساط طولی بسیار ناچیز یا صفر است مورد استفاده قرارمی گیرند.این نگهدارندها یا در زیر سیستم های لوله کشی Supporting یا در قسمت بالای لوله ها انها را به صورت اویزانHanger نگه می دارندوقبل ازبستن فلنچ ها باکم وزیاد کردن طول انها فاصله مناسب بین فلنچ ها را(به اندازه ضخامت یک گسکت) تنظیم می شود.

جنس این میله ها بایدازنوع مناسبی باشد تا درحین کار بصورت کاملاصلب باقی بماندرصورت تغییرشکل(کش امدن میله درحین کار)امکان تحمل بارتوسط میله میسرنیست.وباعث اعمال نیروی اضافی روی پمپ می شود.



نگهدارنده های فنریSpring Hanger & Support

این نوع نگهدارنده ها معمولاً در سیستم های لوله کشی ای که در اثر تغییر درجه حرارت لوله ها افزایش طولی پیدا می کنند برای مهار کردن وزن سیستم لوله کشی(شامل وزن لوله,وزن مایع داخل ان و وزن عایق بکار رفته)و همچنین برای جبران تغییرات وانبساط طولی لوله ها(ناشی از تغییرات درجه حرارت سیستم) بکار می روند که در شکل زیر شمائی از ساختمان داخلی ان نشان داده شده است .



این نگهدارنده قبل از نصب در واحدهای عملیاتی ابتدا باید در کارگاه های تعمیراتی تنظیم(Set) شوندوبعدروی کار نصب شوند .که بسته به شرایط عملیاتی در دو حالت سرد وگرم تنظیم می شوند که ذیلا به شرح جزئیات ان می پردازیم.

تنظیم درحالت گرم Hot Set

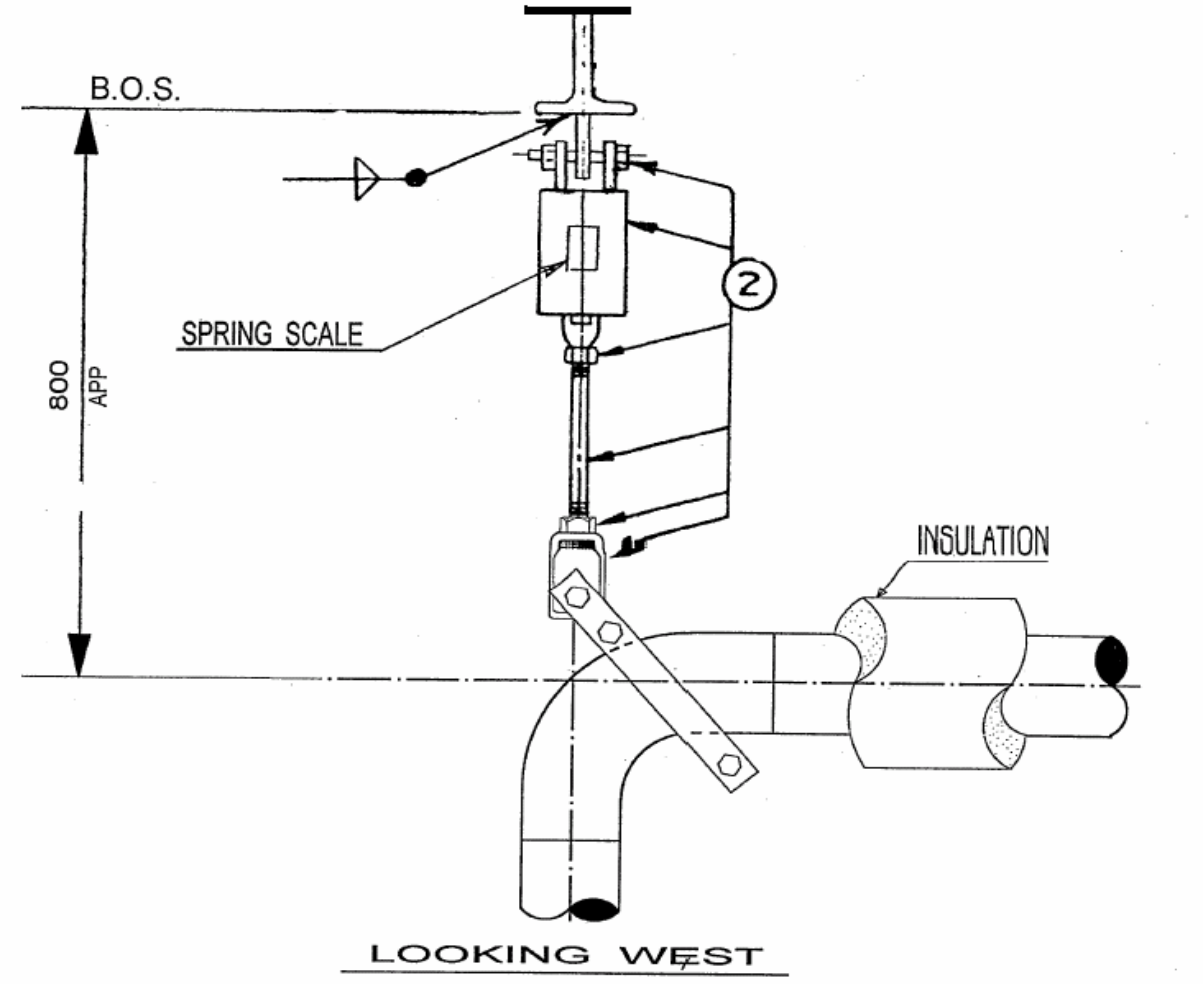
Spring Hangerدر صورتی به این حالت تنظیم می شوند که سیستم لوله کشی در حالت گرم باشد و کلیهٔ انبساط های حرارتی انجام شده باشد(به عبارت ذیگر درحالتی که واحد در سرویس کامل عملیاتی باشد).و روش کار به این صورت است که با اعمال نیروئی معادل وزن لوله , عایق و مایع داخل ان(که این مقدارنیرو از داخل Data Sheet مربوطه به دست می اید)فنر جمع و فشرده می شود و در این حالت فاصله پین های ثابت ومتحرک اندازه گیری وگوشواره ها طبق این اندازه ساخته می شود(گوشواره ورق فلزی مستطیلی شکلی است که دوسوراخ به اندازه قطرپین هنگر روی ان تعبیه شده است)وپس از قفل نمودن هنگر به واحد منتقل و درجای مربوطه نصب می شود . پس از قرارگیری هنگر در جای خود (معمولا وقتی فلنچ لولهٔ مربوطه باز است) با کم و زیاد کردن طول میله ها فلنج های سیستم لوله کشی و فلنچ دستگاه به اندازهٔ ضخامت یک Gasket تنظیم و دراین حالت فلنچ های مربوطه بسته می شوندوهنگر ازحالت قفل خارج می شود(البته پس از ازاد شدن هنگرفاصله بین فلنج ها نباید تغییر کند) و در این صورت می توان اطمینان پیدا کرد که لوله کاملاً توسط Hanger مهار شده است ونیروی اضافی(کششی یا فشاری) روی دستگاه اعمال نمی شود .

تنظیم درحالت سرد Cold Set

این روش وقتی استفاده می شود که سیستم لوله کشی سرد باشد و هنوز انبساط های حرارتی انجام نشده باشد.(بطور مثال در هنگام تعمیرات اساسی واحد های عملیاتی) در این حالت نیز با قرار دادن نیرویی معادل وزن لوله و عایق و مایع داخل آن(که ا زData Sheet مربوطه بدست می اید)روی هنگرباعث فشردگی روی فنر (فاصله بین پین های ثابت و متحرک) می شود و سپس مقدار انبساط طولی لولهٔ مربوطه بسته به جهت انبساط لوله در جهت مخالف انبساط به میزان فشردگی قبلی فنر (فاصله پین ها) کم یا اضافه می شود وگوشواره ها طبق این اندازه(فاصله پین ها بعلاوه یا منهای افزایش طولی لوله) ساخته می شوند (با سوراخ کاری)در این موقعیت Hanger قفل شده و مثل حالت قبل در حالی که فلنچ سیستم لوله کشی باز است(در حالت سرد) در جای خود نصب و تنظیم(با کم وزیاد کردن طول میله ها بوجود اوردن فاصله ای به اندازه یک گسکت بین فلنچ ها) می شود. لازم به توضیح است که هر Spring Hanger دارای Data sheet ای است که کلیه مشخصه های فوق اعم از میزان انبساط طولی لوله ها و جهت حرکت انهاونیروئی که روی ان اعمال می شود(شامل وزن لوله ومایع داخل ان و وزن عایق) در آن قید شده وکلیه تنظیمات در کار گاه ها طبق ان انجام می شود .

البته گاها هنگرهارادرواحدها هم می توان درمحل نصب تنظیم کردبدین صورت که فلنچ های لوله هابازمی شوندواجازهداده می شودکه وزن لوله روی هنگرقرارگیردوسپس با کم وزیادکردن طول میله هنگر فاصله مطلوب بین فلنچ هابوجودایدودرصورتی که لوله هادرحالت سردباشند به اندازه رشدحرارتی لوله به علاوه ضخامتکسکت به فاصله فلنچ ها اضافه می شودوفلنج ها بسته می شوند.

درزیریک نمونه از Data sheet مربوط به این نوع نگهدارنده های فنری اورده شده است.



FIELD INSTRUCTIONS - WARNING REFERENCE DWGS. E - 3 -

DO NOT REMOVE WARNING TAG OR TRAVEL STOP UNTIL:

1. HYDROTEST AND INSULATION IS COMPLETED AND LINE IS FILLED WITH LIQUID PRODUCT AT TEMPERATURES 30°C OR LESS.THEN CHECK HANGER OR TRAVEL INDICATOR AND REMOVE STOPS BEFOR TEMPERATURE IS INCREASED FOR START UP.

SET : HANGER : 7 mm BELOW : 328 KG ON THE SPRING SCALE FOR INSULATION. ADJUST SETTING TO : 328 KG AFTER LINE REACHES OPERATING TEMPERATURE.

DESIGN DATA : PIPE SIZE : 4" WALL : 0.237" MAT'L : API.STD. HYDROTEST LOAD : 438 KG

INSUL. THK. : 50 mm TOTAL OPERATING LOAD : 365 KG MIN. LENGTH OF SPRING SCALE : 35 MM

CALCULATED DEFLECTION : 7 MM UP SERV TEMPERATURE : 400°C - 100°C

MAXIMUM ALLOWABLE VARIABILITY AT CALCULATED DEFLECTION :

ITEMS ① = BY N.I.O.C

ITEMS ② = BY N.I.O.C

TAG ASSEMBLY : E -1 -

NO. OF REQ'D. : 1

NATIONAL IRANIAN OIL COMPANY
ESFAHAN OIL REFINING COMPANY
AREA C2-03 VISBREAKER
VARIABLE SUPPORT SPRING HANGER
FOR DIS. P2-301C
NO CONSTRUCTION PERMITTED UNLES DWG. APPROVED

DWG.	H.TAVAKOLI	DATE		SCALE : NONE	DWG. NO.	REV
P.E.	H.SHAFIEE	E.CH.		T.S.R. :		
D.CH.	M.MIRAZIMI	DATE		W.O. :		0

پمپ های نوع جابجائی مثبتPositive Displacement Pump

پمپ های نوع جابجائی مثبت به پمپ هائی اطلاق می شود که درهرکورس کاری که انجام می دهند مقدارمشخصی ازمایع راپمپاژ می کنندومقدارمایع پمپاژ شده رابطه مستقیم باتعداد کورس های انجام شده دارد.دراین نوع پمپ هااگرشیرمسیرخروجی انها بسته شودکارکردن پمپ باعث افزایش فشاربیش ازحد خروجی ونهایتا شکسته شدن وترکیدن بدنه پمپ و لوله ها می شود.

این نوع پمپ ها به دودسته اصلی طبقه بندی می شوند:

الف-پمپ های رفت وبرگشتیReciprocating Pump

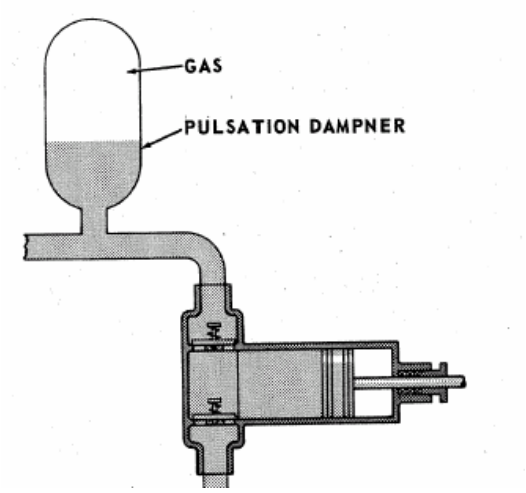
ب- پمپ های دوارRotary Pump

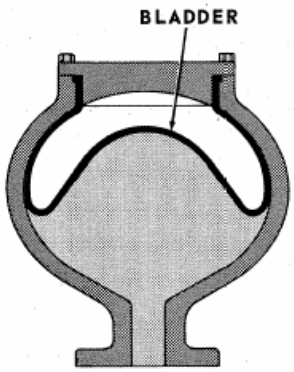
پمپ های رفت وبرگشتیReciprocating Pump

عملیات پمپاژ دراین نوع پمپ ها با استفاده ازاختلاف فشارایجاد شده دراثرتغییر حجم ناشی ازحرکت رفت وبرگشتی مکانیزم پمپ انجام می شودکه باتوجه به ماهیت ساختمانی این نوع پمپ ها درصورت تامین قدرت مورد نیازبرای پمپ ودارابودن مقاومت کافی بدنه فشار پمپ راتابی نهایت می توان افزایش دادکه یکی ازمحاسن مهم این پمپ ها بشمارمی ایدولی ازطرف دیگردرصورتی که جلوی مسیرخروجی انهابسته شودافزایش فشارحاصله می تواند باعث ترکیدن بدنه پمپ وایجادخسارت های سنگین جانی ومالی شود.همچنین باتوجه به نوسانی بودن فشارهای ورودی وخروجی این پمپ هانیازبه ظروف متعادل کننده فشارDampener دارند تافشارهای نوسانی رابه فشارهای خطی تبدیل کندبعلاوه این که نسبت به انواع پمپ های دیگرنیاز به قطعات اضافی دیگری مثل شیرهای داخلی وشیرهای اطمینانSafety Valveدرقسمت خروجی پمپ وطراحی مسیرهای کنارگذرBy Passبرای مسائل عملیاتی مثل تغییرفلوواه اندازی وبستن پمپ لازم می باشد.

لازم به توضیح است که دراکثرطراحی ها برای متعادل کردن فشارخروجی پمپ ازمحفظه هائی به نام Air Chamberودربعضی دیگرازDampenerاستفاده می شودکه اصول کار انها با هم متفاوت است ولی همه انها روی لاین های خروجی وورودی پمپ نصب می شوند .اصول کارانها به این صورت است که موقعی که مایع ازپمپ خارج می شودمقداری ازمایع دراین کپسول ها ذخیره می شودوباعث فشرده کردن هوای حبس شده دران می شود وباعث می شودضربات ناشی ازافزایش فشاربه هوای داخل محفظه منتقل شودو باعث یکنواخت شدن جریان خروجی پمپ وکاهش لرزش وارتعاشات هم چنین ازانتقال لرزش پمپ روی سیستم لوله کشی ممانعت می شود.

در زیرچندنمونه ضربه گیرنشان داده شده است.





حجم این کپسول ها Air Chamber بستگی زیادی به سرعت(دوردردقیقه) وفشارپمپ داردولی معمولادرفشارهای پایین(تا۵۰پوند) حجم این کپسول رادوبرابرمقدارمایعی که دریک کورس پمپ می شود درنظر می گیرندولی درفشارهای بالاتر وسرعت های بیشتراین حجم تاچندین برابراین مقدارممکن است برسد.

پمپ های رفت وبرگشتی در سه دسته کلی زیرطبقه بندی می شوند:

۱-پمپ های پیستونیPiston Pump

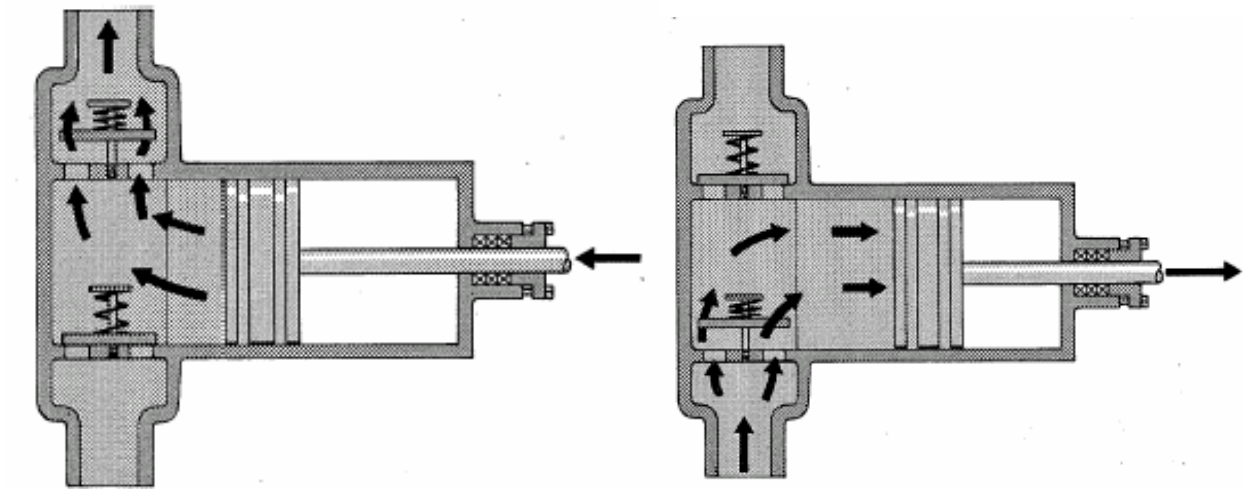
۲-پمپ های پلانجریPlunger Pump

۳-پمپ های دیافراگمیDiaphragm Pump

پمپ های رفت وبرگشتی پیستونیPiston Pump

اصول کار یک پمپ رفت و برگشتی پیستونی مبتنی بر حرکت رفت و برگشتی پیستون درداخل سیلندر است.

این پمپ ها متناسب با سیستم مکانیکی محرک پیستون تعداد و طرز قرار گرفتن سیلندرها سیستم سوپاپ ها و ... به انواع مختلفی دسته بندی می شوند .



دراین نوع پمپ هاوقتی پیستون درحالت مکش است دراثرافزایش حجم درداخل سیلندرخلا ایجادمی شود(کاهش فشار)وباعث ورودمایع ازطریق شیرورودی به سیلندرمی شود(البته دراین حالت به علت بالابودن فشارلاین خروجی واعمال ان روی ولوخروجی شیرخروجی بسته است)ووقتی که پیستون درجهت تراکم حرکت می کند باعث بالارفتن فشاردرسیلندرمی شود(وموجب بسته شدن ولو ورودی پمپ می شود)ودراثربالاتررفتن فشار سیلندر شیر خروجی بازمی شودوسیال داخل سیلندربه طرف لوله خروجی هدایت می شودکه پی درپی انجام شدن این عمل باعث پمپاژمایع می گردد.

از ویژگیهای عمومی پمپ های رفت و برگشتی علاوه بر صفت جابجائی مثبت ، تناسب مستقیم مقدار جریان خروجی آنها با حجم جابجائی و سرعت خطی پیستون است .

همچنین کلرنس بین پیستون وسیلندرمعمولابسیارکم است تاازبرگشت مایع ازقسمت های اطراف پیستون درجهت عکس(نشتی داخلی) که باعث کم شدن بازدهی پمپ می شود ممانعت شود.

البته درپمپ های باسایز بالاتوسط پیستون رینگ ها این عمل انجام می شود.

برای پمپ های رفت و برگشتی دو محدودهٔ کاری وجود دارد:

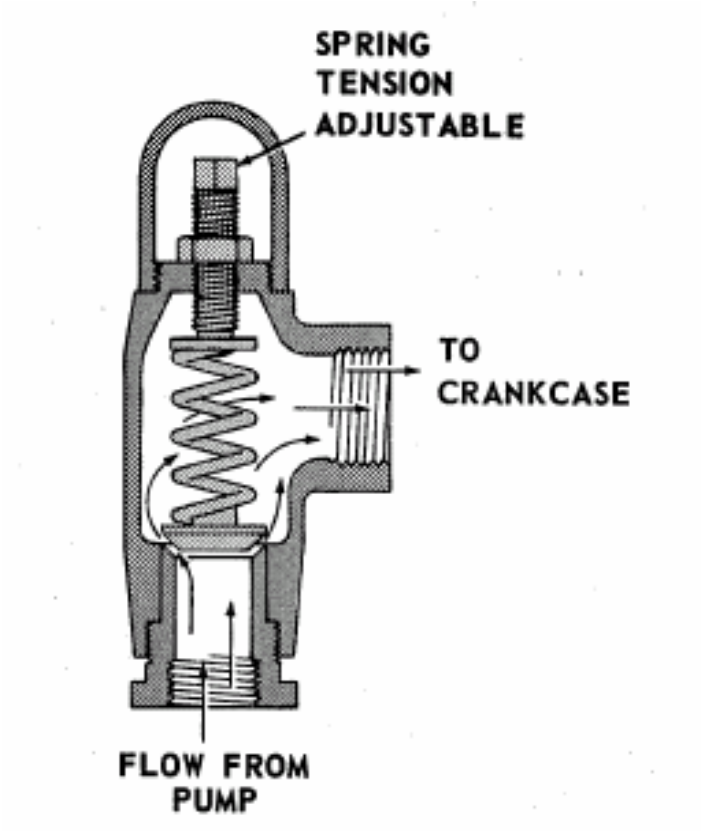
۱- حداکثر فشار کاری طراحی

۲- حداکثر دور مجاز

ظرفیت اسمی این پمپ ها عبارتست از حاصل ضرب اندازه (حجم جابجائی) در سرعت پمپ (تعداد کورس دردقیقه) . اگرازنظرتوان ورودی کمبودی وجودنداشته نباشدودستگاه گرداننده بتواندان راتامین کند فشار تولیدی می تواند به حد خطرناکی افزایش پیداکند.

از این رو برای برای افزایش حفاظت و ایمنی بیشتررروی مسیرخروجی کلیه پمپ های رفت وبرگشتی حتما بایدیک عدد Safety Valveکه روی فشارمناسبی Setشده استفاده شودوطبق فاصله های زمانی مشخصی برای بازرسی وتست واطمینان ازکارکرد ان به کارگاه ارسال شود.

درزیرشمائی ازساختمان داخلی یک شیراطمینان یاSafety Valve که معمولا درخروجی تمامی پمپ های نوع جابجائی مثبت استفاده می شودنشان داده شده است.



مقدار حداکثرمجاز فشار کاری طراحی پمپ را مقاومت مکانیکی اجزا پمپ در مقابل فشار داخلی تعیین می کنند ولی درعین حال حداکثر سرعت خطی مجاز پیستون ،کار رضایتبخش سوپاپها و حداقل زمان کافی برای پر شدن سیلندر از مایع وضعیت کاردهی پمپ ،را مشخص می کند .

سرعت خطی پیستون بطور غیر مستقیم روی مقدار فلوی پمپ موثر است از این رو در مواقعی که سرعت کاری پمپ زیاد باشد(تعداددوردردقیقه) ممکن است لازم باشد مقدار جابجایی Strokeپمپ کم شود که اینکار سبب کاهش ظرفیت (فلو) پمپ می شود .هر چه غلظت (لزجت) مایع پمپ شونده بیشتر باشد ، برای پر شدن سیلندر از مایع به زمان بیشتری نیاز است بدون آنکه مسئله جدایی جریان و یا کانالی شدن جریان بوجود اید و در نتیجه باید دور پمپ کمتر شود .

ساختمان پمپ های رفت وبرگشتی

پمپ های رفت وبرگشتی ازقطعات اصلی زیرتشکیل شده اند:

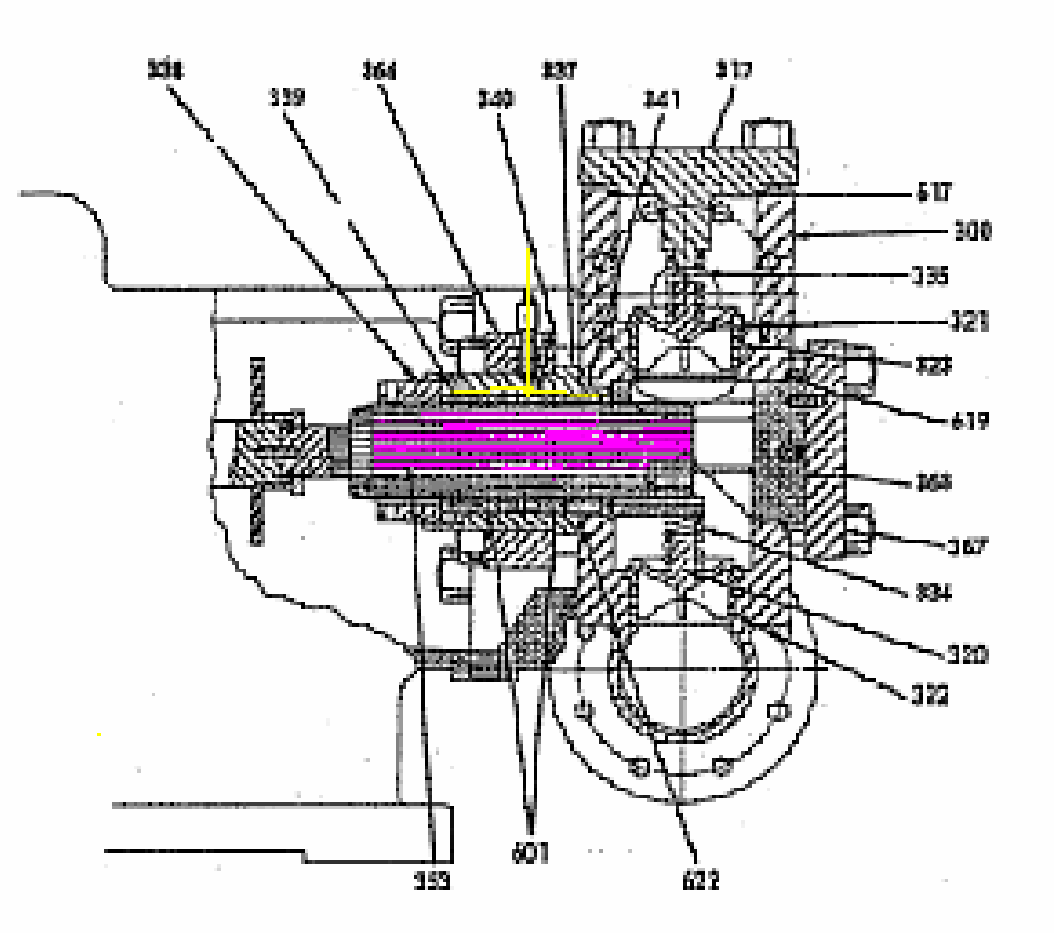
۱-سیلندرکه محل قرارگیری پیستون است.

۲-پیستون به عنوان عامل حرکت وتغییرحجم سیلندر.

۳-رینگ های پیستون برای اب بندی فاصله بین پیستون وجداره سیلندر.

٤-ولوهای ورودی وخروجی به عنوان عامل قطع ووصل کننده جریان مایع هستند.

درزیرشمائی ازساختمان داخلی ان نشان داده شده است.



٥-محفظه اب بندی وپکینگ برای ممانعت ازنشت مایع داخل پمپ بطرف بیرون.

٦-سیستم روغنکاری پکینگ ها(همراه بامکانیزم ان)جهت روغنکاری پکینگ ها.

٧- کراس هد که وظیفه ان کنترل کردن حرکت های جانبی پیستون است .

٨-مکانیزم تبدیل حرکت دورانی به حرکت رفت وبرگشتی.شامل:

الف میل لنگ

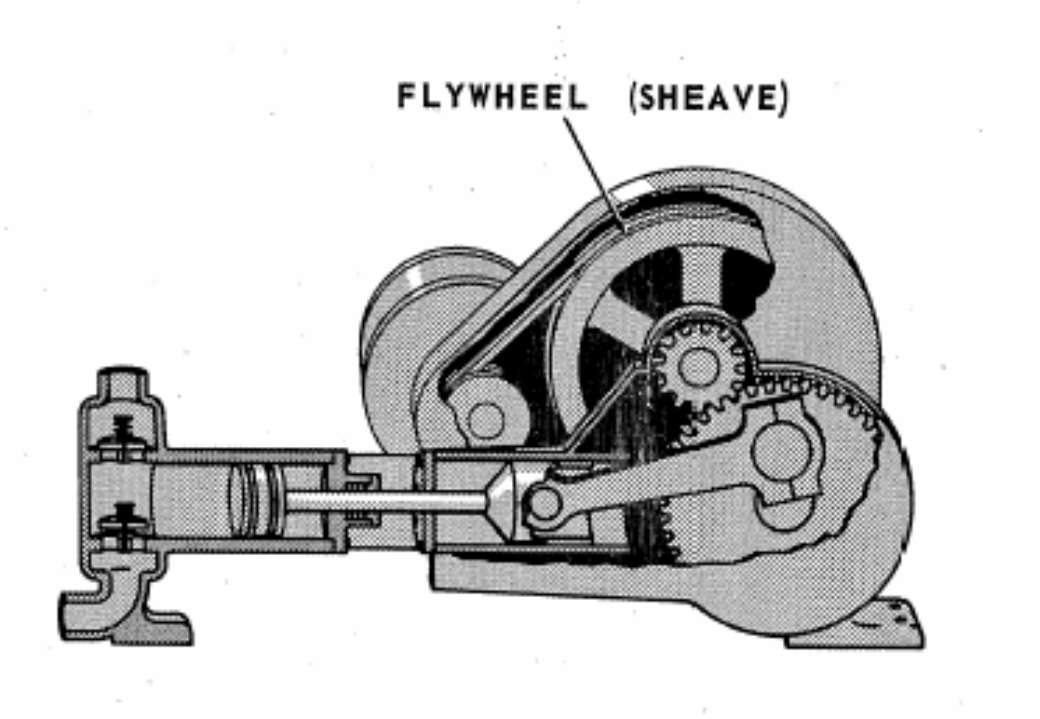
ب-یاتاقان های ثابت ومتحرک

ج-دسته شاتون

د-چرخ دنده های کاهش دهنده دور

٩-سیستم روغنکاری قسمت های متحرکLube Oil.

ولوهای داخلی ورودی وخروجی این نوع پمپ ها تاثیربسزائی درکارائی این نوع پمپ ها داردودرصـورت اب بندی نبودن انها می تواندباعث برگشت مجددمایع خارج شده ازپمپ به داخل سیلندرشودکه باعـث کـاهش راندمان وفلوی پمپ می شود.

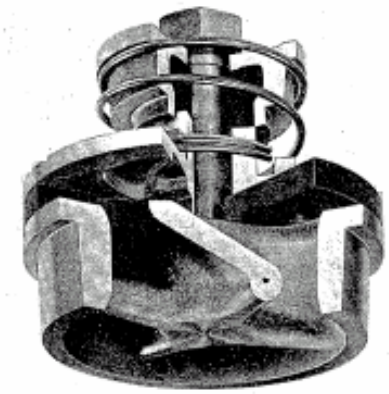


درشکل های زیردونمونه ازولوهای مورداستفاده شامل :

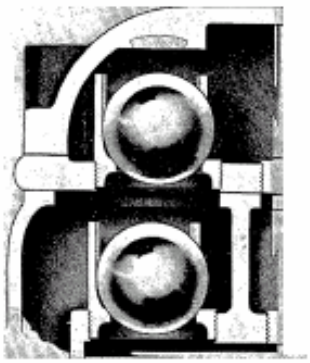
الف-Ball Valve

ب-Disck Valve

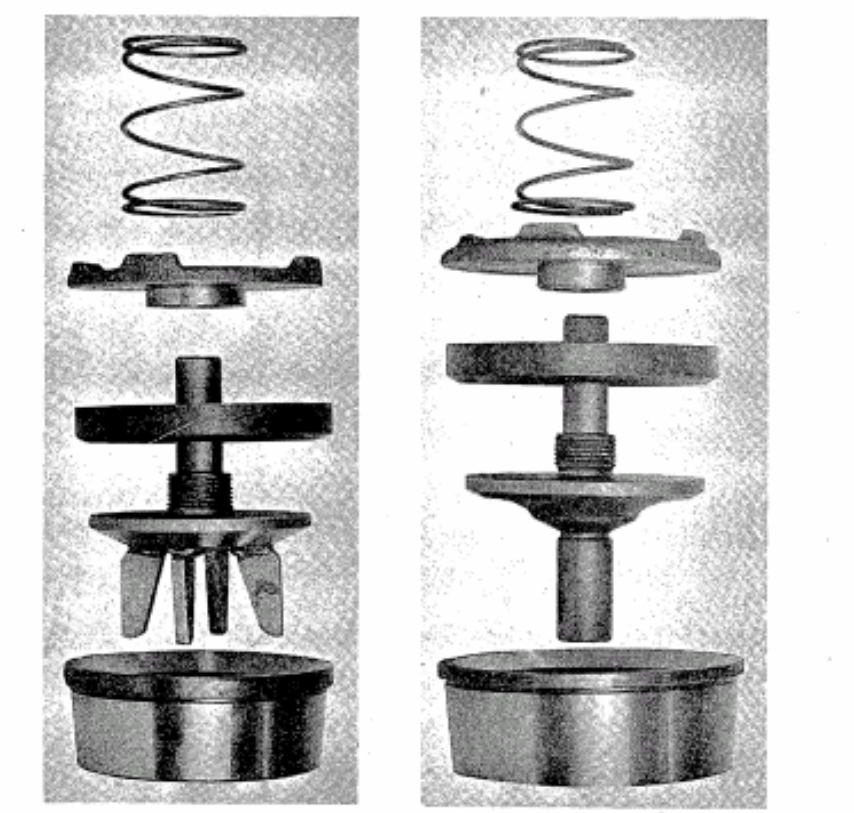
که بیشترین کاربرد رادراین نوع پمپ هادارند نشان داده شده است.



Flat-disk valve with inclined



Ball-type valves.



Low-pressure valve for thick liquids. High-pressure valve for thick liquids.

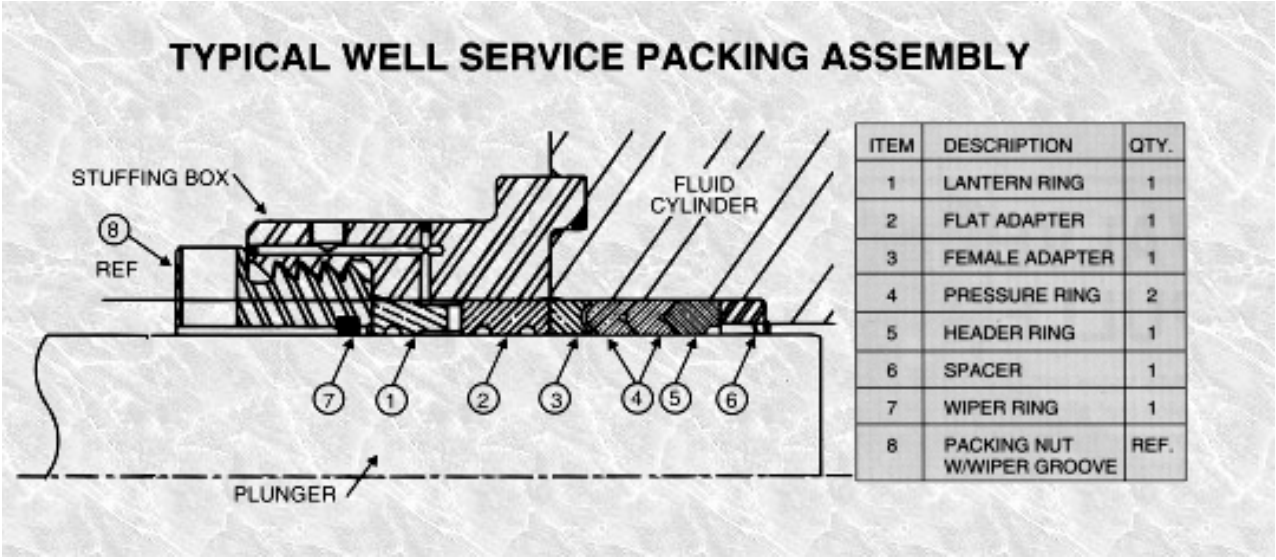
اب بندهای پمپ های رفت وبرگشتی

پکینگ های مورداستفاده درپمپ های رفت وبرگشتی خصوصا پمپ های باسایز بزرگ ازنوع پکینگ های اتوماتیکAutomatic Packingاست.

این نوع پکینگ هاشامل دو نوع V-Ringهاو U-Cupها هستندو اصول کار انها بر اساس فشارداخل محفظه اب بندی ناشی ازمایع سیل شونده است که روی پکینگ ها اعمال می شود فشارسیالی که قراراست ابندی شود باعث تماس لبه های اب بندی پکینگ ها روی سطوح استافین باکس و محور می شود(چسبیده شوند) وکاراب بندی را انجام دهند ودر صورتی که درجهت عکس نصب شوند قابلیت اب بندی را نخواهند داشت .

این نوع پکینگ ها فقط وقتی تحت فشارقرارمی گیرند با محور یاشافت اصطکاک پیدا می کنندکه این بهترین مزیت انها است که باعث می شود در پمپ های نوع رفت وبرگشتی که دارای فشارهای بالا هستند مورداستفاده قرارگیرند

این نوع پکینگ ها(پکینگ های اتوماتیک)برخلاف پکینگ های فشاری که همواره باشافت درتماسندفقط درقسمتی از کورس پیستون(وقتی پلانجریاپیستون درحال جلو امدن است وفشاردرحال افزایش است) با محور تماس پیدامی کندودربقیه کورس تماس شدیدی بامحورندارد که همین باعث افزایش طول عمر پکینگ های اتوماتیک واستفاده انها روی پمپ های فشار بالا وبخصوص رفت وبرگشتی شده است .



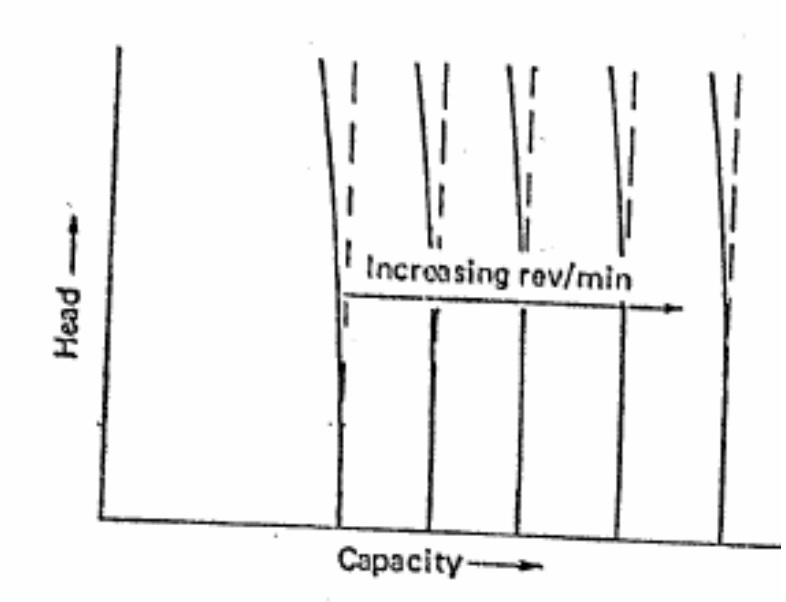
ITEM	DESCRIPTION	QTY.
1	LANTERN RING	1
2	FLAT ADAPTER	1
3	FEMALE ADAPTER	1
4	PRESSURE RING	2
5	HEADER RING	1
6	SPACER	1
7	WIPER RING	1
8	PACKING NUT W/WIPER GROOVE	REF.

البته دراین نوع پکینگ ها هم نیاز به مایع روانکاراست تا اصطکاک بین پکینگ ومحورراکاهش دهدکه برای این منظوریک عددLantern Ringدروسط پکینگ ها درداخل استافینگ باکس قرارمی گیرد ومایع روانکارازاین طریق به پکینگ ها می رسد وکارروانکاری انجام می شود.درپمپ های با فشاربالاباتزریق روغن توسط پمپ های قطره ای که روی Manzel Lubricatorنصب شده اندرهردقیقه تعدادقطرات معینی روغن روی پکینگ ها تزریق می کند ودرپمپ های کوچک عملیات روانکاری با تزریق گریس توسط گریس پمپ درفاصله زمانی مشخصی این کارانجام می شود.

مشخصه های کاری پمپ های پیستونی :

نقطه کاری واقعی این پمپ ها رابا تغییردادن قدرت (توان) ورودی ، راندمان و درجه حرارت مایع می تـوان تغییر داد. در این پمپ ها ابتدا با افزایش هد(فشار خروجی) راندمان با شیب تندی صعود می کنـد و سـپس تقریباً ثابت می ماند. به این ترتیب وقتی نقطه کاری در محدودهٔ تغییـرات هـد و ظرفیـت جابجـا مـی شـود راندمان تغییر چندانی نمی کند (برای سرعتهای مختلف) البته باید در نظر داشت کـه بـا تغییـر طـرح پمـپ راندمان به نحو موثری تغییر خواهدکرد . از آنجائی که توان مصرفی تقریباً با فشار تولیـدی پمـپ متناسـب است گاها شرایط اضافه باربOver Loadنیز می تواند برای این پمپ ها بوجود آید. با توجه به نکته فوق مقدار جریان خروجی پمپ را نباید بابازوبسته نمودن ولوهای تعبیه شده در خروجی یاورودی پمپ تغییـرداد زیـرا علاوه برخطرات ناشی ازافزایش فشارباعث افزایش توان یاامپرمصرفی نیزمی شود.

درزیرمنحنی مشخصه این نوع پمپ هااورده شده است



روش های کنترل فلوی پمپ های رفت وبرگشتی

برای تغییر مقدار فلوازروش های زیراستفاده می شود:

۱-بـاکم وزیـاد کـردن دورسیسـتم گردانـنـده کـه درعمـل بـه دلیـل ثابـت بـودن دورالکتروموتورهـا کمترمورداستفاده واقع می شود.

۲-تغییرمقدار حجم جابجائی پیستون(تغییردادن کورس پیستون) که بااستفاده ازمکانیزم هـای مخصوصـی کـه شامل چرخ دنده و.....است انجام می شود.

۳- استفاده از مسیر کنار گذر By Passوبرگرداندن مقداری از مایع به ورودی پمپ که برای پمپ های بزرگ مقرون به صرفه نیست.

٤-تغییر زمان بندی Timingسوپاپها که نیاز به نصب سیستم های دیگری نیزدارد.

افزایش ویسکوزیته (لزجت) مایع باعث ازدیاد توان مورد نیاز (توان مصرفی) می شود که مقداری از این توان صرف بالا بردن درجه حرارت مایع پمپ شونده می شود که در بعضی موارد می تواند به عنوان عاملی محدوده کننده باشد از این رو در این گونه موارد تنها راه ، پایین آوردن دورو در نتیجه کاهش ظرفیت پمپ است.

پمپهای رفت و برگشتی مایع را بصورت یک جریان سیکلی (متناوب) انتقال می دهند و اینکار سبب تغییرات و نوسانات Pulsation در فشارورودی وبالاخص خروجی می شودکه هر چه فشار خروجی بالاتر یا طول مسیر حرکت (کورس پیستون یا پلانجر)بیشترشود وهمچنین حجم محفظه سر پیستون بیشتر باشد مقدارPulsation یا نوسانات فشار که باعث ایجادلرزش وارتعاشات زیاد واعمال نیروهای اضافی روی سیستم لوله کشی می شودبیشتر خواهد بود.

میزان نوسانات با ماهیت مایع پمپ شونده نیز بستگی دارد.

لازم به ذکر است که با افزایش تعداد سیلندرهای پمپ،وقراردادن ظروف متعادل کننده فشاردرمسیرهای لوله کشی ورودی وخروجی Air Chamberیانصب Dampenerمقدارنوسانات Pulsation کاهش پیدامی کند.

درخروجی تمامی پمپ های جابجائی مثبت ازSafety Valveاستفاده می شود

پمپ های نوع پلانجری Plunger Pump

ساختمان واصول کارپمپ های پلانجری با پمپ های پیستونی دقیقا یکسان است وتفاوت انهادرابعاد پیستون هاوپلانجرهاست . طول پلانجرها نسبت به قطرشان بیشتراست ومعمولا برای کارهای ظریف ودرجاهائی که کنترل شدیدی ازنظرمقدارفلوی مایع پمپ شونده بخصوص درحجم های کم مورد نیازباشد.کاربردفراوانی دارند ومعمولا برای فلوهای پایین وفشارهای بالابکارمی روند ومواردااستفاده انها برای تزریق مواد شیمیائی وهمچنین به عنوان پمپ های روغنکاری قطره ای برای روغنکاری پیستون رینگ هاوپکینگ رینگ های کمپرسورها وپمپ های رفت وبرگشتی است .وحسن انها به قابل اندازه گیری بودن وتغییرمیزان فلوی انهاست که با تغییردادن کورس پلانجرعملی می شود.

در این نوع پمپ هابا توجه به زیادبودن طول پلانجرها ونهایتا زیادبودن سطح تماسی پلانجروسیلندرمثل پمپ های پیستونی نیازی به اب بندی داخلی (پیستون رینگ)ندارند.

در صفحه بعد شمائی از یک عدد پمپ قطره ای نوع پلانجری رفت و برگشتی نشان داده شده است . حرکت پلانجر به سمت بالابرای حالت تراکم توسط میل بادامکی که بامیل لنگ حرکت می کندانجام می شودو توسط فنرپلانجر به سمت پایین حرکت می کندتاعمل مکش انجام شود.

قطعات اصلی این پمپ ها شامل:

۱- پلانجروسیلندر.

۲- شیر یک طرفهCheck Valve ورودی.

۳- شیریک طرفه خروجی

٤- لوله ورودی وصافی.

۵- سیستم تحریک کننده پلانجروفنربرگرداننده.

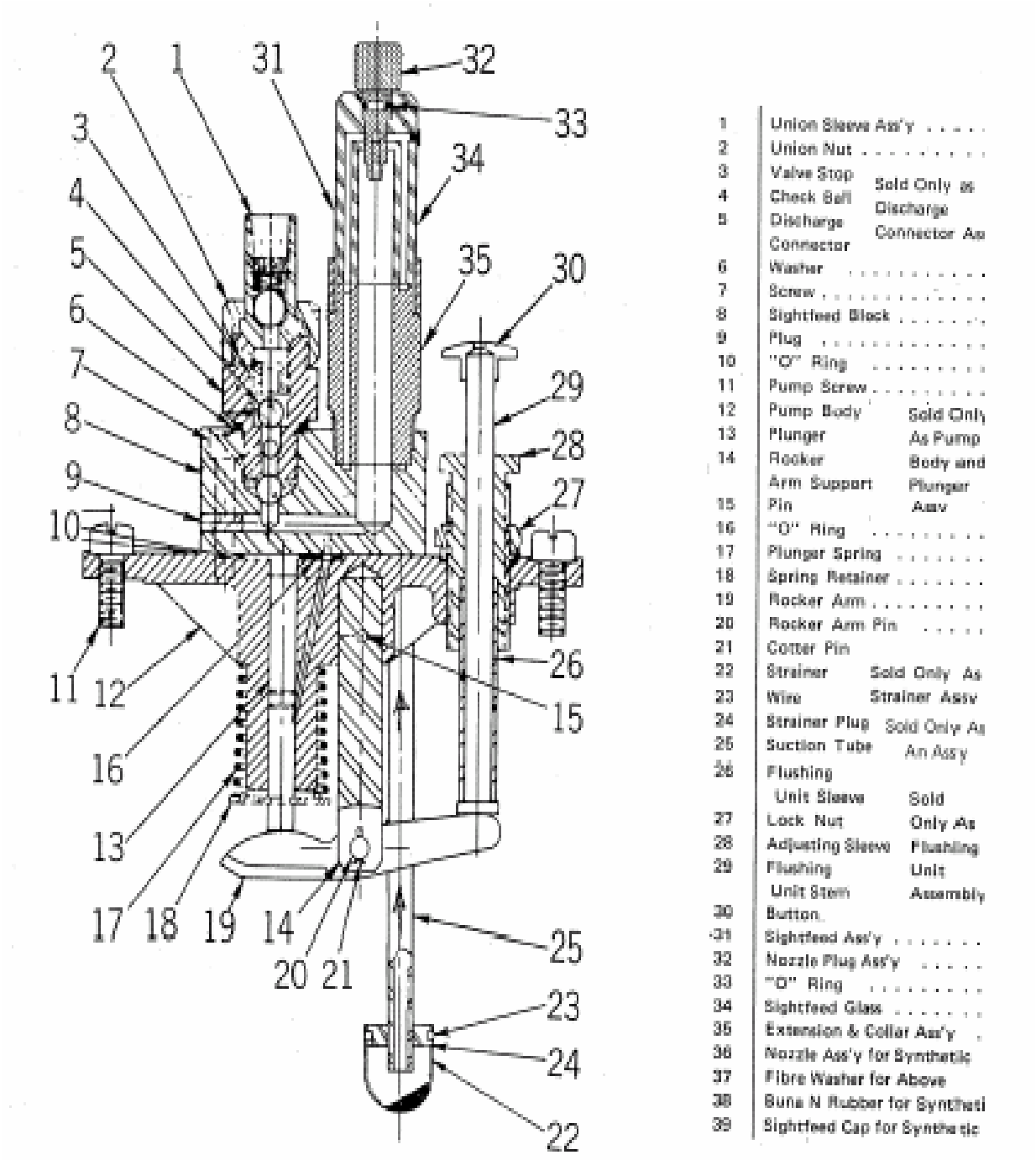
۶- درپوش شیشه ای همراه باپیچ هواگیری واورینگ ها.

۷- مکانیزم تغییرکورس پلانجر.

۸- Sight Glassنشان دهنده روغن.

۹- بدنه پمپ.

لازم به توضیح است که فشارخروجی این نوع پمپ هارافشارسیستمی که خروجی پمپ به ان متصل شده است تعیین می کند.وبدنه های انهاطوری طراحی شده است که قادربه تحمل فشارهای بالاتاچندین هزارپوندبراینچ مربع راداشته باشند.



وقتی پلانجر به سمت پایین حرکت می کند(بانیروی فنر) در اثرتغییر حجم حاصله داخل سیلندر پمپ یک خلاءِ نسبی بوجود می آید وباعث وارد شدن روغـن از طریـق صـافی مسـیرلوله ورودی یـا Drip Tube بطـرف Sight Glass می شود و با حرکت کردن پلانجر به سمت بالا (با نیروی میل بادامک) شیر یک طرفه ورودی مسیر ورودی رامی بندد و با بالا رفتن فشار داخل سیلندر شیر یک طرفه خروجی بـاز مـی شـود و روغـن از طریق لوله ها به جاهای مورد نظر پمپاژ ورانده می شود .

تنظیم وتغییرمیزان فلوی این پمپ هاتوسط پیچ تنظیمی که روی بدنه پمپ نصب شده انجام می شودوکم وزیادکردن ان باعث بالاوپایین بردن میله متصل به پلانجرونهایتا تغییرکورس می شودانجام می شود.

سیستم روغنکاری قطره ای شامل تعدادی پمپ پلانجری رفت و برگشتی قابل تنظیم است که همگی از طریق یک میل بادامک که توسط چرخ دنده با محور میل لنگ می چرخد و روی محفظه ای به عنوان Manzel Lubricator که مخزن روغن نیز می باشد نصب شده و توسط لوله هایst.st مقدار روغن مورد نیاز این قسمت ها را تامین و ارسال می کند .

مسائل پمپ های پلانجری قطره ای:

الف- اگر شیشه نشان دهنده Sight Glass خالی باشد و پمپ کار نکند :

۱- نفوذ هوا به داخل محفظه Sight Glass به علت ترک داشتن شیشه یا اب بند نبودن پیچ مربوط به Vent در اثر خرابی o- رینگ مربوط به ان وجوددارد. لازم به توضیح است که فشار داخل محفظه شیشه ای کمتر از فشار جو است واب بندنبودن ان باعث نفوذهوابه داخل پمپ وازکارافتادن ان می شود .

۲- گرفتگی مسیر ورودی روغنDrip Tube دراثر ورود آشغال و ذرات جامدوجوددارد که با هوازدن یاتمیزکاری این مسیر مشکل مرتفع می شود .

۳- پایین بودن سطح روغن داخل محفظه روغن یاManzel Lubricator.

ب- اگر شیشه نشان دهنده پر روغن باشد و روغنکاری انجام نشود:

۱- گرفتگی یا معکوس بودن جهتCheck Valve خروجی.

۲-اگر سطح روغن داخل محفظه شیشه ای یا Sight Glass بالاباشدباعث می شودلوله عصائی شکل درروغن فرورودوپمپ ازکاربیفتد.

۳- وجود هوا داخل سیستم که با هواگیری سریع (با حرکت دادن سریع پلانجر باد ست) مشکل حل می شود

٤-ممکن است Stroke پمپ روی حالت مینیمم قرارگرفته باشد که با زیاد کردن آن مشکل حل می شود .

روش هواگیری پمپ های قطره ای:

۱- باز کردن پیچ هواگیری Vent در قسمت بالای Sight Glass

۲- پرکردن محفظه شیشه ای با مایع پمپ شونده(روغن)

۳- نیمه باز گذاشتن پیچ هواگیری

٤-اجازه تخلیه روغن تا زمانی که سطح روغن درمحفظه شیشه ای به حد مناسب برسد (حدود ¼ اینچ ارتفاع روغن) .

۵- حرکت دادن سریع دستی پلانجرتازمانی که پمپ بکاربیفتد.

همانطورکه قبلا ذکرشددرصورتی که سطح روغن محفظه روغن ازلوله ورودی پمپ پایین ترقرارگیرد منجربه هواکشیدن پمپ وازکارافتادن پمپ می شودکه درجاهائی که چندین پمپ با هم روی یک مجموعه Manzel Lubricatorعملیات روغنکاری قسمت های مهمی راانجام می دهند بسیارحائز اهمیت است ودرصورتی که سطح روغن ازحدمشخصی پایین تربیاید باعث ازکارافتادن کلیه پمپ ها واختلال درسیستم

روغنکاری می شود.که معمولا بانصب سیستم هـای هشـداردهنده یـاLow Level Alarmکـه ارتفـاع روغـن رااندازه گیری می کنند این مشکل مرتفع می شود.

البته لازم به توضیح است که باتوجه به این که هرکدام از پمپ های نوع قطره ای فقط برای روغنکـاری یـک قسمت استفاده می شودوبخصوص درکمپرسورهای رفت وبرگشتی که نقاط زیادی بایدهم زمان روغنکـاری شودنیازبه تعدادزیادی پمپ است که معایب زیررادارند:

۱- وقتی یکی ازپمپ هاازکارمی افتدمی تواندباعث اختلال درسیستم روغنکـاری وکـاهش طـول عمردسـتگاه شود.

۲- افزایش هزینه های تعمیرونگهداری

و.....می شودکه اخیرادرطی سال های قبل برای غلبه برمسائل فـوق ازسیسـتم هـای متمرکزروغنکـاری کـه تنهاشامل یک دستگاه پمپ است وروغن پمپ شده وارد یک بلوک تقسیم کننده می شوداستفاده می شودکه توسط شیرهای Positive Displacement Valveمقداراروغن موردنیازهرقسمت تنظیم وارسال می گردد.

پمپهای دیافراگمیDiaphragm Pump

پمپ های دیافراگمی جزگروه پمپ های رفت و بر گشتی هستند که المان پمپ را یک دیافراگم قابل ارتجـاع تشکیل می دهد .این پمپ هاازلحاظ اصول کاربسیارمشابه پمپ های نوع پیستونی یا پلانجری مـی باشـندبااین تفاوت که درپمپ های پیستونی حرکت پیستون یاپلانجرمستقیماباعث جابجاشدن مایع می شودولی در پمـپ های نوع دیافراگمی حرکـت رفـت وبرگشـتی روی دیـافراگم اعمـال مـی شـودوانقباض وانبسـاط ان باعـث تغییرحجم داخل پمپ وورودوخروج مایع می شود.

دیافراگم ها بسته به طراحـی پمـپ براسـاس فشـاردرجه حـرارت و..... ازجـنس هـای مختلفـی نظیرلاسـتیک فلزویاپلاستیک های مخصوصی ساخته می شوند.

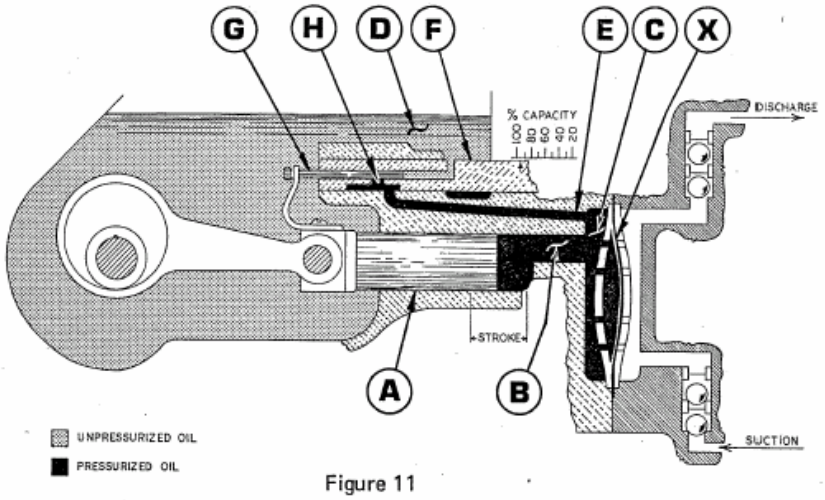


Figure 11

محاسن پمپ ها ی دیافراگمی

۱- مهمترین حسن این پمپ هاعدم تماس بین مایع پمپ شونده باقطعات پمپ است که عاملی حیاتی ومهم برای پمپاژ موادسمی وخطرناک بشمارمی اید.

۲- از ویژگیهای بارز پمپ دیافراگمی آن است که تنها دیافراگم و مجاری ورودی و خروجی پمپ با مایع پمپ شونده در تماس است.

۳- این پمپ هانیازبه اب بندی ندارند ومی توان ادعا کرد که نشتی این گونه پمپ ها صددرصدصفراست

ظرفیت اینگونه پمپ ها با قطر دیافراگم ، میزان حرکت دیافراگم (کورس حرکت) و تعداد تکرار حرکت رفت و بر گشتی در واحد زمان (سرعت حرکت) نسبت مستقیم دارد . از آنجائی که مقدار حرکت قابل دستیابی دیافراگم محدوداست وبطور قابل ملاحظه ای قطران کمتر از قطر دیافراگم پمپ است، حداکثر ظرفیت پمپ(با قطر دیافراگم ثابت)عملآ به حداکثر سرعت رفت و برگشت دیافراگم که معمولآ کم است بستگی خواهد داشت.در ساختمان این پمپ ها شیرهای ورودی و خروجی که معمولآاز نوع Ball Valve ساده و یا شیرهای مخروطی (با سوزن مخروطی) است بکاررفته است که البته برای پمپهای بزرگ شیرهای دیسکی مناسب تراست.

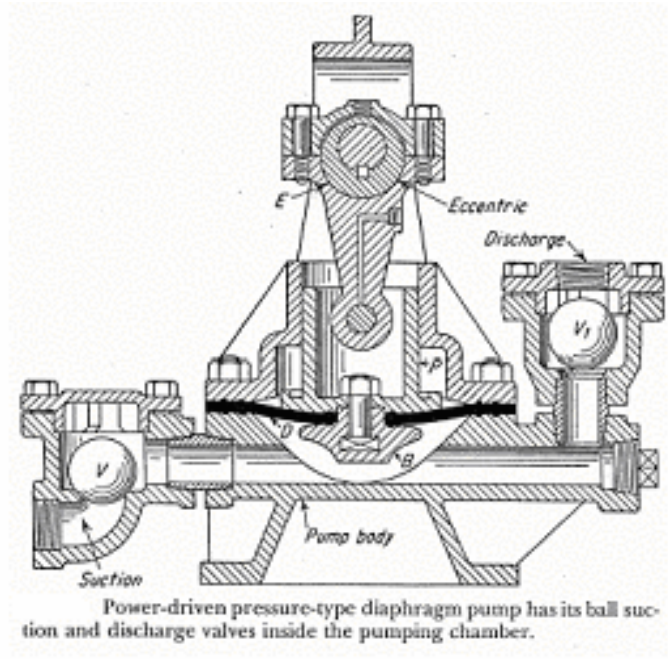
همانگونه که قبلآ اشاره شد با تنظیم میزان کورس یا حرکت دیافراگم که درپمپ های نوع عملگر هیدرولیکی باکم وزیادکردن فشارروغن زیر دیافراگم انجام می شود و یا سرعت پمپ(تعدادکورس درواحدزمان) و یا هر دو می توان ظرفیت این پمپ ها را تغییر داد . در صورت لزوم می توان از دو دیافراگم متوالی که روی هم قرارمی گیرند استفاده کرد که در صورت پاره شدن یکی از آنها دیگری جلوی نشتی مایع را بگیرد.

به علت عدم یکنواختی پمپاژ مایع توسط این نوع پمپ هامعمولا روی لوله های ورودی وخروجی انهاازمحفظه های ضربه گیریا نوسان گیرPulsation-Dampenerاستفاده می شود.

انواع پمپهای دیافراگمی عبارتند از :

۱-پمپ دیافراگمی مکانیکی که در آن دیافاگم به یک مکانیزم رفت وبرگشتی مکانیکی مثل میل بادامک خارج ازمرکز یاحرکت شیطانک که حرکت نوسانی یا رفت و برگشتی را به آن انتقال می دهد مرتبط است که نمونه کاربردی ان پمپ های بنزین اتومبیل یاسیفون است.

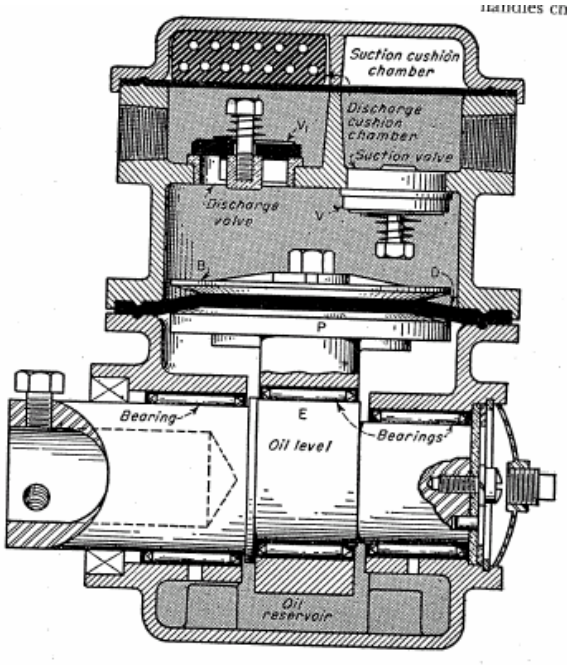
درشکل زیرشمائی ازاین نوع پمپ نشان داده شده است.همینطورکه ملاحظه می شود دراین نوع پمپ ها نیزبرای کنترل مایع ورودی وخروجی به پمپ ازشیرهای داخلیCheck Valveاستفاده شده است.



Power-driven pressure-type diaphragm pump has its ball suction and discharge valves inside the pumping chamber.

۲-پمپ دیافراگمی هیدرولیکی که در آن حرکت دیـافراگم دراثـر تغییـرات فشـار روغـن درزیـر دیـافراگم بوجودمی اید. البته تولید فشار مایع در در داخل خود توسط یک پیستون رفت و بر گشتی تامین میشود از این رو به این نوع پمپ ، پمپ دیافراگمی پیستونی نیزاطلاق میشود.

درزیرشمائی ازیک پمپ دیافراگمی نشان داده شده است



۳-پمپ دیافراگمی هوایی که در آن حرکت دیافراگم از اعمال متناوب هوای فشرده در محفظه ، پشت دیافراگم تامین می گردد.

٤- پمپ دیافراگمی الکترومغناطیسی Electromagnetic که در آن حرکت دیافراگم توسط هسته (پلانجر) یک آهن ربای الکتریکی تآمین می شود. این طرح اصولآ در پمپ های کوچک محدوده شده وعملآ در مورد پمپهای اندازه گیری نوع الکترومغناطیسی Electromagnetic همراه با سیستمهای کنترل کننده الکتریکی دیجیتال بکار میرود.

مقدمات لازم برای راه اندازی پمپ های رفت وبرگشتی

۱-چک کردن سطح روغن داخل محفظه روغن.

۲-گرم کردن یکنواخت پمپ درصورت لزوم.

۳-هواگیری پمپ .

٤-بازکردن مسیرهای اب خنک کننده درصورت وجود.

۵-درسرویس قراردادن سیستم روغنکاری مرکزی درصورت وجود.

۶-چک کردن جهت چرخش الکتروموتور.

۷-اطمینان ازروان چرخیدن وگیرنداشتن پمپ.

۸-چک کردن کلیه قسمت ها ازنظرنشتی.

۹-اطمینان کامل ازروان بودن ولوهای ورودی خروجی ومسیرکنارگذر.

مراحل راه اندازی پمپ های رفت وبرگشتی

برای راه اندازی این نوع پمپ ها مراحل زیر بایدانجام شود:

۱--بازنمودن مسیرکنارگذر.

۲-بازکردن ولو ورودی پمپ.

۲- بازنمودن ولوخروجی درصورتی که روی مسیرخروجی شیریک طرفه یا چک ولو نصب شده باشد

۳-بستن ولومسیرخروجی پمپ درصورتی که شیریک طرفه نصب نشده باشدوفشارپشت پمپ بالاباشد.

٤-اماده سازی وراه اندازی سیستم گرداننده .

۵- بستن تدریجی ولومسیرکنارگذر(درصورتی که ولوخروجی بازباشد).

۶- بستن ولومسیرفشارپایین پمپ(درصورتی که فشار پشت پمپ کم باشد).

۷-بازنمودن تدریجی ولوخروجی (درصورتی که شیریک طرفه نصب نشده باشد).

۸-چک کردن پمپ ازلحاظ نشتی لرزش درجه حرارت فشارفلوو.....

مراحل ازسرویس خارج کردن پمپ های رفت وبرگشتی

۱- بازکردن تدریجی مسیرکنارگذر.

۲- بستن تدریجی ولوخروجی.

۳-ازسرویس خارج نمودن دستگاه گرداننده.

چک های روتین پمپ های رفت وبرگشتی

۱-چک کردن فشارهای ورودی وخروجی.

۲-چک کردن میزان امپر الکتروموتور.

۳-چک کردن نشتی های روغن ومایع پمپ شونده.

٤-چک کردن مقدارلرزش وسروصدای غیرعادی.

۵-چک کردن دمای یاتاقان هاو....

۶-چک کردن سطح روغن محفظه روغن.

۷-چک کردن مقدارفلوی پمپ.

معایب روتین پمپ های رفت وبرگشتی

۱-خرابی شیرهای یک طرفه داخلی.

۲-متناسب نبودن کورس پلانجریادیافراگم.

۳-زیادبودن کلرنس های داخلی.

٤-اشکال درمکانیزم تبدیل حرکت دورانی به رفت وبرگشتی

ب-پمپ های دوارRotary Pump

با توجه به ماهیت حرکت دورانی این پمپ ها دارند ولی جز پمپ های جابجائی مثبت طبقه بندی می شوندوتفاوت انها باپمپ های گریزازمرکزدرنوع مکانیزم کاروکلرنس های داخلی است که لقی های داخلی این نوع پمپ ها به مراتب کمترازپمپ های گریزازمرکزاست .

پمپ های دوار مایعات رابه دوطریق مختلف پمپاژ می کنند:

۱-دورانی خالص

۲-ترکیبی ازدورانی ونوسانی

اصول کاراین نوع پمپ ها براساس حرکت چرخشی دائمی یک یاچندرتوردرداخل محفظه است که باچرخش رتوربه دلیل افزایش حجم پمپ درقسمت ورودی باعث کاهش فشاردرداخل پمپ وورودمایع به پمپ می شود وبا چرخش رتور مایع واردشده به داخل پمپ بطرف خروجی پمپ که دارای حجم کمتری است رانده می شودکه تداوم ان باعث پمپاژمستمرمایع می گردد..همانطورکه ازنام این نوع پمپ ها مشخص است این پمپ ها ازنوع دورانی هستند ونیازی به مکانیزم تبدیل حرکت دورانی به حرکت رفت وبرگشتی شامل میل لنگ دسته شاتون کراس هد ولوهای داخلی و..... ندارند.

ازویژگی های مهم این نوع پمپ ها می توان به موارد زیراشاره کرد:

۱-بدون سایش وسروصداکارمی کنند.

۲- درهردوجهت چرخش قابل سرویس دهی هستند(باتعویض مسیرهای ورودی وخروجی).

۳-فشارهای ورودی وخروجی انهاثابت است ونیازی به نصب مخازن متعادل کننده فشار(نوسان گیر)ندارند.

ولی به دلیل کم بودن کلرنس های داخلی بین رتورهاوبدنه برای پمپاژ مایعات کثیف یا مایعاتی که دارای ذرات خارجی باشندیا مایعات خورنده ای که قابلیت روغنکاری نداشته باشندمناسب نیستند.

پمپ های دواریاطرح های متنوع وگوناگونی ساخته شده اندکه معمول ترازهمه پمپ های نوع پره ای(Lobe Pump)پره ای لغزشیSliding Vaneچرخ دنده ایGear Pump پمپ های نوع پیچی Screw Pumpو.....هستند.

این نوع پمپ ها به دودسته کلی:

الف-پمپ های تک محوریSingle Rotor

ب-پمپ های چندمحوری Multiple Rotor

طبقه بندی می شوند.

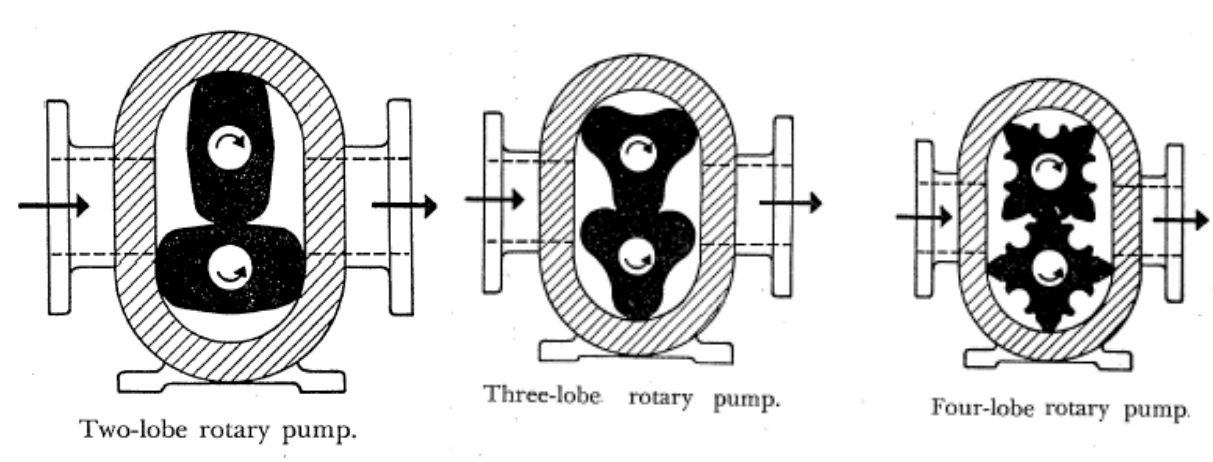
پمپ های نوع پره ایLobe Rotor Pump

اساس و ساختمان و کار Lobe Rotor Pump جابجائی سیال توسط یک جفت رتوراست که دارای حرکت چرخشی دائمی ومختلف الجهت در داخل یک محفظه است. یک جفت چرخ دنده، همزمان کننده وانتقال دهنده دور Timing Gear حرکت دورانی رتورها را همزمان نموده و ضمن گرداندن آنها از تماس مکانیکی بین آنها(درگیری) جلوگیری می کند. عدم درگیری بین رتورها وهمچنین بین رتورها و بدنه یکی از ویژگیهای خوب این گونه پمپها است، از این رو فرسایش آنها حداقل بوده و بدون سر وصدا کار می کنند.

باید توجه داشت که نباید در حالی که لوله خروجی این نوع پمپها بسته است آنها را راه اندازی کرد زیراباعث بالارفتن فشاربیش ازحد درخروجی پمپ می شود وبه همین دلیل تعبیه یک شیر اطمینان در خروجی آنها ضرورت دارد.این نوع پمپ هادر تمام شاخه های صنعت بکار می روند زیرا دارای راندمان ، استحکام و

قابلیت اطمینان خوبی بوده و توانایی پمپ کردن مواد خورنده و در بعضی موارد مواد شیمیایی خورنده را نیز دارند . ولی عملآ ازاین نوع پمپ ها برای سرویسهای بهداشتی مثلآ صنایع غذایی و صنایع نوشیدنی استفاده می شود.

بسته به تعدادلوب های قرارگرفته روی رتوراین پمپ ها به دو لوب سه لوب و....دسته بندی می شوندکه درشکل های زیرچندنمونه ازانها نشان داده شده است.



Two-lobe rotary pump.

Three-lobe rotary pump.

Four-lobe rotary pump.

مزایای Lobe Rotor Pumps

۱-ازاین نوع پمپ ها برای پمپاژ مایعات با ویسکوزیته متوسط و حتی زیاد می توان استفاده کرد.

۲- در صورتی که در درون مایع مقداری گاز یا بخار باشد چندان تاثیری بحال آنها نداردبه عبارت دیگر باNPSHپایین هم قادربه کارند .

۳-قابلیت تمیز کردن انها آسان و سریع است .

٤-به سرعت مونتاژ و دمونتاژ می شوند.

۵- راندمان آنها عموماً بالا است .

۶-مستقل از تغییرات فشار کاری می باشد.

۷-بدون لرزش وسروصداکارمی کنند.

۸-نیازبه قطعات اضافی مثل شیرهای داخلی سیستم های خطی کننده فشارو.....ندارند.

۹-دردوجهت دورقابل کاردهی هستند.

۱۰- فشارخروجی انهاثابت است.

پمپ های پیچی Screw Pump

این پمپ ها دارای محورمتحرکی هستند که به شکل پیچ ساخته شده ودرداخل یک محفظه استوانه ای شکل می چرخند وفاصله بین پیچ (رتور)وبدنه انهابسیارناچیزاست که این باعث کاهش نشتی های داخلی می گرددواصول کارانها مثل پیچ های چرخ گوشت است که باحرکت چرخشی خودمواد رابه سمت جلوحرکت می دهد.

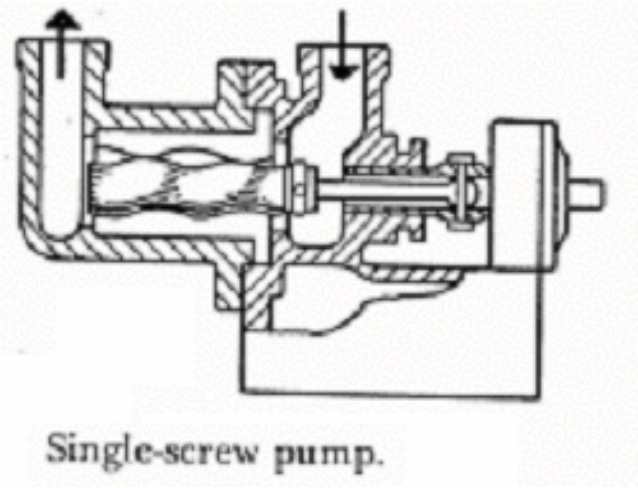
پمپهای پیچی صلب را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱- پمپ پیچی یک پیچه (پمپ پیچ ارشمیدس)

۲- پمپهای پیچی با دو پیچ یا بیشتر

پمپ های یک پیچهSingle Screw Pump

پمپ پیچی (پیچ ارشمیدس)شامل یک پیچ حلزونی فلزی بلند ممتد است که روی یک محور تعبیه شده وبا کلرنس(لقی) کمی در داخل یک محفظه یابدنه (بامقطع دایره) می چرخد. طرحهای مدرن پمپ ارشمیدس برای بالا بردن آب و سایر مایعات بکار می رود و دارای راندمانی تا حدود75% می باشند. تجربه نشان داده است که حداکثر طول عملی برای پیچ ارشمیدس حتی تا۱۵ متر نیزمی تواند برسدکه دراین شرایط می تواند مایع را حداکثر تا ۷/۵ متر بالاتر ببرد برای ارتفاع بیشتر باید از چند پمپ بطور سری استفاده نمود.



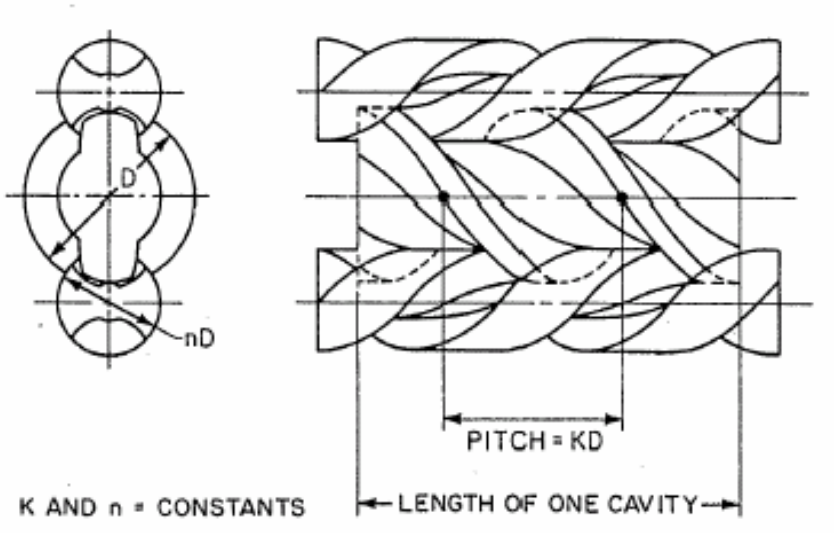
Single-screw pump.

پیچهای ارشمیدس با قطرهای متفاوتی ساخته می شوند و ظرفیت جابجایی آنها ازظرفیت های پایین تا 80000GPM نیزمی رسد .درجاهایی که محدودیت قطری وجود داشته باشد برای بالا بردن ظرفیت می توان از چند پمپ بصورت موازی استفاده کرد. دور این نوع پمپها براساس اندازه پمپ طراحی می شود.

پمپهای چند پیچهMulti Screw Pump

در پمپهای چند پیچه دویا چند پیچ در داخل بدنه قرار می گیرندبطوری که دربعضی ازطراحی ها پیچها یـا بـا هم درگیرمی شوند وحرکت می کنند ولی دربعضی طراحی های دیگرحرکت رتورها توسط چرخدنده هـای انتقال دهنده وتنظیم کننده(Timing Gear) انجام می شودکه دراین نوع طراحی بایدحتما لقـی معینـی بـین پیچ ها وجودداشته باشد تادرحین چرخش با همدیگر تماس نداشته باشند.

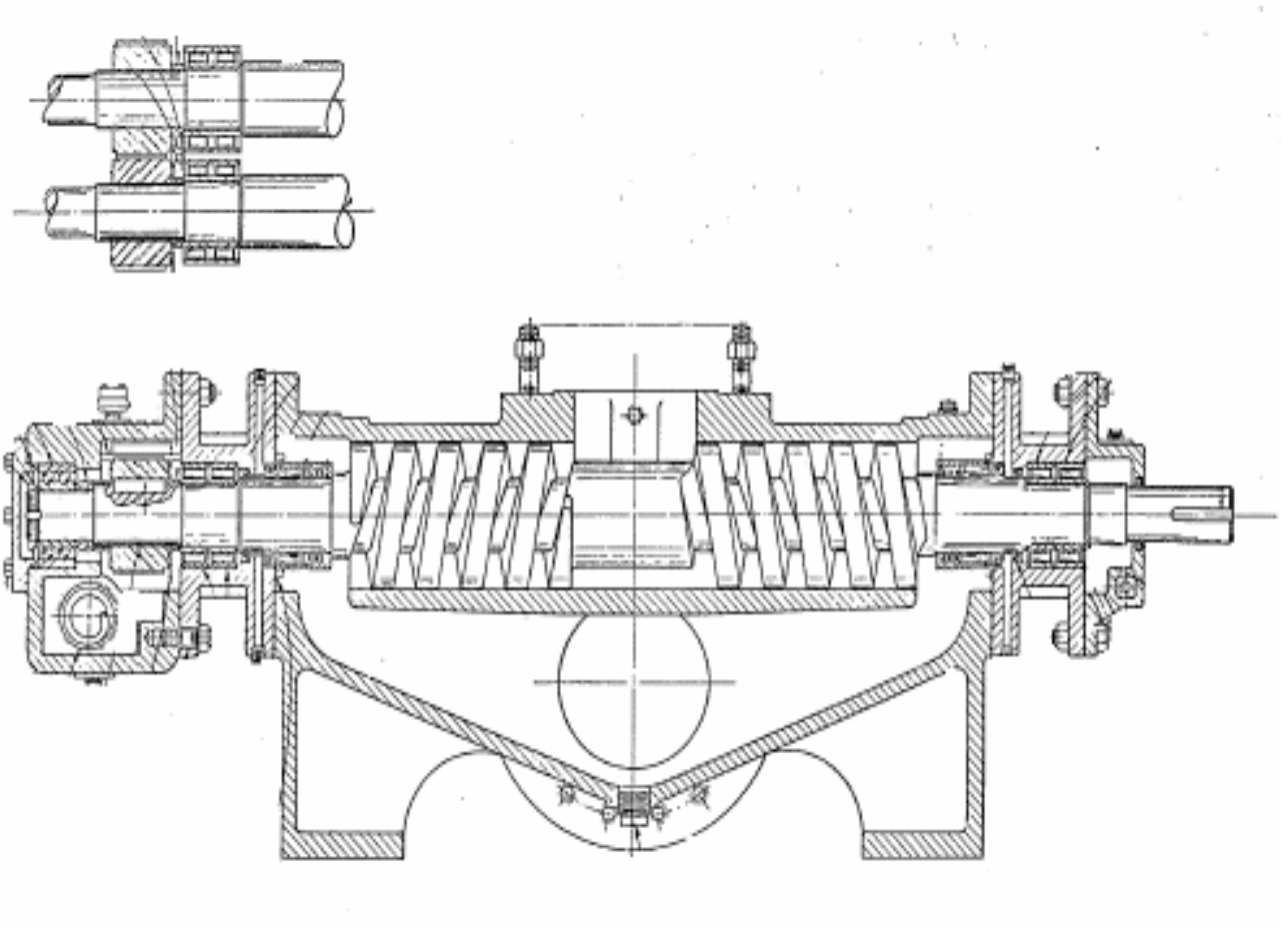
درپمپ های نوع پیچی نیزبه علت اختلاف فشاری که بین ورودی وخروجی هرکدام ازپیچ ها وجوددارد باعث ایجادیک نیروی محوری روی رتورها می شـودکه جهـت ان ازطـرف خروجـی بـه طـرف ورودی پمـپ مـی باشدکه درصورتی که فشارپمپ بالاباشد نیروی بسیارقابل ملاحظه ای بوجودمی اید که درصورتی کـه خنثـی نشود می تواندباعث حرکت رتوروتماس ان بابدنه شود. درپمپ های پیچـی بـالانس نشـده ایـن نیـرو بایـد توسط یاتاقانهای پمپ خنثی شود ولی در پمپهای پیچـی بـالانس شـده(از نظـر نیـروی محـوری)کـه دو پـیچ مختلف الجهت متقارن روی یک محور تعبیه می شود نیروی محوری ایجاد شده در یک طرف محوربا نیروی نظیر در طرف دیگر خنثی می شود. در این نوع پمپ ها معمولامایع از دو طرف وارد رتور شده و از مرکزان خارج می شود(عکس آن هم امکان پذیر است) ولی سعی براین است که مایع ازطـرفین رتـور هـا واردپمـپ شود وازوسط انها خارج شود تافشارروی پکینگ ها(اب بندها)فشار ورودی پمـپ باشـدزیراعکس ایـن حالـت باعث اعمال فشاخروجی روی سیستم اب بندی پمپ می شودوباعث کاهش طول عمرمکانیکال سیل یـا پکینـگ وخرابی زودرس انها می شود .



Screw-thread proportions, showing lead, diameter,

در صنعت غالبا از پمپهای دو یا چندپیچه استفاده می شودکه هر کدام از محورهای این پمپ ها دارای دو پیچ دردو جهت مختلف (راست گرد و چپ گرد) بوده و توسط چرخ دنده هایی بیرون از پمپ (درمحفظه هوزینگ برینگ) به گردش در می آیند . با تداوم گردش پیچها فضاهای پر از مایع بین پیچ ها که به علت کم بودن لقی هاوکلرنس ها ی رتوروبدنه از هر طرف مسدود است (مایع راه فرار ندارد) به تدریج در جهت محور به سمت مرکز هدایت شده تا آنکه نهایتآ مایع به خروجی پمپ جریان می یابد .

پمپهای دو پیچه معمولا در اندازه هایی با ظرفیت بینm^3/h ۶-۶۰۰ ساخته می شوندگر چه اندازه های بزرگتر با ظرفیت تاm^3/h ۱۶۰۰ نیز ساخته شده است.



مزایای پمپ های پیچیScrew Pump

۱-برای پمپ نمودن مایعات با ویسکوزیته بالا و جرم حجمی بالا مناسبند .

۲-با فشار ورودی NPSH پائین نیز می توانند کار کنند حتی وقتی فشار ورودی مایع به فشار بخار آن هم نزدیک می شود پمپ کار می کند .

۳-با سرعت های بسیار پائین نیز می توانند به کار خود ادامه دهند بدون اینکه راندمان انها کم شود.

٤-چون سرعت داخلی پمپ کم است بسیاری از مسائل ارتعاشی ناشی از هم محور نبودن و بالانس نبودن و..... حل است .

۵-جریان خروجی این نوع پمپها ثابت است (تغییرات فشاروجودندارد) .

۶-نوسانات فشار خروجی این نوع پمپ هاکم است و دارای جریان تقریباً دائمی و یکنواختی هستند و نیازی به نوسان گیر فشار ندارند .

۷-غالباياتاقانها و چرخدنده های تایمینگ در بیرون و در دو طرف پمپ قرار گرفته وبطور جداگانه روغنکاری می شوند.

۷- Self Priming هستند (نیازی به هواگیر ندارندولی برای افزایش طول عمرانها بهتراست هوا گیری شوند).

۸--قابل استفاده دررنج های وسیعی از فلو و فشار ، مایع و ویسکوزیته و..... .

۹--راحتی نصب و نگهداری .

محدودیت های کاری پمپ های پیچی :

۱--بخاطر لقی کم بین Screw و بدنه پمپ برای مایعاتی که دارای ذرات جامد باشند مناسب نیستند و حتماً باید مایع پمپ شونده را از فیلتریاصافی بامش مناسب عبور دارد .

۲-این نوع پمپ در سایزهای کوچک راندمان کافی را ندارند و قطر Screw باید درمحدوده مشخصی باشد تا راندمان بالا داشته باشد .

۳-مایع پمپ شونده باید خاصیت روغن کاری نیز داشته باشد .

٤-محدودیت ویسکوزیته دارند در صورتی که بخواهیم مایعات غلیظ تر را پمپ کنیم یا باید دور آنها را پائین بیاوریم و یا آنها را گرم کنیم .

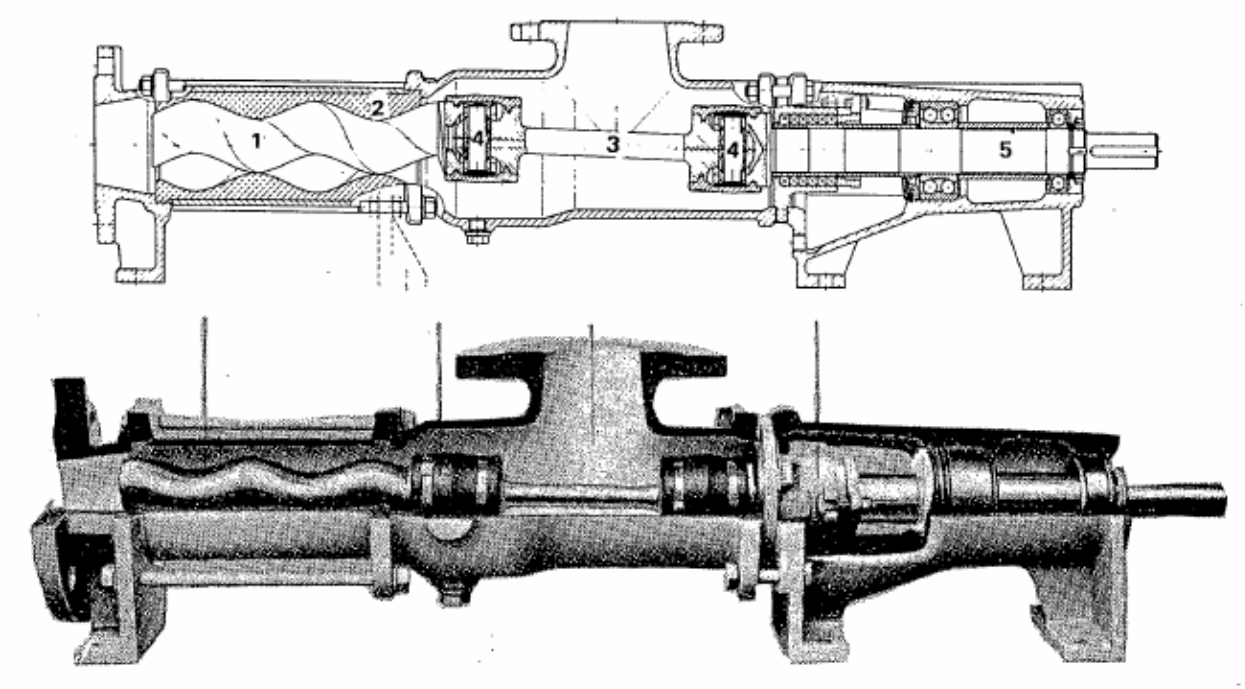
۵-بدلیل وجود مسائل مکانیکی مثل تغییر شکل در محورهای بلند این پمپ ها برای استفاده در فشارهای خروجی خیلی بالامحدودیت دارند.

۶-بخاطر دقت بالای ساخت گران قیمت هستند .

۷--برای فشارهای زیاد نیاز به پیچ با طول بزرگتر دارند .

پمپهای پیچی خارج از مرکزیEccentric Helical Rotor

این نوع پمپ ها از یک رتور فلزی بصورت پیچ یک راهه که بصورت خارج از مرکز در داخل یک بدنه قابل ارتجاع Flexible Member Pumpsمی چرخد تشکیل شده اند. رتوردر تمام مقاطع دارای مقطع دایره ای یکنواخت است و قطران بیشتر از قطر داخلی بدنه است از این رو بین آنها یک تماس یا انطباق پرسی وحوددارد Interference Fitکه این خود باعث ایجادیک دیواره حایل در مقابل فرارونشتی های داخلی مایع شده و با تداوم گردش رتور، مایع را به سمت خروجی حرکت می دهد. این نوع پمپ ها ، خود به خود هواگیری می شوند و نوسانات جریان خروجی آنها قابل اغماض است و قادر به پمپ کردن هر نوع مایعی از آب گرفته تا مواد خمیری ساینده و مایعاتی که همراه انها مقداری گاز یا بخار وجودداشته باشد وهمچنین مایعات غلیظ وچسبناک می باشندوبیشترین کاربردانها درانتقال فاضلاب های بهداشتی است.



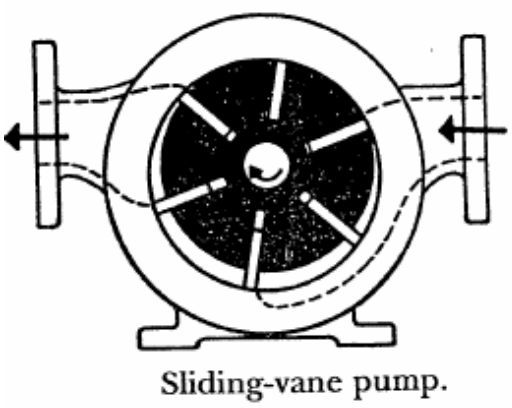
تنها محدودیت عمده این گونه پمپ ها ، عدم کارائی در درجه حرارت های بالا به علت عدم تحمل بدنه پمپ است زیرا معمولآ جنس بدنه قابل ارتجاع بوده واز لاستیک طبیعی یا مصنوعی ساخته می شوندکه روی بدنه پمپ قرارمی گیرندوتحمل حرارت های بالاراندارند وهمچنین به دلیل پائین بودن ضریب انتقال حرارت لاستیک ها امکان انتقال وتبادل حرارت بین رتور و هوای محیط وجود نداردوبه همین دلیل در صورت کار طولانی و مداوم رتور داغ می شودکه می تواندباعث کاهش طول عمرقطعات دیگرنیز بشود.

به منظور جلوگیری از جام شدن و گیر کردن و خرابی پمپ یک اختلاف فشار معینی در مورد این نـوع پمـپ باید رعایت شود که به اندازه پمپ و دور آن بستگی دارد.

محدوده فشار کاری این گونه پمپها بین 0.002-30mbarاست.

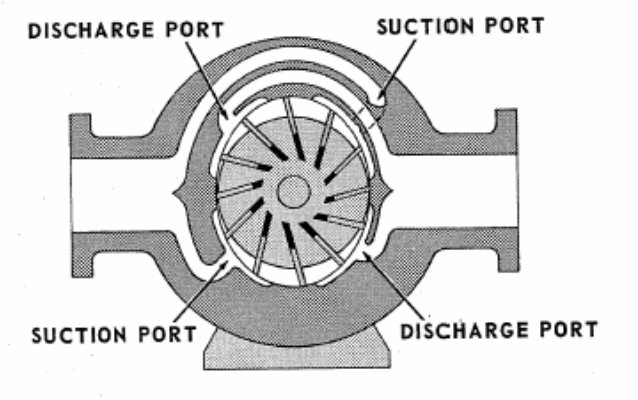
پمپ های تیغه ایVane Pump

دراین نوع پمپ ها تیغه هاVane بصورت خارج از مرکزی در داخل بدنه قرار مـی گیرنـد کـه بـا چـرخش رتورو تیغه ها مایع حبس شده بین Casing و Rotor و Vaneرا از قسمت ورودی که حجم پمپ زیاداست را به قسمت خروجی پمپ می راند وبه دلیل کاهش حجم ازطرف ورودی تاخروجی باعـث افـزایش فشـار آن می شود . عمل پمپاژ مایع را تیغه هاانجام می دهند و آب بندی بین تیغه ها و سیلندر با کم کردن فاصله بین انها(کلرنس پایین) با استفاده از نیروی گریز از مرکزوفشارفنرهائی که پشت تیغه ها قرارگرفته اند انجام می شود .ودرصورتی که به هردلیلی این فواصل افزایش پیداکندباعث ایجادنشتی داخلی وبرگشت مـایع ازطـرف فشاربیشتربه طرف فشارکمترمی شودکه نهایتا باعث کم شدن فلووفشاروراندمان پمپ می شود.



Sliding-vane pump.

باتوجه به یکنواخت نبودن فشارمحیطی دراطراف رتور دربعضی ازطراحی هاازولوت های دوبله اسـتفاده مـی شودکه بااین نوع طراحی نیروهای شعاعی بوجودامده روی رتورخنثی می شود.

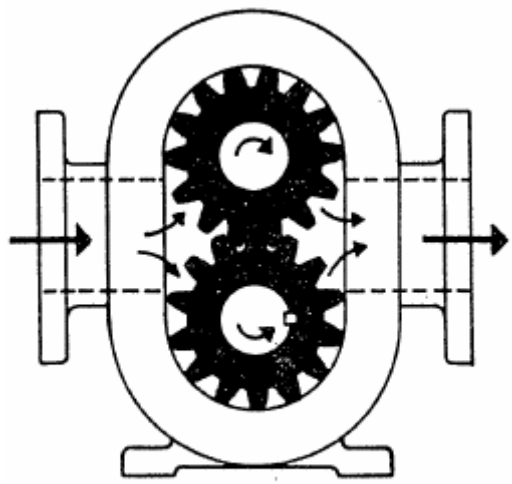


پمپ های نوع چرخ دنده ایGear Pump

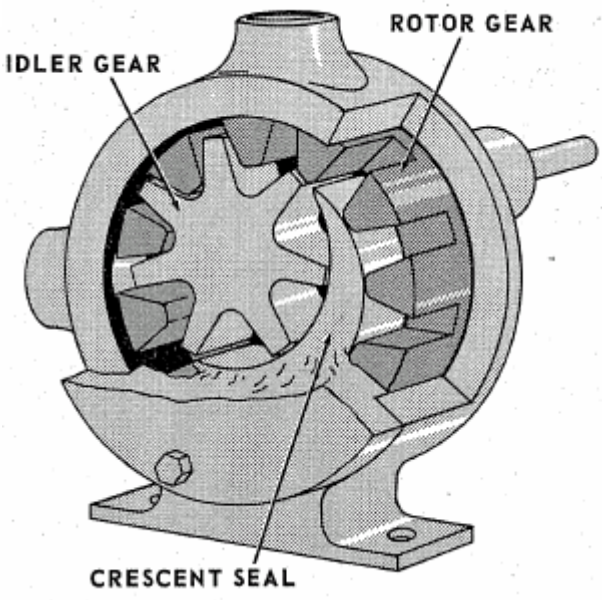
این نوع ازپمپ ها نیزجز پمپ های دوارجابجائی مثبت طبقه بندی می شوند که به دلیل کم بودن فاصله بین چرخ دنده ها وبدنه حرکت مایع درداخل پمپ ازطرف ورودی که حجم داخل محفظه پمپ زیاد به سمت خروجی که حجم محفظه کمتری دارد رانده می شود.درموقعی که چرخ دنده هاازمقابل ورودی عبورمی کنند مقداری مایع بین دنده هامحبوس می شودودرجهت چرخش دنده ها درجهت عکس همدیگر بطرف خروجی رانده می شود.چون کلرنس بین چرخ دنده ها ومحفظه پمپ بسیارکم است مایع اجبارابطرف خروجی پمپ هدایت می شوددرهردورگردش چرخ دنده مقدارمعینی مایع جابجا می شودوجریان یکنواختی رابوجودمی اورد دراین نوع پمپ ها معمولا دوعددرتوردرمحفظه پمپ قرارمی گیرد و یه دوصورت مونتاژوساخته می شوند:

۱-اگر چرخ دنده ها بصورت داخلی وخارج ازمرکزی درداخل یکدیگر بچرخند (محورهای تقارن انها نزدیک به هم باشند) به انها پمپ های داخلی گفته می شود

۲-اگرچرخ دنده های روی دورتوربصورت خارجی درکنارهم قرار گیرند به انها پمپ خارجی گفته می شود(محورهای تقارن انهاباهم فاصله داشته باشد)



External-gear rotary pump.



این پمپ ها درصنعت معمولادرسایزهای کوچک وبزرگ ساخته می شوندو بیشتراستفاده انها برای پمپاژ روغن درسیستم های روغنکاری یاتاقان ها و....است .

درپمپ های باسایز کم سیستم انتقال قدرت فقط به یکی ازمحورها متصل می شودومثل پمپ های قبلی نیازی به چرخ دنده های محرک ندارندوحرکت محوردیگرازطریق همان محور انجام می شودولی درپمپ های باسایزبالاحتما بایدازچرخ دنده های محرک استفاده شود.

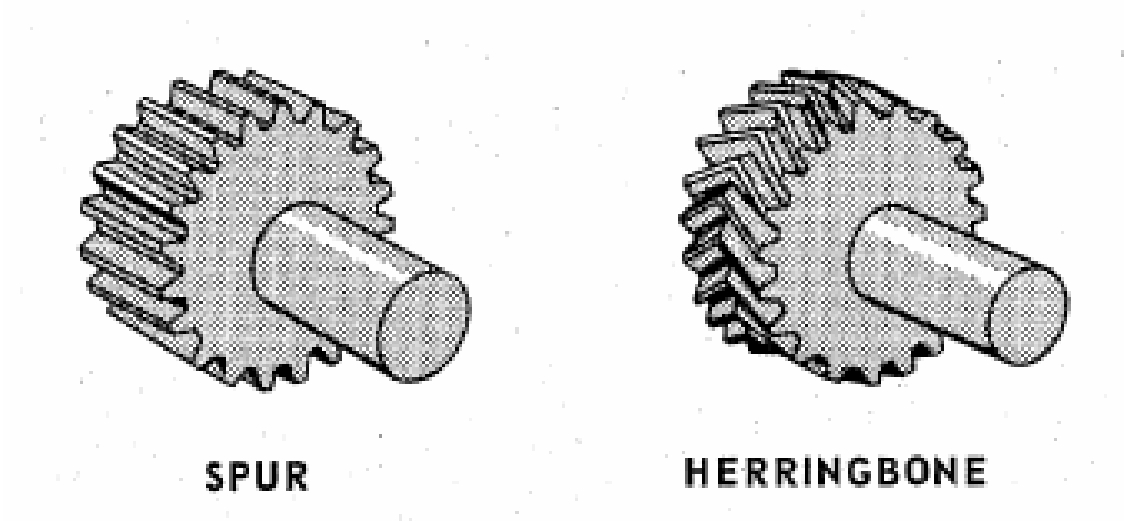
انواع چرخ دنده های مورداستفاده دراین نوع پمپ ها شامل:

۱-چرخ دنده های ساده

۲-چرخ دنده های جناقی

۳-چرخ دنده مارپیچی

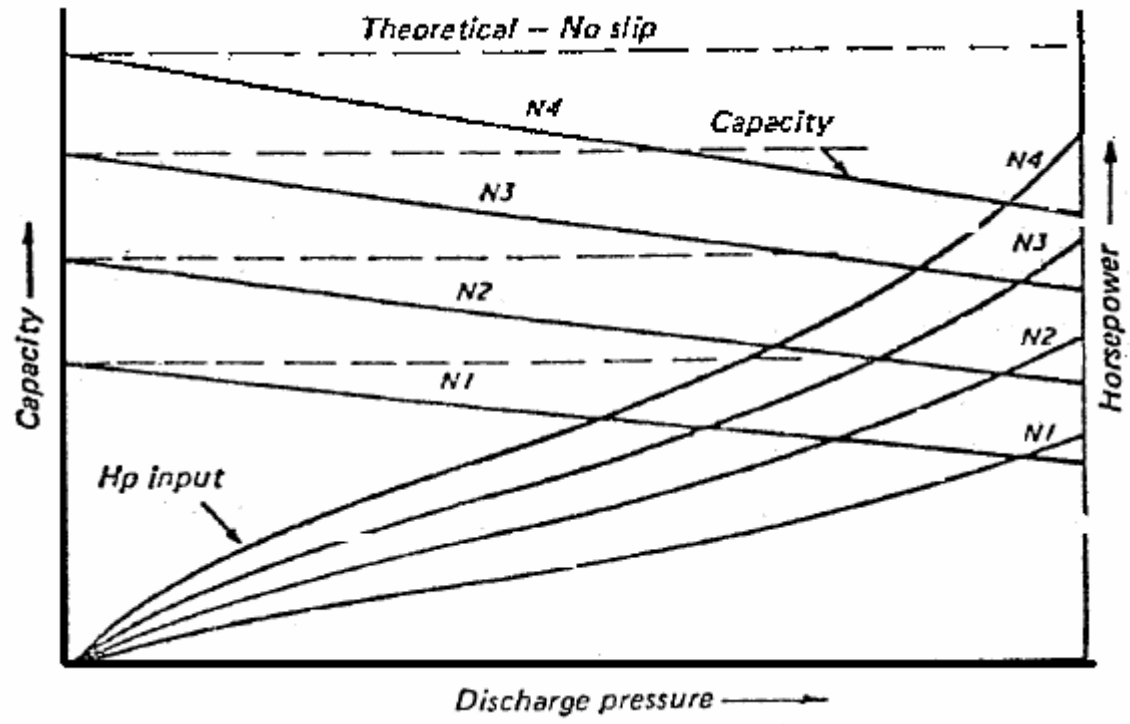
٤-چرخ دنده های مخصوص است



به دلیل پایین بودن کلرنس های داخلی(فاصله بین قطعات ثابت ومتحرک)این نوع پمپ ها نیازان چنانی به هواگیری ندارند ولی فقط بایدیک مقدارجزئی مایع درداخل پمپ وجودداشته باشد تاازتماس فلزبافلز جلوگیری شود ولی درپمپ های باسایز های بالاتر به دلیل بیشتر بودن کلرنس ها وزمان نسبتا طولانی که برای هواگیری لازم است برای بالابردن طول عمرقطعات توصیه اکید برهواگیری است..کاربرد این پمپ ها مواردی است که سیال پمپ شونده کاملا پاک وتمیز وعاری ازذرات خارجی باشد وخاصیت روغنکاری ان نیز بسیاربالا باشد.

منحنی مشخصه پمپ های دوار

همینطورکه مشاهده می شود بابالارفتن فشارخروجی میزان نشتی های داخلی افزایش پیدامی کندوبرای رسیدن به مقدارفلوی مطلوب نیازبه دورو توان بالاتری است.



اب بندهای مورد استفاده پمپ های دوار نیزمشابه سیستم اب بندی پمپ های گریزازمرکز شامل پکینگ ها ومکانیکال سیل هاست که درفصل های اتی توضیحات ان ارائه شده است .

مراحل راه اندازی پمپ های روتاری

۱-بازرسی واطمینان ازوجودروغن ودرست بودن سطح روغن داخل هوزینگ برینگ.

۲-گرم کردن تدریجی پمپ درصورتی که دمای مایع پمپ شونده بالاباشد .

۳-اماده نمودن گرداننده.

٤-بازنمودن ولووروودی.

۵-بازنمودن ولومسیرکنارگذربرای Circulation مایع وبرگرداندن مایع داخل پمپ.

۶-بستن ولومسیرخروجی.

۷-راه اندازی گرداننده.

۸-تنظیم مسیرکنارگذرجهت ایجادفشارموردنیاز.

۹-بازکردن تدریجی ولومسیرخروجی وبستن تدریجی ولومسیرکنارگذرتواما.

مراحل ازسرویس خارج کردن پمپ های روتاری

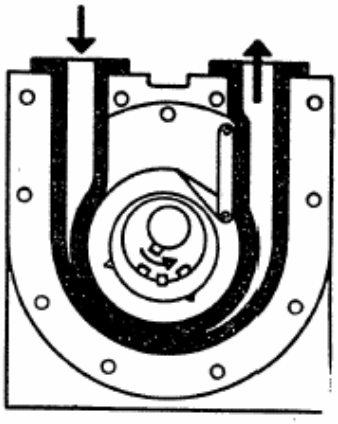
۱- بازکردن ولومسیرکنارگذرو بستن تدریجی ولومسیرخروجی هم زمان بطورکامل

۲-ازسرویس خارج نمودن گرداننده

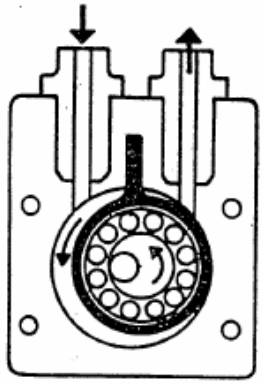
۳-اماده نگه داشتن پمپ یاتخلیه جهت تحویل به تعمیرات

این نوع پمپ ها به دلیل کلرنس های داخلی کمی که دارندقادربه کاردردرجه حرارت های بالانیستند.

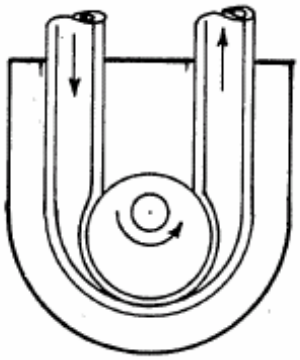
درشکل های زیرانواع متعدددیگری ازپمپ های دوارنشان داده شده است که به دلیل عـدم کـاربردعمومی ازبحث راجع به انها خودداری می شود.

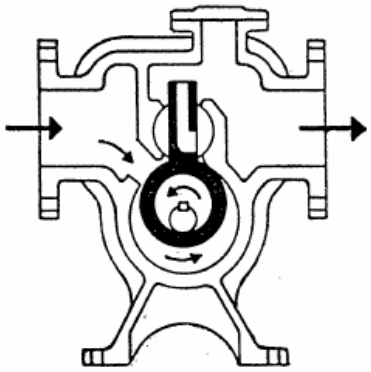


Flexible-tube pump.

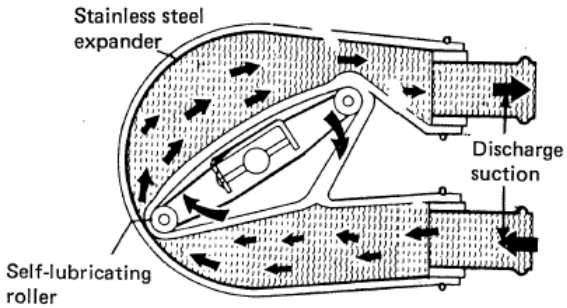


eccentric flexible chamber.

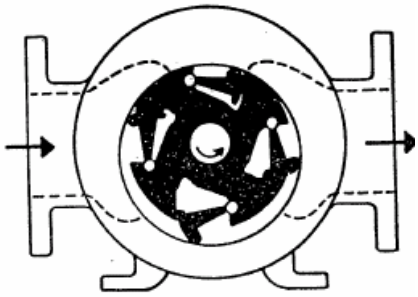




Cam-and-piston rotary pump.



Peristaltic pump designed for handling slurries



Swinging-vane pump.

پمپ های جنبشیDynamic Pump

اساس کارپمپ های جنبشی بر افزودن انرژی جنبشی به مایعات است که این انرژی درغالب سرعت یاحرکت دادن به مایع ازطریق پروانه پمپ انجام می شودکه مقداری از انرژی جنبشی اعمال شده توسط پمپ درمجرای خروجی پمپ براساس ساختمان ان به انرژی فشاری وبقیه درغالب انرژی جنبشی ازپمپ خارج می شود.

باوجوداین که پمپ های جنبشی خیلی دیرترازتلمبه های جابجائی مثبت ساخته شده اندولی به دلیل توسعه سریع موتورهای الکتریکی توسعه انهانسبت به انواع دیگرپمپ هابسیارسریع اتفاق افتاده است زیراساختمان انها ساده است وحرکت انهااز نوع دورانی می باشندکه دربسیاری ازموارد به دلیل قابل استفاده بودن انهابرای شرایط عملیاتی مختلف جانشین پمپ های جابجائی مثبت شده اند.

لازم به توضیح است که مکانیزم حرکتی پمپ های جنبشی وپمپ های دواردقیقامشابه یکدیگراست(حرکت دورانی)ولی ازلحاظ اصول کاربا هم تفاوت دارندکه یکی ازعمده تفاوت های انها بیشتربودن کلرنس های داخلی پمپ های جنبشی نسبت به نوع دواراست.

مزایای پمپ های جنبشی

۱-برای رنج وسیعی از مایعات (سبک ، سنگین ، ویسکوز ، خورنده و ...) فشارها و فلوهای مختلف کارآیی دارند .

۲-این پمپها می توانند برای مدت زمان کوتاهی در حالی که مسیر خروجی آنها بسته است بدون ایجاد خطر کار کنند .

۳--جریان خروجی آنها کاملاً خطی و یکنواخت است و نیاز به تجهیزات اضافی برای گرفتن امواج و یکنواخت کردن جریان خروجی آنها نیست .

٤-در داخل این پمپ ها قطعاتی که روی هم سائیده یا لغزیده شوند وجود ندارد و لذا سائیدگی های داخلی آنها خیلی کم و طول عمر آنها زیاد است (بالا بودن کلرنس ها یالقی های داخلی) .

۵-نسبت به پمپ های دیگر دارای قطعات کمتری هستند (مثل شیرهای درونی ، مکانیزم تبدیل حرکت دورانی به رفت و برگشتی ، شیر اطمینان ، تجهیزات جهت یکنواخت کردن جریان ، فلایویل و ...) .

۶-یاتاقانها در خارج پمپ قرار دارند و به راحتی می توان آنها را تعمیر یا تعویض نمود . بالاخص در جاهایی که آلوده شدن ماده روان کننده با مایع داخل پمپ ایجاد اشکال نماید این مزیت خیلی خوبی است).

۷-با توجه به اینکه سرعت پمپ های گریز از مرکز زیاد است نسبت به دیگر پمپ ها برای شرایط یکسان دارای حجم کمتری می باشند و مستقیماً به محور ماشین محرک متصل می شوند.

۸-خود روان کنندگی قسمتهای داخلی پمپ بوسیله مایع پمپ شونده انجام می شود .

۹-فلوی آنها را براحتی می توان تغییر داد و حتی به صفر رساند(درکوتاه مدت) .

معایب پمپ های جنبشی

۱-راندمان کم درفشارهای بالا.

۲-نیازبه هواگیری قبل ازراه اندازی.

۳-نفوذهواباعث عدم کارائی پمپ می شود.

انواع پمپ های جنبشیDynamic Pump

این نوع پمپ ها درسه دسته کلی زیر طبقه بندی می شوند:

۱-پمپ های جریان شعاعی یا گریزازمرکزیCentrifugal Pump

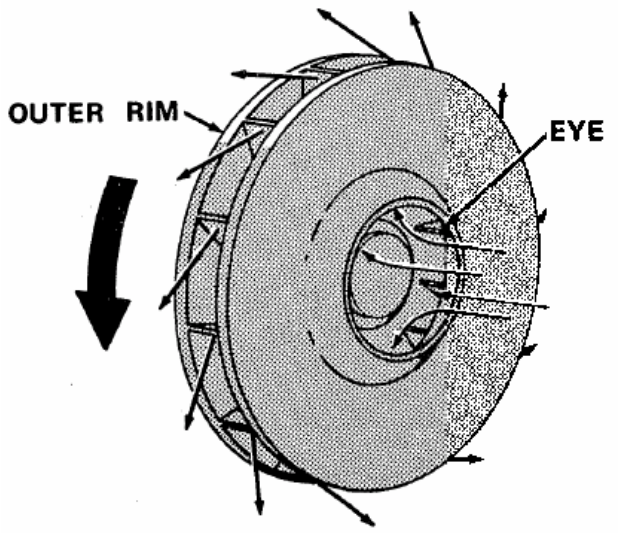
۲-پمپ های جریان مختلطMixed Flow

۳-پمپ های جریان محوریAxial Flow

٤-پمپ های جریان محیطیPeripheral Pump

اساس کارپمپ های گریز از مرکزCentrifugal Pump

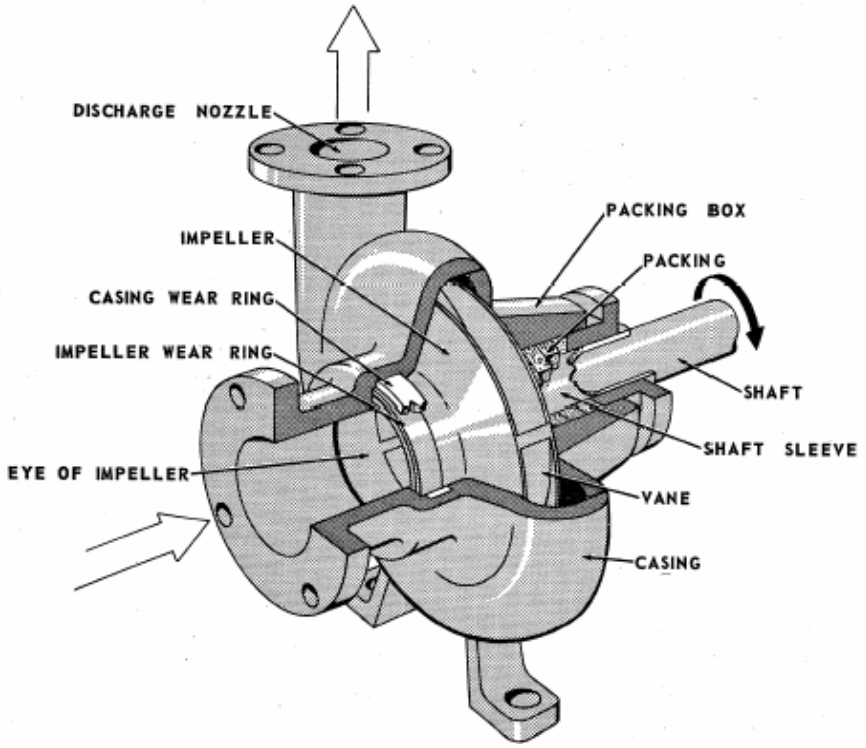
درپمپ های گریزازمرکزبرخلاف پمپ های جابجائی مثبت که بامکیدن مایع دراثر کاهش فشار داخل سیلندریامحفظه پمپ(به دلیل افزایش حجم محفظه)عمل پمپاژ و جابجا کردن مایع راانجام می دهند ازطریق بیرون راندن مایع بااستفاده از نیروی گریزازمرکزعملیات پمپاژمایع انجام می شود. این نوع پمپ ها در ساده ترین نوع خود دارای یک پروانه Impeller هستند که در یک محفظه حلزونی شکل Volute Casing به کمک یک ماشین محرک(توربین یاالکتروموتور) می چرخند.



سیال درجهت محور وازطریق نازل ورودی پمپ وارد چشمه پروانه Impeller Eye شده و بوسیله حرکت دورانی پروانه سرعت زیادی پیدا می کند در امتداد شعاع به حاشیه نوک پره ها می رسد و به کمک نیروی گریز از مرکز با سرعت مماسی زیادی از لبه پره ها جدا می شودووارد محفظه(ولوت) می شودبه علت خلا

حاصل ازپرتاب شدن سیال ازنوک پروانه ذرات قبلی جای ذرات خارج شده رامی گیرند وباتکراراین عمل یک جریان یکنواختی به پمپ وارد وپس ازدریافت انرژی از ان خارج می شود. فاصله بین چشمه پروانه وبدنه پمپ به وسیله رینگ های فرسایشی که یکی ازانها روی پروانه ودیگری روی بدنه نصب شده است وبافاصله بسیارکمی نسبت به هم قرارگرفته اند اب بندی می شودوازبرگشت جریان مایع فشاربالا به قسمت چشمه پروانه ممانعت می شود.

ظرفیت یافلوی این نوع پمپ ها به مقدارفشاریا هدHeadانها بستگی داردودرنتیجه کارایی آنها مثل پمپ های جابجائی مثبت که درهرکورس مقدارمشخصی مایع را جابجا می کنند از روی اصول اولیه قابل پیش بینی نیست



.

علت نیازبه هواگیری پمپ های گریزازمرکز

سوالی که غالبا مطرح است این است که چرا بعضی از پمپ ها نیاز به هواگیری کامل دارندوبعضی ازانها نیازی به هواگیری ندارند و حتی مسیرهای تخلیه هواروی انها تعبیه نشده است(البته برای روغنکاری قطعات داخلی وجلوگیری ازسایش بایدحتمامقداری مایع درپمپ وجودداشته باشد) ولی پمپ های گریزازمرکز حتما قبل ازراه اندازی باید هواگیری شوند.

جواب این سوال راازاصول کاراین پمپ ها می توان استنتاج کرد.همانطورکه قبلا نیزتوضیح داده شد مایع ازطریق چشمه پروانه وارد پروانه می شودوازانجا روی Vaneها حرکت می کند ودراثرنیروی گریزازمرکز

ناشی ازحرکت دورانی محور لبه Vaneپروانه راترک می کندووارد بدنه یاCasingمی شود. درصورتی که هوا (یابخارات)واردپمپ شود به علت سبک بودن ان(کم بودن جرم حجمی)پروانه پمپ قادربه پرتاب کردن ان بطرف بیرون نیست زیرا نیروی گریزازمرکز نسبت مستقیم با جرم(سبک وسنگینی)و توان دوم سرعت دارد وچون سرعت پمپ ثابت است با کم شدن جرم(هوا بجای اب)نیروی گریزازمرکزاعمال شده توسط پروانه روی هوا کمتراز مایع می شود ونتیجتا هوا یابخارات قادربه خارج شدن از پروانه نمی باشدوباعث می شودروی لبه Vaneپروانه حبس شوند ویک حالت قفل گازی درداخل پمپ بوجود اید به همین دلیل حتما باید قبل ازراه اندازی ازطریق مسیر های Ventای که درنقاط مورد نظر (نقاط فوقانی پمپ)تعبیه شده بایدهواگیری شود.

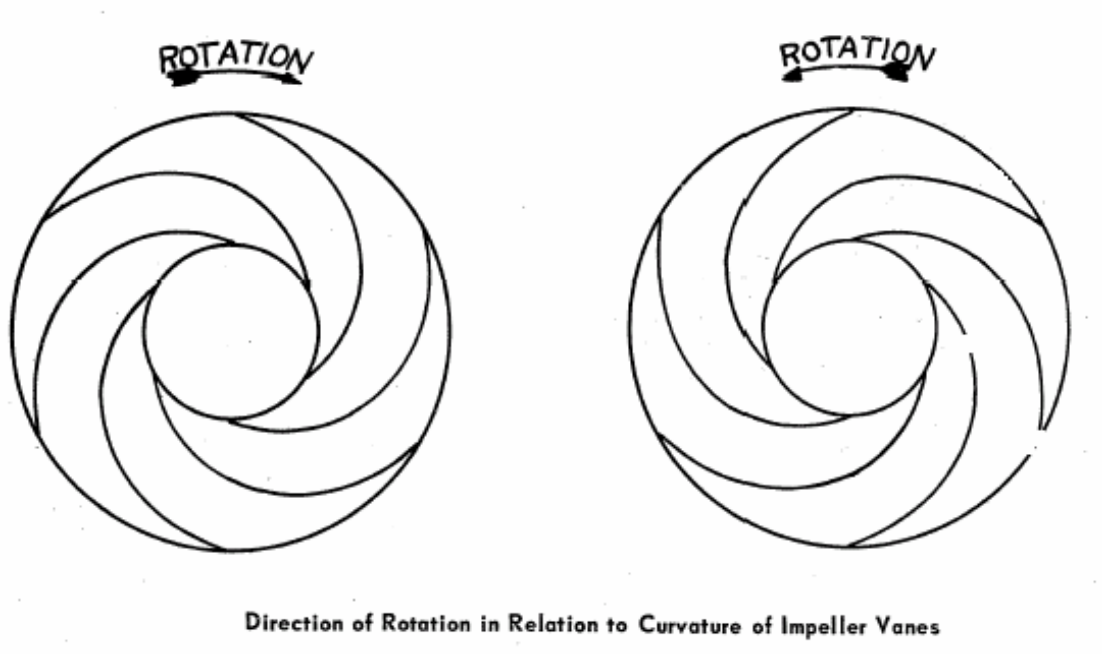
همچنین رینگ های فرسایشی وبوش های داخلی که لقی های بسیارکمی با محوردارند بوسیله مایع داخل پمپ روانکاری می شوند(یک لایه نازک مایع بین انهاقرارمی گیرد)که درصورت هواگیری نشدن پمپ باعث سایش سریع انها می شودواز ان مهم تراین که عدم هواگیری می تواندباعث عدم روانکاری سطوح اب بندی وخشک کارکردن انها وتبخیر مایع بین سطوح ونهایتا نشتی مکانیکال سیل ها شود که توصیه اکید براین است که عملیات هواگیری بخصوص برای پمپ های چندمرحله ای بزرگ که تعدادی پروانه با کلرنس های داخلی کم دارندو سیا ل براحتی نمی تواند ازبین انها عبورکند(بخصوص پمپ هائی که مایعات ویسکوز یا سنگین پمپ می کنند)باید به ارامی ودادن زمان مناسب انجام شود.درصورتی که عملیات هواگیری وپرکردن پمپ ازمایع سریع انجام شود امکان حبس شدن وباقی ماندن هوادرنقاطی ازپمپ بخصوص در محفظه استافین باکس(محل قرارگیری مکانیکال سیل ها)وجوددارد که باعث نشتی مکانیکال سیل خواهدشد.

برای هواگیری پمپ های حساس چندمرحله ای که قبل ازراه اندازی نیز باید به ارامی گرم شوند بهتر است ورود مایع ازطریق مسیر Warm Up Lineباشدوبرای هواگیری منحفظه اب بندی ازمسیر Flushing Oilاستفاده شود دراین حالت ولوهای ورودی وخروجی پمپ درحالت بسته هستند وفقط مسیرهای تخلیه هوا Vent ومسیر Warm Up Lineباز است وپس از هواگیری کامل ولوورودی پمپ باز می شود وعملیات گرم کردن تدریجی پمپ اغاز شود.

تعیین جهت گردش پمپ

معکوس شدن جهت چرخش پروانه دراثراغتشاشات مایع که درزیرپره ها بوجودمی اید باعث کاهش فلووکم شدن بازدهی پمپ می شود وهمچنین بازشدن مهره پروانه هامی شودوچون درموتورهای سه فازباجابجا بسته شدن سیم های فازجهت دور موتور تغییرمی کندقبل ازکوپله کردن پمپ جهت دورالکتروموتوربایدچک شودتاپروانه درجهت صحیح بچرخد .معمولا جهت گردش پمپ های گریزازمرکزدرجهت عکس خمیدگی Vaneهای پروانه است ولی کسانی که اصول کارتلمبه های گریزازمرکزرامی دانندازروی شکل ظاهری پمپ می توانندجهت صحیح گردش راتشخیص دهند(جهت

دوردرجهت پیچ حلزون است)ولی بااین حال برای جلوگیری ازهرگونه اشتباهی جهت گردش روی بدنه پمپ و به توسط پیکانی مشخص می شود.



Direction of Rotation in Relation to Curvature of Impeller Vanes

طبقه بندی پمپ های جنبشی

پمپ های گریزازمرکزازابعادمختلف به دسته بندی های متعددی طبقه بندی می شوند.

که ذیلا به انها اشاره می شود:

۱-ازلحاظ قرارگیری پروانه روی محور:

الف- محور یک طرفه Over Hung

ب- محور دوطرفهBetween Bearing

۲-ازلحاظ تبدیل انرژی جنبشی به انرژی فشاری

الف- پمپ های حلزونی

ب- پمپ های توربینی یا افشان

ج-پمپ های مختلط

۳-ازلحاظ جهت نسبی جریان خروجی از پروانه

الف- پمپ های جریان شعاعی

ب- پمپ های جریان مختلط

ج- پمپ های جریان محوری

٤-ازلحاظ ورودمایع به پروانه

الف- پروانه یک طرفه

ب- پروانه دوطرفه

٥-ازلحاظ ساختمان مکانیکی پروانه

الف- پروانه باز

الف- پروانه نیمه باز

ج- پروانه بسته

٦-ازلحاظ تعدادطبقات پمپ

الف- یک مرحله ای

ب- چندمرحله ای

٧-ازلحاظ ساختمان بدنه

الف- بدنه افقی

ب- بدنه قائم

٨-ازلحاظ قرارگرفتن پمپ روی پایه ها

الف-Foot Mount

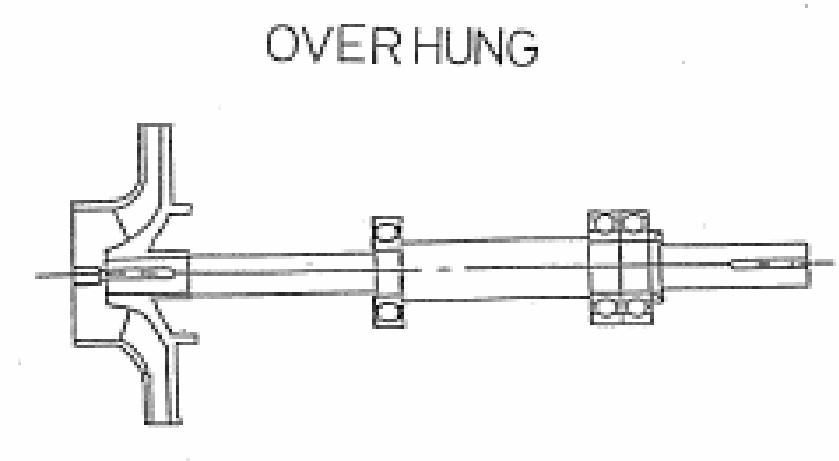
ب-Center Mount

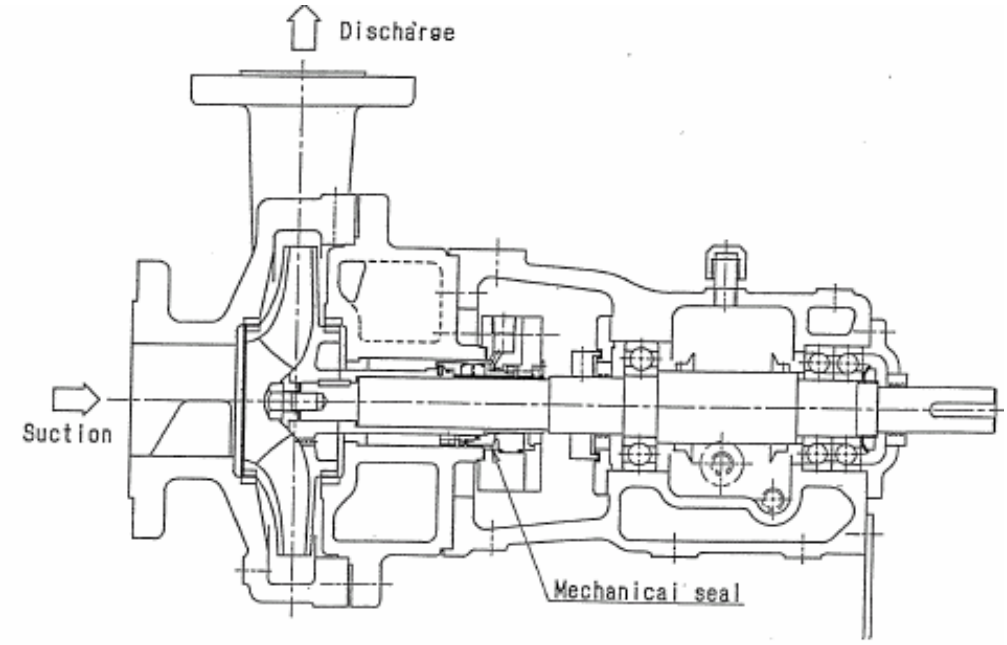
که ذیلا به شرح هرکدام ازانهاپرداخته می شود.

پمپ بامحور یک طرفه -مکش انتهائی Over Hung-End Suction

اگر یاتاقانهای نگه دارنده محور پروانه فقط در یک طرف باشند و محور تلمبه به طرف دیگر مرکز پروانه امتداد نداشته باشد چنین پمپ هائی را یک طرفه می گویند. این پمپ ها معمولا در تاسیساتی استفاده می شوند که به فشاروفلوی کم یا متوسطی نیاز داشته باشند.

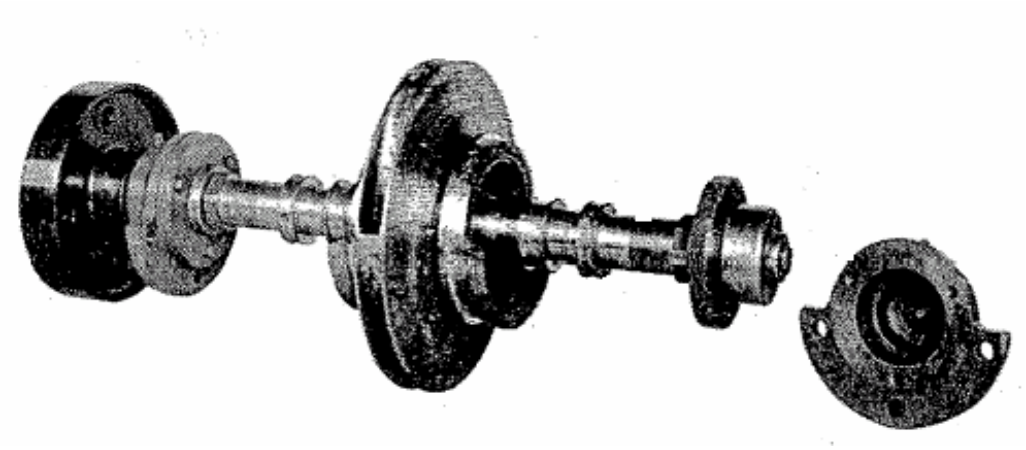
یکی ازمزایای مهم این نوع پمپها نیاز به یک جعبه اب بندی ویک عددمکانیکال سیل است که ازلحاظ اقتصادی بسیارحائزاهمیت است.همچنین به دلیل ازادبودن طرفی ازمحور که پروانه روی ان نصب شده ازلحاظ رشدحرارتی طولی ایده ال اند وبرخلاف پمپ های دیگررشد حرارتی باعث خم شدن محورواعمال نیروهای اضافی روی یاتاقان ها و.....نمی شوند. بیشتر سرویسهای مربوط به پمپ یا پمپ های ارزان افقی با مکش انتهائیEnd Suction انجام می گیرد.



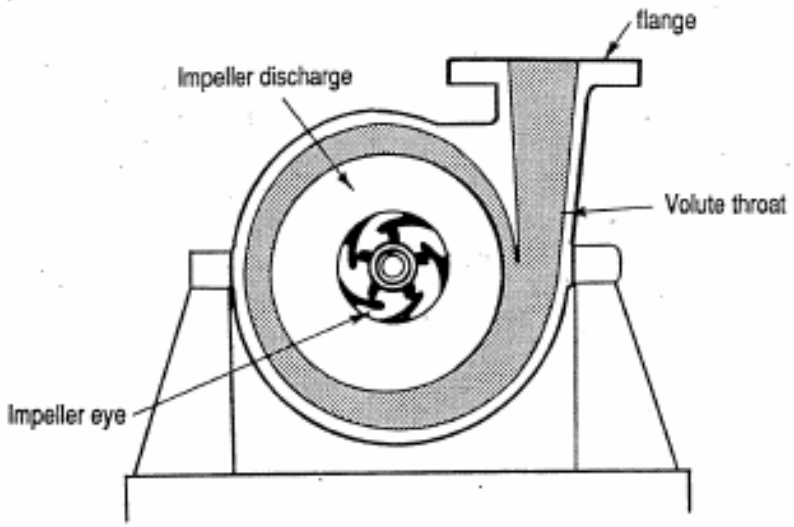


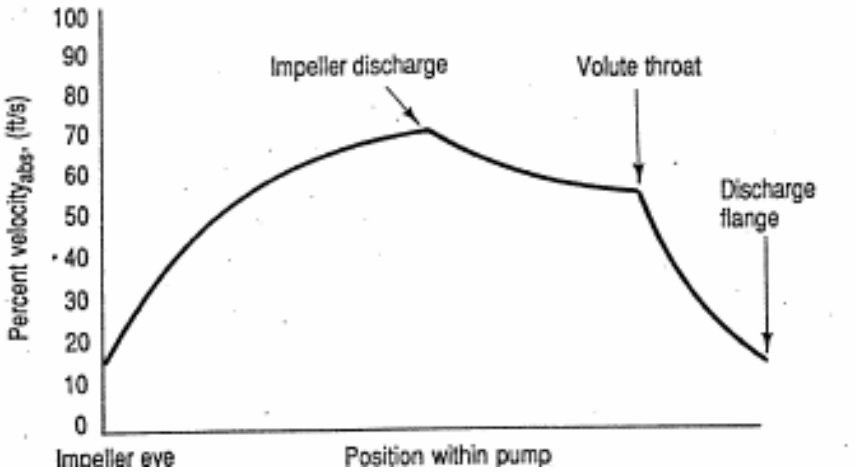
پمپ بامحوردوطرفه**Between Bearing**

برخلاف پمپ نوع قبلی که پروانه دریک طرف محورقرارمی گیرددراین نوع پمپ ها پروانه دروسط محورواقع می شود ویاتاقان ها دردوطرف پروانه قرارمی گیرند.این نوع طراحی معمولادر پمپ ها بزرگ وچندمرحله ای که نیازبه استفاده از چندین پروانه روی محوراست استفاده می شود دراین نوع تلمبه ها اگریاتلقان های تراست به سمت بیرون پمپ باشد رشد طولی محوربه طرف کاپلینگ واقع می شود.درتلمبه هائی که درشرایط درجه حرارت بالا کارمی کنند باید درحین تنظیم فاصله کاپلینگ رشد حرارتی نیز درنظرقرارگیرد . دربعضی ازطراحی ها یاتاقان های تراست را سمت کا پلینگ طراحی می کنند که باعث می شود رشد حرارتی محوردر جهت طولی بطرف خارج پمپ که ازادتر است منتقل شود.دراین نوع طراحی برای اب بندی ازدوعددمکانیکال سیل استفاده می شود.



همانطورکه قبلا نیزتوضیح داده شد پروانه پمپ های گریزازمرکزبه سیال پمپ شونده انرژی جنبشی می دهدوباعث بالا بردن سرعت ان می شودولی باعنایت به این که کلیه افت فشارهای سیال باتوان دوم سرعت تناسب مستقیم داردوهدف استفاده ازپمپ نیز بالابردن فشارمایع است سعی بران است که تاحدامکان سرعت سیال کم شود تاباعث افزایش فشاروهمچنین کاهش افت فشار شود.





مراحل تبدیل انرژی جنبشی به انرژی فشاری هم درداخل ولوت وهم درنازل خروجی پمپ هاانجام می شودکه توسط طراح پمپ وبسته به نوع عملیاتی که پمپ بایدانجام دهدسطح مقاطع وابعاد وپروفیل سطح مقطع ساخته می شود.

براساس نوع مکانیزم تبدیل انرژی جنبشی به انرژی فشاری که درپوسته انجام پمپ انجام می شود پمپ های گریزازمرکز به دودسته زیرطبقه بندی می شوند:

۱-پمپ های نوع حلزونیVolute Casing Pump .

۲-پمپ های نوع افشاننده Diffuser Pump.

۳-پمپ های نوع مختلط که ترکیبی ازدوحالت قبلی است.

پمپ های حلزونیVolute Casing Pump

این نوع پمپ ها دارای یک محفظه حلزونی مارپیچی شکلند که پروانه سیال را با سرعت زیادی درآن تخلیه می کند وسطح مقطع ان طوری طراحی شده است که هرچه به سمت خروجی نزدیکتر می شود رفته رفته بزگتر و بزرگتر میشود . این محفظه طوری طراحی می شود که جریانی با سرعت مساوی دراطراف ان ایجاد شود و بتدریج سرعت مایع درولوت و شیپور خروجی Discharge Nozzle کم شود. بنابراین با افزایش سطح مقطع شیپوره وولوت سرعت کاهش پیدامی کندو انرژی جنبشی به انرژی فشاری تبدیل می شود. علاوه بر این شکل، اندازه و سرعت دوران پروانه نیز در راندمان تلمبه تاثیر زیادی دارد.

سطح مقطع ولوت از یک مقدار حداقل (در نقطه، شروع) تا مقدار حداکثر (در نقطه که 360 درجه پروانه را دور میزند) مرتباً افزایش می یابد و در نهایت به مجرای خروجی پمپDischarge Nozzle منتهی میگردد.

وظایف عمده پوسته حلزونی :

۱-جمع آوری مایع از محیط اطراف پروانه و انتقال آن به نازل خروجی پمپ با سرعت ثابت .

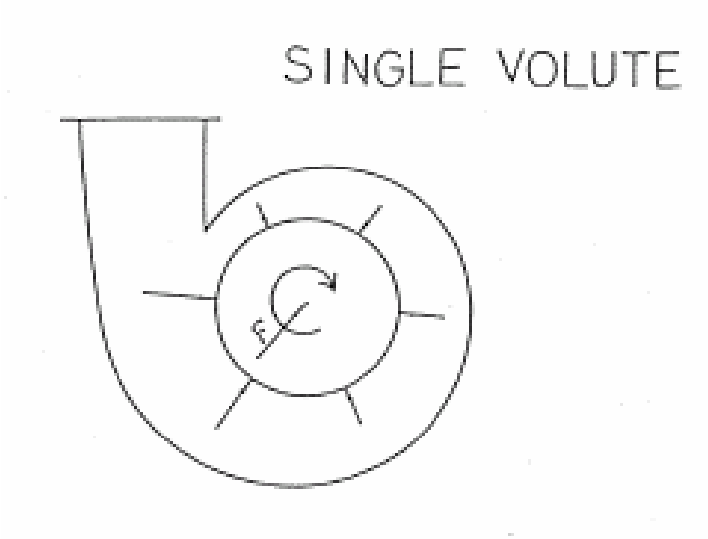
۲-کاهش هد (انرژی) تلف شده ناشی از تغییرات سرعت

۳-افزایش راندمان پمپ

نیروهای شعاعی روی پروانه Radial Thrust

در پمپ هایی که بدنه شان دارای مجرای حلزونی استSingle Volute Pumps به دلیل متفاوت بودن سطح مقطع ولوت دراطراف پروانه باعث می شودسرعت سیال وهمچنین فشاردراطراف پروانه ومحفظه حلزونی درشعاع های مختلف متفاوت باشد .این تفاوت فشار درشعاع های روبروی هم(زاویه ۱۸۰درجه ای)باعث ایجادنیروهای نامتعادل(فشارضرب درسطح) دراطراف پروانه وانتقال انها روی پروانه ومحور می شودکه بایدتوسط یاتاقان های شعاعی پمپ خنثی شود.

درپمپ های بزرگ که بافشارهاوظرفیت های بالاکارمی کنندواین عدم توازن شدیدتر می شودو نیروهای قابل ملاحظه ای روی محوراعمال می کندو باعث تغییرشکل محورمی شود که برای جبران ان نیازبه استفاده ازیاتاقان های سنگین تری است وبعلاوه این که تاثیر نامطلوب آن درغالب ارتعاشات زیادروی محور و یاتاقانهای پمپ منتقل می شودکه باعث کاهش طول عمربرینگ ها مکانیکال سیل ها و.....می گردد.



درپمپ های کوچک نیزتنها زمانی که پمپ در شرایط طراحی کار می کند فشارهای تقریباً یکنواختی به دور تا دور پروانه اعمال می شود ولی اگر پمپ در شرایط غیر طراحی (ظرفیت کمتر) کار کند ، فشار اطراف پروانه یکنواخت نبوده از این رو نیروهای عکس العمل شعاعی نیز یکسان نبوده و سبب ایجاد نیروهای غیر متوازن شعاعی روی پروانه می شود.

درپمپ های بزرگ وحساس وقتی خنثی کردن نیروهای عکس العمل شعاعی از طریق انتخاب شافت و یاتاقان سنگین تر امکان پذیر نباشد بدنه پمپ طوری طراحی می شودکه سطح مقطع نقاطی ازولوت که روبروی هم قراردارند(۱۸۰درجه) با هم مساوی باشندتانتیجتا سرعت و فشارسیال دراطراف پروانه درشعاع های مختلف روبروی هم مساوی شوندکه این نوع طراحی ته روش های مختلفی انجام می شودکه ذیلا به شرح ان و روش های خنثی این نیروهای مزاحم می پردازیم.

روش های خنثی کردن نیروهای شعاعی روی پروانه

۱-طراحی بدنه با دو مجرای حلزونی در خروجی Double Volute.

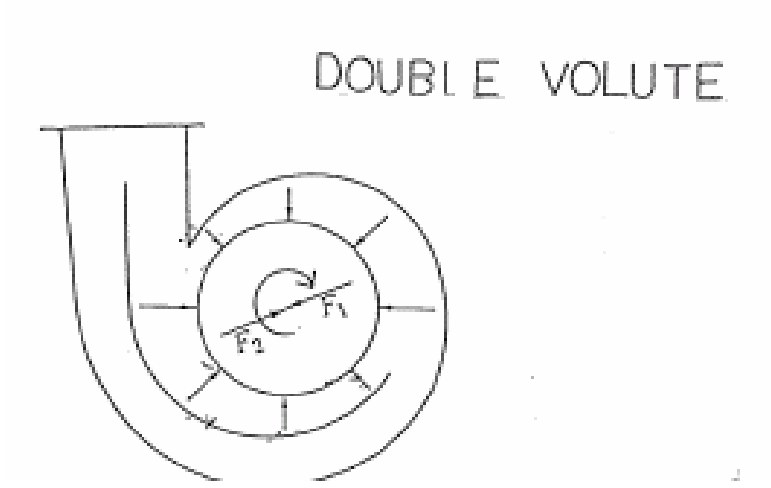
۲-استفاده از افشانده Diffuser.

۳-استفاده ازدومکانیزم فوق بطورهمزمان باهم.

که براین اساس پمپ هادرچندین طبق دسته بندی می شوند.

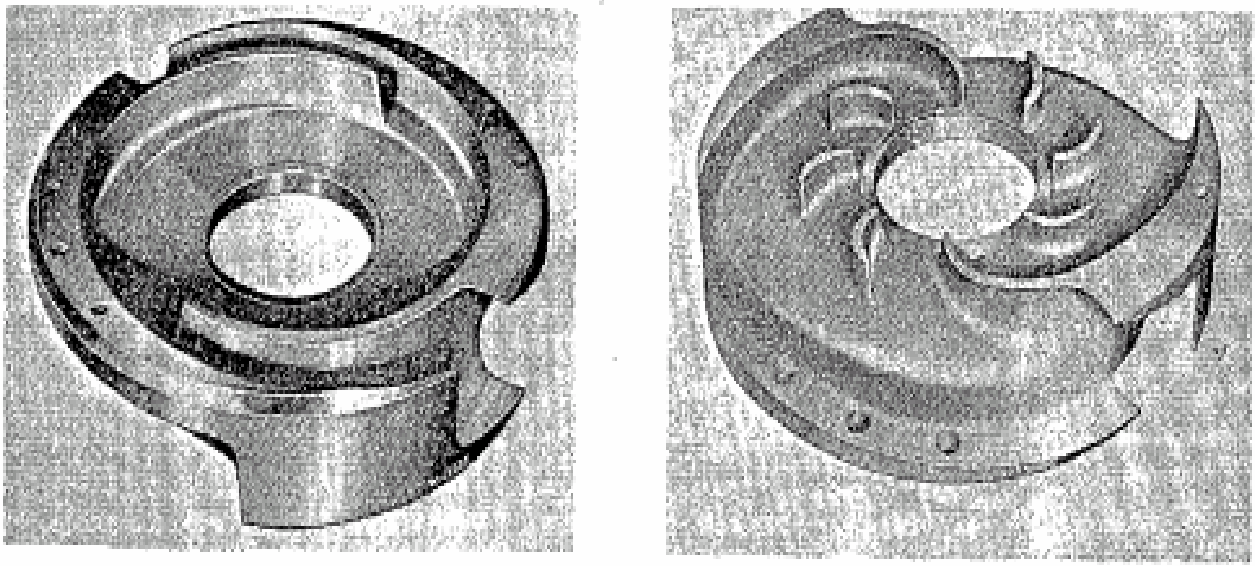
پمپهای با ولوت دوبلهDouble Volute Pump

به علت نیاز به کاربرد فرآیندی ، پمپ هایی که بتوانند با ظرفیتی کمتر از ظرفیت طراحی خود بدون مشکل کار کنند، ضرورت طرحی اقتصادی و موثر جهت جبران عدم توازن نیروهای شعاعی احساس می شد که این امر به طراحی و استفاده از بدنه هایی با دو مجرای حلزونی Double Voluteمنجر گردید. با بکار گرفتن این طرح نیروهای عکس العمل شعاعی نا برابر که بخصوص در ظرفیتهای کم به دلیل نامتعادل بودن نیروهای شعاعی روی پروانه بوجود می آیند با یکدیگر خنثی می شوند. اساس این طرح شامل دو ولوت است که باهم به اندازه 180 درجه اختلاف دارند که علاوه بر ایجاد توازن در نیروهای شعاعی ، جنبه های مثبت دیگری از جمله استحکام بخشیدن بیشتر به بدنه پمپ نیزمی شود. در پمپهای چند مرحله ای Double Volute ، انرژی جنبشی مایع خروجی از پروانه ابتدا باید به انرژی فشاری تبدیل شود و سپس به اندازه، 180 درجه تغییر جهت دهد تا به پروانه بعدی وارد شود. این برگشت دادن به مایع نیز توسط Volute صورت می گیرد.



در پمپهای چند مرحله ای ،به منظور موازنه وبالانس، نیروهای عکس العمل شعاعی روی محور، نقطه شروع ولوت را برای مراحل Stages مختلف با یکدیگر زاویه 180 درجه اختلاف می اندازند.

گاهی اوقات از این طرح در تلمبه های یک مرحله ای ، مخصوصاً تلمبه هائی که با ظرفیت زیاد و head بالا کارمی کنند و همچنین در تلمبه های چند مرحله ای به منظور تولید فشار Head بالا استفاده می شود.

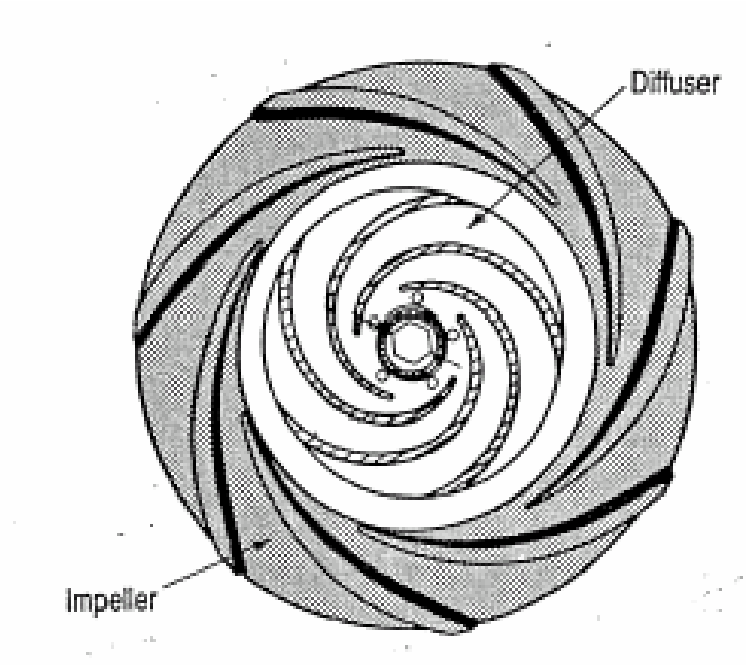


Double volute of a multistage pump: front view (left) and back view (right).

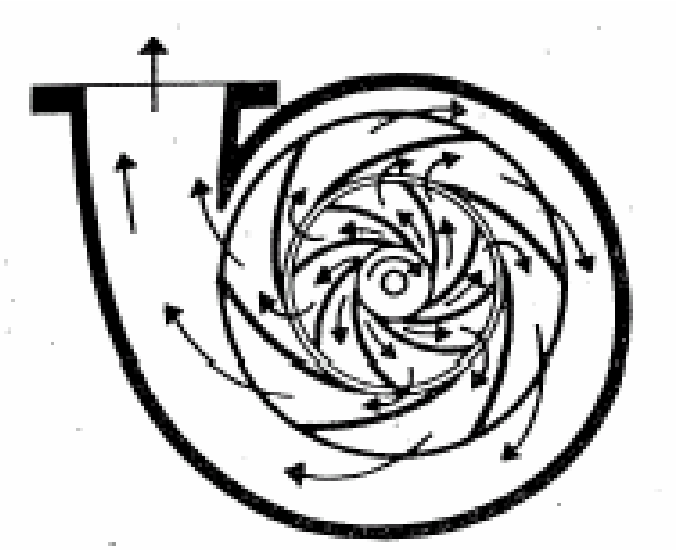
پمپ های افشاننده Diffuser Pump

در این پمپ ها پروانه بوسیله پره های ثابتی بنام پره های راهنما Diffuser احاطه می شود . پره های راهنما روی پوسته پمپ سوار می شوند و فاصله آنها هرچه از مرکز پمپ دورترمی شود از هم بازتر می شوند . سیال عبوری از پروانه به پره های راهنما وارد می شود و چون مقطع جریان بتدریج زیاد می شود سرعت مایع کاهش و فشاران افزایش پیدا می کند .البته زاویه پره های راهنما در ورود باید منطبق بر جهت سرعت مطلق سیال در خروج از پروانه باشد.

در این نوع پمپ ها تبدیل انرژی جنبشی به انرژی فشاری در موقع خروج از پروانه بیشتر از پمپ های حلزونی است بنابراین راندمان آن نیز کمی بیشترازپمپ های ولوتی است. دیفیوزراضافی و ساختمان پیچیده تر این نوع پمپ ها باعث افزایش هزینه های ساخت وزیاد شدن مسائل تعمیراتی می شودکه این باعث محدودیت کاربرد واستفاده ان بطورعموم شده است واز رواج آن جز برای فشارهای زیاد جلوگیری می کند. پره های افشان به ندرت در پمپ های جریان شعاعی یک مرحله ای استفاده می شود و بیشتر کاربرد آن در پمپ های چند مرحله ای فشار قوی(پمپ های اتش نشانی) و پمپ های توربینی قائم و یک مرحله ای ملخی با ارتفاع آبدهی پائین است .



درصفحه بعدیک نوع دیگرمکانیزم تبدیل انرژی که ترکیبی ازولوت ودیفیوزراست نشان داده شده است که عمل تبدیل انرژی هم دردیفیوزروهم درولوت انجام می شود



طبقه بندی پمپ های جنبشی براساس پروانه

بسته به نوع و لزجت مایع پمپ شونده پروانه های پمپ های جنبشی ازلحاظ ساختمان مکانیکی درسه دسته زیر طبقه بندی می شوند:

۱- پروانه تمام باز Open Impeller

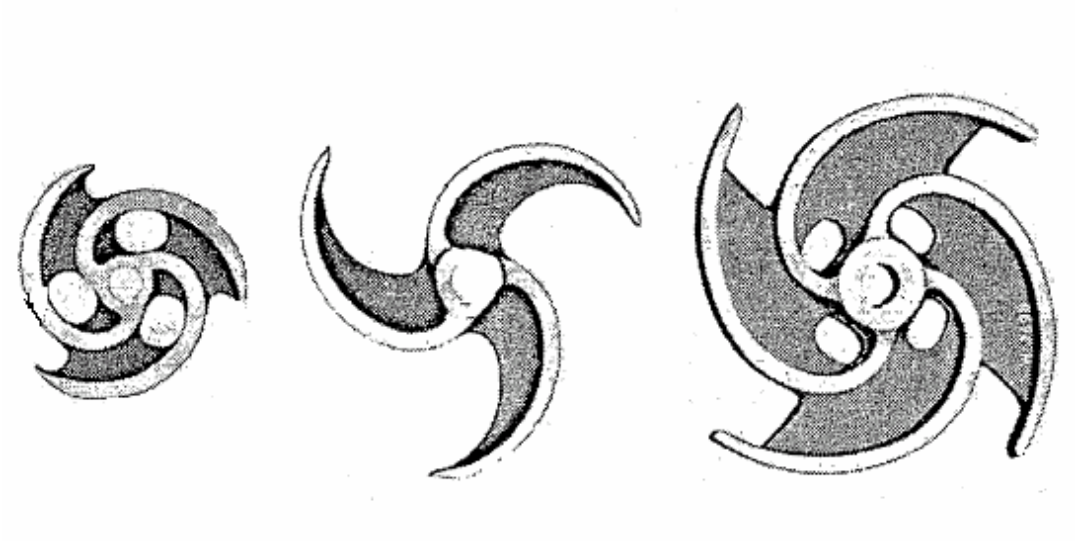
۲- پروانه نیمه باز Semiopen Impeller

۳- پروانه بسته Closed Impeller

البته هر یک از این نوع پروانه ها ممکن است فلزی ، غیرفلزی یا با پوشش ضد محلول های شیمیائی باشند .

پروانه باز Open Impeller

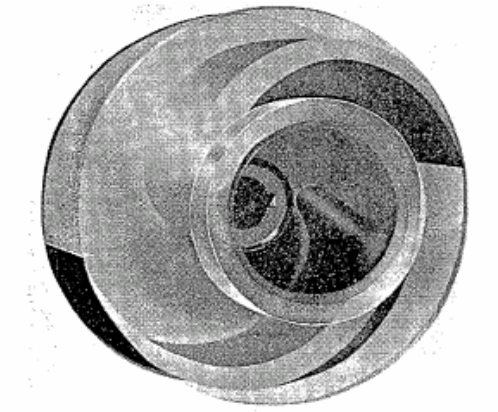
پروانه های تمام باز از تعدادی پره بدون داشتن صفحات جانبی یا نوارهای تقویتی تشکیل شده است که به توپی Hub مرکزی که روی محور قرار دارد متصل می شوند نقطه ضعف این نوع پروانه ها دراین است که از نظر مقاومت مکانیکی ضعیف اند . در مورد پروانه های تمام بازبا سایز های بالابکار بردن نوارهای تقویتی (متصل کننده ، نوک پره ها) الزامی است. پروانه های تمام باز عموماً در پمپهای کوچک و ارزان قیمت بکار می روند و خاصیت آنها در این است که برای پمپاژ مایعات دارای الیاف ریز و نسبتاً غلیظ و مایعات محتوی ذرات معلق جامد مناسبند(مثل لجن کش هاکه مخلوطی از شن ، ماسه و ... را پمپ می کند)



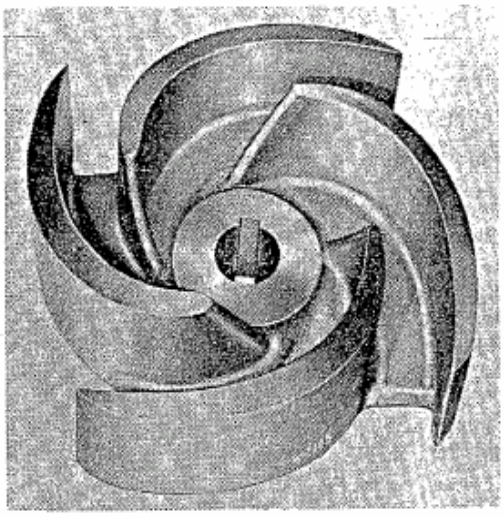
دراین نوع پروانه هااحتمال گیر کردن مواد و نا خالصی ها بین دو صفحه جانبی پروانه (مثل پروانه های بسته) ودیواره های ثابت بدنه پمپ که در مورد پروانه های بسته وجود دارد، از بین می رود. باید توجه داشت که پروانه های تمام باز در مقابل فرسایش وسایش بسیار حساسند از این رو خیلی زودتر از پروانه های بسته خراب می شوند. لقی بین پره های پروانه و دیواره های جانبی پمپ اجازه مقداری فرار به مایع می

دهد(نشتی داخلی) که فرارمایع با افزایش فرسایش بیشتر می شود ، به این ترتیب برای حفظ راندمان اولیه هم پروانه و هم دیواره های جانبی باید پس از مدتی تعویض شوند که این مستلزم صرف هزینه بیشتر در مقایسه با پروانه های بسته ای که دارای رینگهای فرسایشیWearing Ring و قابل تعویض در محل های فرار مایع هستند است.

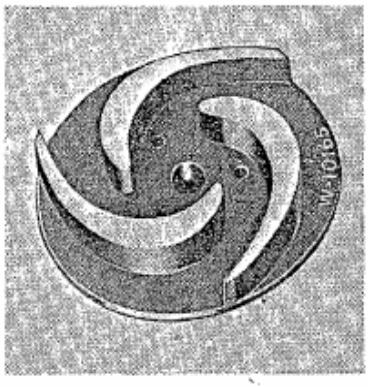
بعضی از تلمبه های کوچک این نوع دارای یک پروانه نیمه بسته هستند و برای تلمبه کردن مایعاتی که زیاد خورنده نیستند بکار میروند. پروانه این تلمبه ها دارای پره های کمVane و Clearance زیاد ند و از این جهت راندمان انها کم است ولی در بعضی شرایط استفاده از آنها برای جلوگیری از انسداد و توقف دستگاه ضروری و اجباریست.



Phantom view of radial-vane nonclogging impeller.



Open impeller with partial shroud.



Semiopen impeller.

درپمپ های یک طرف ازادOver Hungمعمولآ لوله مکش مستقیمآ وارد پروانه پمپ می شود. برای اینکه مسیر آزادی در مقابل جریان جامدات ایجاد شود چشمه پروانه و فواصل بین پره ها بزرگ و وسیع ساخته می شود. پروانه های ناگیرا معمولاً تک مکشی و از نوع یک طرفه هستند .

پمپ باپروانه نیمه باز Semi Open Impeller

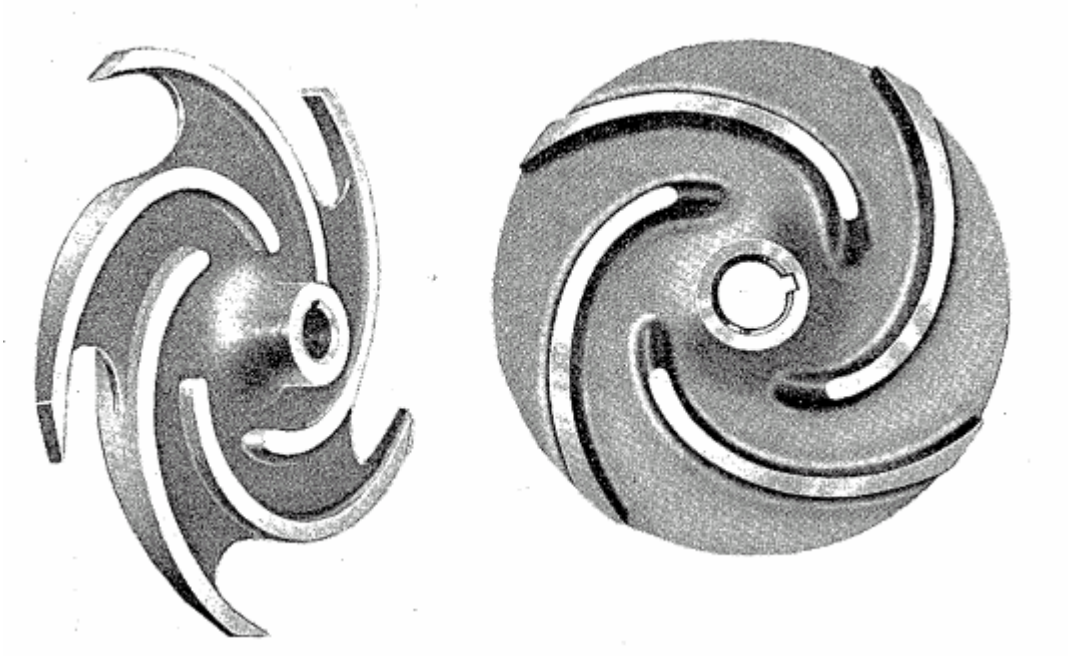
پروانه نیمه باز از یک صفحه که پره ها Vaneدر یک طرف آن قرار دارند تشکیل شده است ، طرف دیگر این صفحه صاف است و یا ممکن است پره های کوتاه خاصی نصب شده باشد که برای منظورهای زیر است:

۱-جلوگیری از گیر کردن اجرام و ناخالصی ها در پشت پروانه که سبب مزاحمت در کارکرد صحیح پمپ(جلوگیری ازجام شدن) می شود.

۲- جهت جلوگیری از وارد شدن ناخالصی به جعبه آببندی Stuffing Box .

۳- کاهش فشاردرپشت پروانه جهت بالانس شدن نیروهای محوری روی پروانه .

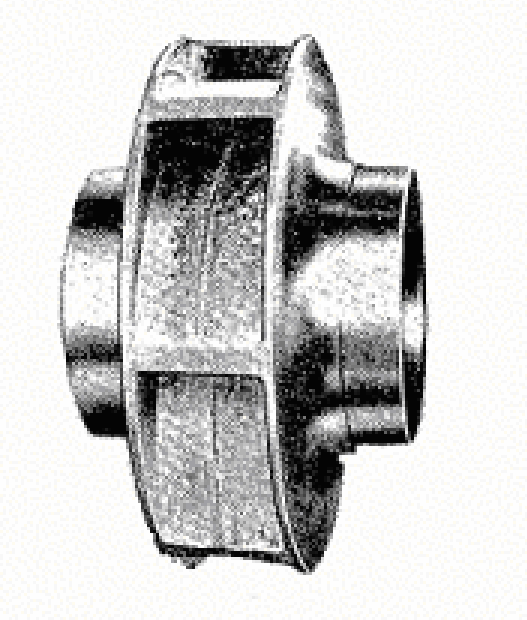
این نوع پمپ ها برای انتقال مواد لزج وغلیظ مانند فاضلاب ، آب آهک ، خمیر کاغذ و ... بکار می روند و به منظور به حداقل رساندن انسداد پروانه(گرفتگی دراثررسوبات) تعداد پره ها کم و طول آنها بلند انتخاب می شود . این پمپ ها همیشه دارای مکش یک طرفه هستند .



دراین نوع پروانه ها ازرینگ های فرسایشی استفاده نمی شودولی بایدفاصله بین پروانه وبدنه پمپ انقدردقیق تنظیم شود که کمترین فاصله راداشته باشد وبا هم نیزدرگیرنشوندتاامکان کاهش نشتی های داخلی فراهم شود.

پمپ با پروانه بستهClosed Impeller

غالبادر پمپ های گریزازمرکزی معمولی که برای پمپاژ مایعات تمیزو رقیق مانند آب موادنفتی و..... بکارمی روندازپروانه های بسته استفاده می شود که در آن تیغه هایVane پروانه بین دو صفحه لفافه ایShroud قرار می گیرند . جنس پروانه بسته به خصوصیت سیال مورد انتقال متفاوت است .



دراین نوع پروانه هااز فرار مایع ازقسمت فشاربالا به طرف فشارپایین که در مورد پروانه های باز و نیمه باز صورت می گرفت جلوگیری می شود و به منظور جدا کردن فاصله بین محفظه های ورودی و خروجی پمپ برای ممانعت ازنشتی های داخلی از یک اتصال (ارتباط) متحرک مناسب ، بین پروانه و بدنه استفاده شده Wearing Rings های ثابت ومتحرک روی بدنه وپروانه)است که یکی ازاین رینگ ها ثابت و با قطر داخلی کمی کمترداخل رینگ دیگرباپروانه می چرخد.

رینگ های فرسایشی از نوع قابل تعویض ساخته می شوند ودرصورت سایش وزیادشدن کلرنس ها که باعث نشتی زیاد می شود تعویض می شوند .به همین دلیل راندمان وکارائی این نوع پمپ ها که بااین پروانه ها کارمی کنندنسبت به پروانه های دیگربیشتراست ولی قیمت ان نیز به مراتب بالاتراست. پروانه های بسته معمولآ بیشتر از سایر پروانه ها استفاده می شوند مگر موقعی که عدم انسداد Clogging تلمبه مهمتر از راندمان ان باشد. درصورتی که احتمال مسدودشدن مجاری پروانه درپیش باشدبا وجودکم شدن راندمان پمپ ترجیحا ازپروانه های نیمه بسته یامدل های دیگراستفاده می شود.

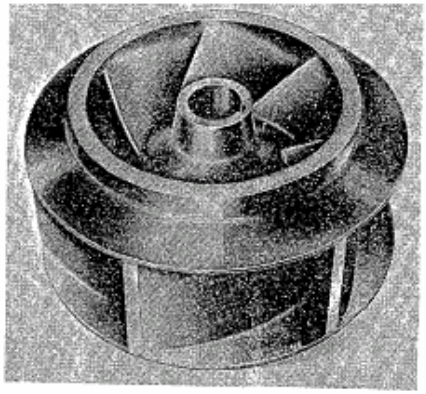
پروانه های بسته براساس نوع پره ها در دودسته طبقه بندی می شوند.

الف –پروانه پره مستقیمStraight Vane Impeller

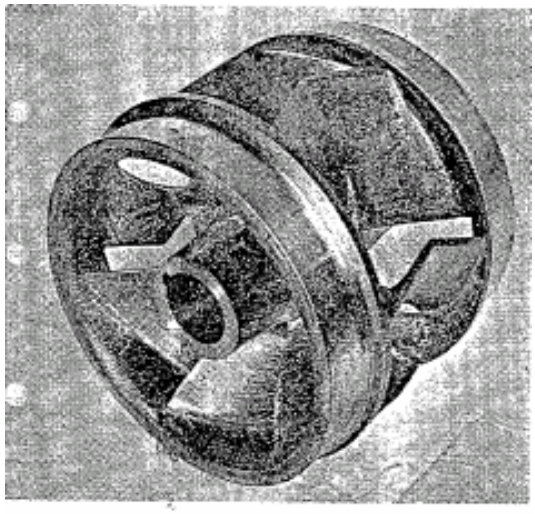
اگر قسمت ورودی چشمه یک پروانه بسته دارای پره هائی مستقیم و موازی با محور حرکت داشته باشد به آن پروانه مستقیم یا تک انحنائی گفته می شود که در قسمت ورودی این نوع پروانه ها تیغه وجود ندارد.

ب – پروانه فرانسیسFrancis Impeller

سطوح پره های این پروانه دارای انحنای دوگانه است و معمولاً به آن پره پیچشی Screw Vane یا دو انحنائی نیز گفته می شود. دراین نوع پروانه علاوه برپره های اصلی Vaneدردرون چشمه پروانه انهانیزپره هائی تعبیه شده است وتفاوت دیگر انها بانوع قبلی پهن تربودن پره ها وانحنادار بودن درلبه های دوطرف انهاست که دارای راندمانی بالاترمی باشند.که درزیرچندین نمونه یک مکشه ودومکشه ان نشان داده شده است.



Francis-vane radial double-suction closed impeller.



High-specific-speed Francis-vane radial double-suction closed impeller.

پمپ های گریزاز مرکزبراساس تعداد راه گاه های ورودمایع به پروانه ا به دونوع زیرطبقه بندی می شوند:

۱-پمپ باپروانه مکش یک طرفهSingle Suction

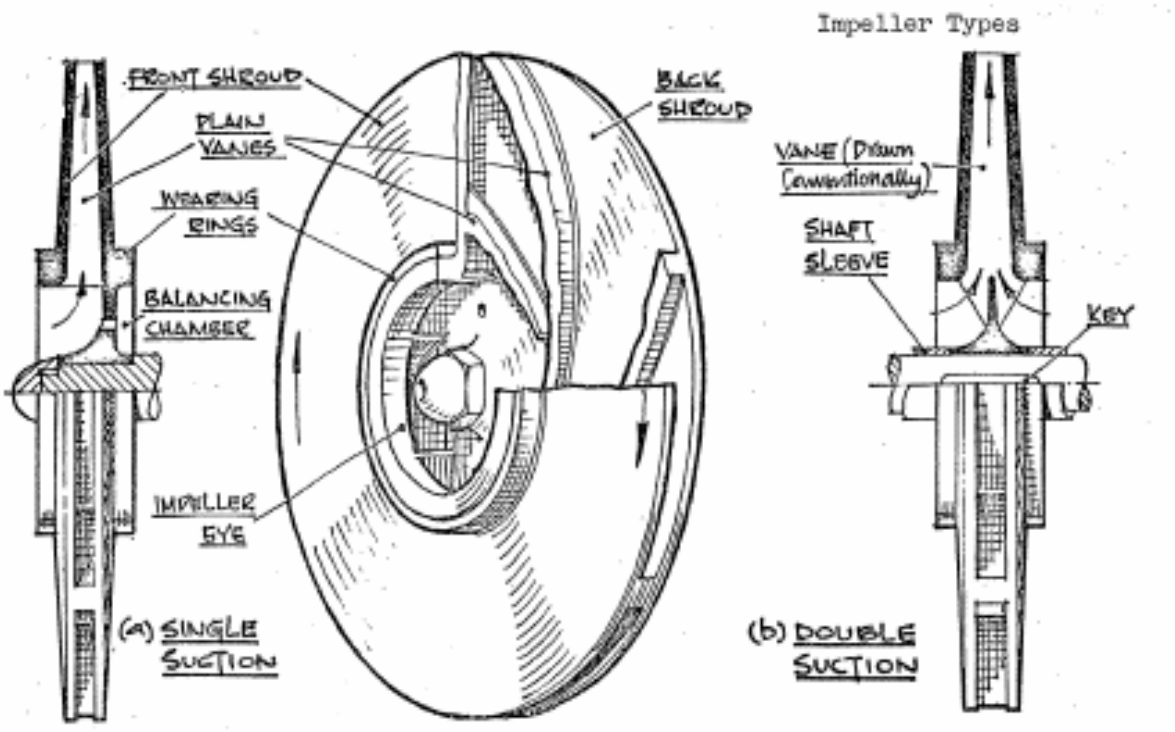
۲-پمپ باپروانه مکش دوطرفهDouble Suction

پمپ باپروانه مکش یک طرفهSingle Suction Pump

در پروانه مکش یک طرفهSingle Suction Impeller مایع تنها از یک طرف بـه چشـمه ورودی پروانـه وارد می شود.این نوع پروانه ها معمولا درپمپ های یک مرحله ای که بصورتOver Hungباشند یادرپمـپ هـای چندمرحله ای به وفوراستفاده می شوند.

مهم ترین اشکال پمپ های با پروانه های یک مکشه عـدم تعـادل هیـدرولیکی محـوری درانهاسـت کـه البتـه باتغییراتی کـه روی پشـت پروانـه هـا داده مـی شـود(اضـافه کـردن رینـگ پشـت پروانـه وسـوراخ کـردن پروانه)امکان بالانس نمودن نیروهای محوری روی انها فراهم می شودکه دربخش هـای بعـدی بطورمفصـل راجع به ان بحث خواهد شد.

درپمپ های کوچک باظرفیت های پایین غالبا به دلیل ارزان بودن وهزینه های تعمیراتی پایین پروانه معمـولا ازاین نوع استفاده می شود.

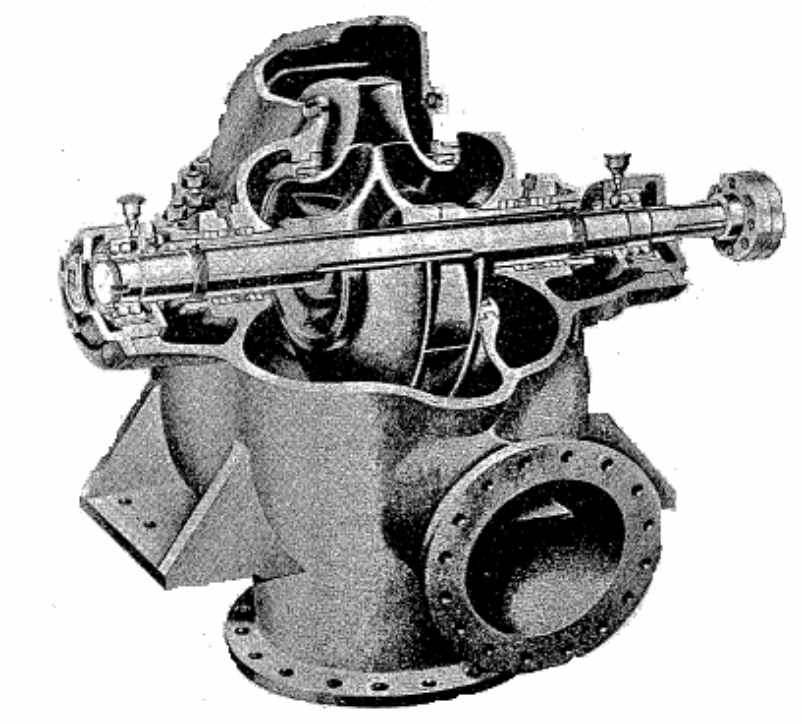


پمپ باپروانه مکش دوطرفهDouble Suction Pump

در پمپ های باپروانه مکش دوطرفه یادو دهانه ورودی سیال ازدوطرف واردپروانه می شود و مثل آن است که دو پروانه یک مکشه بصورت پشت به پشت در داخل یک بدنه قرارگرفته باشند ، به این ترتیب مایع هم زمان از دو طرف به پروانه وارد می شود و این در حالی است که دو مجرای مکش تعبیه شده در بدنه به یک مجرای مشترک ورودی پمپ و در نهایت به نازل ورودی پمپ متصل می گردد..پمپ باپروانه مکش دو طرفه ظرفیت آبدهی پمپ را افزایش می دهد وهمچنین اثر نیروهای هیدرولیکی محوری راخنثی می کند

در پمپهای یک مرحله ای Axially Split برای سرویس های عمومی ، پروانه با دو دهانه مکش مناسب تر است زیرا از یک طرف این نوع پروانه از نظرنیروهای محوری هیدرولیکی بالانس می باشند و از طرف دیگر به دلیل سطح زیادچشمه پروانه که باعث کمترشدن سرعت مایع به پروانه پمپ می شودمی تواند با هد خالص مطلق ورودی کمتروفلوی بیشتر کار کند.

چون ساختمان پمپ وپروانه کامل متقارن است تعادل نیروهای هیدرولیکی روی محورنیزکامل است ولی درصورت سائیدگی نامساوی رینگ های سایشی طرفین چشمه های پروانه یا مسدودشدن مجاری پروانه یااتصال نادرست لوله مکش این تعادل می تواندبه هم بخوردوباعث ایجادنیروهای محوری روی پروانه شودکه به این جهت روی این پمپ ها نیزمانند پمپ های دیگرازتراست برینگ ها که نیروهای محوری راخنثی می کنندااستفاده می شود.



تعداد طبقات در پمپ های سانتریفوژ

پمپ های گریزازمرکزبراساس تعدادمراحل انها به پمپ های یک مرحله ای و چند مرحله ای طبقه بندی می شوند . هرگاه یک عدد پروانه روی محور پمپ قرار گیرد ، پمپ یک مرحله ای است و اگر چندین پروانه بطور متوالی روی یک محور نصب شده باشد به ان پمپ چند مرحله ای اطلاق می شود .

درپمپ های چندمرحله ای پمپ مایع بافشارپایین را تحویل گرفته و در فشار بالاتری تخلیه می کند . اگر فشار ورودی در چشمه ورودی یک پمپ فشار خروجی پمپ دیگر باشد (مرحله قبلی)فشار نهائی معادل مجموع فشارهای دو پمپ می شود و به همین ترتیب اگر پمپ های متعددی بطور متوالی پشت سر هم قرار گیرند فشار نهائی سیال برابر مجموع فشارهای تمامی پمپ ها خواهد بود . لذا از این خاصیت در پمپ های گریزازمرکز چند مرحله ای استفاده می شود و بسته به فشار مورد لزوم از پمپ یک مرحله ای یاچندمرحله ای استفاده می شود .

پمپ های یک مرحله ای Single Stage Pump

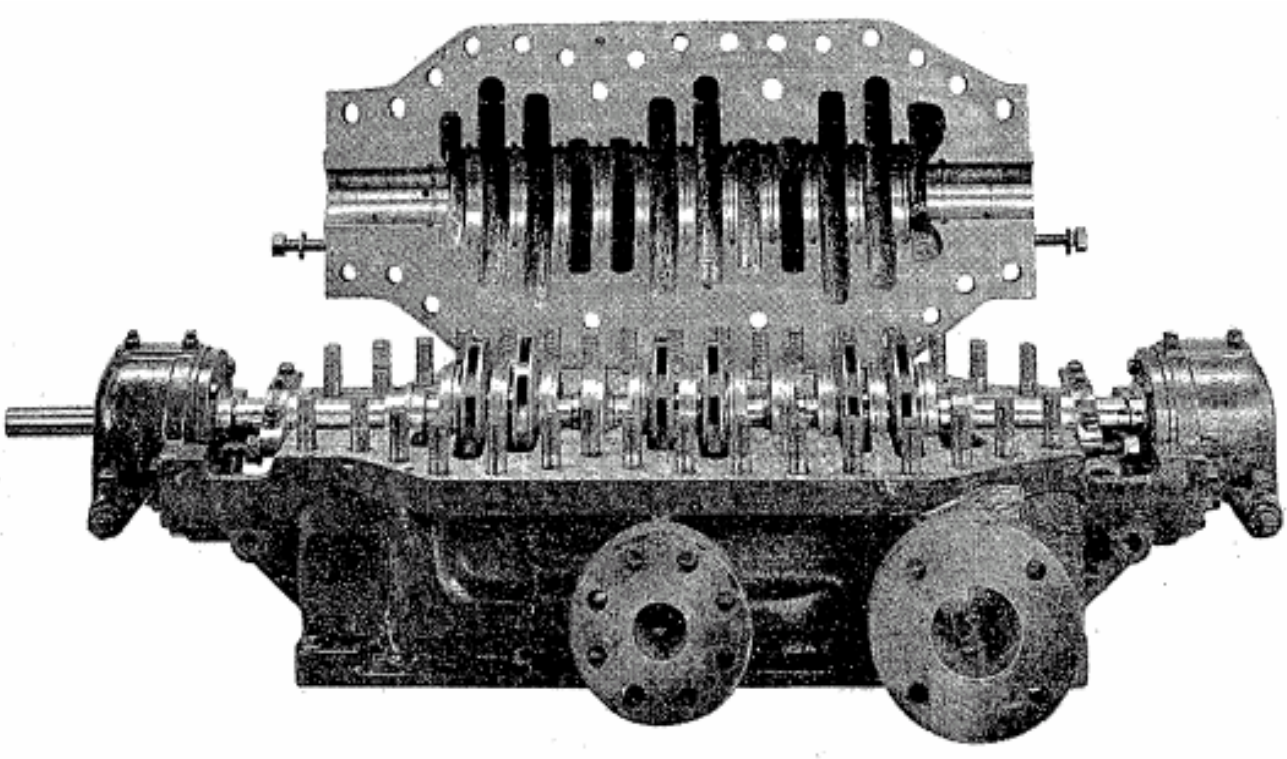
این پمپ هادارای یک پروانه در روی محور هستند. پمپ های یک مرحله ای با طرحهای مختلفی ساخته میشوند و برای تاسیساتی استفاده می شوند که به فشار کم یا متوسطی نیازباشد. هدی که توسط یک پروانه ایجاد میشود تابعی از سرعت مماسی پروانه است در بعضی اوقات امکان تولید هدی حتی تا ۱۰۰۰ فوت هم با یک پروانه وجوددارد.ولی به دلیل این که برای تولیدفشارهای بالا نیاز به پروانه باقطرزیادوهمچنین دورهای بالائی باشدکه هرکدام ازاینها باعث ایجادمسائل ومشکلات دیگری اعم ازراندمان هزینه ساخت مسائل ومشکلات بهره برداری می شوددرعمل معمولآبرای ارتفاعات بالاتر از ۲۵۰ تا ۳۰۰ فوت بیشترازتلمبه های گریز ازمرکزچند مرحله ای استفاده می شود.

پمپ های چند مرحله ای Multistage Stage Pump

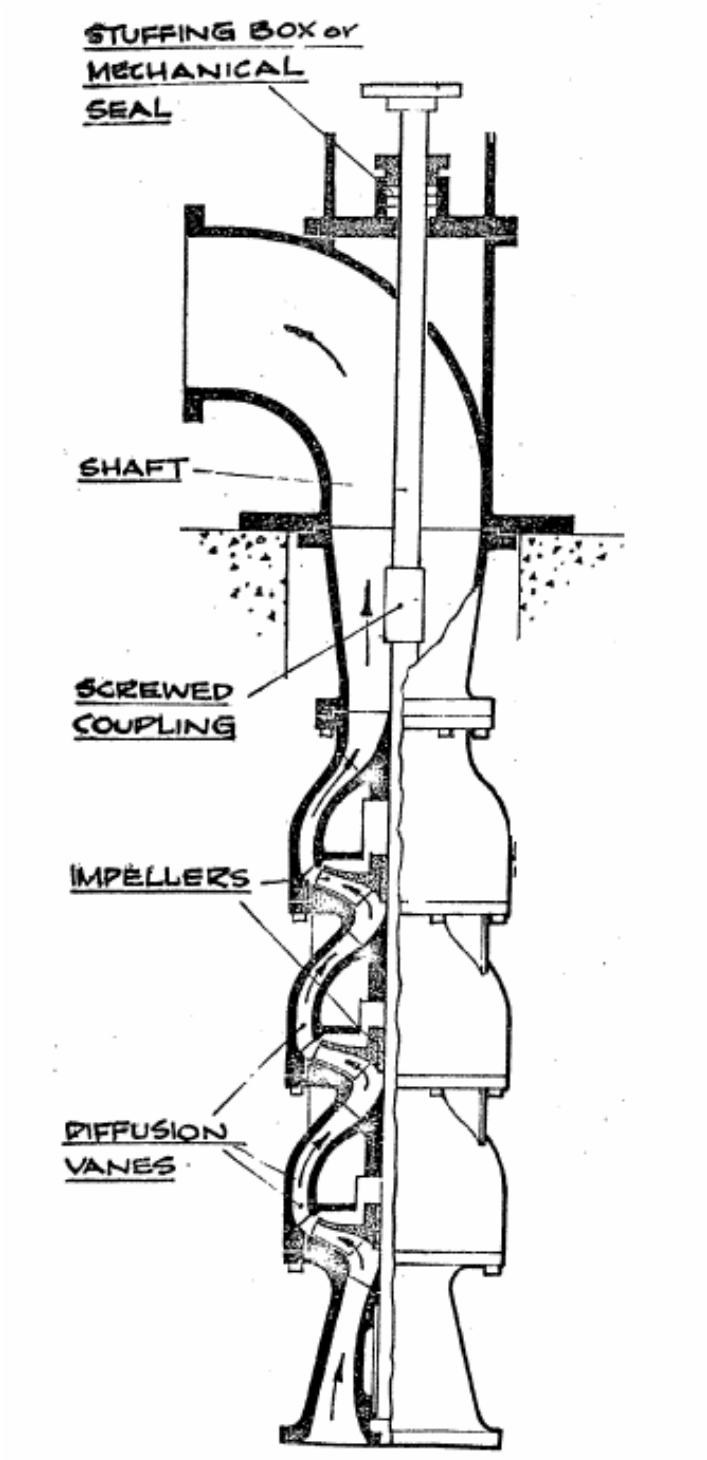
در یک پمپ چند مرحله ای دو یا چند پروانه بطور متوالی روی یک محور قرار می گیرند ومایع از خروجی ازیک مرحله به چشمه ورودی مرحله بعدی تخلیه می شود و به همین ترتیب ادامه می یابد.

پمپ های چند طبقه هم با محور افقی و هم با محور قائم بکار می‌روند.ومزیت انها ساختمان ساده تر راندمان بیشتر و ...است.

درپمپ های چندمرحله ای قطرپروانه ها می توانندیکسان باشندیا با هم تفاوت داشته باشندکه بستگی به طراحی پمپ و محدوده مشخصه کاری ان داردو هر پروانه دارای یک منحنی Q-H مخصوص به خودش می باشد.



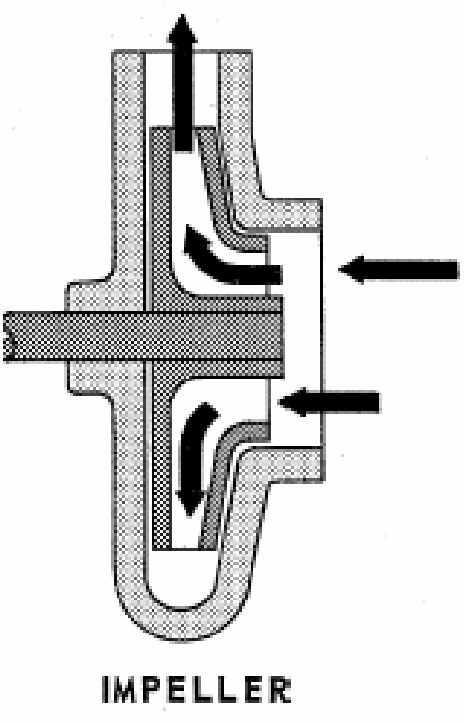
استفاده از پمپ های چند مرحله ای عمودی به علت جاگیری کم وسادگی نصب در چاههای عمیق بسیار متداول است. پوسته این پمپ ها هم بصورت حلزونی و هم بصورت افشان(دیفیوزری) هم برش افقی هم با برش قائم در دسترس می باشند. پوسته های با برش افقی حداکثر برای فشار 110 Atm و سرعت 3600R.P.M و پوسته های با برش قائم برای فشارهای بالاتر ساخته می شوند . تکه های پوسته پمپ های افقی در برش افقی بوسیله پیچ و مهره و در برش قائم بوسیله یک میله سرتاسری(Tie Rod) بهم متصل می شوند . پوسته پمپ های قائم برای هر طبقه جداگانه ساخته می شوند و بوسیله پیچ و مهره و یا بوسیله رزوه نرو ماده ای که روی خود پوسته ایجاد می شود و گاهی بوسیله تسمه سرتاسری به هم اتصال پیدا می کنند .



پمپ باپروانه جریان شعاعیRadial Flow Pump

در این پروانه ها سیال در جهت محور پمپ به پروانه وارد و در جهت شعاعی از آن خارج می شوددراین نوع پروانه عمل گریزازمرکز کاملتر از انواع دیگر صورت می گیرد که به این نوع پمپ گریزازمرکزاطلاق می شود.

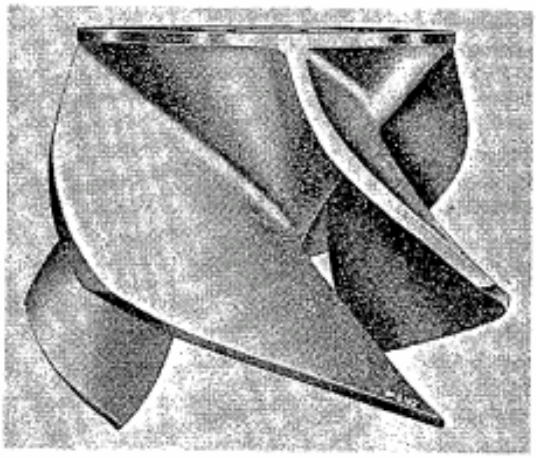
پروانه های جریان شعاعی شامل دونوع مستقیم وفرانسیس است .در پروانه جریان شعاعی با پره های مستقیم سطوح پره ها توسط یک خط مولد مستقیم به موازات محور دوران می کندکه نتیجتاانحنای پـره هـا تنهـا در یک جهت است Single Curvature ولی در پروانه نوع فرانسیسFrancis Vane سطوح پره هـا دارای انحنـا در دو جهت می باشند. (خط مولد سطوح آنها بمـوازات محـور دوران نیسـت)ودارای رانـدمانی بـالاترازنوع معمولی هستند.



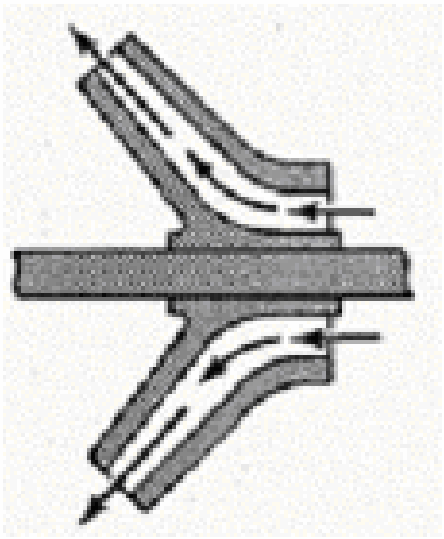
پره های پروانه ها طوری انحنا (زاویه)می دهند که یک جریان یکنواخت برای مایع ایجاد کند. تا حدود زیادی خصوصیات پمپ های گریزازمرکز تابع زاویه نوک پره ها Angle Tipاست.لازم به توضیح است که بازیاد شدن پره هاVaneپروانه اغتشاش وگردش وهرز چرخیدن مایع اطراف پروانه هاکم می شود.

پمپ باپروانه جریان مختلطMixed Flow Pump

پروانه ای که سرعت خروجی مایع از آن ، هم دارای مولفه شعاعی و هم مولفه محوری باشدرا پروانه جریان مختلط می گویند. این نوع پروانه ها تنها می توانند دارای یک چشمه ورودی باشند. مایع در امتداد محور واردپروانه پمپ می شود وبصورت ترکیبی محوری و شعاعی از پروانه خارج می شود.دراین نوع پروانه ها قسمتی از افزایش انرژی بوسیله عمل گریز از مرکز و قسمت دیگر به وسیله بالا بردن سیال(حرکت یاهل دادن سیا ل) انجام می شود.معمولا قطر پروانه درطرف خروجی مایع بزرگتر از قطر طرف ورودی آ ن است.



Open mixed-flow impeller.



پروانه نوع مختلط در واقع اصلاح شده پروانه نوع شعاعی است که به آن امکان پمپاژ مقدار زیادتری مایع را می دهد .بعضی ازاین پروانه ها شبیه به پروانه کشتی بوده و بعضی دیگرنیز به شکل پیچ می باشند و به پروانه های نوع پیچی معروفند. پمپ های با جریان مختلط اغلب برای فلوهای زیاد و هدهای(فشار) کم بکار می روندومثل پمپ های گریز ازمرکز دارای محفظه های حلزونی هستند و می توان آنها رابطور عمودی و یا افقی نصب کردکه درپمپ های چندمرحله ای بزرگ معمولا بصورت عمودی استفاده می شوند.

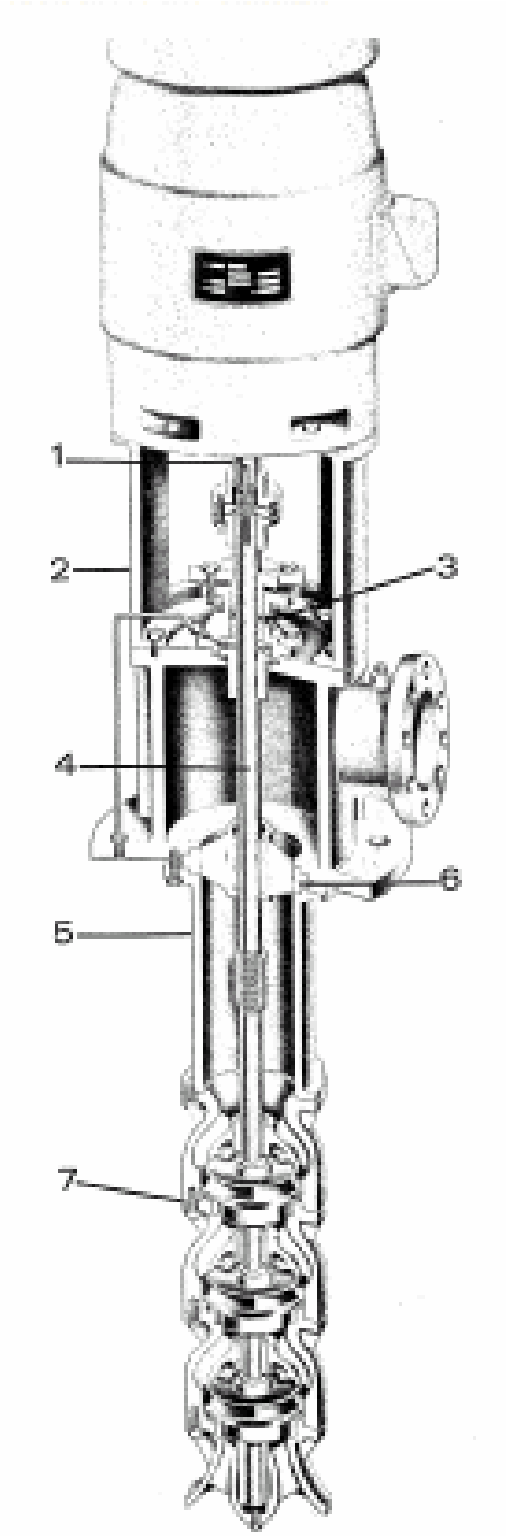
درپمپ های معمولی ازپروانه های یک مکشیSingle Suction استفاده می شود ولی امروزه نوع دو مکشی با جریان زیادانها هم ساخته شده است ومورد استفاده قرارمی گیرد.

این پمپ ها میتوانند مایعات چسبناک و غلیظ و ناصاف را نیزپمپاژ کنندو خصوصآ از نظر مکشی دارای مکش زیادی هستند مفید هستند . دربیشترموارد می توان پروانه مرحله اول آنها را در صورت تمایل در زیر مایع یا درون چاه قرار داد.برای اب بندی وجلوگیری ازنشتی های داخلی که باعث کاهش فلووفشارپمپ می شود دربعضی ازپروانه های مختلط شبیه پروانه های نوع بسته توسط رینگ های فرسایشی این فواصل تقلیل داده می شود

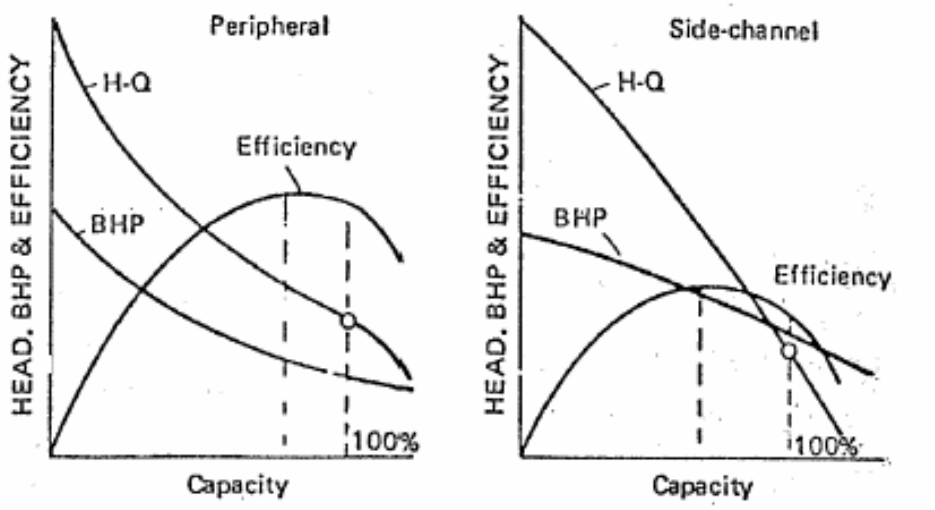
با توجه به نوع ساختمان این نوع پمپ ها که جریان مایع خروجی ازپروانه وداخل پمپ ازداخل یک مجرائی عبورمی کندگاها به این نوع پمپ ها پمپ کانالی نیزگفته می شودوبراساس تعدادکانال های مدورانها به پمپ های یک کانالی وچندکانالی طبقه بندی می شوند.

سرعت مخصوص پروانه های جریان مختاط بیشتر از 4200 می باشد. انواعی از این پروانه ها که دارای سرعت مخصوص کمتر باشند دارای پره های از نوع Francis هستند بیشترین کاربرداین نوع پمپ ها برای مصارف کشاورزی وانتقال اب اززیرزمین بطرف بالاست .

درشکل زیرنمونه ازاین نوع پمپ که بصورت چندمرحله ای طراحی شده است نشان داده شده است.



منحنی مشخصه پمپهای جریان مختلط دارای شیب زیادی بوده و نقطه حداکثر راندمان به طرف حداکثر جریان یا ظرفیت ماکزیمم کشیده شده است . منحنی تغییرات توان مصرفی این گونه پمپها اصولاً افقی بوده واز این رو توان مورد توجه به نقطه کاری تغییرات کمی دارد.



مشخصه های پمپهای کانالـــــی

پمپ های جریان مختلط بسته به ساختمان انها به دودسته طبقه بندی می شوند:

الف-پمپ های جریان محیطیPeriphery Pump

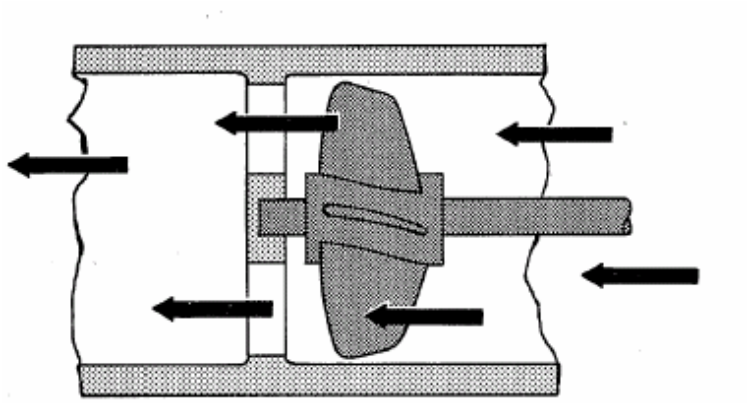
ب-پمپ های کانالیChanel Pump

که اختلاف عمده این دونوع درشکل وعمل کانال هایشان است.پمپ های جریان محیطی دارای یک کانال دوطرفه اندکه مایع درداخل ان می چرخدکه قسمتی ازاین کانال دربدنه استوانه ای شکل پمپ قرارگرفته وقسمت دیگران درداخل درپوش ها یا کاورها قرارمی گیرد.

پمپ های باکانال جانبی دارای دوکانال کنارهم است که روی درپوش های جانبی پمپ ونزدیک به پروانه ها قرارمی گیرند.این نوع پمپ هابطوراتوماتیک هواگیری می شوند وهدبیشتری نیزتولیدمی کنند.ولی راندمان انها نسبتا پایین است..ویژگی های این دونوع پمپ باتوجه به تفاوت هائی که درساختمان داخلی انها وجوددارد کاملا متفاوت است که این موضوع روی منحنی های مشخصه کاملا مشهوداست.

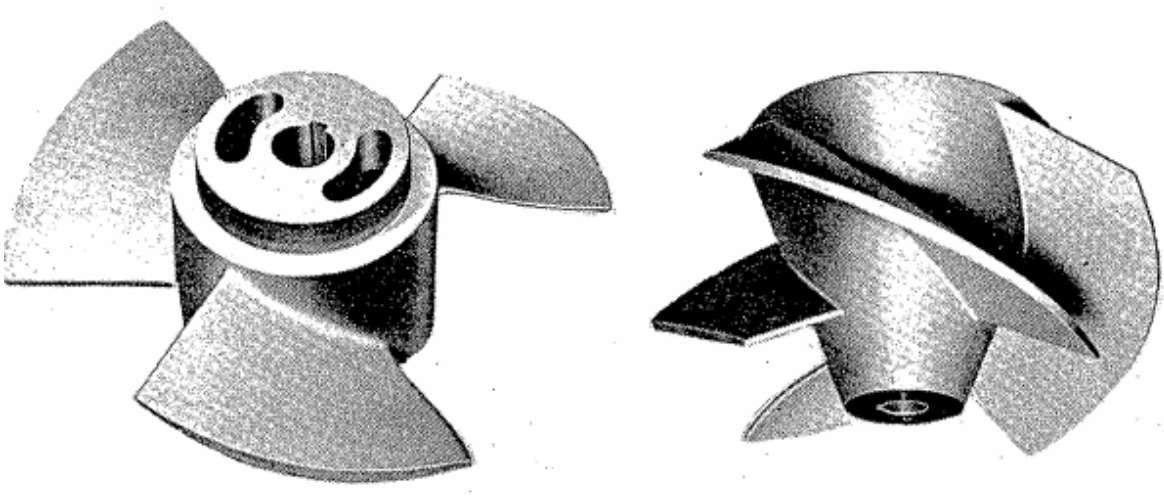
پروانه های با جریان محوریAxial Flow Pump

در پروانه های با جریان محوری عملیات پمپاژ مایع در اثر عبور سیال ازروی پره های بال مانند بوجود می آید . مثل عبور هوا از بال های هواپیما که باعث پرواز آن می شود . در این نوع پروانه ها نیروی گریز از مرکز برای تولید فشارنقشی ندارد وبه همین دلیل پمپ های جریان محوری را نمی توان به عنوان پمپ گریزازمرکز پذیرفت.



PROPELLER

قطر پروانه در طرف ورودی با قطر آن در طرف خروجی مساوی است . پروانه ملخی نوعی از پروانه های با جریان محوری هستند.این نوع پمپ ها معمولا برای آبدهی های(فلو) خیلی زیاد با ارتفاع آبدهی(فشار) نسبتاً کم بکارمی برند.

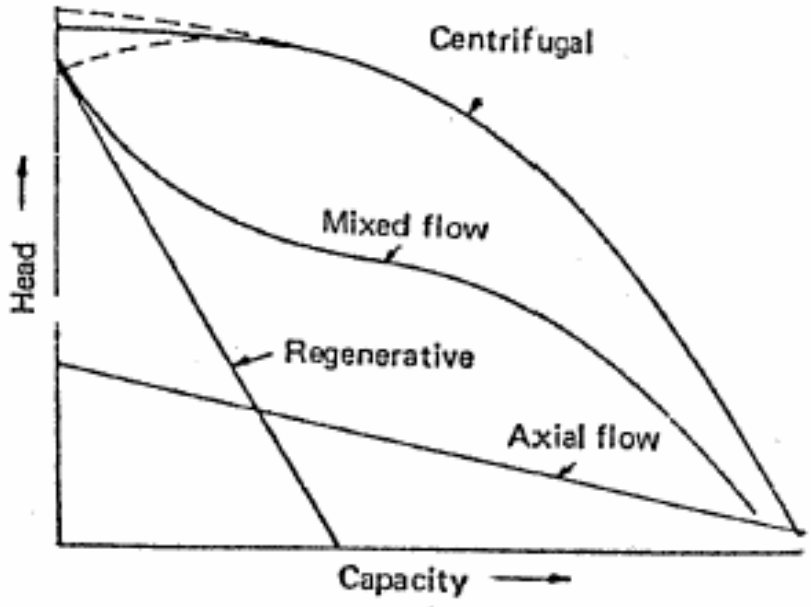


پمپ هایی از این نوع شبیه پروانه قایق است که درداخل یک لوله محبوس شده باشد. مایع در امتدادجهت گردش محور به داخل پروانه پمپ کشیده می شودو بدون تغییر جهت به بیرون رانده میشود. این پمپ ها دارای قدرت مکشی زیادی هستند ولی قدرت ایجاد فشارهای نسبتآ زیاد را ندارندوباید پروانه انهازیرمایع یادرارتفاع کمی ازسطح مایع قرارداشته باشدتا بتوانندکاردهی داشته باشند.

منحنی مشخصه (Q-H) پمپهای جریان محوری دارای شیب بیشتری بوده و منحنی تغییرات توان مصرفی آنها سیر نزولی دارد یعنی با فلو صفر دارای حداکثر توان مصرفی می باشند از این رو با کاهش جریان نسبت به

نقطه کاری توان مصرفی زیاد شده اضافه بار شدن سیستم محرکه پمپ حتمی است(امپرکشیدن بیش ازحدالکتروموتور) بنابراین یا سیستم محرکه باید دارای توان اضافی باشد یا آنکه با اتخاذ روشهای معین پمپ را در آن شرایط بی بار نمود .

درزیرمنحنی مشخصه های انواع پمپ های جنبش شامل پمپ های گریزازمرکز پمپ های جریان مختلط(پمپ های کانالی) وپمپ های جریان محوری(توربینی) با هم مقایسه شده اند.



این نوع پمپ هابه پمپ های توربینی عمودی Vertical Turbine Pumpنیزمعروف هستند و برای کاربردهائی که نیاز به ظرفیت زیاد باشد در بیشتر اوقات نسبت به انواع پمپ های دیگر ارجح تر است. این پمپ ها غالبا بصورت چندمرحله ای وبا پروانه های نوع جریان مختلط با ظرفیتی از ۱۰ تا ۲۵۰۰۰گالن در دقیقه ساخته شده اند بیشترین استفاده انها در کشاورزی یا انتقال مایعات ازحوضچه ها است.

پمپ های باپروانه نوع Inducer Impeller

پروانه نوع ایندیوسریابازیافت کننده یک پروانه باجریان محوری با هد کم است که در مدخل ورودی پروانه های معمولی قرار می گیرند(درپمپ های دوربالا) ویژگی هیدرولیکی Inducer طوری است که نسبت به پروانه معمولی به فشارورودیNPSH کمتری نیاز دارند . ایندوسر و پروانه هر دو روی یک محور سوار می شوند و با یک سرعت می چرخند. .هدف اصلی از بکار بردن Inducer ، تولید فشار یافلوی قابل ملاحظه ای در پمپ نیست بلکه برای آن است که فشار ورودی پروانه ، اصلی راکه دربالای ان قرار گرفته افزایش دهد.

بـه ایـن ترتیـبInducer بـرای کـاهش دادن NPSHR (هـد خـالص مثبـت مـورد نیـاز در ورودی پمـپ) مورداستفاده قرارمی گیرد و یا به عبارت دیگر برای فراهم آوردن شرایطی اسـت کـه پمـپ بتوانـد بـا یـک NPSHa معین، با سرعت بیشتری کار کند. Inducer می تواند با درجات متغیری از کاویتاسـیون Cavitation کار کند زیرا ترکیدن حبابهای بخار مایع در سطح نسبتآ وسیعی از پره ها انجام می شود ودر نتیجه آثار زیـان بار آن کمترمی شود .

امروزه پمپ هایی با ترکیب های مناسب برای Inducer و پروانه ساخته شده است کـه مـی نواننـد حتـی بـا پنجاه درصد NPSHR پروانه کارکنند. البته به شرطی که ظرفیت کـاری انهابیشـتر از ظرفیـت عـادی پمـپ نباشد.

سرعت مخصوص ورودی پمپ Suction Specific Speed

با تعریف شاخصی به اسم سرعت مخصوص ورودی پمپ می توان رابطه ای به شکل زیر بدست آورد که در واقع برای بدون بعد کردن هد خالص مثبت ورودی پمپ NPSH بکار میرود:

$$S = \frac{N\sqrt{Q}}{(NPSH)^{0.75}}$$

که در آن Nدور پمپ برحسبRPM است Q ظرفیت پمپ برحسبGPM یاگالن دردقیقه و H هد پمپ بر حسب ft فوت می باشد.

انتخاب نوع پروانه براساس سرعت مخصوص

در سیستم متریک یا S.I محدوده سرعت مخصوص برای حداکثر راندمان در پمپهای مختلف عبارتست از :

پمپ گریز از مرکز	۱۷۵	۸۷۵
پمپ جریان مخلوط	۸۵۷	۲۵۰۰
پمپ جریان محوری	۲۵۰۰	۵۲۵۰

از آنجائی که سرعت مخصوص روی طرح و شکل پروانه پمپ اثر دارد شکل منحنی تغییرات Q نسبت بـه H نیز به آن بستگی دارد . بطور کلی پمپهای گریز ار مرکز هم برای تولید هد های کم و هم برای هد های بـالا بکار می روند پمپهای گریز از مرکز را از نظر تولید مقدار هد می توان به شکل زیر دسته بندی کرد :

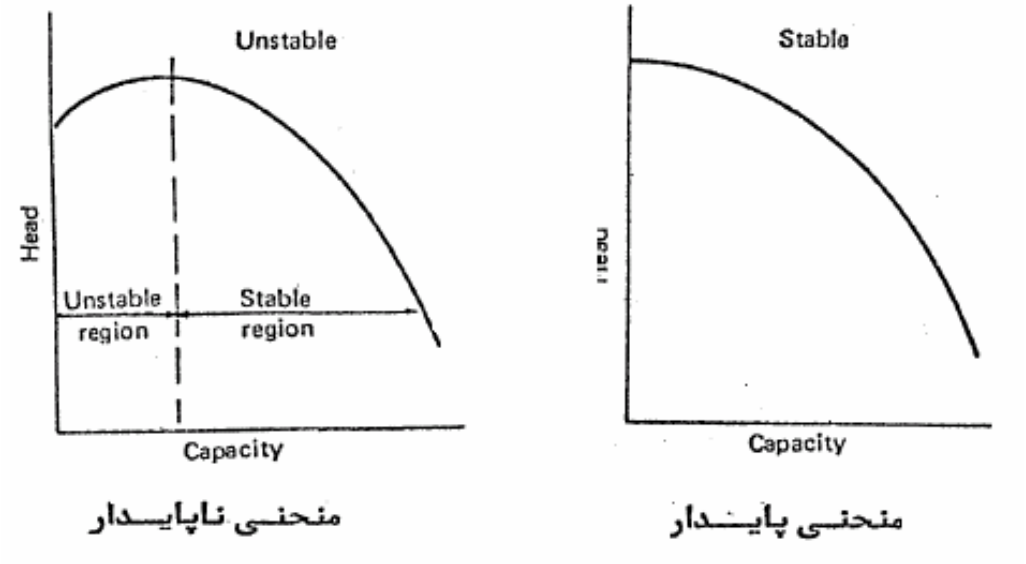
پمپ های با هد کم	حداکثر هد کلی تا ۲۰ متر آب
پمپهای با هد متوسط	۶۰ تا ۱۵ متر آب
پمپهای با هد زیاد	حداکثر هد کلی بالای ۶۰متر آب

جائی که هد بیشتر مورد نظر باشد از پمپهای گریز از مرکز دو یا چند مرحله ای استفاده می شود. با دانستن سرعت، هد و ظرفیت یک پمپ با استفاده از فرمول سرعت مخصوص وچارتWislicenus میتوان رانـدمان پمپ ها را پیش بینی نمود

منحنی مشخصه پمپ های گریزازمرکز

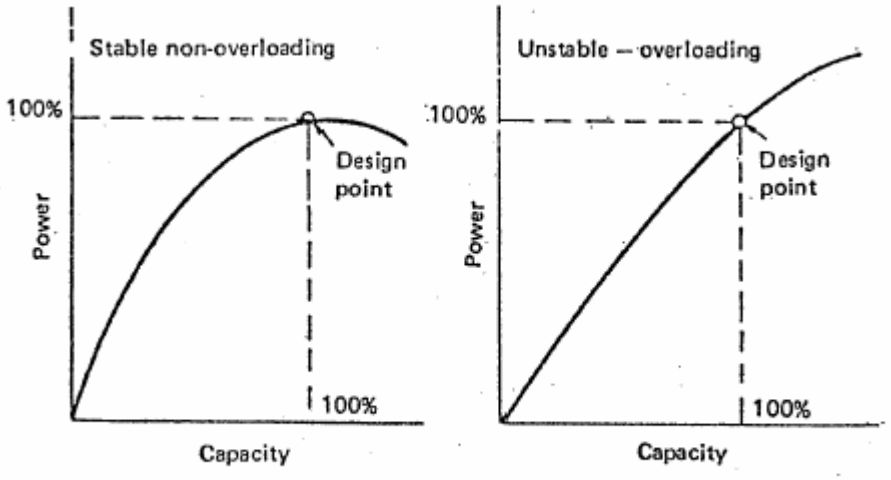
مشخصه های کاری پمپ گریز از مرکز در واقع مبین رابطه بین هد و ظرفیت آنهاست که این رابطه توسط منحنی هائی نشان داده می شود که مبین تغییرات Q و H است و به ان منحنی مشخصه پمپ گفته می شـود. این منحنی ها به سرعت مخصوص پمپ بستگی دارند ولی تابع شکل و تعداد تیغه های پروانه و شکل بدنـه و سیستم بازیافت انرژی (ولوت یا دیفیوزر) نیزمی باشد . در پمپهای گریز از مرکز منحنـی Q-H ممکـن اسـت پایدار یا ناپایدار باشد .

درپمپی که منحنی مشخصه آن پایدار است حداکثر هد در شرایطی است که جریان خروجی صفر باشد از آن به بعد با افزایش فلو مقدار هد کاهش می یابد .ولی پمپی که منحنی مشخصه آن ناپایدار است مقدار هد ابتدا با افزایش فلو زیاد می شود تا به یک مقدار حداکثر برسد و پس از آن کاهش پیدامی کند.



منحنی ناپایدار منحنی پایدار

توان مصرفی پمپ با منحنی مشخصه پایدار با افزایش فلو سیر صعودی خود را طی می کند تا در نقطه کاری یا نزدیک آن به حداکثر خود می رسد و از آن به بعد نزول می کند ولی در مورد پمپ با مشخصه ،ناپایدار حتی پس از آنکه شرایط به نقطه کاری هم رسید باز هم توان مصرفی افزایش پیدامی کند.



تغییرات توان مصرفی نسبت به ظرفیت در پمپهای با مشخصهء پایدار و ناپایدار

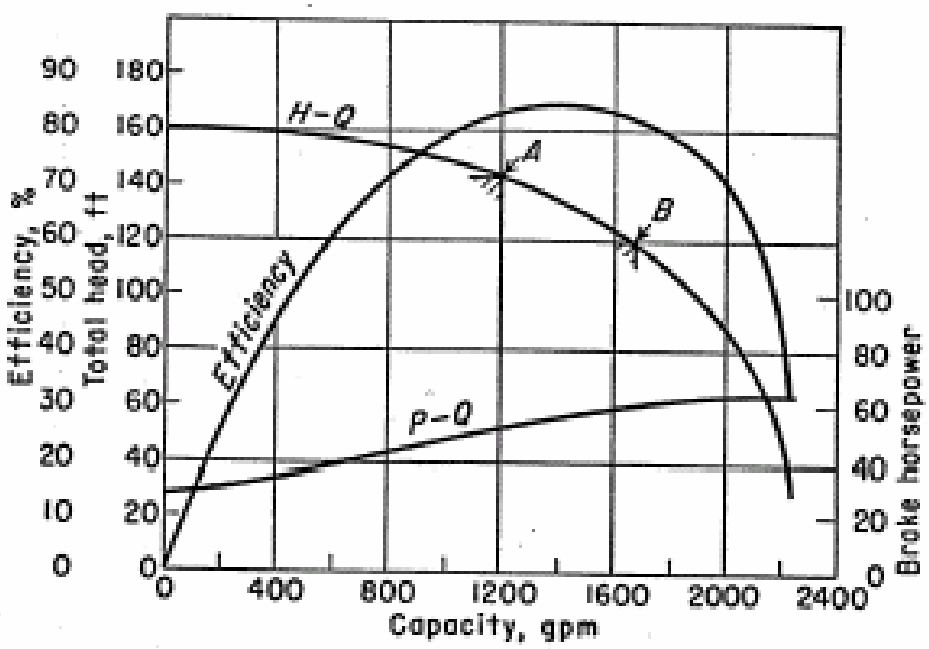
بنابراین عمده ترین اختلاف این است که بر خلاف پمپهای با منحنی Q-H ناپیدار منحنی Q-H پایدار کاهش هد زیر نقطه کاری طراحی منجر به اضافه بار شدن سیستم محرکه پمپ نمی شود بدین معنا که مشخصه این پمپها بدون اضافه بار Non -Overloading است

بهترین نقطه کاری :

بهترین نقطه کاری طراحی در مورد یک پمپ گریز از مرکز نقطه ای از منحنی مشخصه است که راندمان پمپ حداکثر باشد . هر چه شیب منحنی بیشتر باشد ، تغییرات هد پمپ باعث انحراف بیشتر از نقطه کاری خواهد شد . مثلاً در یک پمپ با منحنی Q-H با شیب زیادبا تغییرات فلو ، تغییرات هد زیاد خواهد بود ، در حالی که در یک پمپ با منحنی Q-H نسبتاً با شیب کم تغییرات وسیع جریان با تغییرات کم هد همراه است ، بنابراین کاربرد هر یک از آنها بستگی به شرایط عملیاتی دارد .

منحنی مشخصه پمپهای گریز از مرکز دارای شیب نسبتاً کمی بوده و حداکثر راندمان آنها در محدوده ظرفیت متوسط پمپ می باشد و توان مصرفی مورد نظر یکنواخت تا نقطه کاری یا احتمالاً فراتر از آن افزایش می یابد .

درزیرنمونه ای ازاین منحنی های مشخصه اورده شده است.



Typical characteristic curves for a centrifugal pump.

تغییرات روی پروانه هاImpeller Modification

با تغییراتی که روی پروانه هاداده می شود شرایط کاری ومنحنی های مشخصه انهارامی توان تغییرداد بطورمثال:

۱-زیادشدن پهنایWideپروانه باعث افزایش فلو می شود.

۲-زیادشدن تعدادپره ها(حداکثر ده عدد)باعث افزایش هد می شود.

۳-پیچیدگی پره ها(زاویه دادن)باعث کاهش هد وافزایش فلو پمپ می شود

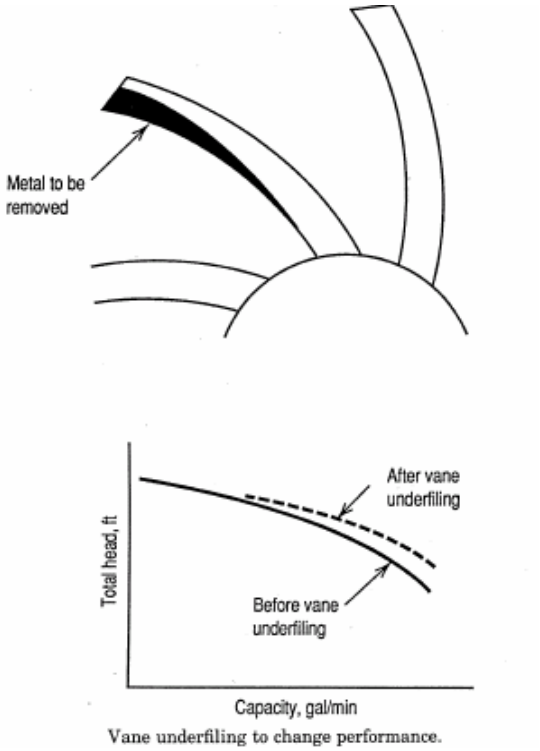
٤-زیادکردن زاویه نوک پره(معمولابین ۱۵تا٤۰درجه است)باعث کاهش هد می شود.

۵-کم کردن زاویه نوک پره(شعاعی) باعث افزایش هد پمپ می شود.

۶-تغییرشکل نوک پره هاUnderfillingباعث افزایش هد پمپ درنزدیکی بهترین شرایط کاری می شود.

۷-همچنین باتغییردادن روی بدنه Volute Chippingازطریق تراشکاری امکان تغییرمنحنی های مشخصه وجوددارد

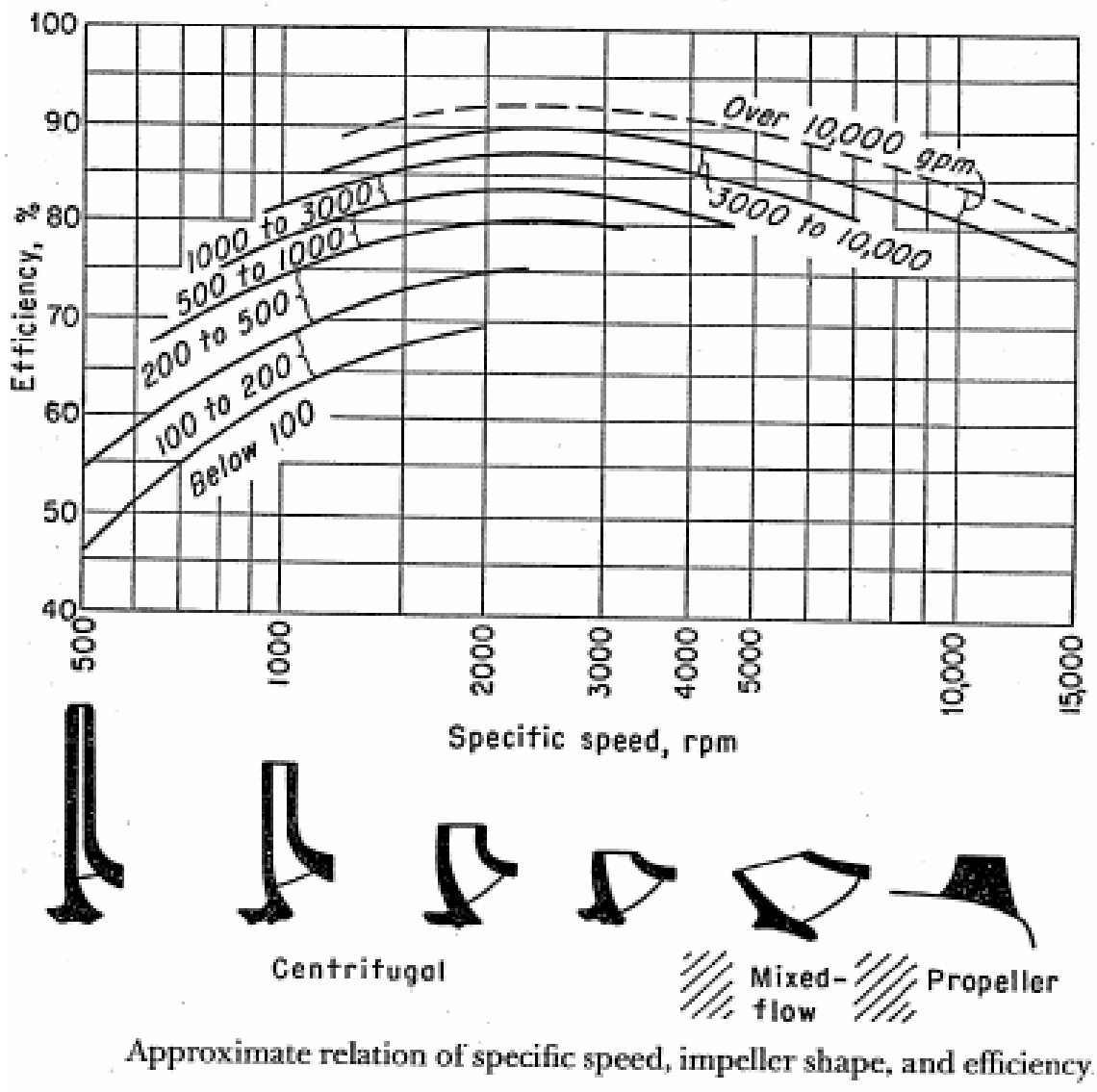
درزیرفلزبرداری اززیرپره هاUnderfillingوتاثیران روی منحنی مشخصه نشان داده شده است.



Vane underfiling to change performance.

انتخاب پروانه

با توجه به مسائل مطروحه فوق انتخاب پروانه ای که بتواند درشرایط عملیاتی بخصوصی بالاترین کارائی داشته باشد براساس سرعت مخصوص سیال بدست می اید .شکل های زیرمرجع بسیارمناسبی برای انتخاب است.



Approximate relation of specific speed, impeller shape, and efficiency.

البته منهای بحث های فوق برای منظورهای خاص از،پروانه های مخصوص به کاردران شرایط استفاده می شود،مثلآ پروانه های معمولی نوع بسته با پره های با لبه نازک (تیز) و فاصله تنگ برای انتقال مایعاتی که دارای ذرات و ناخالصی مثل فاضلاب باشند مناسب نیست زیرا چشمه ها Water Ways مسدود خواهد شد از اینرو برای چنین منظورهایی پروانه های غیر مسدود شونده با پره های با لبه گرد شده (غیر تیز) و آبروی گشاد ساخته می شود .

تغییرات شرایط عملیاتی پمپ های گریزازمرکز

با تغییردادن قطر ودورپروانه امکان ایجاد تغییرات روی هد توان مصرفی وفلوی پمپ های گریزازمرکزوجوددارد که روابط زیرارتباط بین انهارابیان می کند.

Formulas for Refiguring Pump Performance with Impeller Diameter or Speed Change

Diameter Change Only	Speed Change Only	Diameter and Speed Change
$Q_2 = Q_1 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)$	$Q_2 = Q_1 \left(\frac{N_2}{N_1}\right)$	$Q_2 = Q_1 \left(\frac{D_2}{D_1} \times \frac{N_2}{N_1}\right)$
$H_2 = H_1 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$	$H_2 = H_1 \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2$	$H_2 = H_1 \left(\frac{D_2}{D_1} \times \frac{N_2}{N_1}\right)^2$
$bhp_2 = bhp_1 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$	$bhp_2 = bhp_1 \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3$	$bhp_2 = bhp_1 \left(\frac{D_2}{D_1} \times \frac{N_2}{N_1}\right)^3$

Initial capacity, head, brake horsepower, diameter, and speed.
New capacity, head, brake horsepower, diameter, and speed.

البته این تغییرات درمحدوده مشخصی کاربرددارددودرصورتی که خارج ان قرارگیرد باعث کاهش راندمان پمپ ویاایجادمسائل ارتعاشی متعددی می شود.

طبقه بندی پمپ ها براساس ساختمان بدنه

پمپ هاازلحاظ نحوه جداشدن بدنه به دودسته تقسیم بندی می شوند:

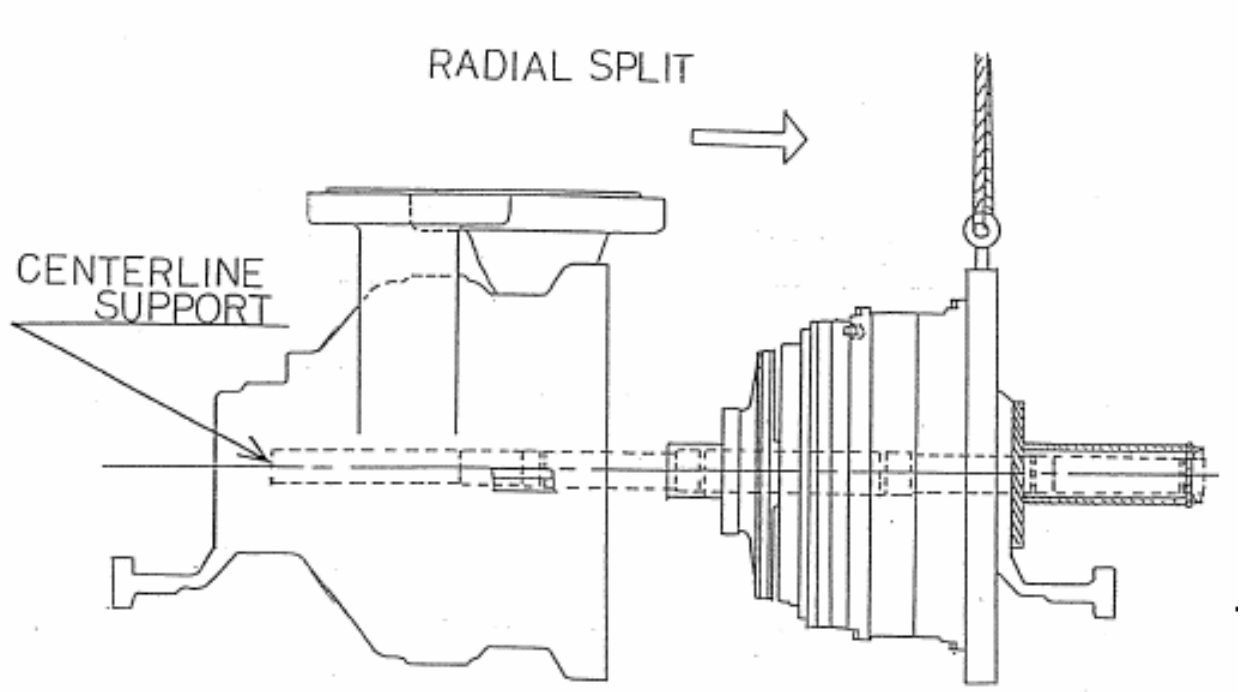
الف-پمپ های بابدنه شعاعی

ب-پمپ های بابدنه افقی

الف-پمپ های با بدنه شعاعیRadially Split Casing Pump

پمپهای Radially Split برای فشارها و حرارت های بالا مناسبند و حسن آنها دراین است کـه جهـت کارهـای تعمیراتی نیازی به بازکردن لوله های ورودی و خروجی آنها نیست که ایـن باعـث صـرفه جـوئی در وقـت و نیروی انسانی است

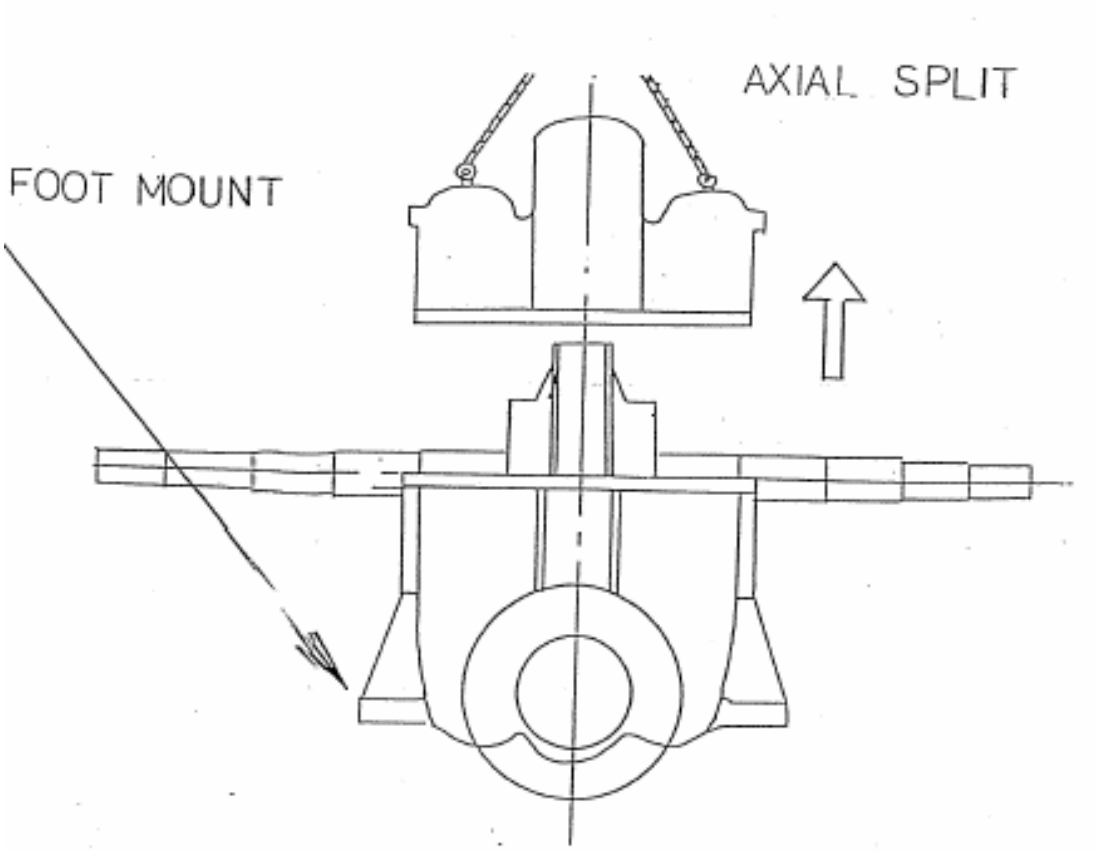
بیشترپمپ های یک مرحله ای نوع Over Hungیامکش یک طرفه بااین نوع طراحی ساخته می شوند.



ب-پمپ های با بدنه افقی Horizontaly Split Casing Pump

وقتی بدنه پمپ در امتداد صفحه افق بصورت دو تکه ای باشدبه ان پمپ دوتکه ای افقی اطلاق می شود. پایـه های این نوع پمپها (محل نشستن پمپ روی فونداسیون) معمولآ بصورت یکپارچه با نیمه، زیری ریختـه گـری می شوند،از این رو محل نشستن انها روی پداستال هم سطح خط مرکزی پمپ نیست . عیب این نوع پمپ ها این است که در شرایطی که فشار کاری یا درجه حرارت کاری پمپ زیاد باشد ، احتمال نشت مـایع از بـین دو نیمه بالائی وپائینی پمپ وجوددارددر این گونه موارد و در شرایطی که مایع پمپ سمی و خطـر نـاک باشـد پمپهـایRadially Split کـارآئی بهتـری دارنـدبااین وجـود ازایـن نـوع طراحـی درپمـپ هـای بشـگه ای و چندمرحله ای به وفوراستفاده می شود.

درزیرشمائی ازاین نوع پمپ هانشان داده شده است.



طبقه بندی پمپ ها براساس نحوه قرارگیری پایه ها

براساس نحوه قرارگیری پایه پمپ روی شاسی پمپ ها به دودسته طبقه بندی می شوند:

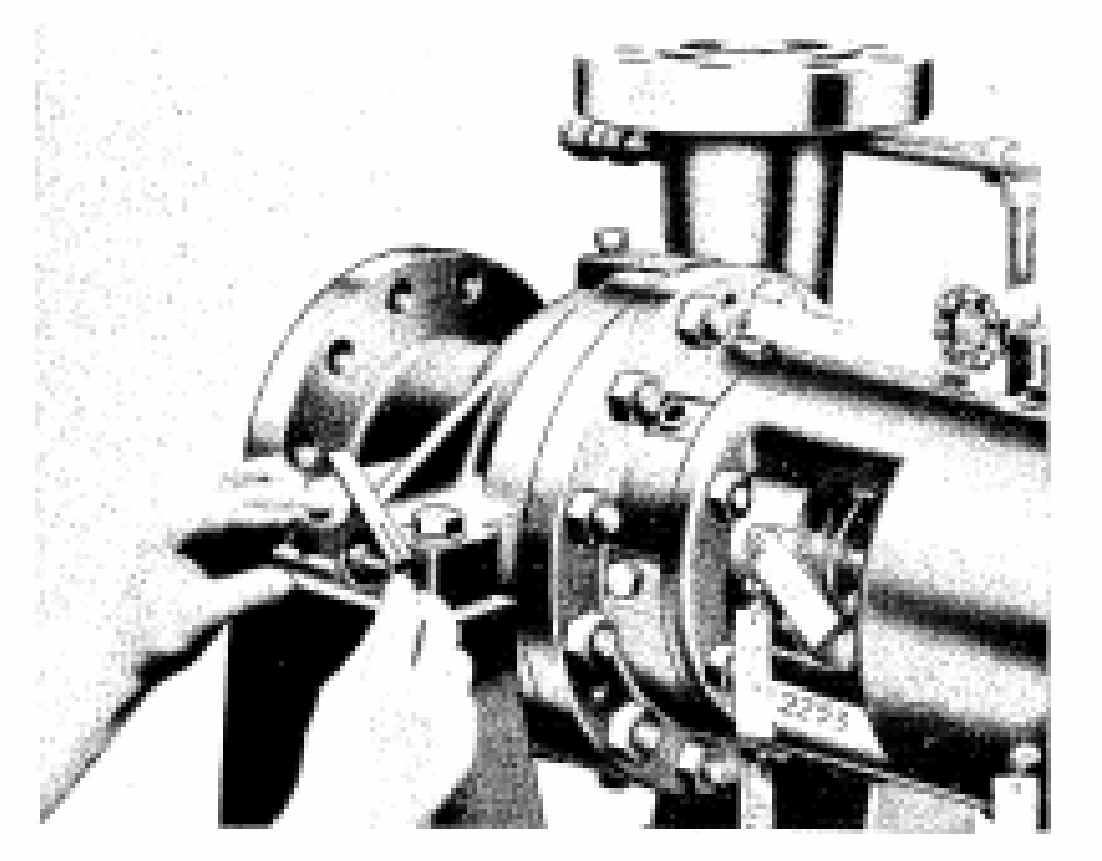
۱- Center Mount

۲-Foot Mount

درطراحی نوع Center Mountپایه ها درخط مرکزی پمپ قرارمی گیرداین نوع طراحی استاندارد موسسه هیدرولیک امریکا است که مخصوص استفاده ازپمپاژمایعات با دمای زیاد Temperature Pump High است این تلمبه ها دارای تکیه گاه خط مرکزی می باشند و علت ان ثابت نگاه داشتن ترازخط مرکزی پمپ در موقع سرما و گرما است.دراین نوع طراحی انبساط در جهت های شعاعی اتفاق می افتد و بنابراین خط مرکزی تلمبه با تغییر درجه حرارت بالا و پائین نمی رودوتقریبا ثابت می ماندوباعث به هم خوردن زیادوضعیت الاین نمی شود ولی با این وجود استفاده از کوپلنیگ های قابل انعطاف بین تلمبه و محرک وتنظیم Alignmentدرحالت گرم لازم است. در این پمپ هادرصورت بالابودن درحه حرارت مایع پمپ شونده از آب خنک کننده برای خنک کاری یاطاقانها استافینگ باکس وهم برای خنک نگه داشتن پایه های پمپ برای جلوگیری ازرشدحرارتی استفاده می شود.

اگردرجه حرارت مایع پمپ شونده بیشتراز ۹۰ ذرجه سانتیگرادباشدپایه های پمپ بصورت Center Mountساخته می شودودرغیراین صورت Foot Mount هزینه ساخت پمپ باپایه های معمولی به مراتب

کمترازنوع Center Mount است ولی به علت قرارداشتن پایه روی شاسی کلیه رشدحرارتی درجهت بالا انجام می شود که باعث تغییرAlignmentدستگاه می شود.
درزیرشمائی ازیک پمپCenter Mountنشان داده شده است.



پمپ های افقی وعمودیVertical &Horizontal Pumps

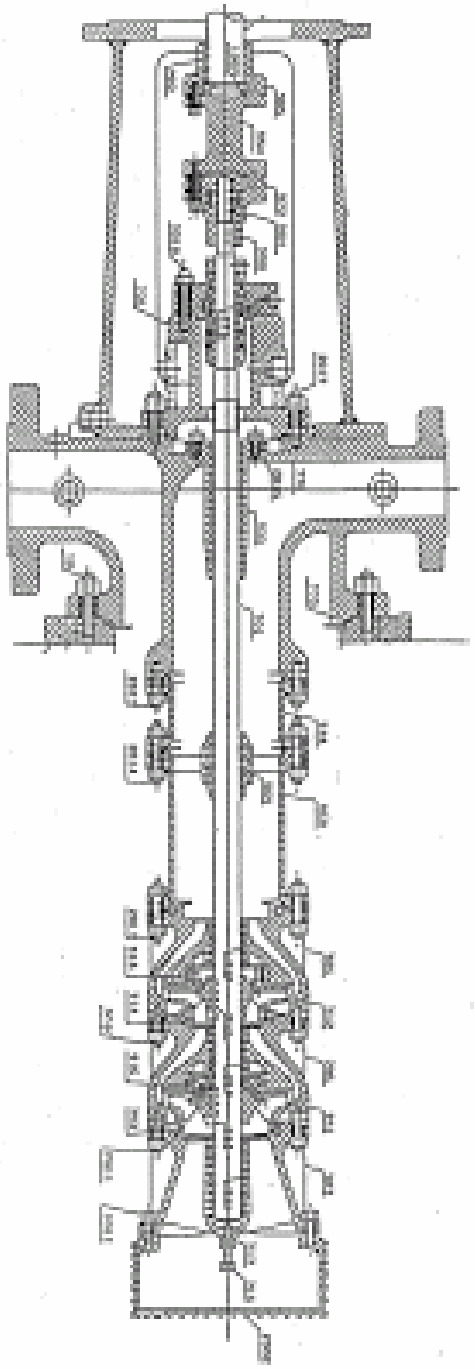
این طرح در تلمبه ها از نظر وضعیت قرار گرفتن محور پمپ های سانتریفوژ بصورت های :

الف – پمپ های افقی

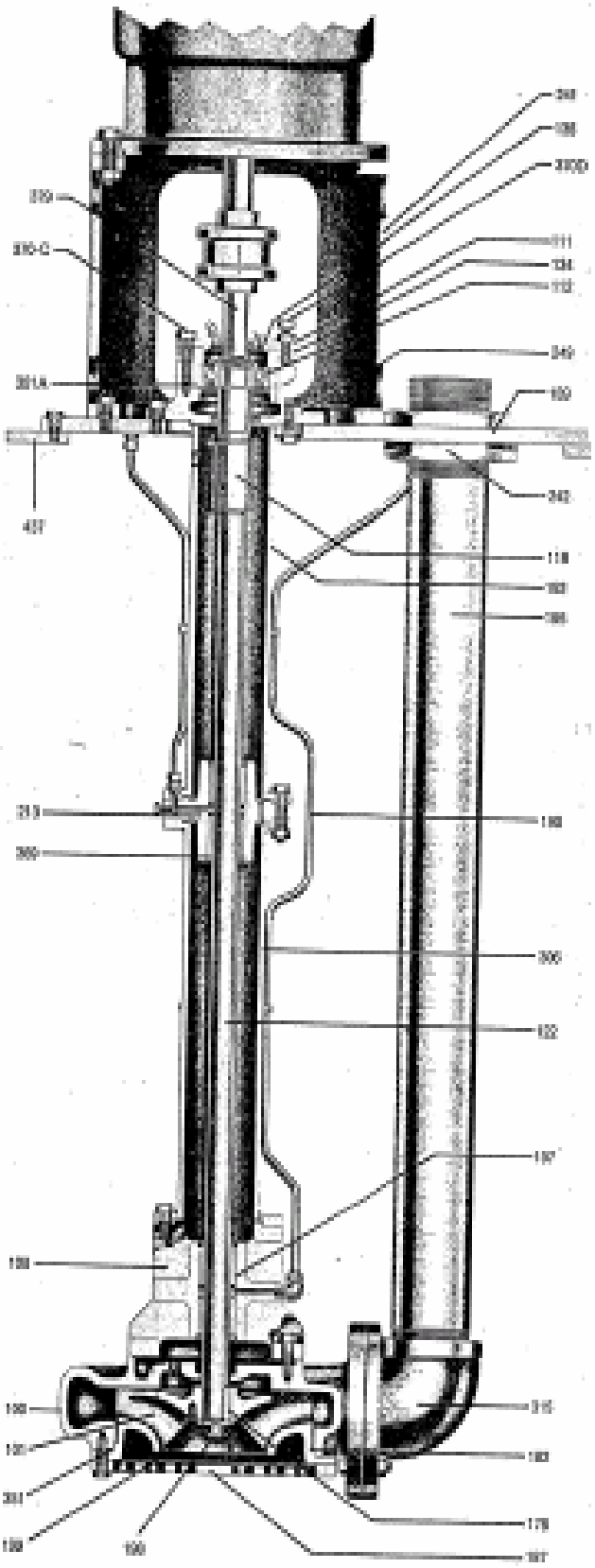
ب – پمپ های قائم

و گاهی پمپ های کج تقسیم بندی می شوند .

بعضی از پمپ ها را باید حتماً بیرون از مایع وبصورت افقی نصب کرد و بوسیله لوله رابطی آنرا به مایع متصل نمودکه غالبا پمپ های کوچک ومتوسط به این صورت طراحی می شوند.



VERTICAL

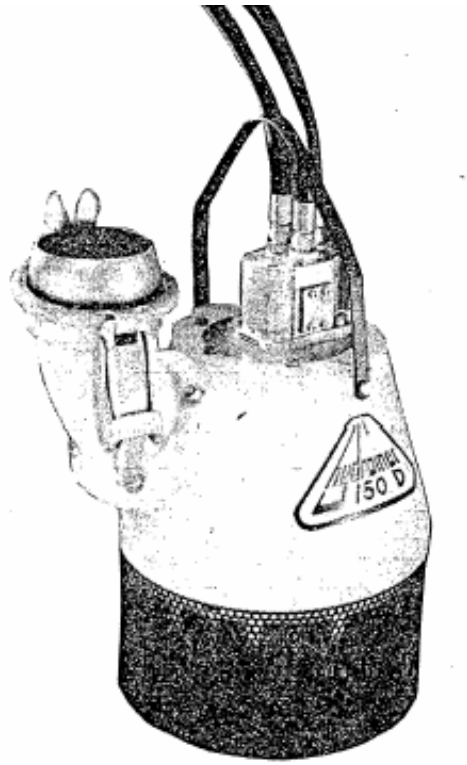


طبقه بندی پمپ ها براساس نوع کاربرد

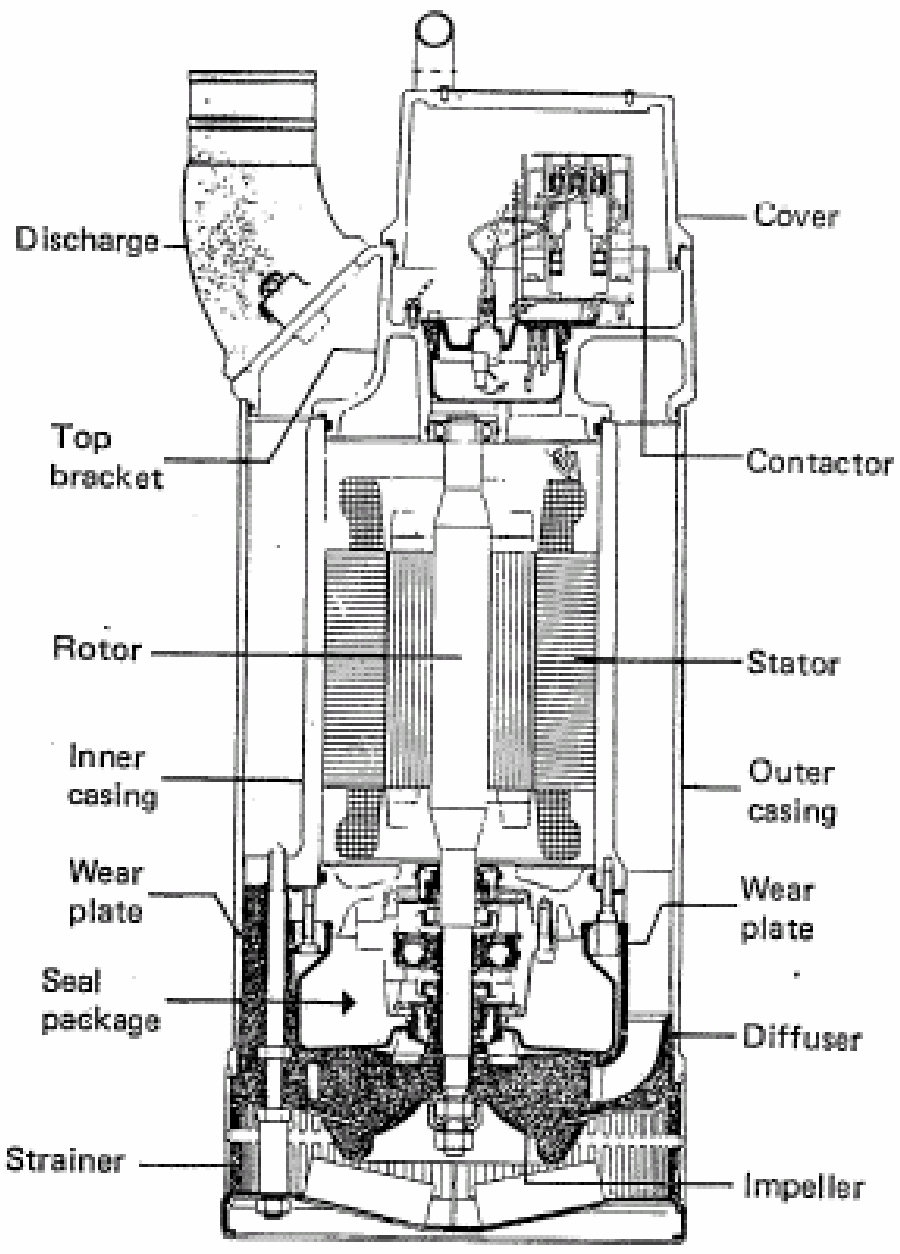
پمپ های شناورخنک شوندهSubmerged Pump

دراین نوع طراحی پمپ با موتور یکپارچه است ودر سرویسهائی بکار می رود که پمپ می تواندر داخل مایع قرار گیرد. ازمزایای این نوع پمپ هاعدم نیازبه محورهای طولانی ، یاطاقانها، محفظه اب بندی و .....وبدون سروصدا کارکردن انهاست. موتورهای با استاتور مرطوب Wet Stator معمولآ در یک اطاقک همراه یک تلمبه دیفیوزری سوار می شوندانواع این پمپ ها حتی تا۱۰۰۰ اسب بخار نیزوجود دارد..در پمپ های با استاتور خشک بایدپمپ دربرابرنفوذمایعات به داخل رتور انها محافظت شودکه درطراحی مدنظرقرارمی گیرد. این پمپ ها برای درجه حرارتهای تا ۶۵۰ درجه فارنهایت و فشارهای تا۲٤۰۰ پوندبراینچ مربع نیز بکار می روند. در این پمپ ها نیازی به آب بندی نیست نشتی خارجی نیز وجود ندارد.البته مایع پمپ شونده ای که در بین سیم پیچهای الکتروموتور رد میشود باید غیر خورنده و صاف وتمیز باشد.

به غیرازاین نوع پمپ ها که به آب بندی نیازی ندارد پمپ های نوع الکترومغناطیسی نیز که فقط مایعات هدایت شونده یامایعاتی که خاصیت هدایت الکتریسیته رادارند پمپاژ میکنند و هیچ قسمت گردنده و متحرکی ندارد نیازی به اب بندی ندارند.



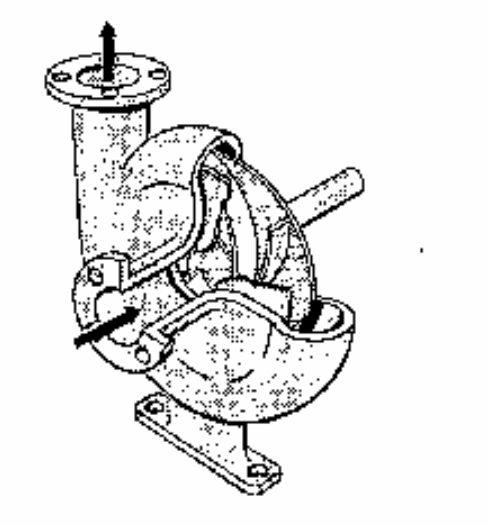
hydraulic submersible pump.



پمپ های دوغابی Slurry Pump

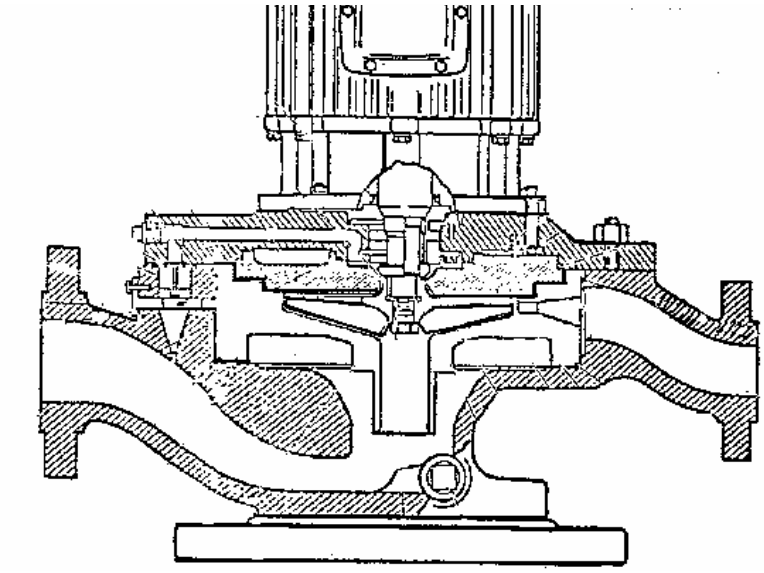
تلمبه دوغابی مواد دوغابی وخورنده، شن، مواد زائد شیمیائی، آشغالهای دستگاه و غیره را پمپاژ میکنـد. ایـن تلمبه ها معمولآ مواد جامد را که بین ۸ تا ٤۰۰ شبکه MesH دارند منتقل می کنند ولی پمپ مخصـوص شـن Sand pump جامدات را نیز منتقل می کنند. بسیاری از پمپ های دوغابی و شنی با پوشش لاسـتیکی سـاخته می شوند.

پروانه استفاده شده روی این نوع پمپ ها ازنوع پروانه های نیمه بازاست ودرصورتی که فاصله بـین پروانـه وبدنه ازحدی بیشترشودباعث کاهش فشاریافلوی پمپ خواهدشد.



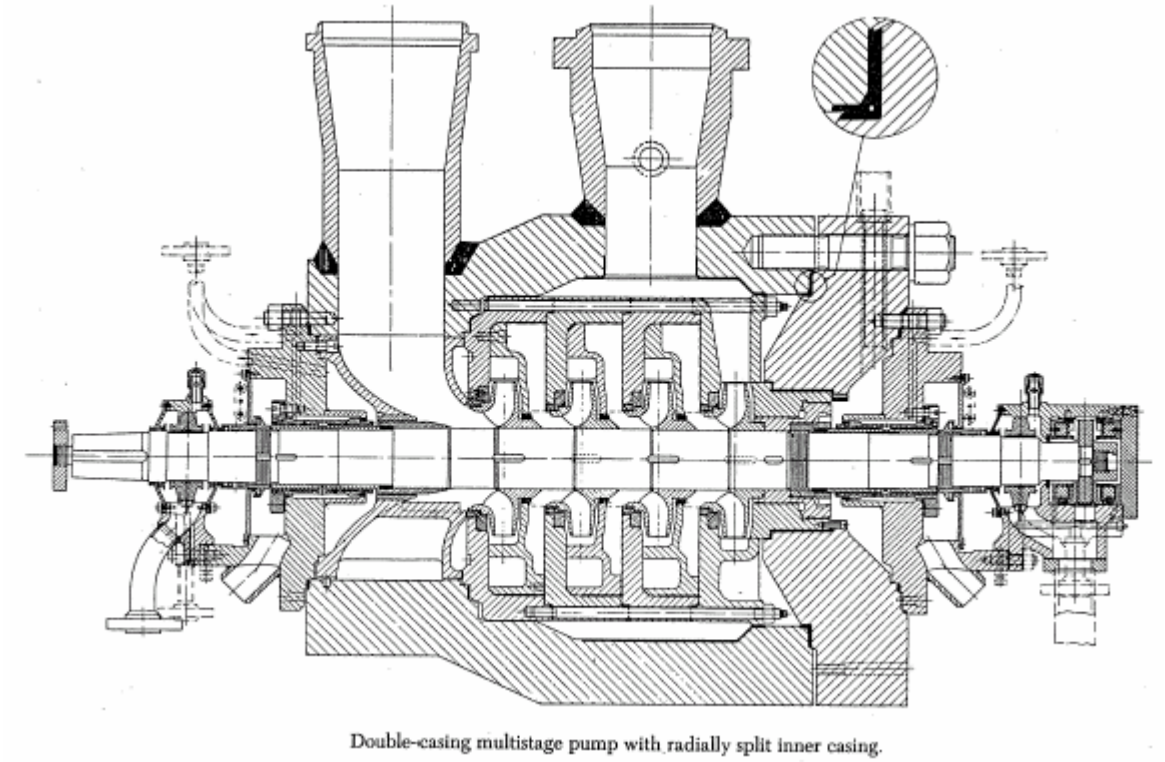
تلمبه با اتصال نزدیک Close-Coupled Pump

این نوع طراحی الکتروموتور وپمپ دارای یک محورمشترکند و برای پمپ وسیستم گرداننده از یاطاقانهای مشترک استفاده می شودبه عبارت دیگرتلمبه و موتور تشکیل یک دستگاه واحد را می دهند ومعمولابدنه پمپ به بدنه موتور(توربین)پیچ می شود و پروانه انها مستقیماً بدون کوپلینگ روی محور سوار می شود به همین دلیل نیازی به کوپلینگ ندارند و نهایتا نیازی بهAlignment نیست . این تلمبه ها در هر وضعیتی کار میکنند (البته در صورت امکان محرک نباید زیر تلمبه باشد) و در هر زاویه ای نصب شوندو از نظر لوله کشی و نصب کاملاً اقتصادی ومقرون به صرفه اند.پمپ های اصلی سیستم های روغنکاری وپمپ های گریزازمرکز سایز های کوچک ازاین نوع می باشند. این پمپ ها غالبا بصورت یک مرحله ای و ازنوع Over Hung بکارمی روند.



پمپ های نوع بشگه ای Barrel Type Pump

این پمپ ها معمولا به عنوان پمپ های تغذیه دیگهای بخار، پمپاژ نفت داغ و به عنوان پمپ های خوراک واحدهای عملیاتی دراکثر پالایشگاه مورداستفاده قرارمی گیرند. درکاربردهائی که درجه حرارت و فشار مایع پمپ شونده بالا باشد نیاز به ساخت پمپ هائی باضخامت بدنه زیاداست که علاوه برهزینه های بالای ساخت اندازه ووزن پمپ نیزخیلی بزرگ می شود(به دلیل زیادشئن ضخامت بدنه پمپ)که می تواندباعث مسائل ومشکلات زیادی شودازاین رودراینگونه مواردازپمپ های نوع بشگه ای استفاده می شود.



Double-casing multistage pump with radially split inner casing.

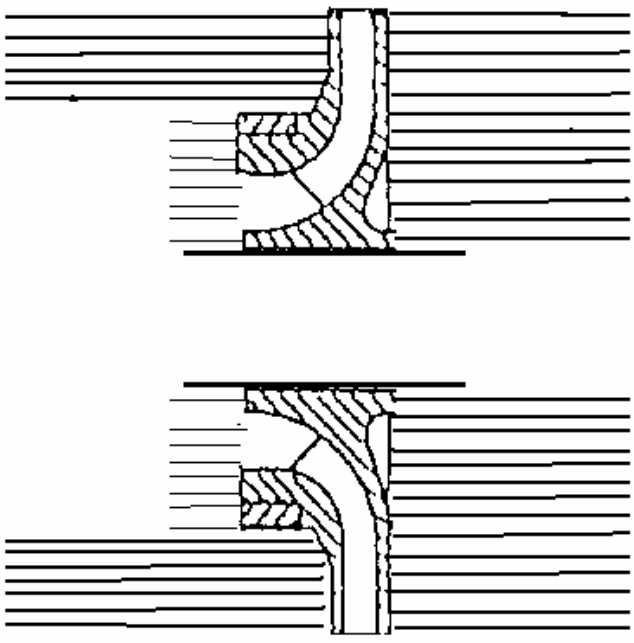
دراین نوع طراحی ، بدنه بیرونی به شکل بشگه یا استوانه ای شکل بوده و نازلهای ورودی و خروجی و پایه های پمپ که در خط مرکزی آن قرار دارند ، بصورت یکپارچه با آن ریخته می شود. بدنه داخلی Inner Case که خود میتواند یا بصورت Radially Split یا بصورت Axially Split باشدورتوردران قراردارددر داخل بشگه ای قرار می گیرد.باقراردادن یک پله درداخل استوانه داخلی که با یک عدد اورینگ نسبت به بدنه اب بندی می شود قسمت های فشاربالا وفشارپایین محفظه پمپ ازیکدیگرجدامی شوندو فضای بین جداره بیرونی بدنه داخلی وقسمت داخلی استوانه با مایع فشاربالا(فشار آخرین مرحله پمپ)درتماس است از این رو اختلاف فشار داخل و خارج بدنه، داخلی خیلی زیاد نمی شود. ونتیجتا نیازبه ساخت بدنه باضخامت زیادکه باعث افزایش هزینه و.....نیست .وقسمتی ازپمپ که تحت اختلاف فشارزیادکارمی کند استوانه خارجی است که چون بصورت یکنواخت است وپیچ وخم ها وکانال های بین مرحله ای رانداردخیلی راحت ترساخته می شود ودر زمان بازرسی وتعمیرات می توان به راحتی بدنه ، داخلی را از داخل بدنه بیرونی بیرون کشید .

تلمبه با پوشش لاستیکی Rubber-Lined pump

در تلمبه هائی که شن یا مواد دوغابی و مایعات دارای مواد جامد راپمپاژمیکنند تمام قسمتهایی که با جریان شن و آب در تماس هستند را با لاستیک نرم می پوشانند که این کارباعث می شود مایعات خورنده روی قسمتهای فلزی پمپ اثر نگذارد. مقدار کمی مایع تمیزو صاف با فشار کافی(ازیک فشاربالاترگرفته می شود)و دردو طرف ان وارد می شودکه علاوه براین که کارفلشینگ روی پکینگ ها یامکانیکال سیل راانجام دهدباعث می گردد این نوع پمپ ها نسبت به پمپ های پروانه ای هد بیشتری تولید کنند.

نیروهای هیدرولیکی محوریAxial Thrust Force

نیروی هیدرولیکی محوری اعمال شده روی پروانه عبارتست از مجموع نیروهای غیر متوازن اعمال شده در جهت محوری روی پروانه (به دلیل اختلاف فشاری که دردوطرف سطح چشمه پروانه که یک طرف ان درمعرض فشارورودی وطرف دیگران درمعرض فشاربالای خروجی قراردارد)بوجودمی ایدوباعث اعمال یک نیروی محوری روی پروانه ونهایتا محورازطرف خروجی پمپ بطرف ورودی ان می شودکه بخصوص روی پمپ های چند مرحله ای یا پمپ های فشاربالا این نیروی قابل ملاحظه ای است ونیازبه یاتاقان های بسیارسنگینی راطلب می کند.برای کاهش این نیروها روی یاتاقان ها وافزایش طول عمریاتاقان ها این نیروها بایدکنترل وخنثی شوند هرچند که امروزه یاتاقانهای تراست Thrust Bearing قابل اطمینانی ساخته شده و در دسترس می باشندولی درطراحی اولیه پمپ بایدترتیبی برای خنثی نمودن انها داده شود .

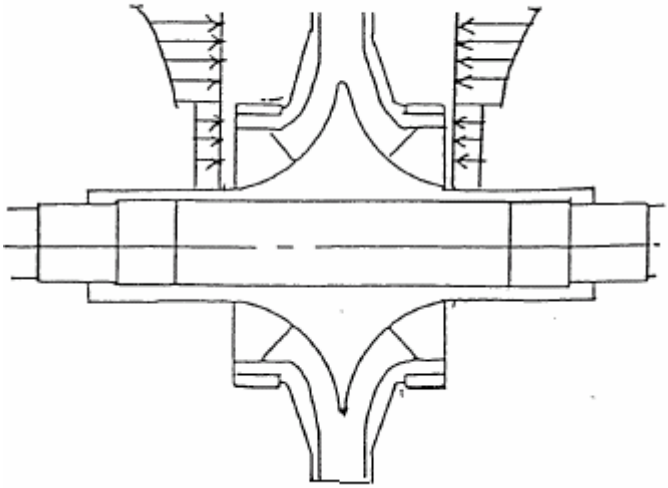


باتوجه به اهمیت موضوع ومسائل ومشکلاتی که دراین زمینه وجوددارد ذیـلا بـه روش هـای کنتـرل وخنثـی نمودن این نیروهاروی پروانه های مختلف اشاره می گردد.

خنثی کردن نیروی محوری در پروانه با دو ورودی

از نظر تئوری یک پروانه با دو ورودیDouble Suction Impeller ازلحاظ نیروی محوری کاملابالانس است زیرا به دلیل متقارن بودن پروانه فشارهای هیدرولیکی اعمال شده در دو طرف پروانه از نظر تئـوری برابـر است ونیازی به نصب تجهیزات اضافی برای بالانس انهانمی باشد.

Double Suction Impeller



ولی در عمل ممکن است این موازنهٔ نیروها به دلائل زیر عملی نباشد:

۱-مجاری ورودی منتهی به ورودی های دوطرف پروانه ممکن است جریانهای یکنواخـت و یکسـانی را در دو طرف فراهم نکنند(ایجادجریان های چرخشی وتوربولانس وافت فشار) .

۲-عوامل بیرونی مثل وجود یک زانوئی خیلی نزدیک به نازل ورودی پمپ ممکن است جریانهای غیر مساوی برای دو چشمه ورودی پروانه ایجاد کنند .

۳- ممکن است سطح مقطع مسیرهای ورود مایع در دو طرف متقارن نباشد و یا پروانـه درسـت در مرکـز قرار نگرفته باشد .

٤-نشتی های نابرابر از طریق رینگ های فرسایشی Wearing Rings در دو طرف پروانه به دلیـل نامسـاوی بودن کلرنس های انها.

که ترکیب عوامل فوق می توانند به عدم توازن نیروهای محوری پروانه دومکشه نیزمنجر شـود.لـذا بـدین دلیل برای جبران این عدم توازن تمامی پمپ های گریز از مرکز باید به یاتاقان تراست مجهز باشند .

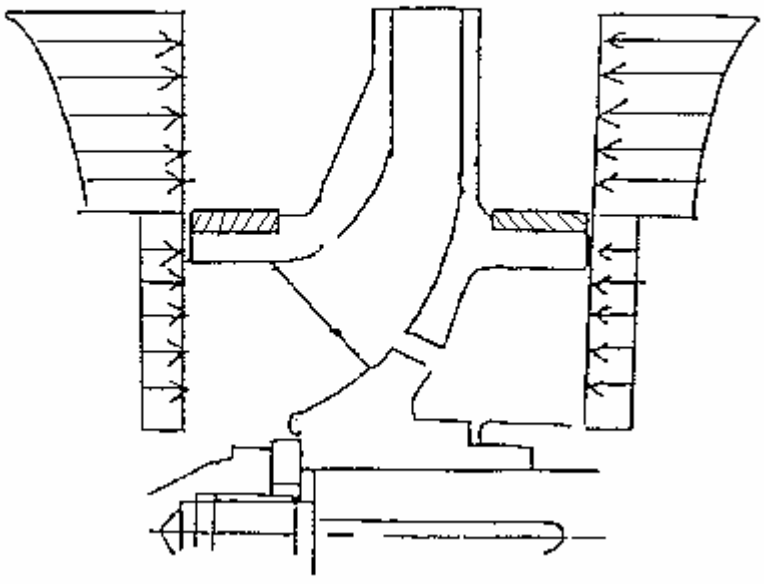
خنثی کردن نیروی محوری در یک پروانه بسته با یک چشمه ورودی

برای خنثی کردن نیروهای محوری در پروانه های با یک چشمه ورودی می توان از رینگ های فرسایشـی بـا قطر مساوی رینگ فرسایشی چشمه پروانه درقسمت پشت پروانه استفاده نمود و با ایجاد سـوراخ هـایی در پروانهBalance Holes ، فشارپشت پروانه رابافشار ورودی پمپ(فشارجلوی پروانه) در فضـای قطـر داخلـی چشمه پروانه متعادل نمود.

مایع نشت شده ای که ازقسمت فشاربالای پمپ ازبین رینگ فرسایشی پشت پروانه به پشت پروانه وارد می شود از طریق سوراخ ها ی بالانس کننـده مجددابـه چشـمه ورودی پمـپ منتقـل مـی شـودوباعث بـالانس ویکنواخت شدن فشاردوطرف ونهایتاخنثی شدن نیروی محوری می گردد.

در پمپ های یک مرحله ای بزرگ که دارای پروانه با یک چشمه ورودی هسـتند ایـن سـوراخ هـای موازنـه کننده Balancing Holes باعث ایجاد جریان برگشتی در خلاف جهت جریان ورودی پروانه می شود و ایجاد آشفتگی توربولانس و مزاحمت می کنند از این رو به جای سوراخ نمودن پروانه از یک لوله رابط در بیـرون پمپ جهت انتقال جریان نشت شده ازرینگ پشت پروانه به قسمت ورودی پمپ استفاده می شود که به ایـن لوله مسیربالانس کننده Balancing Lineگفته می شود.

Balance Hole



تعدادوقطرسوراخ هائی که لازم است روی سطح پروانه ایجاد شودتا بتواندفشارهای طرفین پروانه رامتعادل کند بستگی به قطرچشمه پروانه ,کلرنس های رینگ های فرسایشی ونوع مایع پمپ شونده(لزجت) داردوبایدطوری درنظرگرفته شود که مجموع سطح مقطع کلیه سوراخ هاBalancing Holes تقریبا حدود پنجاه درصد بیشترازسطح مقطع فاصله بین رینگ های فرسایشی ثابت ومتحرک چشمه پروانه باشدکه علاوه برجبران افت فشارقادرباشد وقتی درحین کارکلرنس هاافزایش پیدامی کند مایع نشت شده به پشت پروانه راخارج کنددرغیراین صورت فشارپشت پروانه افزایش پیدامی کند وباعث اعمال نیروی محوری زیادبه پروانه ومحورمی شودوباعث خرابی یاتاقان های تراست می شود.

بطورمثال اگر قطرخارجی رینگ پروانه هشت اینچ باشد وکلرنس رینگ ها بیست هزارم اینچ باشد نیازبه شش سوراخ به قطرحدودیک چهارم اینچ است.

لازم به توضیح است که اگرتعداد سوراخ هایا قطرانهاکمترازحدمطلوب باشدومایع پمپ شونده هم مایع لزجی باشد مایع نمی تواندبراحتی ازسوراخ های ایجادشده روی پروانه عبورکندوباعث افت فشاردرتخلیه مایع ازپشت پروانه و بالارفتن فشارپشت پروانه می شودوباعث ایجادنیروی محوری وانتقال ان روی محورو یاتاقان ها وخرابی های زودرس انها می شودکه لازم است تغییراتی روی سایزاین سوراخ ها داده شود.

البته لازم به توضیح است که درپمپ های نوع Over Hungکه فشارورودی انها پایین است(بطورمثال پمپ های اب کندانس که درشرایط خلا کارمی کنند) فشارپشت پروانه همان فشاراستافینگ باکس(فشاری که سیستم اب بندی باید اب بندی کند) ونهایتا معادل فشارورودی پمپ خواهد بودبه عبارت دیگرفشارداخل محفظه اب بندی کمترازفشارجومی شودکه همین باعث تبخیرمایع درداخل استافینگ باکس خواهدشد. همچنین درپمپ هائی که درجه حرارت مایع پمپ شونده بالاست برای جلوگیری ازتبخیرشدن مایع درمحفظه اب بندی که باعث خشک کارکردن سطوح اب بندی مکانیکال سیل وتبخیرشدن مایع بین سطوح وبالارفتن فشازبین انها ونهایتا جداشدن سطوح اب بندی از همدیگر و برخورد شدید انهابایکدیگر وخرابی زودرس ونشتی مکانیکال سیل می شودالزاما نباید فشارپشت پروانه را(که همان فشارمحفظه اب بندی پمپ است)بافشارجلوی ان(فشارورودی)برابرنمود وحتمابایدقطرسوراخ های بالانس لاین طوری باشد(برخلاف حالت قبل بایدقطرسوراخ ها کمترشود)که فشارپشت پروانه تاحدمطلوبی بالاباشد.ازاین رودراین نوع پمپ ها برای بالابردن فشارمحفظه اب بندی و جلوگیری ازتبخیرشدن مایع قطر سوراخ های روی پروانه Balance

Holeراکمترمی کنندکه این کارباعث اختلاف فشاربین دوطرف پروانه می شودودرعوض نیروهای محوری رابا استفاده ازتراست برینگ های قوی تریا نحوه ارایش قرارگرفتن پروانه ها روی محورجبران می نمایند.

گاها نیزدربعضی از پمپ های Over Hungبجای دوعددبال برینگ تراست نوع تماس زاویه ای از سه عددبال برینگ استفاده می شود که یکی ازانهانیروهای تراست یک طرف ودوعددیگرانهانیروهای تراست طرف مقابل راکنترل می کنند.و درهنگام نصب باید دقت شوددوعددبال برینگی که باید پشت سرهم قرارگیرنددرجهت مناسب نصب شونددرغیراین صورت بالا رفتن نیروهای محوری باعث حرکت محورونهایتانشتی وخرابی زودرس مکانیکال سیل می شود.

همچنین مایع سیل فلش خنکی که روی مکانیکال سیل تزریق می شودعلاوه برخنک نمودن سطوح اب بندی مکانیکال سیل باعث بالابردن محفظه استافینگ باکس نیز می شودتاازتبخیرمایع و.....جلوگیری کندودرصورتی که قطرسوراخ های تعبیه شده روی پروانه به هردلیلی افزایش پیداکند(خوردگی سایش و.....)باعث راحت ترتخلیه شدن مایع داخل محفظه اب بندی وکاهش فشار ان شده وبرای بالا نگه داشتن فشارمحفظه اب بندی نیازبه تزریق بیشترمایع سیل فلش است که ازلحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست وبایدبررسی های لازم روی سوراخ ها ورساندن قطرانها به اندازه مطلوب اقدام کرد.

نیروی محوری در پمپ های Over Hung

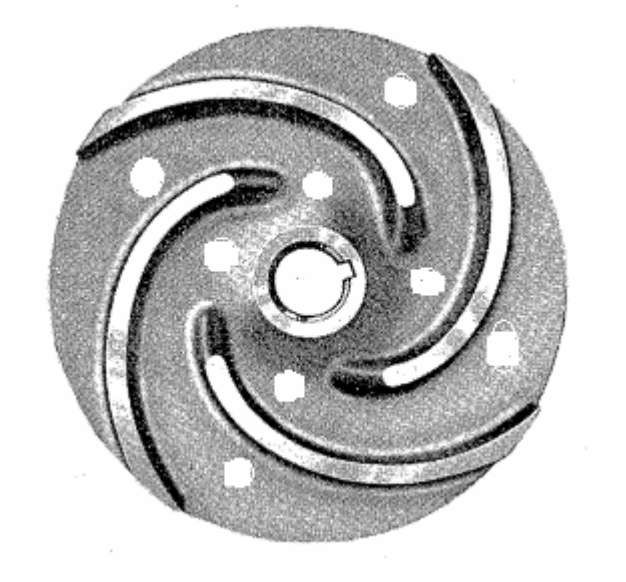
نیروی محوری مؤثر روی یک پروانه Over Hung با یک جعبه آب بندی بطور کاملاً مشخصی با فشار ورودی پمپ در رابطه است. این نیروها تا زمانی که فشار ورودی پمپ کمتر از فشار جو است در جهت ورود مایع به پروانه عمل میکنند و زمانی که فشار ورودی پمپ از فشار جو بیشتر شود در جهت عکس عمل خواهند کرد. موقعی که یک پمپ با یک پروانه Over Hung دارای یک ارتفاع مکش معین است(پمپ درشرایط طراحی کارمی کند) این نیروهای اضافی بسیار اندک است. ولی موقعی که پمپ تحت شرایط متفاوتی (از نظر محدودهٔ فشار ورودی) کارمی کند یاتاقان تر است آن باید قادر باشد که نیروهای محوری متغیر را در دو جهت تحمل وکنترل نماید .

روش مقابله وخنثی کذدن نیروهای محوری درپمپ های کوچک که فشارانهاپایین است توسط بال برینگ ها انجام می شودو درپمپ های بزرگ بانصب رینگ پشت پروانه وسوراخ کردن پروانه انجام می شود که توضیحات ان قبلا داده شد.

حسن این روش دراین است که علاوه برخنثی شدن نیروی محوری فشارمحفظه اب بندی یافشارروی مکانیکال سیل یا پکینگ نیزکاهش پیدامی کندیعنی سیستم اب بندی فشارورودی پمپ رااب بندی می کندکه این خودباعث افزایش طول عمرمکانیکال سیل می شود.

خنثی کردن نیروی محوری پروانه نیمه باز

روش خنثی کردن یا کاهش نیروی محوری در پروانه های نیمه باز سوراخ نمودن پروانه است تابانفوذ مـایع به پشت پروانه فشاردوطرف سطح پروانه یکسان شود .به دلیل این که ایـن پروانـه هـا بـرای پمپـاژ سـیالات رسوبی استفاده می شوند گاها پره های خاصی نیزدر پشت پروانـه (روی دیـواره پشـتی پروانـه) نصـب مـی شوند که اصطلاحا Out Vane نامیده می شوند و نقش انها کاهش دادن فشار در پشت پروانه است بـه ایـن ترتیب که در موقع دوران،این پره ها بصورت یک پمپ عمل کرده ، یعنی مایع را از قسمت هـای Hub پشـت پروانه به اطراف قطر بیرونی آن حرکت می دهند.و با این عمل علاوه بر کاهش فشار در پشت پروانه فضای بین پشت پروانه و بدنه پمپ را عاری از وجود ذرات خارجی می کنند



نیروی محوری در پروانه های جریان مختلط و جریان محوری

نیروهای محوری در پروانه پمپ های جریان شعاعی در اثـراختلاف فشـار ورودی وخروجـی روی دوطـرف پروانه بوجود می آید ولی چون پروانه های پمپ های جریان محوری دارای دیواره نیستند و نیروی محوری ایجاد شده ناشی از تأثیر اختلاف فشار روی سطوح دو طرف پره های آنها اعمال می شود وهمچنین به دلیـل اینکه این پمپ ها برای انتقال حجم زیادی ازمایع بـا فشـارهای پـایین مورداسـتفاذه قرارمـی گیرندمقـداراین نیروها خیلی زیادنبوده ومعمولااین نیروها همراه با نیروی وزن محورومتعلقـات ان(درپمـپ هـای عمـودی) یابااستفاده ازتراست برینگ ها (بال برینگ های کف گرد)که روی خودپمپ تعبیه شده یاازطریق یاتاقان هـای تراست الکتروموتور خنثی می شوند.

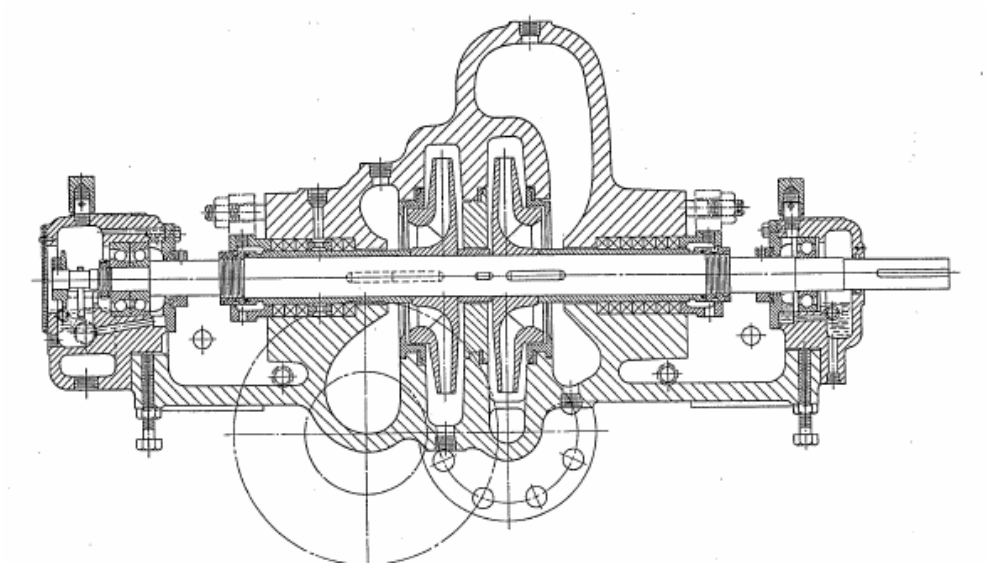
در پمپ های باپروانه های جریان مختلط ، نیروی محوری ترکیبی از نیروهای ناشی از تأثیر پره ها بـر مـایع پمپ و نیروی ایجاد شده در اثر اختلاف فشار اعمال شده روی سطوح دوطرف چشمه پروانه است کـه غالبـا جهت تقلیل نیروی محوری مثل پمپ های جریان شعاعی از رینگ های فرسایشی در پشت پروانه ها اسـتفاده می شودو فضای داخلی رینگ فرسایشی پشت یا سوراخ هائی باقسمث ورودی پمپ مرتبط می شود و یـا بـه توسط یک لوله Balance Line به ورودی پمپ متصل می شود. صرف نظر از پمپ های بـزرگ و بعضـی از مصارف خاص حداکثر نیروی محوری تولید شده در پمپ های جریان مختلط و جریان محوری چنـدان زیـاد نیست زیرا هد (فشارخروجی) این گونه پمپ ها نسبتاً کم است .

خنثی کردن نیروهای محوری در پمپ های چند مرحله ای

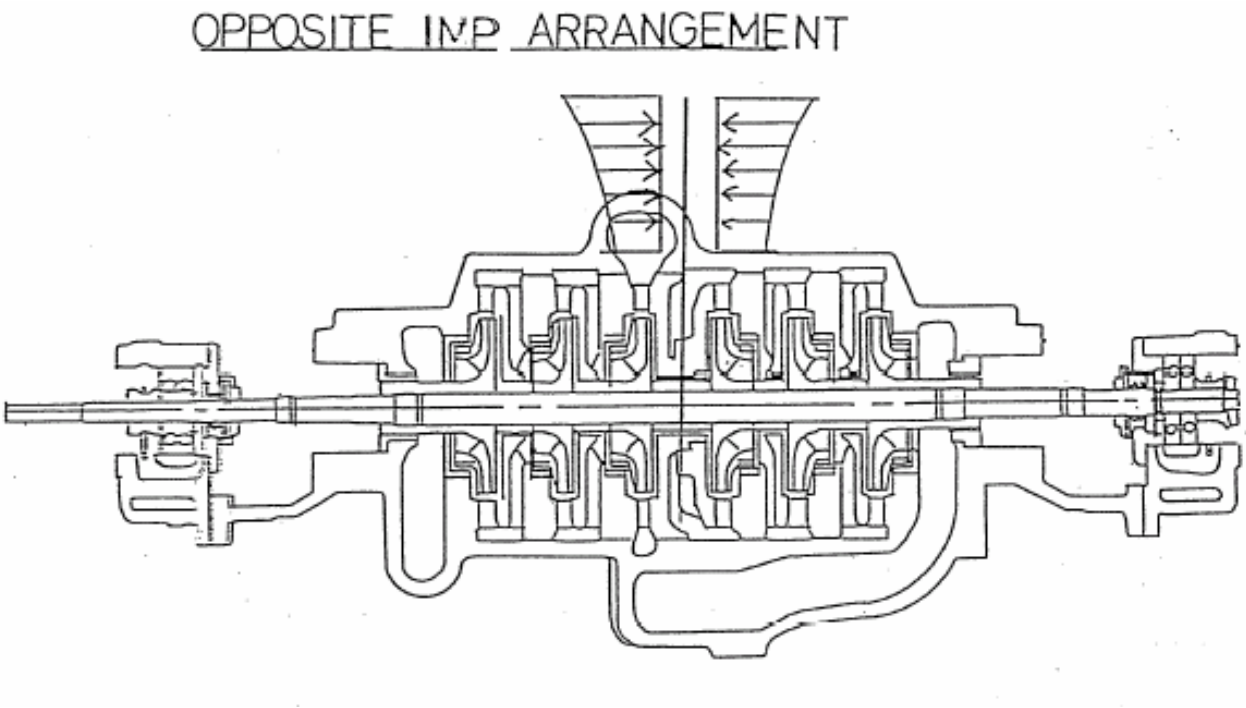
برای راحت ترکردن طراحی مسیرهای بین مرحله ای وکاهش دادن هزینه های ساخت در بیشتر پمـپ هـای چند مرحله ای گاهاغیرازپروانه مرحله اول که معمولا پروانه ای بادوراهگـاه یـا مسـیرورودی اسـت Double Suction دربقیه مراحل پمپ از پروانه هائی با یک مسیرورودی استفاده می شود.

نصب پروانه های پمپ های چند مرحله ای مطابق یکی از حالات زیر است :

۱- درپمپ های دومرحله ای اگرهمه پروانه های استفاده با دوچشمه ورودی استفاده شـود بطوراتوماتیـک شرایط بالانس برقراراست درغیراین صورت با پشت به پشت یارودرروی همـدیگرقراردادن پروانـه هـا وتغییرقطرهائی که روی چشمه های پروانه هاداده می شود(به دلیـل متفـاوت بـودن فشـارهای ورودی مراحل مختلف)امکان بالانس نیروهای محوری فراهم می شود.



۲- درطراحی نوع دیگرتعدادی از پروانه ها در یک جهت(چشمه پروانه) وبقیه دیگر در جهت مخالف روی محور نصب می شوند به این ترتیب نیروی محوری ایجاد شده روی محوردر دو طرف موازنه و خنثی می شوند(جمع جبری) ترتیب قرار گرفتن پروانه هابصورت متقابل به Opposed Impellers مرسوم است.



دربعضی دیگر ازطراحی ها پمپ های چندمرحله ای چشمه ورودی تمامی پروانه ها (همه مراحل پمپ) در یک جهت و به ترتیب افزایش فشار روی محور سوار می شوندو مجموع نیروی محوری ایجاد شده توسط

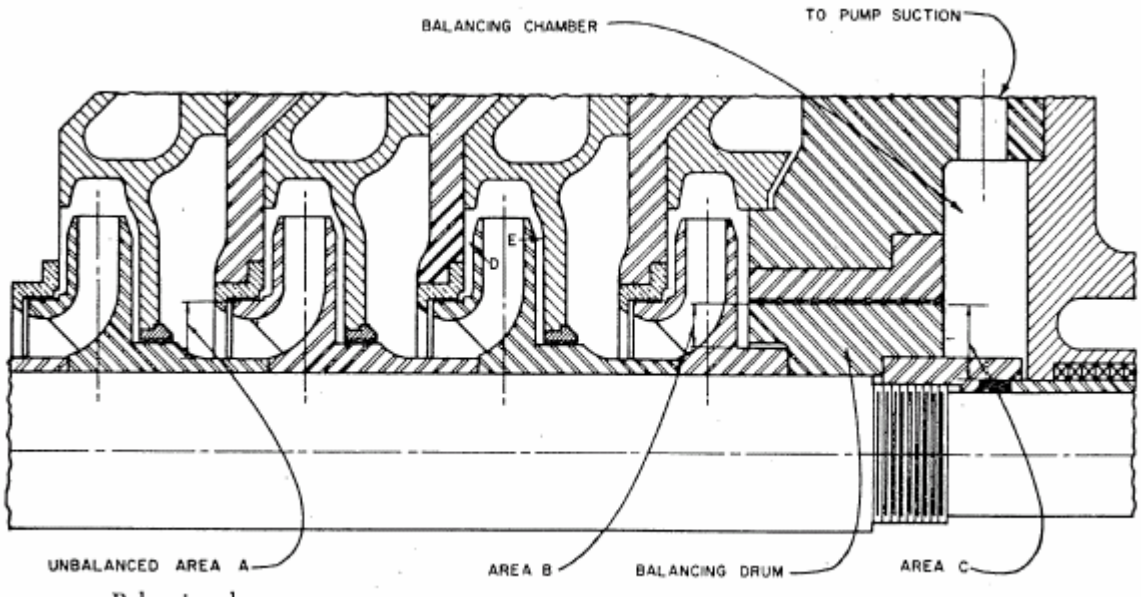
پروانه ها که شامل مجموع کلی تک تک نیروهـای محـوری پروانـه هااسـت ازطریـق مکـانیزم هـای موازنـه هیدرولیکی خنثی می گرددکه به شرح ان پرداخته می شود .

مکانیزم بالانس هیدرولیکی Hydrulic Balancing Device

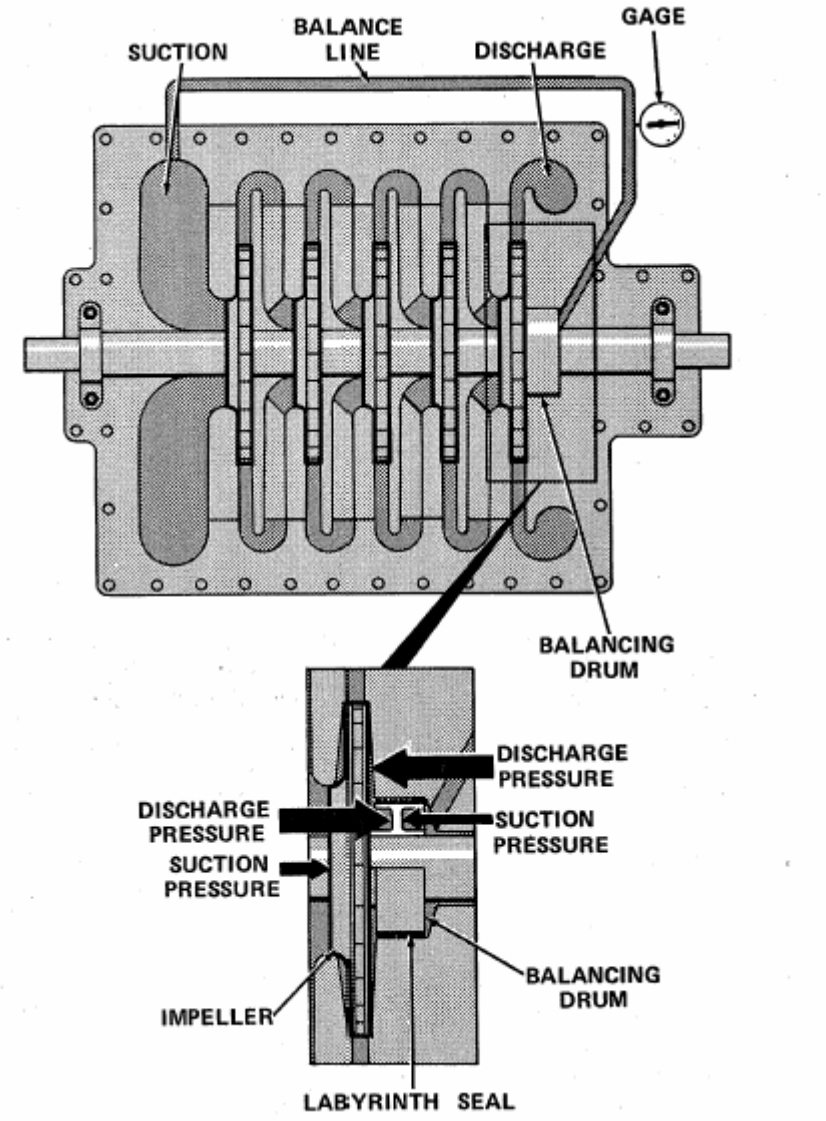
در پمپ های چند مرحله ای که در آن تمام پروانه ها با یک ورودی در یک جهت روی محور نصب شده اند نیروی محوری ایجاد شده برابر با مجموع نیروی محوری تولید شده توسط تک تـک پروانـه هـا اسـت . بـه منظور موازنه نیروهای محوری و کاهش فشار جعبه آب بندی نزدیـک بـه آخـرین پروانـه از سیسـتم هـای بـالانس هیـدرولیکی خاصـی مثـل Balancing Drum Piston یـا Balancing Disk و یـا ترکیبـی از ایـن دو استفاده می شودکه ذیلا به شرح ساختمان واصول کارانهاپرداخته می شود.

بالانس پیستون یاBalancing Drum

محفظه بالانس که در پشت آخرین پروانه پمپ قرار دارد توسط Drum یـا پیسـتون از قسـمت هـای داخلـی پمپ جدا می شودو خود Drum روی محور نصب است و همراه با آن مـی چرخـد . بـین Drum و قسـمت ثابت مکانیزم بالانس که Balancing Drum Head نامیده می شود و به بدنه پمـپ محکـم مـی گـردد لقـی شعاعی کمی وجود دارد وبرای متعادل کردن نیروهای محوری محفظه بالانس توسط یک لولـه Balancing Line به قسمت ورودی پمپ متصل می گردد . از این رو فشار داخل محفظه بالانسینگ درام به انـدازه ای از فشار ورودی پمپ بیشتر می شود تا بتواند بر افت فشار ناشی از اصطکاک لوله ارتباطی تا ورودی پمپ غلبـه کند.



Balancing drum.



میزان نشتی مایع از بین Drum و Drum Head تابع اختلاف فشار دو طرف Drum و مقدار لقـی بـین آن دو است . نیروهای اعمال شده بر بالانسینگ درام عبارتند از :

۱-نیروی ناشی از حاصلضرب فشار خروجی و سطح جلوئی Drum که به طرف خروجی (بطرف چپ)می باشد.

۲-نیروی حاصل از حاصل ضرب فشار پشت درام یا Suction Pressure و سطح مؤثر پشت آن که در جهت ورودی پمپ اثر(بطرف راست).

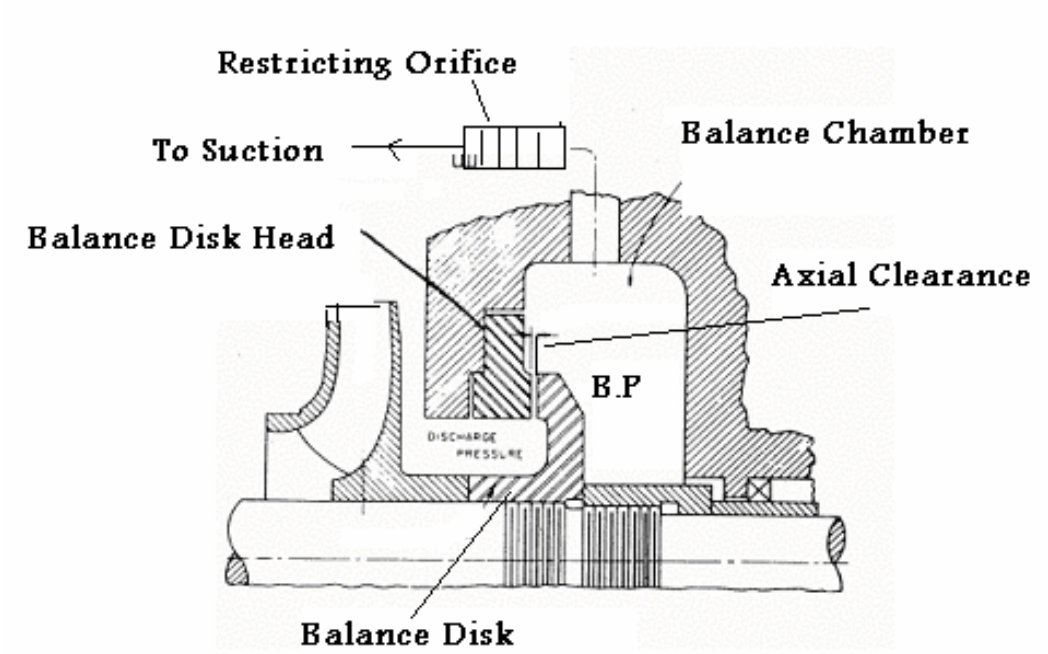
نیروی اول از نیروی دوم بیشتراست و در نتیجه نیروی محوری پروانه های با یک ورودی را که جهتشان برخلاف جهت نیروی ناشی ازبالانس پیستون است راموازنه می کند . قطر Drum متناسب با قابلیت تحمل نیرو توسط یاتاقال تراست است و طوری انتخاب می شود که نیروی محوری را بطور کامل یا ۹۰-۹۵ درصد بالانس کند .

Balancing Drumعلاوه بر موازنه نیروی محوری فشار جعبه آب بندی طرف فشاربالای پمپ (فشار خروجی) راهم تقلیل می دهد ولی باید توجه داشت که Drum نمی تواند بطور اتوماتیک هرگونه تغییری که دراثر ویژگیهای عکس العملی پروانه ها می شود را بطوراتوماتیک خنثی نماید بدین معنی که اگردرحالتی نیروی محوری و نیروی اعمال شده بر درام نامساوی شود رتور پمپ تمایل دارد در جهت نیروی بیشتر حرکت کند در این حالت یاتاقان تراست باید جلوی حرکت آن را بگیرد و تا زمانی که نیروهای محوری و نیروی اعمال شده بر Balancing Drum موازنه شود نمی تواندرتوررا به جای اول خود بازگرداند.درصورتی که لقی یا کلرنس بین Drum و Drum Headازحدمجازافزایش پیداکندباعث نفوذبیشترمایع به پشت Drum می شودوباعث افزایش فشاردرپشت درام می شود که علاوه بر از کار انداختن این مکانیزم باعث ایجادنیروی محوری وافزایش باریاتاقان هامی شودومی تواندباعث بالارفتن فشار محفظه اب بندی وبحرانی شدن شرایط مکانیکال سیل وعدم تزریق مایع سیل فلش روی مکانیکال سیل وهمچنین باعث راکدماندن مایع درمحفظه اب بندی وبالارفتن دما ی ان شودکه منجربه نشتی یاخرابی زودرس مکانیکال سیل خواهد شد.

معمولا برای جلوگیری ازاین مسائل که برای دستگاه های بزرگ ازاهمیت بیشتری برخورداراست بانصب پیک اپ هائی که حرکت های محوری رااندازه گیری می کنندرانتهای محورحرکت های محورتحت نظرگرفته می شودودرصورتی که رتوردرجهت محوری حرکت کندبا عث تحریک سیستم های الارم یا ازسرویس خارج نمودن دستگاه می شود.

دیسک موازنه Balancing Disk

این دیسک ها نیزروی محور پمپ نصب می شوند و همراه با آن می چرخند لقی محوری کمی بین دیسک و قسمت ثابت مقابل آن Disk Head که به بدنه محکم شده است وجود دارد . نشتی مایع از طریق این لقی محوری به داخل محفظه بالانس Balancing Chamber راه یافته و از آنجا توسط لوله ای به ورودی پمپ منتقل می شود . پشت بالانس دیسک تحت تأثیر فشار محفظه بالانس (که کمی بیش از فشار ورودی پمپ است) بوده در حالی که سطح جلوی دیسک تحت تأثیر فشاری با دامنه متغیر است و فشار حداکثر در مناطق قطر کوچک دیسک برابر با فشار خروجی و فشار حداقل در مناطق قطر بزرگ دیسک برابر با فشار پشت دیسک اثر می کند.



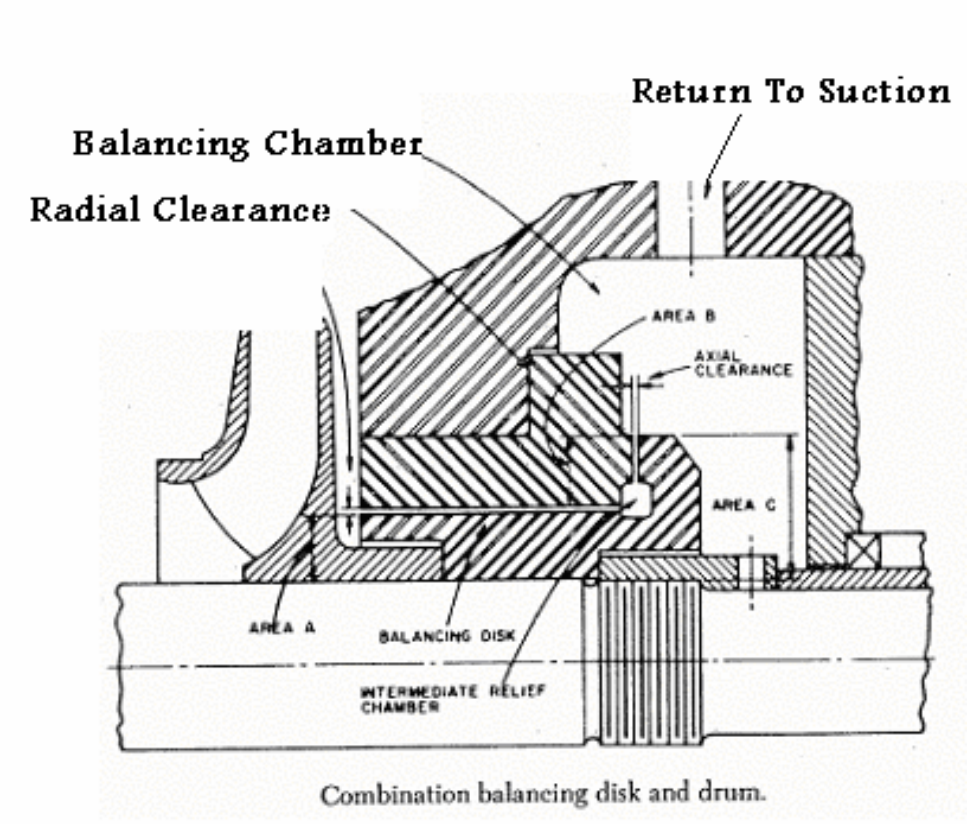
قطرها ی کوچک و بزرگ (داخلی و بیرونی) دیسک طوری انتخاب می شوند که اختلاف نیروی اعمال شده در دو طرف دیسک برای موازنه نیروی محوری ایجاد شده توسط پروانه ها کافی باشد . اگر نیروی محوری ناشی از پروانه ها از نیروی محوری اعمال شده روی دیسک بیشتر باشد رتور درجهت کم شدن لقی محوری بین دیسک و Disk Head حرکت کرده و در نتیجه مقدار نشتی ازبین انها کم می شود . این کار سبب تقلیل فشار پشت دیسک می شود که خود باعث افزایش اختلاف فشار دو طرف ان شده و در نهایت منجر به حرکت رتور در جهت خلاف یعنی در جهت افزایش لقی محوری بین دیسک و Disk Head می شود به این ترتیب دوباره فشار در پشت دیسک افزایش پیدامی کند و اختلاف فشار در شرایط جدید رتور را در جهت کاهش لقی محوری می راند این عمل تا زمانی که سیستم به حال تعادل برسد ادامه پیدامی کند.

برای صحیح و مناسب عمل کردن دیسک موازنه ، تغییرات فشار در محفظه بالانس باید دارای مقدار قابل ملاحظه ای باشد تا در مواقعی که لقی محوری بین دیسک و Disk Head زیاد می شود ، فشار در محفظه بالانس به حد کافی بیشتر از فشار ورودی تلمبه باقی بماند تا بتواند نیروی کافی جهت بازگرداندن رتور به حالت تعادل را ایجاد نماید . این کار توسط یک Orifice در مسیر لوله رابط بین محفظه بالانس لاین ورودی پمپ عملی می گردد زیرا اریفیس می تواند در مسیر عبور مایع به ورودی پمپ مانع (مقاومت) ایجاد کرده و فشار محفظه بالانس را تا حد قابل قبولی بالاتر از فشار مکش پمپ نگه دارد

عیب سیستم دیسک موازنه در آن است که باعث می شود فشار جعبه آب بندی طرف فشار خروجی متغیر باشد و در بعضی اوقات فشار آن بالا رود که این خود باعث کاهش عمر سیستم آب بندی(مکانیکال سیل ها) پمپ می شودازاین جهت کاربردان روی پمپ ها خیلی عمومی نیست .

ترکیب Balancing Drum , Balancing Disk

به دلایلی که گفته شد بالانس دیسک ساده به ندرت استفاده می شود ولی با توجه به محا سن آن در رابطه با خنثی کردن نیروهای محوری متغیر ایجاد شده در بیشتر موارد از بالانسینگ درام یابالانس پیستون تواما استفاده می شود . قسمت دوار این مکانیزم موازنه از یک بدنه استوانه ای دراز که در داخل Drum Head می چرخد تشکیل شده است این قسمت دوار دارای یک دیسک مشابه آنچه در مورد بالانس دیسک گفته شد است . در این طرح لقی شعاعی بین قسمت دوار و ثابت صرف نظر از موقعیت مکانی دیسک در طول کار پمپ ثابت می ماند درحالی که لقی محوری متناسب با موقعیت روتور پمپ تغییر می کند .

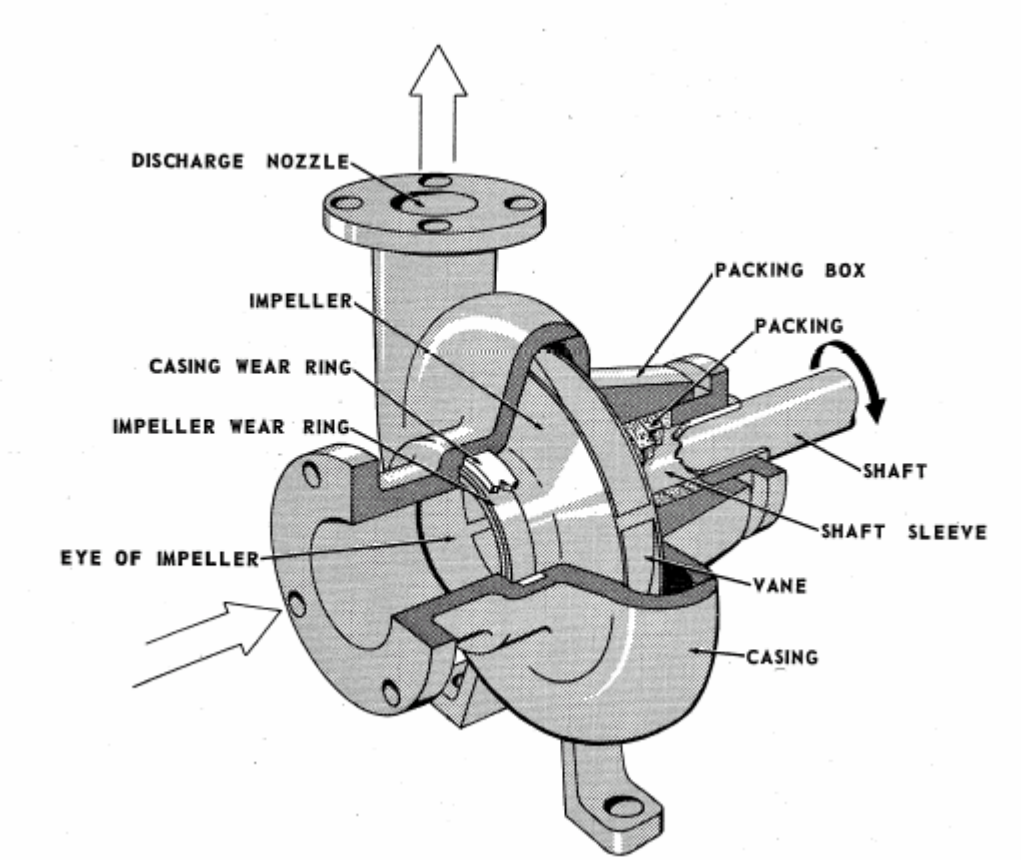


Combination balancing disk and drum.

.

اجزاوقطعات مهم پمپ های گریز از مرکز

اجزا اصلی پمپ های گریزازمرکز شامل قطعات زیراست که ذیلا به شرح اهم انها پرداخته می شود:



۱- Casing (بدنه پمپ)

۲- Suction nozzle(نازل ورودی)

۳- Discharge nozzle(نازل خروجی)

٤- Impeller(پروانه)

۵- Wearing Ring(رینگ های فرسایشی)

۶- Stuffing Box(محفظه اب بندی)

۷- Shaft(محور)

۸- Shaft seal(قسمت اب بندی)

۹- Bearingها(یاتاقان ها)

۱۰-Bearing Housing (محفظه یاتاقان)

۱۱-Bearing Housing (محفظه یاتاقان)

۱۲-Base Plate

۱۳-Support (پایه)

۱٤-Coupling

پروانه Impeller

پروانه به عنوان مهمترین قطعه اصلی پمپ های گریزازمرکز است که انرژی مکانیکی اعمال شده به پروانه را به انرژی جنبشی سیال تبدیل می کندونحوه کاران براساس نیروی گریزازمرکز است که براثرحرکت دوران محورروی سیال اعمال می شود وباعث افزایش انرژی جنبشی سیال وجدا شدن ان ازلبه پروانه وواردشدن ان به محفظه Casingجهت کاهش سرعت وبازیابی فشارمی شود.

درحین کارکردن پمپ قسمتی ازپروانه دوار پمپ تحت فشاروردی پمپ (چشمه ورودی پروانه)وقسمت های دیگران درمعرض فشارخروجی قراردارد که فاصله بین انها توسط رینگ های فرسایشی اب بندی می شود.

رینگ های فرسایشی**Wearing Rings**

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

با توجه به اجتناب ناپذیربودن مسائل اصطکاکی وسایشی به دلیل نفوذ ذرات جامد و.....لبه بیرونی چشمه پروانه وبدنه بعد ازمدتی دراثرساییدگی پروانه وبدنه باید تعویض یا موردجوشکاری وبازسازی قرارگیرندکه تعویض پروانه یا تعمیرات انها گران تمام می شودوازلحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست . بدین منظوردوحلقه رینگ یکی روی پروانهImpeller Wearing Ringو یکی روی بدنهCasing Wearing Ring نصب می شودکه بین دورینگ فاصله بسیارکمی وجوددارد که مقداراین فاصله یاکلرنس, بستگی به قطرچشمه پروانه ودرجه حرارت مایع و.....دارد که در صورت سایش وافزایش کلرنس منجر به کم شدن فلو وفشارپمپ می شود .این رینگ ها به راحتی وباهزینه کمی قابل تعویض بوده ونیازی به تعویض پروانه یا ترمیم بدنه نیست وحتی دربعضی موارد با تعویض تنها یکی ازاین رینگ ها امکان کم کردن کلرنس وجود دارد . جنس این رینگ ها معمولا از فولاد ,چدن برنج و...دیگرفلزات می باشد وبراساس کلاس پمپ تعیین می شود . ازاین رو رینگهای فرسایشی ، اتصالات متحرک مناسبی را بین پروانه و بدنه پمپ ها بوجود می آورند که به راحتی قابل تعویض اند واز نظر اقتصادی نیزبسیارمقرون به صرفه است.

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

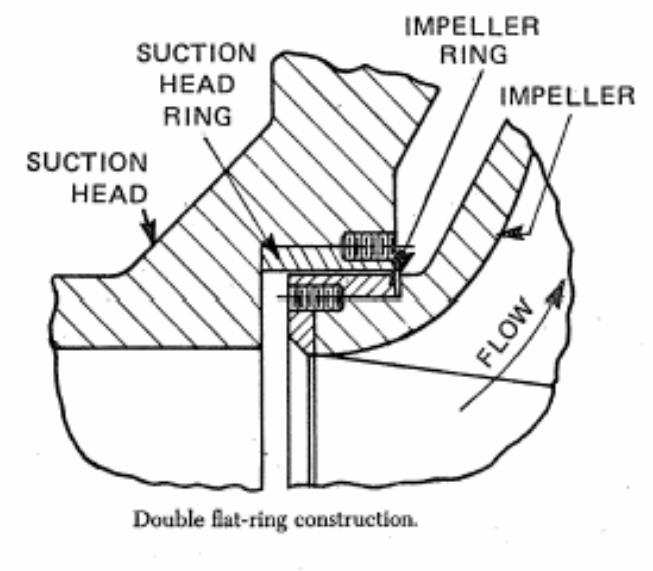
دراکثرپمپ ها رینگ های فرسایشی روی پروانه ویا بدنه بصورت پرسی نصب می شوند(باکلرنس منفی) وبا نقطه جوش کردن ویابه وسیله پیچ هائیL-screw که بین بدنه رینگ وبدنه پروانه (یا بدنه پمپ)تعبیه می شود نصب می شوند .

انواع رینگ های فرسایشی:

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

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

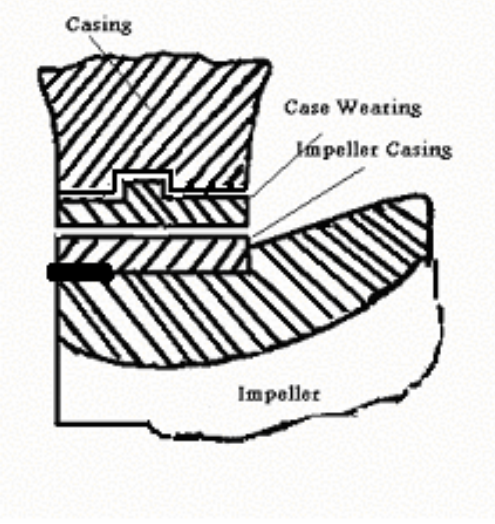
تختی که زودترسائیده می شود(جنس نرم تر)روی پروانه پیچ می شود(زیراتعویض ان خیلی راحت تراست)ورینگ ازجنس سخت تررروی بدنه نصب می شود .



Double flat-ring construction.

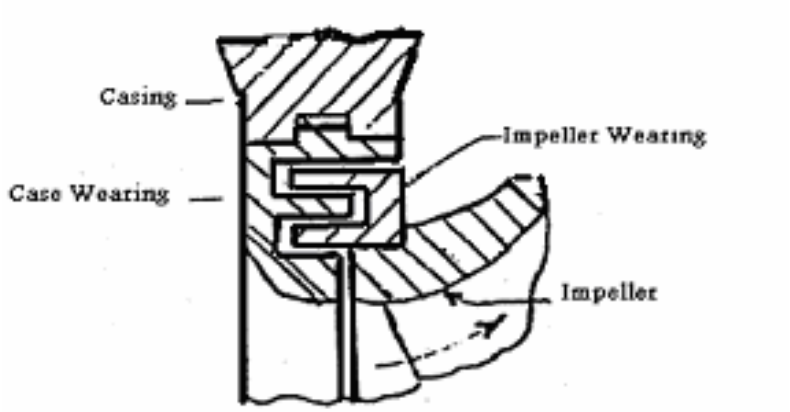
۲-درنوع دیگر طراحی روی قطربیرونی رینگ فرسایشی بدنهCase Wearing برامدگی تعبیه شده است که درشیارمحفظه بدنه پمپ قرارمی گیرد ودارای این امتیاز است که تعویض انها اسان است ونیازی به تنظیم کردن دقیق انهادرحین نصب نیست.

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



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

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

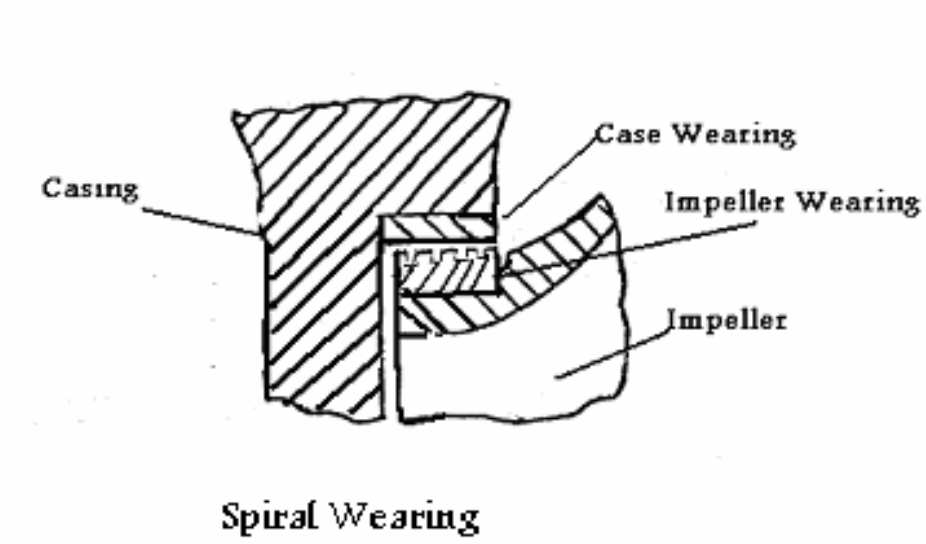


Labyrinth Type Wearing

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

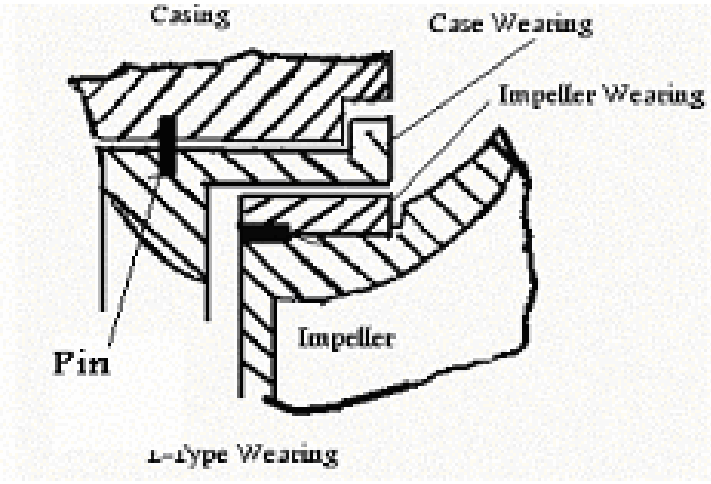
٤-درنـوع دیگـری ارطراحـی روی رینـگ هـای فرسایشـی شـیارهای مـارپیچ مانـنـدی(مثـل پـیچ)تعبیـه مـی کنند(Spiral) تا علاوه برکاراب بندی اگرذرات جامـدی هـم درمـایع پمـپ شـونده وجودداشـته باشـدباعث تشدید سایش انهانشودودرداخل این شیارها قرارگیردوخارج شود.البته جهت این مارپیچ ها راطوری طراحـی می کنندکه چرخش پروانه نیزکمک به خارج نمودن ذرات می کند.که بااین کاربازامکـان کـم کـردن کلـرنس رینگ های فرسایشی وافزایش طول عمرانهافراهم می شود. البتـه ازایـن نـوع طراحـی بیشـتربرای اب بنـدی گازها درکمپرسورهای گریزازمرکزاستفاده می شود

درصفحه بعدشمائی ازان نشان داده شده است.



Spiral Wearing

٤-دربعضی ازطراحی ها از رینگ هـای ال شـکل(روی بدنـه) اسـتفاده مـی شـودکه بصـورت ازاد Floating Ringsروی بدنه پمپ نصب می شوندودرجهت شعاعی می توانـدحرکت کنـد وعامـل اب بنـدی فشارسـیال است که باعث چسباندن انها روی بدنه پمپ می شود.البته این نوع رینگ هاازدوناحیه عمل اب بنـدی راانجـام می دهندهم اب بندی اززیررینگ وهم اب بندی ازپشت رینگ وباید سطوح طوری پرداخت شوند که رینـگ بطورکامل روی بدنه پمپ تماس داشـته باشـد درغیـراین صـورت امکـان نشـتی وفرارمـایع ازپشـت رینـگ نیزوجوددارد. این نوع طراحی باعث می شودکه بتوان کلرنس ها راکمترنمود وبیشترین کـاربردان درپمـپ های چندمرحله ای است که بدنه های انها بصـورت افقـی اسـمبل مـی شـوند وحسـن انهـا دراین اسـت کـه بصورتSelf Alignعمل می کنندواحتمال جام شدن نیزدرانها به مراتب کمتر است .البته لازم به توضیح است که برای جلوگیری ازچرخش رینگ حتما این رینگ ها بایدباپین نصب شوند.



انطباق این نوع رینگ هادرداخل بدنه بصورت انطباق ازاداست که قراردادن پین هـای ضـدچرخش روی انهـا نیزمبین این مطلب است.واین یکی ازمحاسن خوب انها است کـه بصـورت ازادیـاSelf Alignعمـل مـی کننـد وقادرند که خودشان رابارینگ های فرسایشی روی پروانه تطابق دهندوامکان کـم کـردن کلـرنس رابوجـود اورند.

علل متداول خرابی Wearing Ringها:

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

۲-ورودذرات جامد وگیرافتادن انهابین رینگ ها به دلیل استفاده نشدن مش مناسب درورودی پمپ درصورتی که ورودذرات جامداجتناب ناپذیرباشد دراوردن شیارهایی روی انها درجهت مناسب کمک موثری به حل مشکل می کند .

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

٤-وجودتنش های سیستم لوله کشی روی بدنه پمپ .

۵-گرم کردن نامتعادل وناگهانی پمپ .

۶-خورندگی مایع .

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

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

نصب رینگهای فرسایشی Wearing Rings

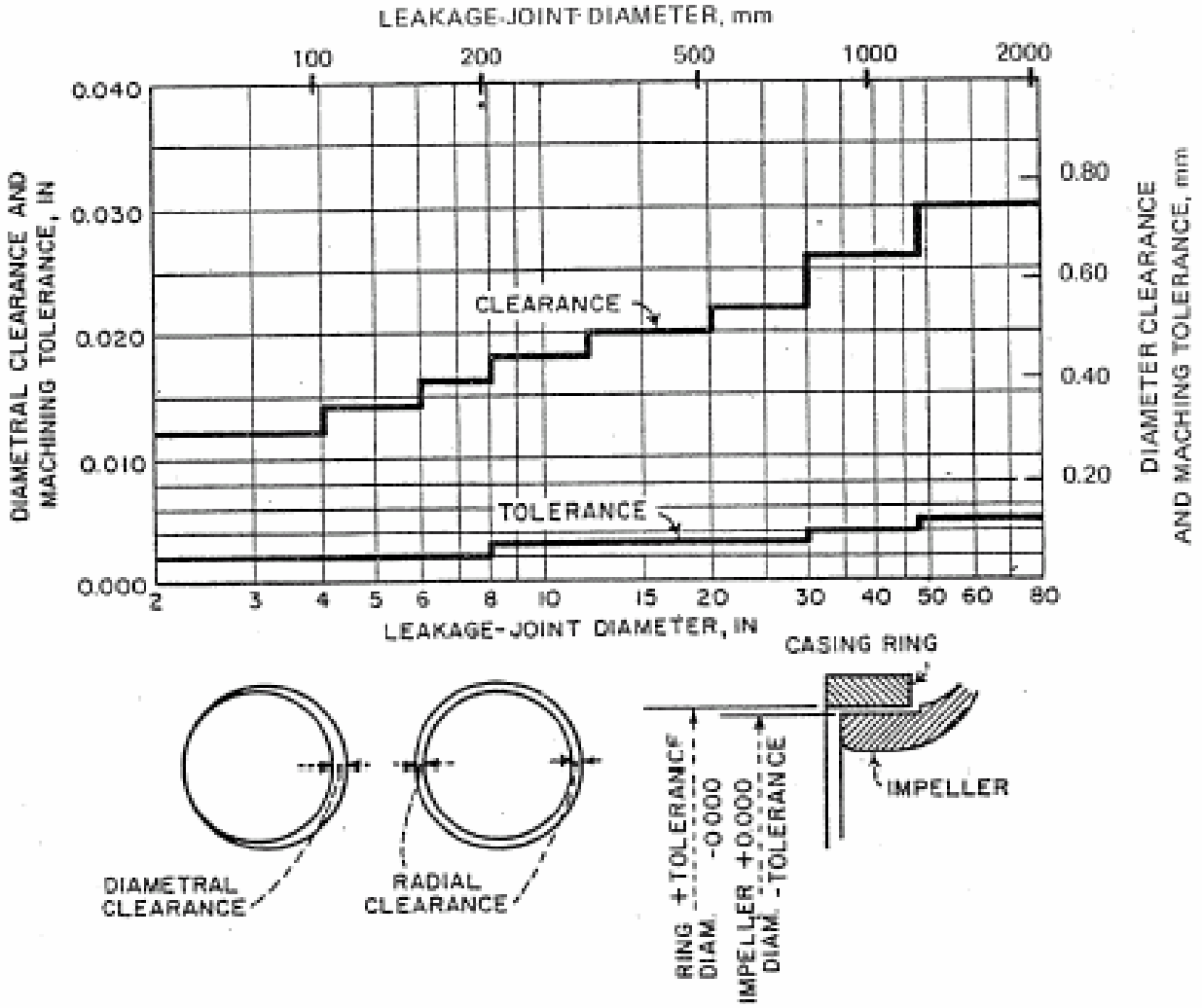
اغلب این رینگها (رینگ های تخت)در داخل بدنه یا روی پروانه بصورت انطباق پرسی Shrink Fit نصب مـی شوند و علاوه بر آن برای اطمینان از اتصال محکم آنها در تمام شرایط بخصوص رینگهای پروانه در دورهـای زیادو قطرزیاد که تحت تاثیر نیروهای گریز از مرکززیاد قرار می گیرند و احتمال باز شدن ودر نتیجـه رهـا شدن آن وجود داردتوسط چند پیچ Set Screw روی بدنه و یا پروانه محکم مـی شـوندبه ایـن صـورت کـه

سوراخ جای پیچ ها در حد فاصل بین رینگ فرسایشی و پروانه (یا بدنه)قرار می گیرد یعنی نیمی از سوراخ در فلز رینگ و نیمه دیگران در فلز پروانه (بدنه) می باشدتااجازه حرکت داده نشود .

کلرنس رینگ های فرسایشی:

کلرنس یا فاصله رینگ های فرسایشی ازیک طرف باید انقدر کم باشد تاجلوخروج مایع را بگیرد وازطرف دیگربایدبه اندازه کافی زیادباشد تا رینگ های فرسایشی ثابت ومتحرک با همدیگر تماس نداشته باشند وهمانطورکه قبلا گفته شدبستگی به قطرچشمه پروانه درجه حرارت مایع پمپ شونده جنس رینگ ها و.....دارد که معمولا توسط کارخانه سازنده داده می شودکه گاها جواب مناسب گرفته نمی شود وبایدتغییرداده شوند.

برای مواردعمومی وبرای پمپ های یک مرحله ای می توان مقداران را از دیاگرام زیربدست اورد .



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

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

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

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

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

هرچه کلرنس رینگ های فرسایشی کمترباشد راندمان پمپ بالاتراست

جدول زیرنیز درانتخاب کلرنس می تواند مفید باشد

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

درجدول زیرکلرنس پروانه های نوع ایندیوسربابدنه پمپ داده شده است:

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

روش های اندازه گیری کلرنس رینگ های فرسایشی:

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

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

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

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

غلاف یابوش محور Shaft Sleeve

وظیفه اصلی غلاف محوراین است که محوررا در مقابل خوردگی Corrosion، ساییدگی Erossion وفرسودگی یا سایش Wearکه باعث کاهش مقاومت محورمی شود محافظت کند .ودرقسمت های مختلف پمپ های گریزازمرکزاستفاده می شودکه ذیلا به شرح انهاپرداخته می شود:

انواع Shaft Sleeveدرپمپ های گریزازمرکزشامل:

۱- Shaft Sleeveدرمحفظه اب بندی

۲- Shaft Sleeveبین مرحله ای

۳- Shaft Sleeveمکانیکال سیل ها

٤- Shaft Sleeveبال برینگ ها است

Shaft Sleeve محفظه اب بندی

معمولی ترین غلاف ها شافت را در مقابل سائیدگی در محل جعبه آب بندی زیر پکینگ هامحافظت می کند . در تلمبه های کوچک غلاف محور ممکن است قطر خارجی محور را افزایش دهد تا جائی که بطور جدی سطح ورودی پروانه رانیز تقلیل دهد و بالعکس نیروی هیدرولیکی و مقدار جریان تلف شده توسط جعبه آب بندی را افزایش دهد . به این دلیل پمپ های کوچک معمولاً در بسیاری موارد بدون غلاف محور ساخته می شوند و در عوض محور آنها را از جنس فولاد ضد زنگ بقدر کافی در مقابل خوردگی و فرسایش مقاوم می سازندتاطول عمر آنها را به مقدار رضایت بخشی بالا ببرند.

Shaft-sleeve assembly.

ولی دراکثرپمپ های صنعتی گران قیمت غلاف مورداستفاده قرارمی گیردکه جنس ان ازالیاژهای کرم دارسخت است که بصورت انطباق ازاد روی شافت نصب می شودو با نوع طراحی مخصوصی روی محورثابت می شوند.برای ممانعت از خارج شدن مایع اززیرسیلیوویاجلوگیری از ورود هوا به داخل پمپ درپمپ هائی که ورودی انهاخلا است درداخل سیلیویک عدداورینگقرارداده می شود تابین فاصله بین سیلیوومحورراب بندی کند.همچنین درپمپ های بزرگ برای این که سیلیوروی محورنچرخد سیلیوبه توسط کلید (خار)روی محورنصب می شود.

غلاف بین مرحله ای یا فاصله پرکنShaft Sleeve

بوش هائی که محور را در فاصله بین پروانه ها در تلمبه چند مرحله ای محافظت می کندراغلاف های بین مرحله ای می گویند.این بوش ها معمولابراساس شرایط عملیاتی پمپ ازجنس های سختی که دربرابرسایش خوردگی و.....به اندازه کافی مقاوم باشند انتخاب می شوند. البته بعضی از پروانه ها خودشان دارای نافی بلندی هستند که کاربرد غلاف های فاصله پرکن را غیرضروری می کند .

غلاف مکانیکال سیلMechanical Seal Sleeve

برای محافظت شافت درناحیه ای که مکانیکال سیل نصب می شوداز Shaft Sleeveاستفاده می شودکه البته جز قطعات مکانیکال سیل به شمارمی اید.

غلاف بال برینگ ها Ball Bearing Sleeve

دراکثرتلمبه های بزرگ بال برینگ ها رویShaft Sleeve نصب می شوند که حسن مهم ان دراین است که درصورت خراب شدن یاجام شدن بال برینگ محورسالم باقی می ماند

دیفلاکتور هاDiflector

دیفلاکتورهااز جنس های فلزی ویاغیر فلزی ساخته می شوند ومعمولا روی هوزینگ برینگ های پمپ ها ویا دستگاه های دیگربرای ممانعت ازنشتی روغن وهمچنین جهت جلوگیری ازنفوذ گردوغبار به محفظه یاتاقان ها مورد استفاده قرار می گیرند که بعضی اوقات داخل ان بصورت پله دارساخته می شود تاسطوح اب بندی افزایش داده شود وافت فشاربیشتری درمقابل خروج مایع بوجوداورد.ومعمولا به توسط پیچ های ال خور-L Screwروی محور لاک می شوندوباان می چرخندوگاها روی ان شیارهای مارپیچ شکلی تعبیه می شود که جهت ان طوری است که باعث برگشت مجدد روغن به محفظه هوزینگ برینگ می شود(مثل روغن برگردان سرمیل لنگ اتومبیل های پیکان)که باعث می شودعمل اب بندی بهترانجام می شود.

در شکل صفحه بعدی یک نوع ان نشان داده شده است.

بوش هاBush

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

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

۲- بوش های استافین باکسNeck Bush

برای جلوگیری ازورودمایع به محفظه استافینگ باکس که باعث افزایش فشار جعبه آب بندی می شود وباعث می شودمکانیکال سیل نتواند در آن محدوده جلوی نشتی را بگیرد از یک وسیله تقلیل فشار که یک جز ان نک بوش Neck Bushاست که معمولا بصورت لابیرینت شکل است استفاده می شود .

بوش کاهش دهنده یا فشارشکن محفظه اب بندی جهت ممانعت ازبالارفتن فشارمحفظه اب بندی درپمپ های گریزازمرکزموردداستفاده قرارمی گیردکه جنس انها براساس کلاس پمپ تعیین می شودوکلرنس خیلی کمی بامحوردارند وبراساس شرایط طراحی ازنظر فشار درجه حرارت وجنس دارای ارتفاع (طول)مناسبی اند که باتوجه به کلرنس پایینی که دارندبایدمثل رینگ های فرسایشی مراقبت های لازم را روی انهاانجام داد. بیشترین مشکل انها تماس پیداکردن انها بامحوراست که باعث گرم شدن ناگهانی آنهادراثر تماس بامحور و جام شدن ویاکنده شدن آنها می شودکه بیشترین عامل ان نفوذذرات خارجی وگیرافتادن بین بوش ومحوراست که معمولا با تعبیه شیارهای مارپیچ مانند درجهت مناسب درداخل ان وهم محوری دقیق ان بامحور قابل پیشگیری است که باتوجه به اهمیت ان در فصل مکانیکال سیل هامجددا وبطورمفصل راجع به انهابحث خواهد شد .

برای ممانعت ازتماس رینگ های فلزی با یکدیگربایدفاصله بین قطعات روانکاری انجام شودکه معمولا مایع روان کننده همان مایع داخل پمپ است .درصورت خشک چرخیدن (راه اندازی پمپ خالی) باعث تماس فلز بافلز و.....خواهد شد.

درشکل زیرشمائی ازیک نک بوش استافینگ باکس نشان داده شده است.

یاتاقانها

وظایف اصلی یاتاقان ها شامل:

۱- کنترل کردن وجذب وانتقال نیروهای شعاعی

۲- کنترل کردن وجذب وانتقال نیروهای محوری

۳- کاهش اصطکاک

٤- قراردادن محوردریک موقیت مناسب

بطور کلی یاتاقانهاازلحاظ ساختمان به دو دسته تقسیم می شوند :

الف- یاتاقانهای لغزشی(بوشی)

ب- یاتاقانهای چرخشی (ساچمه ای)

یاتاقانهای لغزشی

در این نوع یاتاقانها که اصولاً بوشهای استوانه ای یا نیمه استوانه ای هستند محور بوسیله یک فیلم نازکی از روغن روی یاتاقان لغزندگی پیدا نموده و می چرخد .این نوع یاتاقانها بر حسب مورد استفاده از جنس ها و شکلهای مختلفی ساخته می شوند که پرمصرف ترین آنها در پمپ ها یاتاقان های نیمه استوانه ای با لایه داخلی وایت متال(بابیت) است .

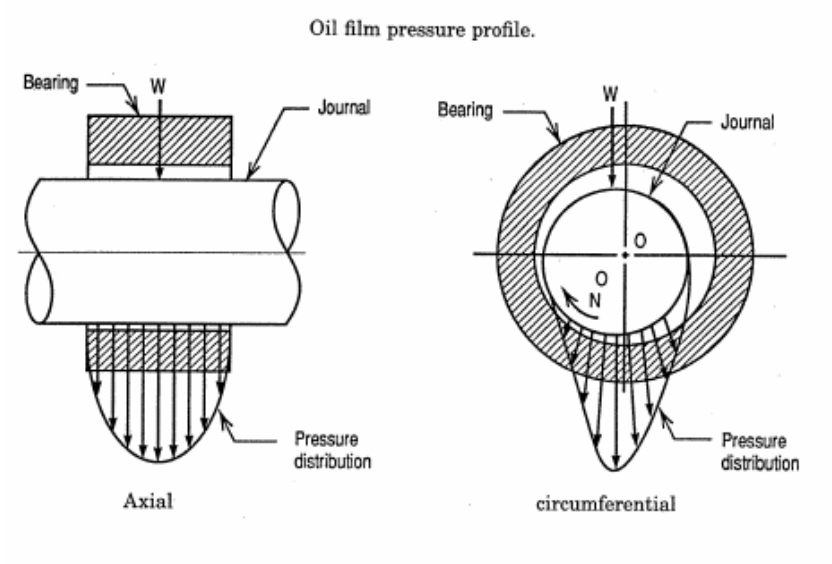
پاتاقانهای لغزشی دردودسته طبقه بندی می شوند:

۱- رادیال بیرینگ ها یا یاتاقان های شعاعی که برای کنترل کردن ومهارنمودن نیروها و حرکت های شعاعی بکارمی روند .

۲- تراست برینگ ها که برای کنترل کردن وخنثی نمودن نیروهای محوری بکارمی روند .

یاتاقان لغزشی شعاعی Journal Bearings

این نوع یاتاقان متحمل کننده کلیه نیروهای شعاعی هستند که بوسیله محور یا شافت بـه آن وارد مـی شـود .این نوع یاتاقان ها روی فیلمی ازروغن حرکت می کنندودرصورتی که یاتاقـان درسـت طراحـی شـده باشـد وجـنس ان مناسـب باشدودرسـت تنظـیم شـده باشـدواختلالی درسیسـتم روغنکـاری ازلحـاظ نـوع روغـن وفشارروغن وجودنداشته باشدودرست اسنفاده شوند(مسـائل حـین راه انـدازی وازسـرویس خـارج کـردن دستگاه درست باشد)ازمعدودقطعاتی هستند که می توان ادعانمود طول عمرانها بی نهایت است ولی به دلیل نیازبه مراقبت های بیشترنسبت به بال برینگ ها مورداستفاده انهامحدود می شود .



شرایط کاری انتخاب این نوع یاتاقان ها به عوامل زیر بستگی دارد:

الف- قطر شافت

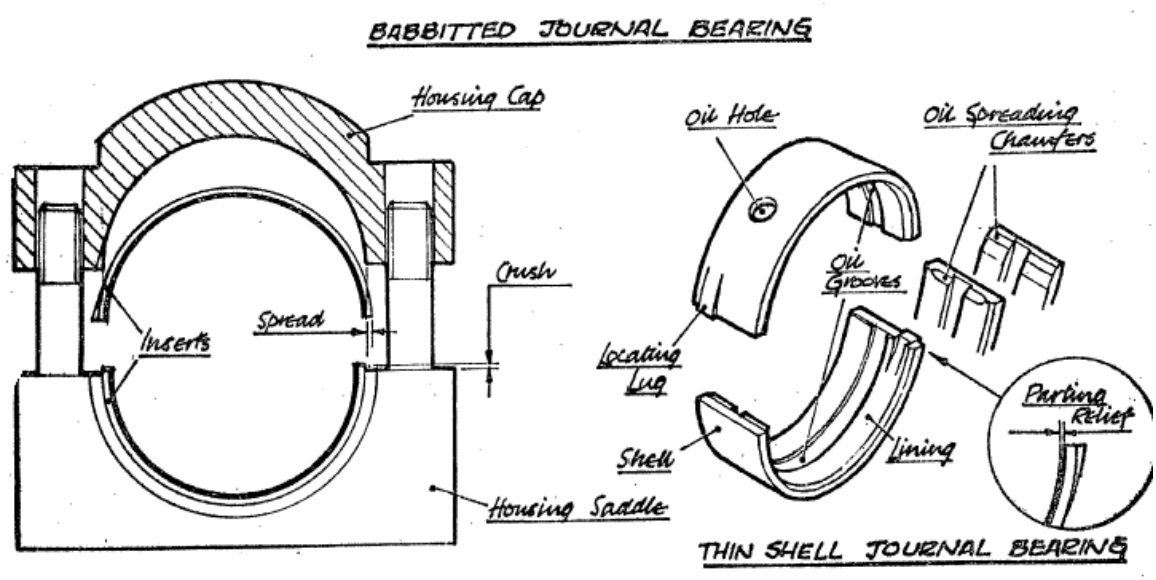
ب- مقداربارياريا نیروی وارده بوسیله محور و قطعات

ج- سرعت دوران محور

د- غلظت روغن و روش روغنکاری

ه- درجه حرارت کاری

و- وزن مخصوص مایع تلمبه شونده و .....



مواردحائزاهمیت برای این دسته یاتاقان ها شامل:

الف-کلرنس یا لقی بین یاتاقان ومحور که بایددرحدتوصیه شده توسط طراح یاکارخانه سازنده باشد که بیشتر شدن ان باعث افزایش ارتعاشات وحرکت محور, کاهش فشارفیلم هیرواستاتیکی روغن زیریاتاقان, سایش و خرابی زودرس یاتاقان و.....می شودوکم بودن لقی باعث عدم وجودفضای کافی برای نفوذ روغن واختلال درسیستم روغنکاری وگرم شدن و.....می شود.

ب-روغن مناسب وروغنکاری صحیح

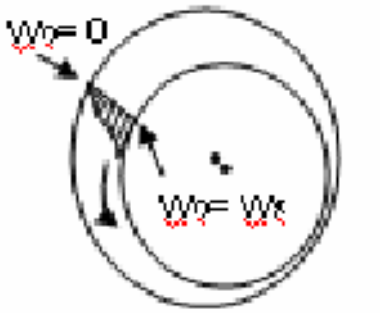
ج-درجه حرارت کاری مناسب وثابت نگه داشتن دمای انهادرحین کار

د-داشتن جنس مناسب که دارای ضریب اصطکاک کم باشدوداشتن مقاومت کافی دربرابرنیروهای اعمال شده ودرعین حال ضعیف تربودن ان نسبت به محوربرای جلوگیری ازخرابی محوروجودخاصیت الاستیسیته مناسب برای Damppingارتعاشات و....

یکی ازمحدودیت های کاری این نوع یاتاقان ها استفاده انهادرماشین الات بادورهای بالااست که باعث ایجادپدیده ای به نام چرخش روغن یاOil Whirlاست .

چرخش روغنOil Whirl

اگر سرعت چرخش محور در داخل ژورنال بر ینگ ها از مقدار مشخص بالاتر رود به دلیل اصطکاکی که بین روغن و یا تا قان ,وجوددارد, روغنی که در اطراف یاتاقان برای روغنکاری خنک کاری و..... تزریق شده است شروع به چرخش می کند وباعث اعمال نیروهایی توربولانسی روی محور می شودکه باعث شلاق زدن روی شافت می شود .وبخصوص درماشین الاتی که دارای رتورهای بادورهای بالا ونسبتا سبکی هستند ارتعاشات وحرکت های اضافه ای را باعث می گرددکه می تواند خیلی خطرناک باشد .



راه های اصلاح مشکل چرخش روغن شامل:

۱- تغییر درجه حرارت روغن

۲-تغییردادن نوع روغن

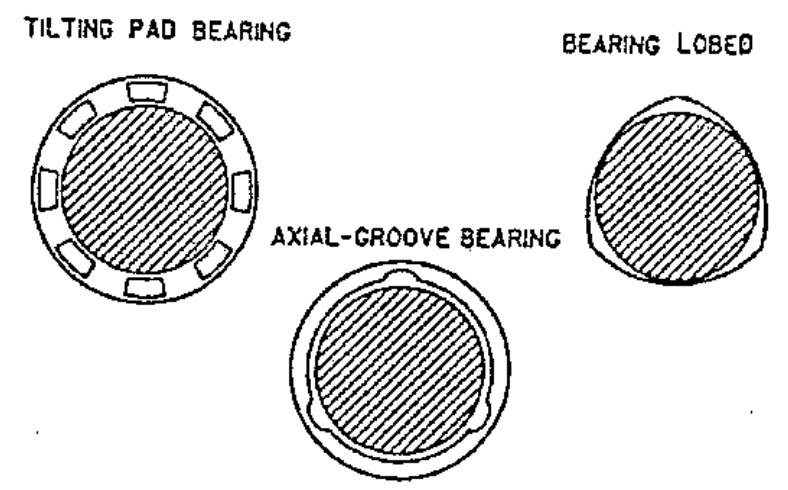
۳-تغییردادن کلرنس یا تاقان

٤- تغییردادن فشار روغن

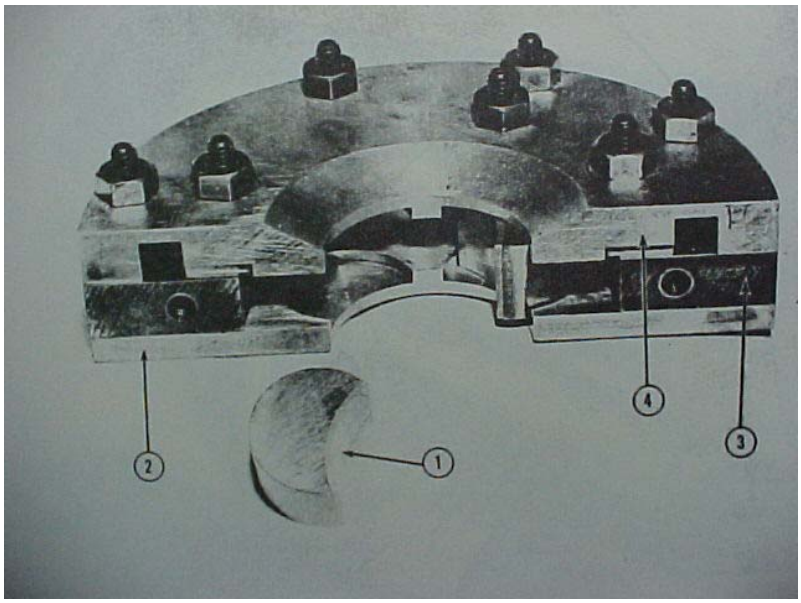
۵- تغییر نوع یاتاقان است .

معمولا برای رفع این مشکل روی توربین ها و کمپروسورهای گریزازمرکزبا دور بالا از دونوع طراحی استفاده می شود:

۱-استفاده ازیاتاقان هائی که در داخل انها شیارهای محوری به فاصله مساوی از یکدیگرتعبیه شده که باعث فرورفتن روغن دراین شیارها شده و جلوی چرخش روغن گرفته می شود.



۲- استفاده ازبرینگ های نوع لقمه ایTitling Pad که حالت Titlingکفشک های ان باعث می شود که کفشک حرکت ثابت را دنبال کند ویاتاقان بتواند حالت خودمیزان Self Aligningعمل کندودر نتیجه علاوه برخنثی نمودن چرخش روغن و Damping سیستم پایداری کلی محوررافزایش پیدا کند.



یاتاقانهای لغزشی نوع تر است

این یاتاقان علاوه بر اینکه نیروهای شعاعی را کنترل می کنند از حرکت محوری و متعلقات نیزجلـوگیری مـی کنند .این یاتاقان ها به دوصورت مورداستفاده قرارمی گیرند:

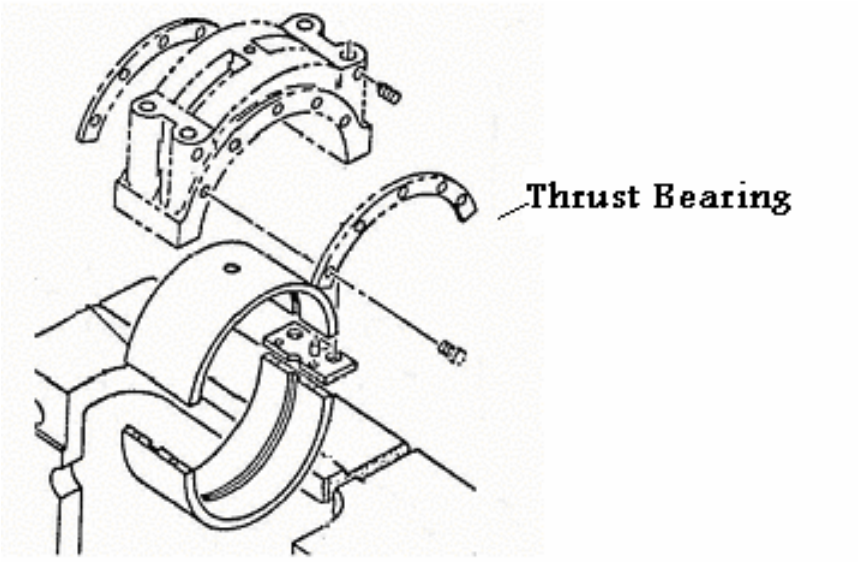
الف بیرینگ های نوع فلنچی

ب- بیرینگ های نوع کینگزبوری

الف-یاتاقان های فلنچی

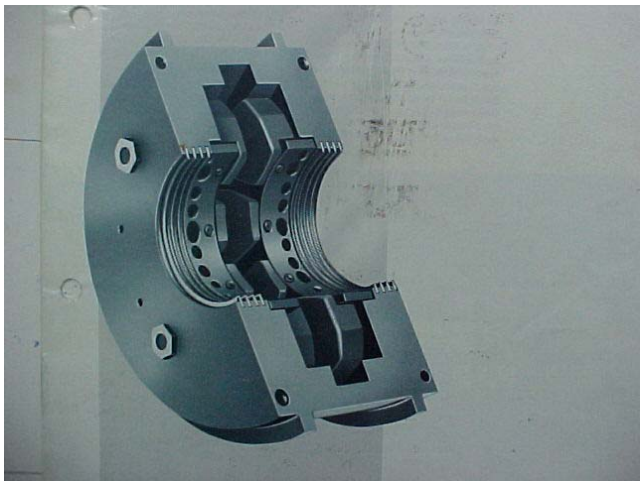
این نوع طراحی به این صورت است که در یک طرف یاتاقان های نوع بوشی لبه ای وجود داردکه روی ان بـا لایه ای از وایت متال (بابیت) پوشانده می شود و بااستفاده ازفـیلم روغنـی کـه درایـن ناحیـه توسـط سیسـتم روغنکاری تزریق می شود از حرکت محوری شافت جلـوگیری مـی کنـد . ایـن نـوع یاتاقـان بـرای نیروهـای محوری کم ویاجاهائی که احتمال حرکت محوری وجودداشته باشد مورد استفاده قرارمی گیـرد .مثـل جعبـه های دنده هائی که چرخدنده های انها جناقی بالانس شده است.

البته دربعضی ازطراحی های دیگر بجای بابیت ریزی روی سطح یاتاقان های شعاعی ازیاتاقان های نعلی شـکلی که بصورت نیم دایره ای است وتوسط پیچ روی سطح یاتاقان نصب می شود اسـتفاده مـی شـود .بطورمثـال یاتاقان های تراستی که برای کنترل حرکت محوری میل لنگ ها بکارمیرودیا یاتاقـان هـائی کـه بـرای کنتـرل حرکت های جانبی دسته شاتونها ست ازاین نوع است.

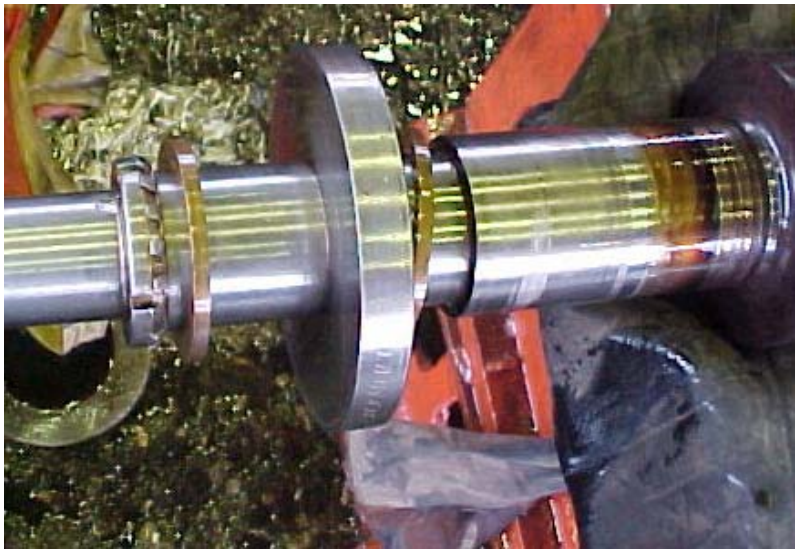


یاتاقان های نوع لقمه ای یاکینگزبوری

نوع دیگر یاتاقان های تر است از نوع کینگزبوری است که بارهای محوری را به توسط لقمه هـائی بـا روکـش بابیت که پد نامیده می شود تحمل می کننـد .عمـل ایـن نـوع یاتاقـان هامثـل ترمزهـای دیسـکی اسـت کـه دراتومبیل هااستفاده شده است که باحرکت لقمه ها(لنت ها)ازچرخش دیسک جلوگیری می کنندبااین تفـاوت که دریاتاقان های کینگزبوری پدها یا لقمه ها درجای خودثابتند وحرکت های محوری شافت توسـط دیسـکی که روی محورثابت است وبه ان تراست دیسک گفته می شودگرفته می شودوهرکدام ازمجموعه لقمه هائی که روی هرطرف مجموعه هوزینگ برینگ نصب شده اندنیروی محوری دریک جهت راکنتـرل مـی کنندکـه البته باید یک فاصله محوری کمی بین لقمه ها وتراسـت دیسـک وجودداشـته باشـدتا فـیلم روغـن روانکـاری بتواندبین انهاتشکیل شود وعملیات روغنکاری وجذب وانتقال حرارت و.....راانجام دهد.



درشکل زیرشمائی ازیک تراست دیسک که روی محورنصب شده رانشان می دهد.

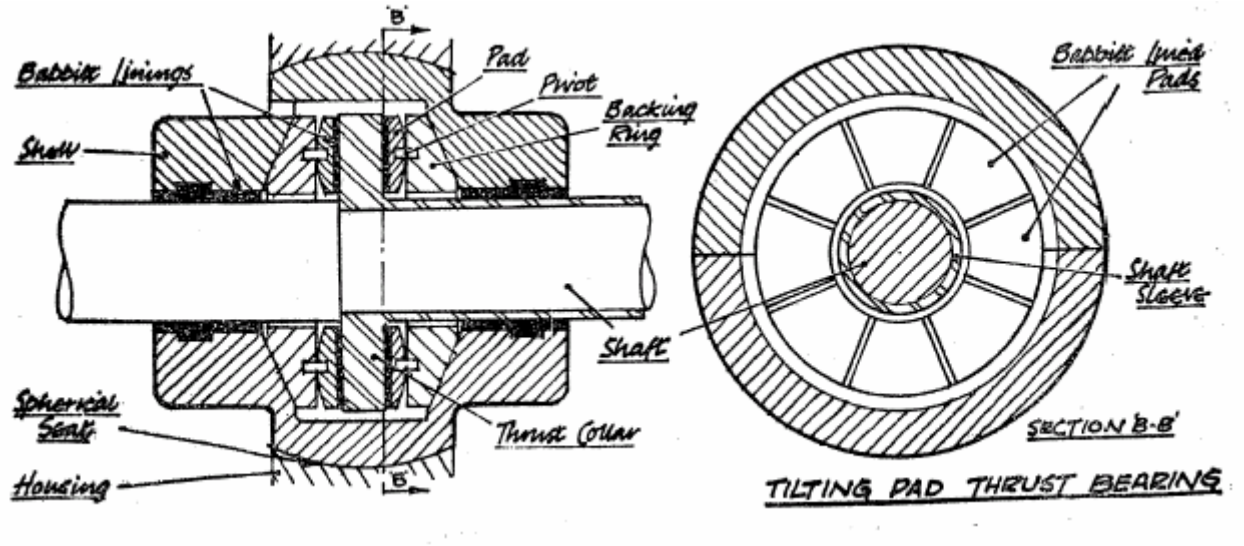


در مورد بیرینگ های کینگزبوری و لقمه ای Thrust Padطبق دستور کار خانه سازنده و کتابهای موجود مقداری حرکت محوری به محور داده خواهد شد بطوریکه حداقل حرکت ۸ هزارم اینچ یا ۸ توزند و حداکثر ۱۵ هزارم اینچ یا ۱۵ توزند باشد.

برای اندازه گیری حرکت محوری دراین نوع تلمبه ها باید محور را کاملاً به یک طرف حرکت داد و پلانجرساعت اندازه گیری را درجهت محوری روی کوپلینگ یاهرنقطه مناسب دیگری روی محورقرارداد و ساعت را روی صفر تنظیم نمود و محور را کاملاً بطرف مقابل حرکت داد تا لقمه ها به طرف دیگر بچسبند اندازه ای را که ساعت نشان میدهد کل لقی یا کل حرکت محور خواهد بود که برای کم کردن زیاد کردن آن چنین عمل می شود:

الف : در صورتی که گوشت لقمه ها زیاد باشد و کلرنس کم باشد میتوان بوسیله اسکراب زدن و یا ماشین کردن لقمه ها ودرصورتی که پشت لقمه ها شیمز وجودداشته باشد با کم کردن ضخانت شیمز فاصله را تنظیم کرد

ب : در صورتی که فاصله زیاد باشد و گوشت لقمه ها کم ، یا از طریق دوباره وایت متال ریختن (بابیت ریزی مجددروی لقمه ها)کمبود فاصله را تامین نمود با از طریق واشر دادن(شیمز گذاری) پشت لقمه درداخل هوزینگ برینگ .



جنس یاتاقان های بابیتی

اصولاً یاتاقانها را بایداز جنسی انتخاب کرد که :

۱- در مقابل تنشهای فشاری مقاوم باشد .

۲- مدول الاستیسیته انهاپائین باشد (نرم باشند).

۳- خاصیت جوش خورندگی نداشته باشند(ذوب نشوند).

٤-دربرابر سایش در تماس با فولاد مقاوم باشند .

۵- خاصیت جذب ذرات راداشته باشند بصورتی که ذرات خارجی روغن را جذب نماید و در نتیجه قشر روغن تمیز شود .

۶- مقاومت برشی انها پائین باشد، یعنی به آسان تغییرشکل دهند(مسطح و صاف شوند) .

۷- در مقابل زنگ زدگی مقاوم باشند.

۸- خاصیت هدایت حرارتی آن خوب باشد .

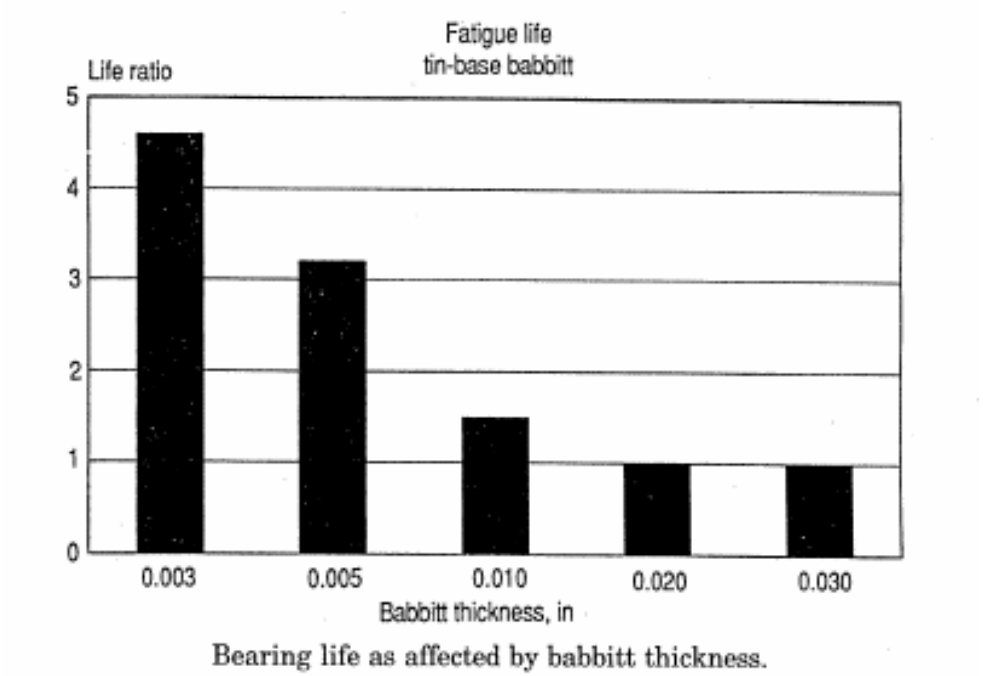
آلیاژهای مسی و بابیتی (Babbit از آلیاژ قلع و سرب است) بیشتر از انوع دیگر الیاژها در یاتاقانهای مورد استفاده قرار می گیرند. در جدول زیر فلز و در صد آلیاژ های مصرفی در ساخت آنهااورده شده است . یکی از محاسن بابیت این است که می توان آنرا براحتی جاسازی نمود یا بعبارت دیگر پس از ریخته گری یاتاقان و نصب آن محور را مدتی در آن چرخاند تا کاملاً جا بیفتد یاآب بندی شود.

بابیت خاصیت جذب نمائی دارد و در مواردیکه محور کمی از مرکز خارج باشد خود را براحتی با محور وقف می دهد . البته از فلزات دیگر نیز می توان برای ساختن یاتاقان استفاده کرد . بعنوان مثال از آلیاژهای نقره

برای مواردیکه بارهای سنگین وجود داشته باشد وهمچنین از آلیاژهای چدنی یا محور چدنی یا فولادی در صورتی که سطح چدن خوب صیقل شده باشدمی توان برای مواردی که امکان فرسودگی زیاد باشداستفاده کرد.

آلیاژ	بابیت		آلیاژ مس		آلیاژ ،مس،سرب
	SAE	SAE	4SAE	SAE	SAE
	11	13	791	79	48
مس CU	5.75	-	88	73.5	70
قلع SN	37.5	6	4	3.5	-
سرب Pb	-	84	4	23	30
نئیوان Sb	6.75	10	-	-	-
روي Zn	-	-	4	-	-

ضخامت بابیت پارامتربسیارمهمی است که تاثیربسزائی درطول عمر این نوع یاتاقان می تواندداشته باشد.هرچه ضخامت بابیت کمترباشدطول عمران بالاترمی شود.البته به این نکته نیزبایدتوجه نمودکه ضخامت بابیت بایدبه اندازه ای نیزباشد تااگرذرات جامد یابراده ای هم زیریاتاقان قرارگرفت بتواندبطور کامل دران فرورود



Bearing life as affected by babbitt thickness.

از آلیاژهای مس – آلومینیوم نیزدریاتاقانهای موتورهای احتراق داخلی به وفور استفاده می شود گاهـا بـرای ساختن یاتاقان از موادی نظیر لاستیک نایلون تفلون سرامیک ذغالی و ..... نیزمی توان استفاده اسـتفاده کـرد برای مثال ازاین نوع یاتاقان ها برای ساختن بوش های پمـپ هـای عمـودی کـه توسـط مـایع پمـپ شـونده روانکاری می شوند استفاده زیادی می شود.

در طراحی یاتاقانهای نوع بوشی نسبت $\frac{L}{D}$ اهمیت زیادی دارد(Lطول یاتاقان) چون هر چقدر مقدار D (قطر یاتاقان) برای مقدار مشخص بیشتر باشد فشار هیدرواستاتیکی متوسـط زیریاتاقـان کمترمـی شـود . تجربـه نشان داده است که نسبت $\frac{L}{D} \cong 1$ جواب خوبی داده است . یعنی طول یاتاقان متناسب با قطریاتاقان آن باشد با کاهش L و در نتیجه کاهش نسبت $\frac{L}{D}$ مقدار روغن خارج شـده از دو انتهـای یاتاقـان بیشـتر مـی شـود و خروج روغن زیاد باعث خروج مقدار بیشتری از حرارت تولید شده می گردد .

یاتاقان های غلتکی

یک دسته دیگریاتاقان ها که درطی سالهای قبل مورداستفاده زیادی پیداکرده است یاتاقان هـای نـوع غلتکـی هستند که برای اکثرکاربردهای صنعتی(بارهای سبک سنگین)وشرایط مختلف کاری ودرجه حـرارت هـای بـالا وپایین ودراندازه های مختلـف وقیمـت هـای پـایین ازجـنس هـای سـخت بـاطول عمـر بالادرتعـدادزیاد بـه وفوردربازاریافت می شودو تنها محدودیت انها که باعث شده نتوانند بطورکامل جایگزین برینـگ هـای نـوع لغزشی شودمحدودبودن زمان کارکرد انهاوعدم توان کاردردورهای بالااست.

این نوع یاتاقان ها ازچهارجز اصلی تشکیل شده اند:

۱- کنس (رینگ)خارجی که درهوزینگ برینگ قرارمی گیرد.

۲- کنس (رینگ)داخلی که روی محورنصب می شود.

۳- عامل چرخنده(ساچمه) که بین رینگ ها قرارمی گیرد.

٤- قفسه که بین رینگ داخلی وخارجی قرارمی گیردوفاصله بین ساچمه ها راکنترل می کند.

البته دربعضی اربرینگ های غلتکی ممکن است قطعات دیگری نظیر حفاظ ویاگردگیر نیزوجودداشته باشد که برای ممانعت ازخارج شدن گریس یاورود گردوخاک به داخل برینگ استفاده می شود.

طبقه بندی یاتاقان های غلتکی

بسته به نوع عامل چرخنده ونحوه تماس ان با کنس های داخلی وخارجی وتعداد ردیف عوامل چرخنده این نوع یاتاقان ها به دسته بندی های مختلفی طبقه بندی می شوند.

الف-بسته به نوع عامل چرخنده ای که دربرینگ بکاررفته است این یاتاقان ها به دسته های زیرطبقه بندی می شوند:

۱-اگرقطعه چرخنده به شکل بال ساچمه Ball باشد به ان بال برینگ Ball Bearingگفته می شود.

۲-اگرقطعه چرخنده به شکل استوانه (رولر)باشدبه ان رولربرینگRoller Bearing گفته می شود.

۳-اگرقطعه چرخنده به شکل استوانه مخروطیTapper Rollerباشدبه انTapper Roller Bearingگفته می شود.

٤-اگرقطعه چرخنده بصورص بشگه Barrelباشد به ان Barrel Bearingبرینگ نوع بشگه ای گفته می شود.

۵-اکر قطعه چرخنده به شکل سوزنNeedleباشد به انNeedle Bearingبرینگ سوزنی گفته می شود.

ب-براساس نحوه زاویه تماس عوامل چرخنده با کنس های داخلی وخارجی این نوع یاتاقان ها در دسته بندی های زیرطبقه بندی می شوند:

۱-اگرزاویه تماس عوامل چرخنده وکنس های داخلی وخارجی بصورت شعاعی باشد (عمودبرمحور)به انها برینگ های شعاعی گفته می شودوموارد کاربردانهابرای کنترل کردن نیروهای شعاعی است.

۲-اگرزاویه تماس عوامل چرخنده باکنس های داخلی وخارجی بصورت محوری(درجهت محور)به ان تراست برینگ یابال برینگ کف گردگفته می شودوموارد کاربردانها برای کنترل نیروهای محوری است.

۳-اگرزاویه تماس عوامل چرخنده وکنس های داخلی وخارجی بصورت زاویه ای باشد به ان برینگ تماس زاویه ایAngular Contactگفته می شودکه موارد کاربردان برای کنترل کردن ترکیب نیروهای محوری و شعاعی است.این نوع یاتاقان ها معمولا نیروهای محوری را فقط دریک جهت می توانند کنترل کنندودربیشتر اوقات بصورت دوبله مورداستفاده قرارمی گیرند.

ج-براساس تعداد ردیف های عوامل چرخنده برینگ های غلتکی را می توان دردسته های زیرطبقه بندی نمود:

۱-اگربرینگ دارای یک ردیف چرخنده باشد به ان برینگ یک ردیفهSingle Rowگفته می شود .

۲-اگربرینگ دارای دوردیف عامل چرخنده باشد به ان برینگ دوردیفهDouble Rowگفته می شود.

که بسته به نوع وساختمان برینگ می تواند حتی جزهرسه دسته فوق قرارگیرد.

بحث دررابطه با برینگ های نوع غلتکی بسیارگسترده است ودراین مقوله امکان ان نیست ولی در پمپهای گریز از مرکز که مورد بحث ما می باشد از انواع مختلف برینگ های غلتکی استفاده می شود که ذیلاموارد استفاده آنها را شرح می دهیم :

بال برینگ هاBall Bearing

بالبرینگها همانطور که از نامشان پیداست بین پوسته داخلی و پوسته خارجیشان تعدادی ساچمه یا بال قرار دارد که ممکن است بر جسب مورد استفاده آنها در صنعت بصورت یک ردیفه Single Row یا دو ردیفه Double Rowدر یک پوسته قرار گرفته باشند .

بال برینگ ها را از نظر باری که تحمل میکنند بدو دسته تقسیم می شوند :

۱-بال برینگ های شعاعیRadial Bearing

۲- بال برینگ های تماس زاویه ای Angular Contact Ball Bearing

با ل برینگ های شعاعی فقط نیروهای شعاعی را کنترل می کنند ولی با ل برینگهای تماس زاویه ای علاوه بر نیروهای شعاعی نیروهای محوری را نیز کنترل می کنند وبه همین دلیل به انها تراست بال برینگ نیزگفته می شود . در پمپهای گریز از مرکز برای این که عمل تر است دو طرفه و در دو جهت محور انجام شود ازدوعد با ل یرینگ تماس زاویه ای که پشت به پشت Back-To-Back ودر یک طرف محور (اصولاً Out Board) و یک با ل برینگ شعاعی (رادیال) در طرف دیگرInboardپمپ استفاده می شود .

بال برینگ های خودمیزانSelf-Aligning Ball Bearing

بال برینگ های خودمیزان یرینگ هائی هستند که قسمت داخلی کنس های داخلی وخارجی آنها کروی است و براحتی مجموعه ساچمه ها می تواند روی آن حرکت چرخشی وزاویه ای داشته باشند یعنی محورعلاوه برحرکت دورانی ,حرکت پیچشی (مفصلی)نیزمی تواند داشته باشد. این نوع بال برینگ ها بیشتر برای دستگاههای نسبتاً طوبل بکار می روند تا در مقابل تراز نبودن محورهاAlignmentویا تغییرشکل های احتمالی(خمیدگی ها) قابلیت جابجائی و انعطاف داشته باشد

رولربرینگ ها Roller Bearing

این برینگ ها بر حسب مورد استفاده در انواع مختلف بکار می روند، از جمله برینگ های استوانه ای سوزنی بشگه ای مخروطی ومخروط ناقص .

اصولاً رولربرینگ ها برای بارهای سنگین و دورهای کم مورد استفاده واقع مـی شـوند بخـاطر اینکـه سـطح تماس و درگیری قسمت متحرک با قسمت ثابت در آنها زیاد بوده و نتیجتا اصـطکاک زیـاد تـر خواهـد بـود کمتر برای دورهای زیاد استفاده می شوند .

شناسائی برینگ های غلتکی ازروی کد انها

برخلاف برینگ های نوع لغزشی کلیه برینگ های غلتکی دارای کد هائی هستندکه روی انها حک می شـودو بـا این کدها شناسائی می شوند.این کدها شامل تعدادی حروف لاتین وتعدادی عدد اسـت کـه بعضـی ازحـروف قبل ازاعداد واقع می شوند(پیشوند)وبعضی دیگرازحروف بعد ازعددمشخصه(پسوند) هرکـدام ازاینهـا مبـین مشخصه ای ازبرینگ است.

اعـدادحک شـده روی کلیـه برینـگ هااستانداردداسـت وتمـامی کارخانجـاتی کـه برینـگ هـای عمـومی مـی سازندموظفند ان رارعایت کنندولی برینگ های مخصوص که برای کاربردهای خاص ساخته می شـوندممکن است بعضی اوقات ازاین استانداردهاتبعیت نکنندهمچنین حروف پیشوندیاپسوند نیز بطورکامل عمومی نبوده وکارخانجات مختلف برینگ سازی ممکن است حروفی راروی برینگ های خودحک کنندکه مبین مشخصـه ای دیگرازبرینگ کارخانه دیگرباشد.

درسیسنم متریک اعدادی که روی برینگ ها حک می شوند به ترتیب ازسمت راست به چپ مبین:

دورقم سمت راست مبین قطرداخلی برینگ است اگر عددقرائت شده درپنج ضـرب شـودقطرداخلی کـنس داخلی را برحسب میلیمترمشخص می کند.

البته استثنائاتی هم دراین زمینه وجوددارد که ذیلابه شرح ان می پردازیم:

الف-اگردوعدد سمت راست 00باشدقطرداخلی برینگ ده میلیمتراست

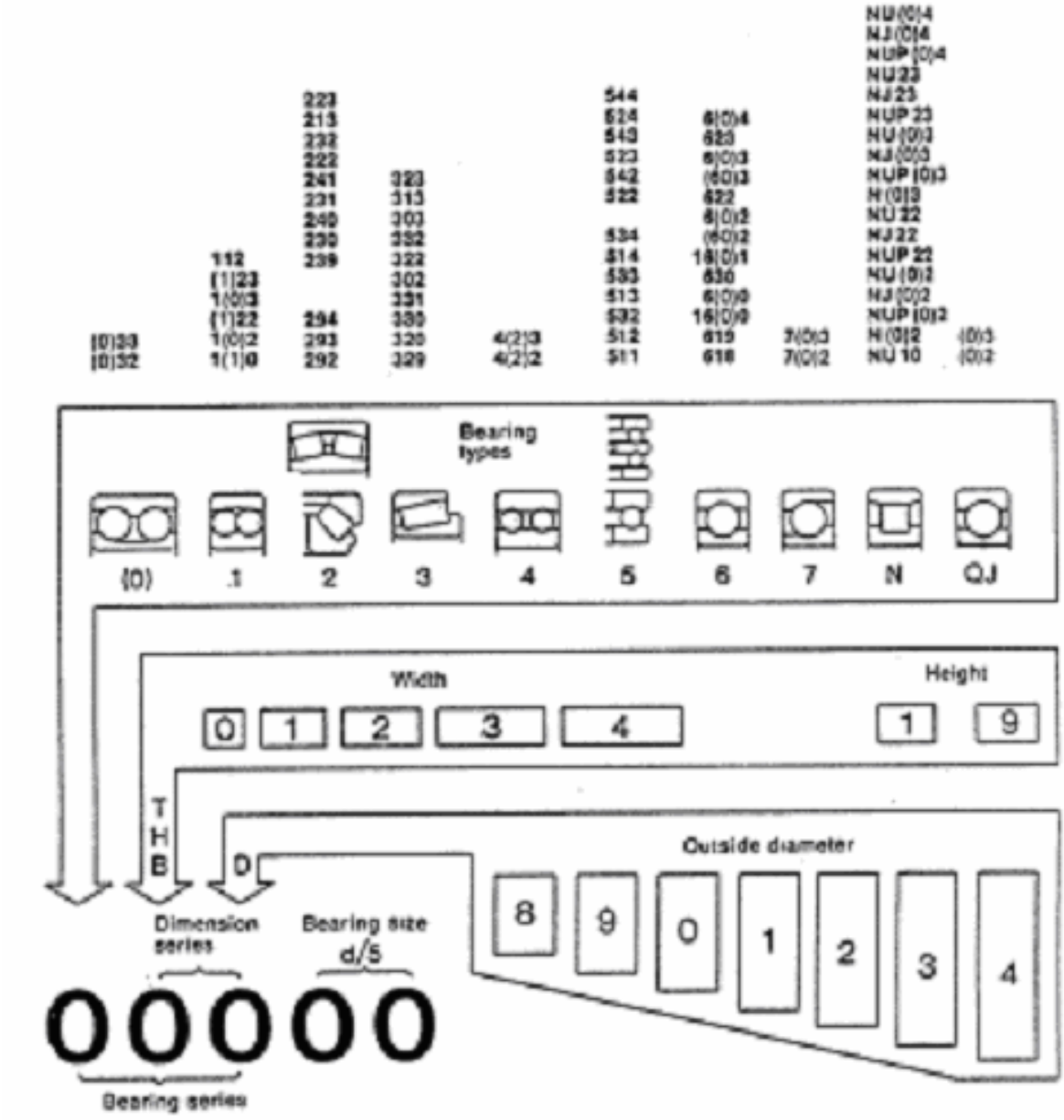
ب -اگردوعددسمت راست01باشد قطرداخلی برینگ دوازده میلیمتراست.

ج-اگردوعددسمت راست02باشد قطرداخلی برینگ پانزده میلیمتراست.

چ-اگردوعددسمت راست03باشد قطرداخلی برینگ هفده میلیمتراست.

ح-اگردوعددسمت راست04باشد قطرداخلی برینگ بیست میلیمتراست.

برای اعداددیگرقانون ذکرشده بطورکامل برقراراست



.عددسوم ازسمت راست مبین کلاس برینگ می باشد که مشخص کننده تحمل باربرینگ است ویکی ازپنج عدد 0,1,2,3,,4 است هزچه کلاس برینگ بالاترباشد باربیشتری رامی تواند تحمل کندبطورمثال برینگی که سه عددسمت راست ان315باشد قطرداخلی ان ۷۵ میلیمتراست ونسبت به بال برینگی که سه عددسمت راست ان215 است وقطرداخلی ان هم ۷۵ میلیمتراست باربیشتری رامی تواندتحمل کند.با بالارفتن کلاس برینگ(باتوجه به این که قطرداخلی ثابت است) قطرخارجی پهنا وقطرساچمه ها بالاترمی رود.

اعدادباقی مانده که دورقم یاسه رقم خواهدبودمبین نوع برینگ است مثلااگر:

اگرعدد6باشد برینگ ازنوع بال بوده وبال برینگ نوع ساده است.

اگرعدد7 باشدبرینگ ازنوع ساچمه ای تماس زاویه ای است.

اگرعدد53باشد بال برینگ ازنوع ساچمه ای دوردیفه است

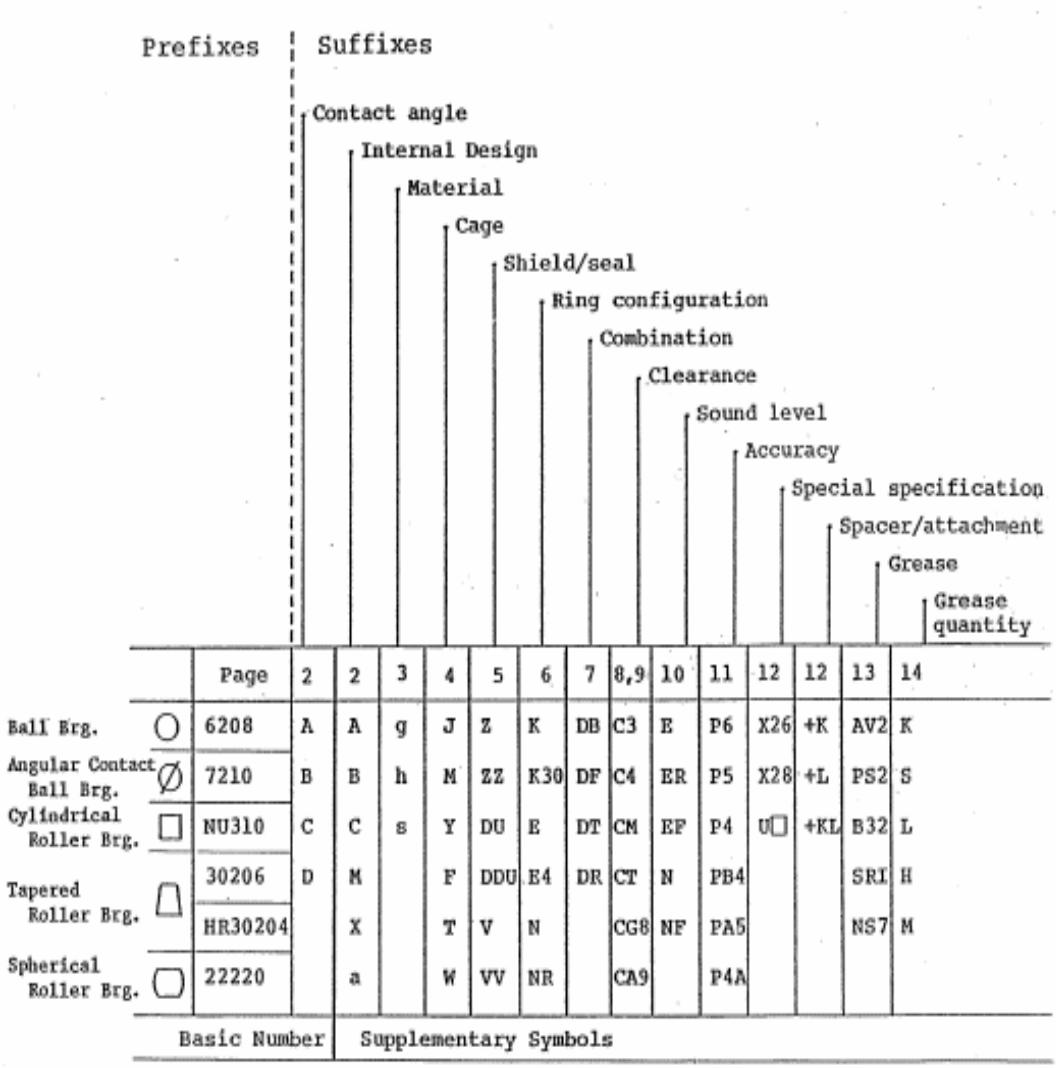
اگرعدد232باشدمبین برینگ نوع ساچمه ای خودمیزان است.

اگرعدد 51باشدبرینگ ازنوع بال برینگ کف گرداست.

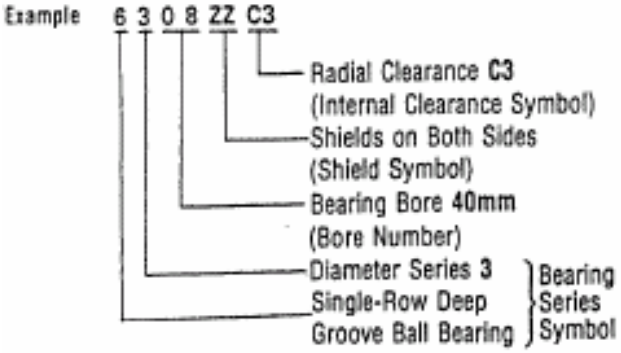
اگرعدد322,302,303,313باشدبرینگ ازنوع رولرمخروطی است .

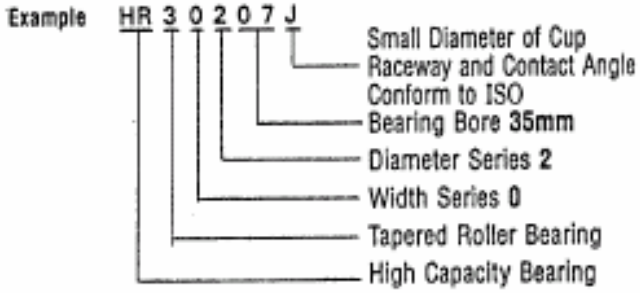
و.....که درجدول صفحه قبل دیده می شود.

بعضی ازپیشوندها وپسوندهای استفاده شده نیزدرجدول زیر درج شده است.



چندمثال:





عوامل کاهش دهنده طول عمربال برینگ ها

۱-مسائل ومشکلات ناشی ازنصب

۲-عدم هم محوری

۳-باربیش ازحدروی برینگ

٤-گرمای بیش ازحد

۵-روغن نامناسب

۶-روغنکاری ناقص

۷-مناسب نبودن برینگ برای ان شرایط(طراحی غلط)

۸-کثیف بودن روغن

۹-ارتعاشات بیش ازحدمحور

۱۰-مسائل ناشی ازحمل ونقل

۱۱-جریان های الکتریکی

انواع اب بندهای پمپ های گریزازمرکز

وظایف اب بندهادرپمپ های گریزازمرکز عبارتست از:

۱-جلوگیری ازخارج شدن مایع داخل پمپ بطرف محیط اطراف درصورتی که فشارداخل پمپ بیشتر ازفشارمحیط اطراف باشد.

۲-جلوگیری ازنفوذهوابه طرف داخل پمپ درصورتی که فشارداخل پمپ کمترازفشارمحیط اطراف باشد.

اب بندهای مورداستفاده درپمپ های جنبشی وبخصوص پمپ های گریزازمرکزشامل انواع زیراست:

۱- پکینگ هاکه شامل:

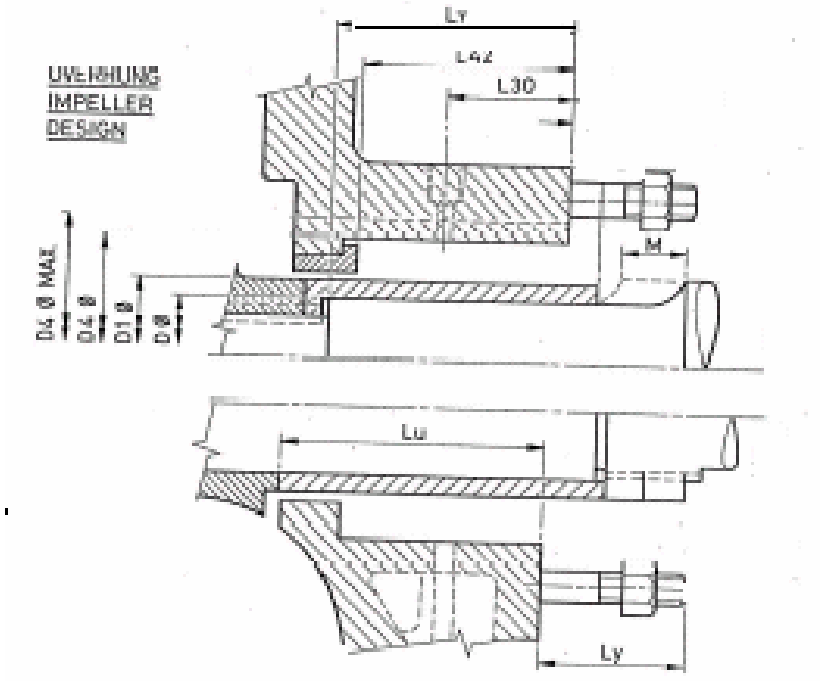
الف-پکینگ های فشاری

ب-پکینگ های تزریقی

۲-مکانیکال سیل ها

به محفظه ای که قطعات اب بندی دران قرارمی گیرد Stuffing Box یا محفظه اب بندی گفته می شود. وقتی فشار در ناحیه ورودی پمپ کمتر از فشار جو باشد جعبه آب بندی از نفوذ هوا به داخل پمپ جلوگیری می کند و وقتی که فشار داخل پمپ درناحیه خروجی پمپ بیشتر از فشار جو باشد جعبه آب بندی از نشت مایع به خارج پمپ جلوگیری می کند .

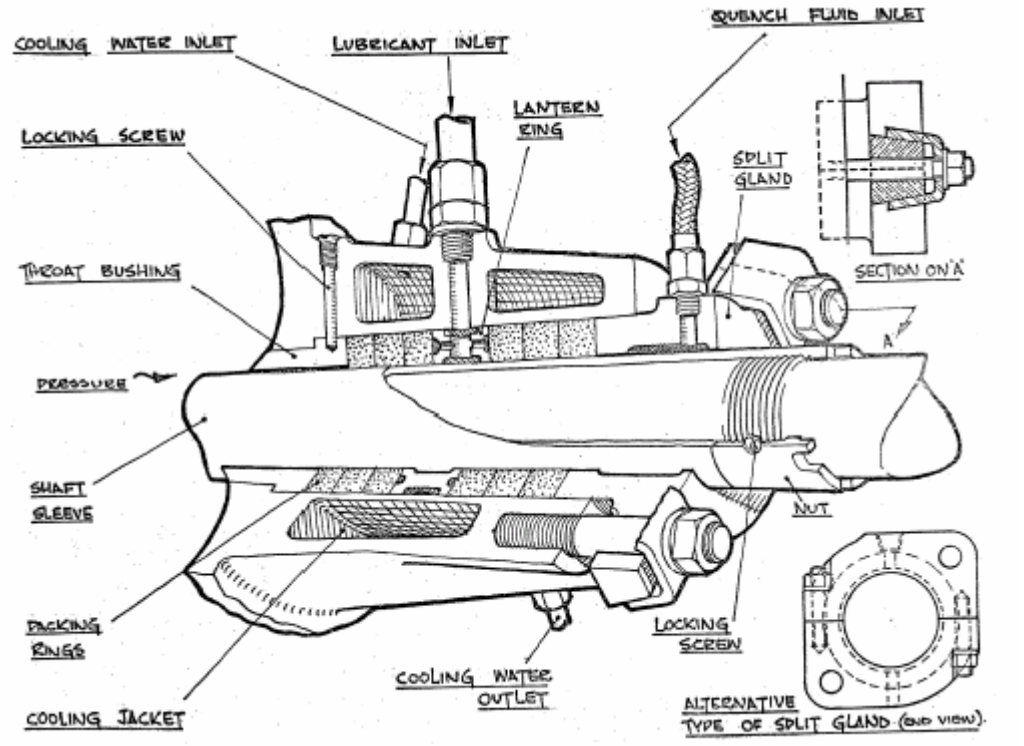
درزیرشمائی ازیک استافینگ باکس یامحفظه اب بندی نشان داده شده است.



ابعاد محفظه های اب بندی دراستانداردهای طراحی پمپ ها اورده شده است و معمولا ابعاد واندازه ها طوری انتخاب می شوندکه امکان نصب پکینگ ومکانیکال سیل وجودداشته باشد.

پکینگ های نوع فشاریCompression Packing

این پکینگ هامعمولا ازالیاف های به هم بافته شده طبیعی(گیاهی) مصنوعی, لاستیکیو تفلونیو ازبستی گرافیتی و.... ساخته شده اند وموارد استفاده انها در پمپ های گریز ازمرکز وولوها است. سطح مقطع این نوع پکینگ ها معمولابصورت مربع مستطیل است و حلقه های پکینگ درچندین ردیف پشت سرهم بطوری که شکاف های انها مقابل هم قرارنگیرد نصب می شوندو نحوه اب بندی انها در اثر فشرده شدن انها باسفت کردن پیچ گلند است که افزایش حجم حاصل از ان باعث کم شدن فاصله بین محور وپکینگ شده واز خروج مایع از زیرمحور پمپ به سمت بیرون ممانعت می کند که بسته به شرایط عملیاتی نظیردرجه حرارت فشار دور پمپ خورندگی مایع و.....از جنس های مختلفی ساخته می شوندودرصورتی که بطور مناسب انتخاب وبطور اصولی نصب وتنظیم وموردبهره برداری قرار گیرند ازلحاظ اقتصادی برای مایعاتی نظیر اب بسیارمقرون به صرفه اند .



مزایای پکینگ ها ی فشاری:

۱-ارزانقیمت هستند .

۲-راحت نصب می شوند.

۳- برای فشارها وسرعت های پایین کاردهی مناسبی دارند.

٤-قادر به تحمل حرکت محوری زیادی هستند.

۵- برای پمپ های دوار ورفت وبرگشتی قابل استفاده هستند.

۶-خرابی انها بصورت تدریجی وقابل پیش بینی است (برخلاف مکانیکال سیل ها).

۷-خرابی کمتر یاتاقان های پمپ به دلیل کم بودن فاصله شافت وپکینگ که به عنوان یک یاتاقان ثالث برای پمپ عمل می کند.

معایب پکینگ های فشاری:

۱-نشتی انها نسبتا زیاداست(مایع نشت شده کارروانکاری وجذب وانتقال حرارت تولید شده بین شافت وپکینگ راانجام می دهد وبایدحتما درحدمجازمقداری نشتی وجود داشته باشد).

۲- به دلیل ساییده شدن نیاز به تعمیر وتنظیم مداوم دارند.

۳-باعث خرابی شافت یاغلاف (دراثرتماس وسایش مداوم پکینگ ها با ان)می شوندکه معمولا بانصب سیلیو روی محور ازخراب شدن محورجلوگیری می شود.

٤-تلفات مکانیکی انهازیاداست(به دلیل سطح تماس اصطکاکی زیاد انها با شافت).

۵-مناسب نبودن برای مایعات گرم سمی واتش زا به دلیل نشتی که پکینگ ها بایدداشته باشند(که البته باتغییراتی که روی محفظه اب بندی وارایش پکینگ ها داده می شوددربعضی مواقع امکان استفاده ازانها میسر است) .

۶-مناسب نبودن برای فشارهای بالا(که در بعضی مواقع با نصب بوشی در انتهای استافین باکس وتخلیه فشار از طریق مسیر بالانس لاین امکان کم کردن فشار روی پکینگ ها برای پمپ های اب امکان پذیر است).

۷- مناسب نبودن برای دور های بالا به دلیل افزایش اصطکاک وحرارت بالا که نیاز به نشتی بیشتری دارد .

مسائلی که درحین نصب پکینگ ها بایدمراعات شود

۱-تعیین تعدادلایه های پکینگ مورد نیاز

۲-تعیین موقعیت قرارگیری لنترن رینگ

۳-تمیزکاری محورورداخل استافینگ باکس

٤-چک کردن محورازلحاظ صافی سطح وخمیدگی

۵-انتخاب پکینگ مناسب باکمترین ضریب اصطکاک که تحمل فشارودرجه حرارت راداشته باشدودوام ان نیزخوب باشد.

مسائلی که باعث کاهش طول عمرپکینگ ها می شود

۱--مناسب نبودن نوع Packingبرای شرایط عملیاتی(تاثیرات شیمیایی).

۲--تنظیم نبودن گلندکه باعث عدم روانکاری وتولید حرارت زیاد وافزایش سایش می شود.

۳-Run Out(دو پهنی)و خمیدگی بیش ازحدمحور که باعث عدم تماس کامل محور با پکینگ وفاصله افتادن بین انها می شود.

٤-هم محور نبودنMisaligment پمپ والکتروموتورکه باعث ایجاد حرکت های اضافی (ارتعاشات) روی شافت می شود .

۵--سایش بیش از حد سیلیویا شافت که باعث افزایش اصطکاک وتولید حرارت زیاد می شود

۶--قرارنگرفتن Lantern Ringدر موقعیت مناسب که باعث تزریق نشدن مایع سیل فلش می شود.

۷-تزریق نشدن مایع سیل فلش یامسدود بودن مسیر ان .

۸--مسائل عملیاتی نظیرCavitationو Suction Loose شدن پمپ که ناشی از افت فشاربیش ازحد در قسمت ورودی پمپ است.

۹-Recirculationمایع درورودی پمپ به دلیل کارکردپمپ درشرایط غیر طراحی (کار کرد پمپ در شرایط زیر Minimum Flow .

۱۰-خرابی یاتاقان ها وحرکت های جانبی بیش ازحد محور .

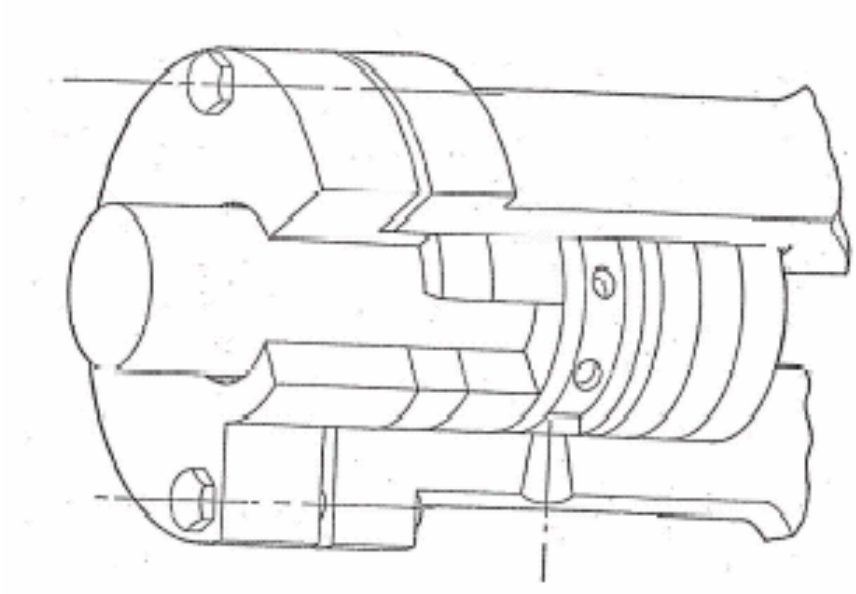
۱۱-ارتعاشات زیاد .

۱۲-ناصاف بودن سطح سیلیو (صافی سطح باید درحد16—0.4میکروواینچ باشد وجنس انهاسخت باشدودارای تحمل شوک حرارتی در حد بالا راداشته باشد) .

۱۳-مسائل ومشکلات ناشی ازنصب

۱٤-مناسب نبودن اندازه پکینگ که در حین نصب باعث تغییر شکل ان می شود.اگرازپکینگ باسایزکمتراستفاده شود برای پرکردن محفظه اب بندی بایدانها رازیادفشرده کردکه باعث ازدست رفتن خاصیت پکینگ می شودودرصورتی که ازپکینگ باسایزبالاتراستفاده شودبرای قراردادن انهادرمحفظه اب بندی بایدانهاراکوبیدکه بازباعث همان مسائل می شود.

برای جذب وانتقال حرارت تولید شده وروانکاری بین سطوح پکینگ ومحور از مایعی مناسب که ازخود پمپ یاازیک منبع خارجی که متناسب بامایع پمپ باشد استفاده می شود که از طریق Ring Lanternیا رینگ فانوسی(که درموقعیت مناسب دربین پکینگ ها نصب می شود) بین پکینگ ها تزریق می شودودر صورتی که درجه حرارت پمپ بالا باشد پس ازگذشتن از کولر هائی که به همین منظور(کولر های سیل فلش) تعبیه شده وارد لنترن رینگ می شود.

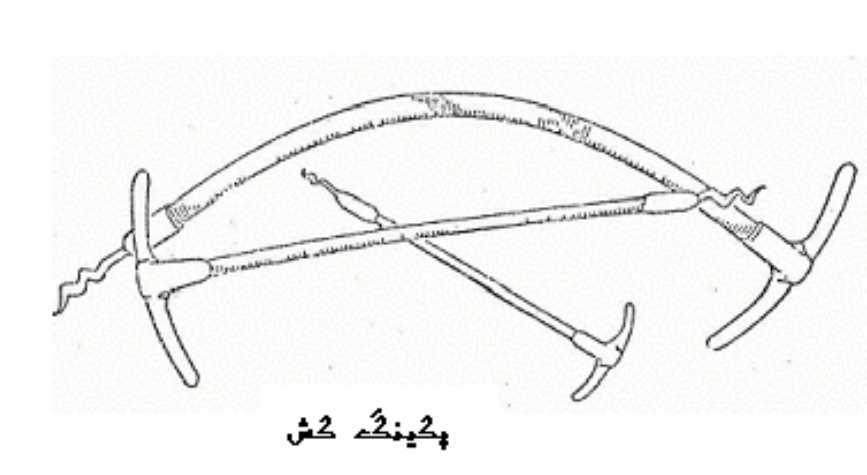


لازم به توضیح است که درمحیط های صنعتی جنس گلند (یابوش داخل ان)که پشت پکینگ ها نصب می شود وکار فشرده کردن پکینگ ها وجلوراندن انها رابه عهده دارد باید از جنسی باشد که ضد جرقه باشدNonsparking Material تاباعث بروزاتش سوزی و.....نشود.

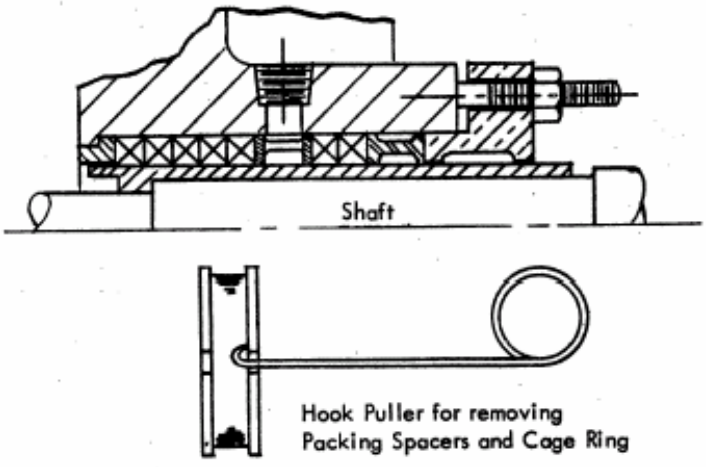
برای جلوگیری از خرابی محور وعدم تماس دست بامایع پمپ (اسید هاومایعات گرم) هنگام تعویض پکینگ ازپکینگ کش های مخصوص استفاده می شود که دارای سایز های متعددی هستند و چند نمونه ازان درصفحه بعدنشان داده شده وروش کار باان به این صورت است که نوک تیز پکینگ کش درداخل پکینگ فرو می رود وباچرخاندن ان درداخل پکینگ نفوذ کرده ووقتی درگیری کامل حاصل شد پکینگ کش به طرف بیرون کشیده می شودوپکینگ های فرسوده باان خارج می شود.

همچنین برای بیرون اوردن لنترن رینگ ازوسیله مخصوصی استفاده می شودکه شمائی ازان نشان داده شده است.

همچنین برای بیرون اوردن لنترن رینگ ازداخل محفظه اب بندی ازابزارمخصوصی استفاده می شود که شمائی ازان نشان داده شده است.



پکینگ کش

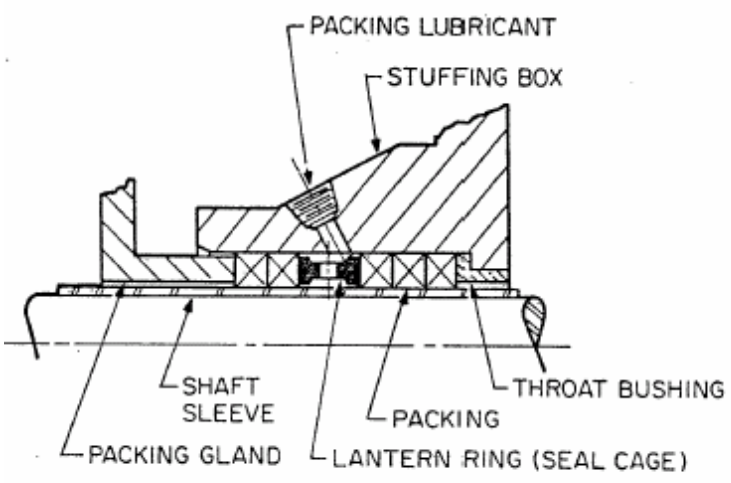


لازم به توضیح است که روش بریدن صحیح پکینگ ها استفاده از یک Mandrel چوبی هم سایز شافت است که پکینگ ها دوران پیچیده می شودوهمه انها بصورت مورب باهم بریده می شوند تاازلحاظ اندازه مثل هم باشند ودرهنگام نصب نیزبایدطوری دراستافینگ باکس قرارگیرند که محل های بریدگی باهم زاویه داشته باشندوهرکدام ازحلقه ها به درستی درمحل خودقرارگیرند(باشافت هم محورباشند)و بین انها نیزفاصله ای نیفتدکه برای انجام این کارازوسیله مخصوصی به اسم پکینگ کوب که یک استوانه توخالی است استفاده می شودکه پس ازقراردادن هرلایه پکینگ چند بارکوبیده می شودتا ازقرارگرفتن درست ان اطمینان حاصل گردد.درصورتی که پکینگ ها بطورکامل با محور تماس نداشته باشندباعث ایجاداصطکاک موضعی وگرم شدن بیش ارحدپکینگ هاوسوختن انها وهمچنین خرابی موضعی محورمی شود.

انواع آرایش پکینگ ها:

۱-برای اب بندی مایعات تمیزمعمولی درپمپ هائی که فشارورودی انهاکمترازفشارجو است در وسط پکینگ ها یک عددرینگ فانوسیLantern Ringکه بصورت یک تکه یادوتکه است قرار می گیرد که وظیفه ان وارد کردن مایع سیل فلش به پکینگ ها است که بخشی ازمایع اززیر پکینگ های طرف پمپ به داخل پمپ نفوذ می کند(که علاوه برروانکاری پکینگ های طرف داخلی باعث عدم ورودهوا به داخل پمپ نیزمی شود) و قسمت دیگر ان اززیر پکینگ هایی که سمت بیرون است واززیرگلند ازپمپ خارج می شود که وظیفه ان روانکاری وانتقال حرارت تولید شده درناحیه تماس پکینگ های طرف خارجی باشافت است که البته این مقدارنشتی بایددرحد مجاز تعیین شده باشد.

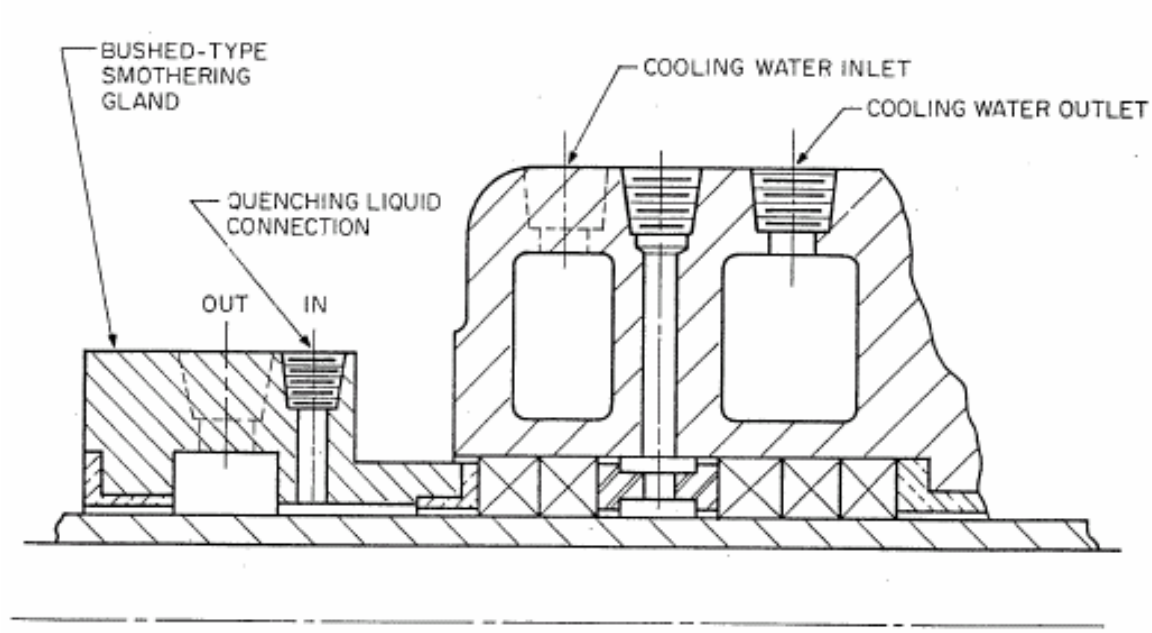
لنترن رینگ بایددقیقا مقابل مسیرمایع سیل فلش قرارگیرددرغیراین صورت امکان تزریق مایع روی ان نیست.همچنین بعدازچندبارکه گلند سفت می شود تاجلوی نشتی گرفته شود(به علت سایش پکینگ) باید پکینگ ها تعویض شوند زیرا اولادراثربیش ازحدفشرده شدن پکینگ خاصیت نرمی خودراازدست می دهد(استخوانی می شود)وثانیا پس ازچندبارسفت کردن گلند لنترن رینگ بطرف جلوحرکت می کندوازمقابل مسیرسیل فلش خارج می شودواجازه تزریق سیل فلش داده نمی شود.



Common packing arrangement.

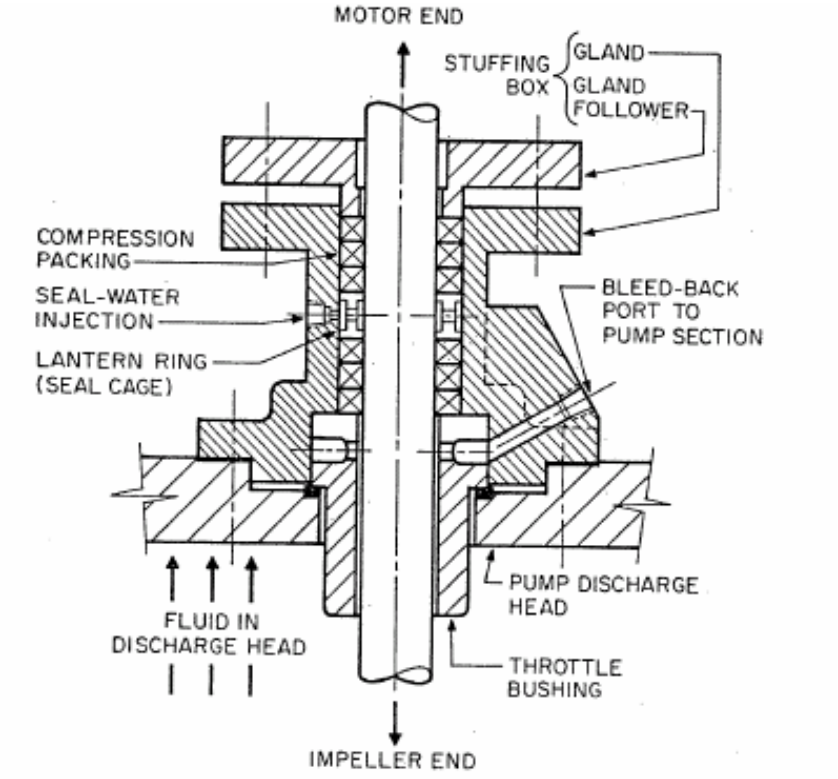
۲-برای اب بندی مایعات خطرناک یاموادی که درحین نشتی به بخارتبدیل می شوند وممکن است برای افراد ایجاد خطر کندبرای تحت کنترل دراوردن نشتی ها از یک عددگلند کمکی اضافی به نام Smothering Glandدرقسمت بیرونی گلنداصلی استفاده می شودکه نشتی های خارج شده ازپکینگ ها وارداین محفظه شده وازانجا با سیستم لوله کشی به یک محوطه ایمن منتقل می شود.

البته از این نوع طراحی برای شستشوی نشتی های حاصله از مایعاتی که درتماس باهوای ازاد سفت وخشک می شوندمثل قیریامومادنفتی سنگین نیزاستفاده می شودوباتزریق مایع یاگازمناسب یا بخاراب دراین محفظه نشتی های بوجودامده تمیزمی شودوازتشکیل کک ممانعت می شود.همچنین برای اب بندی این نوع مایعات وبخصوص قیرباتزریق حلالی مناسب (مثل گازوئیل)روی رینگ فانوسی یالنترن رینگ که بامایع پمپ هم خوانی داشته باشد پکینگ ها روانکاری می شوند که باعث افزایش طول عمرانها خواهدشد.



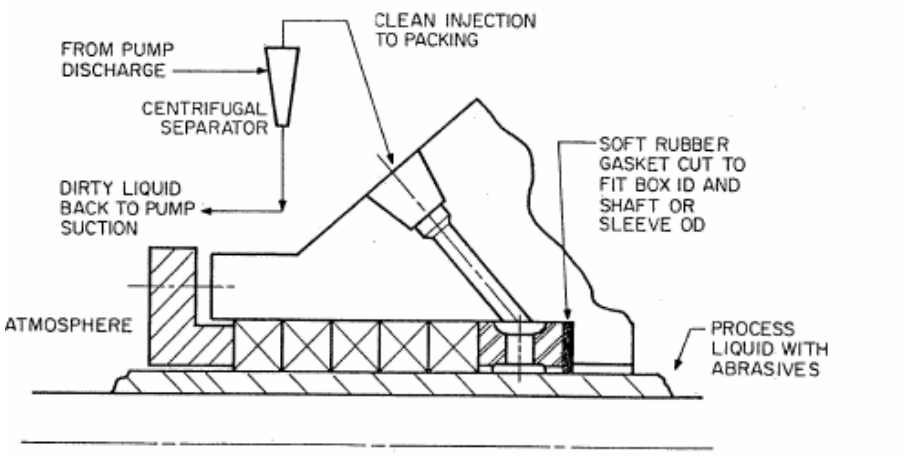
Smothering gland and water-cooled stuffing box.

۳-برای سیل کردن مایعات بافشار های بالا از یک بوش فشارشکنThrottle Bush ویک مسیر تخلیه یابالانس لاین که یک طرف ان به بالای بوش استافین باکس است وطرف دیگران به یک ناحیه کم فشار مثل ورودی پمپ است متصل می شودوازبالارفتن فشاردرناحیه محفظه اب بندی واعمال فشاربالاروی پکینگ ها ممانعت می شود. درمواقعی که فشارورودی پمپ کمترازفشارجوباشد برای جلوگیری ازتخلیه سریع مایع داخل استافین باکس یک عدد اوریفیس درمسیربالانس لاین نصب می شود.



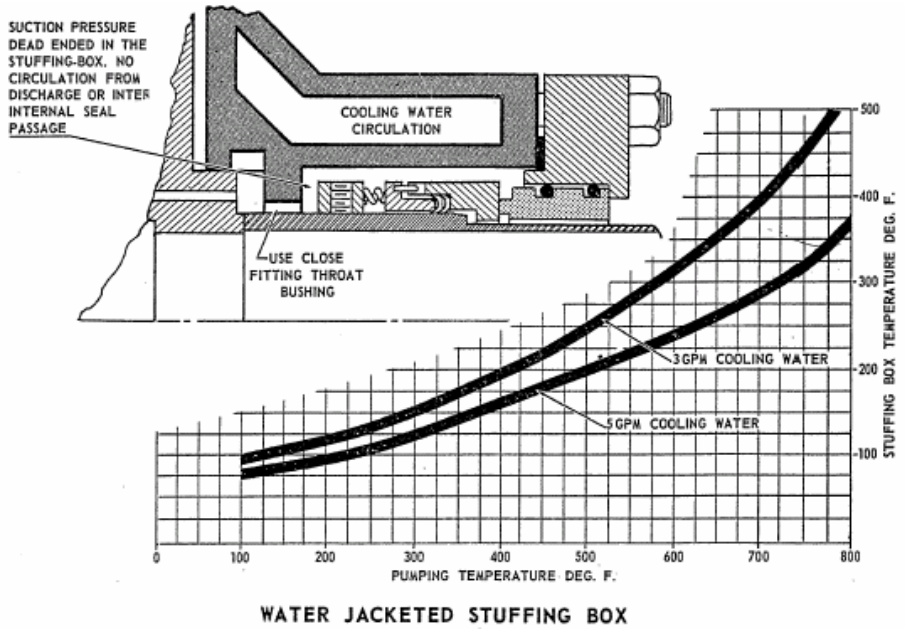
Compression packing with throttle bushing for pressure breakdown.

٤-برای سیل کردن مواد خورنده یامایعاتی که همراه انهاذرات جامد وجودداردبرای ممانعت ازتماس مواددداخل پمپ باپکینگ ها بانصب یک Lip Sealدرابتدای محفظه اب بندی جلوی ورود مایع به پکینگ ها گرفته می شودو Lantern پشت ان قرارمی گیرد ومایع سیل فلش درانتهای محفظه اب بندی تزریق می شود که علاوه برایجادفشاربالاتر در پشت Lip Sealاززیرپکینگ ها نیزعبورکرده وکارروانکاری وجذب وانتقال حرارت رانیزانجام می دهد.



Clean injection through a centrifugal separator to keep abrasives out of stuff ing box.

۵-برای سیل کردن مایعات گرم از استافین باکس های مجهز به سیستمJacket Cooling استفاده می شود همچنین اگر مایع سیل فلش ازخروجی پمپ گرفته شده باشد قبل ازواردشدن ان روی پکینگ ها ان رااز کولر هایی که در مسیر سیل فلش تعبیه شده عبور می هند. درصورتی که مایع پمپ دارای خاصیت روانکاری خوبی نباشدبهتراست این مایع ازمنبع مناسب دیگرکه مایع ان بامایع پمپ هم خوانی داشته باشدتامین شود.



WATER JACKETED STUFFING BOX

انتخاب جنس پکینگ ها Packing Selection

انتخاب جنس مناسب برای پکینگ ها ازاهمیت ویژه ای برخوردار است ودرصورتی که درست انتخاب نشود باعث کاهش طول عمرشدید انها خواهد شد.

جدول زیرمعیارمناسبی برای انتخاب نوع پکینگ است که براساس فشار, درجه حرارت ونوع مایع (PH)وهمچنین پارامترفشار وسرعت که حاصل ضرب فشاروسرعت خطی مکانیکال سیل است در انتخاب نوع پکینگ کمک می کند .

Service Limitations of Common Packing Materials[a]

Packing material	Pressure (max)[b] lb/in² gage (kPa gage)	PV rating (max)[c], lb/in² 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 solutio
Flax/ramie	100 (689)	188,000 (65.8)	150 (65.6)	5–7	High wet strength and excelle 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 solven
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 wate
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 wate
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

[a]Continuous lubrication introducted at the lantern ring. Table is only a guide. Consult packing manufacturer with complete operating conditions for exact recomrnendation.
[b]Pressure relates to the operating pressure at the stuffing box.
[c]PV data based on a 2-in (5.08-cm) shaft at 1750 and 3600 rpm.
[d]Temperature is the product temperature.

انتخاب سایز پکینگ:

سایز پکینگ براساس قطر شافت وقطراستافینگ باکس انتخاب می شودواندازه ان را می توان بانصف کردن تفاضل قطراستافینگ باکس وشافت یاسیلیویاازرابطه زیربدست اورد:

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

جدول زیربرای انتخاب سایز پکینگ های استانداردداستفاده می شود.لازم به توضیح است که درطراحی پمپ واستافین باکس براساس قطر شافت وسایز پکینگ قطرداخلی استافین باکس باید طراحی شود .

Packing Sizes for Rotating Shafts

Shaft (or sleeve) diameter, in (mm)	Packing size, in (mm)
⅝ to 1⅛ (15 to 30)	5/16 (8)
1⅛ to 1⅞ (30 to 50)	⅜ (10)
1⅞ to 3 (50 to 75)	½ (12.5)
3 to 4¾ (75 to 120)	⅝ (16)
4¾ to 12 (120 to 305)	¾ (20)

.

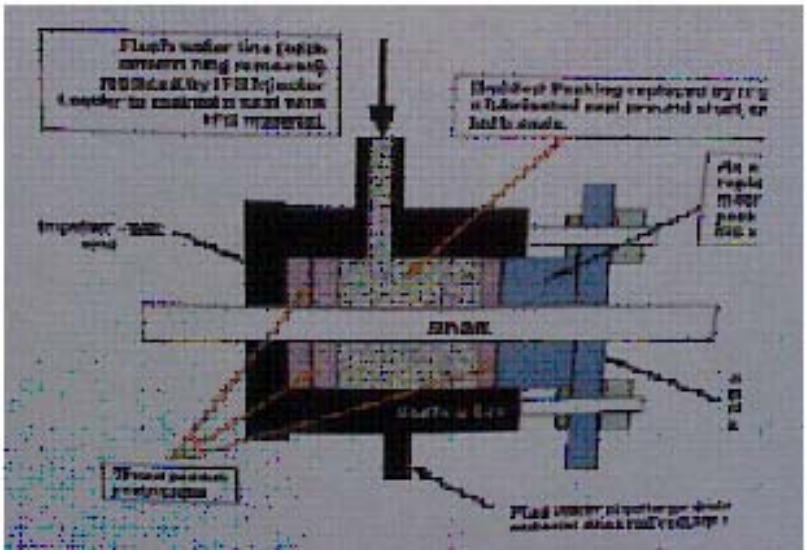
برای پیداکردن تعدادحلقه های پکینگ موردنیازباید به نقشه پمپ یااستافینگ باکس مراجعه نمودتاتعدادحلقه های پکینگ موردنیازقبل وبعداز لنترن رینگ مشخص شود.ولی درصورت موجودنبودن نقشه با تقسیم نمودن طول محفظه اب بندی به سایز پکینگ تعداد حلقه پکینگ موردنیازقابل محاسبه است که بایدطول خودلنترن رینگ نیزدرنظرگرفته شودوپکینگ ها طوری قرارداده شوندکه لنترن رینگ درموقعیت مناسب یعنی روبروی لاین سیل فلش قرارگیرد.

پکینگ های تزریقی:

درسالهای اخیر پکینگ هایی به بازارامده که شرایط کاری وطول عمر انها به مراتب بالاتر از پکینگ های قدیمی است .این نوع پکینگ ها برخلاف پکینگ های قدیمی که بصورت الیاف بافته ای هستند د بصورت الیاف رشته ای شکل اغشته به مواد روان کننده هستندکه بصورت غیرمنظم بین شافت وداخل محفظه اب بندی قرار می گیرند وبا پرکردن این ناحیه کاراب بندی راانجام می دهند.

یک نمونه ازاین پکینگ ها محصول Kem-A-Trixاست که ترکیبی ازرشته های مصنوعی تقویت شده با کیفیت بالا همراه روغن مخصوص است وطوری ساخته شده است که درمواقع موردنیاز روغن ازترکیب ازادشده ودورشافت رالایه نازکی ازروغن می پوشاند.البته این ترکیب غیرازبستی است ودرفشارودرجه حرارت بالانمی شکند. محصول فوق خودخنک کننده وروانکاربوده ودرپمپ ها ولوها وهم زن ها بجای پکینگ ها واب بندهای مکانیکی مورداستفاده قرارمی گیرد.

درصفحه بعدشمائی ازان نشان داده شده است.



اب بند های تزریقی بصورت رشته ای Fibrousوقابل انعطاف بوده و سرتاسر محور رامی پو شانندوتماس فشاری را حذف کرده ومانندیک روانکارعمل می کندوحداقل اصطکاک را روی محور ایجاد می کنندوباعث افزایش طول عمرمحورنیزمی گردند.

مزایای اب بند های تزریقیKem-A-Trix:

۱-براحتی قابل جایگزینی بجای مکانیکال سیل ها وپکینگ های فشاری هستند.

۲-خودخنک کننده وخودروانکارمی باشند.

۳-نیازبه سیستم خنک کننده ندارند.

٤-تزریق(پکینگ دادن) درحال کاردستگاه انجام می شودواراتلاف وقت وهزینه جلوگیری می شود.

۵-قابل استفاده روی شافت های خراب وفرسوده هستند.

۶-نیازبه اعمال فشارندارندوازخط افتادن محورجلوگیری می کنند

۷-قابل کاربرددر محورهای دواورفت وبرگشتی هستند.

۸-نیاز به تعویض ندارند.

۹-برای هرسایزشافتی قابل استفاده هستند.

۱۰-حداقل نشتی(درحدصفر)رادارند.

۱۱-قیمت انهانسبت به مکانیکال سیل ها بسیارکمتراست.

۱۲-تلفات مکانیکی کمتری دارند(درمصرف انرژی صرفه جوئی می گردد).

تزریق انهادرداخل محفظه اب بندی توسط دستگاه های مخصوص انجام می شود. روش استفاده پکینگ های تزریقیKem-A-Trixبدین صورت است که ابتدا دوعدد واشر(به عنوان رینگ فشارشکن)درانتهای محفظه اب بندی قرار داده می شود(ترجیحا ازنوع شناور) و محفظه به صورت دستی از الیاف پکینگ پرمی شودوپس ازقراردادن یک عددرینگ دیگر در انتهای کاوردر پوش محفظه اب بندی نصب می شودوپس ازبستن پیچ هادرجای خودلاک می شوند (برخلاف سیستم های پکینگی که این گلند قابل تنظیم است).سپس دستگاه تزریق

که تقریباشبیه گریس پمپ است به وسیله همین محصول پرمی شودودرمحل سوراخ وروی محفظه اب بندی نصب می شودوپمپ درسرویس قرارمی گیرد ود ر صورت وجودنشتی باکمی چرخاندن دسته دستگاه تزریق موادمستقیما به داخل محفظه اب بندی انجام می شودونشتی برطرف می شود. بایدتوجه داشت که مقدارتزریق نبایدخیلی زیادباشدوبایدطوری باشدکه فقط نشتی به کمترین مقدارخودبرسد.درغیراین صورت باعث فشرده شدن بیش از حدپکینگ ها وجداشدن مایع روانکاری می شود که باعث سوخته شدن وکاهش شدیدطول عمرانها می شود . لازم به توضیح است برای کم کردن وکنترل نشتی ها به هیچ وجه نباید باسفت کردن گلند این کار انجام شودزیراباعث فشرده شدن بیش ازحدپکینگ ها وعدم کارائی انهامی شود.

مکانیکال سیل هاMechanical Seal

باعنایت به نشتی اجتناب ناپذیر سیستم های پکینگی درپمپ های گریزاز مرکز(برای روانکاری وخنک کاری پکینگ ها)و همچنین معایب دیگرپکینگ ها(که قبلا بحث شده) برای اب بندی پمپ های گریز ازمرکز که دردورها, فشارها, درجه حرارت ها ومایعات سمی واتش زاکارمی کنند از مکانیکال سیل ها استفاده می شود.

ساختمان مکانیکال سیل ها از دوسطح خیلی صاف وصیقلی که یکی ازانها ثابت ودرداخل سیل پلیت(گلند) قرار می گیرد وسطح دیگرکه متحرک است و با محور می چرخدتشکیل شده که توسط فیلم نازکی از مایع پمپ شونده داخل محفظه استافین باکس روانکاری شده واز تماس مستقیم سطوح اب بندی ممانعت می کند.همچنین حرارت تولید شده توسط مایع سیل فلشیSeal Flush که روی سطوح اب بندی درداخل محفظه اب بندی تزریق می شودیا ابی که دراطراف جداره استافینگ باکس جریان داردخنک می شود.

مزایای مکانیکال سیل ها:

۱-نشتی خیلی کم وکاهش اتلاف مایع (نشتی درحد چند سانتی مترمکعب در ساعت است).

۲-هزینه نگهداری پایین.

۳-عدم نیاز به تنظیم وتعمیر مداوم.

٤-کم بودن سایش شافت یا سیلیو.

۵-توانائی سیل کردن بالا.

۶-تحمل فشارها وسرعت های بالا.

۷-قابل استفاده برای انواع مایعات.

۸-دارابودن خاصیت خود تمیز کنندگیSelf Cleaning.

۹-کمک نیروی گریز ازمرکزدرجهت کم کردن نشتی.

۱۰-کاهش الودگی های زیست محیطی.

۱۱-کاهش خرابی یاتاقان ها ناشی از الودگی روغن.

۱۲-کاهش خوردگی به دلیل نشت فواره ای.

۱۳-کاهش تلفات مکانیکی(به دلیل کم بودن سطوح تماسی بایکدیگر).

معایب مکانیکال سیل ها:

۱-زیاد بودن هزینه های اولیه نصب .

۲-عدم تحمل حرکت های محوری زیاد.

۳-مونتاژودمونتاژ مشکل

٤- نیاز به افرادمتخصص جهت تعمیرونصب

٤-خرابی ناگهانی که باعث نشتی های ناگهانی می شود.

ساختمان مکانیکال سیل ها:

مکانیکال سیل ها ازاجزا وقطعات زیر تشکیل شده اند:

۱-سطح ثابت اب بندی یاStationary Seal Ring

۲-سطح دوار اب بندی یاRotory Seal Ring

که هردوازاجزا اصلی مکانیکال سیل هاهستند ودارای سطح بسیارصاف وصیقلی اندکه کاراساسی اب بندی راانجام می دهند.و بسته به نوع مکانیکال سیل وطراحی ان ازجنس های مختلفی ساخته می شوند.

۳-گلند یاSeal Plate

که محل قرارگیری رینگ ثابت اب بندی است ومجموعه مکانیکال سیل به توسط ان روی بدنه محفظه اب بندی Stuffing Box نصب می گردد.

٤-غلاف یاSleeve

که برای ممانعت از خراب شدن شافت دراکثرمکانیکال سیل هائی که بصورت کارتریج نصب می شوندمورداستفاده قرارمی گیردکه ازیک طرف قطعه متحرک(دوار)مکانیکال سیل همراه مجموعه فنری روی ان قرارمی گیرندوازطرف دیگرمجموعه قطعات ثابت ومتحرک روی ان مونتاژوروی محور نصب می شوند.

۵-مجموعه فنری

که برای اطمینان ازقرارگرفتن قطعات ثابت ومتحرک مکانیکال سیل درحین کار بااعمال نیروسطوح راروی هم می فشارندوشامل بلوزهای فلزی یالاستیکی وانواع فنرها است.

۶-اب بندهای داخلی یاSecondary Seals

که برای اب بندی بین قطعات مکانیکال سیل استفاده می شودوشامل اب بندهای زیر است:

الف-اب بندغلافSleeve Packingکه برای اب بندی بین غلاف ومحوربکار می رود

ب-اب بندرتوریRotory Seal Ring Packingکه جهت اب بندی زیررتوری ومحور یاغلاف استفاده می شود.

ج-اب بند کربن Stationary Seal Ring Packingکه برای اب بندی کربن درداخل گلنداستفاده می شود

۷-تعدادی پیچL-Screw ومهرهLock Nut

برای نصب ومونتاژ قطعات روی یکدیگر استفاده می شودوهمچنین یک یا دوعددرینگ .

۸-استافین باکس ثانویه

که برای ممانعت ازخروج موادنشت شده (یابخاراب شستشو کننده یاخنک کننده)به محیط اطراف در قسمت بیرونی سیل پلیت قرارمی گیرد.

مکانیکال سیل نوع Flexibox :

قطعات مکانیکال سیلFlexibox شامل:

۱-کربن رینگStatinary Seal Ring

۲-اورینگ کربنStationary Seal Ring Packing

۳-پیچ های نگه دارنده Set Screw

3A- گلندGland Or Sealplate

3B-پیچ های نگه دارندهSet Screw

3D-بوش گلندSafty Bush

٤-اورینگ گلندGland Packing

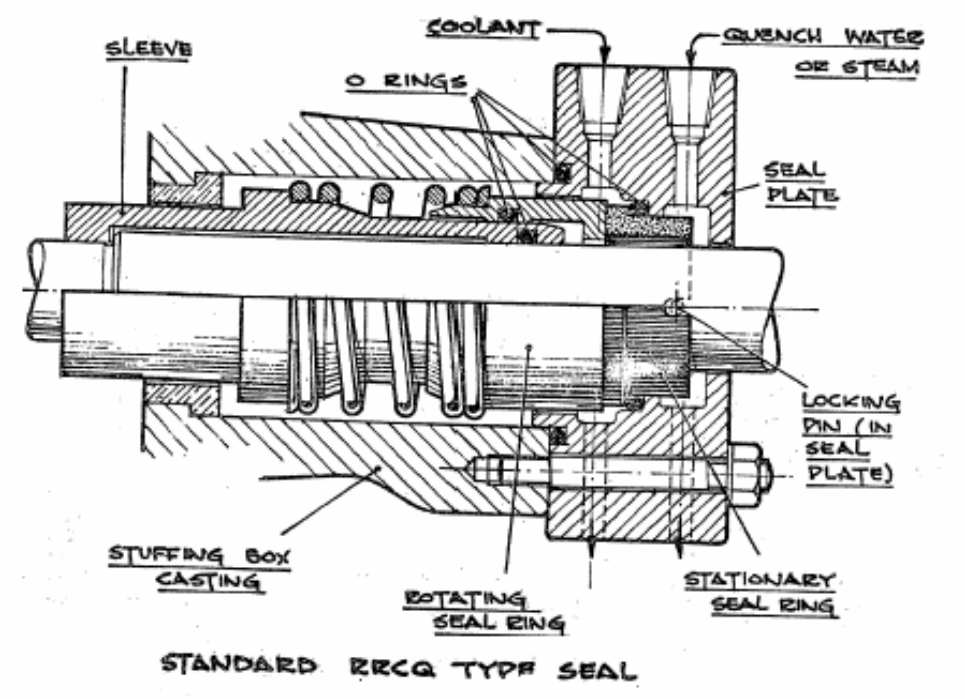
۵-رتوریRotory Seal Ring

۶-اورینگ رتوریRotory Seal Ring Packing

۷-فنرSpring

۸-سیلیوSleeve

۱۰-اورینگ سیلیوSleeve Packing



مکانیکال سیل نوعSealol:

قطعات مکانیکال سیل نوعSealol:

۲-سیلیوSleeve

۳-گسکت بلوزFlat Gasket

٤-پیچ نگهدارندهScrew

۵-مهره نگهدارندهNut Compression

۶-پکینگShaft Packing

۷-پیچ نگهدارندهSocket Set Screw

۸-پکینگ سیل پلیتGland Packing

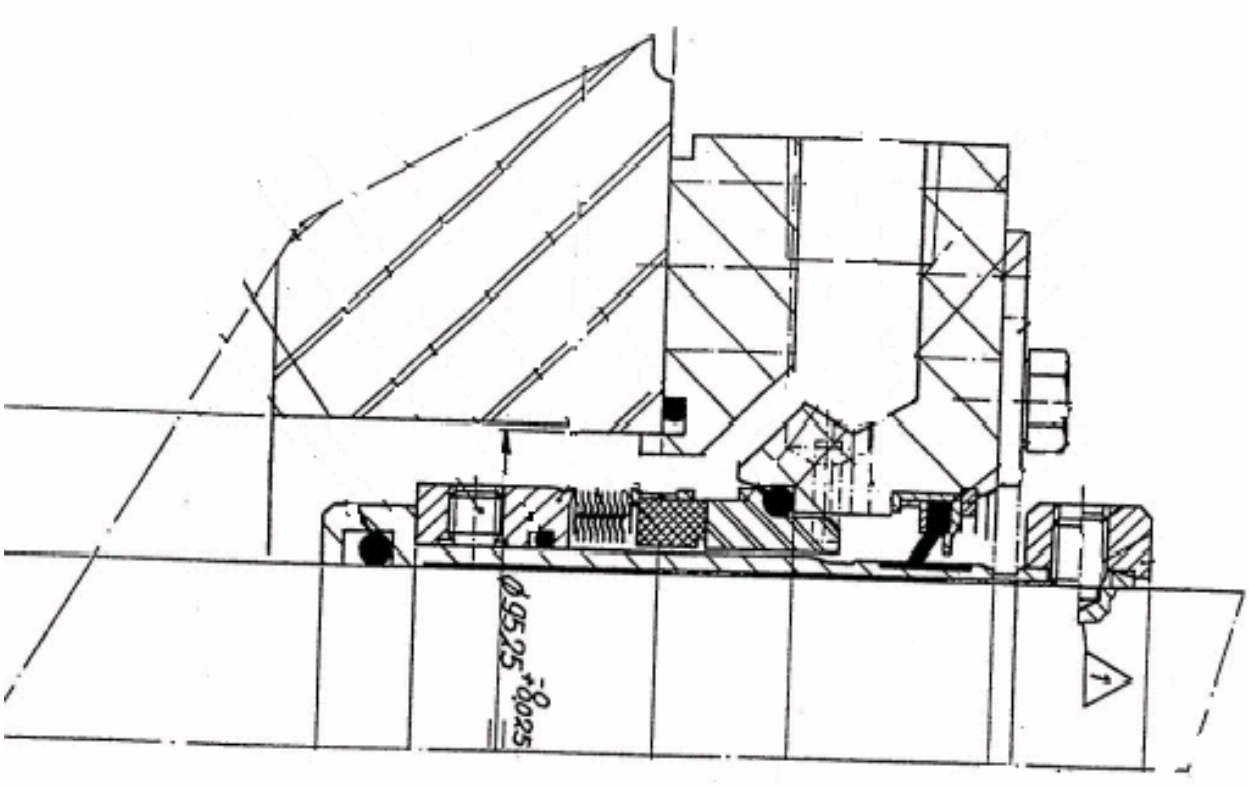
۹-سیل پلیتGland

۱۰-سطح سختMating Ring

۱۱-بوش گلندBushing

۱۲-پیچScrew

۱۳-محکم کننده پکینگPacking Follower



طبقه بندی مکانیکال سیل ها:

اصول کارتمامی مکانیکال سیل ها مشابه همدیگراست ولی ارلحاظ ساختمان داخلی ونحوه نصب در دسته های زیرطبقه بندی می شوند

۱-مکانیکال سیل های داخلی وخارجی Inside &Outside Mechanical Seals

۲ -مکانیکال سیل های تکی ودوتاییDouble&Single Mechanical Seals

الف-مکانیکال سیل های دوبلهDouble Mechanical Seals

ب-مکانیکال-سیل های پشت سر همDouble Tandem Mechanical Seals

پ-مکانیکال سیل نوعDual Tandem

۳-مکانیکال سیل های فشاری وغیرفشاریPusher&NonPusher Type Mech Seal

٤-مکانیکال سیل های ثابت ودوارRotating&Stationary Floating Mech Seals

۵-مکانیکال سیل های بالانس شده وبالانس نشده Balanced&Unbalanced Mech Seals

درفصل انتهائی جزوه شمائی ازانواع مکانیکال سیل های ذکرشده نشان داده شده است

برای افزایش طول عمر مکانیکال وبالا بردن ضریب ایمنی انها بسته به نوع عملیات وشرایط عملیاتی از سیستم های حفاظتی استفاده می شود که به شرح ان پرداخته می شود.

سیستم های سیل فلش مکانیکال سیل ها:

سیل فلشFlashing Oil مایعی است که از خروجی پمپ یا ازیک منبع مناسب که با مایع پمپ هم خوانی داشته باشد(درصورتی که مایع پمپ دارای خاصیت روانکاری مناسبی نداشته باشند)گرفته می شودودرحین کارمکانیکال سیل با فشاری بالاتر ازفشارمحفظه اب بندی روی سطوح اب بندی تزریق می شودووظایف زیرراانجام می دهد:

۱-خنک کردن سطوح اب بندی مکانیکال سیل که دراثراصطکاک چرخشی سطوح روی یکدیگر گرم شده است.

۲-تمیز کردن محوطه اطراف سطوح اب بندی

۳- بیرون راندن مایع گرم وارد شده به محفظه اب بندی

٤-تنظیم نمودن فشار محفظه اب بندی

که بخصوص مورد اخر مورد بسیار مهمی است که درمکانیکال سیل های پمپ های چندمرحله ای که برای پمپاژ مایعات گرم که درشرایط نزدیک به بخار شدن کار می کنندحائزاهمیت است .

در پمپ های چند مرحله ای که با مایعات گرم کارمی کنند(یا پمپ هائی که درشرایط خلا کارمی کنند)بیشترین مشکل مکانیکال سیل طرف ورودی(فشارپایین) ناشی ازتبخیرشدن مایع در محفظه اب بندی به دلیل کاهش فشاروبالابودن درجه حرارت مایع داخل محفظه اب بندی است که باعث خشک چرخیدن سطوح اب بندی روی یکدیگرونشتی وخرابی زودرس ان می شود که یکی از نقش های مهم مایع سیل فلش تزریق شده خنک درمحفظه اب بندی بالابردن فشارمحفظه اب بندی برای جلوگیری ازتبخیرشدن مایع و بیرون

راندن مایع گرم داخل استافین باکس ازان ناحیه به طرف داخل پمپ وخنک کردن سطوح اب بندی است که در اثر اصطکاک گرم شده اند .

سیستم کاهش دهنده فشارمحفظه اب بندی

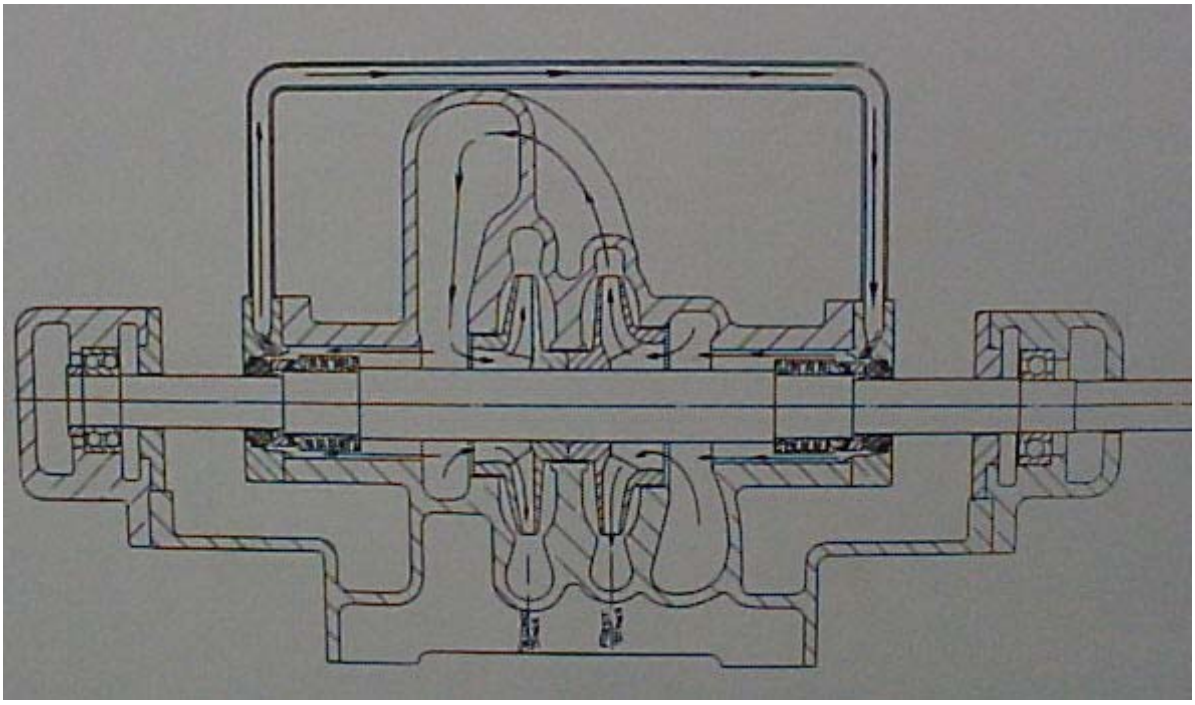
درپمپ های چندمرحله ای مکانیکال سیل های طرف فشاردارای وضعیت بحرانی تری هستند چون اولادر معرض فشار خروجی پمپ ودرجه حرارت بالا قرار دارند ونیاز به تزریق مایع سیل فلش با فشار خیلی بالادارندکه بایدتمهیدات خاصی در نظرگرفته شود تابحث بالا بودن فشار محفظه اب بندی وخنک کاری وتزریق مایع سیل فلش براحتی انجام شود.

برای رسیدن به مواردفوق دراستافین باکس های طرف فشارپمپ های چندمرحله ای از چندمکانیزم استفاده می شودکه به شرح ان می پردازیم:

الف-مسیربالانس لاینBalance Line

بالانس لاین لوله رابطی است که یک طرف ان به استافین باکس وطرف دیگر ان به قسمت کم فشاری مثل ورودی پمپ متصل می شود وکار تخلیه محفظه اب بندی وپایین اوردن فشارمحفظه اب بندی را انجام می دهد که از طریق این لوله که قطران بین نیم تایک اینچ است فشار محفظه اب بندی بافشار ورودی پمپ تقریبا متعادل می شود .

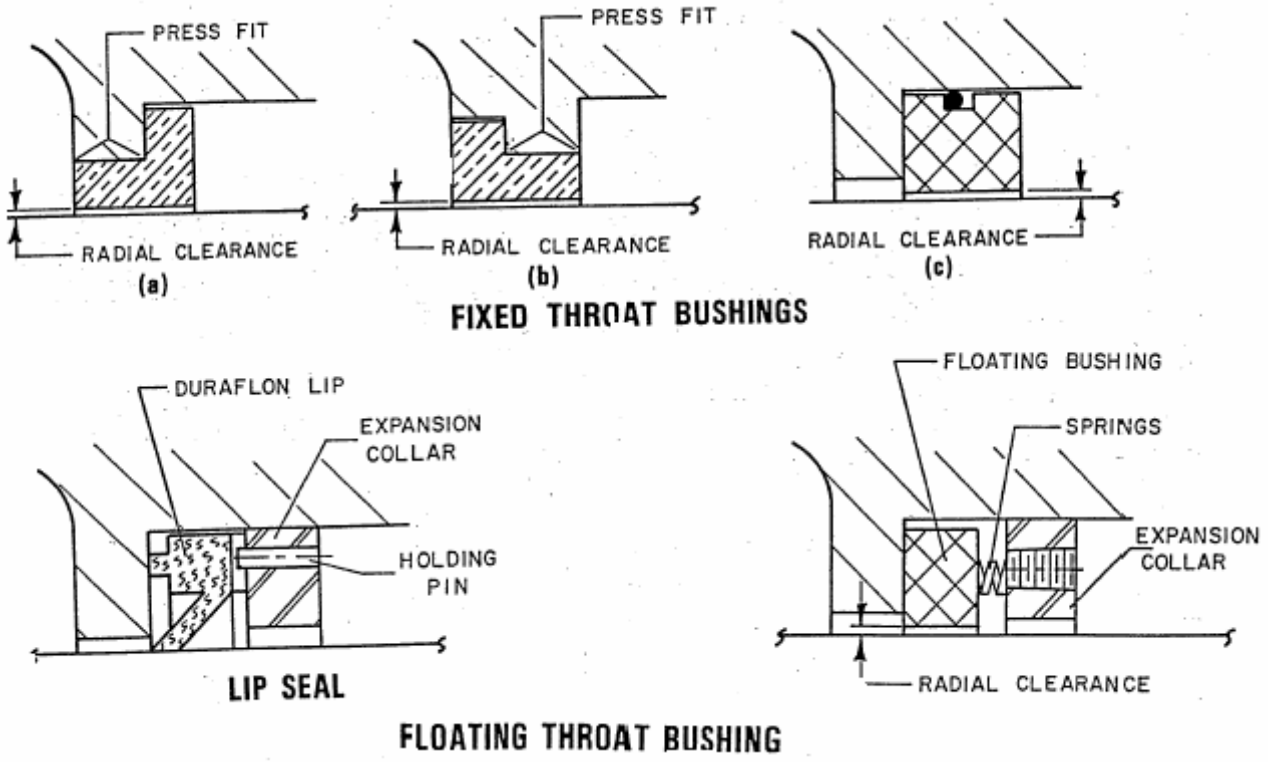
البته لازم به توضیح است که برای متعادل نگه داشتن وکنترل نمودن فشارداخل محفظه اب بندی درداخل مسیربالانس لاین یک عدد اریفیس نصب می شودکه استافینگ باکس بطورناگهانی ازمایع تخلیه نشودومقدارمایع برگشتی تحت کنترل باشد.



ب-بوش فشارشکن محفظه اب بندیStuffing Box Throttle Bushing

این بوش درانتهای محفظه اب بندی نصب می شود وباعث شکسته شدن فشار داخل پمپ ومحفظه اب بندی(کم کردن فشار) وممانعت ازوارد شدن مایع گرم یاکثیف به محفظه اب بندی می شود .ودرصورتی که کلرنس ان از حد متعادل طراحی تجاوز نماید باعث واردشدن بیشتر مایع گرم(که باعث گرم ترشدن محفظه اب بندی) وکثیف(که باعث نفوذذرات جامد به محفظه اب بندی وواردشدن انها بین سطوح وافزایش مسائل سایشی و.....) می شود.

درشکل های زیر انواع متداول بوش های محفظه اب بندیNeck Bush Or Throttle Bushing اورده شده است.

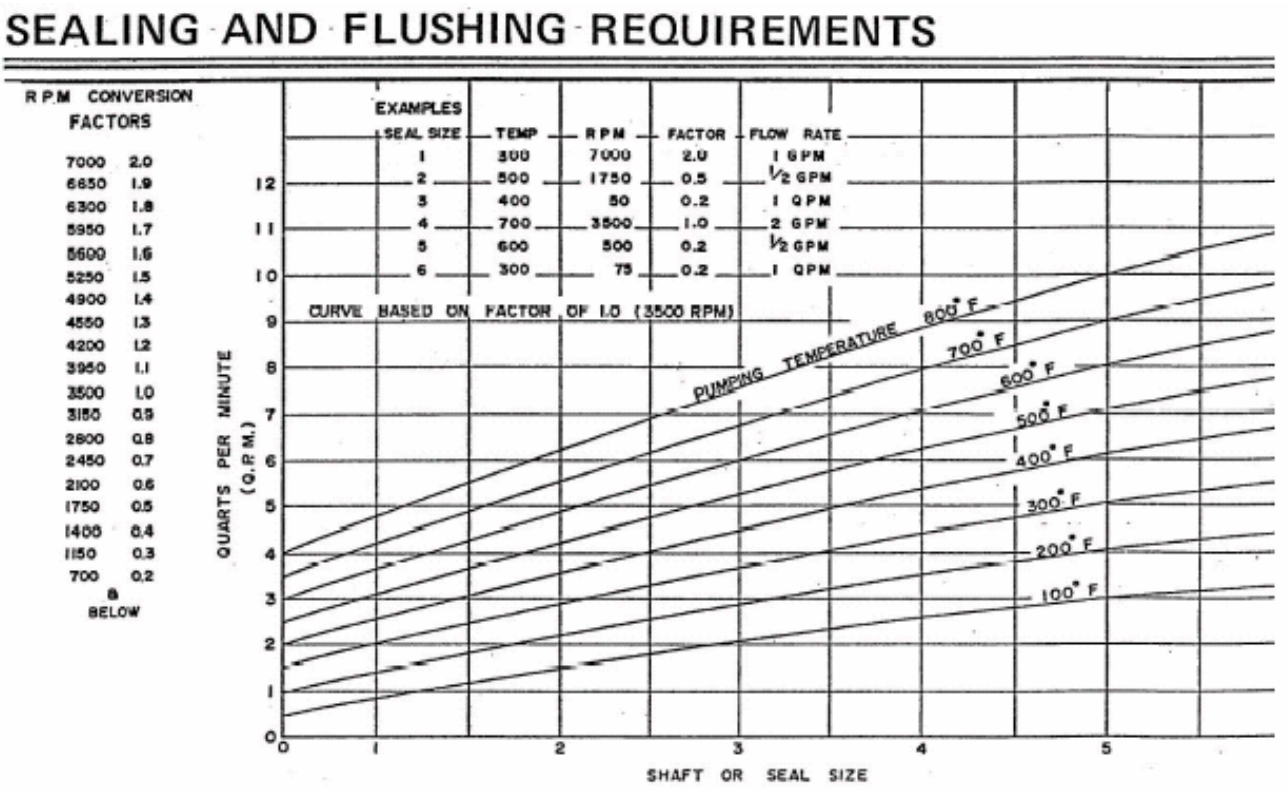


بوش های استافین باکس Throttle Or Neck Bushing را معمولا ازجنس های سخت انتخاب می کنندوهرچه طول انهابیشتر باشد باعث ایجاد افت فشاربیشتری می شوند.همچنین برای جلوگیری ازحبس شدن ذرات جامد بین بوش ومحور(درپمپ هائی که مایع انها کثیف است) درداخل ان شیارهای مارپیچی تعبیه می کنند(درجهت مناسب)تا ذرات جامد در ان قرارگیرد ودر جهت مناسب از بین بوش ومحور خارج شوند.

محفظه اب بندی طرف فشاربالای پمپ های چند مرحله ای دارای سه مسیراست یکی مسیرورودی سیل فلش که مایع مناسب برای خنک کاری و تمیزکاری راروی سطوح اب بندی منتقل می کنددیگری مسیربالانس لاین که برای تخلیه مایع داخل محفظه اب بندی برای جلوگیری ازبالا رفتن فشارمحفظه اب بندی است که کارخنک کاری خودراانجام داده(که البته به توسط اریفیس مقدار مایع خروجی این مسیر کنترل می شود) ومسیرسوم فاصله بین بوش ومحوراست که باعث می شود مقداری مایع ازطریق Throttle Bushازداخل پمپ به داخل محفظه اب بندی وارد می شود که برایند این مجموعه فشار محفظه اب بندی رابوجودمی اورد.اگر به هر نحوممکن ازقبیل گرفتگی مسیر سیل فلش یاقطع ان یازیاد شدن کلرنس بوش استافین باکس(دراثرمسائل سایشی) یاتغییرسایز مسیر بالانس لاین (در اثر خوردگی یامسدود شدن) در این مسیر ها خللی ایجادشودباعث به هم خوردن فشارمحفظه اب بندی(کم شدن یازیادشدن)می شود. بطور مثال زیادشدن کلرنس بوش استافین باکس باعث بالارفتن فشار محفظه اب بندی می شود که باعث تزریق نشدن مایع سیل فلش به داخل محفظه اب بندی(عدم خنک کاری) وگرم شدن محفظه اب بندی (دراثرراکد ماندن مایع)وتبخیر مایع واختلال درسیستم روانکاری سطوح اب بندی وشروع سایش وجدائی سطوح اب بندی که باعث نشتی وکاهش شدیدطول عمرمکانیکال سیل می شود .همین طوراگر فشار محفظه اب بندی به هر دلیلی اعم از بیش ازحد باز بودن مسیربالانس لاین(نصب اریفیس نامناسب یا سایش اریفیس)یا تزریق نشدن(یاکمبود) مایع سیل فلش باعث کاهش فشارمحفظه اب بندی ونهایتا باز هم تبخیر مایع(دراثرکم شدن فشار) وهمان مسائل قبلی می گردد که باید هنگام عیب یابی روی مکانیکال سیل ها ودرهنگام تعمیرات پمپ ها موارد به دقت بررسی وتصحیح شود

مقدارسیل فلش مورد نیازسطوح اب بندی:

مقدار سیل فلش مورد نیازبرای یک مکانیکال سیل باید به اندازه ای باشد که بتواند مقدارحرارت تولید شده دراثر حرکت چرخشی سطوح روی یکدیگر وهمچنین مقدار مایعی که ازطریق بوش استافین باکس وارد محفظه اب بندی می شودرا بتواند خنک کند که کمبودمایع سیل فلش باعث افزایش دمای تدریجی محفظه اب بندی تبخیر, مایع داخل استافین باکس و.....می شود .



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

لازم به توضیح است که جدول فوق مربوط به کارخانه مکانیکال سیل سازیDURA SEALاست وبرای مکانیکال سیل های دیگر نیز بایداز منحنی های مربوطه استفاده کرد.

سیستم جداکننده موادسنگین ازمایع سیل فلش

مایع سیل فلشی که برای خنک کاری سطوح اب بندی روی انها تزریق می شود باید علاوه برخنک بود نتمیز نیزباشندوهیچ گونه ذرات وناخالصی خارجی نداشته باشنددرغیراین صورت ذرات موجود در مایع بین سطوح اب بند قرارمی گیرند وباعث سایش شدید سطوح اب بندی می شوند .

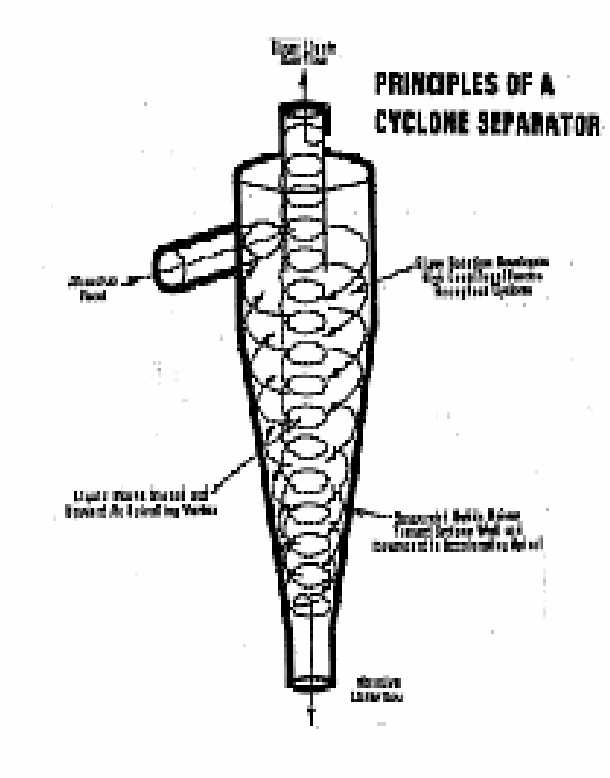
برای رفع این مشکل :

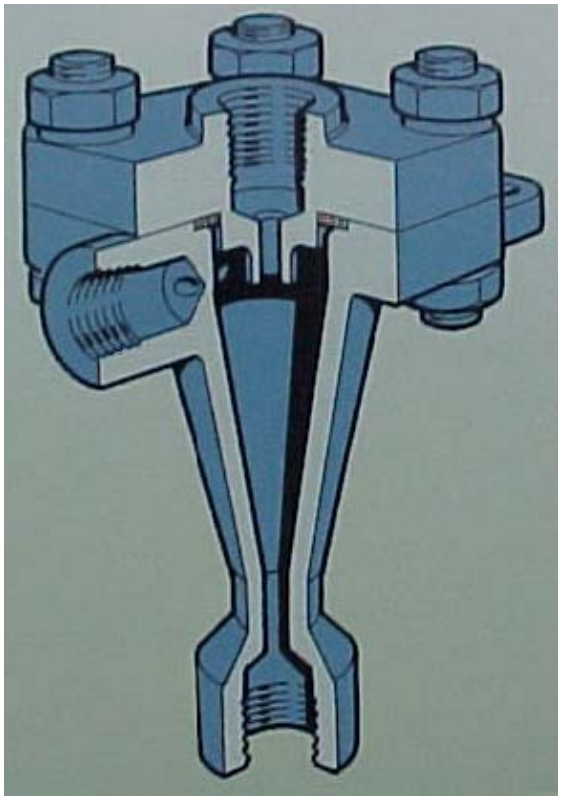
۱-درمواقعی که سیل فلش از منبع بیرون پمپ تامین می گرددباقراردادن صافی با مش سایزمناسب مشکل مرتفع می شود.

۲-درصورتی که مایع سیل فلش ازخود پمپ گرفته شود معمولا باقراردادن یکCyclon Separator درمسیراین مشکل مرتفع می شود.

اصول کار سایکلون سپاریتوردرشکل زیرنشان داده شده است به دلیل اختلاف فشاری که بین ورودی (که ازلاین خروجی پمپ به طرف بدنه ان وارد می شود) وخروجی(قسمت تحتانی ان که به قسمت ورودی پمپ متصل می شود) سیال داخل سایکلون سرعت می گیرد وبه واسطه شکل مخروطی داخل ان شروع به چرخش

می کند وبه توسط نیروی گریزازمرکز ناشی ازچرخش ذرات ومایعات سنگین تربطرف دیواره های اطراف پرتاب می شوند ودراثرنیروی وزن به سمت پایین حرکت می کنند و از انجاخارج شده وبه سمت ورودی پمپ مکیده می شوندومایعات سبک نیزبه دلیل اختلاف دانسیته ای که باموادسنگین دارند به سمت بالا حرکت می کنندوازقسمت فوقانی سایکلون وارد محفظه استافین باکس وازانجا روی سطوح اب بندی تزریق می شوند.





لازم به ذکر است که با قراردادن اریفیس های مناسب در مسیرهای ورودی وخروجی سایکلون فلوی مورد نیاز برای سایکلون وهمچنین مکانیکال سیل بدست می اید.

میزان فیلتراسیون سایکلون سپاریتورها بستگی مستقیم به اختلاف فشاربین ورودی وخروجی سایکلون دارد وهرمقدارمایع وارد شده و اختلاف فشار به سایکلون کمترباشدعمل جداپذیری بهترانجام می شود. که درجدول و منحنی های زیرکه ازطریق ازمایش بدست امده این موضوع نشان داده شده است.

SEPARATION EFFICIENCY TESTS ✳

MICRON SIZE	DIFFERENTIAL PRESS. P.S.I.	BOTTOM SOLIDS C.C.	TOP SOLIDS C.C.	TOTAL SOLIDS C.C.	% SOLIDS BOTTOM	% SOLIDS TOP	SAMPLE SIZE C.C.	% CONCEN-TRATION
9.5	200	8.485	0	8.485	100.00	0	1000	.85
9.5	150	8.346	.018	8.364	99.78	.22	1000	.84
9.5	100	7.981	.115	8.096	98.58	1.42	1000	.81
9.5	50	7.700	.206	7.906	97.40	2.60	1000	.79
9.5	20	7.632	.333	7.965	95.82	4.18	1000	.80
5.0	200	3.598	.023	3.621	99.36	.64	1000	.36
5.0	150	3.333	.065	3.398	98.08	1.92	1000	.34
5.0	100	2.957	.147	3.104	95.28	4.72	1000	.31
5.0	50	2.917	.273	3.190	91.44	8.56	1000	.32
5.0	20	2.589	.384	2.973	87.10	12.90	1000	.30
2.5	200	3.137	.060	3.197	98.12	1.88	1000	.32
2.5	150	2.967	.116	3.083	96.24	3.76	1000	.31
2.5	100	2.918	.192	3.110	93.82	6.18	1000	.31
2.5	50	2.587	.309	2.896	89.32	10.68	1000	.29
2.5	20	2.357	.374	2.731	86.30	13.70	1000	.27

بطورمثال وقتی اختلاف فشار بین ورودی وخروجی سایکلون 20psiباشدذرات تا سایز2.5میکرون جدا می شوندوهمینطور که ملاحظه می شودحدود86.3%ذرات ازقسمت پایین سایکلون خارج می شودو13.7% ان ازبالا واین درحالی است که بیشترین حجم مایع ازقسمت بالای سایکلون خارج می شود.

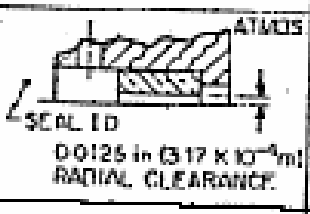
سیستم کوئینچ مکانیکال سیل هاSteam Quench

برای تمیز کاری نشتی های جزئی مکانیکال سیل ها که دراثر سرد شدن یا ترکیب شدن با هوا تولید کک یا کریستال می کنند وباعث تجمع انها درمحوطه زیر واطراف سطوح اب بندی می شود وباعث جام شدن اورینگ هاو قسمت های داخلی بلوزهاهمچنین جوش خوردن سطوح اب بندی(وقتی پمپ درسرویس نیست)وشکسته شدن انها در حین راه اندازی پمپ می شود از سیستم کوئینچ استفاده می شود.

سیستم کوئینچ سیالی نظیر اب, بخار اب یا یک گاز بی اثر(بسته به نوع مایع پمپ)است که برای شستشو وتمیز کاری قطعات بیرونی مکانیکال سیل ازان استفاده می شود و بسته به شرایط عملیاتی از این سیستم برای گرم کردن مکانیکال سیل برای جلوگیری از یخ زدگی (برای مایعاتی نظیر گاز مایع) وهمچنین برای خنک کاری سطح ثابت اب بندی وکم کردن غلظت مواد نشت شده ازمکانیکال سیل ها نیز استفاده می شود.

لازم به توضیح است درصورتی که مایع پمپ دراثر تماس با محیط بیرون وسرد شدن تولید کک وکریستال کند سیستم کوئینچ باید همیشه درسرویس باشد(چه پمپ درسرویس باشد وچه پمپ در سرویس نباشد).

مسئله حائز اهمیت در این خصوص نشتی های بخاری است که سیستم کوئینچ دراثروارد شدن به هوزینگ برینگ ها برای یاتاقان ها بوجود می اورد که برای ممانعت ازان از استافین باکس های ثانویه درانتهای سیل پلیت استفاده می شود که درجدول زیرانواع ان نشان داده شده است.

DESCRIPTION		COMMENTS
(a) THROTTLE BUSHING	 0.0125 in (317 X 10^{-4}m) RADIAL CLEARANCE.	USED ON VENT AND DRAIN DESIGNS OF NONSPARKING MATERIALS. MEETS API SPECIFICATION.
(b) FLOATING THROTTLE BUSHING	0.0025 in (0.35 X 10^{-4}m) RADIAL CLEARANCE	MAY BE USED ON QUENCH AND VENT AND DRAIN GLANDS. SPRING LOADED TO FLOAT WITH SHAFT. MADE OF NONSPARKING MATERIALS. MEETS API SPECIFICATION. REQUIRES MORE SPACE THAN FIXED BUSHING.
(c) FLOATING BUSHING		SOFT PACKING SIZED TO SHAFT DIAMETER USED ON QUENCH AND VENT AND DRAIN GLANDS. SPRING LOADED. NO ADJUSTMENTS REQUIRED. EXCELLENT DRY RUN.
(d) PACKING RINGS		CREATES POSITIVE SEAL ON QUENCH DESIGNS. REQUIRES SOME ADJUSTMENT DURING OPERATION.

Common restrictive devices used with quench, or vent-and-drain, gland plates.

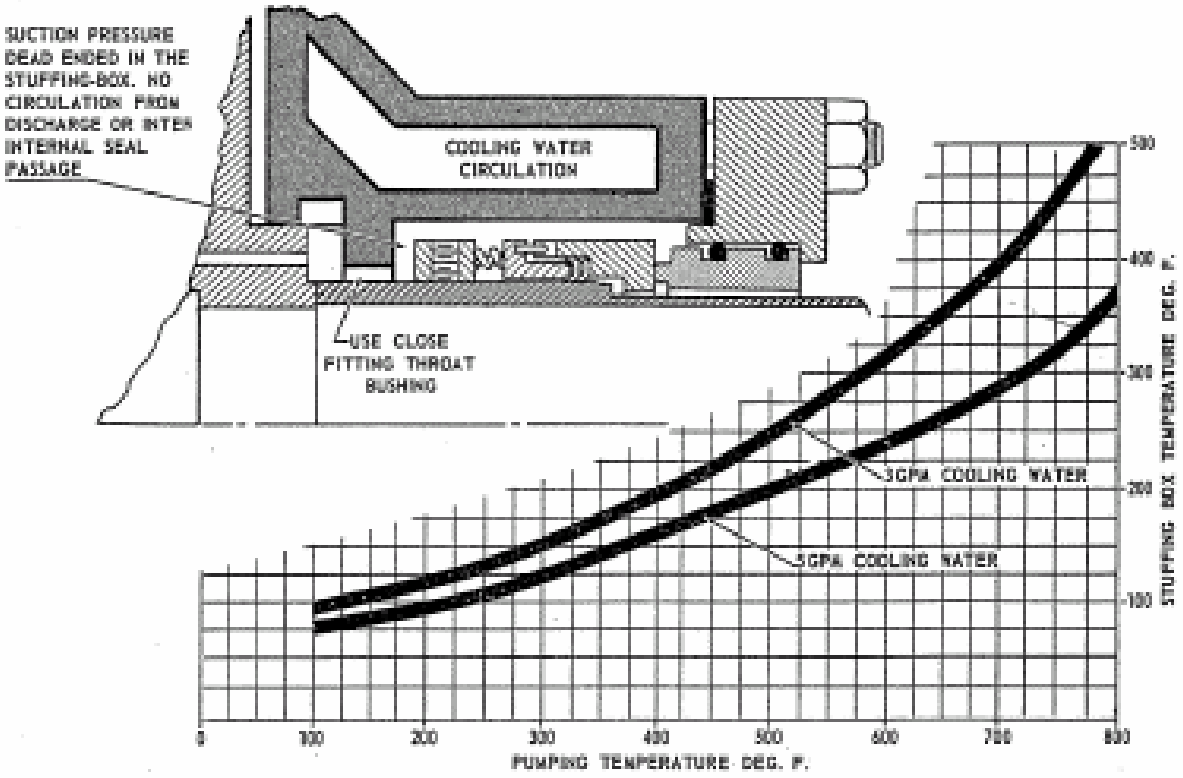
فشار بخاردرسیستم کوئینچ برای شرایط مختلف متفاوت است وبا ید به اندازه ای باشد که بتواند بین قسمتهای داخلی بلوزها یا زیر اورینگ های دینامیکی نفوذ کرده وعملیات شستشو وتمیز کاری را به نحومناسبی انجام دهدولی درمکانیکال سیل های نوع دوار (که مجموعه فنری دوران می کند)و سطوح اب بندی نزدیک به انتهای محفظه اب بندی است نیاز به بخار بافشارپایین حدودچند پوند برایچ مربع ودرمکانیکال سیل های نوع ثابت (Stationary) که سطوح اب بندی درقسمت داخلی استافین باکس است وبخاراب بایدفاصله بیشتری راطی کند نیاز به بخار با فشاربالاتری است .لازم به توضیح است که مسیر تخلیه (Drain)سیل پلیت نیز باید طوری طراحی شود که اولا بتواند ناخالصی های شسته شده رابراحتی از خود عبوردهد ودوما انقدر تنگ باشد که باعث تخلیه سریع فشاربخاردر این ناحیه نشود که معمولاباقراردادن اریفیس باسایز مناسب می توان یه ان رسید .

سیستم خنک کاری استافین باکسJacket Cooling

برای پایین اورد ن درجه حرارت کاری مکانیکال سیل هایی که درپمپ های بادرجه حرارت بالا کارمی کنندعلاوه بر تزریق سیل فلش خنک که با فشار وفلوی مناسب روی سطوح اب بندی تزریق می شودازسیستم Jacket Cooling نیز استفاده می شودوحرارت محوطه اطراف محفظه اب بندی توسط اب گردشی کولینگ جذب وخارج می شودوباعث افزایش طول عمرمکانیکال سیل می شود.

لازم به توضیح است که مکانیکال سیل بایدطوری طراحی شود که بتوانددردرجه حرارت کامل پمپ کاراب بندی راانجام دهدوباقطع مایع سیل فلش یاازکارافتادن سیستم کولینگ ازکارنیفتد.ولی درعمل با اضافه نمودن سیستم های کولینگ, سیل فلش خنک, بوش های استافین باکس, بالانس لاین و ..... شرایط مناسبی برای استافین باکس ومکانیکال سیل بوجودمی اورندتا مکانیکال سیل دردماوفشار کمتری نسبت به مایع پمپ کارکند.

درمنحنی های زیرمقداراب خنک کننده موردنیازبرای خنک کردن استافینگ باکس اورده شده است.



WATER JACKETED STUFFING BOX

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 که شامل:

۱-خمیدگی محورBent Shaft.

۲-خرابی بیرینگ ها یا زیاد بودن کلرنس انها.

۳-نا هم محوری Misalignment.

٤-تنش های سیستم های لوله کشیPipe Stress.

۵-نابالانسی محورومتعلقاتImpller Unbalance.

۶-تغییرشکل دادن محورناشی ازتنش های حرارتی Shaft Deflection.

۷-خرابی اب بند های ثانویه یا اورینگ ها.

۸-لرزش وارتعاشات زیاد.

۹-حرکت محوری زیاد شافتEnd Play.

۱۰-تغییرشکل دادن سطوح اب بندیDistorsion

ب-حرارت زیاد که ناشی از:

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

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

۳-کاویتاسیون.

٤-Dry Runningناشی از عدم هواگیری پمپ یااستافین باکس.

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

۶-بالابودن درجه حرارت مایع پمپ شونده.

۷-گرفتگی مسیر های سیل فلش یاعملکرد نامناسب کولرهای سیل فلش.

۸-قطع شدن سیل فلش یانامناسب بودن ویسکوزیته ان.

۹-تبخیر مایع بین سطوح اب بندی.

۱۰-قطع بودن سیستم Steam Quench.

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

۱۳-مسدود بودن یاعمل کردنامناسب سیستم Jacket Cooling استافین باکس

۱٤-زیاد بودن نیروی فشاری روی سطوح اب بندی.

۱۵-عکس بودن جهت فنردرمکانیکال سیل های تک فنری

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

۱۷-اشتباه درانتخاب مکانیکال سیل (استفاده ازمکانیکال سیل بالانس نشده به جای سیل بالانس شده یا مناسب نبودن درصد بالانس ان)

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

پ-مشکلات مکانیکی مکانیکال سیل:

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

۲-بریدگی اورینگ ها واسیب دیدن انها.

۳-ناصاف بودن محل قرار گیری اورینگ ها بالاخص اورینگ دینامیکی روی سیلیو.

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 براساس طول موثر).

۶-نامناسب بودن فنر از لحاظ نیروی فنری یا جهت چرخش فنر.

۷-خستگی فنر یا بلوز.

۸-نامناسب بودن جنس اورینگ ها برای مایع پمپ شونده(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 ومواد جامد

۱۵- جام شدن بلوز روی شافت یا بلوزبه علت در گیر شدن ان با کلید هایاپین های مربوطه

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

ت-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 کلید ها یامحل رزوه ها روی شافت

ث-جداشدن سطوح اب بندیFace Separation

۱- زیاد بودن حرکت محوری شافت.

۲-تبخیر مایع بین سطوح اب بندی.

۳-نا هم محوریMisalignment.

٤-مناسب نبودن مایع سیل فلش.

۵-ضربه قوچ در حین ازسرویس خارج شدن 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 فشاروردی پمپ

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

۱۳-بالابودن دمای محفظه استافین باکس

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

ج-مسائل عملیاتی که شامل:

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

۲-ورود ذرات جامد به محفظه اب بندی که باعث جام شدن مکانیکال سیل می شودبه علت نامناسب بودن سایز مش هادر Strainer ورودی پمپ است.

۳-راه اندازی وبستن بیش از حد وغیراصولی.

٤-کاویتاسیون.

۵-ضربه قوچ یا 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 پمپ.

۱۲-خورندگی مایع.

۱۳-جام شدن فنرها ناشی ازرسوبات.

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

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

۱۶-مناسب نبودن جهت دور الکتروموتور.

۱۷ –عدم شستشوی مناسب قسمت های بیرونی مکانیکال سیل در شرایطی که پمپ درسرویس نیست (بسته بودن مسیرSteam Quench)

۱۸-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.

۱۹- گرم کردن سریع وغیر یکنواخت پمپ

۲۰-خرابی شیر های یک طرفهCheck Valve ها که باعث عکس چرخیدن مکانیکال سیل ها می شود.

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 که باعث خشک چرخیدن سطوح اب بندی می شود.

۲-افزایش چسبندگی بعضی از مایعات نظیر امین هادردرجه حرارت های بالا.

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

٤-افزایش سایش وکاهش طول عمر قطعات

۵-تشکیل کک

۶-سوخته شدن اورینگ ها ودیگر قطعات لاستیکی

۷- ایجادتغییرات شیمیائی درمواد

۸- افزایش حجم اورینگ ها وانبساط دیگر قطعات ونهایتا جام شدن مکانیکال سیل

روغنکاریLubrication

وظایف روغن های روان کننده:

روغن های روان کننده بسته به شرایط کار دستگاه وظایف زیر راانجام می دهند:

1-روان کنندگی وکاهش اصطکاک باتشکیل یک فیلم روغن بین قطعات متحرک به منظوربه حداقل رساندن اصطکاک وجلوگیری وتقلیل سایش درحین کار.

۲-جذب وانتقال حرارت وخنک کردن قطعات.

۳-جلو گیری ازاثرات ضربه قطعات بریکدیگردرحین حرکات مکانیکی قطعات.

٤-اب بندی فواصل بین قطعات.

۵-انتقال نیرودرروغن های هیدرولیک.

۶-عمل کننده به عنوان حاملCarrierمواد شیمیایی یاذرات ساییده شده موجوددرروغن.

۷-شستشو وتمیزکردن قطعات وجلوگیری ازته نشین شدن والودگی روغن(بخصوص درموتورهای احتراق داخلی).

۸- صرفه جوئی درمصرف انرژی باکاهش اصطکاک .

۹-حفاظت ازسطوح درمقابل زنگ زدگی وخوردگی شیمیائی.

که البته تمامی این وظایف باشدت یکسان در همه موارد مورد نیاز نمی باشدوبسته به مورد کاربردومصرف روغن ممکن است بعضی از وظایف فوق از وظایف اصلی روغن وبقیه به عنوان وظایف فرعی مطرح باشد. البته به دلیل ویسکوزیته روغن در خود روغن نیز نیروی اصطکاک ایجاد می شودکه باید در محاسبات یاتاقانها منظور گردد. لازمه لغزش بین دو سطح که توسط روغن روانکاری می شوند مولکولهای روغن است که بستگی به ضریب اصطکاک بین سطح لغزنده و روغن داردو برای لغزش با ضریب اصطکاک کم باید روغن مناسب باشد و غلظت آن طوری باشد که در مقابل درجه حرارت های بالا و فشارهای وارده ثابت بماند و خاصیت روانکاری خود را از دست ندهد

نکته حائز اهمیت این است که روغن ها برای این که بتوانندوظایف خود رابه درستی انجام دهند باید دارای شرایط وویژگی های معینی باشند که در واقع همین خواص روغن ها است که روغن های مختلف وکیفیت انها رامتمایز می کند.

خواص ضروری روغن های روان کننده

روغن های روان کننده باید:

۱-دارای گرانروی یا ویسکوزیته مناسبی باشند تافیلم روغن مناسبی تشکیل وباعث کم شدن اصطکاک وساییدگی وانتقال حرارت وضربه گیری واب بندی وانتقال نیرو را بخوبی انجام دهد.

۲-گرانروی خود رادرمحدوده درجه حرارت کاری درحد کافی حفظ کنندتا لطمه ای به انجام وظایف انهاوارد نشود که در اصطلاح گفته می شود شاخص گرانرویVIبه اندازه کافی وبالایی داشته باشند.

۳-درمقابل حرارت وسوختن به حد کافی مقاوم باشند(مقاومت درمقابل تجزیه حرارتی واکسیداسیون)

٤-باعث زنگ زدگی وخورد گی بیش از حد قطعات که توسط مواداسیدی وساینده بوجود می اید نشود.
۵-دارای مواد پاک کننده ومعلق مناسب باشند تا از ته نشین شدن رسوبات درلابلای قطعات جلو گیری نماید.
۶-درسرما به اندازه کافی روان باشند تاشروع وادامه حرکت قطعات اسان شود.
۷- اثر نا مطلوبی روی قطعات غیر فلزی نداشته باشند(مثل کاسه نمد ها و...)
۸-روی قطعاتی که باانهادر تماس است وهمچنین روی اجزای درونی خودشان اثرنا مطلوب نداشته باشند وبین انها واجزا سازگاری وجود داشته باشد.
۹-از نظرعواملی نظیر فراریت اتش گیری ونظایر ان در شرایط مناسبی قرار داشته باشند.
۱۰-روغن ها باید بتوانند اثرات نامطلوب ناشی از کار دستگاه (مثل احتراق ویا مخلوط شدن با اب درتوربین های بخارو....)راتاحد ممکن خنثی نمایند.
۱۱-موادالوده کننده خارجی مثل گردوخاک و.....همراه نداشته باشند.
۱۲-درحین کارایجادکف نکنند.
اکثر ویژگی های فوق الذکرتقریبا درتمام روغن ها بطور مشترک ضروری است ولی ممکن است درهرمورد خاص مواردمعینی از انها اولویت داشته باشد. علاوه بر این ممکن است هرروغن مخصوص ویژگی های مشخص ومخصوص نیزبرایش ضروری باشد مثل قدرت پاک کنندگی در موتور های بنزینی ودیزلی ونظایر ان ویا روغن های حل شونده تراشکاری باید بتوانند با اب یک امولسیون پایدار تشکیل دهند و روغن های توربین های بخار باید بتوانند در مدت زمان کوتاهی از اب جدا شوند که به همین دلیل روغن های توربین ها نباید با موادی مثل پاک کننده ها که باعث ایجادامولسیون وجدانشدن اب وروغن می شوندمخلوط شوند همچنین روغن ترانسفورماتورها ونظایر ان باید درحد بالایی عایق الکتریسیته باشند وروغن های هیدرولیک باید مقاومت مولکولی بالایی برای تحمل فشار های بالارا داشته باشند تا عمل انتقال نیرو را به نحو احسن انجام دهند.
جهت دادن خواص ضروری به روغن ها بااضافه کردن مکمل هایAdetive مورد نیاز هر شرایط به روغن پایه باعث بهبود خواص ان می شود.

انواع روغن

روغنها و مواد مایع روانکاری از روغن معدنی (مواد حاصله از نفت) و یا سایر مواد معدنی یا روغنهـای نبـاتی بدست می آیندولی اهمیت روغنهای معدنی و موارد استعمال آنها بیشتر از انواع دیگر است .

روغن های معدنی از ته مانده مواد نفت خام بدست می آید و از بهترین و مناسبترین مواد بـرای روانکـاری هستند این روغنها را میتوان بطور خالص یا با مواد افزودنی Adetive بکار برد . افزودن مـواد اضـافی باعـث بهبود خواص روغنها می شود و بطور کلی شرائط کار روغن را بهتر کرده و باعث طولانی شدن عمر آن می شودمواد اضافی ممکن است یک یا چند دسته از انواع زیر باشد:

۱- موادپاک کننده ومعلق کننده برای جذب وانتقال رسوبات.

۲-موادی که باعث بالابردن مقاومت روغن در مقابل فشار می شوند.

۳- موادی که باعث جلوگیری از پیر شدن یا کهنه شده (اکسید شدن) روغن می گردند.

٤- موادی که باعث بهبود خواص روغن در مورد تحمل حرارتهای بالا می شوند.

۵- موادی که ضد زنگ زدگی هستندAnti Oxidant

۶-مواد ضدکف برای جلوگیری ازکف کردن روغنAnti Foam.

۷-موادضدسائیدگیAnti Wear

۸-مواد بهبود دهنده شاخص گرانرویVI-Improver

۹-موادپایین اورنده نقطه ریزش

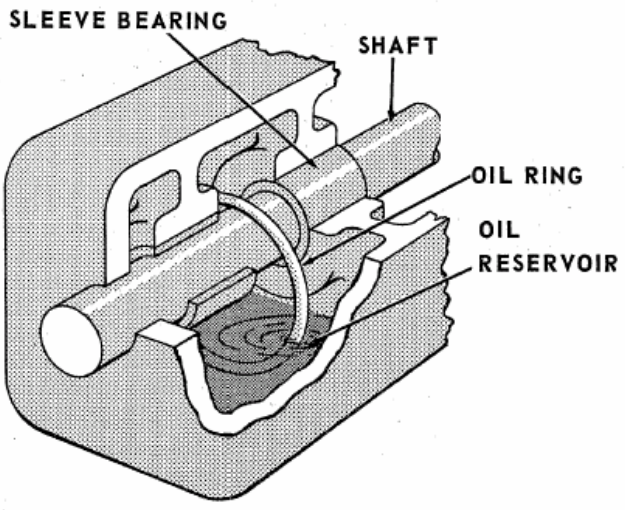
۱۰-موادضدخورندگی و.....

روش های مختلف روغنکاری

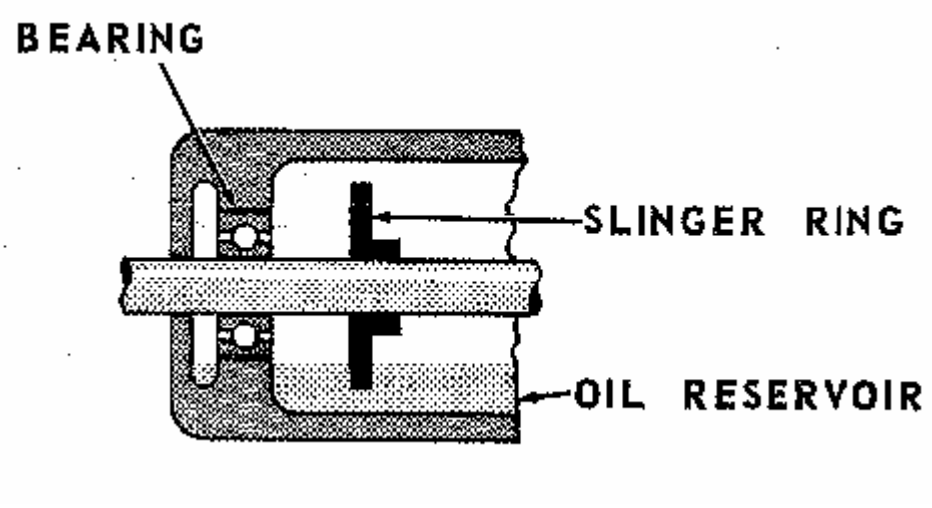
مهمترین عامل در کارآیی مفید دستگاهها نوع صحیح روغن و سیستم روغن کاری است. اصولاً نوع روغنکاری بر اساس وضعیت و نیاز دستگاه مورد نظر انتخاب می شود و به روش های زیر عملی می شود .

روغنکاری هیدرواستاتیکی

در این طریقه قطعه گردانده در روغن یا غوطه ور بوده و یا بوسیله عاملی بطورمرتب روغنکاری می شود درپمپ های گریزازمرکزکوچک ومتوسط روغن بوسیله رینگی بنام Oil Ring که از یکطرف روی محور بصورت آزاد تکیه داردو از طرف دیگر درمحفظه روغن قرار گرفته است ودر اثر حرکت محور دوران می کند روغن را با خود حمل کرده و روی محورو یاتاقان می ریزد و عمل روغنکاری را انجام می دهد .



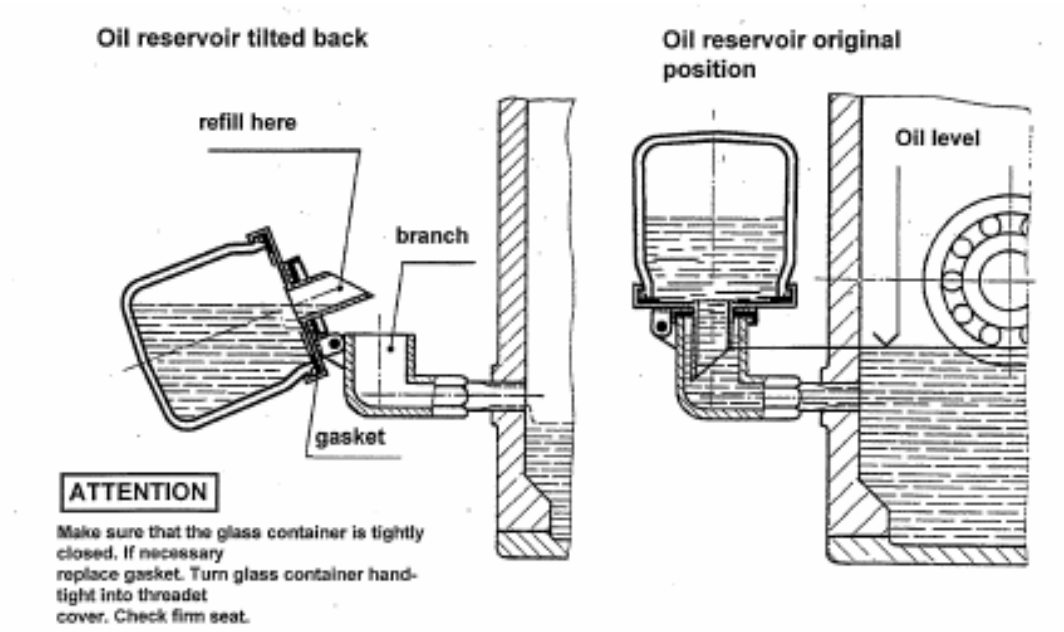
نکته مهم این است که سطح روغن داخل محفظه روغن نباید از خطی که مشخص کننده سطح روغن است و درست پائین تر ار مرکز ساچمه پائینی قرار داردکمتریا بیشتر باشد زیرادرهردوحالت باعث روانکاری ناقص می شود اگرسطح روغن کمترازحدتعیین شده باشد باعث نرسیدن روغن به یاتاقان وعدم روانکاری وخرابی وسوختن یاتاقان می شودودرصورتی که سطح روغن بالاترازمقدارمطلوب باشدباعث ایجادکف(ترکیب هواوروغن) در روغن شده و عمل روغنکاری خوب انجام نمی شود

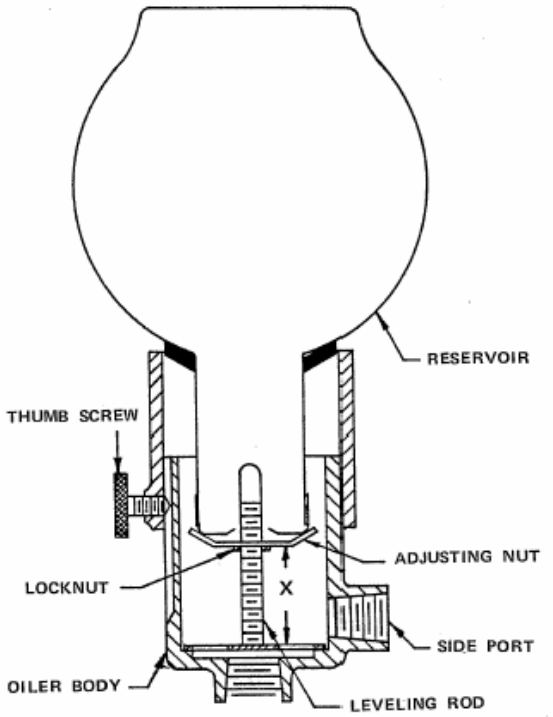


به دلیل نشتی های اجتناب ناپذیری که وجوددارد سطح روغن تغییرمی کند که این می تواندراین نوع سیستم روانکاری اختلال ایجادکند پس لازم است سیستمی وجودداشته باشدکه بتواندبطوراتوماتیک سطح روغن رادرحدمطلوبی نگه دارد .

برای تنظیم اتوماتیک سطح روغن درداخل هوزینگ برینگ هاازسیستم هائی به نام Oil Potاستفاده می شودکه ازیک محفظه شیشه ای ویک میله قابل تنظیم که درزیران واقع شده است تشکیل شده است .محفظه شیشه ای به عنوان مخزن ذخیره روغن است که درصورتی که سطح روغن محفظه یاتاقان ازحدتعیین شده پایین تررودبطوراتوماتیک ان راجبران می کند.هرچه مخزن شیشه ای بالاترقرارگیردسطح روغن بالاترمی ایدوبالعکس هرچه پایین ترقرارگیرد سطح روغن پایین ترنگه داشته می شود.تنظیم سطح مخزن شیشه ای روغن توسط مهره های بلندی که زیرمخزن شیشه ای قراردارندروی پیچی که زیران قرارگرفته است پیچیده شده است تنظیم می شود .باپیچاندن این مهره ها(برای جلوگیری ازشل شدن انهادرحین کارازدومهره استفاده می شود) به سمت بالا مخزن شیشه ای بالاترقرارمی گیردوباعث تخلیه روغن ازمخزن

شیشه ای بطرف هوزینگ برینگ می شودتاحالت تعادل برقرارشود.موقعیت قرارگیری مهره های زیرمخـزن شیشه ای مبین سطح روغن داخل هوزینگ برینگ است .



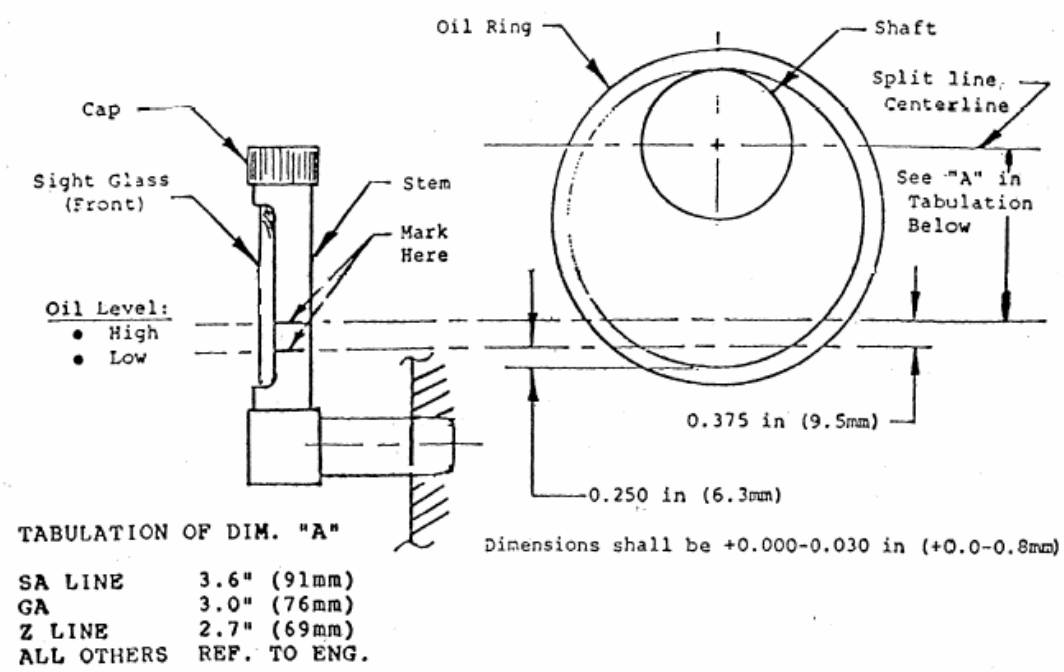


چندنکته:

نکتــه اول: اگرلولــه اتصــال Oil Potبــه محفظــه یاتاقــان گرفتگــی داشــته باشــدامکان تخلیــه روغــن وجودنداردوباوجودروغن درمحفظه شیشه ای امکان سوختن برینگ وجوددارد.

نکته دوم:گاها مشاهده می شود که میله تنظیم کننده سطح داخل Oil Potبنا به دلایلی مفقودیا برداشته شده است که این کارمی تواندباعث ازکارافتادن Oil Pot وعدم کنترل سطح روغـن شـود ودرشـرایطی سـوختن برینگ ها وکاهش طول عمرانها رادراثرفقدان روغن بوجوداورد.

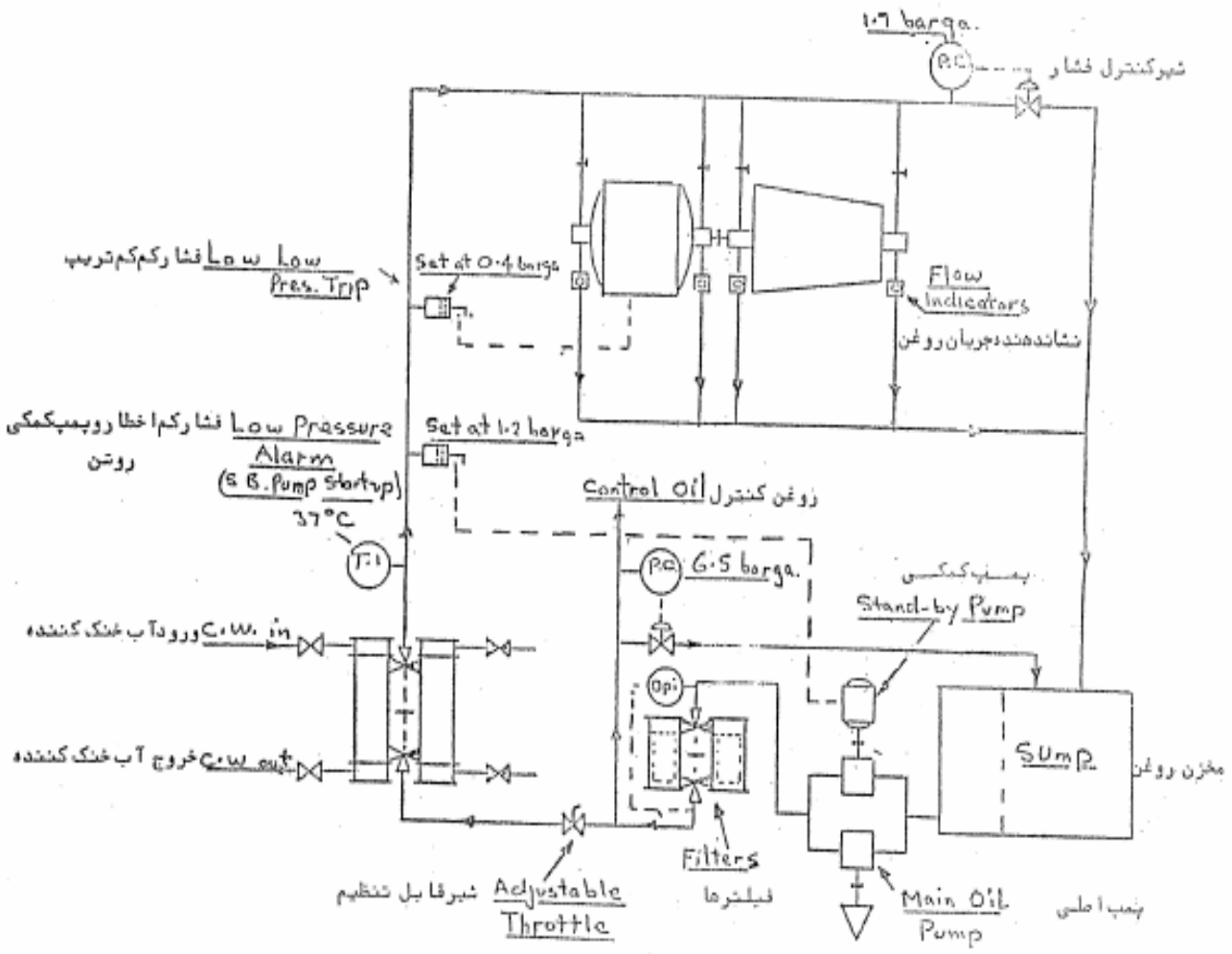
ارتفاع روغن هوزینگ برینگ هائی که ازیاتاقـان هـای بوشـی اسـتفاده مـی کنندوسیسـتم روغنکـاری انهاازنوع Oil Ringاست بسته به قطرشـافت وقطررینـگ اسـت ومـی تـوان حـداقل وحـداکثرارتفاع روغن رابراساس ابعادOil Ringومرکزشافت ازشکل زیربدست اورد.



نکته سوم :اگرمخزن شیشه ای شکسته شده باشدیا تـرک داشـته باشـد باعـث مـی شـود هواداخـل ان نفـوذ کندوروغن داخل ان درمدت زمان کوتاهی تخلیـه شـود وعمـلا کـاردهی خودراازدسـت بدهـد پـس عـلاوه براطمینان ازپربودن مخزن شیشه ای بایدمواردفوق الذکر نیزدرطی بازدیدها ی روزانه چک شوند.

روغن کاری تحت فشارForced Lubrication

دراین روش روغن توسط پمپ از مخـزن کشـیده مـی شـودوروغن تحـت فشـار بـه محوطـه یاتاقـان وارد وباایجادفیلم روغن بین یاتاقان هاومحورعملیات روغنکاری انجام می شود .



این سیستم روغنکاری از قسمت های زیرتشکیل شده اند:

۱-پمپ های اصلی وکمکی روعن

۲-فیلترهای روغن(برای جداسازی ذرات وموادجامد)

۳-کولرهای روغن (برای خنک کردن روغن)

٤-کنترل ولوهاوشیرهای فشارشکن روغنSafety Valveبرای کنترل فشاروفلوی روغن

۵-مخزن روغن همراه با تجهیزات ان(نشان دهنده سطح روغن گرم کن یاهیتر سیستم تهویه و .....) برای ذخیره روغن

۶-تجهیزات اندازه گیر (فشارسنج ها دما سنج ها اختلاف فشارسنح اندازه گیرارتفاع)

۶-سیسنم هاورله های حفاظتی وترانسمیترها برای حفاطت ازدستگاه که به سیستم های Alarmو Shut Downفرمان می دهند وشامل :

الف-حفاظت سیستم دربرابردرجه حرارت بالای روغن وگرمای بیش ازحدیاتاقان ها

ب-حفاظت سیستم روغنکاری دربرابرکم بودن فشارروغن

پ- مخزن ذخیره روغن یااکومولاتورکه همواره مقداری روغن دران ذخیره می شود ودرانتهای چرخش محورروی یاتاقان ها تخلیه می شودوازذوب شدن یاتاقان ها جلوگیری می کند(داخل این مخزن یک کیسه پرشده ازگازی مثل ازتBleeder تشکیل شده که بااعما ل فشارروغن دراطراف ان مقداری انرژی پتانسیل دران ذخیره می شودودرمواقع لزوم باعث تخلیه روغن می شود)

ت-حفاظت عدم گرفتگی فیلترهای روغن(بااندازه گیری اختلاف فشارورودی وخروجی انها)

ث-حفاظت سیستم برای اطمینان ازوجودمقدارلازم روغن درداخل مخزن.

ج-سیستم راه انداز پمپ اضطراری روغن درمواقعی که پمپ اصلی مشکل پیدامی کند.

چ--لوله هاواتصالات که کار انتقال روغن به قسمت های مختلف راانجام می دهندوحتمابایدازجنسی باشندکه زنگ نزنند(فولادهای ضدزنگ)

لازم به توضیح است که قبل ازدرسرویس قراردادن پمپ یاهردستگاه دیگر کلیه این مجموعه وسیستم های حفاظتی ان بایدموردبررسی قرارگیرد(بخصوص بعدازنصب اولیه یا چک های روتین یا بعد از هر تعمیر اساسی)که ازعملکرد صحیح سیستم های حفاظتی ان اطمینان حاصل شود که ذیلا به نحوه چک کردن قسمت های مختلف ان پرداخته می شود.

مواردی که روی سیستم های حفاظتی روغن بایدچک شوند

۱-چک کردن سیستم اخطار ازکارافتادن پمپ اصلی روغن (پایین امدن فشارروغن).

Stand By Pump Running- Failure Main Oil Pump

وظیفه این سوئیچ درسرویس قراردادن پمپ یدک روغن وهمچنین تحریک سیستم الارم است روش تست ان به این صورت است که پمپ یدک درسرویس قرارداده می شودودوسریک اهم متر روی این سوئیچ قرارداده می شودسپس ولوی که درمسیر خروجی پمپ یدک است ارام ارام بازمی

شودتافشارروغن شروع به کم شدن کند وقتی فشارروغن مساوی میزان Setting مربوطه شد بایداین سوئیچ مداررامتصل کندکه دراین صورت می توان ازدرسرویس امدن پمپ یدک درحین کاراطمینان حاصل نمود.

۲-اخطارگرفتگی فیلترروغن Filter High Differential Pressure

وظیفه این سوئیچ اعلان وضعیت گرفتگی فیلتر روغن براساس میزان افت فشاراندازه گیری شده دردوطرف ورودی وخروجی فیلترروغن است وروش تست ان به این صورت است که با بستن تدریجی Tappingروی خروجی D.P و بالا بردن فشار خروجی سیستم, اندازه گیری اختلاف فشار انجام می شودوسوئیچ اخطاردهنده نیز مثل حالت قبل چک می شود.

۳-چک نمودن سیستم Shut Downدستگاه روی کلیه فرمانهائی که روی ان اعمال می شود بصورت تک تک.....

٤-چک کردن کلیه سوئیچ هایی که به وسیله عامل درجه حرارت تغذیه می شوند (فرمان می گیرند ، تحریک می شوند و عمل می کنند) و روی قسمت های مختلف اعم از یاتاقانها ، مسیرهای روغن ، مسیر خروجی کولر روغن ، مسیر خروجی روغن از یاتاقانها و....نصب شده اند با قراردادن آنها در مایع با درجه حرارت مناسب واطمینان از میزان Settingوعملکرد مناسب ان در شرایط طراحی وعملیاتی.

۵-اطمینان از کارکرد مناسب هیترهای روغن (برقی ، بخاری) ونحوه عمل کردن آنها در درجه حرارت مناسب .

۶-هواگیری کلیه مسیرهای روغن اعم از فیلترها ، کولرها و.....

۷-هواگیری سیستم اب خنک کنندهCooling Water.

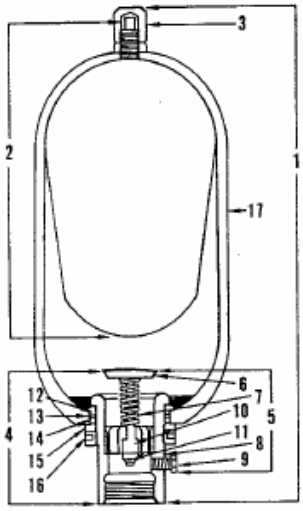
لازم به توضیح است که باتوجه به اهمیت روغنکاری وبرای حفاظت بیشترسیستم روغنکاری دردستگاه های مختلف به غیرازپمپ یدک روغن ازتجهیزات دیگری ازقبیل سیستم Top Tank ,اکومولاتورروغن و پمپ های D.C استفاده می شودکه ذیلا به انهااشاره می شود.

سیستمTop Tank

دراین سیستم یک شاخه ازروغنی که روی یاتاقان ها منتقل می شودجدامی شودو واردیک مخزن که درارتفاع معینی ازسطح زمین قرارگرفته می شودودرصورت ازکارافتادن پمپ اصلی ودرسرویس نیامدن پمپ یدک, روغن ذخیره شده درمخزن تازمان توقف دستگاه درطولShut Downعملیات روغنکاری راانجام می دهدتاقسمت های روغنکاری شونده رامحافظت کند.

اکومولاتورروغنLube Oil Accumulator

این سیستم شامل یک انباره استوانه باظرفیت حدوده گالن روغن است که درداخل ان یک Bladerقراردارد که بایک گازبی اثرمثل ازت بافشارمناسب شارژمی شودواطراف ان توسط روغن روانکاری احاطه می شود.این مخزن همچنین مجهزبه یک شیرتنظیم فشارویک نشان دهنده فشاراست که فشارروغن باعث جمع شدن تیوب لاستیکی داخلی شده ومقداری انرژی دران ذخیره می کند ودرصورتی که سیستم روغنکاری ازکاربیفتدوتوربین Tripکندپس ازتوقف توربین روغن ذخیره شده درداخل ان روی یاتاقان های داغ تخلیه می شودوازچسبیدن انهاروی محوروهمچنین تشکیل کک ممانعت می کند.لازم به توضیح است که این مجموعه به هیچ وجه نمی تواندکارروغنکاری راانجام دهدوفقط برای جلوگیری ازسیزSeizکردن یاتاقان هااز ان استفاده می شود.



1	ACCUMULATOR, COMPLETE
2	BLADDER & GAS ASSEMBLY
3	VALVE GUARD
4	PORT ASSEMBLY
5	POPPET & PLUG ASSEMBLY
6	POPPET
7	SPRING
8	PLUG
9	PIPE PLUG
10	PISTON
11	STOP NUT
12	ANTI-EXTRUSION RING
13	WASHER
14	PLUG "O" RING
15	SPACER
16	LOCK NUT
17	SHELL (not for sale)

روش تمیزنمودن سیستم روغن کاری Flushing

برای جلوگیری ازورودذرات جامدوزنگ های باقی مانده درلوله ها ومسیرهای روغنکاری که باعث نفوذانهابین قطعات ثابت ومتحرک می شودوحاصل ان سایش وفرسایش سریع قطعات می شود الزامی است که کلیه مسیرها ونقاط مختلف سیستم روغنکاری چه برای دستگاه هائی است که جدیدا نصب شده باشند(بادقت خیلی بالاتر) وچه بعدازتعمیرات اساسی دستگاه های سنگین عملیات Flushingیاتمیزکاری طبق یک دستورالعمل انجام شودکه ذیلا به شرح ان پرداخته می شود.

برای دستگاه هائی که جدیدنصب می شوندFlushing باروغن توصیه شده توسط کارخانه سازنده بایدانجام شودکه قادربه حل کردن موم ها ومواد‌حفاظتی سطوح داخلی قطعات می باشدومقداران بین ۳۵تا۵۰ درصدظرفیت معمولی سیستم روغن است ولی پس ازتعمیرات اساسی دستگاه ها می توان ازروغن مورداستفاده شده روی دستگاه نیز استفاده نمودودراین شرایط مراحلی ازعملیات فلاشینگ لازم به انجام نیست.

۱- برای دستگاه هائی که جدیدا نصب می شوند موم های حفاظتی ضد زنگ بکار برده شده روی دستگاه ها در روغن مخصوص قابل حل شدن است واحتیاج به تمیز کاری ان با مواد دیگری نیست.

۲- کلیه قسمت های اطراف وداخل دستگاه باید از خاک ، شن و دیگر کثافات تمیزشود که در صورت نیاز به تمیز کاری بایدبا پارچه های بدون نخ های آزاد و با مایع تمیز کننده پاک شوند که به منظور سهولت انجام کار معمولا داخل دستگاه هارنگ سفید زده شده است تا کثافات و اجسام خارجی به راحتی قابل رویت باشند .

۳-برای شستشوی لوله های داخلیFlushing و بدنه ماشین آلات از روغن هایی باید استفاده شود که غلظت آن کمتر از غلظت روغن اصلی باشد تا قابلیت نفوذ و حرکت آن در کلیه منافذ و راهگاهها بهتر باشد . لازم به توضیح است که برای دستگاه هائی که جدیدنصب می شوندبا توجه به نوع روغن های حفاظتی که درحین حمل دستگاه رامحافظت می کند نوع روغن برای Flushing نیزتوسط کارخانه سازنده پیشنهاد می گرددتابهتربتواندروغن های حفاظتی رانیزدرخودحل کند .

٤-قبل ازانجام Flushingکلیه اریفیس ها, کفه های بالائی یاتاقان ها وتراست برینگ ها وکنترل ولوهای سیستم روغنکاری بایدبرداشته شوندتاروغن بتواندبراحتی عبورکند.

٥-برای Flushingازپمپ یدک روغنAuxilary Oil Pump یادربعضی ازمواردازپمپ های مخصوص این کاراستفاده می شود.

٦-قبل ازشروع کارابتدا بایدروغن تادرجه حرارت مشخصی گرم شود.

٧-قبل از شستشو وتمیز کاری مسیرهای روغن Flushing باید مسیرهای ورودی روغن به کلیه یاتاقانها بسته Blankشوند و ابتدا مسیرهای لوله کشی پمپ ها ، کولرها ، فیلترها و.....تمیز Flush شود . که دراین مرحله افت فشار روغن در داخل فیلترها باید به دقت تحت نظر قرار گیرند و با افزایش افت فشار فیلتر ها تعویض ، بازرسی و تمیز شوندو هنگامی که افت فشار روغن پس از چند ساعت چرخش روغنCirculation تغییر نکرد و ثابت باقی ماند مسیرهای ورودی روغن به یاتاقانها را بصورت تک تکی برقرارنمود. (با برداشتن Blank های مسیرهای روغن یاتاقان ها وقراردادن مش ریزدرانها) که این عمل متناوبا برای هر یاتاقان درمدت زمان مشخصی باید ادامه پیدا کند و پس از اتصال آخرین یاتاقان عملیات دوباره ادامه پیدا کند .

٨-درطی انجام Flushingدرپاره ای ازمواردازفیلترهای مخصوص این کاراستفاده شود.

٩- هنگام عملیات Flushing هر پانزده دقیقه یک بارمحور باید یک چهارم دور چرخانده می شود .

١٠-درحین کارکلیه اتصالات و سیستم های روغن باید از نظر نشتی مورد بازرسی قرار گیرند .

١١-پس ازثابت شدن افت فشارو اتمام کار Flushing روغن کثیف داخل سیستم تخلیه می شود.

١٢-تمامی برینگ ها وشیارهای روغن و....بصورت دستی تمیزمی شوندوکفه های یاتاقان ها واریفیس ها وکنترل ولوهامجددادرجای خودنصب می شوندوسیستم بسته می شود.

١٣- مخزن روغن وفیلترهای روغن بصورت دستی تمیزکاری می شوند.

١٤- روغن پیشنهادی کارخانه سازنده در داخل محفظه روغن ریخته می شود و سطح آن تنظیم می شود.

۱۵پس از شارژ روغن موتور برقی یدک بکار انداخته می شود و سپس بـه انـدازه حجـم روغـن کـم شده که درون لوله ها ، کولرها و ....رفته است مجددا مخزن روغن تا ارتفاع مشخص شده پـر مـی شود .

لازم به توضیح است که در صورتی که سطح روغن مخزن از حدود شاخص نشان دهنده بیشتر باشد در اثر برخوردقطعات دوار با سطح روغن ایجاد کف می شود که باعث افت فشـار روغـن ومخلـوط شدن روغن وهوا و باعث ایجاد اختلال درسیستم روغنکاری یاتاقان هاوخرابی انهامی شود .

مواردی که درحین تعویض فیلترهای روغن بایدانجام شود:

۱- انداختن فشار Depressure فیلتر روغن با بازکردن مسیر Vent روی فیلتر .

۲- تخلیه محفظه فیلتر با استفاده از ولو Drain قسمت انتهایی محفظه فیلتر .

۳- نصب فیلتر جدید .

٤- هواگیری از محفظه فیلترباباز کردن مسیرورودی روغن ومسیرVentوتخلیه هوا .

مواردی که برای تصمیم گیری تعویض روغن باید انجام شود

۱- اندازه گیری دانسیته روغن در ۶۰ درجه فارنهایت ۸۷٪

۲- اندازه گیری ویسکوزیته SSU در ۱۳۰ درجه فارنهایت ۹٤-۸۰

۳- اندازه گیری ویسکوزیته SSU در۱۰۰ درجه فارنهایت ۱۷۰-۱٤۰ .

٤- اندازه گیری حداقل ایندکس ویسکوزیته ۹۰

۵- اندازه گیری ویسکوزیته سینماتیک بر حسب سانتی اسـتوک در ۱۳۰ درجـه فارنهایـت ۱۹/۲-۱۵/۷

البته برای صرفه جوئی درمصرف بهینه روغن وتعویض به موقع ان وهمچنین کاربردهای دیگر باانالیزکردن روغن تصمیم به تعویض گرفته می شودکه باتوجه به اهمیت موضوع واشنائی بااصول ان بحث مختصری دراین زمینه ارائه می شود.

انالیزروغن

آنالیز روغن از چندین سال پیش در اکثر صنایع کشورهای پیشرفته به عنوان یک ابزار بسیارمفیدو مناسب برای اهداف و مقاصد زیادی مورد استفاده قرار گرفته که در صورت اجرای صحیح آن در صنایع مختلف می تواند گامی بلند و تحولی اساسی در جهت حفظ سرمایه های ملی و کاهش وابستگی ها و مصرف بهینه ان بوجود آورد.

کنترل اینکه درحین کاردستگاه روغن تمیز و بـدون هـر گونـه آلـودگی (آب ، گـرد و خـاک وذرات فرسایشی و...) باقی مانده بسیارمهم و حیاتی وحائزاهمیت است که این کار باآنـالیز روغـن محقـق می شود . روغن همانند خون در بدن انسان که حامل میکروب ها وبیماری هااست و با آزمایش یـک نمونه ان به خیلی از بیماریها می توان پی برد روغن نیز این نشانه ها را به اطلاعات با ارزشـی کـه بـه اهداف نگهداری و تعمیرات کمک می کند تبدیل می نماید .

استخراج مستمر و منظم اطلاعات روغن از درون دستگاهها و ماشین آلات از طریـق نمونـه گیـری و آزمایش روغن به منظورهای زیرانجام می شود :

۱-حصول اطمینان از سلامت دستگاه .

۲-شناسایی عیوب احتمالی درمراحل اولیه و در بدو تشکیل عیب .

۳-شناسایی عوامل فرسایش و استهلاک های غیر عادی .

٤-کاهش هزینه های تعمیراتی و تعویض به موقع قطعات .

۵-اقدامات اصلاحی به موقع و قبل از بروز خسارت ها ی جدی.

۶-کمک دربرنامه ریزی های تعمیرات دستگاه هاوماشین الات .

۷-کنترل کیفیت قطعات و لوازم یدکی و مصرفی .

۸-توسعه تکنیک های عیب یابی .

۹-صرفه جویی در روغن مصرفی .

۱۰-بهینه نمودن سیستم PM و کنترل کردن اجرای آن .

۱۱-کنترل های مدیریت برکل سیستم .

۱۲-افزایش طول عمر و کار آیی دستگاه ها .

۱۳-کنترل کیفی تدارکات و خریدروغن .

۱٤-کنترل سیستم انبار داری .

۱۵-انجام امور تحقیقاتی .

۱۶-هشدار به موقع و تشخیص عیب مدت ها قبل از بروز خسارت (تعمیرات پیش بینانه).

۱۷-کنترل مطمئن اقدامات پیشگیرانه .

حسن روش عیب یابی دستگاهها بر اساس انالیز روغن این است که قبل از بروز خرابی مشکل ماشین در نطفه شناسایی می گرددو اقدامات اصلاحی مورد نیاز برای آن انجام می شود (برخلاف آنالیز ارتعاشات که پس از بوجود آمدن مشکل و ایجاد خرابی اقدامات اصلاحی روی آن انجام می شود) البته این دلیل برکنار گذاشتن آنالیز ارتعاشات نیست بلکه این روش هاو روشهای دیگر در کنار هم و باهم دارای بهترین راندمان و کارآیی می باشند .

اصول کلی آنالیز روغن

این روش شامل مراحل اجرائی زیر است:

۱-نمونه گیری طبق روشهای استاندارد در فواصل زمانی معین .

۲-ارسال نمونه های مختلف همراه مشخصات روغن وزمان کارکرد آن همراه با نمونه اصلی روغن مصرف شده در دستگاه به ازمایشگاهای انالیزروغن .

۳-انجام آزمایش ها ی لازم و مقایسه نتایج بدست امده با نتیجه های نمونه های قبلی .

٤-بررسی نوع و اندازه ذرات موجوددرروغن باتکنیک های مختلف.

٤-تحلیل جواب های بدست آمده وارائه توصیه هاواقدامات فنی موردنیاز.

۵-انجام اقدامات پیشگیرانه وتوصیه های اصلاحی لازم .

آزمایشاتی که روی نمونه روغن ها انجام می شود

بازدید های چشمی از روغن مصرف شده

برای این کار لازم است که حدود ۱۰۰ تا ۵۰۰ سانتی متر مکعب روغن از مدار روغن گرفته شود و در یک بطری شیشه ای ریخته شود. اگر روغن کثیف باشد یا رنگ مات داشته باشدباید آنرا به مدت یک ساعت در دمای 40^{0C} نگهداری نمود حال بر اساس ظاهر آن وتجربیات قبلی می توان اطلاعات مختصری ازان بدست اورد .

آزمون های آزمایشگاهی

آزمون های آزمایشگاهی شامل موارد زیر است :

۱-آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغن و مقایسه آن با روغن نو برای ادامه کار روغن .

۲-آزمایش ذرات فلزی جهت تشخیص وضعیت فرسایش قطعاتی که با روغن در تماسند .

۳-آزمایش الاینده های موجود در روغن .

آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی

در آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغنها پارامترهایی نظیر : ویسکوزیته ،ویسکوزیته اندیکس خواص اسیدی و قلیایی ، نقطه ریزش ،آلودگی آب و ... اندازه گیری می شود که مقادیر اندازه گیری شده با مقادیری که قبلا اندازه گیری شده وهمچنین نمونه روغن های کار نکرده بدست امده مقایسه می شود و از نتایج آن می توان به موارد زیر پی برد :

الف-کنترل وضعیت روغن برای ادامه کار یا تعویض آن.

ب-کنترل کیفی روغن های موجود در انبار .

ج-تشخیص سریع فیلتر های معیوب .

چ-تایید سالم بودن روغن ها .

ح-اطمینان از اینکه روغن صحیح در دستگاه مصرف شده یانه.

خ-تاییدعملیات تمیز کاری سیستم پس از انجام تعمیرات روی دستگاه .

د-تایید سالم بودن آب بندها و مسیر هواکش از آلودگی ها .

ذ- کنترل مرغوب و تمیز بودن روغن ها قبل از ورود به انبار.

آزمایش روغن جهت بررسی ذرات فلزی

آزمایش روغن جهت بررسی ذرات فلزی موجوددر ان با استفاده از تحلیل اسپکترومتری ذرات سائیده شده درون ان و همچنین تعیین منابع آن که معمولا به کمک گرادیان مغناطیسی ذرات سائیده شده جدا سازی می شوند و اندازه های نسبی ذرات تعیین می شود که می تواند در راستای جدی بودن خسارات احتمالی کمک کند و سپس با بررسی های میکروسکوپی شکل واندازه های ذرات برای تعیین مکانیزم های سایش و با استفاده از یک نمونه رقیق شده روغن, ذرات شمارش می شود وباانالیزو تحلیل ذرات سائیده شده موجوددرروغن دستگاه, برای آگاهی دادن از وجود ذرات

ناشی از تخریب قطعات ماشین مورد شناسائی قرار می گیردوعیوب احتمالی که ممکن است درایندہ ای نزدیک باعث تخریب ویا اعمال خسارت های زیاد به دستگاه شودرفع می گردد.

البته روغن ازلحاظ شبکه های کریستالی ومولکولی نیز می تواند تحت آزمایش قرار گیرد تا وضعیت مناسب یا نامناسب آن ازلحاظ شکست مولکولی,تغییرمولکولی و.....نیز مورد تحلیل قرار گیردتاازعملکرد ان درحین کارمطمئن شد .

نتایج حاصل از آزمایشات ذرات فلزی موجوددرروغن

الف- تشخیص فرسایش های احتمالی در آینده (بر اساس روند سایش).

ب-تشخیص اینکه ذرات ناشی از فرسایش مربوط به آلودگی روغن است یاخرابی قطعات.

پ-تشخیص شدت مشکل ایجاد شده ازطریق نرخ تغییرات بدست امده از آزمایشات انجام شده .

ت-تایید مشکل ایجاد شده از راه های دیگر (مثل آنالیز ارتعاشات).

ث-استنتاج کلی و مشترک از سیستم برای تشخیص سریع ریشه های مشکل .

ج-ضرورت انجام یک اقدامات نگهداری و تعمیرات.

تکنیک های آزمایش ذرات سائیده شده در روغن

۱-اسپکتروسکوپی جذب اتمی .

۲-اسپکتروسکوپی انتشار اتمی .

۳-فروگرافی.

٤-رسوب دهنده دورانی ذرات.

۵-فلورسنت پرتوایکس .

۶-اسپکتروسکپی انتشاری (پلاسمایی – القایی).

۷-مشاهده میکروسکوپیک

که باتوجه به تخصصی بودن مباحث فوق ازپرداختن به انها دراین مقوله صرف نظرمی شود .

باز و بسته کردن وتعمیر پمپ های گریزازمرکز

قبل ازبازکردن پمپ هاوارسال انها به کارگاه جهت تعمیر به چندنکته مهم بایدتوجه نمود:

نکته اول:رعایت نکات ایمنی کار

بخاطر آلوده بودن پمپ به مواد شیمیائی اسیدی و یا بازی و سمی و مـواد آتـش زا بایـد قبـل ازبـازکردن وتعمیر اول ان راتخلیه نمودوپس ازتخلیه کامل ان را بوسیله آب یا بخار کاملاً شستشو داد ، زیرا با رهـا اتفـاق افتاده که تلمبه ای که از واحدها به کارگاه اورده شده است به دلیل الوده بودن ان به موادنفتی قابل اشتعال به محض گرفتن شعله برنرنزدیک کاپلینگ(جهت گرم کردن) تلمبه آتش گرفته و بـا آلـوده بـودن آن بـه مواد اسیدی و بازی و یا سمی ناراحتی های پوستی وتنفسی برای پرسنل ایجـادکرده اسـت وپمـپ هـایی کـه رسوبات سخت موادنفتی دارند باید به واحدشستشوی صنعتی ارسال وپس ازتمیزکاری کامل به کارگاه منتقل شوند بنابراین شرط اول برای باز نمودن دستگاه شستشوی آن است.

نکته دوم :علامت گذاری یا مارک کردن قطعات

با توجه به متقارن بودن قطعات طرفین پمپ ها وبرای ممانعت دراشتباه بستن قطعات کلیه قسمت هائی کـه باید باز شوند باید بوسیله مارک حروفی که در معرض دید باشد در یک ردیـف مـارک شـوند . اصـولاً یـک روش قرار دادی بین اکثرتعمیرکاران ماشینری وجود دارد بطوریکه کلیه قطعاتی که درطرف کاپلینگ تلمبـه قرار دارند را با حرف C (مثل C1 و C2 و C3 و..)مارک می کنند وقسمت هائی در قسمت خارجی یـا Out Board است را با حروف T (طرف تراست بیرینگ ها) و بصورت T1 و T2 و ... علامت گذاری مـی کننـد و همچنین در تلمبه هائی که در دو طرف درپوش یا Cover دارند روی درپوش طرف کاپلینگ را مـارک C و طرف خارجی را مارک T مشخص می کنند . بدیهی است کـه C حـرف اول کلمـه Coupling و T حـرف اول کلمه Thrust میباشد .

مراحل باز کردن یادمونتاژ پمپ :

بعد از علامت گذاری می توان تلمبه را از یک طرف یا دو طرف بسته به نوع پمپ شروع به باز نمودن کـرد که مراحل کاربصورت زیرانجام می شود:

۱- باز نمودن کاپلینگCoupling

در صورتیکه کاپلینگ دارای لاک نات باشد(سوراخ داخل ان بصورت مخروطی یاConic باشد) ابتـدا آنـرا بـاز کرده سپس کاپلینگ با چند ضربه خارج می شود. اگرسوراخ داخل کاپلینگ صاف باشـد هنگـام بیـرون اوردن باید آنرا بوسیله کاپلینگ کش بیرون آوردولی در صورتیکه امکان پذیر نباشد بوسیله شعله جوش گاز(برنـر) اقدام به گرم نمودن کاپینگ بصورت یکنواخت مـی شـود تـا کاپینـگ خـارج شـود هنگـام جـاز زدن کاپلینـگ بایدتوسط برنر گرم شود تا بصورت پرس شده روی محور قرار گیرد.

۲- باز نمودن جایگاه یاتاقان هاHousing Bearing

برای باز نمودن جایگاه یاتاقان ها ابتدا درپوش آنهـا بـازمی شـود وپـس ازبیـرون اوردن پـین هـای تنظـیم کننده(Fit Pin)و با باز نمودن پیچ ها از بدنه تلمبه جدا می شود .

۳- باز نمودن یاتاقان هاBall Bearings

در صورتی که تلمبه مجهز به یاتاقان نوع لغزشی یا Sleeve Bearing باشد (نوع بوشی) اصولاً بـا بـاز کـردن نیمه بالائی هوزینگ برینگ براحتی نیمه روئی برداشـته مـی شـود و یـا بلنـد کـردن محـوردر جهـت عمـود بریاتاقان نیمه زیرین حول محور چرخانده شود تا خارج شود.و اگریاتاقان ازنوع بـال برینـگ یـا رولربیرینـگ باشد ابتدا مهره سفت کننده آ ن Lock nut و واشر مربوط Lock washer بازمی شودو سپس بال برینگ با پولی کشش خارج می شود.

توضیح اینکه در بعضی موارد بال برینگ به قدری روی محور درگیریاجام می شود که به هیچ نحوی جز گرم کردن خارج نمی شود که طبیعتاً دیگر قابل استفاده نخواهد بود و باید تعویض شود.

۵- باز نمودن آب بند مکانیکی Mechanical seal

ابتدا درگیری بین سیلیوو محور با باز نمودن ال اسکروها ازادمی شود و سـپس پـیچ و مهـره گلنـد یـا Seal Plate باز می شود و مکانیکال سیل خارج می شود در صورتیکه دو طرف تلمبه مجهز به مکانیکال سیل باشـد هر دو طرف باید باز شود .

۶-بازنمودن درپوش هاCovers

اگر تلمبه دارای دو روپوش Cover باشد در صورتی که یک مرحله ی باشد(یعنی فقط یـک پروانـه داشـته باشد) باز نمودن یکی از درپوشها کافی است و در صورتیکه دو مرحله ای یا بیشتر باشد باید درپوش هـر دو طرف باز شود .

۷- بیرون اوردن محورShaft

:برای بیرون آوردن محور ومتعلقات آن در صورتی که تلمبه یک مرحله ای باشد ، یک طرف پروانـه را روی آن علامت حک کرده (C یا T) سپس محورو پروانه از بدنه خارج می شود در صورتیکه تلمبه دو مرحلـه ای باشد پروانه سمت کاپلینگ را با علامت C و طرف تر است را علامت T مشـخص مـی شـود. لازم بـه توضـیح است که اگرپروانه عکس بسته شودجهت پره هاعکس می شود وپمپ کارائی خودراازدست می دهد.

در این حالت نمی توان هر دو پروانه و محور را با هم خارج نمود لذا لازم است ایتدا یکـی از پروانـه هـا بـاز شود وسپس محور و پروانه دیگر با هم خارج شوند .درصورتی که پمپ چندمرحله ای باشـدکلیه پروانـه هـا بسته به شماره مرحله بایدعلامت گذاری شود.

چند تذکر:

تذکراول :در تلمبه هائیکه دارای یک پروانه اند و دهانه ورودی آنها بـا محـور متحـد المرکـز اسـت Over Hungابتدا باید درپوش بدنه باز شود تا پروانه خارج شود وبعد اقدام به باز نمودن مکانیکال سیل و هوزینگ برینگ نمود .

تذکر دوم :

در تلمبه های چند مرحله ای نوع بشکه ای(مثل پمپ های ۶۳۱واحـدهای آیزومـا کـس) بعـد ازبـاز نمـودن هوزینگ برینگ و درپوشها مجموعه پروانه ها و محور که در داخل یک بدنـه داخلـی بنـام بنـدلIner Case قرار گرفته اند ابتدا بندل از پوسته داخلی بیرون کشیده می شودوسپس بندل که بصـورت دو تکـه ای افقـی است از هم جدا شده و مجموعه و محور و پروانه ها خارج می شوند.

طریق بیرون آوردن پروانه ها از روی محور :

ابتدا پروانه ها طبق شماره همان مرحله مارک می شوندزیرا در تلمبه های چند مرحله ای غیر از مرحله اول بقیه از نظر ظاهری هم با هم تفاوتی ندارند و فقط از نظر قطر داخلی که روی محور نصب میشـوند تفـاوت دارند بعد از علامت گذاری پروانه ها به ترتیب شماره مرحله از روی محور خارج می شوند .

قسمتها و قطعاتی که باید در تعمیر کردن پمپ ها مد نظر قرار گیرند عبارت است از :

۱- بررسی تمام سطوح بدنه و کاورها ازلحاظخوردگی سایش وتغییرشکل اثارکاویتاسیون و....

۲--بررسی جای کلیدها وجای دنـده Screwو دنـده هـای مهـره قفـل کـن (Lock Nut) لاک واشـر Lock Washer هاو...

۳-بررسی محورازلحاظ خمیدگی دوپهنی خوردگی و.... اندازه گیری قطرنقاطی از شافت که قطعاتی مثل بال برینگ ها مکانیکال سیل ها پروانه ها سیلیو هاShaft Sleeve و.....روی ان مونتاژ می شود.

٤- بررسی ظاهری کوپلینگ از نظر لاغری و خرابی های جای شیارSpigotمحل قرارگرفتن Spacer و .....

۵-بررسی رینگهای فرسایشی بدنه وپروانه ها واندازه گیری قطرهای داخلی (رینگ بدنه)وخارجی(رینگ پروانه) اوت نبودن انها روی محوروبررسی کلرنس انها وتعویض انهادرصورت بالابودن کلرنس ها اگر رینگ های فرسایشی خراب شده باشند و یا اندازه آنها ازحد استاندارد مربوطه خارج شده باشد (فاصله آنها با همدیگر بیش از حد استاندارد باشند) حلقه های سائیدگی بدنه Casingو پروانه نیز تعویض می شوند که معمولا با تعویض یکی از Wearing Ringها وتراشکاری وترو نمودنWearing Ringدیگر مشکل حل می شود درغیراین صورت Wearing Ringها ی پروانه و بدنه پمپ هردوباید تعویض شود .

روش تعویض به این طریق است که پیچ های نگهدارنده انها درخلاف عقربهٔ ساعت باز می شوندوسپس رینگ بازدن ضربه های ملایم بیرون آورده می شود و پس از تمیز کاری و شستشو رینگ سایشی Wearing Ring نو را جازده و پس از عملیات سوراخکاری و قلاویز کردن Tapping آمادهٔ بستن می شود . همچنین باید خارج از محور بودن Out آن نیزچک شودکه معمولا تا حدچندهزارم اینچ قابل قبول است .

۶-بررسی واندازه گیری کلرنس بوش های میانیCenter Bush وبوش های استافینگ باکسNeck Bush

۷-بررسی واندازه گیری قطر داخلی استافینگ باکس وچک کردن سطوح پیشانی استافینگ باکس(محل قرارگیری سیل پلیت وبخصوص محل قرارگیری متینگ رینگ مکانیکال سیل های نوع بلوزی) ازلحاظ صاف بودن وعمودبودن انها بامحوروراندازه گیری قطرداخلی ان و...

۸-بررسی قسمت های مختلف ولوت ونازل های ورودی و خروجی و سطوح آن از نظر خورد گی بدنه و کاور.

۹-اندازه گیری فاصله پروانه ازولولت ودرصورت نیازترمیم ویاکم کردن فواصل به روش جوشکاری

۱۰-بررسی Division روی نازل ورودی وبین مراحل پمپ وترمیم ان جهت جلوگیری ازجریان های چرخشی درورودی پمپ

۱۱-بررسی لقی کاورها ودرصورت نیاز جوشکاری وسایزنمودن انها

۱۲-بررسی پروانه پمپ ازلحاظ تمیزبودن وجود رسوبات خوردگی و میزان لقی انهاروی شافت ناصافی سطوح پره هاوبررسی اثارکاویتاسیون روی ان واندازه گیری های لازم روی انها

۱۳-بررسی هوزینگ برینگ ازلحاظ اندازه قطر داخلی وتولرانس های مجازنصب موازی بودن سطوح دوطرف ان اطمینان از نداشتن ترک و شکستگی و خوردگی و پوسیدگی و گرفتگی مسیرها ی جاکت کولینگ اطراف ان و رزوه ها وتست هیدرولیکی انها.

١٤- چک کردن دیفلکتور هاDifflector وبررسی نحوه قرارگیری انهاروی محوروهوزینگ

۱۵-بررسی رینگ های روغنکاریOil Ring ازلحاظ اندازه وسائیدگی لبه های انهاوهمچنین بررسی محل قرارگیری انهاروی محوریاOiltrowel

۱۶-بررسی کلیه پیچ و مهره ها Bolt& Nut ها و Stud Boltها ازلحاظ تغییرقطر.

۱۷-اندازه گیری محل قرارگرفتن کلید هاKeyاعم ازکلیدمربوط به مکانیکال سیل پروانه و....روی شافت

۱۸- بررسی کامل و اطمینان از بی عیب بودن محورو اطمینان از عدم لنگی پروانه ،کاپلینگ ، سیلیو، مهره پروانه ، کلید پروانه وAssymble (که شامل کلیه قطعاتی که روی محورنصب است)

۱۹-بررسی داخل پمپ ازلحاظ خوردگی وسایش

۲۰-ارسال اسمبل به قسمت تراشکاری جهت بررسی وبالانس رتور .

۲۱-بررسی کلیه گسکت هاومحل نشیمن گاه انها وتعویض گسکت های خراب

قبل از بالانس اسمبل باید دقیقاً لقی بین رینگ های فرسایشی نصب شده روی پروانه و بدنه و بوش مرکزی Center Bush رادرصورت وجود اندازه گیری نمود تا در صورتی که لازم باشد لقی ها افزایش یا کاهش و اندازه مورد نظر حاصل گردد .

عملیاتی که برروی محورAssymble قبل ازمرحله بالانس در قسمت تراشکاری انجام می شود عبارت است از:

۱-اطمینان ازعدم لنگی محور وwearing Ring های پروانه

۲-عدم لنگی کوپلینگ

۳-عدم لنگی،شافت سیلیو ها

که روی ماشین تراش مخصوص چک و بازدید می شود و پس ازاطمینان از بی عیب بودن روی ماشین بالا نس برده می شود و طبق دستورالعمل دستگاه بالانس و میزان دورکاری پمپ R.P.M بالانس می شود و با یک برگه فرم تائیدیه بالانس مجددا به قسمت تعمیرات تلمبه Pump Shop برگردانده می شود . تا سایر مراحل دیگر برروی اسمیل انجام شودسپس برای اطمینان بیشترAssymble بالانس شده مجدداً در قسمت تلمبه بازرسی می شود و پس از اطمینان از بی عیب بودن اماده نصب روی پمپ می شود.

مراحل قبل از بستن پمپ :

۱- بررسی قطعات شامل:

الف –جداکردن قطعات سالم از قطعات فرسوده و خراب.

ب – در صورتیکه قطعات فرسوده قابل تعمیر باشند نسبت به تعمیر بازسازی آنها اقدام می شود.

ج- قطعات سالم کاملا شستشو و تمیز می شوند.

د- قطعات غیر قابل تعمیر از سرویس خارج و بجای آنها قطعات نو تهیه می شود.

ه- کلیه قطعاتی که نسبت به هم حرکت دارنداندازه گیری می شوند .

لازم به تذکر است که میزان لقی بین رینگ های پروانه و بدنه Wearing Ring ودر پوش مرکزی بستگی به قطر رینگ و جنس آن و درجه حرارت مایع پمپ شونده دارد بطوریکه هر چه قطر رینگ زیادتر باشد لقی

افزایش می یابد و هر چه مایع گرم تر باشد برای ازدیاد حجم بسته به ضریب انبساط حرارتی فلزباید لقی بیشتری درنظرگرفته شود. مثلاً برای فلزات کرم و نیکل دار نسبت به چدن لقی بیشتری بایددرنظرگرفته شود .

توجه :میزان لقی Clearance بین رینگهای ثابت و متحرک در تلمبه ها بوسیله کارخانه های سازنده مشخص شده است ودرData Sheet پمپ نوشته شده است ولی دراکثرموارد عملاً نتیجه آنها رضایت بخش نیست و باید تغییرداده شود .

۲- آماده نمودن آب بندهای مکانیکی : صیقل کردن زغال و یا Mating Ring (رینگ ساینده) واماده کردن مکانیکال سیل.

قطعاتی از مکانیکال سیل که بایدچک شوند شامل:

الف- بررسی سطوح آب بندی روتاری (Rotary) یا متینگ رینگ Mating Ring ازلحاظ صافی سطح پالیش کردن انها

ب-بررسی وضعیت بلوز ازلحاظ خوردگی وسوراخ بودن

ت-بررسی وضعیت سیلیوShaft Sleeve ازلحاظ صاف بودن ونداشتن خراش بخصوص درمکانیکال سیل های نوع فلکسی باکس

ث-تعویض کلیه پکینگ ها واب بندهای ثانویه

ج-بررسی وضعیت سیل پلیت ازلحاظ صافی سطح وبررسی محل قرارگیری کربن یا....

۳-آماده نمودن بیرینگها : در صورتی که بیرینگ ها از نوع بوشی(وایت متال) باشند باید لقی بین آنها و محور اندازه گیری شود تا در صورتی که ازحد اندازه استاندارد زیادترشده است از استفاده آنها خودداری و در صورتی که نیاز به تمیزکاری و اسکراب زدن داشته باشند دراین مورد نیز اقدام و آماده شوند . در صورتی که بیرینگ ها از نوع ساچمه ای (بال برینگ یا رولربیرینگ) باشد باید دقیقاً گردش آنها را نگاه کنیم و ببینیم ساچمه ها فرسوده نشده باشند (کچل شدن ساچمه ها وکنس ها) و در صورت نیاز بال یرینگ هاتعویض شوند.

بستن یامونتاژ پمپ ها :

مراحل بستن تلمبه ها عکس باز کردن آنها است یعنی از نصب پروانه روی محور شروع می شود تا نهایتاً بستن تلمبه و نصب کاپینگ روی ان که ذ یلابه شرح جزئیات ان پرداخته می شود:

چال بندی محور :

چال بندی عبارتست از در مرکز نگه داشتن محور درمرکزپمپ

قبل از اینکه محورو پروانه و سایر متعلقات داخل بدنه تلمبه قرار داده شود باید از خمیده نبودن True محورو متعلقات بوسیله ساعت اندازه گیر باقراردادن محورروی بلوک های Vشکل ثابت اطمینان حاصل نمود . بعد از قرار دادن این مجموعه داخل بدنه پمپ و بستن درپوش هامجموعه پروانه و محور و سایر متعلقات دیگر آن ملاحظه می شود محور می تواند داخل پمپ حرکت محوری داشته باشد Axial Movement حال باید این حرکت طولی یا محوری طوری تنظیم شود که پروانه کاملاً در وسط جداره پمپ قرار گیرد و فاصله محور در هردو طرف مساوی باشد.

برای انجام اینکارقبل ازنصب مکانیکال سیل ها هاویاتاقان ها کمی بلوبرینگ یا سرنج روی محور در محل انتهائی استافینگ باکس (جایگاه آب بند مالیده می شودو محور تامنتهی الیه خود بطرف کاپلینگ حرکت داده می شود تا پروانه از داخل به بدنه بچسبد . سپس خط کش را مماس بر جایگاه آب بند روی محور قرار داده و بوسیله یک شئی لبه تیزی(کارتک) یک خط روی محور کشیده می شودسپس یک بار دیگر مجموعه محورو متعلقات تا منتهی الیه طرف تر است (عکس حالت قبلی) حرکت داده می شود تا کاملاً پروانه به جداره تلمبه بچسبد ،مجدداً خط کش را به جایگاه آب بند مماس نموده و روی محور خطی کشیده می شود . فاصله بین دو خطی که روی محور ترسیم شده کل حرکت یا Axial Movement را نشان می دهد . سپس فاصله دو خط نصف می شود تا مرکز آن پیدا شودکه در نهایت بایدوسط خط در امتداد سطح یا صورت استافین باکس قرار گیرد . مثلاً اگر فاصله بین دو خط $\frac{3}{4}$ اینچ باشد . فاصله هر کدام از آنها تامرکز $\frac{3}{8}$ خواهد شد و این درست ضخامت واشری خواهد بود که باید پشت بال برینگ های تراست قرار داده شود (تراست واشر) .البته این عمل در تلمبه های یک مرحله ای و چند مرحله ای مثل هم است .

تذکر : عمل در مرکز قرار دادن یا چالبدی باید قبل از بستن بال برینگ هامکانیکال سیل وهوزینگ برینگ ها انجام می شودولی در مورد برینگ های لغزشی بعد از بستن قسمت پائینی بیرینگ و هوزینگ برینگ هم می توان انجام داد .

بعد از قراردادن واشر فلزی مورد نظر پشت تر است بال برینگ ها و بستن هوزینگ ها دو طرف محور تلمبه چرخانده می شود اگرهوزینگ برینگ ها تعویض شده باشند یادرحین بستن انها محورگیرداشته باشد هوزینگ برینگ ها بایدبصورت دقیق تنظیم شوند .

بستن و تنظیم هوزینگ برینگ ها

بستن هوزینگ برینگ هاوتنظیم کردن انها ازلحاظ شعاعی روی بدنه پمپ بااستفاده ازساعت های اندازه گیرانجام می شودوروش کاربه این صورت است که پیچ های هوزینگ برینگ های دوطرف شل می شودتامحوردراثروزن خودبه سمت پایین حرکت کند وهمه کلرنس ها دریک طرف واقع شود دراین موقعیت ساعت اندازه گیر که نوک پلانجر ان با شافت درتماس است روی صفرتنظیم می شود وبه توسط یک جک ظریف ارام ارام هوزینگ برینگ بالااورده می شودتا موقعی که گیرکندوحرکت ان متوقف شود(این کاربایدبادقت زیادانجام شود)وتمام کلرنس ها زیرمحورواقع شوددراین حالت انحراف ساعت قرائت می شودسپس با ازادکردن جک اجازه داده می شودکه به اندازه نصف عددقرائت شده محوربه سمت پایین حرکت کندکه دراین موقعیت می توان ادعا نمود که رتوردرمرکز بوش ها ورینگ های فرسایشی قراردارد وکلرنس های بین قطعات ثابت ومتحرک درکل محیط به یک اندازه تقسیم شده است.البته این کاربرای هوزینگ برینگ های هردوطرف ودرچندمرحله انجام می شود وپس ازاطمینان ازگیرنداشتن وروان چرخیدن ان اقدام به تهیه ونصب فیت پین می شود که روش کاربه این صورت است که ابتداسوراخ هائی روی بدنه هوزینگ برینگ وبدنه تلمبه زده می شود وسپس بااستفاده ازریمر سوراخ های ایجادشده بصورت کونیک (مخروطی)درمی ایندوپس ازاندازه گیری فیت پین های مناسب(ازروی سایز ونشانه هائی که روی ریمرزده می شود) ساخته می شود ودرسوراخ ها قرارداده می شودتادردفعات دیگر که هوزینگ برینگ ها بازوبسته می شوند نیازی به تنظیم دقیق نداشته باشند.البته معمولا یک طرف فیت پین ها رادنده می کنند وبانصب یک مهره روی ان امکان بیرون اوردن فیت پین براحتی فراهم شود. درصورتی که تلمبه به آزادی بچرخد و

گیرنداشته باشد هوزینگ برینگ ها ویاتاقان ها نیز باز می شوندو آب بندها بسته می شوند وسپس برینگ ها و هوزینگ ها بسته می شوند و مجدداً حرکت دورانی تلمبه آزمایش می شود .

مراحل نصب یاتاقان های لغزشی

یاتاقان های لغزشی معمولا از جنس بابیت والیاژهای مخصوص به خود ساخته می شوندو توسط سیستم های روغنکاری Forced Lubrication یا روش های دیگر روغن بین قطعات ثابت ومتحرک(شافت ویاتاقان) تزریق می شودکه دراثر اصطکاک بین روغن ومحور باعث ایجادیک فشارهیرودینامیکی می گرددکه کمک به بالا اوردن شافت ودرمرکز قراردادن ان می کندوباعث می شودمحورروی فیلمی ازروغن بچرخد که این فیلم روغن از تماس مستقیم قطعات فلزی با یکدیگر ممانعت به عمل می اورد.

پارامتر بسیار مهم دراین نوع یاتاقان ها لقی یا Clearanceاین نوع برینگ هااست که باید اندازه گیری ودر حدمجاز تنظیم شود .اگر این لقی بیشتر از حد مجاز باشد باعث افزایش حرکت شعاعی محور شده(افزایش لرزش وارتعاشات)ومی تواند باعث خسارت رساندن به دیگر قطعات وکاهش طول عمرقطعات شودوهمچنین زیادشدن لقی باعث تخلیه شدن روغن از بین این فواصل وتماس سایشی بین قطعات ثابت ومتحرک وخرابی شافت ویاتاقان گرددوهمچنین باعث کاهش فشار روغن سیستم روغن وبوجود اوردن مشکل برای دیگریاتاقان ها(نرسیدن روغن به انها) شودو کم شدن این لقی یا کلرنس باعث اختلال درسیستم روغنکاری و عدم نفوذوحرکت روغن بین قطعات ثابت ومتحرک وافزایش اصطکاک وگرم شدن وسوختن انها می شود که در تنظیم انها باید دقت خیلی زیادی کردوطبق توصیه های کارخانه سازنده یا جداول استاندارد عمل نمود.(به ازائ هریک اینچ قطر محور معمولا به اندازه یک ونیم هزارم اینچ کلرنس درنظرگرفته می شود).

روش های اندازه گیری لقی یاتاقان های بوشیBearing Clearance

بسته به شرایط محل نصب یاتاقان ازروش های زیر برای اندازه گیری کلرنس یاتاقان ها استفاده می شود:

۱-اندازه گیری قطر داخلی یاتاقان وقطر بیرونی محور درمحل نصب یاتاقان وپیداکردن اختلاف این دوعددمیزان لقی یاتاقان رانشان می دهد که درصورتی که قطعات پمپ باز باشند دارای بالاترین دقت است.

۲-استفاده کردن از فیلر گیج (که دارای تیغه هایی باضخامت های استاندارد ومشخص است که ضخامت هرکدام از انها روی انها درج شده است)وبا عبوردادن تیغه ای که ضخامت ان با میزان لقی برابر است کلرنس یاتاقان اندازه گیری می شود.لازم به توضیح است که میزان کلرنس اندازه گیری شده به این روش معمولا حدودیک تادوهزارم اینچ از روش قبلی کمتر به دست می اید(بخاطر کلرنس عبور تیغه فیلرگیج)

۳-استفاده از وایر های سربیLead Wireکه با باقراردادن میله های باریک سربی نرم که ضخامت انها کمی از کلرنس یاتاقان بیشتر است در قسمت بالایی بین شافت ویاتاقان واندازه گیری مقدار لهیدگی ان پس از بستن یاتاقان وکاور بالایی ان که پس از باز کردن مجدد واندازه گیری ضخامت وایر لهیده میزان کلرنس که ضخامت ان است مشخص می شود.

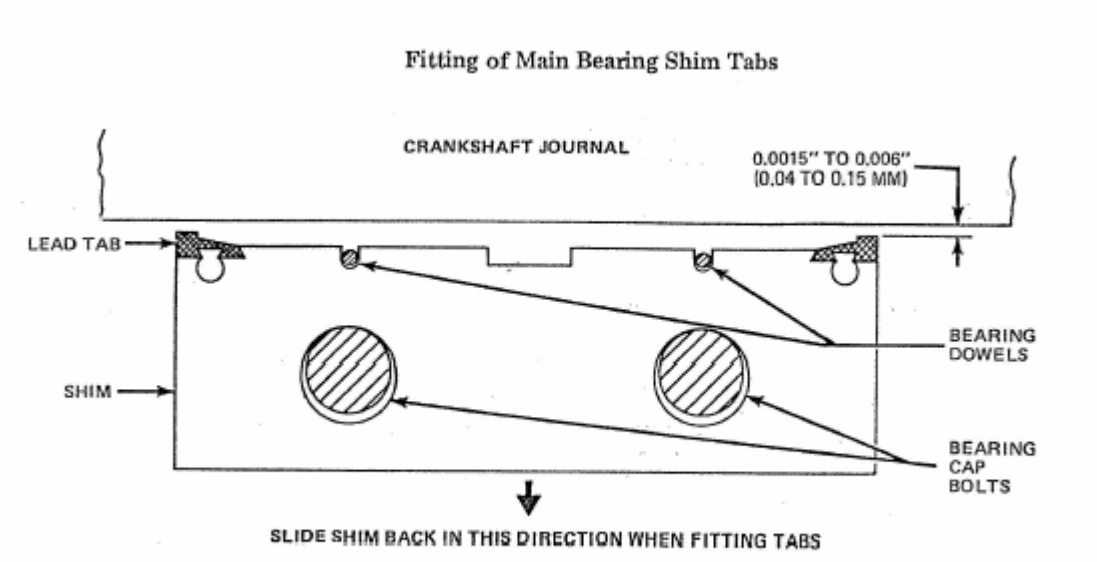
٤-استفاده ازPlastic Gageکه وایر های پلاستیکی ای هستندکه بااندازه های قطری بسیار دقیقی ساخته می شوند وتکه هائی ازانها مثل روش قبل بین قسمت بالای محور ویاتاقان قرار میگیرد وپس ازبستن یاتاقان و بازشدن مجدد ان پهنای پلاستیک های لهیده شده در کنار جدولی که همراه با برونشور ان امده قرار داده میشودوباهر کدام از خطوطی که هم سایز باشدمیزان لقی در کنار شکل خوانده می شود تنها مزیت ای روش این است که وایر های پلاستیکی باعث خرابی شافت نمی شوند بخصوص وقتی که شافت از جنس نرم باشد.

۵-حرکت دادن محوردرجهت شعاعی واندازه گرفتن میزان حرکت انجام شده به توسط یک عددساعت اندازه گیر که برمحور تقارن شافت عمود شده است.

تنظیم کردن کلرنس یا لقی یاتا قان ها ی لغزشیBearing Clearance

همانطور که قبلا توضیح داده شد کلرنس یاتاقان ها باید در حد مطلوب توصیه توسط کارخانه وبا توجه به حدود مجاز انها باشد ودر صورتی که در این محدوده قرار نگرفته باشندباید نسبت به تصحیح ان اقدام گردد.

دریاتاقانهای کوچک وارزان قیمت معمولا باتعویض یاتاقان مشکل مرتفع می شودولی در یاتاقان های بزرگ بسته به طراحی یاتاقان ازشیمز های تنظیم که بین دوکفه یاتاقان قرار داده می شود وباکم وزیاد کردن ضخامت انها کلرنس در محدوده مجاز تنظیم می شود.در یاتاقان های بزرگ روی لبه های شیمز های تنظیم که به طرف محور قرار گرفته بطور منا سبی باابیت(بضخامت کلفتی شیمز)به اندازه چند میلی مترلبه داده شده که در هنگام نصب وپس از کار تنظیم کلرنس یاتاقان باید فاصله این شیمز ها با سطح محورفاصله کمی داشته باشد تااز ازاد شدن روغن بین دوکفه یاتاقان ممانعت به عمل اورد که به این فاصله اصطلاحا Tabگفته می شود وحد مطلوب ان حدودیک ونیم تاشش هزارم اینچ است.

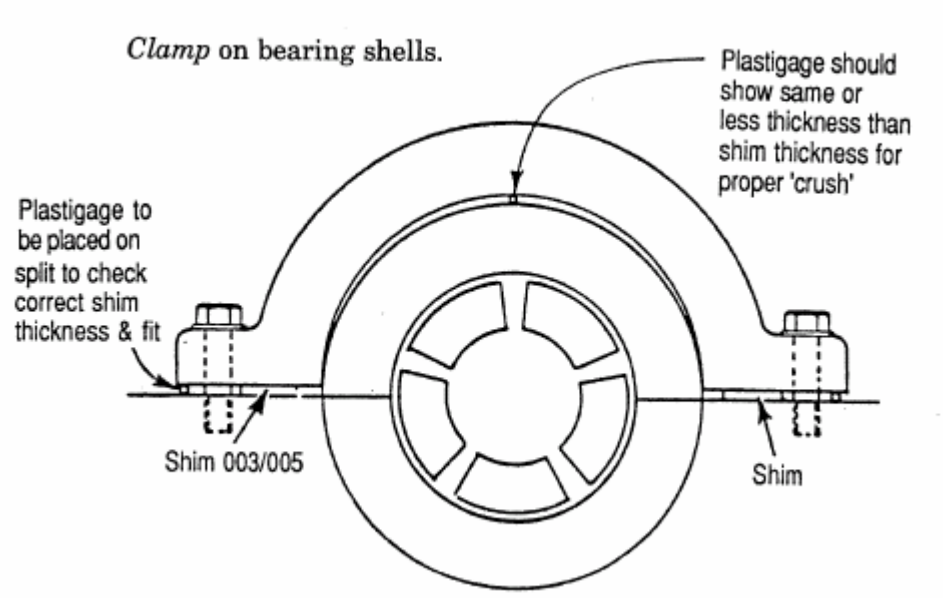


یکی دیگر ازمسائلی که برای یاتاقان های لغزشی یا بوشی مطرح ومهم است اطمینان پیداکردن ازتماس کامل قسمت پشت یاتاقان(قطر بیرونی)با محلی است که پوسته یاتاقان(قطرداخلی محل قرار گیری یاتاقان)دران قراردارد Bearing Clamp چون اگر بین این دوفاصله بیفتد درحین کاربرینگ حرکت می کندوباعث ایجادارتعاشات زیاد می کند ووجود هوابین برینگ وکاورباعث تشکیل یک فیلم مقاومت حرارتی بالا در این قسمت می شودوباعث عدم انتقال حرارت ازیاتاقان به پوسته یاتاقان ونهایتا گرم شدن روغن وپایین امدن ویسکوزیته ان وکم شدن ضخامت فیلم مایع روغن و خرابی زود رس یاتاقان ولرزش وارتعاش می شود که توصیه اکید براین است که در حین تعمیرات اساسی یاتعویض یاتاقان ها علاوه بر چک کردن کلرنس یاتاقان این موضوع مورد توجه قرار گیردکه اصطلاحا به ان Crushگفته می شود وذیلا به روش اندازه گیری ان می پردازیم.

روش اندازه گیری Bearing Crush

۱-اندازه گیری Bearing Crush در یاتاقان های کوچک

دریاتاقان های کوچک که ضخامت گوشت یاتاقان زیاد است Shell Bearing بااستفاده از Lead Wire هائی که در قسمت پشتی یاتاقان بین پوسته بیرونی یاتاقان وپوسته داخلی کاوردر محل قرارگیری یاتاقان قرار داده می شود این فاصله اندازه گیری می شود وروش کار به این صورت است که پس از قراردادن کفه های بالایی وپایینی یاتاقان و سفت کردن پیچ های دوکفه یاتاقان در صورت وجود وایرهای سربی با ضخامت کسری ازمیلیمتر روی پوسته بیرونی یاتاقان قرارمی گیردوکاوریاتاقان بسته می شود ومجددابازمی شود که این عمل باعث لهیدگی وایرسربی می شودکه ضخامت وایرلهیده مبین Crush است .

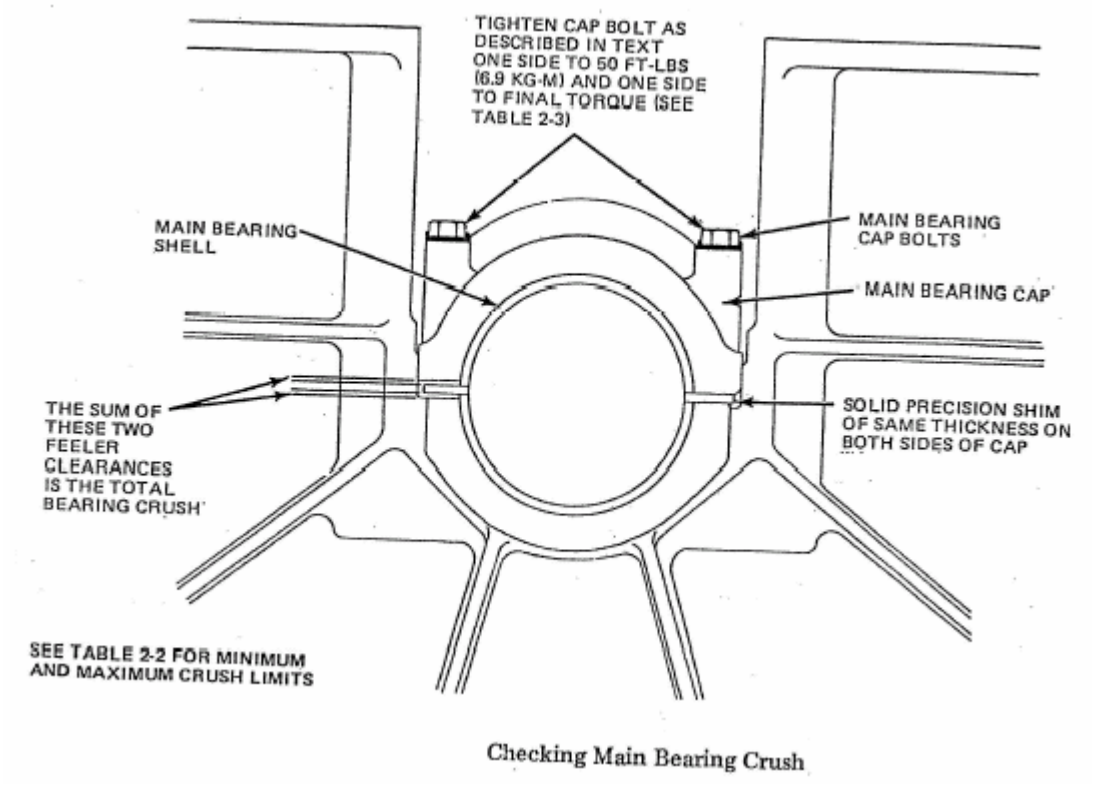


البت چون این فاصله خیلی کم است وفضا برای لهیده شدن وایرسربی نیست ومی تواند باعث خطادراندازه گیری شوددرعمل این گونه عمل می شودکه بین دو کفه بالایی وپایینی کاور برینگ های دوطرف شیمز هایی باضخامت حدود یک تا میلی متر قرارداده می شودتا بتوان وایرسربی ضخیم تری راروی کفه بالائی

یاتاقان قراردادوفضای لازم برای لهیده شدن وایرسربی رافراهم نمودکه دراین روش پس از محکم کردن پیچ ها ی کاوروباز کردن مجدد انها اختلاف بین ضخامت وایرهای لهیده شده سربی وضخامت شیمزی که بین کاور ها قرار گرفته بود مبین فاصله پشت یاتاقان است که اصطلاحا به عنوانBack Pressمعروف است ومقدار ان از دو تا سه هزارم اینچ نباید بیشتر باشد.

۲- اندازه گیری Bearing Crush دریاتاقان های بزرگ

در یاتاقانهای بزرگ که ضخامت پوسته یاتاقان کم استThin Shell Type اهمیت وحساسیت این موضوع به مراتب از یاتاقان های نوع قبلی بیشتر است وروش کار به این صورت است که دو تکه شیمز باضخامت حدود چند میلیمتر ازجنسی مناسبRigid درفاصله طرفین پوسته یاتاقان وکاور های بالایی وپایینی قرارداده می شود(شکل زیر) وپیچ های یاتاقان با تورک مناسب(حدود پنجاه فوت پوند) سفت می شودکه در این حالت با استفاده از فیلر گیج فواصل دوطرف بالایی وپایینی شیمز اندازه گیری می شود که این مقدار به Bearing Crushشناخته می شودو باید در حد مجاز باشد که این حد مجاز برای یاتاقانها بسته به قطرانهادر جداول استاندارد اورده شده است ولی حدمجارانهاازچندهزارم اینچ بیشترنیست.



Checking Main Bearing Crush

لازم به توضیح است که لقی یاکلرنس یاتاقان و Bearing Clampیاـ Back Pressبا Bearing Crush وBearing Tabهرکدام پارامتر های جداگانه ای بوده وبرای هر یاتاقان اعم از ثابت ویا متحرک بایدجداگانه اندازه گیری وتصحیح شود.

تنظیم بال برینگ ها ی تراست در هوزینگ

باتوجه به این که بال برینگ های تراست برای ممانعت ازحرکت محوری شافت استفاده می شوند کنس های خارجی انها باید درداخل هوزینگ برینگ مهارشود که این معمولا بـه توسـط شـاخک هـای طـرفین کاورهـای دوطرف هوزینگ برینگ انجام می شود. روش کاربه این صورت است که کاور هوزینگ برینگ ها بوسیله دو پیچ که به یک اندازه سفت شده اند بسته می شود(بطوری که فاصله بین کاوروهوزینگ برینگ درهمه نقـاط یکسان باشد) تا اینکه اطمینان حاصل شود لبه شاخک کاور به کنس خارجی بال برینگ رسیده است در حالی که محور هیچ گونه حرکت محوری نداشته باشد و حرکت دورانی نیز خوب باشد بوسیله فیلر گیج فاصـله بـین کاوروبدنه هوزینگ اندازه گرفته می شود و گسکت مورد نیاز انتخاب می شود(به اندازه ضخامت فیلراندازه گیری شده بعلاوه کمی بیشتر برای جبران میزان لهیدگی گسکت درحین سفت شدن پیچ ها) پس ازقراردادن گسکت لازم مجدداً کاور بسته می شود و کلیه پیچهای آن سفت می شودکه در این حالت نیز نباید هیچگونـه حرکت محوری وجود داشته باشد .

البته برای بدست اوردن ضخامت گسکت موردنیاز برای کاورهای دوطرف هوزینگ طرف تراست درصورتی که هوزینگ برینگ وبال برینگ ها هنوزروی پمپ نصب نشده اند می توان بـه ایـن صـورت عمـل کـرد کـه ابتداباقراردادن یک گسکت مناسب روی کاورداخلی هوزینگ برینگ برای اب بندی کاوربسته می شـود وبـال برینگ ها درداخل هوزینگ که بصورت قائم روی زمین است قرارداده می شود سپس کاوربیرونی به همان روش قبل بسته می شود (بدون گسکت)وپس ازاطمینان ازدرگیری شـاخک هـای کـاور بـاکنس خـارجی بـال برینگ فاصله بین کاوروسطح پیشانی هوزینگ توسط فیلر اندازه گیری وضخامت گسکت بدست می ایـد.کـه این روش ازلحاظ عملی راحت ترازروش قبلی است.ولی باید توجه نمودکه چال بندی محوربه هم نخورد.

البته لازم به توضیح است که این اقدامات فقط برای هوزینگ های تراست انجـام مـی شـود وبـرای هوزینـگ طرف دیگر(رادیال)نیازی نیست وکنس خارجی بال برینـگ بایـددرداخل هوزینـگ برینـگ ازادباشـد تـامحور ازادانه بتواند حرکت کند وبه محوراجازه حرکت (رشدحرارتی)درغیـراین صـورت احتمـال خمیـدگی محـور ومسائل ومشکلات ناشی ازان وجودخواهدداشت.همچنین درمـواقعی کـه واشـر مربـوط بـه تراسـت برینـگ بایـدتعویض گرددبایـددقت کامـل انجـام شـودکه ازواشـزبا همـان ضـخامت اسـتفاده شـود(تعمیرپمـپ درواحد)درصورتی که ضخامت واشر تغییرکند باعث به هم خوردن چال بندی پمپ می شودوباعث می شود

که درگیری یا فشارتماسی روی سطوح اب بندی روی یکی ازمکانیکال سیل ها کم وروی مکانیکال سیل طرف مقابل افزایش پیداکندونهایتا باعث خرابی ونشتی هردومکانیکال سیل شود .

بال برینگ های تماس زاویه ایAngular Contact

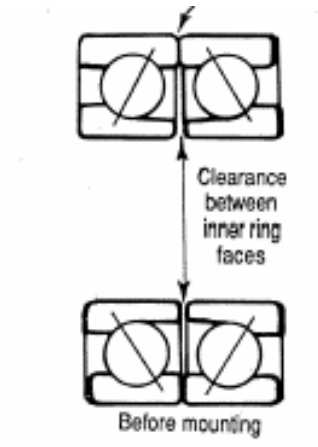
این بال برینگ ها به دلیل زاویه داربودن تماس بال هابا کنس های داخلی وخارجی به این اسم نامیده شده اندوبه دلیل ازادی حرکتی که کنس ها باهم دارند بایدحتما یک نیری فشاریPreloadروی انها اعمال شودتاتماس ساچمه ها باکنس هابرقرارشوددرغیراین صورت ساچمه هابصورت لق عمل می کنندوباعث لرزش زیادوخرابی زودرس می شوند.

این نوع بال برینگ هامعمولادرپمپ ها بصورت دوبله استفاده می شوندتابتوانندنیروهای محوری رادرهردوجهت کنترل کنندولی چون جهت نیروی محوری تغییرنمی کندوهمواره دریک جهت است غالبافقطیکی ازانهادرمعرض خرابی قرارمی گیرد(ونیازی به تعویض هردوبال برینگ نیست) حتی ازبال برینگ خراب شده می توان پی به جهت نیروی محوری برد وگاهاعلت خرابی هاراشناسائی نمود.

بال برینگ های تماس زاویه ای درارایش های مختلفی بکارمی روند:

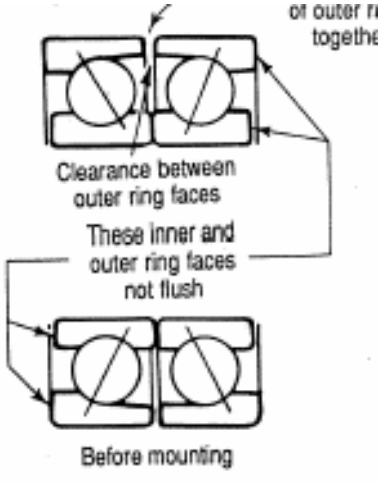
الف-نصب بصورت پشت به پشتBack To Back Mounting

دراین نوع ارایش ازدوعددبال برینگ نوع تماس زاویه ای که نسبت به هم بصورت شکل زیرقرارگرفته انداستفاده می شودهمینطور که ملاحظه می شوددراین حالت قبل ارنصب بین کنس های داخلی بال برینگ ها فاصله ای وجوداردکه پس ارمونتاژوسفت کردن لاک نت پشت بال برینگ این فاصله به صفرمی رسد وتماس کامل بین ساچمه ها وکنس هابرقرارمی شودکه به مقدارنیروی لازم برای این کارPreloadگفته می شود



ب-نصب بصورت رودرروFace To Face

دراین ارایش بالبرینگ های تماس زاویه ای بصورت زیرروی محورقرارمی گیرند.که برخلاف ارایش قبل قبل ازنصب برینگ هابین کنس های خارجی دوبال برینگ فاصله ای وجوددارد‌که پس ازنصب واعمال نیروی فشاری (ناشی ازسفت کردن پیچ های کاور پشت کنس خارجی این فاصله به صفرمی رسدتانیروی Preloadمطلوب روی بال هااعمال گردد.



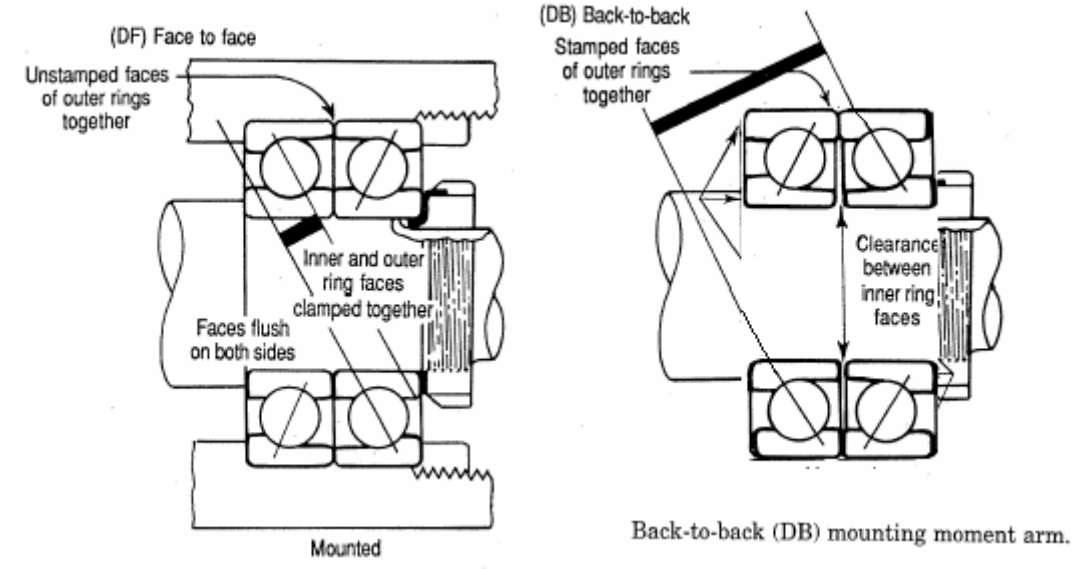
البته لازم به توضیح است که نیروی Preloadبایددرحدمطلوب باشداگرازحدمطلوب بیشترشودباعث تماس شدیدساچمه هاوکنس هاوافزایش اصطکاک وگرم کردن برینگ می شودودرصورتی که ازحدمطلوب کمترباشدباعث حرکت ساچمه ها وایجادارتعاشات زیادمی شودکه درهردوحالت منجربه خرابی زودرس بال برینگ خواهدشد.برای تغییردادن مقدارPreloadمی توان باقراردادن شیمز های دایره ای به اندازه قطرکنس داخلی یاخارجی وباضخامت مناسب تغییرداد.بطورمثال باقراردادن شیمزبین کنس های خارجی ارایش نوع پشت به پشت می توان مقدارPreloadرازیادکردوباقراردادن شیمزبین کنس های داخلی درارایش نوع پشت به پشت می توان مقدارPreloadراکاهش داد.

ارایش نصب بال برینگ های نوع تماس زاویه ای ازلحاظ کنترل کردن نیروهای محوری چه بصورت پشت به پشت وچه بصورت رودررو فرقی نمی کند ولی ازبعضی جهات دیگرروش پشت به پشت Back To Backنسبت به روش دیگرارجعیت داردکه ذیلا به شرح ان می پردازیم:

۱-به دلیل بیشتربودن فاصله بین خط تماس بال هاوکنس های داخلی وخارجی درارایش پشت به پشت در این نوع ارایشFelexibilityمجموعه برینگ هابالامی رود وامکان ایجادحرکت مفصلی بالامی رودبه عبارت دیگربرینگ ها بصورت Self Alignعمل کنندوقادربه جذب Missalignmentبوده ومیزان لرزش ناشی

ازناهم محوری درانهاکاهش پیدامی کندونیازبه الاین بسیاردقیق روی دستگاه نیست درصورتی کـه درارایـش رودررو دودستگاه باید خیلی دقیـق نسـبت بـه هـم هـم محورشـوندوناهم محـوری هـای جزئـی نیزباعـث ایجادارتعاشات ونهایتاکاهش طول عمرقطعات ودستگاه می شود.

لازم به توضیح است که بال برینگ های نوع خودمیزان یاSelf Alignقادربه کنترل کردن نیروهـای محـوری نیستند.



Back-to-back (DB) mounting moment arm.

۲-عملیات روغنکاری درارایش پشت به پشت با استفاده اریک عددOil Ring امکان پذیراست

۳- اعمال نیروی Preloadباسفت کردن لاک نت پشت بال برینگ روی کنس های داخلی نسبت به کنس هـای خارجی بهترانجام می شود(باتوجه به جنس سخت محور)

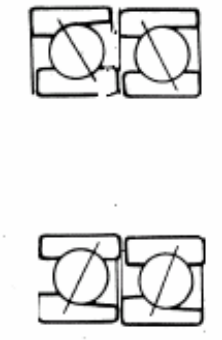
بـال برینـگ هـای دوردیفـه نـوع تمـاس زاویـه ای بصـورت پشـت بـه پشـت سـاخته مـی شـوند ونیروهایPreloadدرحین ساخت برینگ درنظرگرفته می شودوروی برینگ اعمـال مـی شـودوکلیه مسـائل نصب به کلی مرتفع می شود.

ج-نصب بصورت پشت سرهم یاTandem(Back To Face)

این نوع ارایش مواقعی کاربرددارد‌که نیازبه کنترل کردن نیروی محوری زیادی دریک جهـت داشـته باشـیم .این نوع ارایش معمولا برای کنترل کردن نیروهای محوری درتوربین های بخارکه همـه نیروهـای محـوری دریک جهت عمل می کنندبه وفورمورداستفاده قرارمی گیرد.البته نیروهای جهت مقابل کـه مقـداران خیلـی

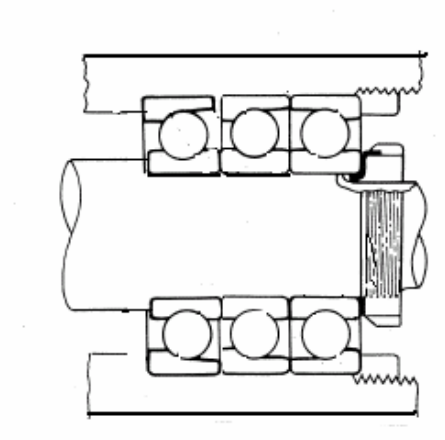
کم است توسط کنس خارجی بال برینگ وسطح پیشانی بابیتی سیلیوبرینگ (برینگ فلنجی که قبلا راجع بـه ان بحث شده) کنترل می شود.

TANDOM



د-نصب ترکیبی

ازاین نوع ارایش معمولا درپمپ هـائی کـه مقـدارنیروی محـوری درانهابـا لاباشـد موردبـدین صـورت کـه دوعددبال برینگ بصورت پشت سزهم قرارمی گیرندتانیروی محوری یک جهت راخنثـی کننـدویک عـددبال برینگ دیگردرجهت عکس قرارداده می شودتانیروی محوری جهت مقابل راخنثی کند.



نکته:

۱-با توجه به متفاوت بودن مقدارPreload ومقدارلقی ها, برای بال برینگ های تماس زاویـه ای (کارخانجـات تولیدکننده مختلف) حتی الامکان بایدسعی شـودازبال برینـگ هـای یـک کارخانـه روی یـک دسـتگاه اسـتفاده شودهمچنین بال برینگی که برای نصب رو در روطراحی شده است را به هیچ وجهـی نمـی تـوان ا Back To Backاستفاده کرد.

تولرانس های نصب بال برینگ ها

بال برینگ هاازاجزاوقطعاتی هستندکه دارای طول عمرمشخصی هستند ودرصورتی که مسائل نصب انهامراعات نشودباعث کاهش طول عمرشدیدانها می شود بدین دلیل نحوه قرارگرفتن بال برینگ روی شافت یاداخل هوزینگ برینگ ازاهمیت زیادی برخورداراست زیرا اگرکنس ها ازادباشند باعث ناهم محوری انهاروی محوریا هوزینگ برینگ و حرکت نمودن درحین کارشده وباعث ایجادلرزش وارتعاش زیاد ونهایتا خرابی زودرس خواهدشد.ودرصورتی که روی شافت ویاداخل هوزینگ برینگ بصورت پرس نصب شوند باعث کاهش کلرنس های داخلی وعدم روغنکاری وگرم کردن و....که نهایتا باز هم منجربه کاهش طول عمران وخرابی زودرس انهامی شود.

مهم ترین وظیفه یاتاقان هاجذب وانتقال نیروهای شعاعی محوربه بدنه ماشین وفوندانسیون است .باتوجه به اینکه ماهیت این نیروهادرجهت شعاعی است(ازمرکزبه طرف بیرون) نیروهای شعاعی درحین انتقال از محوربه کنس داخلی زیرکنس داخلی اعمال می شودوباعث افزایش قطرداخلی کنس داخلی برینگ می شودکه این افزایش قطرباعث کاهش دادن کلرنس های داخلی برینگ می شودکه می تواندخرابی زودرس برینگ رابدنبال داشته باشدوهمچنین این نیروهادرحین انتقال ازطریق کنس خارجی بال برینگ باعث افزایش دادن قطرخارجی بال برینگ شده وکنس خارجی رابه طرف سطح نشیمن گاه ان درداخل هوزینگ برینگ می فشاردکه نهایتا باعث به هم خوردن کلرنس های داخلی(زیاد شدن کلرنس بین ساچمه هاوکنس های داخلی وخارجی)می شود.اگردرحین نصب برینگ مقدارانبساطی که درحین کارروی بال برینگ بوجودمی ایدرادرغالب کلرنس های منفی(بین کنس داخلی ومحور)ویامثبت(بین کنس خارجی وداخل هوزینگ)اعمال نمائیم می توانیم ادعاکنیم که کلرنس های داخلی درحالت استاتیکی(قبل ازنصب) ودینامیکی (درحین کار)درحدمطلوب قراردارد.

به همین دلیل برینگ بایدکمی روی شافت پرس شودتادرحالت دینامیکی بااعمال نیروهای گریزازمرکزازحالت پرس بودن خارج شودوهمچنین کنس خارجی بایددرحدکمی داخل هوزینگ برینگ ازادباشد تابااعمال نیروهای گریزازمرکزافزایش قطرپیداکرده وبه دیواره هوزینگ برینگ بچسبد به عبارت دیگرکنس داخلی روی محوربصورت پرسی نصب می شود وکنس خارجی بصورت ازادتا بتوانددرحین کار بصورت سایزتوسایزقرارگیرند.البته این برای حالتی است که کنس داخلی برینگ بچرخدوکنس خارجی ان

ثابت باشد(مثل پمپ هاوالکتروموتورها)درصورتی که عکس این حالت باشدیعنی قطربیرونـی بچرخـدوکنس خارجی ثابت باشد(مثل برینگ های چرخ های اتومبیل که کـنس خـارجی همـراه بـا تـایرمی چرخـد)وضـعیت کلرنس ها عکس می شودیعنی کنس خارجی برینگ درتوپی بصورت پرسی نصب مـی شـودوکنس داخلـی ان روی محورازاداست .

میزان این تولرانس هابرای نوع برینگ (با ل برینگ رولربرینگ و.....)شعاعی یـا محـوری وسـایزهای مختلـف متفاوت است ومعمولا برحسب نوع انطباق مشخص می شود.

انطباقات وتولرانس های یاتاقان ها

انطباق نحوه مونتاژ لق سوارشدن یا فیت سوارشدن دوقطعه رانسبت به هم بیان می کندوبر یایک یادوحرف انگلیسی مشخص می شود که حروف بزرگ انطباقات محدوده انحرافات قطرخـارجی قطعـاتی کـه روی هـم مونتـاژمی شوندرانشـان مـی دهـد (مـثلا قطرداخلـی هوزینـگ هـا)وحـروف کوچـک مبـین تـولرانس هـای محور(سوراخ مبناقرارمی گیرد)است. حدودبالائی وپایینی مجازبا عددانطباق مشخص می شود که با مراجعـه به جداول اسانداردها برحسب قطرونـوع انطبـاق وعـددانطباق حـدودبالائی وپـائینی(تـولرانس هـا)محوریـا هوزینگ بدست می اید.

درجداول صفحات اتی انطباقات بال برینگ های مختلـف برحسـب نـوع(شـعاعی ومحـوری)ونخـوه سـرویس (چرخش رینگ داخلی یا خارجی)داده شده است.

درجدول زیرانطباقات هوزینگ برینگ هابرای نصب تراست برینـگ هـا داخـل هوزینـگ برینـگ اورده شـده است.

Fits of Thrust Bearings with Housings

Load Conditions		Bearing Types	Tolerances for Housing Bores	Remarks
Axial Loads Only		Thrust Ball Bearings	Clearance over 0.25mm	For General Applications
			H8	When precision is required
		Spherical Thrust Roller Bearings Steep Angle Tapered Roller Bearings	Outer ring has radial clearance.	When radial loads are sustained by other bearings.
Combined Radial and Axial Loads	Stationary Outer Ring Loads	Spherical Thrust Roller Bearings	H7 or JS7(J7)	—
	Rotating Outer Ring Loads or Direction of Load Indeterminate		K7	Normal Loads
			M7	Relatively Heavy Radial Loads

درجدول زیر انطباقات انواع یاتاقان های شعاعی درداخل هوزینگ برینگ های چدنی وفـولادی برحسـب نـوع بار ومثال هائی ازموارد کاربرد اورده شده است.

Fits of Radial Bearings with Housings

Load Conditions			Examples	Tolerances for Housing Bores	Axial Displacement of Outer Ring	Remarks
Solid Housings	Rotating Outer Ring Load	Heavy Loads on Bearing in Thin-Walled Housing or Heavy Shock Loads	Automotive Wheel Hubs (Roller Bearings) Crane Travelling Wheels	P7	Impossible	
		Normal or Heavy Loads	Automotive Wheel Hubs (Ball Bearings) Vibrating Screens	N7		
		Light or Variable Loads	Conveyor Rollers Rope Sheaves Tension Pulleys	M7		
	Direction of Load Indeterminate	Heavy Shock Loads	Traction Motors			
		Normal or Heavy Loads	Pumps Crankshaft Main Bearings	K7	Generally Impossible	If axial displacement of the outer ring is not required.
Solid or Split Housings		Normal or Light Loads	Medium and Large Motors	JS7(J7)	Possible	Axial displacement of outer ring is necessary.
	Rotating Inner Ring Load	Loads of All kinds	General Bearing Applications, Railway Axleboxes	H7	Easily possible	—
		Normal or Light Loads	Plummer Blocks	H8		
		High Temperature Rise of Inner Ring Through Shaft	Paper Dryers	G7		
Solid Housing		Accurate Running Desirable under Normal or Light Loads	Grinding Spindle Rear Ball Bearings High Speed Centrifugal Compressor Free Bearings	JS6(J6)	Possible	—
	Direction of Load Indeterminate		Grinding Spindle Front Ball Bearings High Speed Centrifugal Compressor Fixed Bearings	K6	Generally Impossible	For heavy loads, interference fit tighter than K is used. When high accuracy is required, very strict tolerances should be used for fitting.
	Rotating Inner Ring Load	Accurate Running and High Rigidity Desirable under Variable Loads	Cylindrical Roller Bearings for Machine Tool Main Spindle	M6 or N6	Impossible	
		Minimum noise is required.	Electrical Home Appliances	H6	Easily Possible	—

Remarks This table is applicable to cast iron and steel housings. For housings made of light alloy, the interference should be tighter than those in this table

درجدول زیرانواع انطباقات برای شافت ها برای نصب کنس داخلی یاتاقان هـا ی تراسـت کـه سـوراخ رینـگ داخلی انها بصورت استوانه است اورده شده است

Thrust bearings

Type of load	Bearing type		Tolerance field*
Thrust load	Thrust ball bearing	single acting	j 5, j 6
		double acting	k 6

Adapter sleeves, withdrawal sleeves

Type	Permissible geometrical inaccuracy (out-of-roundness, taper)	Tolerance field*
Withdrawal sleeves	IT 5	h 7, h 8
Adapter sleeves	IT 6, IT 7	h 9, h 10

* Preference should be given to the first field indicated.
** Series 32, 33: fields not closer than j should be used!

درجدول زیرانواع انطباقات شافت برای نصب برینگ هـای تراسـت کـه سـوراخ کـنس داخلـی انهـا بصـورت مخروطی است اورده شده است

Fits of Radial Bearings with Shafts

Load Conditions		Examples	Shaft Diameter (mm) Ball Brgs	Cylindrical Roller Brgs, Tapered Roller Brgs	Spherical Roller Brgs	Tolerance of Shaft	Remarks
Radial Bearings with Cylindrical Bores							
Rotating Outer Ring Load	Easy axial displacement of inner ring on shaft desirable.	Wheels on Stationary Axles	All Shaft Diameters			g6	Use g5 and h5 when accuracy is required. In case of large bearings, f6 can be used to allow easy axial movement.
	Easy axial displacement of inner ring on shaft unnecessary	Tension Pulleys Rope Sheaves				h6	
Rotating Inner Ring Load or Direction of Load Indeterminate	Light Loads or Variable Loads ($<0.06C_r$(1))	Electrical Home Appliances, Pumps, Blowers, Transport Vehicles, Precision Machinery, Machine Tools	< 18	—	—	js5	
			18~100	< 40	—	js6 (j6)	
			100~200	40~140	—	k6	
			—	140~200	—	m6	
	Normal Loads (0.06 to 0.13 C_r(1))	General Bearing Applications, Medium and Large Motors, Turbines, Pumps, Engine Main Bearings, Gears, Woodworking Machines	< 18	—	—	js5~6 (j5~6)	k6 and m6 can be used for single-row tapered roller bearings and single-row angular contact ball bearings instead of k5 and m5.
			18~100	< 40	< 40	k5~6	
			100~140	40~100	40~65	m5~6	
			140~200	100~140	65~100	m6	
			200~280	140~200	100~140	n6	
			—	200~400	140~280	p6	
			—	—	280~500	r6	
			—	—	over 500	r7	
	Heavy Loads or Shock Loads ($>0.13C_r$(1))	Railway Axleboxes, Industrial Vehicles, Traction Motors, Construction Equipment, Crushers	—	50~140	50~100	n6	More than CN bearing internal clearance is necessary.
			—	140~200	100~140	p6	
			—	over 200	140~200	r6	
			—	—	200~500	r7	
Axial Loads Only			All Shaft Diameters			js6 (j6)	

درجداول زیر مبزان تولرانس ها برای انواع انطباقات برحسب قطرقطعات عینا ازجداول لستانداردISOاورده شده است.

Housing bore diameter		Bearing outside diameter tolerance		Housing bore tolerances							
				K6		K7		M6		M7	
nominal		D_{mp}		deviations							
over	incl.	max	min	low	high	low	high	low	high	low	high
mm		µm		µm							
10	18	0	−8	−9	+2	−12	+6	−15	−4	−18	0
18	30	0	−9	−11	+2	−15	+6	−17	−4	−21	0
30	50	0	−11	−13	+3	−18	+7	−20	−4	−25	0
50	80	0	−13	−15	+4	−21	+9	−24	−5	−30	0
80	120	0	−15	−18	+4	−25	+10	−28	−6	−35	0
120	150	0	−18	−21	+4	−28	+12	−33	−8	−40	0
150	180	0	−25	−21	+4	−28	+12	−33	−8	−40	0
180	250	0	−30	−24	+5	−33	+13	−37	−8	−46	0
250	315	0	−35	−27	+5	−36	+16	−41	−9	−52	0
315	400	0	−40	−29	+7	−40	+17	−46	−10	−57	0
400	500	0	−45	−32	+8	−45	+18	−50	−10	−63	0
500	630	0	−50	−44	0	−70	0	−70	−26	–	–
630	800	0	−75	−50	0	−80	0	−80	−30	–	–
800	1 000	0	−100	−56	0	−90	0	−90	−34	–	–
1 000	1 250	0	−125	−66	0	−105	0	−106	−40	–	–
1 250	1 600	0	−160	−78	0	−125	0	−126	−48	–	–

Housing bore diameter		Bearing outside diameter tolerance		Housing bore tolerances					
				N6		N7		P7	
nominal		D_{mp}		deviations					
over	incl.	max	min	low	high	low	high	low	high
mm		µm		µm					
10	18	0	−8	−20	−9	−23	−5	−29	−11
18	30	0	−9	−24	−11	−28	−7	−35	−14
30	50	0	−11	−28	−12	−33	−8	−42	−17
50	80	0	−13	−33	−14	−39	−9	−51	−21
80	120	0	−15	−38	−16	−45	−10	−59	−24
120	150	0	−18	−45	−20	−52	−12	−68	−28
150	180	0	−25	−45	−20	−52	−12	−68	−28
180	250	0	−30	−51	−22	−60	−14	−79	−33
250	315	0	−35	−57	−25	−66	−14	−88	−36
315	400	0	−40	−62	−26	−73	−16	−98	−41
400	500	0	−45	−67	−27	−80	−17	−108	−45
500	630	0	−50	−88	−44	–	–	−148	−78
630	800	0	−75	−100	−50	–	–	−168	−88
800	1 000	0	−100	−112	−56	–	–	−190	−100
1 000	1 250	0	−125	−132	−66	–	–	−225	−120
1 250	1 600	0	−160	−156	−78	–	–	−265	−140

درجـداول زیـر مبـزان تـولرانس هـا بـرای انـواع انطباقـات برحسـب قطرشـافت هـا عینـا ازجـداول لستانداردISOاورده شده است

ISO Shaft limits

Shaft diameter nominal over	incl.	Bearing bore tolerance d_{mp} min	max	Shaft diameter tolerances f8 deviations high	low	g6 high	low	h11 high	low	h10 high	low	IT7	h9 high	low	IT5
mm		µm		µm											
3	6	−8	0	−10	−18	−4	−12	0	−75	0	−48	12	0	−30	5
6	10	−8	0	−13	−22	−5	−14	0	−90	0	−58	15	0	−36	6
10	18	−8	0	−16	−27	−6	−17	0	−110	0	−70	18	0	−43	8
18	30	−10	0	−20	−33	−7	−20	0	−130	0	−84	21	0	−52	9
30	50	−12	0	−25	−41	−9	−25	0	−160	0	−100	25	0	−62	11
50	80	−15	0	−30	−49	−10	−29	0	−190	0	−120	30	0	−74	13
80	120	−20	0	−36	−58	−12	−34	0	−220	0	−140	35	0	−87	15
120	180	−25	0	−43	−68	−14	−39	0	−250	0	−160	40	0	−100	18
180	250	−30	0	−50	−79	−15	−44	0	−290	0	−185	46	0	−115	20
250	315	−35	0	−56	−88	−17	−49	0	−320	0	−210	52	0	−130	23
315	400	−40	0	−62	−98	−18	−54	0	−360	0	−230	57	0	−140	25
400	500	−45	0	−68	−108	−20	−60	0	−400	0	−250	63	0	−155	27
500	630	−50	0	–	–	−22	−66	0	−440	0	−280	70	0	−175	–
630	800	−75	0	–	–	−24	−74	0	−500	0	−320	80	0	−200	–
800	1 000	−100	0	–	–	−26	−82	0	−560	0	−360	90	0	−230	–
1 000	1 250	−125	0	–	–	−28	−94	0	−660	0	−420	105	0	−260	–

درجدول زیرادامه جدول فوق برای انطباقات دیگراورده شده است

Shaft diameter		Bearing bore tolerance		Shaft diameter tolerances													
		d_{mp}		h8 deviations		h7		h6		h5		j5		j6		js6	
nominal over	incl.	min	max	high	low	high	low	high	low	high	low	high	low	high	low	high	low
mm		µm		µm													
3	6	−8	0	0	−18	0	−12	0	−8	0	−5	+3	−2	+6	−2	+4	−4
6	10	−8	0	0	−22	0	−15	0	−9	0	−6	+4	−2	+7	−2	+4,5	−4,5
10	18	−8	0	0	−27	0	−18	0	−11	0	−8	+5	−3	+8	−3	+5,5	−5,5
18	30	−10	0	0	−33	0	−21	0	−13	0	−9	+5	−4	+9	−4	+6,5	−6,5
30	50	−12	0	0	−39	0	−25	0	−16	0	−11	+6	−5	+11	−5	+8	−8
50	80	−15	0	0	−46	0	−30	0	−19	0	−13	+6	−7	+12	−7	+9,5	−9,5
80	120	−20	0	0	−54	0	−35	0	−22	0	−15	+6	−9	+13	−9	+11	−11
120	180	−25	0	0	−63	0	−40	0	−25	0	−18	+7	−11	+14	−11	+12,5	−12,5
180	250	−30	0	0	−72	0	−46	0	−29	0	−20	+7	−13	+16	−13	+14,5	−14,5
250	315	−35	0	0	−81	0	−52	0	−32	0	−23	+7	−16	+16	−16	+16	−16
315	400	−40	0	0	−89	9	−57	0	−36	0	−25	+7	−18	+18	−18	+18	−18
400	500	−45	0	0	−97	0	−63	0	−40	0	−27	+7	−20	+20	−20	+20	−20
500	630	−50	0	0	−110	0	−70	0	−44	–	–	–	–	–	–	+22	−22
630	800	−75	0	0	−125	0	−80	0	−50	–	–	–	–	–	–	+25	−25
800	1 000	−100	0	0	−140	0	−90	0	−56	–	–	–	–	–	–	+28	−28
1 000	1 250	−125	0	0	−165	0	−105	0	−66	–	–	–	–	–	–	+33	−33

بامشخص شدن نوع ودرجه انطباق میزان تولرانس ها با استفاده ازجداول استانداردکه قسمت هائی ازانهادرزیراورده شده است مشخص می شود.البته لازم به توضیح است که نوع انطباق بستگی به نوع طراحی ماتریال مصرف شده واندازه های ساخت بال برینگ داردوبرای تعیین تولرانس های نصب هریاتاقان بایدبه کاتالوگ های فنی کارخانه سازنده برینگ مراجعه شودوجایگزینی برینگ های مشابه مربوط به کارخانه های مختلف بایکدیگرتوصیه نشده ومی تواندباعث کاهش طول عمرانها شود.

مثال تولرانس های نصب بال برینگ ۶۲۱٤(قطرداخلی ۷۰وقطرخارجی۱۲۵میلیمتر)راکه به عنوان یاتاقان شعاعی یک پمپ نصب می شود رابدست اورید.

حل:ازجدول فوق نوع انطباق محورp6 وانطباق هوزینگ k7بدست می اید وبامراجعه به جدول استانداردها (محورمبنا)برای قطر ۷۰ میلیمترمیزان تولرانس برای محور تا است که قطرمحوربایددراین محدوده قرارگیرد.وبا قطرخارجی بال برینگ ۱٤۰میلیمترتولرانس هوزینگ برینگ درمحدوده تا قرارمی گیرد.

البته لازم به توضیح است که انطباقات برای بال برینگ ها براساس موادبکاررفته دربال برینگ ها ومیزان باری است که تحمل می کنندودر هرکارخانه سازنده ای برای مونتاژمحصولات خود تولرانسی رامعرفی می کندکه ممکن است با تولرانس کارخانه دیگر کمی تفاوت داشته باشد که این مطلب بخصوص برای مواردی که ازبال برینگ های مشابه کارخانجات مختلف بصورت جایگزین استفاده می شود بایدمدنظرقرارگیرد.

تست نشتی :

آزمایش نشتی بعد از بستن پمپ و روان چرخیدن آن انجام می شود وروش کار به این صورت است که کلیه مجراهای پمپ مسدودمی شودوسپس پمپ ازاب پرمی شود وپس ازهـواگیری بوسـیله تسـت پمـپ تحـت فشار به میزان موردنظرکه برای هرپمپی طبق جداولی ازقبل تعریف شده است قرار می گیرد.

بعد از آزمایش و مورد قبول قرار گرفتن ازنظربازرس تعمیرات پیشگیری دهانه نازلهـای ورودی و خروجـی آنرا با مقوا و یا صفحه ای که مانع ورود اشـیاءِ خـارجی بـداخل آن شـود پوشـانده مـی شـود و کاپلینـگ آن گریسکاری می شود تا قبل از روغنکاری تلمبه کسی آنرا نچرخاند و سپس به واحدحمل ونصب می گردد .

لازم به توضیح است که پمپ های تعمیرشده ای که بصورت یدک وبـرای مـدت طـولانی بایدنگهـداری مـی شوندبرای جلوگیری ازنفوذ رطوبت وزنگ زدگی باید داخل پمپ ازمایع مناسبی پرشود وبرای ممانعت ازخم شدن وتغییرشکل دادن محور وجام نشدن سطوح ثابت ومتحرک مکانیکال سیل ها وجلوگیری ازخرابی یاتاقان ها درپریودهای زمانی معینی نیم دورچرخانده می شوند.

موادساختمانی پمپ های گریزازمرکز

به دلیل متنوع بودن مایعات پمپ شونده برای ساخت پمپ هاازانواع فلزات الیاژها تفلـون هـا موادپلاسـتیکی و....استفاده می شود.عوامل تعیین کننده دراستفاده ازموادمختلف درساختمان پمپ ها شامل:

۱-ساییدگی درقسمت های داخلی به دلیل وجودذرات جامد.

۲-خوردگی دربرابر مایعات خورنده.

۳-مقاوم بودن دربرابرفعل وانفعالات الکتروشیمیائی مایعات.

٤-تحمل دربرابرحرارت ناشی ازسیال پمپ شونده.

۵-تحمل فشارسیال.

جنس قطعات مختلف پمپ ها

برای پی بردن به جنس قطعات پمپ باید به برگ شناسائی تلمبه یا Data Sheet انها که نمونه آن در صفحه بعد مشاهده می شود مراجعه شود . در سمت راست در قسمت مواد اولیه Material کلاس پمـپ مشـخص می شود که بامراجعه به جدول اصلی که درصفحات بعداورده شده است جنس قطعـات مختلـف پمـپ قابـل شناسائی میباشد.

N.I.O.C. REF. _____
JOB NO. 4573
ITEM NO. P/P2-635 A/B
SHEET 1 OF 1
DATE 6-16-77 BY MH
ENQUIRY NO. 0610-4-457304
P.O. NO. 457329-4-0610-0

N. I. O. C.
SPECIFICATION SHEET
CENTRIFUGAL PUMP

NOTE: ○ INDICATES INFORMATION TO BE COMPLETED BY PURCHASER
☐ BY MANUFACTURER

PROJECT ESFAHAN REFINERY SITE ESFAHAN, IRAN
UNIT ISOMAX SERVICE HEAVY NAPHTHA PRODUCT
NO. PUMPS REQ'D 4 NO. MOTORS REQ'D 4 ITEM NO. P/P2-635A/B PROVIDED BY FLUOR MTD BY PUMP MFR
NO. TURBINES REQ'D — ITEM NO. _____ PROVIDED BY _____ MTD BY _____
PUMP MFR BYRON JACKSON SIZE AND TYPE 2x3x13½L SJA SERIAL NO 76D-G-1133/34/35/

OPERATING CONDITIONS, EACH PUMP

LIQUID HYDROCARBON
dm^3/s at PT, NOR 5.6 RATED 6.2
DISCH. PRESS. bar (ga) 9.5
PT. °C NOR 141 MAX. _____
SUCT. PRESS. bar (ga) _____ RATED 1.6
SP. GR at PT 0.63
DIFF. PRESS. bar 7.9
VAP. PRESS @ PT bar (abs) 2.4
DIFF. HEAD, m 127.1
VIS. at PT .00019 $N.s/m^2$
NPSHA m 3.6
CORR/EROS. CAUSED BY _____
HYD. HP 4.8 kW

PERFORMANCE

PROPOSAL CURVE NO. 91535-L-2
rev/s 49.167 NPSHR (WATER) 1.8
EFF. 36 BHP RATED 13.4 K
MAX. BHP RATED IMP 19 4 K
MAX. HEAD RATED IMP 12 r
MIN. CONTINUOUS dm^3/s 3.2
ROTATION (VIEWED FROM CPLG END)

CONSTRUCTION

NOZZLES (ANSI)	SIZE	RATING	FACING	LOCATION
SUCTION	3	300	RF	END
DISCHARGE	2	300	RF	TOP

CASEMOUNT: ☒ CENTERLINE ☐ FOOT ☐ BRACKET ☐ VERT. (TYPE) _____
SPLIT: ☐ AXIAL ☒ RAD. TYPE VOLUT ☒ SGL ☐ DBL ☐ DIFFUSER
PRESS: ☐ MAX. ALLOW. 46.9 bar (ga) 141°C ☐ HYDRO TEST 68.9 bar (ga)
CONNECT: ☒ VENT ☒ DRAIN ☐ GAGE
IMPELLER DIA. ☐ RATED 305 mm ☐ MAX. 337 mm ☐ TYPE: CLOSED
MOUNT: ☐ BETWEEN BRGS ☒ OVERHUNG
BEARINGS, TYPE ☐ RADIAL BALL ☐ THRUST BALL
LUBE: ☒ RING OIL ☐ FLOOD ☐ OIL MIST ☐ FLINGER ☐ PRESSURE
COUPLING ☐ MFR METASTREAM ☐ MODEL M.13/S
DRIVER HALF MTD BY: ☒ PUMP MFR ○ DRIVER MFR ○ PURCHASER
PACKING: ☐ MFR & TYPE _____ ☐ SIZE/NO. OF RINGS _____
MECH. SEAL ☐ MFR & MODEL FLEXIBOX API CLASS CODE BSTFL
☐ MFR CODE RRNCB56-B565L

SHOP TESTS

☒ NON-WIT. PERF. ○ WIT. PERF
☒ NON-WIT. HYDRO ○ WIT. HYDR
○ NPSH REQ'D ○ WIT. NPSH
☒ SHOP INSPECTION
○ DISMANT & INSP. AFTER TEST
○ OTHER _____

MATERIALS

PUMP CASE/TRIM CLASS ○ S-5

BASEPLATE ☐ FAB. STEEL

AUXILIARY PIPING

☒ C.W. PIPE PLAN K ○ CU ○ S.S. ○ TUBING ☒ PIPE CARBON STEEL
☒ TOTAL COOLING WATER REQ'D dm^3/s 1.0 ☒ SIGHT FL. REQD
○ PACKING COOLING INJECTION REQD ☐ TOTAL dm^3/s
☒ SEAL FLUSH PIPE PLAN 41 ○ C.S. ☒ S.S. ☒ TUBING ○ PIPE
○ EXTERNAL SEAL FLUSH FLUID _____ ☐ dm^3/s ☐ bar (ga)
☒ AUXILIARY SEAL PLAN 62 ○ C.S. ☒ S.S. ☒ TUBING ○ PIPE
(1) ☒ AUX. SEAL QUENCH FLUID STEAM PRESS 0.34 BAR-G

VERTICAL PUMPS

PIT OR SUMP DEPTH ○ _____
MIN. SUBMERGENCE REQD ☐ _____
COLUMN PIPE ☐ FLANGED ☐ THREADED
LINE SHAFT: ☐ OPEN ☐ ENCLOSED
BRGS: ☐ BOWL _____ ☐ LINE SHAFT _____
BRG LUBE ☐ WATER ☐ OIL ☐ GREASE
FLOAT & ROD ☐ C.S. ☐ S.S. ☐ BRZ ☐ ON
FLOAT SWITCH ☐ _____
PUMP THRUST N ☐ UP ☐ DOWN

MOTOR DRIVER

~~HP~~ KW 22 rev/s 50 FRAME 180M VOLTS/PHASE/HERTZ 380/3/50
MFR SIEMENS BEARINGS ROLLER/BALL LUBE GREASE
TYPE 1LA4183-2 INSUL B FULL LOAD AMPS 42.5
ENC TEFC TEMP RISE °C 80 LOCKED ROTOR AMPS 281
OVHS OVSS VERT. THRUST CAP kg _____

APPROX. WT. PUMP & BASE 491 K
MOTORS 165 TURBINE _____

NIOC. SP 46_1 GOVERNS UNLESS OTHERWISE NOTED. APPLICABLE TO: PROPOSALS ○ PURCHASE ○ AS BUILT ☒
(1) SUPPLY CONDITIONS FOR STEAM QUENCH ARE 3.8 BAR AT 205°C

TABLE D-1 MATERIALS FOR CENTRIFUGAL PUMP PARTS
MATERIAL CLASS AND MATERIAL CLASS ABBREVATION(CASE/TRIM)

PART	I-1	I-2	S-1	S-3	S-4	S-5	S-6	S-9	C-6	D-6
	CI	CI	STL	STL	STL	STL	STL	STL	12%CHR	5%CHR
	CI	BRONZE	NI RESIST	NI RESIST	STL	STL12%CHR	12%chrom	MONEL	12%CHR	12%CHR
EXTERNAL CASING	CAST IRON	CAST IRON	CARBON STEEL	CARBON STEEL	CARBON STEEL	CARBON STEEL	CARBON STEEL	CARBON STEEL	12% CHROME	5% CHROME
INNER CASE PART'S (BOWLS-DIFFUSER)	CAST IRON	BRONZE	CAST IRON	NI RESIST	CAST IRON	CARBON STEEL	12% CHROME	MONEL	12% CHROME	12% CHROME
IMPELLER	CAST IRON	BRONZE	CAST IRON	NI RESIST	CARBON STEEL	CARBON STEEL	12% CHROME	MONEL	12% CHROME	12% CHROME
CASE WEARING RING	CAST IRON	BRONZE	CAST IRON	NI RESIST	CAST IRON	12%CR HARDENED	12%CR HARDENED	MONEL	12%CR HARDENED	12%CR HARDENED
IMPELLER WEARING RING	CAST IRON	BRONZE	CAST IRON	NI RESIST	CAST IRON	12%CR HARDENED	12%CR HARDENED	MONEL	12%CR HARDENED	12%CR HARDENED
SHAFT (note 8)	CARBON STEEL	CARBON STEEL	CARBON STEEL	CARBON STEEL	CARBON STEEL	AISI 4140	AISI 4140 (note 7)	K-MONEL	12% CHROME	12% CHROME
SHAFT SLEEVE PACKED PUMP	12%CR HARDENED	HARD BRONZE	12%CR HARDENED	12%CR HARDENED	Tung.carb 3 over 12%cr	Tung.carb 3 over 12%cr	Tung.carb 3 over 12%cr	K-MONEL HARDENED	Tung.carb 3 over 12%cr	Tung.carb 3 over 12%cr
SHAFT SLEEVE MECANICAL SEAL	18-8S.S or.12% cr	18-8 SS or 12% cr	18-8 SS or 12% cr	18-8 SS or 12% cr	18-8 SS or 12% cr	18-8 SS or 12% cr	18-8 SS or 12% cr	K-MONEL HARDENED	18-8 SS or 12% cr	18-8 SS or 12% cr
THROAT BUSHINGS	CAST IRON	BRONZE	CAST IRON	NI RESIST	CAST IRON	12% CHROME	12% CHROME	MONEL	12% CHROME	12% CHROME
INTER STAGE SLEEVES	CAST IRON	BRONZE	CAST IRON	NI RESIST	CAST IRON	12%CR HARDENED	12%CR HARDENED	K-MONEL HARDENED	12%CR HARDENED	12%CR HARDENED
INTER STAGE BUSHINGS	CAST IRON	BRONZE	CAST IRON	NI RESIST	CAST IRON	12%CR HARDENED	12%CR HARDENED	K-MONEL HARDENED	12%CR HARDENED	12%CR HARDENED
LANTERN RING IF PACKED PUMP	CAST IRON	CI OR BRONZE	CAST IRON	CAST IRON	CAST IRON	CAST IRON	CAST IRON	MONEL	12% CHROME	12% CHROME
GLAND WITH PACKING OR PLATE REATANING M/S	CARBON STEEL	CARBON STEEL	carbon steel (note 9)	carbon steel (note 9)	carbon stee (note 9)	carbon steel (note 9)	carbon steel (note 9)	carbon steel (note 9)	12%cr (note 9)	12%cr (note 9)
GLAND STUDS OR BOLTS	CARBON STEEL	CARBON STEEL	AISI 4140	AISI 4140	AISI 4140	AISI 4140	AISI 4140	K-MONEL HARDENED	AISI 4140	AISI 4140
CASE STUDS	CARBON STEEL	CARBON STEEL	AISI 4140	AISI 4140	AISI 4140	AISI 4140	AISI 4140	K-MONEL HARDENED	AISI 4140	AISI 4140
CASE GASKET	ASBESTOS COMPOSITION	ASBESTOS COMPOSITION	ASBESTOS COMPOSITION	ASBESTOS COMPOSITION	18-8 s.s	18-8 s.s	18-8 s.s	TEFLON (note 10)	18-8 s.s	18-8 s.s

برای مثال اگرکلاس پمپ C6باشد برای تشریح C-6 باید به جدول صفحه بعدمراجعه نمـود . در ایـن جـدول درسمت چپ نام تمام قطعات تلمبه نوشته شده است و در بالای آن اولین ردیف تمام کلاس های مواد اولیـه تلمبه ها نوشته شده و در زیر آنها در رد یف های بعدی در مقابل هر قطعه جنس آن ذکـر شـده اسـت بـه عنوان مثال جنس پروانه تلمبه ای که در کلاس C-6 است طبق جدول فولاد۱۲٪ کرم است .

برای تعیین جنس بعضی از قطعات لازم است به کتاب ASTM مراجعه شود . مثلاً جنس محور برای مثال ذکر شده بالا AISI 4140 میباشد که برای روشن نمودن آنالیز آن باید به ASTM A322 Grade 4140 مراجعه نموده که حدود ۸/. تا ۱/۲ درصدکرم دارد .

بنابراین با داشتن این جدول براحتی می توان ماتریال یا مواد اولیه قطعات را تشخیص داد .

در مورد جنس قطعات آب بندهای مکانیکی نیزبا دانستن کداستاندارد مکانیکال سیل که درData Sheetپمـپ اورده شده می توان انها رااز حروف هائی که بعنوان اختصاردر نوع آب بندها ذکر میگردد بررسی و مشخص کرد.

بعنوان مثال اگر یک آب بند مکانیکی با حروف BSTEL کد شده باشد چنین معرفی می گردد.

۱- اولین حرف از سمت چپ معرف بالا نس بودن یا نبودن مکانیکال سیل است که با حروف B یا U نشان داده می شود را در این مثال Bمعرف سیل بالانس است(منظور ازبالانس بالانس هیدرولیکی) .

۲- دومین حرف معرف ان است که آب بند بصورت تکی یا دوبله بکار رفته که با حرف B یا D ان رانشان مـی دهند که در مثال فوق S مبین سیل نوع تکی Single Seal می باشد.

۳- سومین حرف مشخص کننده نوع گلند است که در اینجا یعنی مثال ذکـر شـده حـرف T مشـخص کننـده Throttle Bushing میباشد .

٤- چهارمین حرف نشان دهنده جنس اب بندهای ثانویه است که در مثال فوق حرف E جنس واشر مربوط به Stationary راوایتونViton و واشر روتوری نسبت به سیلیو را تفلون معرفی مینماید .

	FOURTH LETTER				
	E	F	G	H	X
Stationary Seal Ring Gasket:	Viton	Viton	Fluorocarbon	Buna N	As Specified
Seal Ring to Sleeve Gasket:	Fluorocarbon	Viton	Fluorocarbon	Buna N	As Specified

۵- پنجمین حرف نمایانگر جنس دو سطح اصلی اب بندی(ثابت وروتوری میباشد) که حـرف L استیشـنری را ذغال وروتوری را با Niresist معرفی می نماید.

درجدول زیر نوع سطوح اب بندی براساس حروف اورده شده است.

	FIFTH LETTER				
	J	K	L	M	X
Seal Ring:	Carbon	Carbon	Carbon	Carbon	As Specified
Mating Seal Ring:	Stellite	Nireslst	Tungsten Carbide-1	Tungsten Carbide-2	As Specified

لازم به توضیح است که کلیه اقدامات وکارهای تعمیراتی انجام شده روی پمپ هاوقطعات تعویض یا تعمیرشده بایددرپرونده تعمیراتی دستگاه که درکارگاه نگهداری می شودبایدبطورکامل قید گرددواندازه های کلیه قطعات اعم ازپروانه ها وکلیه کلرنس های رینگ های فرسایشی تمامی مراحل وکلرنس های نک بوش ها وسنتربوش ها بایدبطورکامل درپرونده ها درج ونگهداری گردد.

مسائل عملیاتی پمپ های گریز از مرکز

مقدمات راه اندازی دستگاه ها

۱-مطالعه Manual Bookمربوط به دستگاه وتوجه دقیق به نکات توصیه شده توسط کارخانه سازنده.

۲-نصب تابلوهای ایمنی درمحوطه وقسمت های موردنیاز.

۳-تقسیم کاربین کارکنان ومشخص نمودن وظایف هرکدام ازانها.

٤-مطلع نمودن واحدهای مرتبط با دستگاهی که قراراست راه اندازی شود.

۵-روانکاری رفع نشتی وازمایش (بازوبسته کردن)ولوهائی که بادست بازوبسته می شوند.

۶-ازمایش کردن ولوها وکنترل ولوهائی که باهوای فشرده کارمی کنند.

۷-مطلع نمودن ادارات ایمنی واتش نشانی درصورت نیاز.

۸-ازمایش نمودن شیلنگ های اتش نشانی .

۹-قراردادن کپسول های اطفا حریق درمکان هائی که احتمال اتش سوزی وجوددارد

۱۰-ازمایش کردن کلیه فشارسنج ها حرارت سنج هاودورسنج ها واطمینان ازکالیبره بودن انها.

۱۱-توجه کامل به توصیه های ایمنی وتوجه دقیق به انها.

مشخصات کارکنان مناسب

کارکنان مناسب افرادی هستندکه ازاصول کارونصب وراه اندازی وتعمیرات دستگاه ها ومسائل ونکات ایمنی دستگاه ها وخطرات ناشی ازبی توجهی به انها اگاهند. انها:

۱-دوره های اموزشی راه اندازی وازسرویس خارج کردن دستگاه های مرتبط باکارشان راگذرانده اند.

۲-به حوادث ناشی ازبی موالاتی بخوبی اگاهند.

۳-علت استفاده ازتجهیزات ایمنی را می دانند.

٤-دوره های اموزشی اطفا حریق وکمک های اولیه را گذرانده اند.

۵-وظایف قطعات واصول کاردستگاه هارامی دانند.

۶-اموزش های لازم جهت استفاده ازابزارهای مناسب رادیده اند.

۷-درکلاس های یاداوری ایمنی واطفا حریق مرتب شرکت می کنند.

۸-تفاوت لوله های اب گازومادنفتی رامی دانند وقطع ارتباط فی مابین لوله ها رایادگرفته اند.

۹-مسلط به کارشان هستند.

اشنائی باعلائم بازدارنده وهشداردهنده

۱-Danger (خطر)

این هشدارمبین این است که حادث بزودی اتفاق می افتدوباعث مـرگ صـدمه و جراحـت کارکنـان یاانهـدام دستگاه می شود.

۲-Warning(هشدار)

این هشدارمبین این اسـت کـه کارغیراصـولی وغیرایمنـی درشـرف انجـام اسـت کـه باعـث انهـدام دسـتگاه ویامجروح شدن یامرگ کارکنان می شود.

۳-Caution(احتیاط)

این کلمه مبین این است که بی توجهی به دستورات منجربه ایجادجراحت ویامصدوم شدن کارکنان ویاانهـدام دستگاه می شود.

٤-Note(توجه)

این کلمه مبین این است که توجه داشته باشیداین بخش بایدبادقت وحوصله انجام شودودرجاهائی بکـاربرده می شودکه دقت درکاراجتناب ناپذیراست

مراحل بازرسی پمپ ها قبل ازانجام تعمیرات

۱-گرفتن مجوزانجام کارPermitازواحدمربوطه

۲-اطمینان کامل ازقطع بودن برق الکتروموتورازایستگاه برق

۳-اطمینان ازبسته بودن ولوهای ورودی وخروجی پمپ

اطمینان ازدرسرویس نبودن سیستم کولینگ وروانکاری

٤-اطمینان ازخالی بودن پمپ(بابازنمودن مسیرهای DrainوVent ازمایع

۵-شستشو وتمیزنمودن پمپ درصورت نیاز

۶-رعایت کلیه نکات ایمنی

ذیـلا مـوارد مهمـی کـه درحـین راه انـدازی وازسـرویس خـارج کـردن پمـپ هاوبخصـوص پمـپ هـای گریزازمرکزبایدموردتوجه قرارگیرندموردبحث قرارمی دهیم .

مراحل بازرسی پمپ ها پس از اتمام کار تعمیرات

۱- تمامی شیرهای تخلیه هوا Vent و تخلیه مایع Drain و لوله های دنباله آنها باید بازرسی شوندواطمینان پیداشود که در جای خود محکم شده باشند .

۲- تمامی پلاک ها Plugsو پیچ ومهره های بدنه فشار سنج ها ولوله های نمونه گیری و لوله هایCooling بسته شده باشند

۳- Level Gage روغن بازرسی شود که سالم باشد .

٤- شیر یک طرفه روی لوله خروجی تلمبه در جهت صحیح بسته شده باشد

۵- بازرسی حفاظ روی کاپلینگ Coupling Guard که در جای خود محکم بسته شده باشد.

۶- بازرسی از صفحات مسدود کننده Blank ها روی لوله های ورودی و خروجی که بطرف بازبرگردانده شده باشند .

۷- بازرسی ازصافی لوله مکش واطمینان از بسته شدن ان.

۸- بازدید ازسوئیچ الکتروموتور(تابلوی خطرروی ان نباشد)

۹- اطمینان ازازادبودن نگهدارنده های فنری

مراحل اماده کردن پمپ برای راه اندازی

قبل ازراه اندازی یک دستگاه مواردزیرباید‌چک شود:

۱-پرکردن محفظه یاتاقان ها باروغن مناسب

۲-تنظیم سطح روغن درمجفظه یاتاقان ها

۳-درسرویس قراردادن سیستم اب خنک کننده

٤-اطمینان ازروان چرخیدن دستگاه

۵-بازنمودن ولوهواگیری

۶-بازنمودن جزئی ولوورودی جهت ورودمایع

۷-بستن شیر تخلیه هواVentپس ازهواگیری کامل

۸-بازکردن ولوورودی پمپ بطورکامل

۹-بازنمودن جزئی ولوخروجی

۱۰-چک کردن کلیه قسمت هاازنظرنشتی

مسائلی که قبل ازراه اندازی پمپ ها باید رعایت شوند:

۱-اطمینان ازصحیح بودن وضعیت ولوهای ورودی وخروجی مسیرهای تخلیه وهواگیری و...

۲-بازدیدازسیستم روغنکاری ویاتاقانهاودرسرویس قراردادن ان(درصورتی که ازسیستم روغنکاری تحت فشاراستفاده شده باشد) .

۳-بازدیدازلوله های خنک کننده واطمینان ازجریان اب.

٤-چک کردن کلیه فشارسنج ها.

۵-اطمینان ازصحیح بودن جهت دورالکتروموتور.

۶- اطمینان ازبسته بودن مسیرهواگیری وتخلیه پمپ.

۷- اطمینان ازهواگیری کامل(درصورتی که مایع پمپ سمی یاخطرناک است مسیرVentبایذبه یک سیستم ایمنی متصل شود).

۸-گرم کردن یکنواخت وتدریجی پمپ.

۹-استفاده ازوسایل استحفاظی وایمنی.

۱۰-درسرویس قراردادن سیستم خنک کاری درصورت لزوم.

۱۱-درسرویس قراردادن سیستمFlashing Oilمکانیکال سیل(درصورتی که ازمنبع خارجی تامین می شود).

۱۲-اطمینان ازاماده به کاربودن الکتروموتور.

هواگیری پمپ های گریزازمرکز

پمپ های گریزازمرکزقبل ازراه اندازی بایدهواگیری شوند یا به عبارت دیگرباید ازمایع پرشوند درغیراین صورت اولا بازدهی پمپ کاهش پیدا می کند وثانیا باعث عدم روانکاری قطعات داخلی اعم از رینگ های فرسایشی بوش ها مکانیکال سیل ها و.....می شود.

به دلیل فاصله کمی که بین قطعات ثابت ومتحرک پمپ وجوددارد نفوذمایع ازبین بوش های محفظه های ابب ندی به کندی انجام می شودودرصورتی که پرکردن پمپ درفاصله زمانی کوتاهی انجام شوداحتمال هواگیری کامل محفظه اب بندی وجودندارد که این امربخصوص برای پمپ های بادرجه حرارت بالا باعث عدم روانکاری سطوح اب بندی وتبخیرمایع ونشتی وخرابی زودرس مکانیکال سیل هامی شودکه درحین راه اندازی بایددقیقا مراعات شود.

گرم نمودن تدریجی پمپ ها

قبل ازراه اندازی پمپ های گریزازمرکز بادرجه حرارت بالاباید پمپ ابتدا بطور تدریجی گرم وسپس راه اندازی شوددرغیراین صورت می تواندباعث واردنمودن خسارت های زیادی شود.

وقتی مایع گرم وارد پمپ می شود(پمپ سرد)ابتدا قسمت پایینی بدنه پمپ گرم می شود وسپس بابالا امدن سطح مایع درداخل پمپ قسمت های بالائی شروع به گرم شدن می کند تانهایتا تمامی قسمت های بدنه به دمای مایع پمپ شونده برسد. اختلاف درجه حرارت درقسمت های بالائی وپائینی پمپ دراین فاصله زمانی به علت حالت ترموستاتیکی (یعنی مثل ترموستات که دراثرگرمای زیاد خم می شودتا جریان برق راقطع کند)

باعث تغییرشکل وخمیدگی دربدنه پمپ ونهایتا خم شدن محورکه درون بدنه واقع شده است می شود.البته این حالت تغییرشکل دربدنه پمپ ومحوربصورت موقت اتفاق می افتد وپس ازگرم شدن کامل پمپ ازبین می رود ولی درصورتی که پمپ دراین شرایط راه اندازی شود این خمیدگی موقت می تواندبه خمیدگی دائم تبدیل می شود که این خمیدگی باعث تماس قطعات ثابت ومتحرک وسایش ودیگرخسارت ها می شود.برای جلوگیری ازاین مسائل هنگام گرم کردن پمپ ودیگردستگاه هائی که دردرجه حرارت های بالاکارمی کنندباید گرم کردن بطورتدریجی ودرفاصله زمانی زیاد انجام شودوگاها حتی درحین گرم کردن دستگاه محورراچرخاندتاخمیدگی روی رتورشروع نشود که درتوربوژنراتورهای بزرگ این عمل با دقت خیلی زیاد وبااستفاده از توربین های روغنی Turning Gearکه درداخل گیرباکس است انجام می شود.

البته درحین ازسرویس خارج کردن دستگاه ها هم اگرسردشدن دستگاه بطورناگهانی ودرفاصله زمانی کمی انجام شودمی تواندمنجربه همین مسئله گرددکه متاسفانه کمتربه ان توجه می شود.

مسائل ناشی از گرم وسرد کردن ناگهانی پمپ ها.

۱-خمیدگی محور وتماس قطعات ثابت ومتحرک.

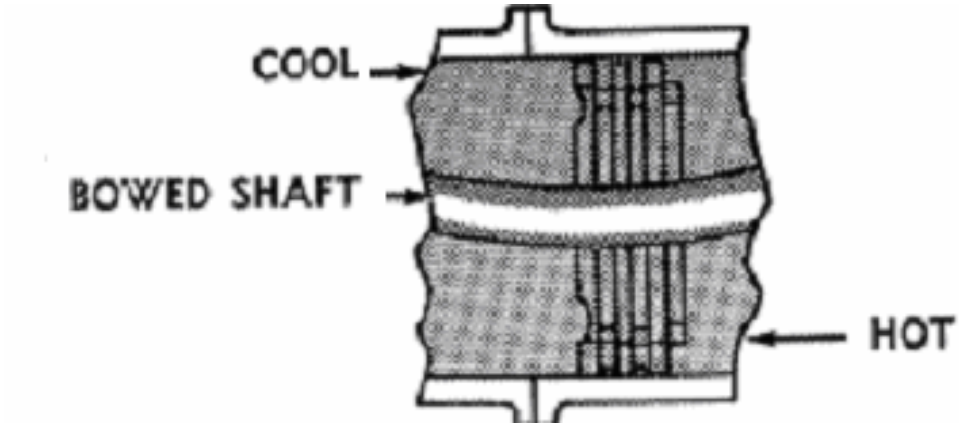
۲-خرابی Wearing Ring ها.

۳-لرزش زیاد.

٤-خرابی یاتاقان ها.

۵-خرابی زودرس مکانیکال سیل ها.

۶-جام شدن پمپ.



مراحل راه اندازی پمپ های گریزازمرکز

۱-اماده کردن گرداننده(توربن های بخار)

۲-بازکردن ولوورودی پمپ

۳-بستن ولوخروجی پمپ

٤-بکارانداختن الکتروموتوریاتوربین وبالابردن دورپمپ

۵-چک کردن امپرموتورهنگام راه اندازی

۶-بازکردن تدریجی ولوخروجی(درصورتی که فشارخروجی به اندازه کافی بالارفته باشد)

۷-بازرسی فشارخروجی پمپ که بایددرحالت حداکثرباشد

۷-بررسی وضع عمومی پمپ (نشتی مکانیکال سیل لرزش درجه حرارت یاتاقان ها بررسی وضعیت فشاروفلو و.....)

۸-اطمینان حاصل کردن ازتزریق مایع سیل فلش روی مکانیکال سیل

بازرسی های لازم درحین کارپمپ

پمپ های گریزازمرکز نسبت به پمپ های رفت وبرگشتی درحین کارنیازبه مراقبت کمتری دارندولی نباید ازانها غافل شد باید باسرکشی های مداوم وضعیت عمومی انهارابررسی وزیرنظرقراردادکه ذیلا به مواردی ازاین قبیل اشاره می شود:

۱-چک کردن فشارهای ورودی خروجی پمپ

۲-چک کردن نشتی مکانیکال سیل وبدنه

۳-چک کردن میزان فلوی پمپ واطمینان ازبیشتربودن مقداران نسبت به مینیمم فلو

٤-چک کردن فشارودرجه حرارت وافت فشارروغن درفیلترروغن درصورت وجود

۵-اطمینان ازسطح روغن نشتی روغن وکارنمودن سیستم روغنکاری(Oil Ring)

۶-بازرسی درجه حرارت یاتاقان ها

۷-چک کردن وضعیت لرزش وسروصدا

۸-چک کردن میزان امپر الکتروموتور

۹-اطمینان ازتزریق مایعFlashing Oilروی مکانیکال سیل

۱۰-اطمینان ازکاردهی سیستم کولینگ ومسدودنبودن مسیر

ازسرویس خارج کردن پمپ های گریزازمرکز

۱-بستن تدریجی ولو خروجی پمپ

۲-ازسرویس خارج نمودن دستگاه گرداننده

۳-بازنمودن لاین Minimum Flowبرای گرم نگهداشتن پمپ درصورت نیاز

٤-بستن مسیرهای ورودی وخروجی سیستم روغنکاری وخنک کاری درصورتی که نیازبه استفاده ازان تازمان طولانی وجودنداشته باشیم.

۵-تخلیه پمپ وشستشوی داخل ان(درصورتی که مایع ان سمی یاخورنده باشد)درصورت نیازبه تعمیر

۶-اطمینان ازکارکردصحیح چک ولوکه درصورت معیوب بودن باعث برگشت مایع به داخل پمپ وعکس چرخیدن ان می شود

بازرسی های لازم برای پمپ های یدک

۱-چک کردن روغن وبررسی ان ازلحاظ وجود قطرات اب مقطردرمحفظه های یاتاقان ها

۲-درسرویس قراردادن انها بصورت برنامه زمان بندی برای اطمینان ازصحت کارانها

۳-بررسی ارتعاشات زمینه روی انها

٤- چرخاندن انها درفاصله های زمانی معین درصورتی که محورها سنگین باشندبرای جلوگیری ازخمیدگی محوروچسبندگی مکانیکال سیل ها ویاتاقان ها

۵-درسرویس قراردادن سیستم Steam Quenchدرصورتی که دمای پمپ بالاباشد ومایع پمپ مایع سنگینی باشدکه پس ازقرارگرفتن (نشتی)درمحیط اطراف تشکیل کک دهد(وقتی هم که پمپ درسرویس نیست باید مسیر سیستمSteam Quenchروی مکانیکال سیل بصورت جزئی بازباشد تا نشتی های جزئی مکانیکال سیل که باعث تشکیل کک وجام شدن مکانیکال سیل می شود راشستشو وتمیزنمایدوازجام شدن قطعات مکانیکال سیل جلوگیری کند)

۷-.در پمپ ها ی بادرجه حرارت بالادرصورتی که مایع Flashing Oilتزریقی روی مکانیکال سیل ازمنبع دیگری تامین شده باشد بهتراست مسیر مقداری بازباشد تا محیط داخل استافینگ باکس راخنک نگه داردوباعث افزایش طول عمرمکانیکال سیل گردد.

۸-انجام سرویس های دوره ای روی انها

۹-اطمینان از سیستم های Tracingلوله های ورودی وخروجی برای ممانعت ازماسیدگی مایع

۱۰-بازقراردادن ولوهای ورودی وخروجی پمپ هائی که بطوراتوماتیک درسرویس می ایند.

گرم نگه داشتن پمپ ها گریزازمرکز

پمپ هائی که درجه حرارت کاری انهابالا است وقتی بصورتStand By (اماده کار)هستند بایدگرم نگه داشته شوند تا درکمترین زمان بتوان انهارادرسرویس قرارداد.

برای گرم نگه داشتن پمپ ها ازمسیرWarm Up Lineکه یک لوله حدودیک اینچی است که مایع گرم راازپمپی که درسرویس است(برای پمپ هائی که باهم بصورت موازی کارمی کنند) ازقسمت بالای شیر یک طرفه(Check Valve) به داخل پمپ هدایت می کندکه پس از گرم نمودن پمپ مجددا ازورودی پمپ واردورودی پمپ قبلی می شود(عکس جهت اصلی پمپ).

چندنکته:

۱- برای جلوگیری ازکاهش فلوی پمپ اصلی این مسیرباید درحد مینیمم خودباز باشد

۲- ولوورودی پمپ نیزبایدبازباشدتاجریان بتواندادامه داشته باشددرغیراین صورت کارائی ندارد.

۳- بهتراست پمپ عایق شود تاتلفات حرارتی کم شود.

٤-اگرسیستم کولینگ (اب خنک کننده)بازباشد نیازبه مقداربیشترمایع جهت گرم نگه داشتن پمپ لازم است پس بهتراست دراینگونه مواردسیستم کولینگ (بخصوص پمپ هائی که استافینگ باکس انها بایدخنک شود)ازسرویس خارج شود.

عیب های روتین پمپ های گریز از مرکز

دراین قسمت به مسائلی که باعث عدم کاردهی مناسب یاباعث ازکارافتادن وکاهش طول عمرقطعات پمپ ها می شودپرداخته می شود:

مسائلی که باعث بیش ازحدامپرکشیدنOver Loading الکتروموتور می شود

۱- سفت بودن بیش از حد Packing ها

۲- روغن کاری نامناسب وغیرکافی

۳- هم محور نبودن محورها ی پمپ والکتروموتورMissalignment

٤- خمیدگی محور .

۵- زیاد بودن نیروی اصطکاکی در برینگ ها یا Wearing Ring ها (کم بودن Clearance آنها) .

۶- بازبودن کامل لاین خروجی پمپ

۷- زیاد بودن ویسکوزیته یا دانستیه سیال پمپ شونده

۸- پایین بودن درجه حرارت مایع پمپ شونده.یاتغییرمایع پمپ شونده

۹- بالا بودن فشار خروجی پمپ .

۱۰- عکس بودن جهت چرخش پمپ .

۱۱- زیادبودن کلرنس Wearing Ring ها(نشتی های داخلی)

۱۰-نابالانسی ومسائل ارتعاشی

۱۱-معیوب بودن امپرمتر

۱۲-معیوب بودن الکتروموتور

مسائلی که باعث لرزش وسروصدامی شودNoise & Vibration

۱- Vapor–Locking (کاویتاسیون) ناشی از زیاد بودن Suction Lift یا پائین بودن NPSH یا وجود هوا در ورودی پمپ .

۲-Alignment نامناسب .

۳- بالانس نبودن محور تلمبه یا گرداننده آن .

٤- ضربات ناشی از کوبیدن برینگ ها .

۵- شل بودن قطعات متحرک .

۶- فرسوده شدن قطعات(بال برینگ ها).

۷- کارکردن ماشین در دور بالاتر از دورکاری یا دور بحرانی آن .

۸- شل بودن پیچ های فونداسیون .

۹- جریان های داخلی در پمپ که ناشی از نشتی داخلی در پمپ های چند مرحله است (خرابی wearing) .

۱۰- طراحی غلط لاین های ورودی و خروجی از لحاظ طراحی لوله ها Pipe Stress..

۱۱-تنش های ناشی ازسیستم لوله کشی.

۱۱- فشار نوسانی عملیاتیSurg Pressure..

۱۲- روغن کاری نامناسب .

۱۳- مناسب نبودن موقعیت پمپ .

۱٤-کارکردن پمپ درشرایط غیرطراحی(زیرمینیمم فلو).

مسائلی که باعث کم شدن فلو می شوند:

۱-هواگیری نشدن کامل پمپ.

۲-پائین بودن سرعت گرداننده .

۳-بالا بودن بیش از حد فشار خروجی .

٤- نشتی های داخلی .

۵-زیاد بودن Suction Lift .

۶-کم بودن NPSH .

۷-گرفتگی پروانه .

۸-معکوس بودن جهت گردش تلمبه.(معکوس یااشتباه نصب شدن پروانه روی محوردرپمپ های چندمرحله ای).

۹-وجود حباب در بخار یا هوا در لوله ورودی .

۱۰-نامناسب بودن طراحی سیستم لوله کشی ورودی.

۱۱-گرفتگی لوله ورودی یا Foot Valve یا صافی ورودی .

۱۲-خرابی Wearing Ring ها .

۱۳-زیادشدن کلرنس بوش محفظه اب بندی.

۱٤-خراب بودن پروانه(خورده شدنVaneها) .

۱۵- اغتشاش در محل ورود مایع به تلمبه .

۱۶-بالا بودن ویکسوزیته یا چگالی مایع پمپ شونده .

۱۷-بالا بودن درجه حرارت مایع پمپ شونده.

۱۸- خراب بودن Packingیامکانیکال سیل ونفوذهوا به ذاخل پمپ.

۱۹-کوچک بودن قطر پروانه .

۲۰-زیادبودن فاصله پروانه ازبدنه(جریان های چرخشی اطراف پروانه).

۲۱-وجودجریان های چرخشی درقسمت ورودمایع به پروانه(سایشDivisionورودی).

۲۲-نامناسب بودن اندازه ها وطراحی سیستم لوله کشی.

مسائلی که باعث گرم کردن یاتاقان هامی شود

۱-گرفتگی مسیرهای اب خنک کننده.

۲-کثیف بودن روغن.

۳-نامناسب بودن نوع روغن.

٤-نامناسب بودن کلرنس یاتاقان وکلمپس نبودن ان.

۵- ناهم محوری.

۶- نامناسب بودن سطح روغن داخل هوزینگ برینگ.

۷-فرسوده بودنOil Ring.

۷-کچل شدن ساچمه ها یاخرابی کنس های بال برینگ ها.

۸-اشکالات ناشی ازنصب(عدم رعایت تولرانس های نصب و.....) .

۹-ورود اب داخل روغن.

۱۰-باراضافی روی پمپ (کم بودن بیش ازحدفشارورودی یابالابودن بیش ازحدفشارخروجی).

۱۱-روغنکاری ناقص.

۱۲-بیش ازحدپایین بودن سطح روغن.

۱۳بیش ازحدبالابودن سطح روغن.

۱٤-نارسائی سیستم روغنکاری.

۱۵-سفت بودن بیش ازحد یاتاقان(کم بودن کلرنس داخلی).

۱۶-عدم رعایت تولرانس های نصب.

۱۰-کافی نبودن اب خنک کاری.

مسائلی که باعث می شود پمپ Suction Looseکارکند

۱-اب بندی نبودن اتصالات دروردی پمپ.

۲-خرابی سیستم اب بندی ونفوذهواازززیرپکینگ ها.

۳-پایین بودن بیش ازحدفشارورودی.

٤-نامناسب بودن سیستم لوله کشی.

۵-ورودهوا همراه مایع.

۶-طراحی غلط سیستم لوله کشی.

۷-هواگیری نشدن کامل پمپ.

۸-بالابودن بیش ازحددرجه حرارت مایع پمپ شونده.

۹-بالابودن بیش ازحددورپمپ.

۱۰-زیادبودن ارتفاع مکش .

۱۱-کم فرورفتن لوله ورودی پمپ درداخل مایع.

۱۲-گرفتگی پروانه پمپ.

۱۳-گرفتگی صافی ورودی پمپ.

۱۳-وجودنقاطی که محلی برایحبس هوامی شود.

اقدامات لازم درشرایط اضطراری

ا-اگرالکتروموتور دودکندیااتش بگیردباید:

الف-بافشاردادن کلیدStopالکتروموتورازسرویس خارج شود

ب-ولوهای ورودی وخروجی بسته شوند

۲-اگردرجه حرارت یاتاقان هابیش ازحدبالابرودباید:

الف-سیستم خنک کاری چک شود

ب-سیستم روغنکاری بایدچک شود

پ-سطح روغن داخل محفظه برینگ بایدچک شود

ت-اگربانجام این مواردمشکل مرتفع نشد پمپ بایدازسرویس خارج شود

ضمائم

جدول انتخاب سطوح اب بندی مکانیکال سیل ها

Frequently Used Seal Face Materials and Their *PV* Limitations

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

جدول طول عمرتقریبی قطعات اصلی پمپ ها

EXPECTED LIFE SERVICE FOR MAIN PARTS (TYPICAL)

It is difficult to predict when you should carry out dismantling and repair work depending on quality of oil you handle, conditions of use, frequency of use and so on, but the intervals between repair works required for each part would be as follows.

Factors requiring dismantling, reair works or replacement of parts.

1) Part which needs replacement of parts in a short period of time due to deterioration in materials.
2) Part which needs replacement due to the fatigue of materials.
3) Part which needs replacement due to wear and tear or scratch on rotating part.
4) Part which deteriorate in accuracy due to the long use or repetition of maintenence works.
5) Part which deteriorates in quality and accuracy due to the long use.

BASIC PREDICTION ABOUT LIFE OF MAIN PARTS.

Regarding the main parts of pump, we study the factors in the above and please refer to above data about the result of our studying for the prediction about them.

NO	SPARE PARTS	CAUSE (No.)	SERVE YEAR	NOTE
1	MECHANICAL SEAL	1) 3)	1 YEAR	
2	BEARING (BALL,ROLLER)	2) 3)	3	SHALL BE REPLACED EVERY 20000HRS OR 3 YEARS AT THE TIME OF DISMOUNT
3	BEARING(METAL)	2) 3)	5~8	
4	ASBEST GASKET	1)	4	AT THE TIME OF DISMOUNT
5	RUBBER & RUBBER PLASTIC GASKET	1) 3)	3	
6	OIL SEAL FOR ROTATING ELEMENTS	1) 3)	2	
7	WEARING RING & BUSH	3)	6	
8	WASHER	4)	6	SHALL BE REPLACE AFTER 3 YEARS OF DISASSEMBLE
9	SLEEVE	3) 4)	6~10	
10	SHAFT(OIL SEAL APPLIED TO SEAL OIL)	3) 4)	10	
11	SHAFT(OIL BAFFLE APPLIED TO SEAL OIL)	3)	15	
12	IMPELLER(WITH WEARING)	3) 4)	10	
13	IMPELLER(WITHOUT WEARING)	3) 4) 5)	15	
14	CASING & CASING COVER(WITH WEARING RING)	3) 4)	10	
15	CASING & CASING COVER(WITHOUT WEARING RING)	3) 4)	20	
16	BOLTS & NUTS	3) 4) 5)	10	
17	STUDS(CRITICAL COMPONENTS)	4) 5)	10	HORIZONAL SPIRIT CASING STUDS
18	STUDS(NORMAL USE)	4) 5)	20	
19	DIFFUSER & STAGE PIECE	3) 4) 5)	15	
20	KEYS FOR IMPELLER & SLEEVE	4)	5 10	
21	KEYS FOR COUPLING	5)	20	
22	CARBONE & PLASTIC BUSHING AND BEARING(PUMP INTERNAL)	3)	3	
23	BEARING HOUSING	4)	15	

API 610 wear ring clearances.

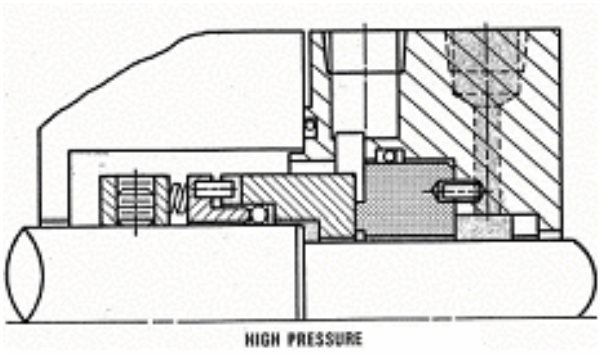
For cast iron, bronze, hardened 11 to 13% Chromium, and materials of similar galling tendencies, the following running clearances should be used.

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

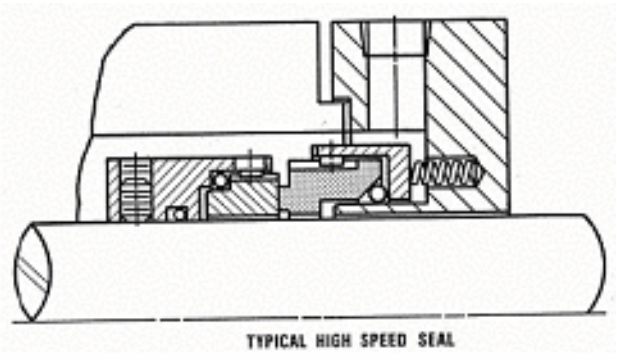
NOTES: 1. For materials with severe galling tendencies such as 18-8 stainless steel or operating temperatures above 500°, add 0.005 in to these diametral clearances.

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

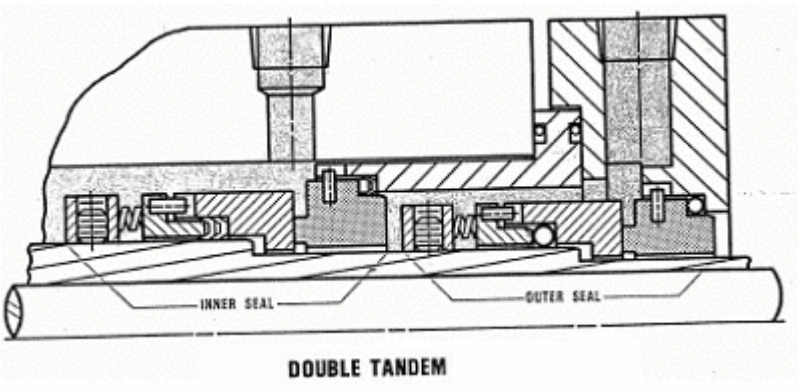
شمائی ازانواع مکانیکال سیل ها



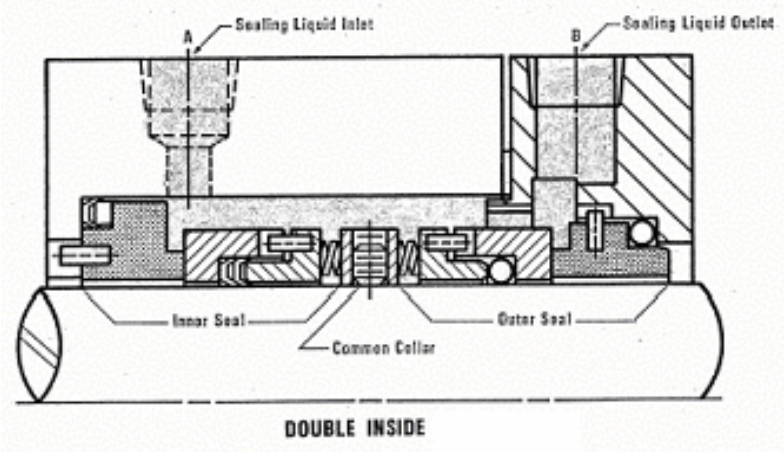
HIGH PRESSURE



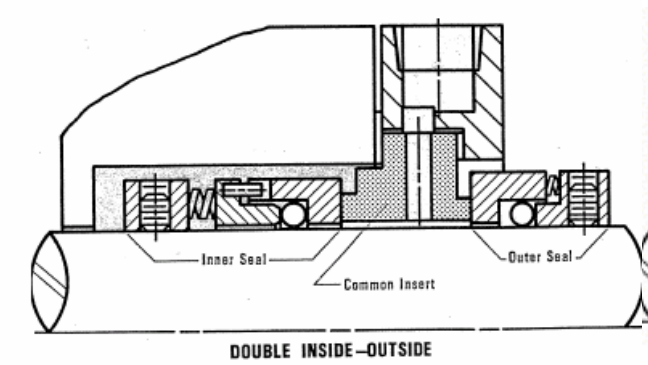
TYPICAL HIGH SPEED SEAL



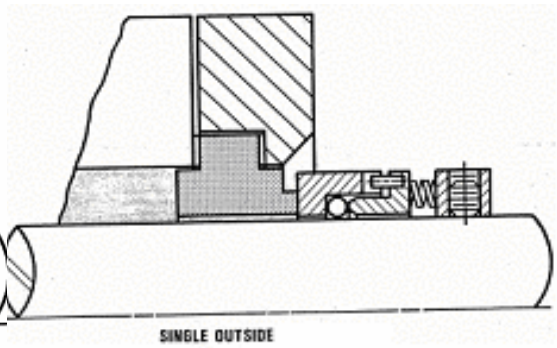
DOUBLE TANDEM



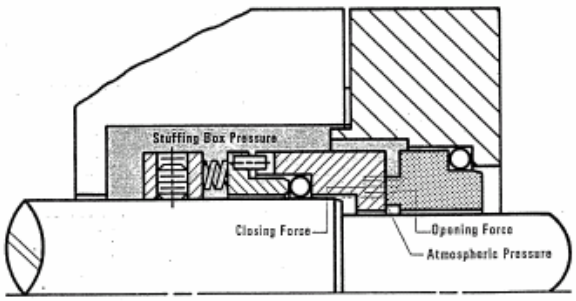
DOUBLE INSIDE



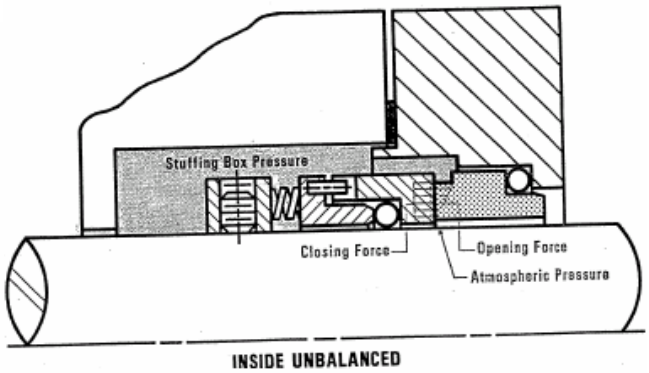
DOUBLE INSIDE–OUTSIDE



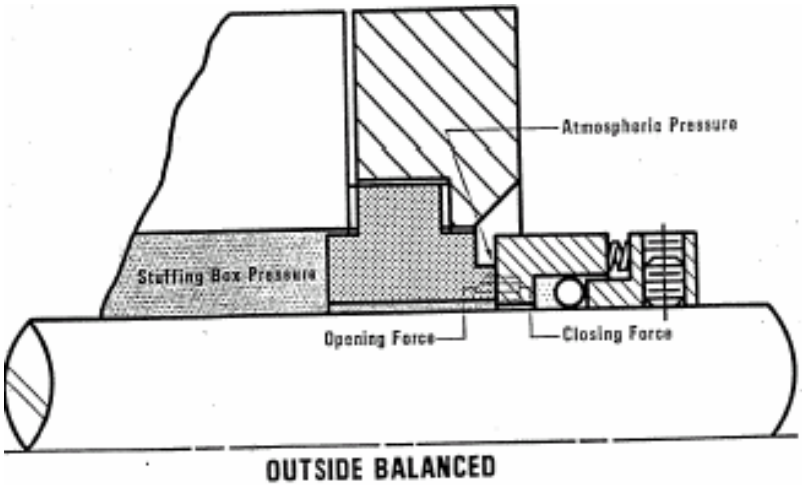
SINGLE OUTSIDE



INSIDE BALANCED

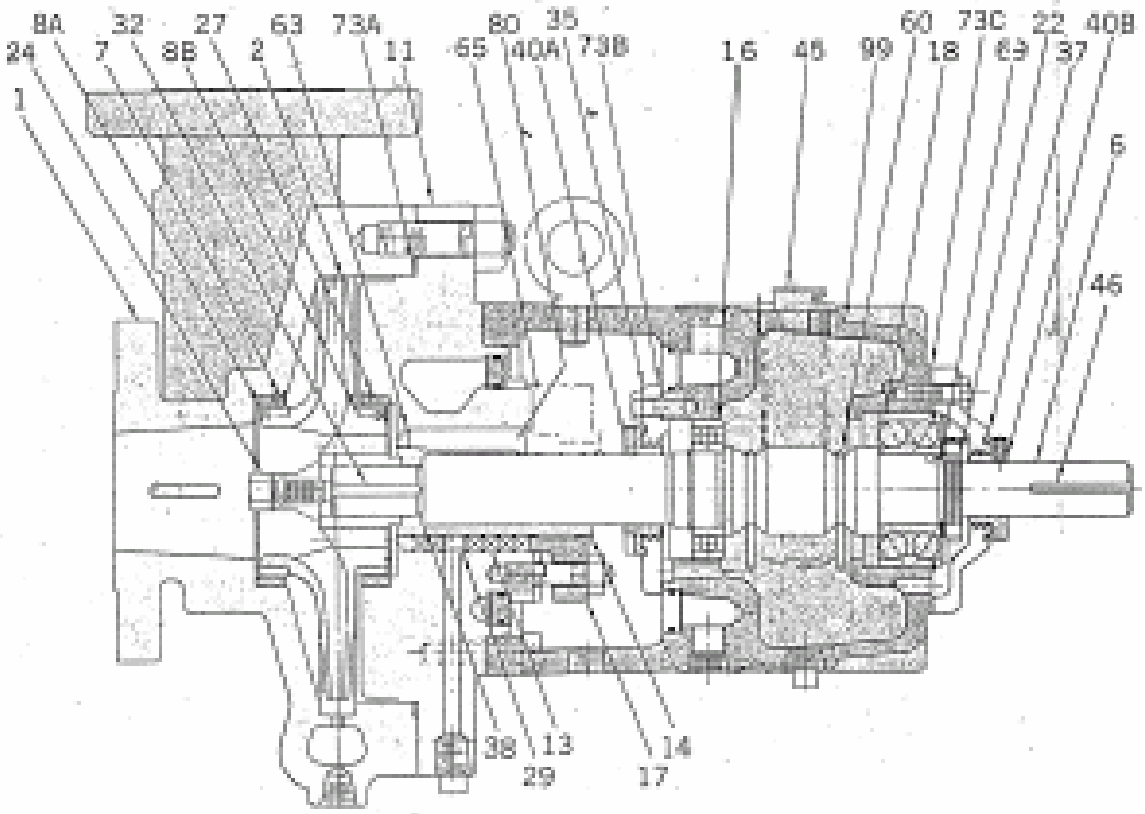


INSIDE UNBALANCED



OUTSIDE BALANCED

شمائی ازساختمان داخلی یک پمپ یک طرفه



OVERHUNG IMPELLER, SEPARATELY COUPLED, SINGLE STAGE, CENTERLINE SUPPORT, API 610

1	Casing	24	Nut, Impeller	63	Bushing, Stuffing Box
2	Impeller	27	Ring, Stuffing Box Cover	65	Seal, Mechanical, Station-ary Element
6	Shaft, Pump	29	Ring, Lantern	69	Lockwasher
7	Ring, Casing	32	Key, Impeller	73A	Gasket, Casing
8A	Ring, Impeller, Eye	35	Cover, Bearing, Inboard	73B	Gasket, Inboard Cover, Bearing Housing
8B	Ring, Impeller, Hub	37	Cover, Bearing, Outboard	73C	Gasket, Outboard Cover, Bearing Housing
11	Cover, Stuffing Box	38	Gasket, Shaft Sleeve	80	Seal, Mechanical, Rotating Element
13	Packing	40A	Deflector, Inboard	99	Housing, Bearing
14	Sleeve, Shaft	40B	Deflector, Outboard		
16	Bearing, Inboard	45	Cover, Oil Bearing Cap		
17	Gland	46	Key, Coupling		
18	Bearing, Outboard	60	Ring, Oil		
22	Locknut, Bearing				

The numbers shown on this drawing do not necessarily represent standard part numbers in use by any manufacturer.

جدول میزان انبساط حرارتی بال برینگ ها