هپکو
HEPCO

مرکز آموزش عالی علمی – کاربر دی هپکو

اویل ایندااستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

اصول کار و تعمیرات

پمپها

سانتریفوژ- دنده ای –پیستونی

دیافراگمی- پلانجری – پره ای- پیچی

تهیه و تنظیم : مهندس محمد علی اسماعیلی علی بانی

Mahar Fan Abzar Co.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
تعاریف و اصطلاحات	۵
دسته بندی پمپ ها	۱۰
پمپ های سانتریفوژ (گریز از مرکز) (CENTRIFUGAL PUMPS)	۱۱
انواع پمپهای سانتریفوژ(گریز از مرکز)	۱۴
ساختمان و اجزا پمپ های سانتریفوژ	۲۰
سیستم آب بندی	۳۰
یاتاقان ها (bearing)	۳۳
Flushing seal System	۵۳
Discharge Recirculation Line (استفاده از سیال خط تخلیه یا دهش)	۵۳
Suction Recirculation Line (استفاده از سیال خط مکش)	۵۵
Clean Liquid From Out Side Source (استفاده از سیال خارجی)	۵۷
Barrier Or Buffer Fluid	۵۷

Mahar Fan Abzar Co.

Jacketing ۵۷
Quenching ۵۷
کوپلینگ ها ۵۸
سیکلون (Cyclone Separator) ۶۱
فیلتر و Strainer ۶۳
عیب یابی پمپ های سانتریفوز ۶۶
ترکیب سری و موازی پمپ های سانتریفوژ ۸۶
کاویتاسیون ۸۷
ضربه قوچ Water hammer ۹۲
از سرویس خارج کردن پمپ های سانتریفوژ ۹۲
ثبت پارامتر ها و انجام بازرسی های لازم ۹۶
پمپ های جابجائی مثبت positive Displacement pumps ۹۹
پمپ های پیستونی piston pumps ۱۰۰
پمپ های پلانجری plunger pumps ۱۰۵
پمپ های دیافراگمی diaphragm pumps ۱۱۱
پمپهای دنده ای (Gear pumps) ۱۱۴
پمپ های پیچی Screw Pump ۱۲۶

Mahar Fan Abzar Co.

پمپ های پره ای (تیغه ای) (Vane pumps) ۱۳۰
منابع و ماخذ ۱۳۴

Mahar Fan Abzar Co.

تعاریف و اصطلاحات

دبی :

دبی پمپ عبارت است از حجم مایعی که پمپ می تواند در زمان معینی جابجا کند یا مقدارعبور جریان سیال در واحد زمان رادر یک لوله شیلنگ دبی جریان می نامند. واحد آن در سیستم متریک لیتر بر دقیقه – متر مکعب بر ثانیه(m^3/s) – گالن بر دقیقه است .

Suction

دهانه ورودی پمپ که سیال از آن وارد پمپ می شود .

Discharge

به دهانه خروجی پمپ گفته می شود .

Venting

به تخلیه هوای داخل پوسته گفته می شود . مسیر Venting در بالای پوسته قرار دارد .

Draining

به تخلیه سیال موجود در پمپ گفته می شود . مسیر Draining در پایین پوسته قرار دارد .

Jacket

محفظه خنک کننده و یا گرم کننده ای است که در دور مکانیکال سیل و یا بیرینگ جهت خنک کردن و یا گرم کردن آن نصب می شود .

Cocking

زمانی که سیال پمپ شونده روغن یا هیدروکربن باشد ، در صورتیکه به آن حرارت زیادی داده شود ، به طوریکه امکان تجزیه روغن یا هیدروکربن فراهم آید ، پیوند هیدروکربنی شکسته شده و ماده ای سیاهرنگ به نام کک تشکیل می شود .

Mahar Fan Abzar Co.

فشار (P)

نیرویی که بر واحد سطح وارد می شود فشار نام دارد که در سیستم متریک برحسب کیلوگرم نیرو برسانتی متر **مربع** ($\mathbf{kgf/c\ m^2}$) یا (bar) یا Pascal بیان می گردد .

نیرو (F)

یک نیرو با راستا ، جهت ، اندازه و نقطه اثر خود مشخص و تعریف می شود و مقدار آن در سیستم متریک بر حسب کیلوگرم نیرو (kgf) یا نیوتن (N) بیان می گردد .

وزن مخصوص (Specific gravity)

وزن واحد حجم جسم را وزن مخصوص آن جسم می نامند که در سیستم متریک بر حسب کیلوگرم نیرو بر متر **مکعب** (kgf / m^3) با نیوتن به متر مکعب (N/ m^3) بیان می شود .

. برای آب خالص در دمای ۴ درجه سانتی گراد SP=1 در نظر گرفته می شود .

اگر سیال بر روی آب شناور شود دارای $SP\langle 1$ و در صورتیکه در زیر آب قرار گیرد $1\langle SP$ خواهد بود .

جرم مخصوص ρ

مقدار جرم درواحد حجم جسم را جرم مخصوص آن جسم می نامند که در سیستم متریک بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب ($\mathbf{kg / m^3}$) بیان می شود .

رابطه بین وزن مخصوص و جرم مخصوص به صورت زیر است :

$$\gamma = \rho \cdot g$$

بخار شدن (Vaporization)

تبدیل سیال به بخار می باشد . در صورتیکه Vaporization در مکانیکال سیل اتفاق بیفتد ، بخار حاصل شده ، سطوح دوار و ثابت سیل را از هم باز کرده و نشتی ایجاد می شود .

Mahar Fan Abzar Co.

توان ورودی (Power input)

عبارت است از توانی که ماشین محرک (الکتروموتور) روی شفت پمپ اعمال می کند .

ρ = جرم مخصوص $\quad kg / m^3$

$$p_{in} = \frac{P.g.Q.H}{\eta}$$

g = شتاب ثقل بر حسب m / s^2

Q = دبی پمپ

H= هد پمپ

توان مفید (Power out put)

مقدار توانی است که پمپ به سیال انتقال می دهد . $p_{out} = P.g.Q.H$

اختلاف بین مقادیر توان ورودی و توان مفید ، نشان دهنده تلفات هیدرولیکی و مکانیکی داخل پمپ می باشد .

راندمان پمپ

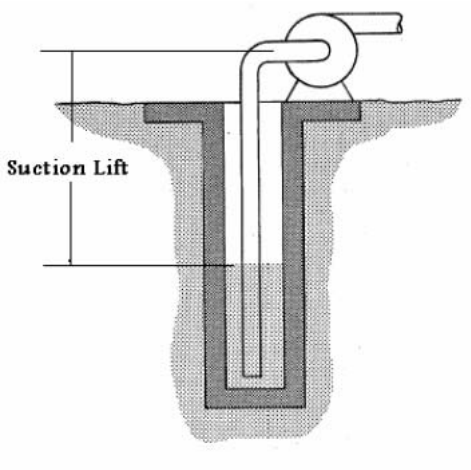
عبارت است از نسبت توان خروجی به توان ورودی پمپ

$$\eta = \frac{Pout}{Pin} = \frac{P.g.Q.H}{Pin}$$

عمق استاتیک مکش (Static Suction Lift)

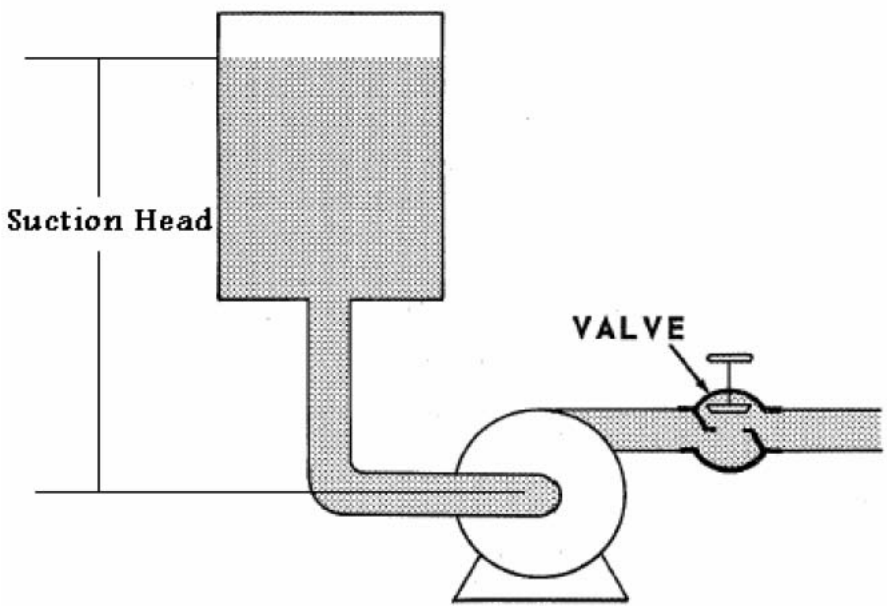
در صورتیکه منبع مکش پایین تر از پمپ باشد ، مکش از عمق صورت می گیرد . بنابراین عمق استاتیک مکش عبارت است از فاصله قائم سطح سیال منبع مکش تا خط محوری پمپ

Mahar Fan Abzar Co.



ارتفاع استاتیک مکش (Suction Static Head)

در صورتیکه منبع مکش بالاتر از محور پمپ قرار گیرد ، فشاری معادل ارتفاع سطح سیال به پمپ وارد می شود که به آن ارتفاع استاتیک مکش می گویند .



ارتفاع استاتیک رانش (Discharge Static Head)

در صورتیکه لوله Discharge کاملاً در مخزنی که سیال در آن ریخته می شود ، شناور باشد ، هد استاتیکی Discharge در حقیقت تفاوت مابین سطح مایع مخزن Discharge و Center line پمپ می باشد .

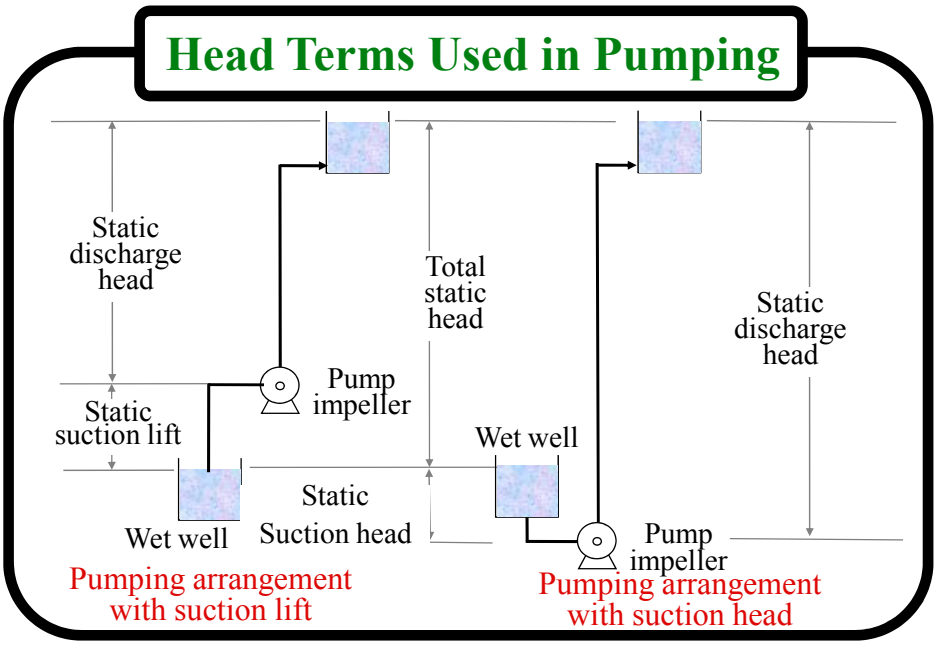
اگر لوله Discharge کاملاً در مخزن شناور نباشد ، این خود باعث ایجاد فشار دیگر بر روی سطح سیال داخل مخزن Discharge خواهد شد و باید منظور شود .

در این حالت هد استاتیکی رانش ، فاصله بین انتهای لوله رانش و خط مرکزی پمپ خواهد بود .

Mahar Fan Abzar Co.

ارتفاع کلی استاتیک (Total Static Head)

ارتفاع کلی استاتیک عبارت است از فاصله قائم سطح سیال در مخزن Suction تا سطح مایع در مخزن discharge یا تا آخرین نقطه ای که سیال از لوله Discharge خارج شود .



۷

تلفات یا افت فشار (H_{Loss})

وجود زانویی ، شیرآلات و همچنین اصطکاک در لوله ها در مسیر حرکت سیال باعث ایجاد افت فشار می گردد .

افت فشار ناشی از وجود اصطکاک در لوله :

همانطور که از فرمول زیر مشخص است ، افت فشار ناشی از اصطکاک به طول لوله نسبت مستقیم و با قطر لوله نسبت عکس دارد . بنابراین در طراحی سیستم لوله کشی به ویژه در مواردی که احتمال بروز کاویتاسیون زیاد می شود ، اکیداً توصیه می شود که پمپ در نزدیکترین محل به منبعی که سیال از آن پمپاژ می شود نصب شود به منظور کاهش H_{Loss} لازم است قطر دهانه Suction از دهانه Discharge بزرگتر در نظر گرفته شود .

Mahar Fan Abzar Co.

فرمول محاسبه افت فشار ناشی از اصطکاک

$$H_F = f.\frac{L}{D}.\frac{V^2}{2g}$$

که L = طول لوله

که D = قطر لوله

که V = سرعت سیال در لوله

F = ضریب اصطکاک

افت فشار ناشی از زانویی ها و شیرها

افت فشار ناشی از زانویی ها و شیرها به صورت زیر محاسبه می شود :

$$h_f = K\frac{V^2}{2g}$$

ضریب k برای انواع شیرها و زانویی ها متفاوت است و واضح است هرچه میزان آن کمتر باشد افت فشار کمتری ایجاد می شود . بنابراین به منظور جلوگیری از وقوع کاویتاسیون ضروری است اتصالاتی را انتخاب کرد که افت فشار کمتری را سبب گردند .

هد کلی سیستم (Total System Head)

عبارت است از مجموع هد کلی استاتیک ، اختلاف فشار سطوح میان دو منبع Discharge و Suction و افت فشار ناشی از اصطکاک و زانویی ها و اتصالات از منبع مکش تا منبع Discharge . هد کلی سیستم باید با هد کلی پمپ برابر باشد .

$$H_{pump} = (Z_2 - Z_1) + H_{Loss}$$

Z_2-Z_1 اختلاف سطح مایع در مخزن Suction تا سطح مایع در مخزن Discharge می باشد که به آن H_{system} می گویند .

Recirculation

پدیده برگشت سیال از دهانه Discharge به دهانه Suction را Recirculation می نامند .

Mahar Fan Abzar Co.

چون فشار Discharge از فشار Suction بیشتر است ، سیال تمایل دارد که از فاصله مابین پروانه و پوسته عبور نموده و به دهانه Suction وارد شود . برای این منظور رینگ های سایشی در جلوی پروانه تعبیه شده که امکان بازگشت سیال را از دهانه Discharge به دهانه Suction به حداقل می رساند .

ویسکوزیته

ویسکوزیته یا گرانروی ، مقاومت سیال در مقابل جاری شدن است . به عبارت دیگر سیالی که ویسکوزیته آن بالاست ، به سادگی جاری نمی شود و بالعکس . ویسکوزیته سیال با افزایش دما کاهش می یابد . در انتخاب نوع پمپ باید به ویسکوزیته سیال پمپ شونده توجه نمود .

تقسیم بندی پمپ ها

دسته بندی های مختلفی از پمپ ها بر حسب مورد کاربرد ,جنس مواد تشکیل دهنده آنها ,مایعی که پمپ می کند ,حتی وضعیتی که نصب می شود و غیره به عمل آمده است همانند : پمپ های شیمیایی ,پمپ های پلا ستیکی ,پمپ های عمودی یا افقی ,تغذیه بویلر ها , پمپ های همه کاره , چاه عمیق پا لا یشگاهی , distillate , condensate پمپ های خلا , پمپ های فاضلابی وغیره.

دریکی از تقسیم بندی های جامع و رایج , پمپ ها رابرمبنای نحوه انتقال انرژی به سیال در کل به دوگروه تقسیم بندی می کنند.

۱- پمپ های دینامیکی (dynamic pumps)

۲- پمپ های جابجائی مثبت (positive Displacement pumps)

انواع پمپ های جابجائی مثبت

پمپ های جابجائی مثبت به دو دسته تقسیم می شوند :

الف – پمپ های رفت و برگشتی reciprocating pumps

ب- پمپ های دوار rotary pumps

انواع پمپ های رفت و برگشتی

۱- پمپ های پیستونی piston pumps

۲- پمپ های پلانجری plunger pumps

۳- پمپ های دیافراگمی diaphragm pumps

انواع پمپ های دوار

۱- پمپ های دنده ای gear pumps

۳- پمپ های پیچی screw pumps

۴- پمپ های پره ای vane pumps

پمپ های جابجائی مثبت در ادامه توضیح داده خواهد شد .

Mahar Fan Abzar Co.

مقایسه پمپ های دینامیکی با پمپ های جابجایی

دو دسته پمپ فوق را از جهات گوناگون می توان با هم مقایسه کرد:

1 - حد اکثر انرژی (فشار) ایجاد شده توسط پمپ ها ی دینا میک (سانتریفوژ) محدود بوده و به هد معروف است که با بستن شیر خروجی به طور کامل (شدت جریان صفر)به وجود می آید در حالیکه حد اکثر فشار پمپ های جابجایی با توجه به فشار سیستم تعیین می شود. یعنی پمپ تا جایی که مورد نیاز سیستم باشد فشار خود را به آن حد می رساند.

2- در پمپ های دینامیک انرژی افزوده شده ابتدا به سرعت تبدیل شده و سپس در حلزون و سر انجام در دیفیوزر به فشار تبدیل می شود در حالی که در پمپ ها ی جا به جایی انرژی مورد نظر مستقیما به فشار تبدیل می شود.

3 -در پمپ های دینامیک انرژی بطور پیوسته و بدون انقطاع به مایع افزوده می شود در صورتی که در پمپ های جابجایی انرژی درپریود های معینی به مایع تزریق می شود.

4- اصولا پمپ های جابجایی برای مقادیر اندک جریان در فشارهای بالا و مایعات لزج به کار می رود و پمپ های دینامیک برای فشار های متوسط و جریان های زیاد مورد استفاده قرار می گیرد.

پمپ های دینامیکی

معروف ترین پمپ دینامیکی پمپ های سانتریفوژ می باشد .

پمپ های سانتریفوژ (گریز از مرکز) (CENTRIFUGAL PUMPS)

مقدمه ای بر پمپ های سانتریفوژ

ساختمان ایـن نوع پمپ هـا به صورتی است که بر روی محور دوار (در مرکز پمپ) پره هایـی قرار داده شـده که بـا دوران خود ، مایعـات و مواد سیال را به اطراف پرتـاب می نمایند. جدار این پمپ به صورت حلزونی ساخته شده و مایع که دارای سرعت نیز می باشد از قسمت حلزونی به طرف مدخل خروجی پمپ رانده می شود. سیالی که در اطراف پره ها موجود است در اثر حرکت دورانی محور به اطراف پرتاب شده و در نتیجه در اطراف محور خلاء ایجاد می شود و بدین ترتیب سیال از مجرای ورودی به داخل محفظهء حلزونی شکل پمپ مکیده شده و از مجرای خروجی به خارج منتقل می گردد.

راندمان پمپ به موقعیت قرار گرفتن پره های پمپ، فاصله آن از محفظه حلزونی شکل و سرعت حرکت محور بستگی دارد. زاویه قرار گرفتن پره های پمپ ها نیز در بالا بردن راندمان پمپ مؤثر است. مثلاً چنانچه وضعیت پره های پمپ نسبت به مرکز به صورت عمودی باشد راندمان پمپ کمتر از زمانی است که پره ها بطور مایل

Mahar Fan Abzar Co.

بوده و در جهت حرکت مایع به صورت منحنی قرار گرفته باشند.

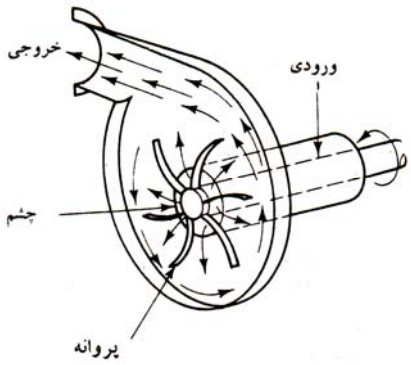
به علت اینکه سیال در اثر حرکت دورانی محور به اطراف پرتاب شده و در مرکز پمپ خلاء ایجاد می شود دهانه لوله ورودی در پمپ های سانتریفوژ در مرکز قرار دارد تا با استفاده از خلاء ایجاد شده در این محل انتقال سیال سریع تر و بهتر انجام بگیرد.

پمپ های گریز از مرکز دارای دو امتیاز برجسته می باشند: اولاً جریان مایع در آن ها یکنواخت است. ثانیاً اگر لولهء خروجی پمپ مسدود یا تنگ شود، فشار زیادی که برای ساختمان پمپ مضر باشد تولید نکرده و بار آن به اندازه ای نمی رسد که موتور محرک پمپ را از کار بیندازد .

برای بکار انداختن پمپ باید همیشه محفظه آن را از مایع مورد پمپاژ پر نموده و هوای محبوس در محفظه را خالی نمود. این عمل را آبگیری (Priming) می نامند. هرگاه پمپ در سطحی پایین تر از مخزن حاوی مایع مورد استفاده واقع شود، لزومی به آبگیری نخواهد بود .به این علت که محفظه پمپ همواره پر از مایع بوده و در نتیجه محفظه خالی از هواست

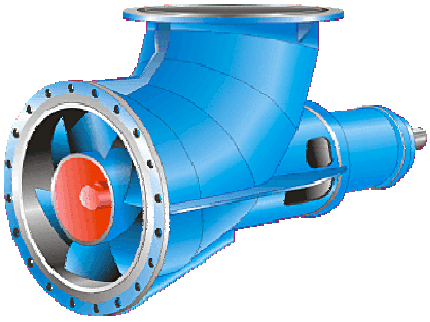
ساختمان پمپ های گریز از مرکز در ابتدا بسیار ساده بوده و فقط شامل پره، پوسته و محور بودند و لیکن به علت نیاز روز افزون به این پمپ ها، به سرعت تکامل یافته و ساختمان آن ها پیچیده تر شد و قطعات دیگر به آن ها افزوده شدند از قبیل رینگ های سایشی، لائی های آب بندی، پره های ثابت برای هدایت بهتر آب در خروج از پره متحرک و ورود به محفظه حلزونی و غیره.

شکلهای زیر پمپ سانتریفوژرا نشان می دهد.



Mahar Fan Abzar Co.

Centrifugal Pumps



- Most commonly used for water and wastewater pumping
- The head is developed principally by centrifugal force.
- Inlet: axial; outlet: tangential
- The flow is accelerated by the rotating impeller.
- The discharge: a function of the specific speed and the pressure conditions under which the pump operates.

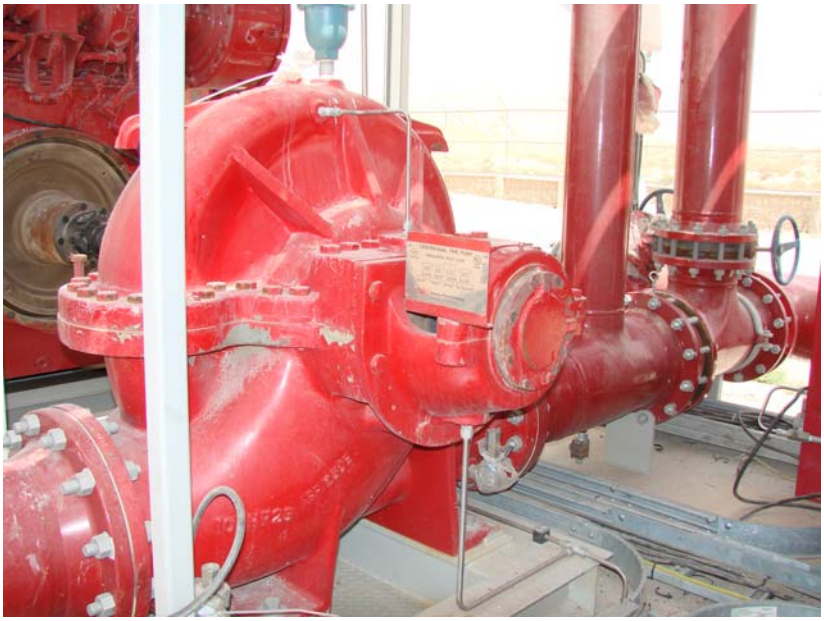
چون پمپهای مذکور توانایی مقاومت در برابر فشار بالا را ندارند ، معمولاً به منظور انتقال اولیه سیال ازنقطه ای به نقطه ای دیگر بکار گرفته می شوند . به عنوان مثال پمپ های گریز از مرکز در سیستم های آبرسانی مورد استفاده قرار می گیرد .

در این پمپها بدلیل وجود لقی زیاد بین پره های دوار و پوسته آنهاِ ، میزان جریان خروجی پمپ علاوه بر سرعت دورانی محور ، به مقدار مقاومت خارجی سیستم نیز وابسته است و سیال تمایل دارد در جهتی حرکت کند که با مقاومت کمتری مواجه گردد . میزان جریان خروجی با افزایش مقاومت بار کاهش یافته و حداکثر فشار در هنگام مسدود بودن خروجی حاصل می شود (دراین حالت جریان خروجی به صفر خواهد رسید) به همین دلیل بمنظور پمپ نمودن آب شهری و صنعتی از پمپهای گریز از مرکز استفاده میگردد زیرا در مواقع حداکثر مصرف ، فشار به حداقل رسیده و در زمانهای حداقل مصرف ، حداکثر فشار قابل دسترس میباشد .

اساس کار پمپ های سانتریفوژ (گریز از مرکز)

Mahar Fan Abzar Co.

اساس کار اینگونه پمپ ها بر حرکت سیال در خلاف جهت مرکز محور پمپ بوده و سیال با دور شدن از مرکز محور پمپ به داخل لوله رانش هدایت شده و در نتیجه با اختلاف فشار بین قسمت مکش و رانش ، سیال با سرعت به حرکت خود به طرف تخلیه ادامه می دهد .



پمپ سانتریفوژ

انواع پمپهای سانتریفوژ **(گریز از مرکز)**

پمپهای گریز از مرکز را بر حسب نوع ساختمان آنها به انواع زیر تقسیم بندی می‌کنند :

۱. از نظر وضعیت طبقات که ممکن است یک طبقه و یا چند طبقه باشند .
۲. از نظر مقدار آبدهی و ارتفاع که ممکن است بصورت کم ، متوسط و زیاد باشند .
۳. از نظر نوع پروانه ، تعداد تیغه و وضعیت آنها .

انواع پمپهای سانتریفوژ **بر حسب نوع استفاده آنها:**

۱- پمپهای سیرکولاتور برای به جریان انداختن آب گرم در سیستمهای حرارتی .

۲- پمپهای افقی یک طبقه از نوع مکش مارپیچی جهت استفاده در تأسیسات مکانیکی .

Mahar Fan Abzar Co.

۳- پمپهای سانتریفوژ فشار قوی چند طبقه جهت استفاده در آبرسانی و غیره .

۴- پمپهای شناور جهت استفاده در چاههای عمیق و نیمه عمیق .

۵- پمپهای لجن کش جهت استفاده در سیستمهای فاضلاب .

موارد کاربرد پمپهای سانتریفوژ

در اکثر صنایع و تاسیسات ساختمانی ، در صنایع شیمیائی و نفت ؛ کاغذسازی، صنایع غذایی ولبنیات ،فلزات مذاب،آب وفاضلاب ،دفع موادزائد، پمپهای سانتریفوژ مصارف بسیاری دارند. پمپهای سانتریفوژ برای مایعات مختلفی با مواد معلق گوناگون بکار می‌روند. سرعت این پمپها زیاد می‌باشد، لذا می‌توان آنها را مستقیما به الکتروموتور وصل نمود .

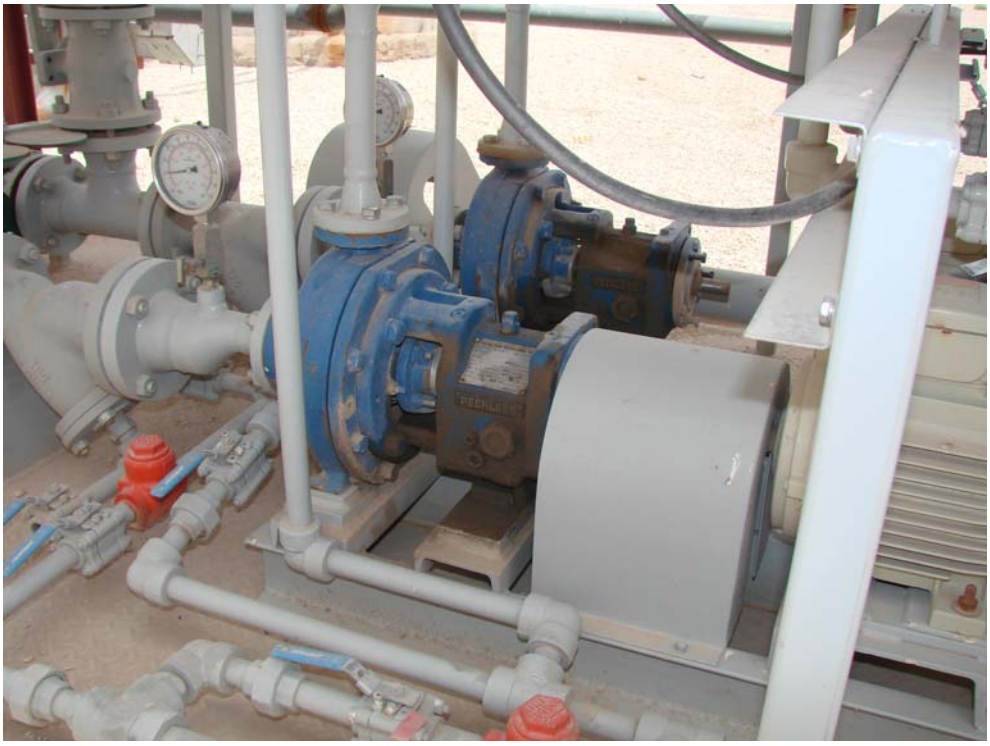
پمپهای یک طبقه و چند طبقه

پمپهای یک طبقه SINGLE-STAGE PUMPS **:**

پمپهای گریز از مرکز یک طبقه با انواع گوناگون پروانه ها ساخته می شود، یکی از ساده ترین انواع آنها دارای یک مجرای مکش و یک پروانه می باشد و به این جهت یک طبقه نامیده شده است. پره های پروانه بین دو صفحه قرار گرفته اند و مجاری مایع بین پره ها و این دو صفحه محصور گردیده اند. این نوع پروانه به تمام بسته موسوم می باشد که مورد استعمال بیشتری دارد.

پمپهای یک طبقه

Mahar Fan Abzar Co.



پمپهای یک طبقه

پمپهای چند طبقه MULTISAGE PUMPS

پمپهای چند طبقه گریز از مرکز ، تا کنون برای تولید ۴۰ اتمسفر فشار 600 پوند بر اینچ مربع و با ارتفاع ۳۵۰ متر آبدهی و با سرعت ۷۱۵۰ دور در دقیقه ساخته شده اند. با این حال وقتی که سرعت گردش پمپ از ۳۵۰۰ دور در دقیقه تجاوز نکند، معمولا ارتفاع آبدهی آنها از ۱۲۰ متر تجاوز نمی‌کند.

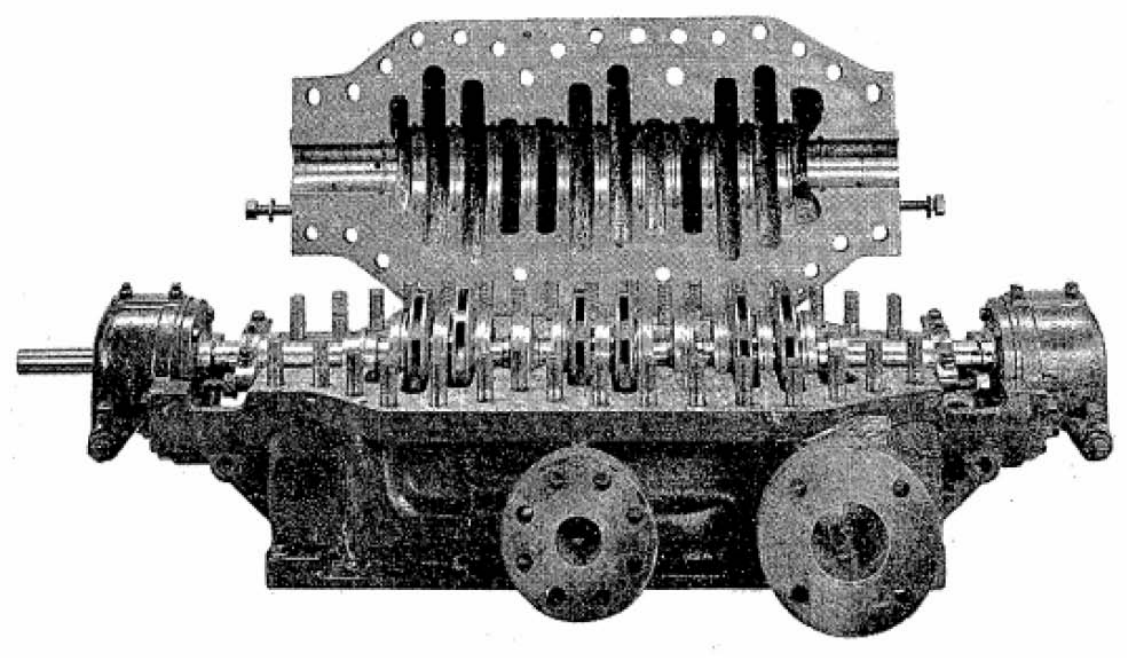
پمپهای چند طبقه عمودی

Mahar Fan Abzar Co.

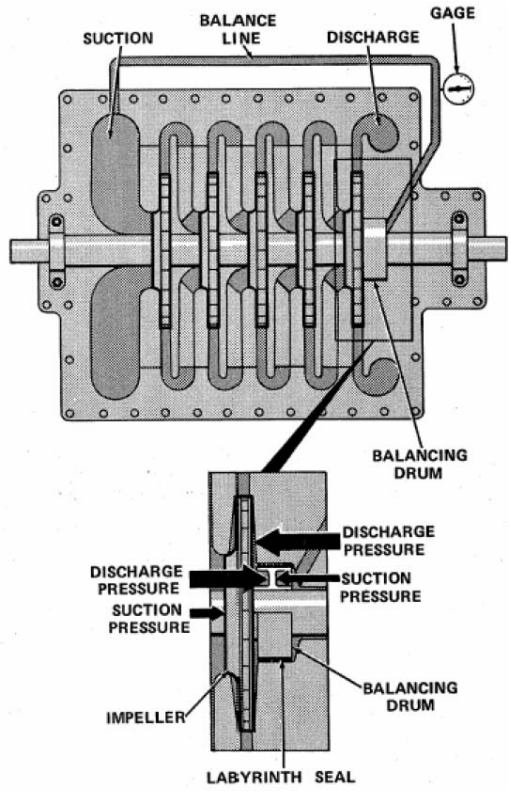
بنابراین در مواردی که ارتفاع آبدهی پمپهای یک طبقه کافی نباشد از پمپهای چند طبقه که دارای ارتفاع آبدهی بیشتری است استفاده می‌کنند. شاید لازم به یادآوری باشد که چون در صنایع استخراج نفت لازم است، پمپهائی بکار گرفته شود که دارای ظرفیت گذر حجمی بسیار زیاد و ارتفاع فوق العاده باشد از پمپهای چند طبقه استفاده می‌شود، برای مثال پمپی ساخته شده است که دارای ۳۱۷ طبقه (هر طبقه یک محفظه می‌باشد) و به ارتفاع انرژی 2700 متر بوده است. بطور خلاصه در یک پمپ چند طبقه دو یا چند پروانه متوالی روی یک محور قرار می‌گیرند. آب در پوسته همان طبقه جمع شده ،از طبقه دوم تخلیه می‌شود و از دوم به سوم و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. پمپهای چند طبقه هم با محور افقی و هم با محور قائم کاربرد دارند .

پمپهای چند طبقه عمودی

Mahar Fan Abzar Co.



پمپهای چند طبقه



Mahar Fan Abzar Co.

عوامل موثر بر ظرفیت پمپهای سانتریفوژ

ظرفیت یک پمپ سانتریفوژ بستگی به چگونگی طراحی پمپ ، سرعت گردش پروانه پمپ ، فشار مطلق قسمت مکش پمپ ، فشار قسمت تخلیه پمپ و خواص فیزیکی سیال عبوری از پمپ دارد .

محاسن پمپ های گریز از مرکز :

محاسن عمده این پمپ ها به شرح زیر است :

۱- در اینگونه پمپ ها حرکت نوسانی و یا رفت و برگشت وجود نداشته و پمپ به طور آرام به کارخود ادامه می دهد.

۲- اگر لوله تخلیه پمپ مسدود و یا تنگ شود فشار به پمپ وارد نشده و بار آن نیز به حدی نمی رسد که موتور محرک پمپ از کار بیفتد .

۳- گذر حجمی آن یکنواخت بوده و برای بالا بردن مایعات تا ۵۵۰ درجه سانتی گراد در ارتفاع رانش تا ۱۰۰۰ متر بکار می رود .

۴- بعلت سادگی ساختمان و ارزانی قیمت و ایمنی زیاد و کاربرد آسان و نیز قابلیت کار در شرایط مختلف از متداولترین پمپهای صنعتی می باشد .

۵- پمپهای سانتریفوژ دارای ساختمان سادهای بوده و از مواد گوناگون ساخته می‌شوند .

۶- در استفاده از این پمپها نیازی به شیر یا سوپاپ نمی‌باشد .

۷- چون پمپ در سرعتهای بالا عمل می‌کند لذا می‌توان آنرا مستقیما به موتور الکتریکی متصل نمود. با افزایش سرعت برای عملکرد معین ابعاد پمپ کوچکتر می‌شود.

۸- دبی آن یکنواخت است .

۹- هزینه تعمیرات آن از پمپهای دیگر کمتر می‌باشد .

۱۰- درصورت قطع جریان می‌تواند مدتی بدون آسیب رسیدن به پمپ به گردش ادامه دهد .

Mahar Fan Abzar Co.

۱۱- برای انتقال سیالات در فواصل زیاد بخوبی عمل می‌کنند .

۱۲ - نسبت به پمپهای دیگر با ظرفیت مشابه دارای ابعاد کوچکتری می‌باشند.

۱۳- دامنه کاربرد آنها در پروژه های کشاورزی ، صنعتی و آبرسانی فوق العاده بالاست زیرا از نظر دبی و ارتفاع تولیدی وسعت زیادی را پوشش میدهد.

۱۴- رضایت بخش بودن راندمان

معایب پمپ های گریز از مرکز :

۱- حساسیت در مقابل گل ولای و مواد معلق

۲- کم بودن راندمان

۳- پمپهای سانتریفوژ قادر به ایجاد فشارهای بالا نمی‌باشند و به این منظور برای فشارهای بالا باید از پمپهای چند مرحله‌ای استفاده نمود .

۴- راه اندازی این پمپها نیاز به آماده سازی دارد .

۵- در صورتی که پمپها از کار بیفتند، سیال می‌تواند به قسمت مکش از درون پمپها جاری شود. لذا بهتر است که در خروجی این پمپها از شیر یک طرفه استفاده نمود .

۶- برای سیالات با ویسکوزیته (غلظت) بالا نمی‌توان از این نوع پمپ استفاده **نمود .**

مواد ساختن پمپهای سانتریفوژ

پمپهای سانتریفوژ را از مواد مختلفی می‌سازند. اکثرا پروانه و بدنه از مواد مقاوم در مقابل خوردگی و سایش ساخته می‌شوند. فولاد ضد زنگ ، نیکل ، لاستیک ، پلی پروپیلن در ساختمان پمپهای سانتریفوژ بکار می‌روند. در صورتی که پمپهای سانتریفوژ برای انتقال سیالات حاوی مواد معلق جامد مورد استفاده قرار می‌گیرند، بایستی فاصله بین پره‌ها و دریچه‌ها به اندازه کافی بزرگ باشند تا از خطر مسدود شدن آنها جلوگیری شود .

Mahar Fan Abzar Co.

ساختمان و اجزا پمپ های سانتریفوژ

یک پمپ سانتریفوژ از اجزا زیر تشکیل شده است :

۱- پروانه

۲- شفت

۳- پوسته

۴- رینگ سایشی پروانه و پوسته

۵- سیستم آب بندی

۶- یاتاقان ها

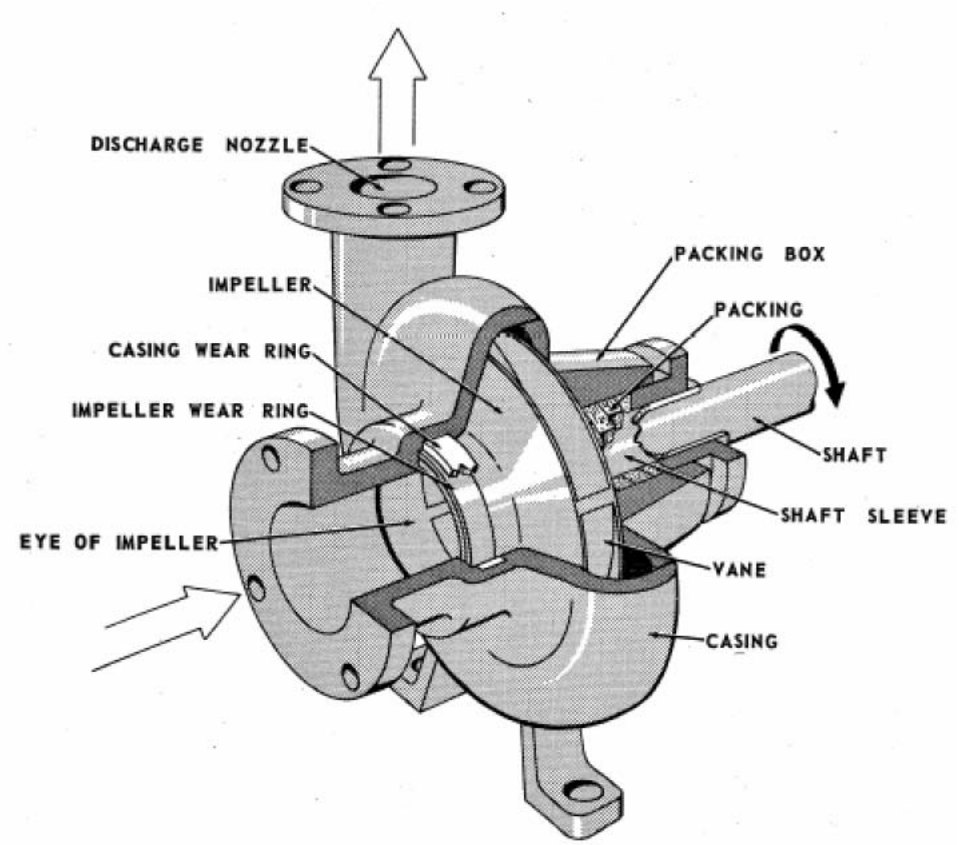
۷- **سیستم flushing**

۸- کوپلینگ

۹- سیکلون

۱۰- فیلتر و strainer

Mahar Fan Abzar Co.



پروانه (impeller)

حرکت از موتور محرک به وسیله شافت به پروانه منتقل می شود . سیال از چشمه پروانه به سمت پره ها حرکت کرده و در امتداد پره ها به طرف محیط پروانه جریان می یابد . پروانه پمپ وظیفه انتقال انرژی به سیال را به عهده دارد .

ساختمان پروانه

یک پروانه از قسمت های زیر تشکیل شده است

۱- توپی پروانه (hub)

با محور پمپ در تماس است و خار یا کلید جهت اتصال پروانه به شافت روی آن قرار دارد .

۲- پره های پروانه (vane)

سیال بعد از ورود به چشمه پروانه ، در امتداد پره ها به طرف محیط پروانه جریان می یابد . در حین حرکت سیال بر انرژی جنبشی آن افزوده می شود .

۳- لفافه (shroud)

Mahar Fan Abzar Co.

دیواره جانبی پروانه را تشکیل می دهد . امکان دارد دو طرف پره ها لفافه داشته باشد یا یک طرف و یا اصلاً نداشته باشد .

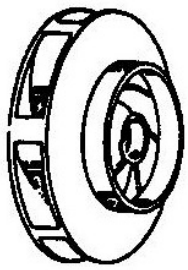
٤- چشمه پروانه (eye)

سیال از طریق چشمه پروانه وارد پره های پروانه می شود .

تقسیم بندی پروانه از لحاظ ساختمان مکانیکی

١- پروانه بسته (enclosed impeller)

پره های پروانه بین دو صفحه به نام لفافه پروانه (shroud) قرار می گیرد . از آنجا که در صورت وجود مواد جامد امکان انسداد پروانه وجود دارد (مواد جامد مابین صفحات گیر می کنند) . این نوع پره ها برای پمپاژ سیالی که حاوی مواد جامد باشند استفاده نمی شود .

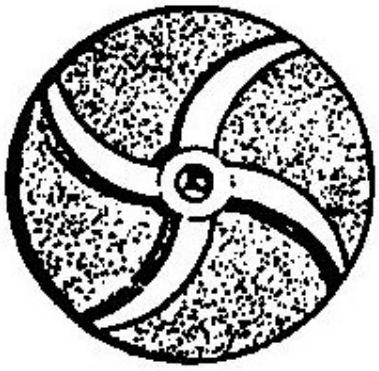


پروانه بسته

٢- پروانه نیمه باز (semi open impeller)

پروانه از یک طرف به وسیله لفافه (shroud) بسته شده است . به منظور حداقل رساندن انسداد پره ها ، تعداد پره ها کم و طول آنها بلند انتخاب می شود .

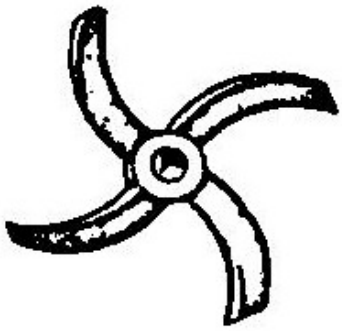
Mahar Fan Abzar Co.



پروانه نیمه باز

۳- پروانه باز (open impeller)

پره ها بدون لفافه (shroud) بوده بنابراین از آنجا که در این پره ها مشکل انسداد وجود ندارد به عنوان لجن کش می توان از آنها استفاده کرد .



پروانه باز

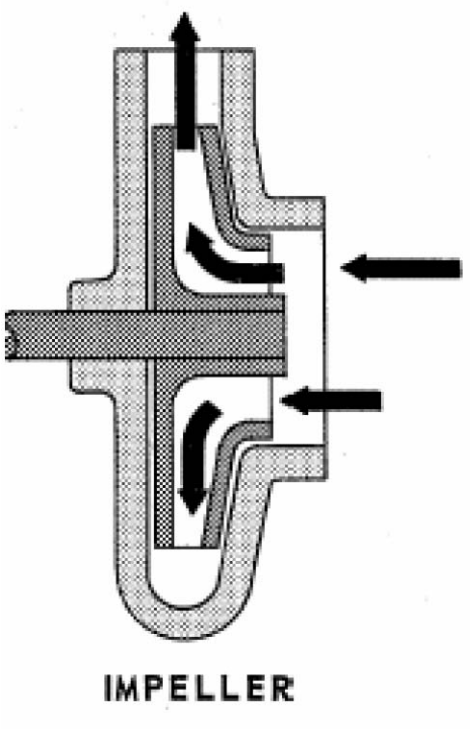
تقسیم بندی پروانه از لحاظ جهت جریان سیال

۱- جریان شعاعی (radial flow)

سیال در جهت محور وارد پروانه می شود و در جهت شعاعی (عمود بر محور) از آن خارج می شود . در این نوع پروانه ، سیال در طول پره ها به علت نیروی گریز از مرکز حرکت کرده و انرژی سیال (سرعت سیال) افزایش می

Mahar Fan Abzar Co.

یابد . در مواردی که نیاز به هد بالا و دبی کم باشد ، از این نوع پروانه ها استفاده می شود . پروانه های استفاده شده در پتروشیمی بیشتر از این نوع است .



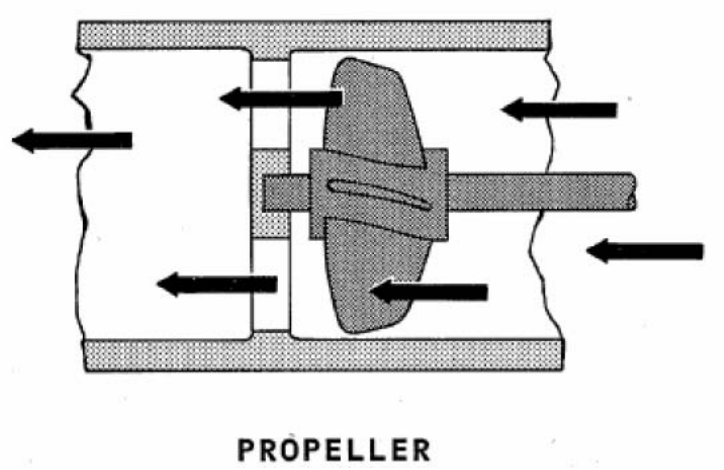
۲- جریان محوری (axial flow)

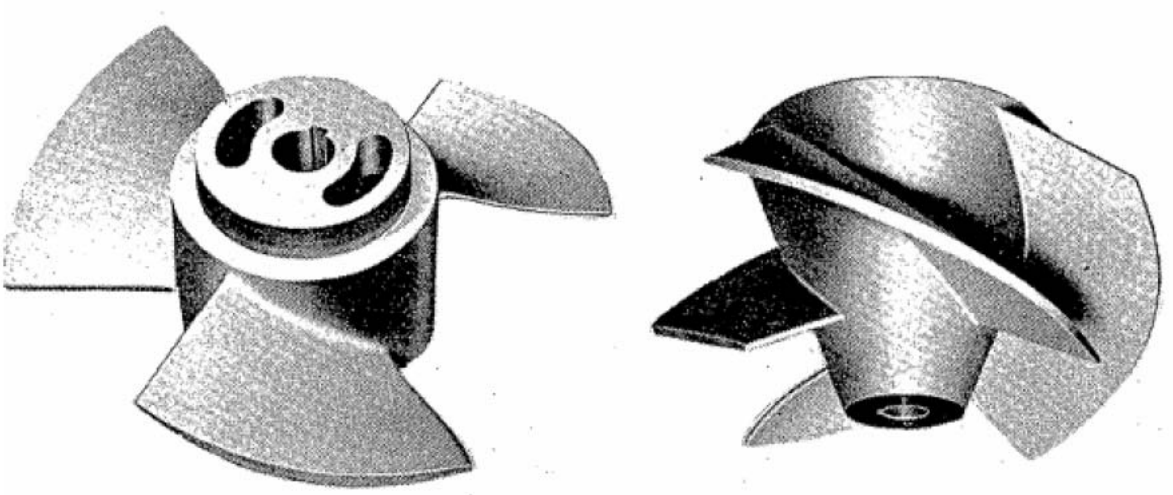
در این نوع پروانه ، نیروی گریز از مرکز برای تولید فشار دخالتی ندارد . دراین پمپ قسمت اعظم فشار مایع را نیروی پرتاب پره های پروانه تامین میکند

قطر پروانه در ورودی و خروجی با هم یکسان است . جریان در جهت محور وارد و در همان جهت خارج می شود .

در مواردی که نیاز به دبی بالا و هد پایین باشد از این نوع پروانه استفاده می شود .

Mahar Fan Abzar Co.



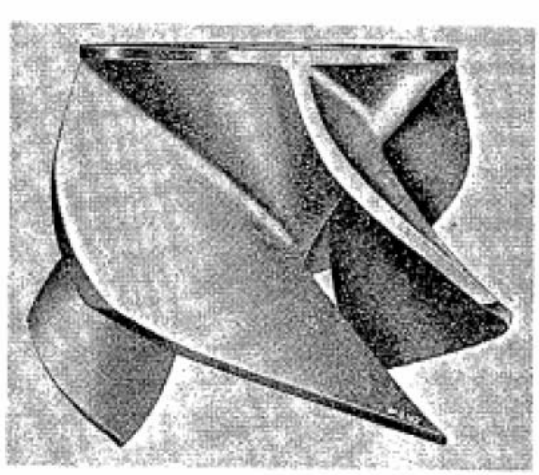


جریان محوری (axial flow)

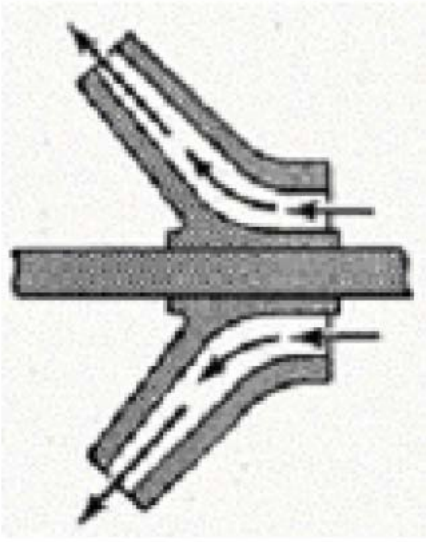
۳- جریان شعاعی – محوری (axial-radial flow)

در این نوع پروانه ها ، hub مخروطی شکل است . جریان در جهت محور وارد پروانه می شود و در جهتی که زاویه ای با محور می سازد از آن خارج می شود . در حقیقت این پروانه ها حالتی مابین پروانه ای جریان شعاعی و جریان محوری خواهند داشت . این پمپ ها برای ایجادفشارها و دبی های متوسط به کارمی روند

Mahar Fan Abzar Co.



Open mixed-flow impeller.



جریان شعاعی – محوری (axial-radial flow)

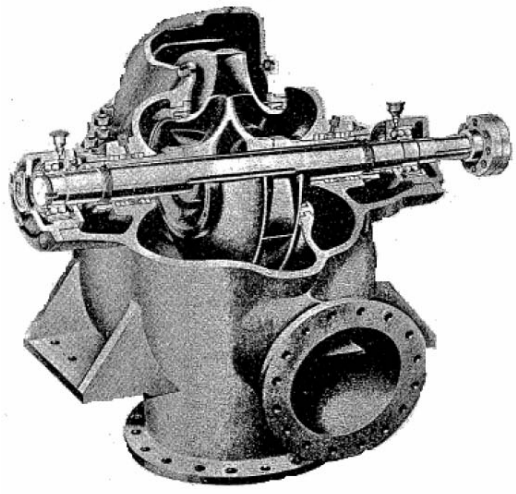
تقسیم بندی پروانه از لحاظ مکش

۱– مکش یکطرفه (single suction)

تنها در یک طرف پروانه ، مکش وجود دارد و سیال از آنجا وارد پروانه می شود .

۲– مکش دو طرفه (double suction)

در هر دو طرف پروانه ، دهانه مکش وجود دارد و سیال از هر دو دهانه وارد پمپ می شود . ظرفیت آبدهی پمپ double suction دو برابر پمپ single suction خواهد بود .



Mahar Fan Abzar Co.

شافت (shaft)

انتقال گشتاور در حین راه اندازی و در طول کار پمپ و ایجاد تکیه گاهی برای پروانه و دیگر اجزاء دوار پمپ از وظایف اصلی محور می باشد . شافت پمپ تحت تاثیر ۵ عامل مخرب قرار دارد :

۱- تنش پیچی (torsion stress)

۲- تنش خمشی (bending stress)

۳- تنش محوری (axial stress)

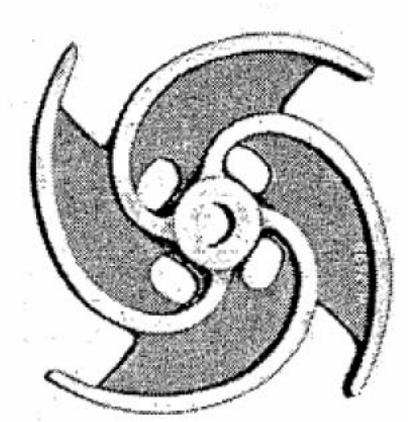
۴- ارتعاش (vibration)

۵ - سرعت بحرانی (critical speed)

روش های مقابله با نیروی محوری

برای مقابله با نیروی محوری وارد بر شفت، روش های مختلف اتخاذ می شود که مهمترین آنهاعبارتند از:

۱- استفاده از سوراخ های متعادل کننده در پروانه



۲ - استفاده از پره هایی در پشت پروانه

۳- قراردادن پره ها به صورت قرینه

۴- استفاده از صفحه موازنه

۵- استفاده ازپیستون موازنه

Mahar Fan Abzar Co.

علاوه بر روش های ذکر شده ، جهت حذف نیروی محوری در پمپ های سانتریفوژ همیشه از یاتاقان های کف گرد یا همان trust bearing ها استفاده می شود که هدف اصلی به کارگیری این یاتاقان ها محافظت از شافت در برابر بارهای محوری می باشد .

پوسته

پوسته پمپ ، محفظه ای است که سیال را از محیط پروانه جمع آوری می کند . پروانه در داخل پوسته قرار گرفته و برای این که سوار کردن آن امکان پذیر باشد معمولاً دو طرف پوسته به صورت باز ساخته شده و توسط درپوش های جلو و عقب به وسیله پیچ و مهره بسته می شود .

پوسته حلزونی شکل (volute)

این نوع پوسته ، حلزونی شکل بوده به طوریکه سطح مقطع آن از زبانه تا لوله خروجی افزایش می یابد . سیال پس از خروج از پروانه به داخل پوسته تخلیه می شود . سطح مقطع حلزونی از نقطه شروع تا انتهای آن طی ۳۶۰ درجه دوران به دور پروانه زیاد می شود تا این که در انتها سطح مقطع حلزونی به اندازه سطح مقطع دهانه discharge می رسد . پوسته به نحوی طراحی می شود که افزایش دبی قادر به جبران کاهش سرعت ناشی از افزایش سطح مقطع شده و سرعت در پوسته باقی بماند . هدف از ثابت نگه داشتن سرعت در پوسته ، ثابت نگه داشتن فشار استاتیکی در پوسته و جلوگیری از ایجاد نیروی شعاعی بر پروانه می باشد که به علت توزیع غیر یکنواخت فشار در اطراف پروانه ایجاد می شود . در عمل باز هم در پوسته حلزونی شکل سرعت تا حدودی کاهش می یابد و توزیع فشار حتی در راندمان بهینه در اطراف پروانه یکنواخت نخواهد بود . بنابراین می توان گفت که درصدی از فشار ایجاد شده در پمپ های سانتریفوژ حلزونی شکل توسط پوسته ایجاد می شود .

Mahar Fan Abzar Co.

نیروی شعاعی که به علت توزیع غیر یکنواخت فشار در اطراف پروانه به وجود می آید radial force نامیده **می شود** . وجود radial force ممکن است منجر به فرسایس پروانه و پوسته ، خرابی یاتاقان ها و مکانیکال سیل و پاره ای مشکلات دیگر در پمپ شود .

در پاره ای از موارد برای خنثی کردن نیروی شعاعی یا همان radial force از یاتاقان های بزرگتر که تحمل بار شعاعی را داشته باشند ، استفاده می کنند . روش دیگر برای خنثی کردن radial force استفاده از پوسته دو جداره یا double volute می باشد . double volute از دو حلزون با قوس ۱۸۰ درجه تشکیل شده که نقطه شروع حلزونی دوم ، ۱۸۰ درجه بعد از نقطه شروع حلزون اصلی است .

ب) تقسیم بندی پوسته از لحاظ تعداد برش ها

پوسته یک پارچه

بدنه اصلی اغلب پمپ های سانتریفوژ یک طبقه به صورت یکپارچه ریخته می شود . به منظور سوار کردن پروانه و قطعات داخلی پمپ ، معمولاً دو طرف و یا حداقل یک طرف پوسته باز است و به وسیله درپوش های جلو و عقب به وسیله پیچ و مهره بسته می شود .

پوسته چند تکه

پوسته در جهت های مختلفی می تواند برش داشته باشد . اگر صفحه برش در امتداد محور باشد پوسته را با برش افقی می گویند چون هردو دهانه ورودی و خروجی پمپ در یک نیمه پوسته واقع هستند . نیمه دیگر را برای بازرسی و تعمیرات داخلی پمپ بدون بر هم زدن یاتاقان ها و لوله ها می توان برداشت . اگر صفحه برش در امتداد قائم باشد پوسته را با برش قائم گویند . اگر پوسته به وسیله دو صفحه متقاطع در امتداد شعاع های پوسته برش بخورد به آن برش اریب گویند .

بوش شافت (shaft sleeve)

شافت یکی از اجزاء گران قیمت پمپ می باشد و بنابراین باید از خرابی آن جلوگیری به عمل آورد . برای محافظت شافت در مقابل ساییدگی ، زنگ زدگی و خوردگی در قسمت کاسه نمد و یاتاقان ها از بوش شافت که قابل تعویض

Mahar Fan Abzar Co.

می **باشد ، استفاده می کنند . بنابراین شافت سالم باقی می** ماند و خرابی ایجاد شده تنها تاثیر خود را روی بوش شافت خواهد گذاشت .

رینگ های سایشی پروانه و پوسته (wear ring)

از رینگ های سایشی در نواحی که امکان تماس مستقیم پروانه و پوسته با هم وجود دارد استفاده می شود . در صورت فرسایش سطوح تماس ، با تعویض رینگ ها می توان مشکل را حل کرد و نیاز به تعویض پروانه و پوسته نخواهد بود . مهمترین کاربرد رینگ های سایشی پروانه و پوسته ، جلوگیری از فرسایش مستقیم این دو قطعه است . رینگ های سایشی استفاده شده در جلوی پروانه امکان بازگشت سیال را از دهانه discharge به دهانه suction به حداقل می رساند . به پدیده برگشت سیال از دهانه discharge به دهانه suction , recirculation گویند . چون فشار discharge از فشار suction بیشتر است ، سیال تمایل دارد که از فاصله مابین پروانه و پوسته عبور نموده به دهانه suction وارد شود .

لقی مابین پروانه و پوسته در پشت پروانه باعث جریان یافتن سیال از discharge به پشت پروانه می شود . با تجمع سیال در پشت پروانه ، فشار وارد به پشت پروانه (فشار discharge) از فشار وارد به جلوی پروانه (فشار suction) بیشتر شده و بنابراین نیروی محوری بر آن وارد خواهد شد . هرچه این gap کمتر باشد ، میزان تجمع سیال کمتر خواهد بود . برای این منظور در پاره ای از موارد در پشت پروانه از رینگ های سایشی استفاده می شود . و دلیل دیگر استفاده از رینگ های سایشی به حداقل رساندن gap بین پشت پروانه و پوسته می باشد .

سیستم آب بندی

در نقاط عبوری شافت از داخل پوسته ، امکان خروج سیالات و یا ورود هوا به داخل پمپ وجود دارد . برای جلوگیری از خارج شدن سیالات و یا وارد شدن هوا به داخل پمپ، شافت را در این نقاط آب بندی می کنند .

انواع سیستم های آب بندی در پمپ ها :

دو نوع سیستم آب بندی وجود دارد :

۱- آب بندی از نوع packing

۲- آب بندی از نوع mechanical Seal مکانیکال سیال

Mahar Fan Abzar Co.

آب بندی از نوع packing

سیستم آب بندی از نوع packing ازقسمت های زیر تشکیل شده است:

a. کاسه نمد یا stuffing box

b. لایی یا packing

c. کلاهک آب بندی یا gland

لایی ها انواع مختلفی دارند . لایی پنبه نسوز (asbestos packing) و لایی آزبست آغشته به گرافیت (thistle packing) متداول ترین انواع لایی می باشند . این لایی ها قابلیت نرمی و انعطاف خوبی داشته ، به طوری که به خوبی منافذ را پر کرده و مانع چرخیدن و حرکت شافت نمی شوند .

برای جلوگیری از نشتی ، شافت پمپ را از داخل جعبه آب بندی که از لایی های حلقوی شکل پر شده است عبور می دهند . توسط کلاهک آب بندی (gland) این لایی های حلقوی شکل را به هم می فشارند به طوریکه لایی، شافت پمپ را به طور نسبتاً محکم در بر گیرد و مانع از نشت کردن شود . در موقع چرخیدن شافت ، لایی ها گرم می شوند . جهت خنک کردن آنها ، در داخل لایی ها یک حلقه به نام فانوسی یا lantern ring نصب می کنند. مایع خنک کننده از یک طرف وارد lantern ring می شود و از طرف دیگر خارج شده و حرارت را به خارج منتقل می کند .

جهت نصب لایی در stuffing box ابتدا طول مناسبی از لایه بریده می شود . لایی به دور میله ای هم قطر شافت پیچیده شده و سپس به طور عمودی یا با زاویه ۴۵ درجه بریده می شود . پس از بریدن لایی دو سر حلقه باید کاملاً با هم مماس باشند و هیچ گونه فاصله (gap) بین آنها وجود نداشته باشد .

آب بندی از نوع مکانیکال سیل

اجزای اصلی مکانیکال سیل عبارت هستن از :

۱- rotating face

۲- stationary face

۳- فنر

Mahar Fan Abzar Co.

o-ring -4

drive collar -5

علیرغم تنوع مکانیکال سیل ها ، اصول کاری آنها یکسان است .

rotating face روی شافت نصب می شود و با آن می چرخد . stationary face ثابت است و به پوسته متصل می باشد . این دو سطح کاملاً صیقلی بوده و به موازات هم و عمود بر شافت پمپ نصب می شوند .

در مکانیکال سیل امکان نشتی از سه محل وجود دارد :

۱- فضای بین سطوح صیقلی

۲- فضای بین شافت و قسمت متحرک

۳- فضای بین پوسته و قسمت ثابت

جهت جلوگیری از نشتی بین شافت و rotating face و همچنین پوسته و stationary face از o- ring استفاده می شود . o-ring ها به افزایش دما بسیار حساس هستند . در صورت افزایش دمای مکانیکال سیل ، o-ring ها خواهند سوخت و مکانیکال سیل نشتی خواهد داشت .

سومین محلی که امکان نشتی از آن وجود دارد ، فضای بین rotating face و stationary face می باشد . این سطوح باید به هم چسبیده باشند و تنها با لایه ای از سیال از هم جدا شوند . برای این منظور از فنر استفاده می شود . فنر بر روی drive collar قرار گرفته و فشار مایع و فنر سطوح دوار و ثابت را به هم چسبیده نگه می دارد و از نشتی جلوگیری می کند . لقی محوری بین سطوح به وسیله لایه ای از سیال پمپ شونده پر می شود که کار روانکاری سطوح را انجام می دهد .

اگر بنا به دلایلی لایه روانکار مابین سطوح از بین برود . به طور مثال در صورت وجود نیروی axial ، نیروی فنرها روی سطوح افزایش یافته ، لایه روانکار از بین سطوح خارج شده ، rotating face و stationary face مستقیماً با هم در تماس خواهند بود . تماس سطوح دوار و ثابت مکانیکال سیل باعث فرسایش آنها شده و نشتی خواهیم داشت .

از طرفی به علت تماس مستقیم سطوح ، دمای مکانیکال سیل افزایش خواهد یافت که این خود می تواند باعث خرابی o-ring و نشتی از محل قرار گرفتن آنها گردد .

Mahar Fan Abzar Co.

تفاوت آب بندی از نوع packing و mechanical Seal

۱- آب بندی مکانیکی (mechanical Seal) برای شافت هایی که حرکت چرخشی دارند به کار می رود و برای شافت های رفت و برگشتی نمی توان از آن استفاده کرد در حالیکه نوع packing برای هر دو حرکت استفاده می شود .

۲- در هنگام تعویض packing لازم نیست که بقیه قسمت ها از قبیل کوپلینگ و یاتاقان را از پمپ جدا کرد در حالیکه برای تعویض مکانیکال سیل ، چون باید آن را از داخل شافت بیرون کشید ، بایستی کوپلینگ و یاتاقان را جدا نمود .

۳- در آب بندی packing چون محور پمپ متحرک و لایی ها ثابت هستند از این رو اصطکاک زیادی بین محور و لایی ایجاد می شوند بنابراین لایی ها خیلی زود خراب می شوند . به علت مقاومت در مقابل چرخش یا حرکت رفت و برگشتی در لایی ها مقدار خیلی زیادی از نیروی محرکه پمپ از بین می رود .

۴- برخلاف packing ، مکانیکال سیل در سرعت های زیاد خوب کار کرده و عمر زیادی دارد .

یاتاقان ها (bearing)

وظیفه اصلی یاتاقان ها

۱- کنترل ، جذب و انتقال نیروهای شعاعی

۲- کنترل ، جذب و انتقال نیروهای محوری

۳- کاهش اصطکاک

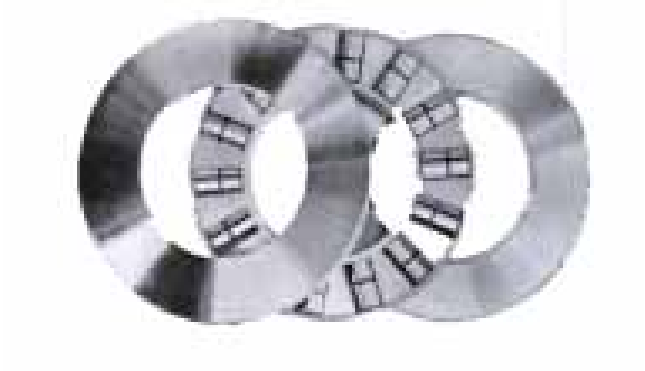
۴- قرار دادن محور در یک موقعیت مناسب

یاتاقان ها در حقیقت تکیه گاه شافت هستند . به یاتاقان هایی که موقعیت شعاعی شافت را حفظ می کنند یاتاقان های شعاعی یا radial bearing گفته می شود . به یاتاقان هایی که موقعیت محوری شافت را حفظ می کنند یاتاقان های کف گرد یا thrust bearing گفته می شود .

Mahar Fan Abzar Co.

Thrust spherical roller bearings

Thrust ball bearings



Thrust Roller Bearings

THRUST BEARINGS

یاتاقان های شعاعی محوری ، یاتاقان هایی هستند که تحمل بار را در هر دو جهت شعاعی و محوری دارا هستند .

بار وارد بر شافت از راه اجزایی از یاتاقان که دارای تماس لغزشی و یا تماس غلتشی هستند ، انتقال می یابد .

Double-row Angular Contact Ball Bearings

SKF bearings

TAPERED ROLLER BEARINGS

انواع یاتاقان ها از لحاظ نحوه تماس اجزا تحمل کننده بار

می توان یاتاقان ها را به دو دسته تقسیم بندی نمود .

۱- rolling bearing ها یا یاتاقان های غلتشی

۲- sliding bearing یا همان یاتاقان های لغزشی (بوشی)

تصاویری از **یاتاقان های لغزشی**

rolling bearing ها یا یاتاقان های غلتشی

این یاتاقان ها برای اکثر کار های صنعتی (بار های سبک و سنگین) و شرایط مختلف کاری و درجه حرارت های بالا و پائین و در اندازه های مختلف و قیمت های پائین ، از جنس های سخت با طول عمر بالا ، در تعداد زیاد به وفور در بازار یافت می شوند . تنها محدودیت آنها که باعث شده نتوانند بطور کامل جایگزین برینگ های نوع لغزشی شوند ، محدود بودن زمان کارکرد آنها و عدم توان کار در دور های بالا می باشد .

Mahar Fan Abzar Co.

طبقه بندی یاتاقان های غلتشی

بسته به نوع عامل چرخنده و نحوه تماس آن با کنس های داخلی و خارجی و تعداد ردیف عوامل چرخنده ، این نوع یاتاقان ها به دسته های مختلفی به شرح زیر طبقه بندی می شوند .

الف – بسته به نوع عامل چرخنده ای که در برینگ بکار رفته است ، این نوع یاتاقان ها به دسته های زیر طبقه بندی می شوند .

۱ – اگر قطعه چرخنده به شکل ساچمه یا ball باشد ، به آن ball bearing گفته می شود .

۲– اگر قطعه چرخنده به شکل استوانه (رولر) باشد ، به آن roller bearing گفته می شود .

۳– اگر قطعه چرخنده به شکل استوانه مخروطی (taper roller) باشد ، به آن taper roller bearing گفته می شود .

۴– اگر قطعه چرخنده به شکل بشکه barrel باشد ، به آن برینگ نوع بشکه ای یاbarrel bearing گفته می شود .

۵– اگر قطعه چرخنده به شکل سوزن (needle) باشد ، به آن برینگ سوزنی یا needle bearing گفته می شود .

ب– بر اساس نحوه زاویه تماس عوامل چرخنده با کنس های داخلی و خارجی ، این نوع یاتاقان ها به دسته های زیر طبقه بندی می شوند .

۱– اگر زاویه تماس عوامل چرخنده و کنس های داخلی و خارجی به صورت شعاعی باشد (عمود بر محور) ، به آنها radial bearing یا برینگ های شعاعی گفته می شود . موارد کاربرد آنها کنترل کردن نیروهای شعاعی است .

۲– اگر زاویه تماس عوامل چرخنده و کنس های داخلی و خارجی به صورت محوری (در جهت محور) باشد، به آن thrust bearing یا بال برینگ کف گرد گفته می شود . موارد کاربرد آنها کنترل کردن نیروهای محوری است .

۳– اگر زاویه تماس عوامل چرخنده و کنس های داخلی و خارجی به صورت زاویه ای باشد ، به آن angular contact bearing یا برینگ تماس زاویه ای گفته می شود . موارد کاربرد آنها کنترل کردن ترکیب نیروهای شعاعی و محوری است.

Mahar Fan Abzar Co.

ج – بر اساس تعداد ردیف های عوامل چرخنده ، برینگ های غلتشی را می توان به دسته های زیر تقسیم کرد .

۱- اگر برینگ دارای یک ردیف چرخنده باشد ، به آن single row یا یک ردیفه گفته می شود .

۲- اگر بیرینگ دارای دو ردیف چرخنده باشد ، به آن double row یا دو ردیفه گفته می شود .

در پمپ های گریز از مرکز از انواع بیرینگ های غلتشی مورد استفاده قرار گرفته است که در زیر به آنها اشاره می شود .

ball bearing

بال برینگ ها ، همانگونه که از نامشان پیداست ، بین پوسته داخلی و پوسته خارجیشان (کنس ها) ، تعدادی بال یا ساچمه ball قرار دارد که ممکن است بر حسب مورد استفاده در صنعت یک ردیفه یا دو ردیفه در یک پوسته قرار گرفته باشند .

بال برینگ ها از نظر باری که تحمل می کنند به دو دسته تقسیم می شوند .

۱- بال برینگ شعاعی یا radial ball bearing

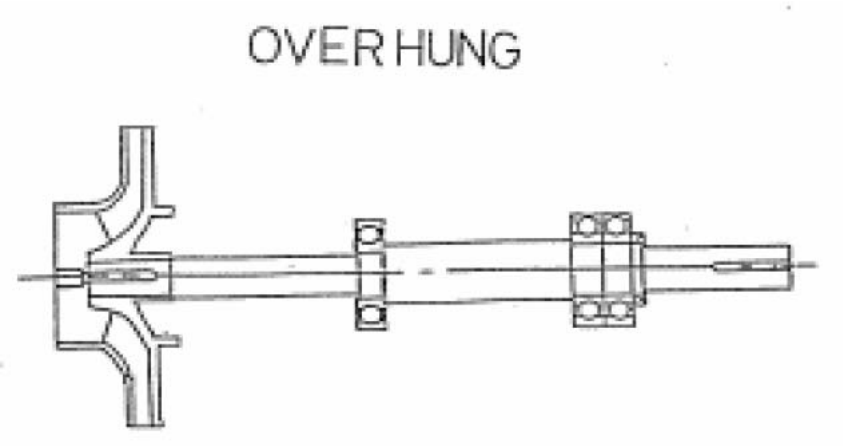
۲- بال برینگ تماس زاویه ای یا angular contact ball bearing

بال برینگ های شعاعی فقط نیروهای شعاعی را کنترل می کنند ولی بال برینگهای تماس زاویه ای علاوه بر نیروهای شعاعی نیرو های محوری را نیز کنترل می کنند . به همین دلیل به آنها یاتاقان های کف گرد یا thrust ball bearing گفته می شود .

در پمپ های گریز از مرکز افقی که در هر دو سمت محور، یاتاقان قرار میگیرد ، یاتاقان ها معمولاً با نام های یاتاقان داخلی و یاتاقان خارجی شناخته می شوند . یاتاقان داخلی بین پوسته و کوپلینگ قرار می گیرد.

در پمپ های over hang یاتاقان بندی محور در یک سمت پروانه قرار می گیرد . در این حالت به نزدیکترین یاتاقان به پروانه، یاتاقان داخلی و به یاتاقانی که دورتر از پروانه است یاتاقان خارجی گفته می شود .

Mahar Fan Abzar Co.



در پمپ هایی که در هر دو سمت محور، یاتاقان وجود دارد، یاتاقان کف گرد در انتهای خارجی و یاتاقان شعاعی در سمت داخلی قرار داده می شود . یعنی در اینگونه پمپ ها ، برای اینکه عمل تراست دو طرفه و در دو جهت محور انجام شود ، از دو عدد بال برینگ تماس زاویه ای ، در یک طرف محور به صورت پشت به پشت (back to back) ، اصولا(خارجی) و یک بال برینگ شعاعی (رادیال) در طرف دیگر پمپ (داخلی) نصب می شود .

بال برینگ های خود میزان self – aligning ball bearing

بال برینگ های خود میزان برینگ هائی هستند که قسمت داخلی کنس های داخلی و خارجی آنها کروی است و براحتی مجموعه ساچمه ها می تواند روی آن حرکت چرخشی و زاویه ای داشته باشد . یعنی محور علاوه بر حرکت دورانی ، حرکت پیچشی (مفصلی) نیز می تواند داشته باشد . این نوع بال برینگ ها بیشتر برای دستگاه های نسبتا طویل بکار می روند تا در مقابل تراز نبودن محور ها alignment و یا تغییر شکل های احتمالی (خمیدگیها) قابلیت جابجائی و انعطاف داشته باشد .

رولر برینگ ها roller bearing

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

Mahar Fan Abzar Co.

اصولا رولربرینگ ها برای بارهای سنگین و دور های کم مورد استفاده قرار می گیرند . بخاطر اینکه سطح تماس و درگیری قسمت متحرک با قسمت ثابت ، در آنها زیاد بوده و در نتیجه اصطکاک زیاد تر خواهد بود . بنابراین کمتر برای دور های زیاد استفاده می شوند .

شناسائی برینگ های غلتشی از روی کد آنها

بر خلاف برینگ های نوع لغزشی ، همه برینگ های نوع غلتشی دارای کد هائی هستند که روی آنها حک شده است و با این کدها شناسائی می شوند . این کدها از تعدادی حروف و تعدادی اعداد تشکیل شده اند که بعضی از حروف قبل از اعداد واقع می شوند (پیشوند) و بعضی از حروف بعد از اعداد (سوند) . هر کدام از آنها مبین مشخصه ای از برینگ است .

اعداد حک شده بر روی برینگ ها استاندارد است و تمامی کارخانجاتی که برینگ های عمومی می سازند ،موظفند آن را رعایت کنند. ولی برینگ های مخصوص که برای کارهای خاص ساخته می شوند ، ممکن است بعضی مواقع از این استاندارد تبعیت نکنند . همچنین حروف پیشوند وپسوند نیز بطور کامل عمومی نبوده و کارخانجات برینگ سازی ممکن است حروفی را روی برینگ خود حک کنند که مبین مشخصه ای دیگر از برینگ کارخانه دیگر باشد .

در سیستم متریک اعدادی که روی برینگ ها حک می شوند به ترتیب از سمت راست به چپ مبین :

دو رقم سمت راست = قطر داخلی برینگ

اگر عدد قرائت شده در عدد ۵ ضرب شود ، قطر داخلی کنس داخلی برینگ را نشان می دهد .

البته استثناهائی هم در این زمینه وجود دارد که عبارتند از :

الف – اگر دو عدد سمت راست 00 باشد قطر داخلی برینگ 10میلی متر است .

ب- اگر دو عدد سمت راست 01 باشد قطر داخلی برینگ 12میلی متر است .

ج- اگر دو عدد سمت راست 02 باشد قطر داخلی برینگ 15میلی متر است .

د- اگر دو عدد سمت راست 03 باشد قطر داخلی برینگ 17میلی متر است .

ح- اگر دو عدد سمت راست 04 باشد قطر داخلی برینگ 20میلی متر است .

برای اعداد دیگر قانون ذکر شده رعایت می شود .

عدد سوم از سمت راست = کلاس برینگ

این عدد مشخص کننده بار بیرینگ است و یکی از پنج عدد 0, 1, 2, 3, 4 می باشد .

Mahar Fan Abzar Co.

هر چه کلاس برینگ بالاتر باشد بار بیشتری را می تواند تحمل کند .

بطور مثال برینگی که سه عدد سمت راست آن 315 باشد ، قطر داخلی آن 75 میلی متر است و نسبت به برینگی که سه عدد سمت راست آن 215باشد ، قطر داخلی آن 75 میلی متر است ولی بار بیشتری را تحمل می کند .

با بالا رفتن کلاس برینگ ، (با توجه به اینکه قطر داخلی ثابت است) قطر خارجی ، پهنا و قطر ساچمه ها بالاتر می رود .

اعداد باقی مانده که دو یا سه رقم خواهد بود = نوع برینگ است . مثلا اگر :

۱- عدد 6 باشد ، برینگ از نوع بال بوده و بال برینگ نوع ساده است .

۲- عدد 7 باشد ، برینگ از نوع ساچمه ای تماس زاویه ای است.

۳- عدد 53 ، بال برینگ از نوع ساچمه ای دو ردیفه است .

۴- عدد 7 باشد ، برینگ از نوع ساچمه ای تماس زاویه ای است.

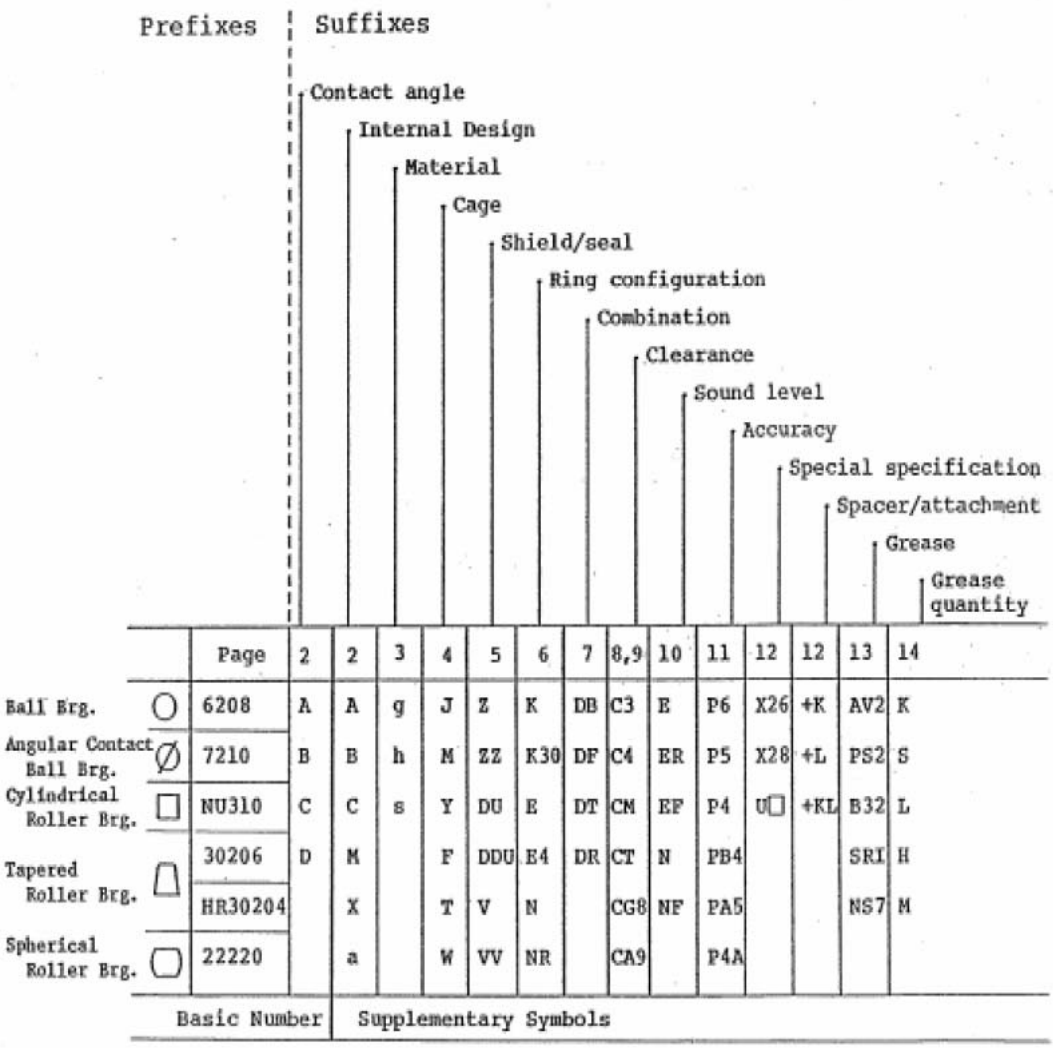
۵- عدد 232 باشد ، مبین برینگ از نوع ساچمه ای خود میزان است .

۶- عدد 51 باشد ، مبین برینگ از نوع بال برینگ کف گرد است .

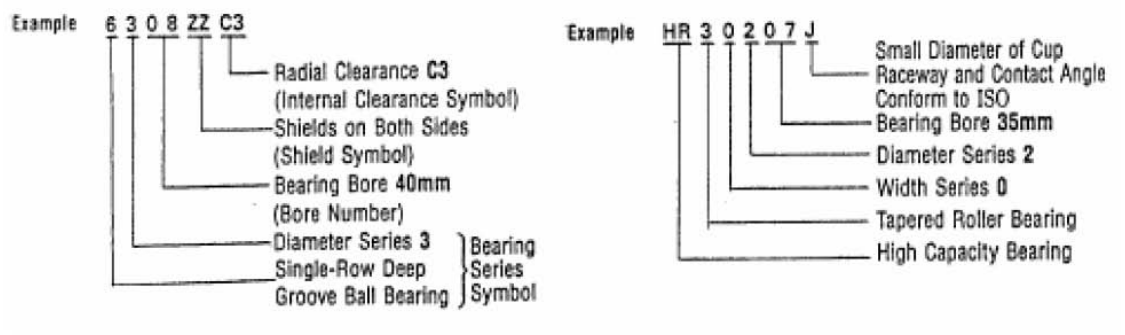
۷- عدد 322 , 302 ,313.303 باشد ، برینگ از نوع رولر مخروطی است .

بعضی از پیشوند ها و پسوند ها در جدول زیر آمده است .

Mahar Fan Abzar Co.



چند مثال:



Mahar Fan Abzar Co.

عوامل کاهش دهنده عمر بال برینگ ها

۱- مسائل و مشکلات ناشی از نصب

۲- عدم هم محوری

۳- بار بیش از حد روی برینگ

۴- گرمای بیش از حد

۵- روغن نامناسب

۶- روغنکاری ناقص

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

۸- کثیف بودن روغن

۹- ارتعاشات بیش از حد محور

۱۰-مسائل ناشی از حمل و نقل

۱۱- جریان های الکتریکی

sliding bearing یا همان یاتاقان های لغزشی (بوشی)

در این برینگ ها که اصولا بوش های استوانه ای یا نیمه استوانه ای هستند ، (هلالی) محور توسط یک فیلم نازکی از روغن ، روی یاتاقان لغزندگی پیدا نموده و می چرخد . این نوع یاتاقان ها بر حسب مورد استفاده از جنس ها و شکلهای مختلفی ساخته می شوند که پر مصرف ترین آنها در پمپ ها ، یاتاقان های نیمه استوانه ای با لایه داخلی وایت متال (بابیت) است .

یاتاقان های لغزشی در دو دسته طبقه بندی می شوند .

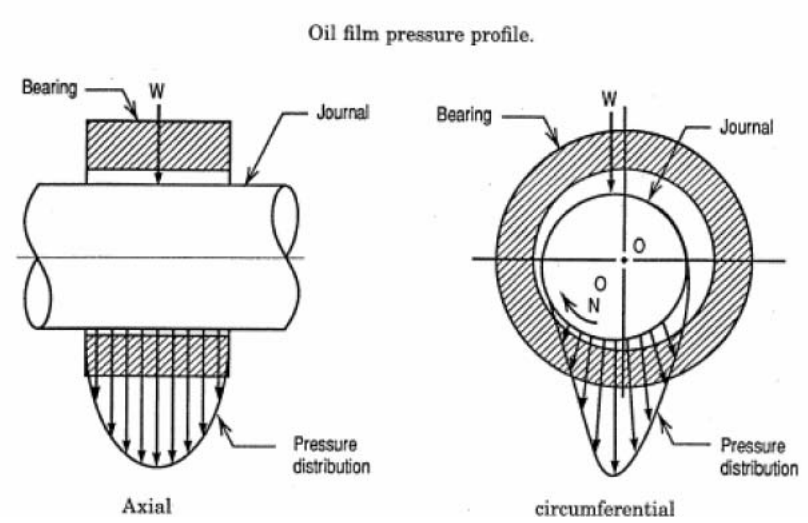
۱- رادیال برینگ ها یا یاتاقان های شعاعی که برای کنترل کردن و مهار کردن نیروها و حرکت های شعاعی بکار می روند .

۲- تراست برینگ ها که برای کنترل نمودن و خنثی کردن نیروهای محوری بکار می روند .

Mahar Fan Abzar Co.

یاتاقان های لغزشی شعاعی journal bearing

این نوع یاتاقان ها تحمل کننده کلیه نیروهای شعاعی هستند که به وسیله محور شفت به آن وارد می شود . این نوع از یاتاقان ها روی فیلمی از روغن حرکت می کنند . در صورتی که یاتاقان درست طراحی شده باشد ، و جنس آن مناسب بوده و درست تنظیم شده باشد ، و اختلالی در سیستم روغنکاری از لحاظ نوع روغن و فشار روغن وجود نداشته باشد و درست استفاده شوند (مسائل حین راه ندازی و از سرویس خارج کرده دستگاه درست باشد) از معدود قطعاتی هستند که می توان ادعا نمود طول عمر آنها بی نهایت است . ولی به دلیل نیاز به مراقبت های بیشتر نسبت به بال برینگها ، مورد استفاده آنها محدودمی شود .



شرایط انتخاب این نوع یاتاقان ها

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

۱- قطر شفت

۲- مقدار بار یا نیروی وارده به وسیله محور و قطعات

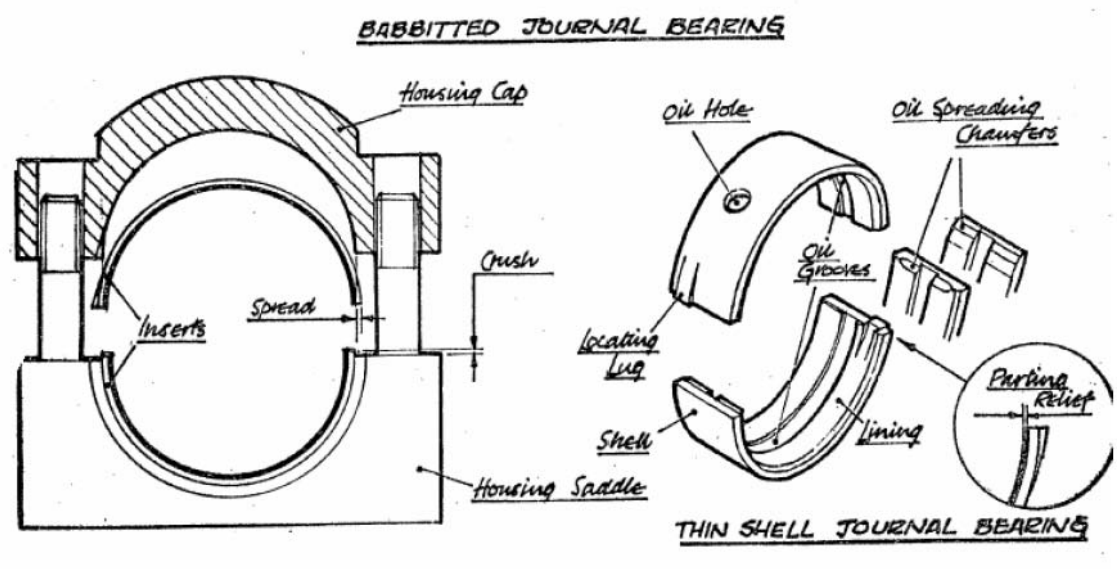
۳- سرعت دوران محور

۴- غلظت روغن و روش روغنکاری

۵- درجه حرارت کاری

۶- وزن مخصوص مایع پمپ شونده

Mahar Fan Abzar Co.



موارد حائز اهمیت یاتاقان های لغزشی

الف – لقی بین یاتاقان و محور که باید در حد توصیه شده از طرف طراح یا کارخانه سازنده باشد . بیشتر شدن این لقی باعث افزایش ارتعاشات و حرکت محور ، کاهش فشار فیلم هیدرواستاتیکی روغن زیر یاتاقان ، سایش و خرابی زود رس یاتاقان و ..... می شود . کم شدن لقی باعث عدم وجود فضای کافی برای نفوذ روغن و اختلال در سیستم روغنکاری و گرم شدن و.... می شود .

ب- روغن مناسب و روغنکاری صحیح

ج- درجه حرارت کاری مناسب و ثابت نگه داشتن دمای آنها در حین کار

د- داشتن جنس مناسب که دارای ضریب اصطکاک کم باشد و داشتن مقاومت کافی در برابر نیروهای اعمال شده ، و در عین حال ضعیف تر بودن آن نسبت به محور برای جلوگیری از خرابی محور و وجود خاصیت الاستیسیته مناسب برای damping ارتعاشات و .....

یکی از محدودیت های کاری این نوع یاتاقان ها ، استفاده آنها در ماشین آلات با دور های بالا است که باعث ایجاد پدیده ای به نام چرخش روغن یا oil whirl است .

Mahar Fan Abzar Co.

چرخش روغن یا oil whirl

اگر سرعت چرخش محور در داخل ژورنال برینگ ها از مقدار مشخصی بالاتر رود ، به دلیل اصطکاکی که بین روغن و یاتاقان وجود دارد ، روغنی که در اطراف یاتاقان برای روغنکاری ، خنک کاری و .... تزریق شده است ، شروع به چرخش می کند و باعث اعمال نیروهای توربولانسی روی محور می شود که باعث شلاق زدن روی شفت می گردد. بخصوص در ماشین آلاتی که روتور های دور بالا و نسبتا سبکی دارند ، ارتعاشات و حرکت های اضافی را باعث می گردد که می تواند خیلی خطر ناک باشد .

راههای اصلاح مشکل چرخشی روغن

۱- تغییر درجه حرارت روغن

۲- تغییر دادن نوع روغن

۳- تغییر دادن کلرانس (لفی) یاتاقان

۴- تغییر دادن فشار روغن

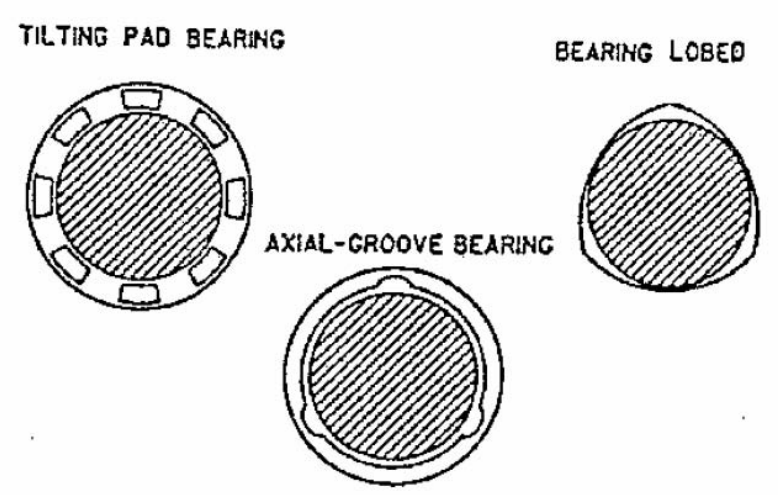
۵- تغییر نوع یاتاقان

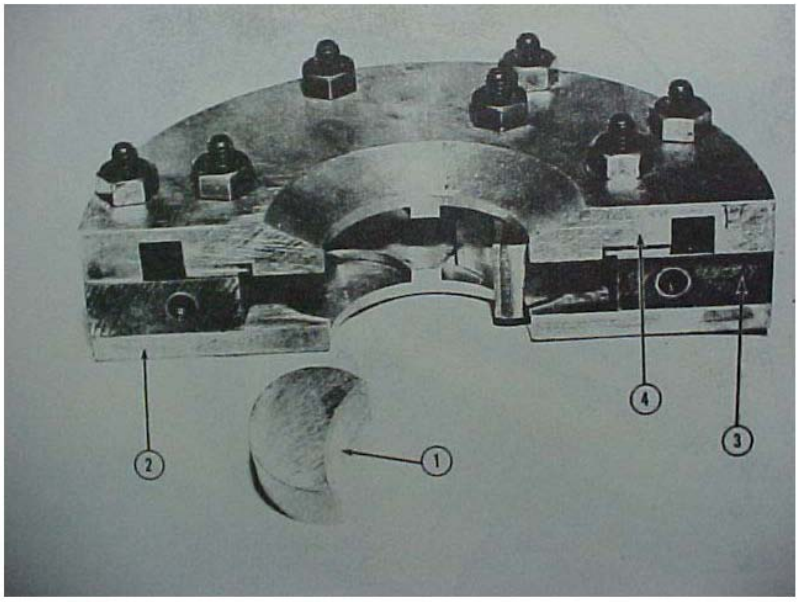
معمولا برای رفع این مشکل ، روی توربین ها و کمپرسور های گریز از مرکز با دور بالا از دو نوع طراحی استفاده می شود .

۱- استفاده از یاتاقان هائی که در داخل آنها شیار های محوری به فاصله مساوی از یکدیگر تعبیه شده که باعث فرو رفتن روغن در این شیار ها شده و جلوی چرخش روغن گرفته می شود .

۲- استفاده از برینگ های نوع لقمه ای tilting pad که حالت tilting کفشک های آن باعث می شود که کفشک حرکت ثابت را دنبال کند و یاتاقان بتواند حالت خود میزان self alining عمل کند و در نتیجه علاوه بر خنثی نمودن چرخش روغن و damping سیستم پایداری کلی محور افزایش پیدا کند .

Mahar Fan Abzar Co.





Mahar Fan Abzar Co.

یاتاقان های لغزشی نوع تراست thrust bearing

این یاتاقان ها علاوه بر اینکه نیروهای شعاعی را کنترل می کنند ،از حرکت محوری نیز جلوگیری می کنند .

این یاتاقان به دو صورت مورد استفاده قرار می گیرند .

الف – برینگ های نوع فلنجی

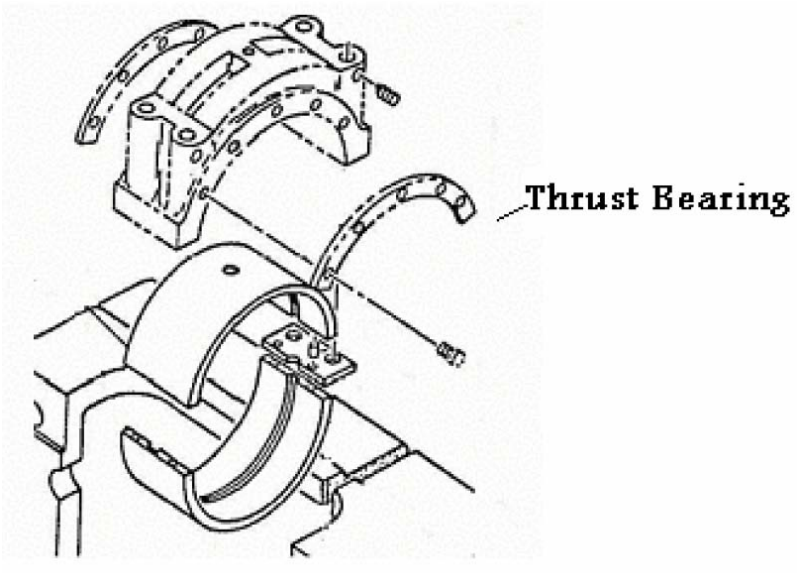
ب- برینگ های نوع کینگز بوری

برینگ های نوع فلنجی

در این نوع یاتاقان های نوع بوشی لبه ای وجود دارد که روی آن لایه ای از وایت متال (بابیت) پوشانده می شود و با استفاده از فیلم روغنی که در این ناحیه توسط سیستم روغنکاری تزریق می شود از حرکت محوری شفت جلوگیری می کند . این نوع یاتاقان ها برای نیروهای محوری کم و یا جاهائی که احتمال حرکت محوری وجود داشته باشد مورد استفاده قرار می گیرد . مثل جعبه دنده هائی که چرخ دنده آنها جناقی بالانس شده است .

در بعضی از یاتاقان های نوع فلنجی از یاتاقان های نعلی شکل که به صورت نیم دایره ای است و توسط پیچ روی سطح یاتاقان نصب می شود استفاده می شود . به طور مثال یاتاقان تراستی که برای کنترل حرکت محوری میل لنگ ها بکار می رود یا یاتاقان هائی که برای کنترل حرکت های جانبی دسته شاتون ها است از این نوع می باشد .

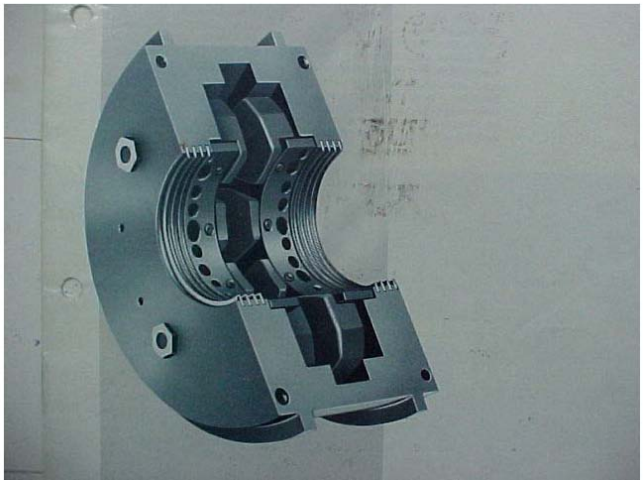
Mahar Fan Abzar Co.



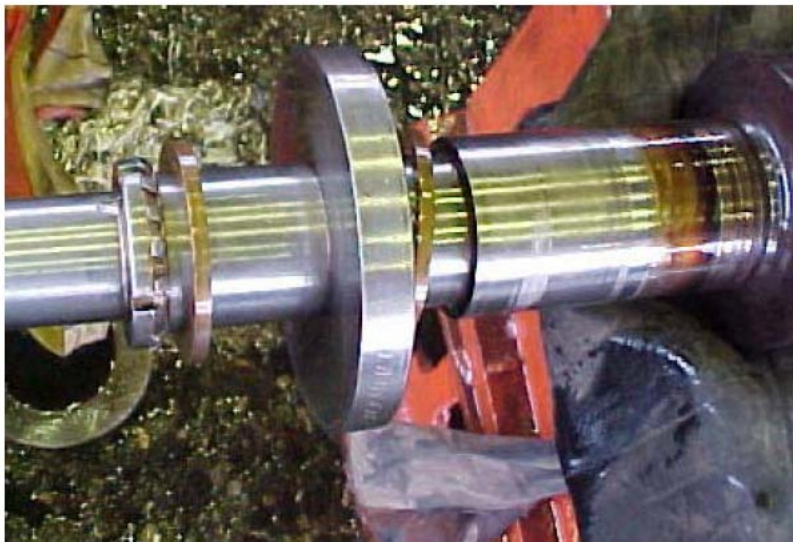
برینگ های نوع کینگز بوری

نوع دیگر یاتاقان های تراست از نوع کینگز بوری است . این یاتاقان ها بارهای محوری را توسط لقمه هائی با روکش بابیت که pad نامیده می شود تحمل می کنند . عمل این نوع یاتاقان ها مثل ترمز های دیسکی است که در اتومبیل ها استفاده شده است که با حرکت لقمه ها (لنت ها) از حرکت دیسک جلوگیری می کنند . البته با این تفاوت که در یاتاقان های کینگز بوری pad ها یا لقمه ها در جای خود ثابتند و حرکت های محوری شفت توسط دیسکی که روی محور ثابت است و به آن تراست دیسک گفته می شود گرفته می شود . هر کدام از لقمه هائی که در روی هر طرف مجموعه هوزینگ برینگ نصب شده است ، نیروهای محوری در یک جهت را کنترل می کنند . البته باید یک فاصله محوری کمی بین لقمه ها و تراست دیسک وجود داشته باشد تا فیلم روغن روانکاری بتواند بین آنها تشکیل شود و عملیات روغنکاری و جذب و انتقالد حرارت و ... را انجام دهد .

Mahar Fan Abzar Co.



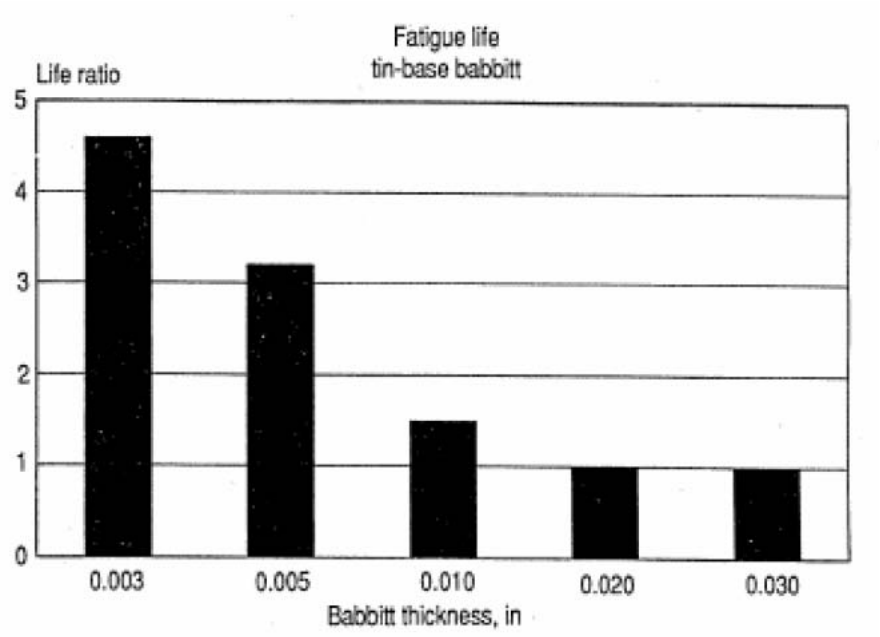
در شکل زیر نمائی از تراست دیسک که روی محور نصب شده است نشان می دهد .



نکات مهم در یاتاقان های بوشی

۱- *ضخامت بابیت پارامتر بسیار مهمی است که تاثیر بسزائی در طول عمر این نوع یاتاقان ها می تواند داشته* باشد . هر چه ضخامت بابیت کمتر باشد ، طول عمر آن بیشتر می شود . البته به این نکته باید توجه داشت که ضخامت بابیت به اندازه ای باید باشد تا اگر ذرات جامد یا براده ای در زیر یاتاقان قرار گرفت ، بتواند به طور کامل در آن فرو رود . نمودار ضخامت بابیت در زیر آورده شده است .

Mahar Fan Abzar Co.



Bearing life as affected by babbitt thickness.

۲- در طراحی یاتاقان های نوع بوشی نسبت $\frac{L}{D}$ اهمیت زیادی دارد . (L طول یاتاقان و D قطر یاتاقان می باشد) هر چه D برای مقدار مشخصی بیشتر باشد ، فشار هیدرواستاتیکی متوسط زیر یاتاقان کمتر می شود . تجربه برای نسبت $\frac{L}{D}$=۱ جواب خوبی نشان داده است. یعنی اگر طول یاتاقان متناسب با قطر آن باشد ، با کاهش L و در نتیجه کاهش نسبت $\frac{L}{D}$ مقدار روغن خارج شده از دو انتهای یاتاقان بیشتر می شود . خروج روغن زیاد باعث خروج مقدار بیشتری از حرارت تولید شده می گردد.

جنس یاتاقان ها

اصولا یاتاقان ها را باید از جنسی انتخاب کرد که :

۱- در مقابل تنش های فشاری مقاوم باشند .

۲- مدول الاستیسیته آنها پائین باشد (نرم باشند)

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

Mahar Fan Abzar Co.

۴- در برابر سایش و در تماس با فولاد مقاوم باشند .

۵- خاصیت جذب ذرات را داشته باشند ، به صورتی که ذرات خارجی روغن را جذب نمایند .

۶- مقاومت برشی آنها پائین باشد . یعنی به آسانی تغییر شکل دهند .

۷- در بر ابر زنگ زدگی مقاوم باشند .

۸- خاصیت هدایت حرارتی آنها خوب باشد .

آلیاژهای مسی و بابیتی (بابیت از آلیاژ قلع و سرب است) بیشتر از انواع دیگر آلیاژ ها در یاتاقان ها مورد استفاده قرار می گیرند .

در جدول زیر فلز و درصد آلیاژهای مصرفی در ساخت آنها نشان داده شده است .

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
نئیموان Sb	6.75	10	-	-	-
روي Zn	-	-	4	-	-

محاسن بابیت

۱- یکی از محاسن بابیت این است که می توان آن را براحتی جاسازی نمود . یا به عبارت دیگر پس از ریخته گری یاتاقان و نصب آن ، محور را مدتی در آن چرخاند تا کاملا جا بیفتد یا آب بندی شود .

۲- بابیت خاصیت جذب دارد و در مواردی که محور کمی از مرکز خارج باشد ، خود را به راحتی با محور وفق دهد .

البته از فلزات دیگر نیز می توان در ساخت یاتاقان ها استفاده کرد . به عنوان مثال:

Mahar Fan Abzar Co.

۱- از آلیاژ نقره ، برای مواردی که بارهای سنگین وجود داشته باشد استفاده کرد .

۲- همچنین از آلیاژ های چدنی در صورتی که سطح چدن خوب صیقل شده باشد ، می توان برای مواردی که امکان فرسودگی زیاد باشد استفاده کرد .

۳- از آلیاژهای مس – آلومینیوم نیز در یاتاقان های موتور های احتراق داخلی به وفور استفاده می شود .

۴- گاها برای ساختن یاتاقان از موادی نظیر لاستیک ، نایلون ، تقلون ، سرامیک ذغالی و ...نیز می توان استفاده کرد . برای مثال از این نوع یاتاقان ها برای ساختن بوش های پمپ های عمودی که توسط مایع پمپ شونده *روانکاری می شوند استفاده زیادی می شود .*

یاتاقان های بدون اصطکاک یا anti friction bearing

در تماس غلتشی یاتاقان ها ، اصطکاک وجود ندارد . از این رو rolling bearing ها یاتاقان های بدون اصطکاک یا anti friction bearing نامیده می شوند .

عضو غلتان و تحمل کننده بار شعاعی یا محوری در این بیرینگ ساچمه و غلتک می باشند .

یاتاقان های با اصطکاک یا friction bearing

در تماس لغزشی یاتاقان ها ، اصطکاک وجود دارد و sliding bearing یاتاقان های با اصطکاک یا friction bearing نامیده می شوند .

ساختمان یاتاقان های غلتشی

یک یاتاقان از اجزائ زیر تشکیل شده است:

۱--حلقه بیرونی یا outer cones

۲- حلقه درونی یا inner cones

۳- ساچمه یا غلتک ball or roller

۴- محفظه نگهدارنده housing

Mahar Fan Abzar Co.

محفظه نگهدارنده باعث می شود که ساچمه ها به هم نچسبند و در یک محل تجمع نکنند . در بیشتر موارد حلقه بیرونی در محل نصب خود محکم است و نمی چرخد . حلقه درونی به محور محکم می شود و با حرکت شافت می چرخد . تمام یاتاقان های ضد اصطکاک یا از نوع ساچمه ای می باشند و یا غلتکی هستند . سطح تماس غلتک از سطح تماس ساچمه بیشتر است . از این رو یاتاقان های غلتکی به لحاظ سطح تماس بزرگتر ، بار بیشتری را می توانند تحمل کنند .

یاتاقان ها درون محفظه یاتاقان (housing) نصب می شوند . این محفظه ممکن است به پوسته متصل شود و یا به طور یک پارچه با آن ریخته گری شود . نگهداری و ذخیره روانکار لازم برای عملکرد بی نقص یاتاقان ها ، یکی از وظایف محفظه یاتاقان ها است .

خنک کردن یاتاقان ها

یاتاقان ها نیاز به وسیله ای خنک کننده دارند تا گرمای تولید شده در آنها و یا گرمای ناشی از سیال پمپ شونده به خارج از محفظه یاتاقان منتقل شود تا به این ترتیب دمای روانکار و یاتاقان ها در حد مناسب قرار گیرد . برای این منظور از water jacket استفاده می شود . jacket در دور housing بیرینگ قرار میگیرد .

Mahar Fan Abzar Co.

Flushing seal System

Flushing به شش روش آوردن سیال به محفظه آب بندی یک پمپ سانتریفوژ جهت خنک کاری گفته می شود .

این شش روش عبارت هستند از :

- Discharge Recirculation Line - استفاده از سیال خط تخلیه یا دهش
- Suction Recirculation Line - ارتباط با سیال خط مکش
- Clean Liquid From Out Side Source - استفاده از سیال خارجی
- Burrier Or Buffer Fluid -
- Jacketing -
- Quenching -

محفظه ای که آب بندی مکانیکی(mechanical Seal) در آن قرار دارد کوچک است . با چرخش شافت ، قسمت های دوار مکانیکال سیل به چرخش درآمده ، و باعث ایجاد گرما در محفظه مکانیکال سیل می گردد . دو سطح Rotating Face & Stationary Face با لایه ای نازک از روانساز که معمولاً مایع پمپ شونده می باشد از هم جدا می شوند . اگر به نحوی لایه روانساز از بین سطح خارج شود در این صورت Rotating Face & Stationary Face مستقیماً با هم در تماس بوده و گرما در سطوح دوار ایجاد خواهد شد . در صورتی که حرارت ایجاد شده به نحوی از مکانیکال سیل خارج نشود . مکانیکال سیل گرم خواهد شد . از قسمت های بسیار حساس به گرما ، O-Ring ها می باشند . O-Ring ها خراب شده و درست عمل نمی کنند . بنابراین مکانیکال سیل نشتی خواهد داشت . برای جلوگیری از گرم شدن مکانیکال سیل از سیستم Flushing استفاده می شود .

۱- Discharge Recirculation Line (استفاده از سیال خط تخلیه یا رانش)

در این روش یک Line جهت انتقال مایع خنک کننده و شستشو دهنده به مکانیکال سیل ،از دهانه Discharge گرفته می شود . سیال پس از شستشو و خنک کاری یا از طریق یک Line به دهانه Suction فرستاده می شود و یا از سوراخ های متعادل کننده پروانه به دهانه Suction برگشت داده می شود . سیال Flushing فشاری به

Mahar Fan Abzar Co.

اندازه فشار discharge خواهد داشت . امتیاز این روش در همین موضوع است یعنی از آنجاکه خط شستشو از Discharge گرفته شده فشار مکانیکال سیل زیاد می شود . با افزایش فشار مکانیکال سیل ، از بخار شدن سیال در بین سطوح جلوگیری شود . بخار شدن سیال موجود در بین سطوح دوار و ثابت ، باعث باز شدن سطوح و عدم عملکرد مکانیکال سیل خواهد شد . اما این روش زمانی توصیه می شود که در داخل سیال مواد جامد وجود نداشته باشد چون در صورتی که در سیال مواد جامد باشد ، مواد جامد می تواند در بین سطوح مکانیکال سیل وارد شده ، باعث خرابی آن شود . مواد جامد می تواند باعث خراشیدگی سطوح دوار و ثابت و فرسایش سریع آنها و خرابی مکانیکال سیل شود . در این صورت استفاده از Cyclone Separator در Flushing Line جهت جداسازی مواد جامد توصیه می شود .

استفاده از Discharge Recirculation Lineجهت خنک کاری

Mahar Fan Abzar Co.

استفاده از Discharge Recirculation Line جهت خنک کاری

۲- Suction Recirculation Line (ارتباط با سیال خط مکش)

Suction Recirculation Line برای پمپ های عمودی استفاده می شود . چون فشار محفظه آب بندی در این پمپ هابرابر فشار Discharge می باشد.

در این پمپ ها سیال از دهانه Discharge از فضای مابین پشت پروانه و پوسته به پشت پروانه به صورت نشتی وارد می شود . از آنجا که پروانه های پمپ های عمودی فاقد سوراخ های متعادل کننده می باشند . فشار در پشت پروانه برابر فشار Discharge خواهد بود . بنابراین محفظه آب بندی فشاری به اندازه فشار discharge خواهد داشت . باقی ماندن سیال در محفظه آب بندی باعث افزایش دمای سیال خواهد شد و در صورتی که سیال پمپ شونده هیدروکربن باشد ، افزایش دمای سیال موجب شکستن پیوندهای کربن هیدروژن و در نهایت تشکیل کک خواهد شد . کک تشکیل شده در بین سطوح دوار و ثابت مکانیکال سیل قرار گرفته ، باعث خراشیدگی و فرسایش سطوح و در نهایت نشتی مکانیکال سیل خواهد شد . با توجه به فشار محفظه آب بندی که فشار Discharge می باشد . استفاده ازDischarge Recirculation Line با توجه به عدم اختلاف فشار محفظه آب بندی و

Mahar Fan Abzar Co.

Discharge عملی نمی باشد . برای این منظور یک لاین از محفظه آب بندی خارج شده و به دهانه Suction فرستاده می شود . از این رو سیال نشت کننده به پشت پروانه پس از عبور از مکانیکال سیل و شستشو و خنک کاری آن به دهانه Suction فرستاده می شود .

استفاده از Suction Recirculation Lineجهت خنک کاری

استفاده از Suction Recirculation Lineجهت خنک کاری

Mahar Fan Abzar Co.

۳- Clean Liquid From Out Side Source (استفاده از سیال خارجی)

اگر سیال پمپ شونده حاوی مواد جامد زیادی باشد ، نمی توان از خود سیال برای Flushing استفاده نمود . از این رو از یک سیال خارجی و تمیز جهت Flushing استفاده می شود . سیالی که جهت شستشو استفاده می شود می تواند آب تمیز ، یکی از مشتقات محلول پمپ شونده ، سیالی سازگار با سیال پمپ شونده باشد

۴- Barrier Or Buffer Fluid

در پمپ هایی که سیالات سمی را پمپاژ می کنند جهت جلوگیری از نشتی و اطمینان از عملکرد مکانیکال سیل ، به جای استفاده از یک سیل ، از سیل های دوگانه یا Double Mechanical Seal استفاده می شود . در حقیقت سیل خارجی به عنوان پشتیبان سیل داخلی عمل می کند . در بین دو سیل باید سیالی وجود داشته باشد . روانکاری سیل اول توسط سیال پمپ شونده و روانکاری سیل دوم توسط این سیال صورت می گیرد . سیال مابین سیل ها ، از مخزن سیال آب بندی یا Seal Pot تامین می شود . اگر فشار سیال مابین سیلها ازفشار مکانیکال سیل بیشتر باشد به آن Barrier Flow گفته می شود . در صورتی که فشار سیال مابین سیلها ازفشار مکانیکال سیل کمتر باشد به آن Buffer Flow گفته می شود .

۵- Jacketing

برای پمپ هایی که سیال با دمای بالا را پمپاژ می کنند معمولاً از Jacket جهت خنک کاری مکانیکال سیل استفاده می شود که Jacket به دور محفظه آب بندی قرار می گیرد . سیالی که جهت خنک کاری در Jacket استفاده می شود بایستی فاقد مواد رسوب دهنده باشد زیرا تشکیل رسوب در Jacket میزان انتقال حرارت بین سیال خنک کننده و مکانیکال سیل را کاهش می دهد .

۶- Quenching

در پمپ هایی که سیال با دمای پایین را پمپاژ می کنند امکان یخ زدن سیال در مکانیکال سیل وجود دارد . جهت مقابله با مشکل ذکر شده ازسیستم Quenching استفاده می شود . در سیستم Quenching یک Line وارد

Mahar Fan Abzar Co.

Seal Plate و یا به عبارتی همان قسمت از مکانیکال سیل که با هوای بیرون در تماس است شده و از داخل این Line معمولاً بخار یا آب جهت گرم کردن مکانیکال سیل عبور داده می شود .

کوپلینگ ها :

پمپ های سانتریفوژ بجز پمپ های یکسره (Close Pump) که شافت پمپ و موتور در آنها یکی است به موتور محرک خود به وسیله کوپلینگ متصل می شوند . کوپلینگ ها در حقیقت حرکت دورانی موتور را به شافت پمپ منتقل کرده و باعث چرخش شافت و پروانه می شوند . قبل از اتصال کوپلینگ پمپ و موتور باید از هم محوری شافت و موتور اطمینان حاصل کرد .

انواع کوپلینگ

کوپلینگ ها به دو دسته تقسیم می شوند:

الف –کوپلینگ های صلب یاRigid Coupling

ب–کوپلینگ های انعطاف پذیر یا Flexible Coupling

در حالتی که نیاز به همراستایی دقیق محورها باشد از کوپلینگ صلب استفاده می شود . کوپلینگ های انعطاف پذیر تا اندازه ای قادر هستند در صورت ایجاد نا همراستایی مابین شافت پمپ و موتور، آن را جبران کنند .

هم راستا نبودن محورها به ۳ طریق اتفاق می افتد :

۱– عدم هم راستایی به صورت جابجایی محوری (Offset Misalignment)

این حالت وقتی اتفاق می افتد که صفحات کوپلینگ پمپ و موتور موازی باشند ولی محور شافت ها در یک ارتفاع نباشند .

۲– عدم هم راستایی زاویه ای (Angular Misalignment)

این حالت زمانی اتفاق می افتد که محور هر دو شافت در یک ارتفاع و موقعیت است ولی فاصله بین دو صفحه کوپلینگ ازبالا به پایین تفاوت دارد .

۳– ترکیب دو حالت ۱و۲

Mahar Fan Abzar Co.

در این حالت هر دو حالت ۲و۱ با هم وجود دارد .

الف) کوپلینگ صلب :

در حالتی که نیاز به همراستایی دقیق محورها باشد از کوپلینگ صلب استفاده می شود . کوپلینگ صلب ناهمراستایی بین محورها را هر چند کم نمی پذیرد برای اتصال ، شافت پمپ و موتور باید به دقت هم راستا شوند .

کوپلینگ صلب در دو نوع ساخته می شود. یک نوع از آن از دو فلنج تشکیل شده که یکی روی شافت محرک (موتور) و دیگری روی شافت پمپ نصب می شود و به وسیله پیچ و مهره به هم بسته می شوند .

نوع دیگر از دو نیم استوانه تشکیل شده که روی هم قرار گرفته و به وسیله پیچ و مهره به هم اتصال می یابند .

انتقال گشتاور از شافت موتور به شافت پمپ به وسیله خارهای معمولی صورت می گیرد .

کوپلینگ انعطاف پذیر :

کوپلینگ انعطاف پذیر علاوه بر انتقال گشتاور ، وظیفه سازگار کردن نا همراستایی محورها را به عهده دارند .

ناهمراستایی شافت ها به علت تغییر بار ، تغییر دما ، استارت ناگهانی یا توقف سریع به وجود می آید . کوپلینگ های انعطاف پذیر خود به انواع مختلف تقسیم می شوند .

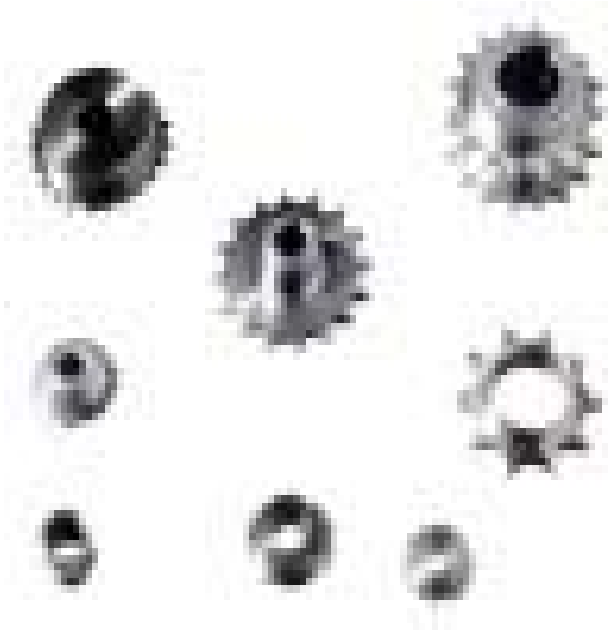
۱- کوپلینگ های انعطاف پذیر مکانیکی

به کوپلینگ هایی گفته می شود که انعطاف پذیری آنها به خاطر ساختمان مکانیکی یا متریال آنها می **باشد** . اگر انعطاف پذیری کوپلینگ به خاطر متریال باشد به آن کوپلینگ انعطاف پذیر متریالی گفته می شود. قطعه انعطاف پذیر در این کوپلینگ ها ممکن است از فلز یا پلاستیک باشد

۲- کوپلینگ انعطاف پذیر دنده ای (Gear Coupling)

بر روی شافت پمپ و موتور ۲ توپی نصب شده است که لبه های آن دندانه دار است . این دنده ها به وسیله یک بوش که دارای دندانه های داخلی است پوشانده می شود . دندانه های چرخ دنده ها با دندانه های داخلی بوش درگیر شده و انتقال گشتاور صورت می گیرد . این نوع کوپلینگ ها نیاز به روغنکاری دارند.

Mahar Fan Abzar Co.



Gear Coupling

این نوع کوپلینگ بین ۳تا۵ سال و گاهی اوقات ۱۰–۵ سال می تواند بودن نیاز به تعمیرات کار کند . در صورتی که بوش از جنس پلاستیک باشد ، احتیاج به روغنکاری ندارد . در پمپ های کوچک که نیاز به گشتاور کمی دارد از آن استفاده می شود .

۳- کوپلینگ زنجیری :

از دو Hub با لبه های دندانه دار (محل قرار گرفتن زنجیرها) تشکیل شده است که روی شافت پمپ و الکتروموتور نصب می شود . اتصال به وسیله زنجیری که روی دندانه ها می افتد حاصل می شود و کوپل به وسیله میله ها و مهره های زنجیر منتقل می شود .

Roller Chain Coupling

Mahar Fan Abzar Co.

۴- Jaw Coupling

از دو Hub تشکیل شده که بر روی آن زائده هایی وجود دارد که این زائده ها توسط یک ماده انعطاف پذیر پر می شود .

قسمت انعطاف پذیر می تواند یک پارچه باشد یا دو تکه . جنس این ماده انعطاف پذیر می تواند از مواد مختلفی از قبیل لاستیک باشد .

Jaw Coupling برای پمپ های کوچک و متوسط استفاده می شود .

۵- Rubber Coupling

قسمت انعطاف پذیر استفاده شده در این کوپلینگ ها Rubber می باشد . بر روی Hub سمت پمپ یا موتور حفره هایی وجود دارد که Rubber ها در داخل آن قرار می گیرند . با بستن پیچ های متصل به Rubber , Rubber انبساط حجمی پیدا می کند و کاملاً حفره را پر می کند . اگر ماده انعطاف پذیر خراب شود کوپلینگ روی تیغه های فلزی کار می کند . در پمپ های بزرگ از این نوع کوپلینگ استفاده میشود . گاهی اوقات در پمپ های کوچک و متوسط هم از آنها استفاده می شود .

Rubber Coupling

سیکلون (Cyclone Separator)

جهت خنک کردن و تمیز کردن مکانیکال سیل ، عمل Flushing را انجام می دهند . یکی از روش های Flushing ، گرفتن یک Line از Discharge و انتقال سیال جهت شستشو و خنک کاری به مکانیکال سیل

Mahar Fan Abzar Co.

میباشد . در صورتی که سیال تمیز بوده و فاقد ذرات جامد باشد ، این نحوه شستشو مفید خواهد بود و ایجاد مشکلی در مکانیکال سیل نخواهد کرد . در صورتی که ذرات جامد در داخل سیال وجود داشته باشد امکان گیر کردن ذرات مابین سطوح مکانیکال سیل وجود دارد .

ذرات جامد می تواند باعث خراشیدگی Rotating Face , Stationary Face ، فرسایش سریع آنها و نشتی مکانیکال سیل و خرابی آن شود و یا مابین سطوح مکانیکال سیل و شافت گیر کرده و باعث خراشیدگی شافت شود . بنابراین زمانی که سیال شستشو دهنده حاوی ذرات جامد است باید به نحوی آنها را حذف نمود . برای این منظور از Cyclone استفاده می شود .

سیال شستشو دهنده قبل از ورود به مکانیکال سیل وارد یک سیکلون شده ، ذرات جامد آن حذف شده و سیال تمیز جهت شستشو از سر سیکلون خارج می شود . ذرات جامد از یک Line که از انتهای سیکلون گرفته شده به دهانه Suction فرستاده می شود .

نحوه کار سیکلون

نحوه کارکرد سیکلون بدین صورت است که سیال حاوی ذرات از قسمت بالای آن وارد سیکلون شده و به علت مخروطی بودن آن و چرخش گردابی سیال ، ذرات سنگین تر به سمت پایین و چسبیده به بدنه حرکت می کند و سیال تمیز و سبک تر از وسط این جریان گردابی به طرف بالا حرکت کرده و از بالای سیکلون خارج شده و به داخل مکانیکال سیل فرستاده می شود .

برای این که سیکلون بتواند ذرات جامد را حذف کند ، ذرات جامد باید چگالی معادل ۲ برابر سیال را داشته باشند . برای بیشتر پمپ هایی که سیال هیدروکربنی را پمپاژ می کنند بجز در شرایط راه اندازی اولیه که مواد جامد متعددی در لوله ها وجود دارد ، در بقیه موارد بیشترین ماده جامد موجود در سیال ، کک می باشد . از مقایسه چگالی کک با سیالات هیدروکربنی مشخص است که سیکلون جهت حذف کک مفید نخواهد بود ولی برای پمپ هایی که از دریاچه و یا چاه پمپاژ را انجام می دهند استفاده از سیکلون با توجه به چگالی شن و ماسه و سنگ مفید خواهد بود .

Mahar Fan Abzar Co.

فیلتر و Strainer

ورود ذرات جامد به داخل پمپ می تواند باعث انسداد پروانه ، فرسایش شافت و پوسته و مشکلاتی از این قبیل شود . برای جلوگیری از بروز مشکلات ذکر شده با استفاده از فیلتر یا Strainer مبادرت به حذف ذرات جامد از سیال می کنند.

معمولاً Strainer در لوله Suction و قبل از پمپ نصب می شود ولی گاهی اوقات برای محافظت بیشتر از تجهیزاتی که بعد از پمپ قرار دارند در لوله Discharge نیز یک Strainer نصب می شود .

تفاوت میان فیلتر و Strainer

تفاوت میان فیلتر و Strainer تنها به اندازه مش های استفاده شده برمی گردد . فیلتر برای حذف ذرات خیلی کوچک استفاده می شود . در حالیکه Strainer توانایی حذف ذرات بزرگتری را دارد . اگر ذرات جامد با چشم دیده نشوند ، جهت حذف آنها بایستی از فیلتر استفاده کرد و در صورتی که با چشم دیده شوند از Strainer استفاده می کنند .

انواع Strainer

۱- Basket Strainer

۲- Y- Strainer

۳- T- Strainer

Basket Strainer

Basket Strainer از قسمت های زیر تشکیل شده است :

۱- بدنه

۲- Basket

۳- فلنج

Mahar Fan Abzar Co.

جهت تمیز کردن Basket فلنج باز شده و Basket درآورده شده و شسته می شود .

Basket Strainers

Basket Strainers

Y-Strainer

در بین انواع Strainer ها ، استفاده از Y-Strainer متداول تر است . با توجه به شکلش به این نام نامیده می شود . Y-Strainer شامل یک محفظه است که یک توری مشبک کوچک (Screen) در داخل آن قرار دارد و در انتها یک Cover وجود دارد که با باز کردن پیچ های آن ، مواد جامد انباشته شده در Strainer تخلیه می شود . تعویض Screen از این محل انجام می پذیرد . سیال پس از ورود به Strainer , جهت آن تغییر می کند بنابراین در Y-Strainer ، افت فشاری به علت تغییر جهت سیال ایجاد می شود .

Y-Strainer

Y-Strainer

Mahar Fan Abzar Co.

T-Strainer

T-Strainer به علت شکل ظاهری اش به این نام نامیده می شود . از لحاظ ساختمانی نیز شامل بدنه ، Screen و فلنج است که با باز کردن فلنج ، تعویض و تمیزی فیلتر صورت می گیرد ، سیال پس از ورود به آن برخلاف نوع Y مستقیم به حرکت خود ادامه می دهد تغییر جهت داده نمی شود .

T-strainer

تفاوت میان Basket Strainer و T-Y Strainer

۱- اگر میزان ذرات جامد موجود در سیال کم باشد از Y-Strainer و T- Strainer استفاده می شود ولی در صورتی که میزان ذرات جامد زیاد باشد بایستی از Basket Strainer استفاده نمود .

۲- Y-T Strainer را به صورت افقی و عمودی می توان نصب کرد ، در حالی که Basket Strainer فقط به صورت افقی نصب می شود . بنابراین Basket Strainer فقط در لوله های افقی استفاده می شود .

۳- Basket Strainer برای گرفتن ذرات جامد از مایعات استفاده می شود ولی Y-T Strainer را می توان برای گازها و مایعات استفاده کرد .

۴- افت فشار ایجاد شده در Y- Strainer از Basket Strainer بیشتر است چون فضای آزاد Y-Strainer از Basket کوچکتر است .

Mahar Fan Abzar Co.

عیب یابی پمپ های سانتریفوز :

عدم پمپاژ سیال

عوامل زیر باعث عدم پمپاژ سیال از پمپ می شوند .

۱- عدم هواگیری پمپ

۲- پر نشدن لوله مکش به طور کامل از سیال

۳- کاویتاسیون

۴- تشکیل بسته هوا (air pocket) در لوله مکش

۵- قرار نداشتن لوله مکش به طور کامل در سیال

۶- بسته بودن شیر مکش (کمی یا کاملاً)

۷- پایین بودن سرعت دورانی پمپ

۸- غلط بودن جهت دوران پمپ

۹- بیشتر بودن ویسکوزیته سیال از سیالی که پمپ برای آن طراحی شده

۱۰- نفوذ هوا به داخل پمپ از طریق اتصالات لوله مکش ، سیستم آب بندی و gasket پوسته

۱۱- بیشتر بودن هد کلی سیستم از هدی که پمپ بر اساس آن طراحی شده

۱۲- گرفتگی صافی مکش

۱۳- گرفتگی در لوله مکش

۱۴- گرفتگی پروانه

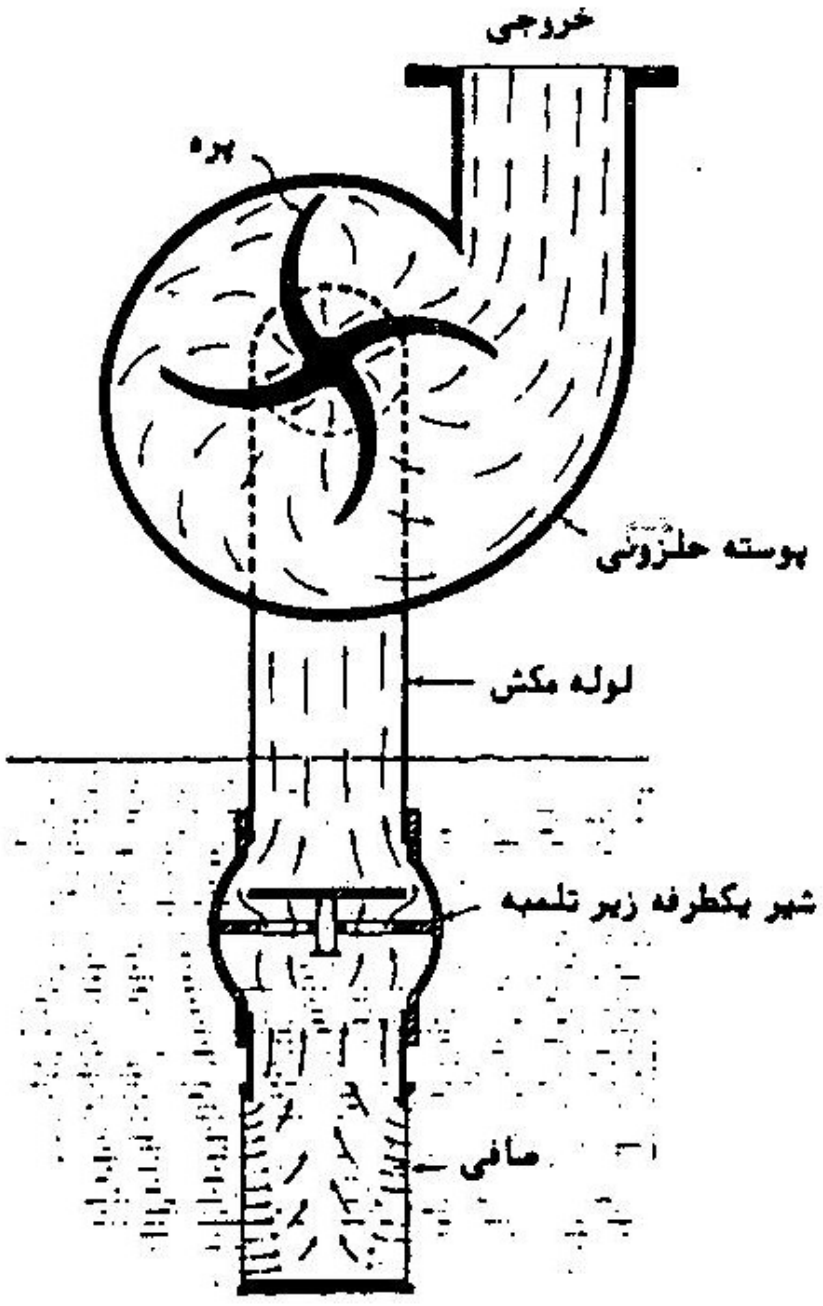
عدم هواگیری پمپ

هواگیری پمپ عبارت است از پر کردن پمپ و لوله مکش از سیال و تخلیه هوای موجود در آن قبل از راه اندازی . بنابراین برای هواگیری بایستی پمپ و لوله مکش را با مایع مورد پمپاژ پر کنید . جهت تخلیه هوا از درون پوسته ، شیر تخلیه هوا (Venting) را هنگام پر کردن لوله ها و پوسته پمپ باز نگه دارید . بعد از آنکه مایع به صورت شفاف و فاقد هوا خارج شد ، می توان آن را بسته و پمپ را روشن کنید .

پر نشدن لوله مکش به طور کامل از سیال

Mahar Fan Abzar Co.

اساس عملکرد پمپ های سانتریفوژ تبدیل انرژی جنبشی به فشاری است . تبدیل سرعت به فشار در صورتی انجام می شود که پوسته کاملاً از سیال پر باشد . برای پمپ هایی که آب را از داخل یک چاه مکش می کنند ، foot valve در دهانه مکش نصب می شود . foot valve شیر یک طرفه ای است که از برگشت سیال به داخل چاه جلوگیری می کند . باید کنترل کرد که آیا foot valve درست عمل می کند یا خیر ؟



Mahar Fan Abzar Co.

کاویتاسیون

در حالت کلی برای جلوگیری از وقوع کاویتاسیون در پمپ باید

$$NPSH_{are} \rangle NPSH_{reg} + 4\ ft$$

در صورت وجود کاویتاسیون ، صدایی شبیه وجود سنگ ریزه در پمپ شنیده می شود و عقربه های فشارسنج به شدت نوسان دارند .

بهترین روش برای تشخیص مشکل کاویتاسیون ، کاهش دبی خروجی پمپ (بستن شیر Discharge به آرامی) می باشد . پدیده کاویتاسیون با کاهش دبی رفع می شود . لذا اگر سر و صدای ایجاد شده با کاهش دبی پمپ برطرف شد ، قطعاً مشکل کاویتاسیون وجود خواهد داشت .

تشکیل محفظه هوا (air pocket) در لوله مکش

حبس هوا در لوله مکش ، زمانی که قسمتی از لوله مکش دارای شیب منفی است به وجود می آید . برای جلوگیری از این پدیده می بایست ، لوله مکش را به طور دقیق طراحی و نصب نمود .

برای جلوگیری از حبس هوا که ممکن است در اثر بزرگتر بودن قطر لوله مکش نسبت به دهانه مکش ایجاد شود ، بایستی از تبدیل خارج از مرکز یا Eccentric reducer استفاده نمود .

ایجاد بسته هوا در لوله ، سطح مقطع عرضی لوله را کاهش داده و درست شبیه آن است که از لوله کوچکتری برای عبور سیال استفاده شود .

در صورتی که سیال با سرعت پایین جریان داشته باشد ، بسته هوایی موجود در لوله ،تمایل به باقی ماندن در لوله را دارد . وجود بسته های هوایی در لوله همچنین موجب ایجاد پدیده Water hammer می شود .

ضربه قوچی سبب ایجاد ضربه در لوله شده که حتی ممکن است سبب آسیب دیدگی اتصالات شود . با شیب دار کردن مختصر لوله مکش به سمت خروجی پمپ می توان از وقوع این امر جلوگیری کرد .

قرار نداشتن لوله مکش به اندازه کافی درون مایع

برای پمپ هایی که از داخل چاه مکش می کنند ، در صورتی که لوله Suction کاملاً در سیال قرار نگرفته باشد ، احتمال مکش هوا زیاد خواهد بود .

Mahar Fan Abzar Co.

در این صورت باید سطح مایع موجود در مخزن را افزایش دهید تا لوله مکش در سیال قرار گیرد و یا در صورت امکان لوله مکش را بیشتر در مخزن فرو ببرید .

بسته بودن شیر مکش (کمی یا کاملاً)

اگر شیر مکش کمی یا کاملاً بسته باشد ، آب به داخل پمپ وارد نمی شود یا میزان آن کم است . بنابراین نمی تواند هیچگونه فشار یا جریانی را تولید کند و یا میزان آن بسیار کم خواهد شد . بستن شیر مکش و ایجاد گرفتگی در Strainer به مانند این است که H_{LOSS} در سیستم افزایش یافته باشد و باعث افت فشار در لوله مکش خواهد شد و نهایتاً منجر به کاهش هدپمپ می شود .

پایین بودن سرعت دورانی پمپ

در پمپ هایی که با الکتروموتور کار می کنند . نخست لازم است که از ولتاژ خط تغذیه به الکتروموتور مطمئن شد. اگر یکی از فازهای تغذیه الکتروموتور قطع باشد ، موتور با سرعت کمتری چرخش نموده که همین امر موجب کاهش کارایی پمپ خواهد شد . از طرفی صدای موتور تغییر می کند . در این صورت باید از وصل بودن هر سه فاز مطمئن شد .

غلط بودن جهت دوران پمپ

غلط بستن سرسیم های الکتروموتور می تواند باعث چرخش پمپ در جهت معکوس شود و به همین دلیل در هنگام راه اندازی پمپ ، باید جهت دوران آن با جهت چرخش توصیه شده که غالباً به صورت فلش بر روی پوسته پمپ مشخص می گردد مقایسه شود . اگر پمپی در جهت عکس جهت توصیه شده از سوی شرکت سازنده راه اندازی شود ، اگرچه پمپ ممکن است مقداری مایع را پمپاژ کند ولی میزان هد تولیدی پمپ ناچیز بوده و احتمال دارد که پمپ در اثر مصرف جریان زیاد خاموش شود .
حتی احتمال دارد قبل از over loading و خاموش گردیدن پمپ ، مهره پروانه باز شده ، پروانه در درون پوسته حرکت کرده ، باعث فرسایش پوسته و حتی سوراخ شدن آن شود .

Mahar Fan Abzar Co.

بیشتر بودن ویسکوزیته سیال از سیالی که پمپ برای آن طراحی شده

هنگامی که از پمپی برای جابجا کردن مایعی با ویسکوزیته بالاتر استفاده شود ، دبی و ارتفاع پمپ کاهش می یابد بنابراین توصیه می شود که میزان ویسکوزیته از مقداری که پمپ برای آن طراحی و انتخاب شده ، خیلی بیشتر نباشد .

نفوذ هوا به داخل پمپ از طریق اتصالات لوله مکش ، سیستم آب بندی ، gasket ها

برای پمپ هایی که فشار مکش ، پایین می باشد (کمتر از فشار هوا) هرگونه خرابی در آب بندی شفت ، سبب مکش هوا به داخل پمپ می شود . به جای مکش سیال از طریق لوله مکش ، پمپ هوا را مکش می کند . در سیستم آب بندی از نوع مکانیکال سیل ، احتمال نشت هوا از سه محل به داخل مکانیکال سیل ، وجود دارد .

۱- از بین سطوح ثابت و دوار

۲- فضای بین شفت و قسمت متحرک

۳- فضای بین پوسته و قسمت ثابت

جهت جلوگیری از نشتی بین شفت و قسمت متحرک (Retaining face) و همچنین پوسته و قسمت ثابت (Stationary face) از O-Ring استفاده می شود . بنابراین در صورت خرابی O-Ring ها و یا فرسایش سطوح ، هوا به داخل پمپ مکش خواهد کرد . در صورتی که سیستم آب بندی از نوع Packing باشد ، باید جهت کاهش نشتی ، پیچ های gland را بیشتر ببندید .

بیشتر بودن هد کلی سیستم از هدی که پمپ بر اساس آن طراحی شده

یکی از عوامل افزایش هد سیستم ، افزایش افت فشار در لوله ها می باشد . افت فشار با طول لوله نسبت مستقیم و با قطر لوله نسبت عکس دارد .

همچنین با افزایش تعداد زانویی ها ، شیرها ، افت فشار افزایش می یابد .

گرفتگی صافی مکش

اگر در Strainer یا فیلتر در قسمت مکش گرفتگی حاصل شود ، درست همانند آن است که شیر مکش بسته باشد . از آنجاییکه سیالی وارد پمپ نمی شود ، طبیعتاً پمپ هیچگونه فشار و یا جریانی تولید نمی کند . گرفتگی

Mahar Fan Abzar Co.

Strainer با اندازه گیری فشار قبل و بعد از Strainer قابل تشخیص است . ایجاد گرفتگی در Strainer باعث کاهش دبی و فشار می شود .

در صورت گرفتگی فیلتر یا Strainer باید آن را تمیز یا تعویض نمایید .

گرفتگی در لوله مکش

بایستی خطوط لوله را در حد فاصل بین منبع و دهانه مکش ، از نظر احتمال گرفتگی توسط مواد رسوب کننده و مواد جامد دیگر بررسی نموده و از باز بودن خطوط لوله مطمئن شد .

گرفتگی پروانه

وجود مواد جامد در مایع ورودی می تواند باعث گرفته شدن چشمه پروانه گردد . به همین دلیل لازم است که پوسته پمپ را باز نموده و پروانه را بازرسی و تمیز نمایید . نصب فیلتر یا Strainer برای جلوگیری از ورود مواد جامد به داخل پمپ توصیه می شود .

دبی خروجی پمپ کافی نیست

۱- پر نشدن لوله مکش به طور کامل از سیال

۲- کاویتاسیون

۳- وجود هوا یا گاز به مقدار زیاد در مایع

۴- تشکیل بسته هوا (air packet)

۵- نفوذ هوا به داخل پمپ از طریق اتصالات لوله مکش ، سیستم آب بندی و gasket پوسته

۶- قرار نداشتن لوله مکش به طول کامل در سیال

۷- بسته بودن شیر مکش (کمی یا کاملاً)

۸- پایین بودن سرعت دورانی پمپ

۹- غلط بودن جهت دوران پمپ

۱۰-زیاد بودن افت فشار در لوله مکش

۱۱- گرفتگی صافی مکش

۱۲- گرفتگی در لوله مکش

Mahar Fan Abzar Co.

۱۳- گرفتگی در پروانه

۱۴- فرسایش بیش از حد رینگ های سایشی

۱۵- کوچک بودن شیر foot valve

۱۶- اغتشاش در چاه مکش

۱۷- بیشتر بودن ویسکوزیته سیال از سیالی که پمپ برای آن طراحی شده است

۱۸- بیشتر بودن هد کلی سیستم از هدی که پمپ بر اساس آن طراحی شده است

علت های ۱ تا ۱۳ در عیب عدم پمپاژ سیال توضیح داده شده است

فرسایش بیش از حد رینگ های سایشی

رینگ های سایشی باید هرچند وقت یکبار مورد بازرسی قرار گیرند

بالا بودن میزان فرسایش (وقتی که میزان لقی به دو برابر مقدار مجاز رسید) در آن باعث بروز نشتی داخلی در پمپ شده ، به طوریکه جریان از دهانه Discharge به دهانه Suction برمی گردد (Recirculation)

کوچک بودن شیر foot valve

سطح مقطع آزاد جریان مایع در یک شیر یک طرفه ای که ابتدای لوله مکش نصب می شود باید حداقل مساوی سطح مقطع لوله مکش باشد . البته ترجیحاً بهتر است که از شیرهایی که سطح مقطع آن ۱/۵ تا ۲ برابر سطح مقطع لوله باشد استفاده کرد .

اغتشاش در چاه مکش

پمپ های عمودی باید طوری نصب شوند که لوله مکش آنها از دیواره حوضچه مکش ، دارای فاصله کافی باشد . در مواردی که دبی پمپ از مقدار مورد انتظار کمتر باشد ، لازم است که مورد فوق بررسی شود.

علت های ۱۷ و ۱۸ در عیب عدم پمپاژ پمپ توضیح داده شده است .

فشار خروجی پمپ کافی نیست .

۱- وجود هوا یا گاز به مقدار زیاد در مایع

۲- نفوذ هوا به درون پمپ از طریق اتصالات لوله مکش ، سیستم آب بندی و gasket پوسته

Mahar Fan Abzar Co.

۳- قرار نداشتن لوله مکش به طور کامل در سیال

۴- بسته بودن شیر مکش (کمی یا کاملاً)

۵- زیاد بودن افت فشار در لوله مکش

۶- پایین بودن سرعت دورانی پمپ

۷- غلط بودن جهت دوران پمپ

۸- بیشتر بودن ویسکوزیته سیال از سیالی که پمپ برای آن طراحی شده

۹- بهره برداری از پمپ در دبی خیلی زیاد

۱۰- فرسایش بیش از حد رینگ های سایشی

پمپ مدت کوتاهی آب می دهد ولی بلافاصله آبدهی آن قطع می شود

۱- پر نشدن لوله مکش به طور کامل از سیال

۲- نفوذ هوا به داخل پمپ از طریق اتصالات لوله مکش ، سیستم آب بندی و gasket پوسته

۳- وجود هوا یا گاز به مقدار زیاد در سیال

۴- تشکیل گرداب در لوله مکش

۵- گرفتگی در لوله مکش

تشکیل گرداب در لوله مکش

در ابتدای لوله مکش ، از گردابه شکن (vortex breaker) استفاده کنید . اگر پمپ از داخل چاه مکش را انجام می دهد ، لوله مکش باید از دیواره چاه به اندازه کافی فاصله داشته باشد . لوله مکش باید کاملاً در سیال شناور باشد تا از مکش هوا به داخل پمپ و ایجاد گردابه مکشی هوا جلوگیری شود . برای نصب اولین زانویی در لوله مکش ، حداقل پنج برابر قطر لوله مکش از قسمت مکش ، فاصله بگیرید .

زیاد بودن توان مصرفی موتور (اصطلاحاً آمپر می کشد)

۱- بالا بودن سرعت دورانی پمپ

۲- غلط بودن جهت دوران پمپ

۳- بهره برداری از پمپ در دبی خیلی زیاد

Mahar Fan Abzar Co.

۴- بیشتر بودن ویسکوزیته سیال از سیالی که پمپ برای آن طراحی شده

۵- بیشتر بودن هد کلی سیستم از هدی که پمپ بر اساس آن طراحی شده

۶- انسداد پروانه

۷- Misalign meant (تراز نبودن محور پمپ با محور الکتروموتور)

۸- نصب غلط پکینگ

۹- انتخاب جنس نامناسب برای Packing

۱۰- محکم بسته شدن gland

۱۱- فرسایش بیش از حد رینگ های سایشی

بالا بودن سرعت دورانی پمپ

توان مصرفی در پمپ ها با توان سوم سرعت دورانی آنها ، رابطه مستقیم دارد . لذا با اندکی تغییر در سرعت دورانی پمپ ، توان مصرفی در آنها به شدت تغییر خواهد کرد .

بهره برداری از پمپ در دبی خیلی زیاد

با افزایش Q (دبی) میزان توان مصرفی افزایش می یابد .

تراز نبودن کوپلینگ (misalignment)

نصب نامناسب لوله های مکش و رانش پمپ و به هم خوردن هم محوری پمپ و موتور می تواند موجب تماس پروانه با پوسته گردد و فرسایش زود هنگام wear ring اتفاق بیفتد . در این صورت باید به صورت دوره ای تراز بودن پمپ و صحت شرایط اتصال لوله های مکش و رانش مورد بررسی قرار گیرد .

فرسایش wear ring باعث نفوذ سیال از دهانه discharge به دهانه suction می شود (Recirculation) بنابراین پمپ برای رسیدن به هد مورد نظر باید توان بیشتری مصرف کند .

نصب غلط packing

تمامی packing ها استفاده شده باید از نظر جنس یکسان باشند . از به کار بردن packing های نو و کهنه با هم خودداری شود . در هنگام تعویض packing ، تمامی packing های استفاده شده را

Mahar Fan Abzar Co.

درآورید و محفظه آب بندی و بوش شفت را تمیز کنید . packing را در اندازه قابل قبول ببرید . (کوتاه یا بلند نبرید)

در هنگام نصب packing هرکدام از حلقه های packing را به تنهایی بر روی شفت قرار داده و سپس آن را تا جایی که امکان دارد به داخل stuffing box فشار دهید . بعد از اینکه packing سوار شد ، پیچ های گلند را محکم کنید .

در هنگام راه اندازی پمپ بهتر است که پیچ های گلند زیاد محکم بسته نشده باشند (نشتی سیال مانعی ندارد) بعد از اینکه پمپ چند ساعت بدون مشکل کار کرد ، اقدام به سفت کردن پیچ های گلند کرده تا زمانیکه نشتی به ۶۰-۳۰ قطره در دقیقه برسد . در صورتیکه به علت نصب غلط packing ، شفت در محل packing در هنگام چرخش گیر داشته باشد .

انتخاب جنس نامناسب packing

جنس packing استفاده شده باید باسیال ، فشار و دمای بهره برداری همخوانی داشته باشد .

محکم بستن گلند

اگر گلند خیلی کم بسته شده باشد ، packing در شفت گیر خواهد کرد در نتیجه برای به حرکت درآوردن شفت باید توان بیشتری مصرف شود .

پمپ زیر با می ماند

۱- قفل شدن شفت در بیرینگ ها

۲- انسداد پروانه

۳- محکم بسته شدن گلند

۴- بیشتر بودن هد کلی سیستم از مقداری که پمپ بر اساس آن طراحی شده

۵- بیشتر بودن ویسکوزیته سیال از سیالی که پمپ برای آن طراحی شده

۶- بالا بودن سرعت دورانی پمپ

۷- غلط بودن جهت چرخش پمپ

۸- بهره برداری از پمپ در دبی زیاد

Mahar Fan Abzar Co.

۹- misalignment

۱۰- خمش شفت (bending)

۱۱- تماس قطعات دوار و ثابت

۱۲- فرسایش بیش از حد رینگ های سایشی

۱۳- استفاده از packing نامناسب

۱۴- نصب غلط packing در کاسه نمد

قفل شدن شفت در بیرینگ

اگر فرسایش ، نفوذ ذرات و زنگ زدگی و خرابی در بیرینگ ایجاد شود ، بیرینگها خواهند شکست و پمپ قفل می شود . تنها راه حل برای این مشکل تعویض بیرینگ است .

انسداد پروانه

وجود ذرات جامد در مایع ورودی می تواند ، باعث گرفته شدن چشمه پروانه گردد . به همین خاطر لازم است که پوسته پمپ را باز نموده و پروانه بازرسی و تمیز شود . نصب فیلتر یا strainer برای جلوگیری از ذرات جامد به داخل پمپ توصیه می شود .

گلند خیلی محکم بسته شده است

اگر gland خیلی محکم بسته شده باشد ، packing در شفت گیر خواهد کرد . موقعی که شفت به چرخش درمی آید ، packing به علت مقاومت زیادی که در مقابل حرکت وجود دارد ، گرم خواهد شد و خواهد سوخت . بنابراین یک لایه کربن بر روی سطح packing تشکیل می شود که این لایه قابلیت انعطاف پذیری نداشته و نمی تواند از نشتی جلوگیری کند . اما خیلی شل بستن گلند نیز خوب نخواهد بود . نشتی سیال به داخل بیرینگ نفوذ کرده و عمر بیرینگ را کاهش می دهد . اگر packing در سایز مناسب باشد و در طول مناسب بریده شود احتیاج به محکم بستن gland نخواهد بود .

بنابراین محکم بسته شدن گلند ، باعث گیر کردن شفت در packing در هنگام چرخش می شود .

بنابراین بایستی موتور برای چرخش پمپ آمپر بیشتری مصرف کند .

بالا بودن سرعت دورانی شفت

Mahar Fan Abzar Co.

توان مصرفی در پمپ ها با توان سوم سرعت دورانی آنها رابطه مستقیم دارد . لذا با اندکی تغییر در سرعت دورانی پمپ ، توان مصرفی در آنها به شدت تغییر خواهد کرد .

خمش شفت (bending)

bending باعث ارتعاش ، خرابی بیرینگ و... خواهد شد . زمانیکه پمپ خراب می شود ، حتماً شفت را از نظر bending چک کنید . در صورت وجود خمش در شفت ، آن را با یک شفت جدید جایگزین کنید . bending باعث افزایش تماس سطوح دوار و ثابت میشود . به علت bending بار وارد بر یاتاقانها زیاد شده و احتمال شکستن یاتاقان و قفل شدن سفت وجود خواهد داشت .

تماس قطعات دوار و قطعات ثابت پمپ

پمپ را خاموش کرده و شفت را با دست بچرخانید . اگر شفت به آسانی نچرخید و گیر داشت ، پمپ را باز کرده و شفت را از لحاظ قفل شدن و یا خراشیدگی بررسی کنید . اگر هیچکدام از مشکلات فوق نبود ، عدم چرخش آسان شفت می تواند به علت تماس قطعات دوار بر روی قطعات ثابت باشد .

استفاده از packing نامناسب

جنس packing استفاده شده ، باید با سیال ، فشار و دمای بهره برداری همخوانی داشته باشد .

گرم شدن یا گریپاژ کردن پمپ

۱- پر نشدن لوله مکش به طور کامل از سیال

۲- بسته بودن شیر مکش (کمی یا کاملاً)

۳- کاویتاسیون

۴- بهره برداری از پمپ در دبی پایین

۵- استفاده از پمپ در سرعت بحرانی و یا نزدیک به آن

۶- خرابی در تجهیزات خنثی کننده بار محوری

۷- Misalignment

۸- آن بالانسی

Mahar Fan Abzar Co.

۹- خارج از محور چرخیدن شفت

۱۰-تماس قطعات دوار بر روی قطعات ثابت

۱۱-فرسایش بیرینگ

بهره برداری از پمپ در دبی پایین

با توجه به هد و دبی مورد نیاز ، انتخاب پمپ صورت می گیرد . اگر در یک سیستم به دبی پایین نیاز است ، بهتر است که از یک پمپ با دبی کمتر استفاده شود تا از نظر عملکرد و تعمیرات اقتصادی باشد . اگر از یک پمپ کوچک و مناسب استفاده نشود و از یک پمپ بزرگ استفاده شود ، در صورتی که نیاز به دبی خروجی کم باشد ، سیال در داخل پمپ مرتباً می چرخد و بعد از یک فاصله زمانی گرم می شود . گرم شدن سیال باعث گرم شدن پوسته و قسمت های داخلی پمپ از جمله شفت میشود . گرم شدن شفت منجر به انبساط حجمی آن شده و امکان قفل شدن شفت در بیرینگ ها وجود خواهد داشت . اگر مجبور به استفاده از پمپ در دبی پایین هستید ، حتماً از by pass line استفاده کنید .

خرابی در تجهیزات خنثی کننده بار محوری

در صورت خرابی در تجهیزات خنثی کننده بار محوری ، نیروی axial وجود خواهد داشت . نیروی axial می تواند منجر به ایجاد ضربه به مکانیکال سیل و بیرینگ ها شده ، باعث شکستن این قطعات و قفل شدن شفت در آنها شود .

ارتعاش

۱- پر نشدن لوله مکش به طور کامل از سیال

۲- کاویتاسیون

۳- نفوذ هوا به درون پمپ از طریق اتصالات لوله مکش ، سیستم آب بندی و gasket پوسته

۴- بیشتر بودن ویسکوزیته سیال از سیالی که پمپ برای آن طراحی شده

۵- بهره برداری از پمپ در دبی پایین

۶- غلط بودن جهت دوران پمپ

۷- وجود ذرات خارجی در پروانه

Mahar Fan Abzar Co.

۸- misalignment

۹- صلب نبودن فونداسیون

۱۰- فقدان روغنکاری کافی برای کوپلینگ

۱۱- تماس قطعات ثابت و دوار با هم

۱۲- انسداد پروانه

۱۳- زیاد بودن تنش وارده از لوله ها به دهانه مکش

۱۴- خمش شفت (bending)

۱۵- آن بالانسی

۱۶- خارج از محور چرخیدن شفت

۱۷- بهره برداری از پمپ در سرعت بحرانی

۱۸- وجود نیروی محوری

۱۹- خرابی یاتاقانها

۲۰- نصب غلط expansion joint

کاویتاسیون

کاویتاسیون باعث ایجاد حفره در پروانه و پوسته ، خواهد شد . حفره های موجود در پروانه باعث آن بالانسی شده و آن بالانسی باعث ارتعاش می شود . از طرفی کاویتاسیون با تشکیل حبابهای بخار موجب نابالانسی هیدرولیکی پروانه می شود .

زیاد بودن تنش وارده از لوله ها به دهانه مکش

نصب نامناسب لوله های مکش و رانش پمپ بهم خوردن هم محوری پمپ و موتور می شود .

(Misalignment) اگر پمپ به طور کامل از جای خود درآورده شود . در هنگام نصب مجدد ، باید تنش های ناشی از لوله کشی بررسی شده و تراز بودن کوپلینگ به دقت مورد بررسی قرار گیرد .

نشتی از سیستم آب بندی از نوع packing

۱- انتخاب packing نامناسب برای شرایط بهره برداری

۲- نصب غلط packing

Mahar Fan Abzar Co.

۳- Misalignment (تراز نبودن محور پمپ و محور موتور)

۴- خمش شفت (bending)

۵- آن بالانسی

۶- خارج از محور چرخیدن شفت

۷- وجود خراش در شفت یا بوش شفت در محل تماس با packing

۸- محکم بستن گلند

۹- وجود لقی زیاد در قسمت انتهایی محفظه آب بندی

۱۰- عدم عملکرد سیستم خنک کننده محفظه آب بندی

وجود خراش در شفت و یا بوش شفت در محل تماس با packing

خرابی و سایش شفت یا بوش شفت منجر به خرابی زودرس packing می شود .

وجود لقی زیاد در قسمت انتهایی محفظه آب بندی

وجود لقی زیاد در قسمت انتهایی محفظه آب بندی موجب نفوذ نوار آب بند کننده به داخل پمپ می شود . لذا باید سعی شود که با نصب throttling bushing در قسمت انتهایی آب بندی ، لقی بین شفت و پوسته به حد مجاز که ۳ درصد ضخامت نوار آب بند کننده می باشد ، رسانیده شود .

عدم عملکرد سیستم خنک کننده محفظه آب بندی

تجهیزات جانبی آب بندی را بررسی کنید . کلیه لوله هایی که به هر دلیل دچار گرفتگی شده اند را تمیز کنید . lantern ring که وظیفه انتقال آب خنک کننده به آب بندی از نوع packing را بر عهده دارد را بررسی کرده و از صحت نصب آن مطمئن شوید .

خرابی سریع یاتاقانها

۱- نصب غلط یاتاقانها

۲- فرسایش محفظه بیرینگ

۳- misalignment

۴- نفوذ ذرات خارجی به داخل بیرینگ

Mahar Fan Abzar Co.

۵- کافی نبودن روغنکاری

۶- زنگ زدن یاتاقانها به دلیل نفوذ آب به داخل آن

۷- فرسایش بیرینگ

۸- نبودن فونداسیون rigid

۹- زیاد بودن روغن در housing بیرینگ

۱۰- خنک شدن بیش از حد یاتاقانها

۱۱- خش شفت (bending)

۱۲- آن بالانسی

۱۳- تماس سطوح متحرک و ثابت پمپ با هم

۱۴- بالا بودن سرعت دورانی شفت

۱۵- وجود نیروی محوری

۱۶- استفاده از پمپ در دبی پایین

۱۷- محکم بسته شدن گلند

نصب غلط یاتاقانها

یکی از علت های خرابی بیرینگ ، عدم مهارت کافی و دقت مناسب در نصب می باشد . اعمال نیروی غیر یکنواخت در بیرینگ در هنگام نصب کردن ، امکان نفوذ ذرات به داخل بیرینگ در هنگام نصب کردن ، گرم کردن نامناسب بیرینگ برای جا زدن ، همگی از عوامل خرابی بیرینگ می باشند . با توجه به موارد گفته شده ، برای نصب بیرینگ ، مهارت و تجربه زیادی لازم است . بایستی از لوله های هم قطر بیرینگ برای جا زدن استفاده شود که این امر به اعمال نیروی یکنواخت بر بیرینگ کمک می کند .

بعضی از یاتاقانهای غلتکی یا ساچمه ای فقط برای تحمل بار محوری در جهت خاص ساخته شده اند و چنانچه آنها را در جهت مخالف سوار کنیم ، یاتاقان سریعاً خراب خواهد شد . برای جلوگیری از ورود ذرات به داخل بیرینگ ، میز کار و ابزار را تمیز نگه دارید و بیرینگ را تا زمان نصب در بسته خودش نگه دارید .

اگر برای جازنی بیرینگ نیاز به گرم کردن آن است از وسیله گرم کننده مناسب استفاده کرده و یا بیرینگ را در یک ظرف پر از روغن داغ شناور کرده تا تمام قسمت های آن یکنواخت گرم شوند .

Mahar Fan Abzar Co.

فرسایش محفظه بیرینگ

در صورت فرسایش محفظه بیرینگ ، موقعیت بیرینگ مرتباً تغییر خواهد یافت . حلقه خارجی بیرینگ نسبت به محفظه و حلقه داخلی بیرینگ نسبت به شفت حرکت خواهد داشت . در حالیکه حلقه داخلی بیرینگ باید کاملاً روی شفت بی حرکت باشد . حرکت بیرینگ در داخل محفظه باعث ایجاد اصطکاک می شود . این اصطکاک از طرفی باعث فرسایش بیشتر محفظه بیرینگ خواهد شد و از طرفی به علت گرمای ناشی از اصطکاک ، درجه حرارت بیرینگ زیاد خواهد شد و در نهایت به علت گرما و فرسایش ، بیرینگ خراب خواهد شد .

Misalignment

عدم هم محوری مابین شفت موتور و پمپ ، نیروهای غیر متقارن وارد بر بیرینگ را افزایش خواهد داد . یعنی در یک طرف از بیرینگ ، نیروی بیشتری وارد می شود . پس در همان سمت فرسایش خواهیم داشت و به علت تماس ایجاد شده ، گرما ایجاد می شود .

در نهایت فرسایش و افزایش دما در بیرینگ باعث خرابی آن خواهد شد .

نفوذ ذرات خارجی به داخل بیرینگ

بین محفظه بیرینگ و محلی که شفت وارد می شود فضای خالی کوچکی وجود دارد که از همین فضای خالی امکان ورود ذرات به داخل بیرینگ وجود دارد . از این رو بیرینگ را با رینگ های نمدی در این نقاط آب بندی می کنند . اگر رینگ های نمدی خراب شود و یا فرسایش یابد ، ذرات از محیط بیرون وارد بیرینگ می شوند . راه دیگر نفوذ ذرات به داخل بیرینگ ، در زمان روانکاری می باشد . برای جلوگیری از ورود ذرات خارجی به داخل بیرینگ همیشه میز کار و ابزارکار را تمیز نگه دارید **و توجه کنید که در هنگام روان کاری ، در گریس و روغن ذرات خارجی وجود نداشته باشد . همچنین بیرینگ را تا زمان استفاده شدن در داخل جعبه نگه دارید .**

Mahar Fan Abzar Co.

کافی نبودن روغنکاری

با روغنکاری بیرینگ ، از تماس مستقیم سطوح متحرک و ثابت جلوگیری می شود و در حقیقت لایه روغن ، این سطوح را از هم جدا می کنید . در نتیجه به علت عدم تماس مستقیم این سطوح به یکدیگر ، مقدار کمی اصطکاک بین سطوح ایجاد شده ، بنابراین فرسایش در سطوح کاهش خواهد یافت .

اگر بار زیادی به بیرینگ وارد شود ، روغن از بین سطوح خارج شده و سطوح سریعاً فرسایش خواهند یافت .

روغن علاوه بر جدا سازی سطوح ، گرمای ایجاد شده بین سطوح را منتقل خواهد کرد . گریس در دمای محیط نیمه جامد بوده و نگهداری و حمل آن آسان است . اما از آنجاییکه نیمه جامد است ، امکان دارد که به بعضی از نقاط گریس نرسد . گریس در دمای بالاتر از دمای محیط ، قابلیت مایع شدن را دارد اما اگر از گریس مناسب استفاده نشود امکان دارد که در دمای بالاتر از یک حد خاص ، گریس بخار شود و یا اینکه در آن دما گریس قابلیت مایع شدن را نداشته باشد ، در نتیجه به همه نقاط روغن کافی نمی رسد . زمان گریس کاری مجدد بستگی به سایز بیرینگ ، نوع بیرینگ ، سرعت چرخش شفت ، دمای کاری بیرینگ ، شرایط محیطی و نوع گریس استفاده شده دارد .

زنگ زدن یاتاقان ها به دلیل نفوذ آب به داخل آن

در بعضی موارد housing بیرینگ به قسمت آب بندی بسیار نزدیک است . این مورد خرابی بیشتر در مورد پمپ هایی که سیستم آب بندی از نوع Packing می باشد اتفاق می افتد زیرا برای خنک کردن Packing سیال باید به صورت قطره قطره نشت کند . بنابراین آب در طول شفت جریان یافته ، وارد housing بیرینگ می شود و در نهایت زنگ زدن بیرینگ را به دنبال خواهد داشت .

زیاد بودن روغن در محفظه بیرینگ

روغن یا گریس زیادی باعث گرم شدن بیرینگ می شود . روغن زیاد را از Draining تخلیه کنید تا سطح روغن به حد مجاز برسد .

اضافه نمودن یا تعویض روغن

اپراتورموظف است که روغن موردنیاز برای بیرینگ راازنظرlevel وکیفیت مورد بررسی قراردهد.

Mahar Fan Abzar Co.

ازطریقsight glass ویاعقربه ای که برروی housing بیرینگ نصب شده است،level روغن تعیین میشـود.بـرایlevelروغـن یـک حـدمینیمم ومـاکزیمم وجوددارد‌وبایـد توجـه کـرد کـه روغـن موجوددربیرینگهادربین این دوحدمجازباشد.درصورت کـم بـودن روغن،بیرینـگ خشـک کـارکرده،داغ میکندوخراب خواهدشد.درصورتی که روغن زیادباشد،یاتاقانها،گرم خواهندشد.

برای جلوگیری ازگرم شدن بیش ازحدیاتاقانها،ازطریق محل تخلیه روغن،روغـن اضـافی راخـالی کـرده وسطح روغن به اندازه مناسب می رسد.تعویض واضافه نمودن روغن درحالت کلی بـه عهـده تعمیـرات است ولی درشرایط اضطراری،درصورتی کهlevel روغن کاهش یابد،اپراتورمی تواندبرای اضـافه کـردن روغن به شرح ذیل عمل کند:

درصورتی که بیرینگ مجهز به sight glass باشد،اضافه کردن روغن ازظریق sight glass انجام می شودوهرگز نباید روغن کاری راازسوراخ venting موجوددربالای housing انجام داد.درصـورتی کـه نشانگربرروی housing باشد،اضافه کردن روغن از سوراخ ventingصورت میگیرد.

دربیرینگهابسته به نوع بیرینـگ ازروغـن وگـریس بـرای روغنکـاری اسـتفاده میکننـد.درصـورتی کـه روغنکاری باگریس انجام شودsight glass یاگیج ،برای نشان دادن سـطح روغـن وجودنـداردوتعویض گریس بعدازیک دوره کاری ذکرشده در کتاب سرویس،توسط تعمیرات صورت می گیرد.

برای تعویض روغن .ابتداروغن موجوددرhousing تخلیه شده،سپس ازسوراخ venting روغن جدیـد به داخل آن ریخته مـی شـودتا تمـامی موادجامـدباقی مانـده درhousing،تخلیـه شـده وhousing تمیزشودسپسdraining بسته شده وhousing راازروغن پرمی کنند.

خنک شدن بیش از حد housing (محفظه بیرینگ)

اگر برای خنک کردن محفظه بیرینگ از Water jacket استفاده شود و محفظه بیرینگ به علت دمای کم آب خنک کننده ، زیاد خنک می شود . بر روی جداره housing بیرینگ که در مجاورت هوا می باشد ، رطوبت موجود در هوا کندانس شده ، به مرور باعث آلودگی و کاهش لزجت روغن موجود در housing خواهد شد .

Mahar Fan Abzar Co.

آن بالانسی :

آن بالانسی باعث ایجاد Vibration شده و vibration باعث افزایش بار وارده به یاتاقان ها می شود .

تماس قسمت های ثابت و متحرک پمپ

تماس قسمت های ثابت و دوار ، باعث فرسایش قطعات و حتی خرابی آنها خواهد شد . لرزش ، سر و صدا ، آن بالانسی از نتایج دیگر تماس قطعات ثابت و متحرک خواهد شد .

گرم شدن یاتاقان ها

۱- فرسایش housing

۲- Misalignment

۳- کافی نبودن روغنکاری

۴- خنک نشدن housing بلبرینگ

۵- خمش شفت (bending)

۶- بالا بودن سرعت دورانی شفت

۷- خراب شدن بیرینگ

۸- بهره برداری از پمپ در دبی پایین

Mahar Fan Abzar Co.

ترکیب سری و موازی پمپ های سانتریفوژ

الف) ترکیب موازی پمپ های سانتریفوژ

حین بهره برداری از پمپ به دبی بیشتری نیاز پیدا می کنیم . در صورت باز نبودن شیر discharge به طور کامل، آن را آرام آرام باز می کنیم . دبی افزایش می یابد ولی از طرفی هد شدیداً افت می کند .

یک راه حل برای تامین دبی بیشتر ، استفاده از پمپ بزرگتر است . سوال اینجاست که آیا انتخاب یک پمپ بزرگتر همیشه راه حل مناسبی است ؟ واضح است که پمپ بزرگتر هزینه خرید و تعمیر و نگهداری بیشتری دارد .

از طرفی فرض کنید که شما فقط در زمان های خاصی به دبی بیشتر نیاز دارید و در بیشتر موارد پمپ کوچکتر جوابگوی دبی مورد نیاز شما خواهد بود . در صورتی که از پمپ بزرگتر در دبی کم استفاده شود ، خروجی پمپ کم خواهد بود بنابراین سیال مرتباً در داخل پمپ می چرخد و گرم می شود . گرم شدن سیال باعث می شود که بدنه پمپ و قسمت های داخلی پمپ گرم می شود و این موضوع می تواند خرابی پمپ را در پی داشته باشد .

بهترین راه حل برای تامین دبی بیشتر استفاده از چند پمپ کوچک و نصب آنها به صورت موازی است .

ب) ترکیب سری پمپ ها :

در حین بهره برداری از پمپ به هد بیشتری نیاز پیدا می کنیم . با بستن شیر discharge به آرامی ، هد افزایش پیدا می کند ولی از طرفی دبی به شدت کاهش می یابد . استفاده از پمپ بزرگتر برای تامین هد بیشتر راه حل مناسبی نیست . بهترین روش برای تامین هد مورد نیاز ، استفاده از چند پمپ کوچک و نصب آنها به صورت سری است . دبی تمام پمپ ها یکی است و هد خروجی کل پمپ ها ، از جمع هد پمپ ها در آن دبی حاصل می شود .

Mahar Fan Abzar Co.

کاویتاسیون

سطح مقطع چشمه پمپ ازسطح مقطع دهانه مکش پمپ ومساحت مابین تیغه های پروانه که سیال درآن حرکت می کند،کوچکتراست.سیالی که می خواهدپمپ شودابتداواردچشمه پمپ می شود.کاهش درسطح مقطع باعث افزایش سرعت ودرنهایت کاهش فشارخواهدشد.

هرچه دبی بیشترباشدافت فشاردرچشمه پمپ بیشترخواهدشد.درصورت زیادبودن افت فشارویا بالابودن دمای سیال،امکان بخارشدن سیال زیادمی شود.

اگرفشارمحلی درچشمه پمپ کمترازفشاربخاراشباع باشدحباب های بخار به علت افت فشاردرچشمه پمپ تشکیل می شوند.سپس حباب های بخاربه وسیله جریان سیال درطول پروانه برده می شوندوبارسیدن به ناحیه ای که فشارمحلی آن ازفشاربخاربیشترباشد،حباب هاخواهندترکید.پروسه تشکیل حباب هاوترکیدن آن دریک پمپ، کاویتاسیون نامیده می شود.

کاویتاسیون درپمپ های سانتریفوژ،باعث نوسانات دبی وفشارخروجی،ارتعاش وخرابی اجزای داخلی پمپ میشود.

ترکیدن حباب ها موجب ایجاد شوک وضربه برپروانه خواهد شد.هرچندکه هرکدام ازاین حباب هاباعث ایجادحفره هایی درابعاد میکروسکوپی میشونداماتعدادزیادی ازاین حفره هادرطی زمان طولانی می تواندپروانه پمپ راسوراخ کند.کاویتاسیون همچنین باعث ایجادارتعاش می شودکه این ارتعاش باعث خرابی بیرینگ ها ، سیستم های آب بندی ورینگهای سایشی پمپ می شود.

برای جلوگیری ازوقوع کاویتاسیون، فشارسیال درتمامی نقاط بایدازفشاربخارسیال بیشترباشد.

NPSH (net positive suction head) هد مثبت خالص یا انرژی سیال در قسمت مکش

مقداری که تعیین کننده وقوع یاعدم وقوع کاویتاسیون است عمق مکش مجازیا در دسترس یا NPSH av

Mahar Fan Abzar Co.

(**net positive suction head** available) میباشد.

درحقیقت NPSH avتفاوت فشارکلی دردهانه مکش پمپ وفشاربخارسیال است.

NPSH= فشار مکش – فشار بخار مایع اشباع

NPSHreq (**net positive suction head** required) مینیمم عمق مکش مجاز برای این که در پمپ کاویتاسیون وجودنداشته باشد ودرکاتالوگ سازنده پمپ مقدارآن داده می شود.برای جلوگیری از کاویتاسیون بایدداشته باشیم:

$$NPSH_{av} > NPSH_{req} + 4ft$$

کاهشNPSHreq

روش های زیر جهت کاهش NPSHreq بکار می رود:

۱- کاهش سرعت دورانی

یکی ازراههای کاهش NPSHreq کاهش سرعت دورانی پمپ است.امادرصورت استفاده ازپمپ باسرعت دورانی پایین،دبی وهدافت خواهدکرد،درنتیجه برای رسیدن به شرایط عملیاتی باید ازیک پمپ بزرگتراستفاده کرد.ازطرفی کاهش سرعت دورانی باعث کاهش راندمان پمپ نیزخواهدشدبنابراین کاهش سرعت دورانی ازنظر اقتصادی نمی تواند راه حل مناسبی برای مشکل کاویتاسیون باشد.

۲- استفاده ازپروانه باچشمه(eye)وسیعتر

افزایش سطح چشمه پروانه موجب کاهش NPSHreq می کردد.افزایش سطح مقطع باعث کاهش سرعت جریان مایع به داخل پروانه می شود.

درپمپهای چندطبقه ای فقط تغییردهانه پروانه مرحله اول توصیه می شود وتغییر چشمه پروانه مراحل بعدی تاثیری رویNPSHreq ندارد.

Mahar Fan Abzar Co.

۳- استفاده ازپمپ بزرگتر(over sizing)

NPSHreq درپمپهای گریزازمرکزی که باهم تشابه دارند،بابزرگترشدن ابعاد پمپ کاهش می یابد.درمواردی خاص برای حل مشکل کاویتاسیون وکاهشNPSHreq ترجیح داده می شود که از پمپ بزرگتر استفاده شود.قیمت پمپ بیشتراست ازطرفی اگربنا به دلایلی لازم شدکه ازپمپ دردبی پایین استفاده شود،ازآنجایی که سیال درداخل پمپ مرتبا می چرخد،بنابراین گرم خواهد شدکه درنهایت منجربه گرم شدن اجزای داخلی پمپ وقفل شدن شافت وخرابی پمپ می شود.بنابراین بادرنظرگرفتن قیمت خریدوهزینه تعمیرات،درصورتی که استفاده ازپمپ بزرگتر توجیه اقتصادی داشته باشد،جهت کاهشNPSHreqمی توان ازاین روش استفاده کرد.

افزایشNPSHav

جهت افزایشNPSHava باید فشارکلی دردهانه مکش افزایش یابدویافشاربخارکاهش یابد.جهت افزایش NPSHavمی توان روشهای ذیل راانجام داد:

۱- افزایش ارتفاع مایع داخل مخزن (HST)

دربیشترمواردافزایش هداستاتیکی منبع غیرممکن است،زیراسیال درمنبع درارتفاعmax است وافزایش ارتفاع مایع بیشترازآن امکانپذیر نیست.

۲- افزایش فشارمخزن(درصورتی که سیال ازیک مخزن بسته پمپ شود)

اگرسیال ازیک مخزن پمپ شودباافزایش فشارمنبع می توان مانع بروزکاویتاسیون شد.ولی افزایش فشاربه مقدارزیادبرروی سیال اثرگذاشته وباعث تغییرآن میشود.بنابراین برای انجام این روش محدودیت وجوددارد.جهت افزایش فشارمنبع،گازبه بالای سطح مایع تزریق می شود.گازمورداستفاده بایدبامایع سازگاری داشته باشد.درشرایط عادی معمولا ازهوا ودرشرایط خاص که لازم است گاز مورداستفاده خنثی باشدازازت استفاده می شود.

Mahar Fan Abzar Co.

۳- کاهش دمای سیال

کاهش دمای سیال باعث کاهش فشاربخاروافزایش $NPSH_{av}$می شود.

فشاربخارمایعات تابعی ازدمای آنهابوده وباافزایش درجه حرارت افزایش می یابد وبالعکس. درمواقعی که کاهش درجه حرارت مایع موردانتقال ،مجازباشد،بااستفاده ازمبدل حرارتی ویاتزریق مایع سردبه قسمت مکش پمپ،می توان درجه حرارت ودرنتیجه فشاربخارراکاهش داد.عبور مایع موردانتقال ازدرون مبدل حرارتی،باعث کاهش فشارمایع در قسمت مکش پمپ می شودکه چندان مطلوب نمی باشد،بنابراین مبدل حرارتی باید طوری طراحی شودکه افت فشارمایع به هنگام عبورازآن حتی الامکان کم بوده ودرحدی باشدکه نتایج حاصل ازکاهش دمای مایع راکه منجر به کاهش فشاربخار می شود،خنثی نسازد.

تزریق مایع سردبه مایع موردانتقال،حتی درمقادیر کم می تواند بسیارنتایج مطلوبی رادرپی داشته باشدوبه همین خاطر دراکثر مواردبرای کاهش فشاربخارمایع ازاین روش استفاده می شود.

۴- کاهش افت فشار

افت فشاررا می توان باروش های زیر کاهش داد.

۱- باافزایش قطرلوله ازمخزن تادهانه مکش پمپ

۲- کاهش طول لوله

۳- کاهش تعدادزانویی هاوشیرها

افت فشارناشی ازوجوداصطکاک درلوله

$$H_F = f.\frac{L}{D}.\frac{V^2}{2g}-$$

Mahar Fan Abzar Co.

همانطورکه ازفرمول مشخص است افت فشار ناشی ازاصطکاک باطول لوله نسبت مستقیم وباقطرلوله نسبت عکس دارد.بنابراین درطراحی سیستم لوله کشی بویژه درمواردی که احتمال بروزکاویتاسیون زیاد میباشد،اکیدا توصیه می شودکه پمپ درنزدیکترین محل به منبعی که سیال از آن پمپاژ می شود،نصب گردد.به همین علت،قطردهانه suctionازدهانه discharge بزرگتردرنظرگرفته می شود.همانطورکه ازفرمول مشخص است باافزایش قطر میزان افت فشارکاهش می یابد.

افت فشارناشی اززانویی هاوشیرها

$$h_f = K\frac{V^2}{2g}$$

جهت جلوگیری ازوقوع کاویتاسیون،درانتخاب شیرهاواتصالات برای مسیر مکش،باتوجه به ضریب kبایستی اتصالاتی راانتخاب کردکه افت فشاردرآنها کمترمی باشد.

۵- استفاده ازبوستر پمپ قبل ازپمپ اصلی

پمپهای تقویتی،پمپهای تک مرحله ای،باسرعت وهدپایین میباشند وNPSHreq درآنهاکم میباشد. بوسترپمپهاقبل ازپمپ اصلی نصب شده وتاحدودی قادرندفشاررادردهانه مکش پمپ اصلی افزایش داده ومانع بروز کاویتاسیون شوند.البته باید درهنگام نصب پوسترپمپ به یک نکته توجه کردوآن این است که برای افزایش فشارمحدودیت وجوددارد.فشارکاری مکانیکال سیل حدودا۱.۵تا۲barازفشار suctionبیشتر بوده و برای این شرایط فشاری طراحی شده،در صورت استفاده ازپوسترپمپ،فشارزیادترازحدطراحی شده برمکانیکال سیل وارد خواهد شد.

۶- پایین بردن پمپ

درپاره ای مواردپایین بردن محل پمپ عملی بوده ومی تواند راه حل قابل قبولی باشد.اگرپمپ ازیک منبع پمپاژراانجام دهد،پایین بردن پمپ باعث افزایش HSTمی شود.درصورتی که پمپاژ ازیک چاه

Mahar Fan Abzar Co.

صورت گیرد،پایین بردن پمپ باعث کاهش عمق مکش میشود که درهردوصورت NPSHava افزایش خواهدیافت.

ضربه قوچ Water hammer

همانطور که می دانیدجسم درحال حرکت تما یل دارد که همان طور به حرکت خودادامه دهد .باتوجه به اصل فوق انسداد مسیرحرکت سیال درلوله باعث تغییرناگهانی سرعت سیال وبوجودآمدن ضربه قوچی می گردد.به عبارت دیگرباتوجه به رابطه معکوس سرعت وفشارسیال،کاهش یاافزایش ناگهانی سرعت،منجربه تغییرات فشاردرلوله ونهایتا water hammerمی شود.

Water hammerباسروصداوارتعاش همراه است.ضربه های ایجادشده ناشی ازاتعاش می توانـد باعـث ایجادخسارت در ساپورتها ودیگرقسمتهای مسیر سیال گردد.لذاتمهیداتی برای جلـوگیری ازوقـوع ایـن پدیده درنظر می گیرند.بطورمثال درهمین راستادردستورالعمل راه اندازی پمپهاتاکیدمی شـودکه قبـل ازروشن کردن یک پمپ شیرخروجی بسـته بـوده وبعدازاسـتارت زدن پمـپ،آرام آرام بازشـودویا قبـل ازخاموش کردن پمپ اول شیرخروجی آرام آرام بسته شده وسپس پمپ خـاموش گـردد.بعـدازخاموش کردن پمپ،سرعت درلولهdischargeسریعاکاهش می یابد،دراثراین تغییرسرعت ناگهانی پدیده ضـربه قوچی درلوله مذکوراتفاق می افتدوامواج فشـاری ایجـاد شـده در امتـداد لولـهdischargeبـه سـمت جلوحرکت کرده وپس ازبرخوردبـا مـانع، مـنعکس مـی شـوند.مـوج برگشـتی بعدازرسـیدن بـه پمـپ ودرصورت بازبودن شیرخروجی به پروانه رسیده ومنجربه برعکس چرخیدن پروانه وبازشـدن مهـره آن وخراببیهای دیگرمی گردد.

بنابراین بابستن شیرdischarge درهنگام خاموش کردن پمپ می توان از پمپ در مقابل water hammer محافظت کرد.

از سرویس خارج کردن پمپ های سانتریفوژ

الف) پمپ پس از خارج شدن از سرویس نیاز به تعمیرات دارد :

Mahar Fan Abzar Co.

۱- بستن شیر discharge به اندازه حداقل جریان (minimum flow)

شیر discharge به آرامی بسته می شود تا جریان به اندازه حداقل خود برسد . بـه شـیر suction دسـت زده نمی شود و همانطور باز باقی می ماند . برای جلوگیری از اثر water hammer شیر discharge به آرامـی بسته می شود تا جریان به اندازه حداقل برسد . بستن آرام شـیر discharge همچنـین باعـث کـاهش شـوک ناشی از توقف ناگهانی پمپ بر روی الکتروموتور و سیستم انتقال قدرت (کوپلینگ و شافت) می شود .

۲- بستن شیر خروجی به طور کامل

اگر مسیر minimum flow در خروجی وجود نداشته باشـد شـیر discharge بـه انـدازه minimum flow باز می ماند و پس از خاموش کردن موتور کاملاً بسته می شود . در صورتی کـه minimum flow در خروجی وجود داشته باشد ، شیر discharge در مرحله اول کاملاً بسته شده و پس از خاموش کردن موتـور شیر minimum flow نیز کاملاً بسته می شود .

۳- بستن شیر suction

۴- تخلیه کامل پمپ از سیال

اگر پمپ داغ شده است یا پمپ سیال داغ را پمپاژ می کند ، اول باید گذاشت تا پمپ خنک شود و سـپس عمـل draining را انجام داد ، زیرا باعث آسیب دیدگی و سـوختگی خواهـد شـد . بـرای تخلیـه پمـپ ، ابتـدا شـیر venting که در بالای پوسته نصب شده است ، باز شده و سپس شیر draining در پایین پوسته باز می شود و سیال از داخل پمپ به طور کامل تخلیه می شود .

۵- بررسی شرایط تراز بودن پمپ قبل از باز کردن پمپ

Mahar Fan Abzar Co.

تراز بودن کوپلینگ در طول زمان ممکن است به هم بخورد . بنابراین باید در دوره های زمـانی مناسـب ، مرتبـاً چک شود. قبل از باز کردن الکتروموتور باید با از استفاده از indicator شرایط هم محوری چک شـود و اعـداد یادداشت شوند تا از هم محوری پمپ و موتور و عدم وجود مشکل در این زمینه اطمینان حاصل نمود .

۶- از سرویس خارج نمودن مسیرهای flushing , cooling

تمامی مسیرهای cooling & flushing بایستی از سرویس خارج شـوند . در صـورتی کـه پمـپ سـیال بـا دمای بیشتر از ۸۰ سانتی گراد را پمپ کند ، ابتدا باید صبر نمود تا پمـپ و کلیـه مسـیرها خنـک شـود ، سـپس مسیرهای cooling & flushing را از سرویس خارج کرد .

۷- جدا کردن پمپ از لوله ها و تجهیزات

بعد از خنک شدن پمپ تمامی لوله ها و تجهیزات از پمپ جدا می شوند . برای تمیز کردن housing بیرینـگ ، ابتدا باید صبر نمود تا روغن موجود در housing بیرینگ خنک شود و سپس روغن تخلیـه شـود و بـا روغـن تمیز شستشو داده شود .

۸- مسدود کردن ورودی ها و خروجی ها

در صورتی که امکان نشتی از شیرها وجود داشته باشـد بایـد دهانـه لولـه هـای suction & discharge را مسدود کرد .

۹- چک کردن الکتروموتور

موتور از پمپ جدا شده ، به تنهایی روشن شده و از نظر سر و صدا و لرزش بررسی می شود . اگر عملکرد موتـور مطلوب نباشد ، موتور باز شده و تعمیر می شود .

ب) پمپ پس از خارج شدن از سرویس نیاز به تعمیرات ندارد

۱- بستن شیر discharge به اندازه حداقل جریان (minimum flow)

Mahar Fan Abzar Co.

شیر discharge به آرامی بسته می شود تا جریان به اندازه حداقل خود برسد . به شیرsuction دست زده نمی شود و همانطور باز باقی می ماند . برای جلوگیری از اثر water hammer شیر discharge به آرامی بسته می شود تا جریان به حداقل برسد . بستن آرام شیر discharge همچنین باعث کاهش شوک ناشی از توقف ناگهانی پمپ بر روی الکتروموتور و سیستم انتقال قدرت (کوپلینگ و شافت) می شود . در صورتی که مسیر minimum flow در خروجی وجود داشته باشد ، ابتدا از باز بودن کامل شیر مزبور اطمینان حاصل شده ، سپس شیر خروجی به آرامی کاملاً بسته شده و موتور خاموش می شود .

۲- بستن شیر خروجی به طور کامل :

اگرمسیر minimum flow در خروجی وجود نداشته باشد ، شیر discharge همانطور که در مرحله اول گفته شد به اندازه minimum flow باز می ماند و پس از خاموش کردن موتور کاملاً بسته می شود . در صورتی که مسیرminimum flow در خروجی وجود داشته باشد ، شیر discharge در مرحله اول کاملاً بسته شده و پس از خاموش کردن موتور شیر minimum flow نیز کاملاً بسته می شود .

۳- اگر سیال در صورت راکد بودن ، در داخل پمپ تشکیل رسوب و پلیمر می دهد بایستی شیر suction بسته شده و پمپ به طور کامل از سیال تخلیه شود . در صورتی که سیال پمپ شونده ایجاد رسوب در داخل پمپ نمی کند . بایستی شیر suction باز باقی بماند تا عمل آبدهی اولیه انجام شود . همزمان با باز بودن شیر suction در زمان توقف دستگاه ، مسیرهای cooling & flushing در سرویس باقی خواهند ماند . در صورتی که سیال پمپ شونده گرم و یا سرد باشد ، برای اینکه امکان یخ زدن یا بخار شدن سیال در مکانیکال سیل وجود دارد . برای جلوگیری از این پدیده ، بایستی سیستم cooling & flushing فعال باشد تا از خرابی مکانیکال سیل جلوگیری شود .

راه اندازی :

۱- باز کردن کامل شیر suction برای پمپ های سانتریفوژ حتی زمانی که در سرویس نیستند باید کامل باز بوده تا پوسته و لوله suction از سیال پر باشد . در پمپ های کمکی گاهی اوقات لازم می شود که پمپ سریعاً در سرویس قرار گیرد . پر بودن پمپ از سیال برای این منظور ضروری می باشد . به پر بودن پمپ و لوله مکش از سیال ، آبدهی اولیه یا priming گفته می شود . از طرفی وجود سیال در داخل پمپ به طور خودکار عمل روغنکاری سطوح مکانیکال سیل را زمانی که در سرویس نیستند ،

Mahar Fan Abzar Co.

فراهم می کند . بنابراین در بین سطوح همیشه روغن کافی وجود خواهد داشت و پس از راه اندازی ، مکانیکال سیل ، خشک به راه نیفتاده و سریعاً خراب نمی شود .

۲- اطمینان از بسته بودن شیر discharge

۳- هواگیری پمپ

همزمان با باز کردن شیر suction باید هواگیری پمپ را انجام داد . مسیرهای هواگیری پوسته و مکانیکال سیل همزمان با بازکردن شیر suction باز شده و زمانیکه تنها مایع از مسیرهای هواگیری خارج شود هواگیری بسته می شود .

۴- بررسی تمام مسیرهای cooling & flushing

مطمئن شوید که آب خنک کننده برای تمامی مسیرهای مورد نیاز از قبیل jacket , cooling محفظه بیرینگ و مکانیکال سیل جریان دارد .

۵- استارت پمپ زده می شود

۶- باز کردن شیر discharge

شیر discharge به آرامی باز می شود . هرگز شیر discharge را در هنگام راه اندازی برای مدت طولانی نبندید زیرا این عمل باعث برگشت جریان به داخل پمپ و گرم شدن سیال می شود که حتی می تواند منجر به بخار شدن سیال در داخل پوسته شود . در حین باز کردن شیر خروجی فشار ورودی و خروجی پمپ باید زیر نظر باشد . فشار ورودی پمپ ها نباید از فشار ذکر شده درکتاب پمپ مورد نظر کمتر باشد . زمانی که پمپ در سرویس است برای تنظیم دبی باید از شیر discharge استفاده کرد و این کار را هرگز با شیر suction انجام نداد .

ثبت پارامتر ها و انجام بازرسی های لازم :

الف – چک و ثبت متغیرها :

متغیرهای پمپ عبارت است از فشار ، آمپر مصرفی و دبی . چک و ثبت دبی توسط اتاق کنترل انجام می شود . فشار خروجی پمپ و آمپر در برگه ای به نام log sheet یادداشت می شود . اپراتور برای اطمینان از عملکرد

Mahar Fan Abzar Co.

صحیح پمپ در ساعت های مشخص شده ، از روی گیج های مربوطه مقادیر فشار خروجی و آمپر مصرفی را یادداشت می کند . در صورتی که اعداد از محدوده مجاز ذکر شده در log sheet بیشتر یا کمتر شود ، اپراتور می بایست با مراجعه به تجربیات خود و همچنین استفاده از بخش troubleshooting ، اشکال مربوطه را شناسایی و نسبت به رفع آن اقدام کند .

ب – بازرسی های لازم :

۱- بررسی suction strainer

یکی از دلایل پایین بودن فشار و دبی ، گرفتگی در فیلتر یا strainer می باشد . از این رو بررسی strainer جهت اطمینان از عدم گرفتگی لازم می باشد . گاهی اوقات دو فشار سنج در ۲ طرف strainer نصب می شود و از روی افت فشار ایجاد شده می توان به وجود گرفتگی در strainer پی برد ولی بیشتر اوقات فشارسنج برای strainer وجود ندارد . در صورت عدم وجود فشار سنج برای strainer روشی برای بازرسی وجود ندارد . و تنها در صورت پایین بودن فشار و دبی با باز کردن فیلتر و strainer می توان به وجود گرفتگی در strainer پی برد .

۲- چک کردن پمپ از نظر صداهای غیر معمول و یا ارتعاشات

۳- چک کردن level روغن

وجود روغن زیاد در housing بیرینگ باعث گرم شدن بیرینگ شود . کاهش روغن می تواند باعث خشک کار کردن بیرینگ و خرابی سریع آن شود . از این رو level روغن در بیرینگ ها بایستی در هنگام ثبت پارامترهای فشار و آمپر توسط اپراتور بررسی شود . بازرسی level روغن از طریق sight glass و یا housing بیرینگ انجام می شود .

۴- بازرسی آب بندها و اتصالات و پوسته از لحاظ نشتی

سیستم آب بندی بایستی از نظر نشتی بررسی شود . این امر به ویژه در چند ساعت اولیه راه اندازی اهمیت خاصی دارد در پمپ هایی که از packing برای آب بندی استفاده می شود ، بهتر است همواره مقداری نشتی وجود داشته باشد . این امر به روانکاری و خنک کاری سیستم آب بندی packing و افزایش طول عمر آن

Mahar Fan Abzar Co.

کمک می کند . مقدار نشتی مجاز برای سیستم آب بندی packing ، ۶۰-۳۰ قطره در دقیقه است . مکانیکال سیل بایستی فاقد نشتی باشد .

۵- بازرسی بیرینگ ها و آب بندی ها و پوسته پمپ از لحاظ گرم کردن

چند دقیقه بعد از راه اندازی پمپ housing برینگ های پمپ و الکتروموتور را با دست لمس کنید تا از عادی بودن دمای housing بیرینگ اطمینان حاصل شود . در هنگام لمس کردن یاتاقان های الکتروموتور ، همواره از پشت دست خود استفاده کنید تا در صورت وجود اتصال در بدنه ، دچار برق گرفتگی نشوید . (دست به بیرون پرتاب می شود) در صورت گرم شدن یاتاقان ، برای ریشه یابی علت آن به قسمت عیوب و نحوه تشخیص مراجعه شود .

دست خود را بر روی محفظه سیستم آب بندی قرار داده و دمای آن را چک کنید . در صورتی که محفظه گرم شده باشد ، باید علت ریشه یابی شود . یکی از دلایل گرم شدن سیستم آب بندی ، عدم خنک کاری و انسداد مسیرهای cooling یا flushing می باشد .

پوسته پمپ نیز به طریق مشابه یعنی با گذاشتن دست بر روی آن چک میشود . اگر پوسته پمپ داغ است ، به قسمت عیوب و نحوه تشخیص مراجعه شود .

۶- بررسی درجه حرارت ورودی و خروجی مایع خنک کننده و سیستم flushing

در صورت وجود jacket برای مکانیکال سیل و بیرینگ و سیستم flushing برای مکانیکال سیل ، درجه حرارت ورودی و خروجی و دبی مایع خنک کننده و یا شستشو کننده بایستی مرتباً بررسی شود . اگر پدیده cooking در این مسیرها اتفاق می افتد چون عمل flushing & cooling انجام نمی شود . بنابراین دمای مکانیکال سیل و بیرینگ بالا رفته و افزایش دما باعث خرابی مکانیکال سیل و بیرینگ خواهد شد .

Mahar Fan Abzar Co.

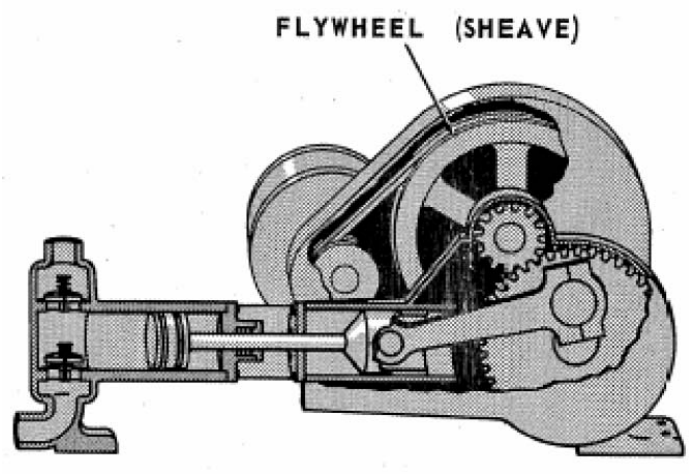
فصل دوم

پمپ های جابجائی مثبت positive Displacement pumps)

Mahar Fan Abzar Co.

پمپ های پیستونی piston pumps

اصول کار یک پمپ رفت و برگشتی پیستونی مبتنی بر حرکت رفت و برگشتی پیستون در داخل سیلندر است . این پمپ ها متناسب با سیستم مکانیکی محرک پیستون ، تعداد و طرز قرار گرفتن سیلندر ها ، سیستم سوپاپ ها و ..... به انواع مختلفی تقسیم می شوند .



پمپ پیستونی رفت و برگشتی

در این نوع پمپ ها وقتی پیستون در حالت مکش است ، در اثر افزایش حجم در داخل سیلندر ها خلاء ایجاد می شود (کاهش فشار) و باعث ورود مایع از طریق شیر ورودی به سیلندر می شود (البته در این حالت به علت بالا بودن فشار لاین خروجی و اعمال آن روی شیر خروجی ، شیر خروجی بسته است)

وقتی که پیستون در جهت تراکم حرکت می کند می کند ، باعث بالا رفتن فشار در سیلندر می شود (و موجب بسته شدن ولو ورودی پمپ می شود) .

در اثر بالا رفتن فشار سیلندر ، شیر خروجی باز می شود و سیال داخل سیلندر به طرف لوله خروجی هدایت می شود که تکرار این عمل باعث پمپاژ مایع می گردد.

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

Mahar Fan Abzar Co.

همچنین لقی بین پیستون و سیلندر معمولا بسیار کم است تا از برگشت مایع از قسمت های اطراف پیستون در جهت عکس (نشتی داخلی) که باعث کم شدن بازدهی و راندمان پمپ می شود ممانعت شود .

به علت اینکه فشار خروجی این نوع پمپ ها بسیار بالا می باشد ، برای افزایش حفاظت و ایمنی بیشتر ، روی مسیر خروجی کلیه پمپ های رفت و برگشتی حتما یک شیر اطمینان (safty valve) که روی فشار مناسبی تنظیم شده است استفاده می شود.

ساختمان پمپ های پیستونی رفت و برگشتی

پمپ های پیستونی رفت و برگشتی از قطعات زیر تشکیل شده اند:

۱- سیلندر که پیستون داخل آن حرکت رفت و برگشتی دارد.

۲- پیستون که به عنوان عامل حرکت و تغییر حجم سیلندر می باشد.

۳- رینگ های پیستون که برای آب بندی فاصله بین پیستون و جداره سیلندر می باشد.

۴- ولو های ورودی و خروجی که به عنوان عامل قطع و وصل کننده جریان مایع می باشند .

۵- محفظه آب بندی و پکینگ که برای ممانعت از نشت مایع داخل پمپ به طرف بیرون می باشد .

۶- سیستم روغنکاری پکینگ ها جهت روغنکاری پکینگ ها

۷- کراس هد که وظیفه آن کنترل کردن حرکتهای جانبی پیستون است .

۸- مکانیزم تبدیل حرکت دورانی به حرکت رفت و برگشتی شامل :

الف- میل لنگ

ب- یاتاقان های ثابت و متحرک

ج- دسته شاتون

۹- سیستم روغنکاری قسمت های متحرک

Mahar Fan Abzar Co.

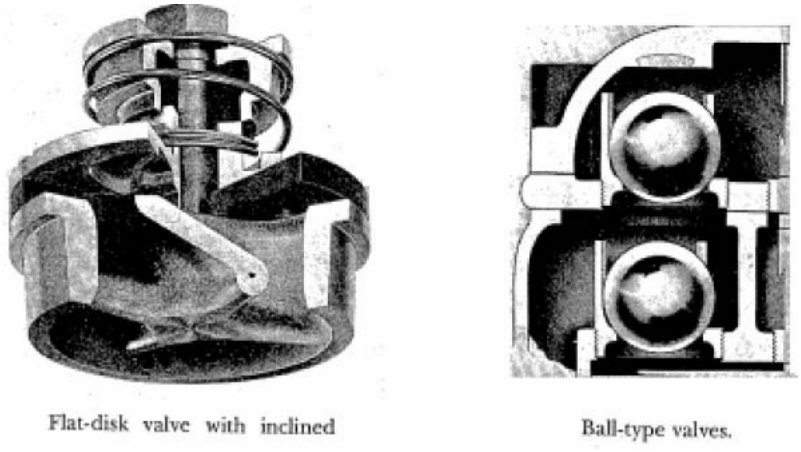
ولو های ورودی و خروجی این نوع پمپ ها ، در راندمان خروجی پمپ بسیار موثر می باشند که در صورت آب بند نبودن آنها ، می تواند باعث برگشت مجدد مایع خروجی به داخل سیلندر در مجرای ورودی گردد که در نتیجه باعث کاهش راندمان و جریان پمپ می گردد.

انواع ولو های مورد استفاده در پمپ های رفت و برگشتی پیستونی

ولو های زیر بیشترین کاربرد را در این نوع پمپ ها دارند :

الف – ball valve

ب- disk valve



Flat-disk valve with inclined

Ball-type valves.

آب بند های پمپ های رفت و برگشتی

پکینگ های مورد استفاده در پمپ های رفت و برگشتی خصوصا پمپ های با سایز بزرگ ار نوع پکینگ های اتوماتیک (automatic packing) می باشد .

این نوع پکینگ ها شامل دو نوع V- ring و U-cup می باشند . اصول کار آنها بر اساس فشار داخل محفظه آب بندی ناشی از مایع سیل شونده است که روی پکینگ ها اعمال می شود .

Mahar Fan Abzar Co.

فشار سیالی که قرار است آب بندی شود ، باعث تماس لبه های آب بندی پکینگ ها روی سطوح استافین باکس و محور می شود .و کار آب بندی را انجام می دهند. در صورتی که در جهت عکس نصب شوند ، قابلیت آب بندی را نخواهند داشت .

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

پکینگ های اتوماتیک بر خلاف پکینگ های فشاری که همواره با شفت در تماسند ، فقط در قسمتی از کورس پیستون (وقتی پلانجر یا پیستون در حال جلو آمدن است و فشار در حال افزایش باشد)با محور تماس پیدا می کند و در بقیه کورس تماس شدیدی با محور ندارد که همین باعث افزایش طول عمر پکیک های اتوماتیک شده است .

در این نوع پکینگ ها نیز نیاز به مایع روانکار است تا اصطکاک بین پکینگ و محور را کاهش دهد . برای این منظور یک عدد lantern ring در وسط پکینگ ها در داخل استاقین باکس قرار می گیرد و مایع روانکار از این طریق به پکینگ ها می رسد تا کار روانکاری را انجام دهد . در پمپ های کوچک از طریق گریس کار روانکاری را انجام می دهند .

Mahar Fan Abzar Co.

روش های کنترل جریان پمپ های رفت و برگشتی

برای تغییر مقدار جریان از روش های ریر استفاده می شود

۱- با کم کردن دور سیستم گرداننده که در عمل به دلیل ثابت بودن دور الکتروموتور ها کمتر مورد استفاد ه قرارد می گیرد .

۲- تغییر مقدار حجم جابجائی پیستون (تغییر کورس پیستون) که با استفاده از مکانیزم های مخصوصی شامل چرخ دنده و ... است انجام می شود

۳- استفاده از مسیر کنار گذر by passو بر گرداندن مقداری از مایع به ورودی پمپ (برای پمپ های بزرگ مقرون به صرفه نیست)

پمپ های پلانجری plunger pumps

پلانجر

پلانجر استوانه ای شکل بوده و معمولاً از فلز ساخته می شود . حرکت رفت و برگشتی پلانجر در داخل سیلندر منجر به عمل مکش و رانش می شود . پلانجر در حقیقت منتقل کننده نیرو به سیال می باشد که این نیرو منجر به تولید فشار می شود . پلانجر به cross head متصل بوده و همان حرکت خطی cross head را دارد . پلانجرها به دو صورت تو پر و تو خالی ساخته می شوند. جهت کاهش وزن پلانجرها، آنها را به صورت توخالی می سازند . محدوده سرعت پلانجر بین ۴۶ تا ۱۰۷ متر بر ساعت می باشد . طول پلانجر از طول مسافت طی شده در داخل سیلندر بیشتر می باشد .

تفاوت پلانجرو پیستون

۱- یکی از تفاوت های مهم میان پیستون و پلانجر این است که در پمپ های پیستونی طول پیستون از طول مسافت طی شده درسیلندر کمتر است .

۲- تفاوت دیگر میان پیستون و پلانجر در این است که پلانجر از سیلندر بیرون می آید در حالیکه پیستون از داخل سیلندر بیرون نمی آید.

Mahar Fan Abzar Co.

۳- تفاوت های ذکر شده تفاوت های ظاهری میان پیستون و پلانجر می باشد . مهمترین تفاوت میان پمپ های پلانجری و پیستونی این است که از پمپ های پلانجری در فشارهای بالاتری نسبت به پیستونی استفاده می شود

سیلندر

محفظه ای استوانه ای شکل است که پلانجر را در درون خود جای می دهد . عمل پمپاژ در پمپ های رفت و برگشتی بر اساس حرکت پیستون یا پلانجر داخل سیلندر ایجاد می شود . با حرکت پلانجر به سمت بالا ، سیال از Check Valve ورودی وارد سیلندر می شود و سیلندر از مایع پر می شود . پس از پر شدن سیلندر از مایع ، پلانجر در جهت مخالف حرکت کرده ، در این صورت شیر دهانه مکش بسته و شیر موجود در دهانه خروجی باز شده و سیال پمپ می شود .

در پمپ های پلانجری جهت یکنواخت کردن دبی ، روش های مختلفی اتخاذ می شود . یکی از این روش ها ، استفاده از مخزن ضربه گیر است که در خروجی پمپ نصب می شود . روشی دیگر جهت یکنواخت کردن دبی ، افزایش تعداد سیلندرها می باشد . دو سیلندر یا سه سیلندر یا چند سیلندر استفاده می کنند .

پمپ دو سیلندر از دو پمپ تک سیلندر که در کنار یکدیگر و در یک محفظه مشترک قرار می گیرند ..

شیرهای سیلندر

شیرهای استفاده شده برای ورود و خروج سیال از داخل سیلندر ، چک ولو(شیر یکطرفه) هستند یعنی تنها اجازه جریان یافتن سیال را در یک جهت می دهند . برای ورودی و خروجی پمپ از شیرهای یکسان استفاده می شود . همچنین طرز قرار گرفتن شیرها از نقطه نظر جهت جریان در ورودی و خروجی عکس یکدیگر می باشد . از نظر اندازه در بعضی موارد از شیرهای هم اندازه برای ورودی و خروجی استفاده می شود . در موارد دیگر جهت جلوگیری از پدیده کاویتاسیون شیر ورودی از شیر خروجی بزرگتر می باشد.. سطح عبوری جریان در شیرها باید به اندازه کافی بزرگ باشد برای این که از افت فشار در شیرها جلوگیری شود . معمولاً سطح شیر در ورودی برای سرعت ۱.۸ تا ۲.۴ متر بر ثانیه و سطح شیر خروجی برای سرعتی بین ۲.۴ تا ۳.۶ متر بر ثانیه طراحی شده است .

Mahar Fan Abzar Co.

انواع چک ولوها

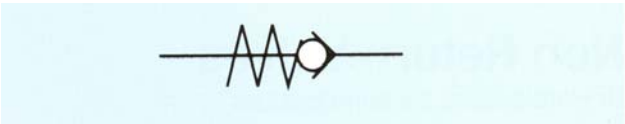
از انواع متداول چک ولوهای استفاده شده در پمپ های پلانجری می توان

۱- disk valve

۲- ball valve

را نام برد . disk valve ها بایستی طوری ساخته شوند که هنگام نشستن disk روی نشیمن گاه از اطراف آن سیال نشت نکند . بدین منظور بایستی disk کاملاً روی نشیمن گاه هدایت شود و روی آن جا گیرد

در ball valve با حرکت گلوله ها روی مجراهای ورودی و خروجی ، مجراها باز و بسته می شوند . گلوله ها بر روی مجراهای ورودی و خروجی نشیمن گاه یا همان seat قرار می گیرند . گلوله ها باید کاملاً در محل خودش قرار گیرد . عمل هدایت گلوله ها توسط دیواره شیر انجام می شود . نیروی ناشی از وزن گلوله ها منجر به قرار گرفتن گلوله ها روی seat می شود . برای باز شدن شیر بایستی نیروی پمپ از نیروی وزن گلوله و فشاری که در پشت گلوله وجود دارد بیشتر باشد . در مواردی که از پمپ های پلانجری برای پمپاژ سیالات با ویسکوزتیه بسیار بالا استفاده شود از ball valve هایی که دارای فنر می باشد استفاده می کنند .



شیر یکطرفه

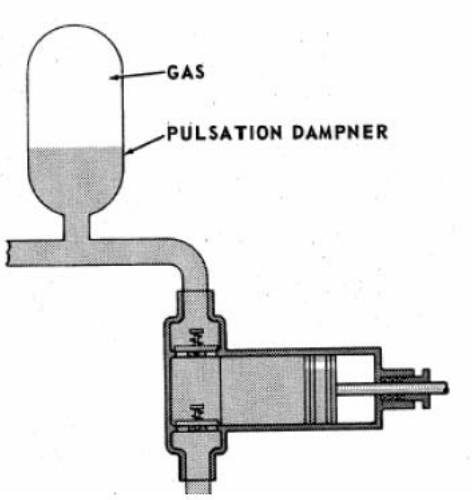
مخزن ضربه گیر (pulsation dampener)

در پمپ های رفت و برگشتی برای برطرف ساختن ضربان سیال که ناشی از حرکت رفت و برگشتی پیستون ها می باشد و یکنواخت ساختن جریان خروجی و ورودی پمپ از مخازن ضربه گیر استفاده می شود .

مخزن ضربه گیر ، مخزن بسته ای است که از هوا یا نیتروژن پر می شود . توجه شود که هرگز از اکسیژن برای این منظور استفاده نمی شود . مخازن ضربه گیر بایستی تا آنجا که مقدور است به قسمت خروجی یا ورودی

Mahar Fan Abzar Co.

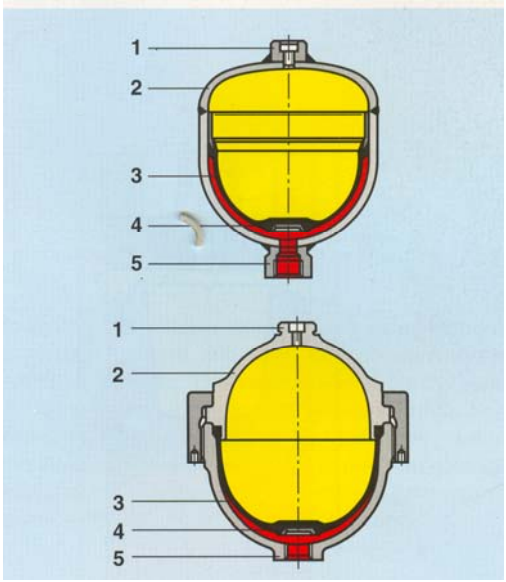
پمپ که عامل ایجاد کننده ضربان است ، نزدیک باشد . در صورت امکان بهتر است که مخزن ضربه گیر درست در روی شیر خروجی یا ورودی نصب شود .. مخازن ضربه گیر به صورت افقی یا عمودی نصب می شود . درزمانی که مایع با فشار پلانجر از لوله خروجی ،خارج می شود، قسمتی از آن وارد محفظه هوا شده، هوای داخل آن را فشرده می کند . با رسیدن پلانچر به انتهای حرکت خود جریان مایع در خروجی به واسطه نبودن فشار قطع می شود . در این حال هوای فشرده درون محفظه ، فشار آورده ، جریان مایع در لوله خروجی برقرار می شود . به طور خلاصه می توان گفت که یک سرعت متوسط در لوله تعریف می شود .



بدین ترتیب سرعت جریان در لوله ای که دارای مخزن ضربه گیر است ثابت باقی می ماند . فشرده شدن و منبسط شدن گاز درون مخزن از افزایش یا کاهش ناگهانی فشار در لوله خروجی و ورودی پمپ جلوگیری می کند . به همین دلیل جریان مایع در لوله خروجی و ورودی آرام تر و یکنواخت تر می گردد . در حقیقت این مخازن از ایجاد ضربه قوچ در لوله ها جلوگیری می کنند . ذکر این نکته ضروری است که مخزن ضربه گیر موجود در لوله مکش علاوه بر جلوگیری از پدیده ضربه قوچ ، مزیت دیگری نیز دارد و آن این است که در حقیقت با ثابت نگه داشتن سرعت و به عبارتی جلوگیری از کاهش فشار در لوله مکش ، از پدیده کاویتاسیون جلوگیری می کند . با افزایش سرعت در لوله مکش، فشار کاهش و احتمال وقوع کاویتاسیون زیاد می شود . بنابراین در مواردی که امکان نصب پمپ پلانجر در نزدیکی منبعی که پمپاژ در آن صورت می گیرد وجود نداشته باشد، توصیه می شود که حتماً مخزن ضربه گیر در لوله مکش نصب شود . مخزن باید به اندازه ای باشد که حداقل ۳ برابر ظرفیت هر پالس را در خود انباشته کند . برای جلوگیری از حل شدن مقداری از گاز در سیال پمپ

Mahar Fan Abzar Co.

شونده ، مایع و گاز را از هم جدا می کنند . یکی از روش های جداسازی مایع و گاز استفاده از دیافراگم ارتجـاعی می باشد .



مخزن یا انباره دیافراگمی

سیستم آب بندی

برای جلوگیری از نشت مایع از بین قطعات ثابت و متحرک ، از سیستم آب بندی استفاده می شود . سیسـتم آب بندی پمپ های پلانجری از نوع packing می باشد و از قسمت های زیر تشکیل شده است:

۱- packing

۲ stuffing box

۱- گلند

۲- بوش های بالایی و پایینی

۳- lantern ring

۴- بوش ها وظیفه هدایت کردن پلانجر را در حین حرکت رفت و برگشتی پلانجر در داخل محفظـه آب بنـدی به عهده دارند و packing ها بین آنها نصب می شود . در پاره ای موارد به جای استفاده از بوش از واشـر استفاده می شود . با توجه به نوع سیال و درجه حرارت سیال پمپ شونده بایستی از لایـی مناسـب اسـتفاده نمود . packing استفاده شده بایستی به اندازه کافی انعطاف پذیر باشد برای این که اجازه حرکت رفـت و

Mahar Fan Abzar Co.

برگشتی پلانجر را در خود بدهد . همچنین از نظر جنسی باید با سیال پمپ شونده سازگاری داشته و نشتی سریعاً باعث خرابی آن نشود . packing همچنین بایستی استحکام کافی در برابر حرکت رفت و برگشتی پلانجر را داشته باشد . تعداد packing ها با فشار و سیال پمپ شونده بستگی دارد . در پمپ های پلانجری لایی در انتهای بیرونی سیلندر قرار دارد و ثابت است و همراه پلانجر حرکت نمی کند . در واقع در نصب لایی بایستی دقت شود که زیاد از اندازه گلند فشرده نشود ، چون فشردگی زیاد باعث اصطکاک بیش از حد شده و در نتیجه packing گرم می شود و می سوزد . در پمپ های پلانجری معمولاً با استفاده از lantern ring و تزریق سیال از یک منبع خارجی ، عمل روانکاری و خنک کردن packing را انجام می دهند .

نیروی محرکه

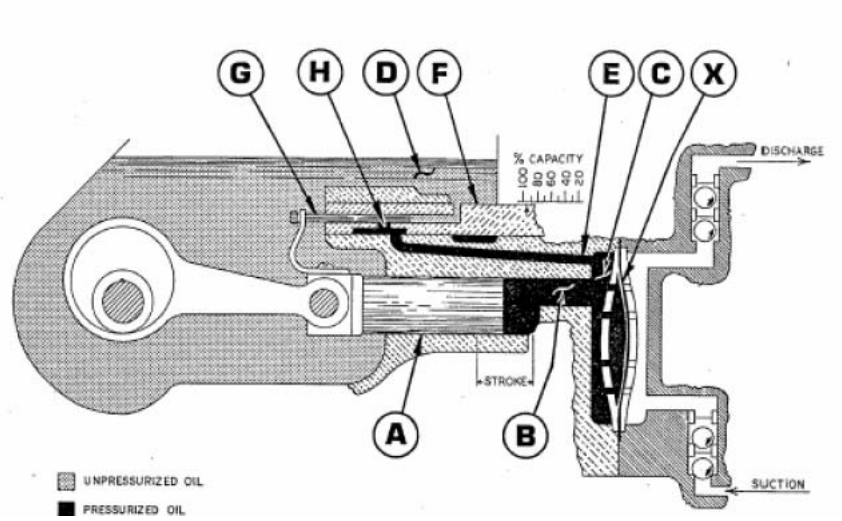
امروزه در اغلب موارد از الکتروموتور برای به حرکت درآوردن پمپ های پلانجری استفاده می شود . شافت موتور دارای حرکت دورانی است . از آنجاکه پمپ های پلانجری بر اساس حرکت رفت و برگشتی عمل می کنند ، بایستی از طریقی بتوان حرکت دورانی را به حرکت رفت و برگشتی تبدیل نمود . برای این منظور از میل لنگ یا همان crank shaft استفاده می کنند . موتور محرک می تواند مستقیماً به میل لنگ متصل شده و یا اینکه از یک کاهش دهنده سرعت استفاده نمود . معمولاً از جعبه دنده ها یا همان gear box برای کم کردن سرعت استفاده می شود . اگر دور موتور متغیر باشد در پاره ای از موارد سیستم انتقال قدرت علاوه بر جعبه دنده مجهز به کلاچ می باشد که مابین جعبه دنده و موتور نصب شده و از یک طرف با موتور و سمت دیگر با جعبه دنده کوپل می شوند . کلاچ در حقیقت دستگاه قطع و وصل نیرو بین موتور و جعبه دنده می باشد . crank shaft (میل لنگ) به connecting rod (شاتون) متصل بوده و connecting rod به cross head (صلیبی) و cross head به پلانجر متصل می باشد . بنابراین حرکت دورانی توسط crank shaft به حرکت رفت و برگشتی تبدیل شده و موجب حرکت خطی crank shaft و در نهایت رفت و برگشت پلانجر در داخل سیلندر می شود . cross head در پلانجر های بلند و برای جلوگیری از تاب برداشتن پلانجر و همچنین برای هدایت پلانجر استفاده می شود.

Mahar Fan Abzar Co.

پمپ های دیافراگمی diaphragm pumps

پمپ های دیافراگمی جزء پمپ های رفت و برگشتی هستند که المان پمپ را یک دیافراگم قابل ارتجاع تشکیل می دهد . این پمپ ها از لحاظ اصول کار بسیار مشابه پمپ های نوع پیستونی یا پلانجری می باشند با این تفاوت که در پمپ های پیستونی ، حرکت پیستون یا پلانجر باعث جابجا شدن مایع می شود ولی در پمپ های دیافراگمی ، حرکت رفت و برگشتی روی دیافراگم اعمال می شود و انقباض و انبساط آن باعث تغییر حجم داخل پمپ و ورود و خروج مایع می گردد.

دیافراگم ها بسته به طراحی پمپ بر اساس فشار و درجه حرارت و از جنس های مختلفی نظیر لاستیک یا پلاستیک های مخصوصی ساخته می شوند .



پمپ دیافراگمی

محاسن پمپ های دیافراگمی

۱- مهمترین حسن این پمپ ها عدم تماس بین مایع پمپ شونده با قطعات پمپ است که عامل حیاتی و مهم برای پمپاژ مواد سمی و خطر ناک بشمار می آید .

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

۳- این پمپ ها نیاز به آب بندی ندارند و می توان ادعا کرد که نشتی این گونه پمپ ها صد در صد صفر است .

Mahar Fan Abzar Co.

۴- ظرفیت این پمپ ها به قطر دیافراگم ، میزان حرکت دیافراگم (کورس حرکت) و تعداد دفعات حرکت رفت و برگشتی در واحد زمان (سرعت حرکت) نسبت مستقیم دارد.

در ساختمان این پمپ ها ، شیر های ورودی و خروجی که معمولا از نوع ball valve یا شیر های مخروطی است بکار رفته است .

مقدمات لازم برای راه اندازی پمپ های رفت و برگشتی

۱- چک کردن سطح روغن داخل محفظه روغن

۲- گرم کردن یکنواخت پمپ در صورت لزوم

۳- هواگیری پمپ

۴- باز کردم مسیر های آب خنک کننده در صورت وجود

۵- در سرویس قرار داد ن سیستم روغنکاری مرکزی در صورت وجود

۶- چک کردن جهت چرخش الکتروموتور

۷- اطمینان از روان چرخیدن و گیر نداشتن پمپ

۸- چک کردن کلیه قسمت ها از نظر نشتی

۹- اطمینان کامل از روان بودن ولو های ورودی و خروجی و مسیر کنار گذر

مراحل راه اندازی پمپ های رفت و بر گشتی

برای راه اندازی این نوع پمپ ها مراحل زیر باید انجام شود .

۱- باز نمودن مسیر کنار گذر

۲- باز کردن ولو ورودی پمپ

۳- باز نمودن ولو خروجی در صورتی که روی مسیر خروجی شیر یکطرفه یا چک ولو نصب شده باشد.

۴- بستن ولو مسیر خروجی پمپ در صورتی که شیر یک طرفه نصب نشده باشد و فشار پشت پمپ بالا باشد .

۵- آماده سازی و راه اندازی سیستم گرداننده

Mahar Fan Abzar Co.

۶- بستن تدریجی ولو مسیر کنار گذر (در صورتی که ولو خروجی باز باشد)

۷- بستن ولو مسیر فشار پائین پمپ (در صورتی که فشار پشت پمپ کم باشد)

۸- باز نمودن تدریجی ولو خروجی (در صورتی که شیر یکطرفه نصب نشده باشد)

۹- چک کردن پمپ از لحاظ نشتی ، لرزش ، درجه حرارت ، فشار و ....

مراحل از سرویس خارج کردن پمپ های رفت و برگشتی

۱- باز کردن تدریجی مسیر کنار گذر

۲- بستن تدریجی ولو خروجی

۳- از سرویس خارج نمودن دستگاه گرداننده

چک های روتین پمپ های رفت و برگشتی

۱- چک کردن فشار های ورودی و خروجی

۲- چک کردن میزان آمپر الکتروموتور

۳- چک کردن نشتی های روغن و مایع پمپ شونده

۴- چک کردن مقدار لرزش و سر و صدای غیر عادی

۵- چک کردن دمای یاتاقان ها و ...

۶- چک کردن سطح روغن محفظه روغن

۷- چک کردن مقدار فلوی پمپ

معایب روتین پمپ های رفت و برگشتی

۱- خرابی شیر های یک طرفه داخلی

۲- زیاد بودن لقی های داخلی

۳- اشکال در مکانیزم تبدیل حرکت دورانی به حرکت درفت و برگشتی

Mahar Fan Abzar Co.

پمپهای دنده ای (Gear pumps)

پمپهای دنده ای بدلیل برخورداری از طراحی ساده ، ابعاد کوچک و فشرده و قیمت ارزان ، دارای مصرف عام بوده و بیشترین کاربرد آنها درصنایع فرآیندی، ماشینهای ابزار ، ماشینهای راهسازی و کشاورزی و سایر ماشینهای سنگین می باشد . پمپ های دنده ای فقط دبی ثابت می باشند . بدلیل کاهش شدید خروجی این نوع پمپها دراثر سائیدگی , مخارج تعمیر و نگهداری زیادی به همراه دارند ، جریان خروجی این پمپها به طور قابل توجهی متأثر از نشتی های سیستم است که در اثر سایش در نواحی زیر بوجود می آید .

۱- نشتی بین دندانه و پوسته

۲- نشتی بین دندانه ها

۳- نشتی از طرفین

انواع پمپ های دنده ای

پمپ های دنده ای به دو دسته تقسیم می شوند .

۱- پمپ های دنده خارجی **External gear pumps**

۲- پمپ های دنده داخلی **Internal gear pumps**

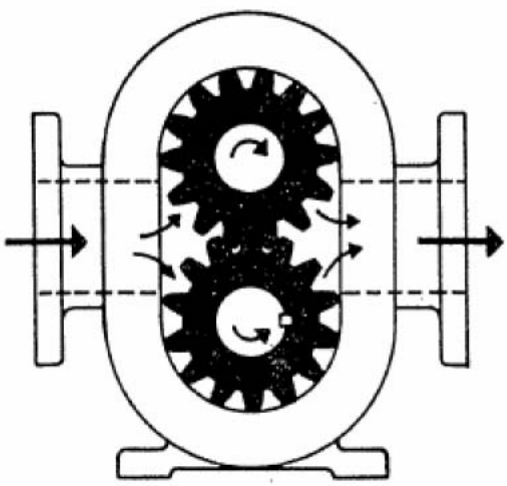
پمپ های دنده خارجی External gear pump

اساس وعملکرد

External gear pump ازیک پوسته ثابت ویک قسمت دوارتشکیل شده است .در این نوع پمپ ها افزایش فشاربوسیله قسمت دوارصورت می گیرد.قسمت دوار دوچرخ دنده است که یکی ازچرخ دنده ها به وسیله یک محور به محرک خارجی متصل است وبه آنDrive gear گفته می شود.چرخ دنده دوم در اثر درگیری با چرخ دنده اول به گردش درمی آید و به آن idler gear یا چرخ دنده هرز گرد میکویند.

Mahar Fan Abzar Co.

دوچرخ دنده درخلاف جهت یکدیکر کردش می کنند.اکثر پمپ های دنده ای راست گرد هستند . اگر از سمت موتوربه پمپ نگاه شود،محور درجهت عقربه های ساعت درحال چرخش است.درتجهیزات خاص ممکن است ازپمپهای دنده ای چپ گرد نیز استفاده شود.ازبیشتر پمپ های دنده ای دردو جهت می توان استفاده نمود که این عمل با تغییر جهت دوران موتور انجام می شود. درناحیه مکش دنده هااز یکدیگر فاصله گرفته وفضای خالی بین آنها زیاد می شودکه این امر باعث ایجاد خلاء شده و این فرایند در ورودی باعث ایجاد مکش می شود.در ناحیه خروجی دنده ها به یکدیگر نزدیک شده وفضای بین آنها دراثر فرو رفتن دنده هادریکدیگر کاهش می یابد وازآن جهت که اجازه نشتی سیال ازبین دنده هابه دهانه مکش وجود ندارد بنابراین سیال به دهانهdischarge ریخته می شود.انتقال سیال به صورت محیطی صورت می گیرد.



External-gear rotary pump.

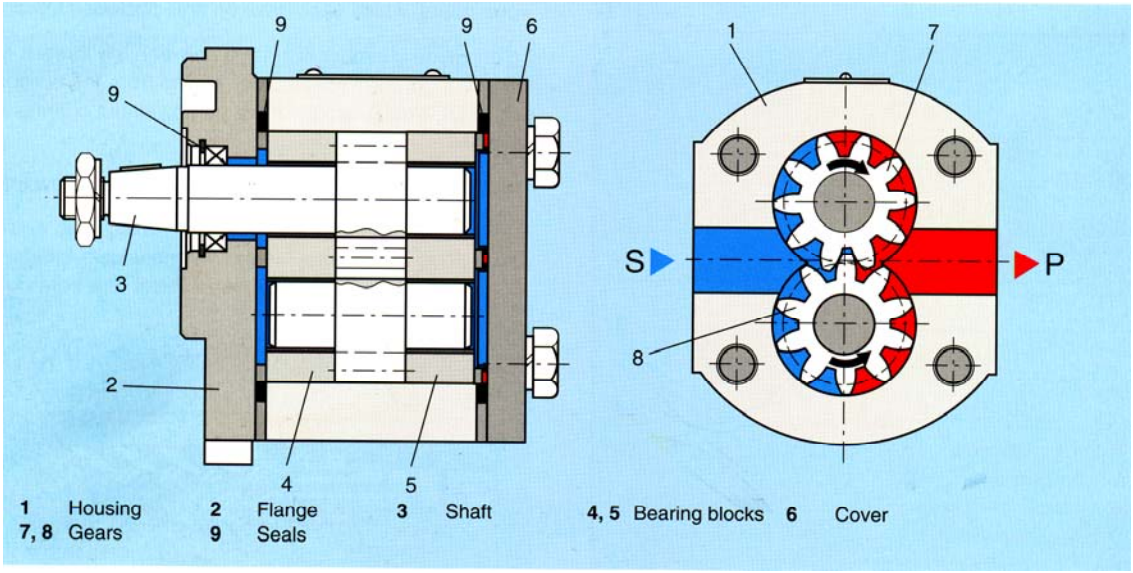
اصول کاری کلی پمپ هایexternal gearبه این شکل است که مقداری ازمایع بین قسمتهای دوار به تله افتاده وباحرکت دورانی این قسمتها به سمت خروجی فرستاده می شود.دراین پمپ هاامکان برگشت سیال به دهانه suctionبسیارزیاد است.برای جلوگیری از برگشت سیال به suction لازم است که لقی بین قسمتهای دورانی وثابت دریک حالت می نیمم نگه داشته شود.بنابراین به علت لقی کم ازاین پمپ ها درسرعت دورانی پایین استفاده شود.

Mahar Fan Abzar Co.

استفاده ازپمپ های external gear درسرعت دورانی پایین دو فایده دارد:

۱- از تماس قسمتهای ثابت ودوارکه منجربه فرسایش لقی می شود جلوگیری می کنند.

۲- دلیل دوم این است که با جلوگیری ازافزایش سرعت سیال درنوک دنده ها،ازفرسایش دنده ها به علت سرعت زیاد سیال جلوگیری می شود.



این نوع پمپ ها برای سیالات بسیار لزج مناسب هستندزیرا سیالات لزج به علت لزجتشان فضای لقی راپر می کنندولقی کمتر باعث می شودکه پمپ بهتر کار کند.دریک قاعده کلی می توان گفت که بازده پمپ های external gearبرای سیالات لزج ازسیالات غیر لزج به علت جلوگیری از نشتی بیشتر است.

پمپهای دنده ای برای سیالاتی که عاری ازذرات جامد می باشند مناسبند،چون ذرات درفواصل لقی های بسیار کم بین قطعات می چسبند وباعث فرسایش قطعات وخرابی پمپ می شوند.

یکی ازکاربرهای مهم external gear pompها تزریق روغن به قسمتهای مورد نیاز کمپرسورها وتوربینهای گازی وموتورهای الکتریکی که نیازبه روغنکاری دارند،می باشد.

تجهیزات دواربزرگ معمولا درسرعتهای بالایی کار می کنند ودارای یاتاقان های بزرگی هستندکه روانکاری مدام آنها عملی اجتناب ناپذیر است.برای این منظور ازسیستم روانکاری با گردش روغن استفاده می شود.درسیستم روانکاری با گردش روغن،از آنجا که روغن یک سیکل بسته را طی می کند

Mahar Fan Abzar Co.

وروانکاوی تحت فشار راانجام می شود،بنا براین نیاز به وجود پمپ می باشد.جهت تزریق روغی معمولا ازپمپ های جابجایی مثبت استفاده می شود.در بین پمپهای جابجایی مثبت،دبی خروجی پمپهای دنده ای باضربان کمتری توام است.بنابراین برای روانکاری مناسب تر هستند.روغن ازمخزن روغن پمپاژ شده به داخل یاتاقانها وقسمتهای مورد نیاز فرستاده می شودوروغن خارج شده ازاین قسمتها دوباره به مخزن روغن برگشت می شود و این سیکل مرتبا تکرار می شود.

مبدل حرارتی

روغن خروجی ازیاتاقان معمولا داغ است.افزایش دما موجب کاهش لزجت روغن می شودبنابراین بایستی ازافزایش دمای روغن جلوگیری نمود. برای خنک کردن روغن ازمبدلهای حرارتی یا همان کولرها استفاده می شود.

چرخ دنده ها

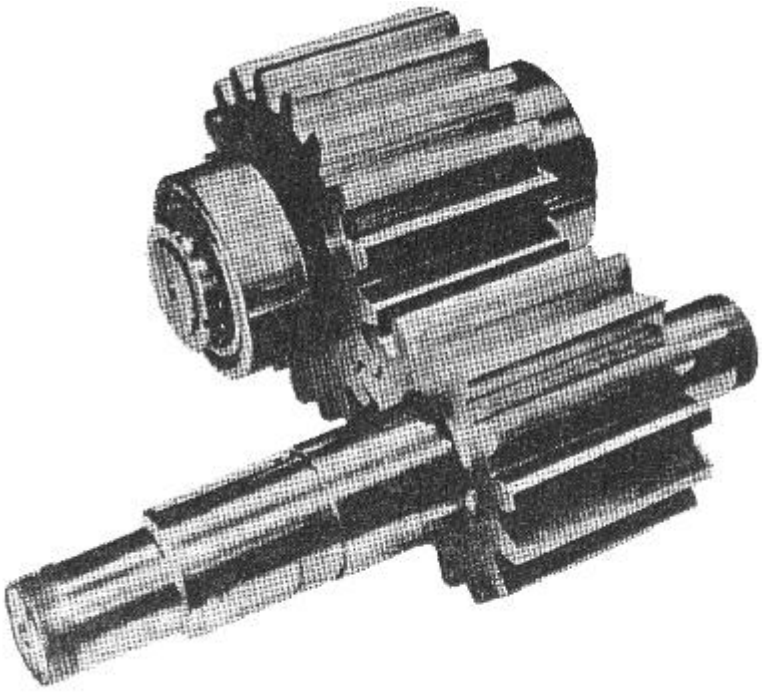
درپمپهای دنده ای دوچرخ دنده وجوددارد،چرخ دنده محرک یا driver که به وسیله محوربه موتور متصل است وچرخ دنده هرزگرد یا همان idler gear که در اثر درگیری با چرخ دنده محرک به حرکت درمی آید.در ناحیه مکش دنده ها از هم فاصله گرفته وفضای خالی بین آنها زیاد می شودکه این امرموجب ایجاد خلاء شده و موجب ورود سیال به داخل پمپ می شود . سیال از فضای بیرون چرخ دنده ها و پوسته به صورت محیطی منتقل می شود.دقت شود که سیال از بین دنده ها منتقل نمی شود.

انواع چرخ دنده

دراین پمپهاازچرخ دنده های زیر استفاده می شود:

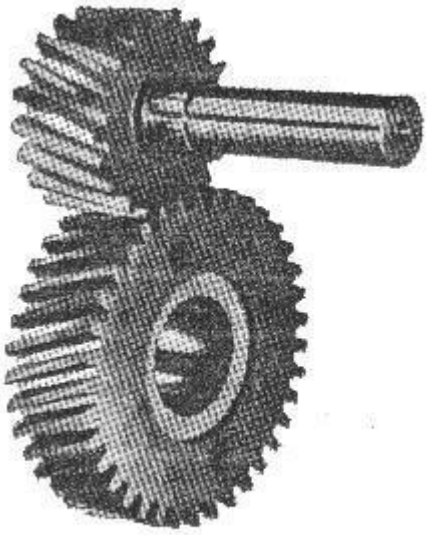
۵- **چرخ دنده** ساده (spur)

Mahar Fan Abzar Co.



Spur gears

۶- **چرخ دنده** حلزونی(helical gear)



Helical gears

Mahar Fan Abzar Co.

تفاوت چرخ دنده ساده (spur) با چرخ حلزونی (helical gear)

۱- .در مواردی که سرعت زیاد با شد مقدارلغزش دنده هاروی یکدیگر در نوع spurبیشتراست به همین علت از چرخ دنده هایspur برای سرعت های بالا استفاده نمی شود و سرعت کاری آنها درحدودrpm600 می باشددرحالی که ازنوع دیگر برای سرعتهای بالاتر تاحدود rpm1750میتوان استفاده کرد.

۲- در چرخ دنده ساده تمام طول دنده های چرخ دنده درزمان درگیری باهم تماس دارنداما در چرخ دنده حلزونی نقطه درگیری درطول دنده ها باچرخش چرخ دنده حرکت کرده واین قضیه موجب پایداری بیشترفشارخروجی می شود.بنابراین درنوع helical نوسانات فشاری کمتری نسبت به نوع spurایجاد می شود.

برای پمپ های دنده ای کوچک ازچرخ دنده های ساده استفاده می شود . زیرا ساخت چرخ دنده حلزونی دراندازه کوچک مشکل است.

جنس چرخ دنده

جنس چرخ دنده می تواند ارفلز باشدویا تنها یکی ازآنها فلزی باشد.جنس چرخ دنده ها بستگی به تفاوت فشارخروجی و ورودی پمپ و ویسکوزیته سیال پمپ شونده دارد.درصورتی که ازپمپ های دنده ای برای پمپاژ سیالاتی به قابلیت روانکاری خوب استفاده شود به طور مثال در پمپاژ روغن ،در این صورت تماس فلزبافلزباتوجه به روانکاری مناسب سیال ،بدون مشکل خواهد بود.برای پمپاژ سیالات پلیمری نیز می توان ازدو چرخ دنده فلزی استفاده نمود.برای پمپاژ سیالاتی باقدرت روانکاری کم ،بایستی چرخ دنده هرز گردهمان idler gear غیرفلزی باشد.

پوسته

پوسته پمپهای دنده ای ازسه قسمت تشکیل می شود:

۱- بدنه نگه دارنده

۲- درپوش طرف محور

Mahar Fan Abzar Co.

۳- درپوش انتهایی

قسمت داخلی بدنه نگه دارنده به شکل عدد **8** ساخته می شود(عینکی)که درحقیقت دو چرخ دنـده درهمین قسمت عینکی شکل قرار می گیرد . درپوش ها دردوطـرف بدنـه نگهدارنـده قرارگرفتـه و در داخل آن سوراخهایی تعبیه شده که محل قرار گرفتن یاتاقانهای شافت می باشد. معمولاo-ring بـین درپوشها وبدنه نگهدارنده قرار می گیردتاازنشتی سیال جلوگیری کند.باکاهش دمـا ویسـکوزیته سـیال افزایش می یابد،ازطرفی درصورتی که ازپمپ دنده ای برای پمپاژ سـیالات باویسـکوزیته بـالا اسـتفاده شود ، جهت جلوگیری ازجامدشدن سیال خصوصا زمانی که پمپ ازسـیال پربـوده وموقتـا ازسـرویس خارج می شود،بایستی سیال راگرم نگه داشت.برای این منظور جهت انتقال موثر گرمـا بـه بدنـه پمـپ ازیک محفظه یا همانjacket که دردور پوسته قرار می گیرد،استفاده می شـود.ایـن محفظـه بـه دور تمام پوسته یاتنها نیمی از پوسته قرار می گیرد.از محفطه مزبور آب داغ و یـا روغـن داغ جهـت گـرم کردن سیال عبورداده می شود.

شفت

درپمپهای دنده ای دوشفت وجوددارد.شفت محرک وشفت متحرک.شفت محرک شفتی است که چرخ دنده محرک یا همان drive gear بر روی آن قرار می گیرد و از در پوش انتهایی خارج شده وباموتور محرک کوپل می شودوبه چرخش درمی آید.

برروی شفت دیگر چرخ دنده هرزگردیاهمان idler gear نصب می شود.درگیری چرخ دنده هرز گرد ومحرک باهم ،موجب چرخش چرخ دنده هرزگردوشفت آن میشود.توجه شود که این شفت به طور کامل درداخل پوسته قرار می گیرد.

یاتاقانها

وظیفه یاتاقانها،نگهداری راستای صحیح شافت در برابر بارهای شعاعی ومحوری وارد برآنها مـی باشـد. .درپمپ های سانتریفوژ،بارهای شعاعی ومحوری ،هردوبرشفت وارد می شوندکه جهـت حـذف بارهـای

Mahar Fan Abzar Co.

شعاعی ازیاتاقانهای شعاعی یا همانradial bearingوجهت حذف نیروی محوری ازیاتاقانهای کفگردیاهمانthrust bearingاستفاده می شود.امادرپمپهای دنده ای تنها بارهای واردبرشفت،بارهای شعاعی هستند.به عبارتی تنها یاتاقانهای شعاعی دراین پمپ ها استفاده می شود.یاتاقانهای شعاعی استفاده شده می تواندازنوع تماس لغزشی ویا تماس غلتشی باشد .درتماس لغزشی اصطکاک وجود داردودرتماس غلتشی اصطکاک وجودندارد.ازاین رویاتاقانهای لغزشی یاتاقانهایی با اصطکاک ویاتاقان های غلتشی یاتاقانهایی بدون اصطکاک نامیده می شوند.

درexternal gear pumpها ازچهاریاتاقان استفاده می شودکه دردوطرف چرخ دنده ها قرار میگیرند:یاتاقان درونی ویاتاقان بیرونی

یاتاقان درونی درجداره اصلی پمپ قرارداده می شودوبا مایع درتماس بوده،روغنکاری می شود. در حالی که یاتاقان بیرونی درمحفظه ای بیرون جداره قرار می گیرد.درصورتی که مایع پمپ شونده خاصیت روانکاری داشته باشد، عمل روانکاری یاتاقان درونی توسط سیال پمپ شونده انجام می شود.یاتاقانهای درونی ظاهری شبیه به یک بوش ساده رادارد.یاتاقانهای بوشی ،یاتاقانهای لغزشی ویا به عبارتی بااصطکاک هستند.این یاتاقانها درسوراخ هایی که دردرپوشها تعبیه شده دردوطرف چرخ دنده ها قرار می گیرند.

درصورتیکه سیال خاصیت روانکاری نداشته باشد ویاداغ باشدازیاتاقانهای بیرونی استفاده می شود و بایستی آنرامرتبا روغنکاری یاگریس کاری نمود.یاتاقانهای بیرونی،یاتاقانهایی غلتشی هستند.ازانواع مختلف رولربیرینگها برای این منظور می توان استفاده نمود.

سیستم آب بندی

درنقاط عبوری شافت ازداخل پوسته امکان خروج سیال پمپ شونده یاورود هوابه داخل پمپ وجود دارد، ازاین روبایستی پوسته رادراین نقاط آب بندی نمود.

درپمپ های دنده ای ازدونوع سیستم آب بندی ،آب بندی ازنوع packing وسیستم آب بندی ازنوع مکانیکال سیل استفاده می شود.

Mahar Fan Abzar Co.

میان سیستم آب بندی برای پمپ های gear وپمپهای سانتریفوژ تفاوت زیادی وجود ندارد.همانند مکانیکال سیل درپمپ های سانتریفوژ،مکانیکال سیل درپمپ های دنده ای از:

1- Rotating face -

2- Stationary face

3- Spring

4- drive collar

5- o-ring تشکیل می شود.

Rotating face برروی شافت نصب شده وبا حرکت شافت می چرخددرحالی که Stationary faceبه پوسته متصل است وثابت است.فشار فنر سطوح دواروثابت رابه هم متصل می کند.لقی ما بین سطوح با مقدارکمی سیال پمپ شونده پر می شودوسطوح کاملا به هم چسبیده نخوا هند بود. درصورتی که این لایه روانکار ازبین برودسطوح دوار وثابت مستقیما باهم تماس خواهند داشت. این امرموجب فرسایش سطوح،افزایش دمای مکانیال سیل ودرنهایت خرابی آن خواهد شد.

مکانیکال سیل دوبل

ازدو مکانیکال سیل جهت آب بندی استفاده می شود.مابین سیلها از سیال با فشار بالا یاهمانbarrier fluidاستفاده می شود.فشار محفظه آب بندی بایدpsi15ازفشار خروجی پمپ بیشتر باشد.سیال مورد استفاده باید با سیال پمپ شونده سازگاری داشته باشدوبی خطر باشد .همانندپمپ های سانتریفوژ سیستم آب بندی ازنوع packing زمانی که سیال پمپ شونده خطرناک نباشد ونشتی مانعی نداشته باشد استفاده می شود.۱۰- ۸ قطره در دقیقه نشتی مجاز برای سیستم آب بندی ازنوعpacking درپمپهای دنده ای می باشد.سیستم آب بندی از نوع packing از packing، gland وکاسه نمد یا همان stuffing box تشکیل می شود.جهت خنک کردن

Mahar Fan Abzar Co.

وروانکاری packing ازحلقه فانوسی یاهمان lantern ring استفاده می شودکه ما بین packing ها نصب می شو د و جریانی از سیال به داخل lantern ring فرستاده می شودتا عمل روانکاری وخنک کاری packing انجام شود.

شیر اطمینان(relief valve)

در پمپ های جابجایی مثبت فشار و دبی از هم مستقل می باشد .دراین پمپها فشارماکزیمم تعریف نمی شود. بنابراین اگر بنا بر دلایلی، فشار خروجی پمپ افزایش یابد مثلاً در صورت بسته بودن شیر موجود در لوله خروجی و یا انسداد در لوله خروجی، فشار خروجی پمپ بالا می رود سبب می شود و فشار سیال درداخل پمپ مرتبا افزایش می یابد تا زمانی که موتورزیر بار بماند یا یکی ازقسمتهای داخلی پمپ به علت فشار زیادخراب شود.ازاین رودرپمپهایgear ازشیر اطمینان یا همانrelief valve جهت محافظت پمپ ولوله ها در مقابل فشار بیش از اندازه استفاده می شود .برخی سازندگان،شیراطمینان راجزء پمپ دانسته وآن رادربدنه پمپ به گونه ای نصب می کنندکه مایع رابه دهانه ورودی پمپ برگرداند. بنا بر این در پمپ های جابجایی مثبت شیر اطمینان یکی از قسمت های بسیار مهم بوده که جهت مخالفت پمپ و سیستم در مقابل فشار بیش از اندازه استفاده می شود

بازبودن شیر اطمینان برای یک مدت طولانی وبرگشت مایع به دهانه ورودی ازطریق شیراطمینان داخلی باعث بالارفتن درجه حرارت سیال می شودبرای حل مشکل فوق ،شیر اطمینان مستقل ودر لوله خروجی نصب می شود و خروجی آن به مخزن اولیه سیال وصل می شود. شیر اطمینان باید نزدیک به خروجی پمپ وقبل از شیرهای دیگر موجود در لوله خروجی نصب شود . دقت شو د که خروجی هرگز نباید مستقیما به پمپ برگشت داده شود.همانطور که گفته شد این امرموجب گرم شدن سیال پمپ شونده می شود . از بیشتر پمپهای دنده ای دردوجهت می توان استفاده نمود که این عمل با تغییر جهت دوران موتور انجام می شود.

Mahar Fan Abzar Co.

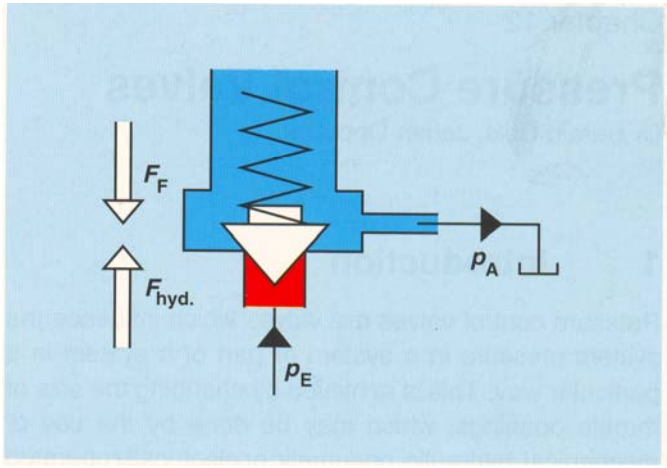
انواع شیر اطمینان از نظر ساختمان

۱- فنر و ساچمه

۲- فنر و پاپت

۳- فنر و پیستون

مهمترین شیر اطمینان مورد استفاده در پمپ های دنده ای ،شیرپاپتی یا همان poppet relief valve می باشد.این شیرها ازپاپت وفنر تشکیل میشوند.فشارفنرپاپت را در نشیمن گاه یا همان seat نگه می دارد.زمانی که فشار پشت پاپت که همان فشار خروجی است از فشار وارد بر جلوی پاپت ناشی از نیروی فنر بیشتر شود ،پاپت از نشیمن گاه بلند شده وسیال وارد شیر اطمینان شده واز آنجا به دهانه مکش فرستاده می شود و یا به مخزن بر می گردد.



شیر اطمینان پاپتی

تنظیم شیر اطمینان ،از طریق پیچ تنظیم یا همان adjusting screw انجام می شود .درپمپهای gear فشار ماکزیمم قابل قبول با توجه به فشار کاری اجزاء داخلی پمپ وهمچنین سیستم لوله کشی تعیین می شود.تنظیم شیر اطمینان باید به نحوی باشدکه درصورتی که فشار خروجی ازفشار قابل قبول برای شرایط بهره برداری بیشتر شود ،شیر اطمینان عمل کرده وازپمپ وسیستم محافظت کند.

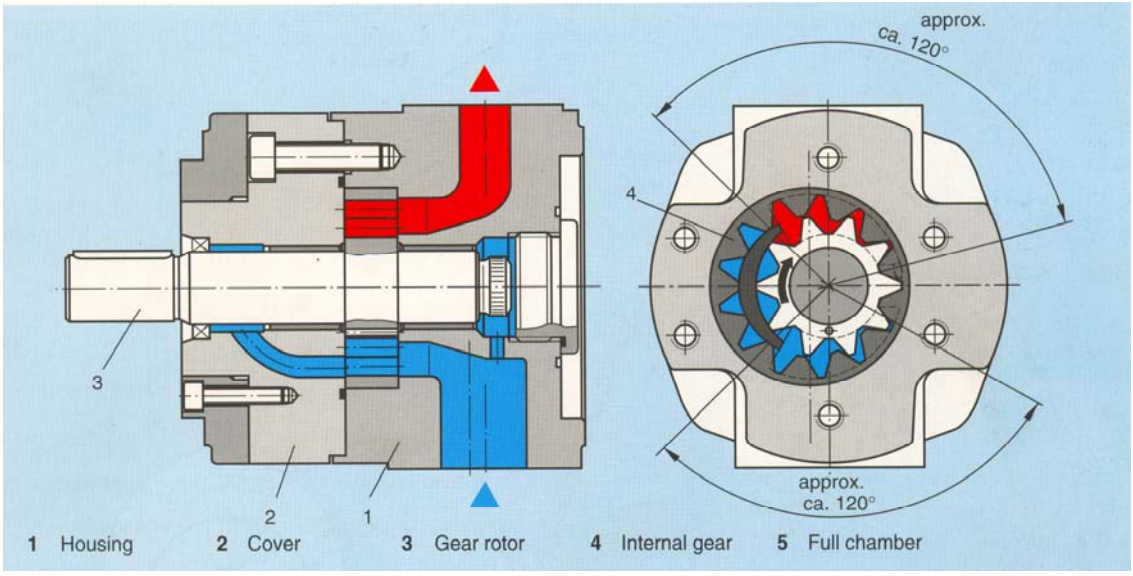
Mahar Fan Abzar Co.

بازوبسته کردن پیچ تنظیم به صورت دستی و با آچار انجام می شود.درصورتی که بخواهیم فشار خروجی پمپ افزایش یابد،بایستی نیروی وارد برفنررافزایش دهیم دراین صورت بایدپیچ تنظیم را بیشتر بست وبالعکس.

پمپهای دنده داخلی Internal gear pumps

مهمترین ویژگی پمپ های دنده داخلی صدای بسیار پائین آنها می باشد . از این پمپها بیشتر به منظور روغنکاری به عنوان oil pump و تغذیه به عنوان شارژپمپ , در فشارهای کمتر از ۱۰۰۰ psi استفاده می شود .

در شکل زیر ساختمان و عملکرد یک پمپ دنده داخلی که متشکل از یک چرخدنده داخلی ، یک چرخدنده خارجی (4) ، شفت (3) و پوسته خارجی (1) است مشاهده می شود



پمپ دنده داخلی

.دوران چرخدنده ها بواسطه انتقال قدرت به یکی از آنها موجب مکیده شدن روغن از مخزن و هدایت آن به محفظه بین دنده ها می گردد . فضای بین دنده ها افزایش یافته ، و پمپ مکش می کند .

Mahar Fan Abzar Co.

این افزایش فضای مکش در یک زاویه گردش ۱۲۰ درجه اتفاق می افتد . وقتی که محفظه ها به دریچه فشار می رسند ، فضای بین دنده ها کاهش می یابد و روغن پر فشاربه مجرای خروجی رانده می شود

پمپ های پیچی Screw Pump

این پمپ ها دارای محور متحرکی هستند که به شکل پیچ ساخته شده و در داخل یک محفظه استوانه ای شکل می چرخند و فاصله بین پیچ (رتور) و بدنه آنها بسیار ناچیز است که این باعث کاهش نشتی های داخلی می گردد و اصول کار آنها مثل پیچ های چرخ گوشت است که با حرکت چرخشی خود مواد را به سمت جلو حرکت می دهد.

انواع پمپ های پیچی

پمپ های پیچی را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱- **پمپ پیچی** یک پیچه Single Screw Pump

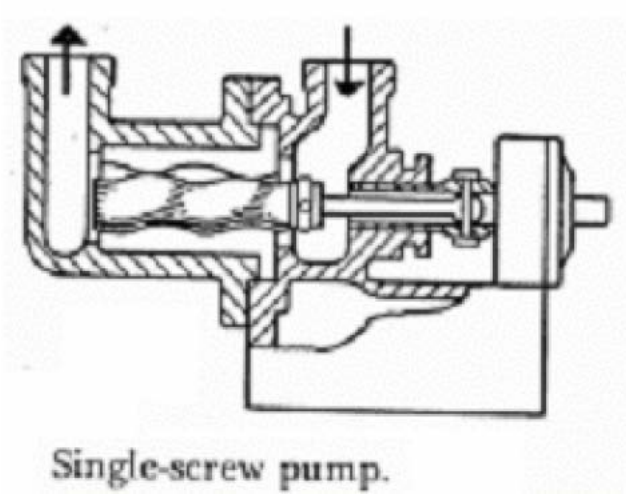
۲- پمپ های چند پیچه Multi Screw Pump

پمپ های یک پیچه Single Screw Pump

پمپ پیچی (پیچ ارشمیدس) شامل یک پیچ حلزونی فلزی بلند است که روی یک محور تعبیه شده و با لقی کمی در داخل یک محفظه (با مقطع دایره) می چرخد. پمپ یک پیچه برای بالا بردن آب و سایر مایعات به کار می رود و دارای راندمانی تا حدود ۷۵٪ می باشند. تجربه نشان داده است که حداکثر طول عملی برای پیچ ارشمیدس حتی تا ۱۵ متر نیز می تواند برسد که در این شرایط می تواند مایع را حداکثر تا ۷/۵ متر بالاتر ببرد. برای ارتفاع بیشتر باید از چند پمپ به طور سری استفاده نمود.

پیچ های ارشمیدس با قطرهای متفاوتی ساخته می شوند و ظرفیت جابجایی آنها از ظرفیت های پایین تا 80000GPM نیز می رسد. در جاهایی که محدودیت قطری وجود داشته باشد برای بالا بردن ظرفیت می توان از چند پمپ به صورت موازی استفاده کرد.

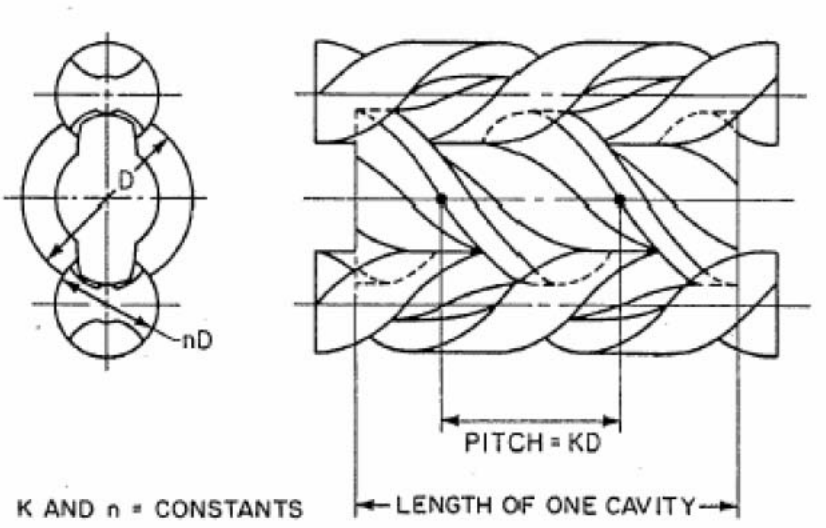
Mahar Fan Abzar Co.



Single-screw pump.

پمپ های چند پیچه Multi Screw Pump

در پمپ های چند پیچه دو یا چند پیچ در داخل بدنه قرار می گیرند. به طوری که در بعضی از طراحی ها پیچ ها با هم درگیر می شوند و حرکت می کنند ولی در بعضی طراحی های دیگر حرکت رتورها توسط چرخنده های انتقال دهنده و تنظیم کننده (timing gear) انجام می شود که در این نوع طراحی باید حتماً لقی معینی بین پیچ ها وجود داشته باشد تا در حین چرخش با همدیگر تماس نداشته باشند.



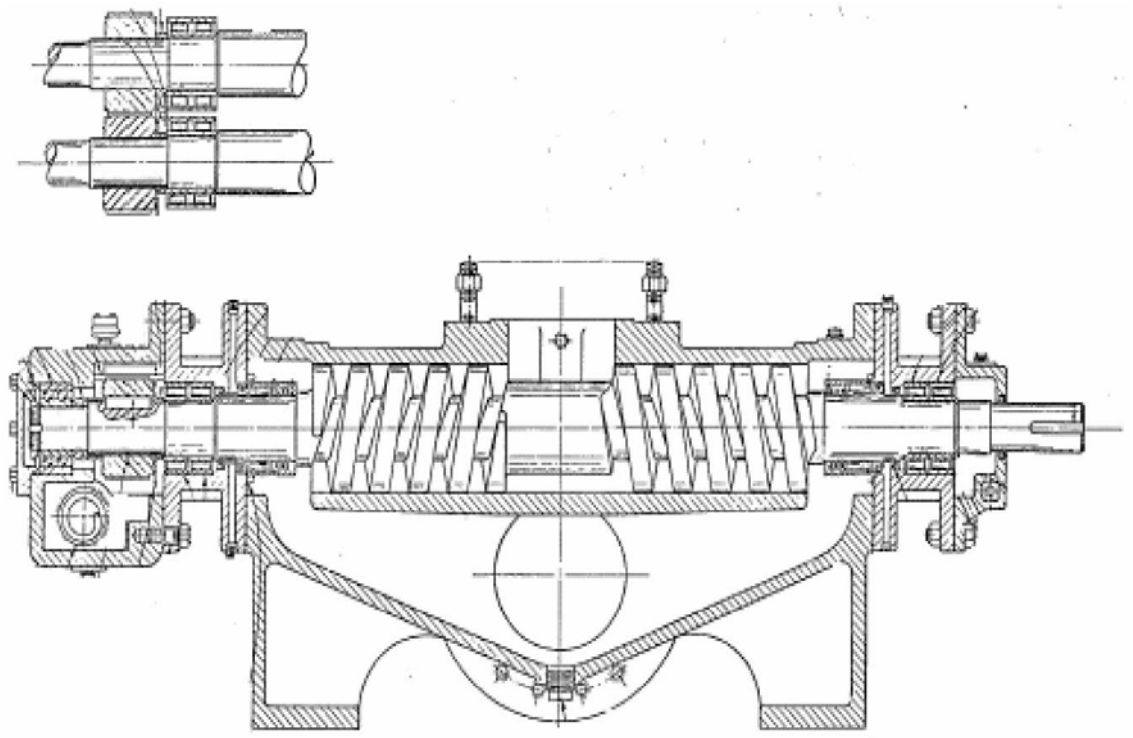
Screw-thread proportions, showing lead, diameter,

Mahar Fan Abzar Co.

در پمپ های نوع پیچی نیز به علت اختلاف فشاری که بین ورودی و خروجی هر کدام از پیچ ها وجود دارد باعث ایجاد یک نیروی محوری روی رتورها می شود که جهت آن از طرف خروجی به طرف ورودی پمپ می باشد . در صورتی که فشار پمپ بالا باشد نیروی بسیار قابل ملاحظه ای به وجود می آید که در صورتی که خنثی نشود می تواند باعث حرکت رتور و تماس آن با بدنه شود. این نیرو باید توسط یاتاقان های پمپ خنثی شود.

در صنعت غالباً از پمپ های دو یا چند پیچه استفاده می شود که هرکدام از محورهای این پمپ ها دارای دو پیچ در دو جهت مختلف (راست گرد و چپ گرد) بوده و توسط چرخ دنده هایی بیرون از پمپ (در محفظه هوزینگ برینگ) به گردش در می آیند. با تداوم گردش پیچ ها فضاهای پر از مایع بین پیچ ها که به علت کم بودن لقی های رتور و بدنه از هر طرف مسدود است (مایع راه فرار ندارد) به تدریج در جهت محور به سمت مرکز هدایت شده تا آنکه نهایتاً مایع به خروجی پمپ جریان می یابد.

پمپ های دو پیچه معمولاً در اندازه هایی با ظرفیت بین $6\text{-}600 m^3/h$ ساخته می شوند گر چه اندازه های بزرگتر با ظرفیت تا $1600 m^3/h$ نیز ساخته شده است.



Mahar Fan Abzar Co.

مزایای پمپ های پیچی Screw Pump

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

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

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

۴- چون سرعت داخلی پمپ کم است بسیاری از مسائل ارتعاشی ناشی از هم محور نبودن و بالانس نبودن و...وجود ندارد.

۵- جریان خروجی این نوع پمپ ها ثابت است (تغییرات فشار وجود ندارد).

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

۷- Self Priming هستند (نیازی به هواگیر ندارند ولی برای افزایش طول عمر آنها **بهتر است** هواگیری شوند) .

۸- قابل استفاده در رنج های وسیعی از جریان و فشار، مایع و ویسکوزیته و... می باشند.

۹- نصب و نگهداری آنها راحت است.

محدودیت های کاری پمپ های پیچی

۱- به خاطر لقی کم بین Screw و بدنه پمپ برای مایعاتی که دارای ذرات جامد باشند مناسب نیستند و حتماً باید مایع پمپ شونده را از فیلتر یا صافی بامش مناسب عبور داد.

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

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

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

Mahar Fan Abzar Co.

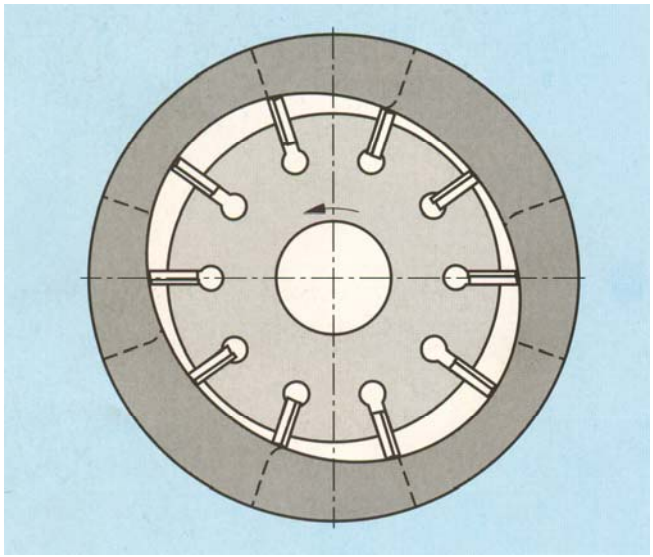
۵- به دلیل وجود مسائل مکانیکی مثل تغییر شکل در محورهای بلند این پمپ ها برای استفاده در فشارهای خروجی خیلی بالا محدودیت دارند.

۶- به خاطر دقت بالای ساخت گران قیمت هستند.

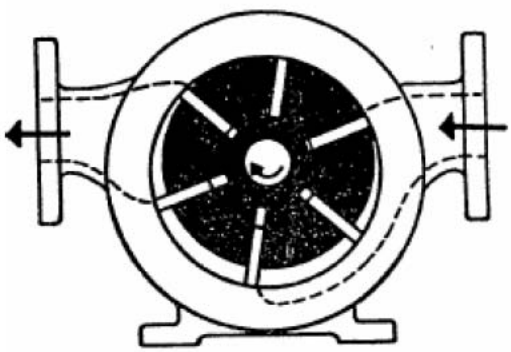
۷- برای فشارهای زیاد نیاز به پیچ با طول بزرگتر دارند.

پمپ های پره ای (تیغه ای) (Vane pumps)

پمپ های پره ای از یک روتور و تعدادی پره تشکیل شده اند . پره ها به صورت شعاعی داخل روتور حرکت می کنند . روتور و پره ها داخل یک رینگ بادامکی شکل به نام استاتور گردش می کنند . بطور کلی پمپهای پره ای بعنوان پمپ های فشار متوسط در صنایع مورد استفاده قرار می گیرد . شکل زیر پره ها ، روتور و رینگ بادامکی یک پمپ پره ای را نشان می دهد .



پمپ پره ای



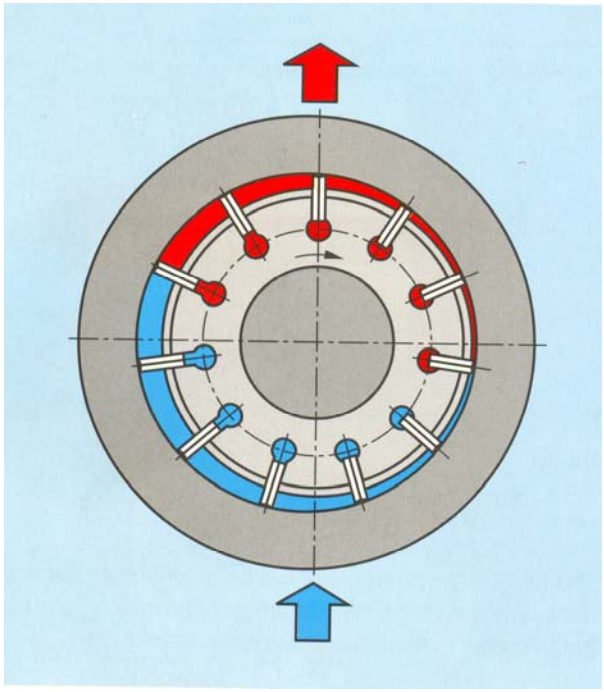
Sliding-vane pump.

Mahar Pan Abzar Co.

انواع پمپ های پره ای

۱- پمپ های پره ای نامتقارن (با جابجائی ثابت و متغیر)

مانند شکل صفحه بعد نامتقارن بودن فشار در پمپ های پره ای (مانند پمپ های دنده خارجی) بر یاتاقان ها نیروی جانبی وارد می آورد . همچنین باعث سایش سطح رینگ بادامکی شکل در ناحیه مکش پمپ می شود .

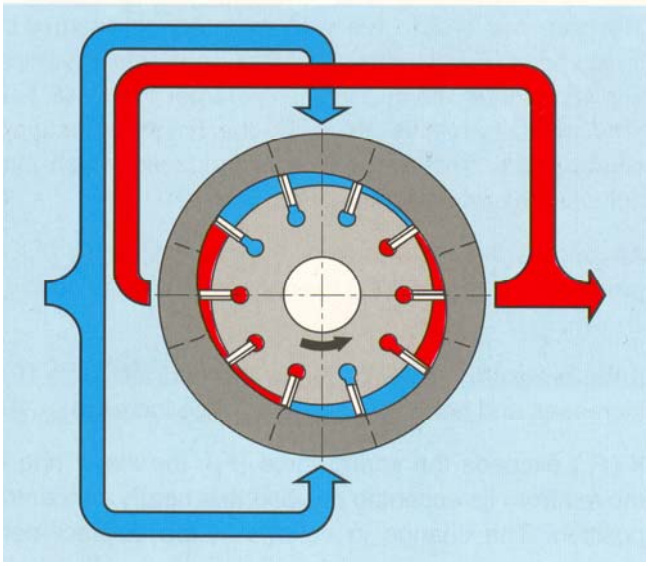


پمپ های پره ای نا متقارن

۲- پمپ های پره ای متقارن (با جابجائی ثابت)

در پمپ های پره ای متقارن (شکل زیر) شکل بیضوی پوسته سبب می شود که مجاری ورودی و خروجی روغن نظیر به نظیر در مقابل یکدیگر قرار گرفته و تعادل هیدرولیکی حاصل شود .

Mahar Fan Abzar Co.



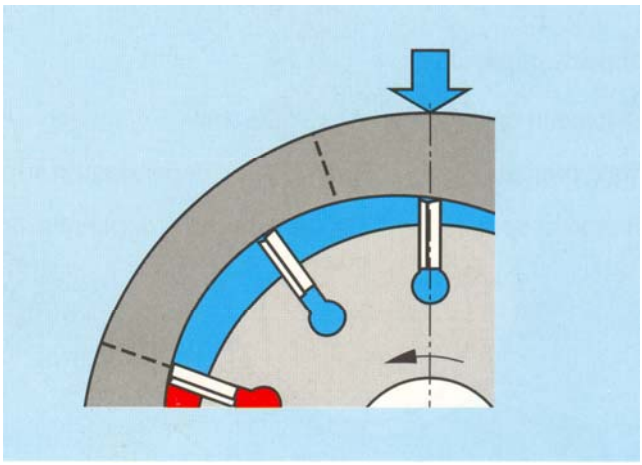
تصویر پمپ پره ای متقارن

تشریح عملکرد پمپ های پره ای

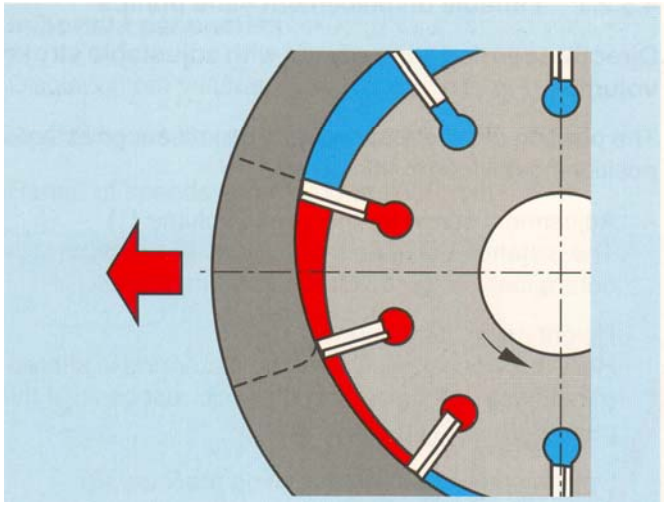
روتور پمپ دارای شیارهای شعاعی بوده که با اتصال به محور محرک در داخل یک رینگ بادامکی چرخش می نماید . نیروی گریز از مرکز حاصل از دوران محور ، تیغه های موجود در شیارهای روتور را به سمت خارج رانده و در تماس با سطح رینگ ، نگاه می دارد .

فضای بین روتور و رینگ بادامکی در نیم دور اول چرخش محور ، افزایش یافته و انبساط حجمی حاصله ، موجب کاهش فشار و ایجاد مکش می گردد که در نتیجه ، سیال بطرف مجرای ورودی پمپ جریان می یابد . شکل زیر

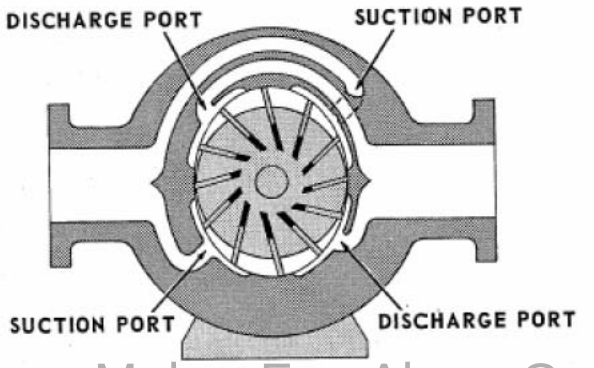
Mahar Fan Abzar Co.



در نیم دور دوم ، تیغه ها بتدریج پیرو سطح رینگ بادامکی به داخل شیار باز گشته و بدلیل کاهش حجم ، سیال به طرف مجرای خروجی رانده می شود . شکل زیر



در صورتی که خروج از مرکز (فاصله بین محورهای روتور و رینگ بادامکی) به صفر برسد ، دیگر در خروجی جریانی وجود نخواهد داشت . بعضی از پمپهای پره ای که خروج از مرکز آنها توسط مکانیزم قابل تنظیم است ، تحت عنوان پمپهای جابجایی متغیر شناخته می شوند . در اینگونه پمپها با حرکات رینگ بادامکی بوسیله تنظیم دستی یا مکانیزم جبران کننده فشار ، میزان خروج از مرکز قابل تنظیم می باشد .



Mahar Fan Abzar Co.

منابع و ماخذ

- سیستم های انتقال آب انتشارات دانشگاه مازندران تالیف مفید گرجی
- مکانیک سیالات کاربردی انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی کاشان تالیف راجر کینسکی ترجمه محمد نبی سر بلوکی
- هیدرولیک صنعتی تالیف مدینه
- مجموعه آموزشی صنایع پتروشیمی
- جزوه آموزشی پمپ ها تالیف مهدی نصر ازادانی – اداره آموزش شرکت پالایش نفت اصفهان

Mahar Fan Abzar Co.