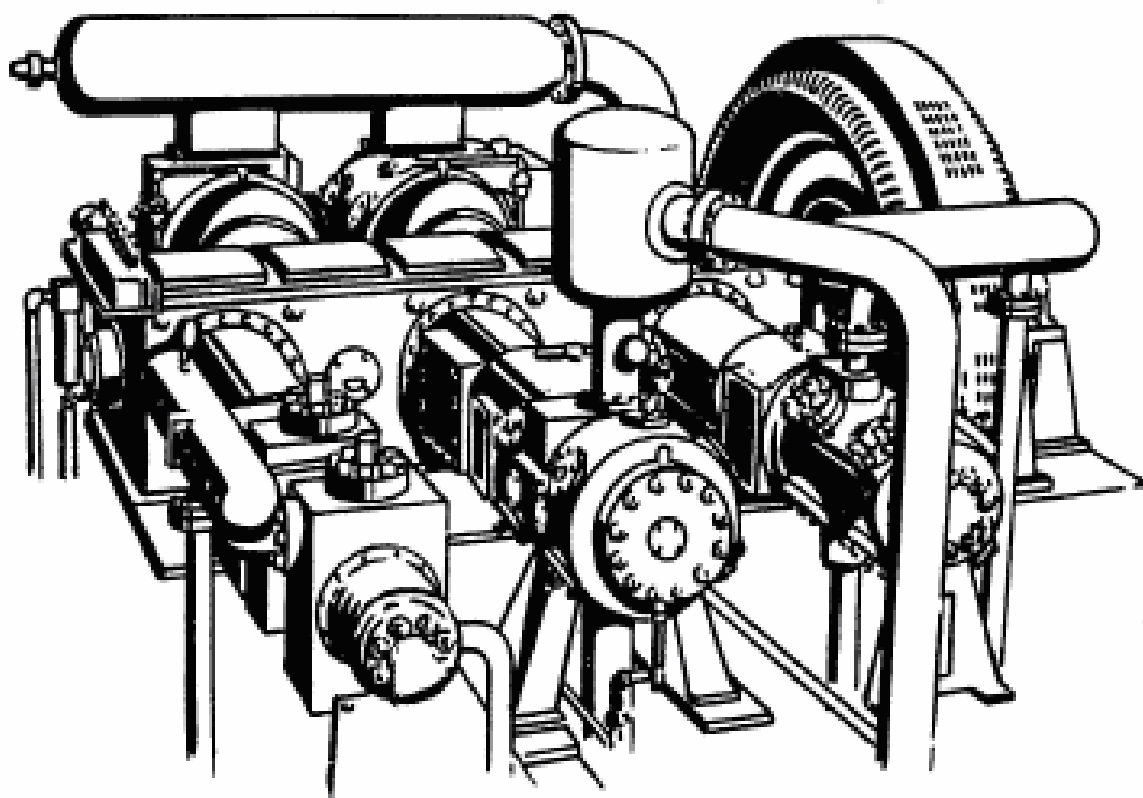


اداره آموزش شرکت پالایش نفت اصفهان

# گمپر سور های جابجائی مثبت

## POSITIVE DISPLACEMENT COMPRESSORS



تهیه و تنظیم:

مهندس مهدی نصر آزادانی

ویرایش اول مهرماه ۱۳۸۶

## فهرست مطالب

|     |                                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------|
| ۳   | مقدمه                                                           |
| ۴   | تعریف گاز و مقدمه ای بر شناخت و قوانین حاکم بر گازها            |
| ۲۴  | طبقه بندی کمپرسورها                                             |
| ۲۷  | کمپرسورهای جابجائی مثبت Positive Displacement Compressors       |
| ۴۲  | مقایسه کمپرسورهای دینامیکی با جابجائی مثبت                      |
| ۴۳  | انتخاب کمپرسور                                                  |
| ۴۴  | کمپرسورهای رفت و برگشتی پیستونی                                 |
| ۶۲  | کمپرسورهای Compressor Valves                                    |
| ۷۷  | سیستم اب بندی کمپرسورهای رفت و برگشتی                           |
| ۹۴  | کراس Cross Head                                                 |
| ۱۰۳ | باتا قان های میل لنگ Bearings                                   |
| ۱۱۲ | کلرنس های قطعات متحرک کمپرسورهای ۶۰۱                            |
| ۱۱۴ | روش های بارگذاری کمپرسورهای رفت و برگشتی                        |
| ۱۲۹ | چک های روتین کمپرسورهای رفت و برگشتی                            |
| ۱۲۶ | راه اندازی اولیه یا پس از تعمیرات اساسی کمپرسورهای رفت و برگشتی |
| ۱۳۵ | معایب روتین و روش های رفع عیب انهدار کمپرسورهای رفت و برگشتی    |
| ۱۴۱ | سیستم های Condition Monitoring کمپرسور های رفت و برگشتی         |
| ۱۵۰ | سیستم های حفاظتی کمپرسور های رفت و برگشتی                       |
| ۱۴۳ | چک های روتین کمپرسور های رفت و برگشتی                           |
| ۱۵۱ | کمپرسورهای Compressor Valves                                    |
| ۱۷۳ | روغن و سیستم های روغنکاری Lubrication                           |
| ۱۸۵ | روش تمیز نمودن سیستم روغن کاری Oil Flushing                     |
| ۱۹۱ | آنالیز روغن Oil Analysis                                        |
| ۱۹۵ | کمپرسورهای پیچی Screw Compressors                               |
| ۲۱۱ | عیوب مکانیکی کمپرسورهای پیچی و روش های رفع آنها                 |
| ۲۱۶ | ضمائم                                                           |

توانا بود هر که دانا بود      زدانش دل پیر برنا بود

باعنایت به کاربرد فراوان انواع و اقسام کمپرسورها در صنایع مختلف کشور و آشنائی هر چه بیشتر مهندسين و تکنسین های تعمیر و نگهداری و پرسنل واحدهای عملیاتی در سال ۱۳۸۱ جزوه ای تحت عنوان کمپرسورهای رفت و برگشتی تهیه و تدوین گردید که با استقبال همکاران مواجه گردید که خوشبختانه توفیقی حاصل گردید که مجدداً در سال ۱۳۸۶ مورد ویرایش و تجدید نظر قرار گیرد و با تکمیل مطالب آن و ترجمه اغلب متن های انگلیسی مجدداً چاپ و در اختیار علاقه مندان قرار گیرد.

مسائل مطروحه از Manual Book های کمپرسور های ۶۰۱ و شرکت Cooper که سازنده کمپرسور های ۱۰۱ و ۲۰۱ و ۵۰۱ و ۶۰۳ و ۱۱۰۱ و ۲۰۱ است و کاتالوگ های شرکت اطلس کوپکو گرد اوری و تدوین شده ولی بحث های اصلی کمپرسورهای رفت و برگشتی و ابعاد و اندازه های ارائه شده مربوط به کمپرسورهای ۶۰۱ واحدهای ایزو ماکس است که از بزرگترین و مهم ترین کمپرسورهای رفت و برگشتی پالایشگاه اصفهان می باشند. در این مقوله به شناخت انواع کمپرسورها و طبقه بندی و اصول کار و اجزا و قطعات و علل خرابی قطعات و مسائل تعمیراتی و موارد عملیاتی و عیب یابی و رفع عیوب و شناخت سیستم های Monitoring Condition و مسائل و مشکلات و لوله های کمپرسور های رفت و برگشتی و همچنین شناخت و اصول کار و اجزا و قطعات و رفع عیوب کمپرسور های پیچی Screw Compressors پرداخته شده است.

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

ماه مبارک رمضان سال ۱۳۸۶

مهدی نصر آزادانی

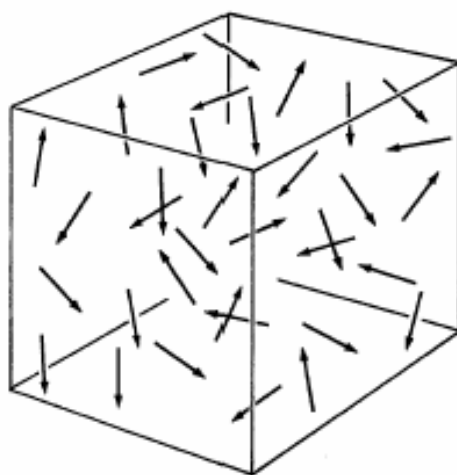
## مقدمه ای بر رفتار گازها The Behavior Of Gases

### تعریف گاز

گاز به سیالی گفته می شود که قادر به تحمل تنش های برشی نباشد به عبارت دیگر گازها به راحتی تغییر شکل می دهند و در محیط پراکنده می شوند. گازها دارای مشخصاتی هستند که آنها را از سیالات دیگر متمایز می کند که ذیلاً به شرح انهامی پردازیم.

### فشار گاز Gas Pressure

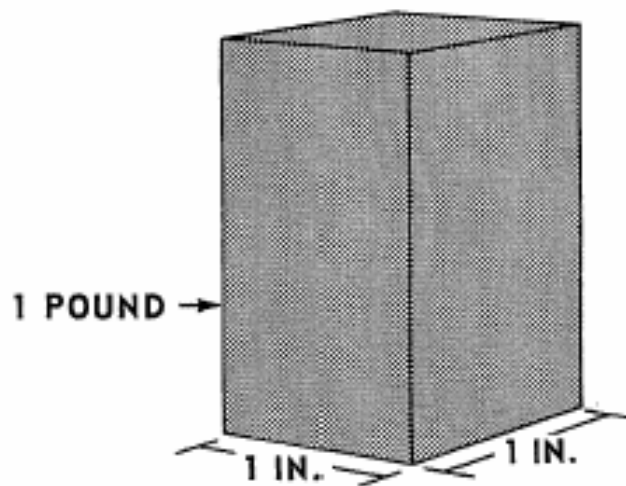
به نیروی ناشی از برخورد مولکول های گاز با سطوح و دیواره های تماسی فشار گفته می شود. به دلیل ازادی حرکت گازها که می توانند در جهات مختلف حرکت کنند فشار روی تمامی سطوح باهم یکسان است بطور مثال بانصب یک عدد Pressure Guage روی هر قسمت از یک مخزن تحت فشار، فشارهای قرائت شده در تمامی نقاط باهم یکسان هستند.



از نظر ریاضی فشار عبارتست از نیروی وارد بر واحد سطح یا:

$$P = F/A$$

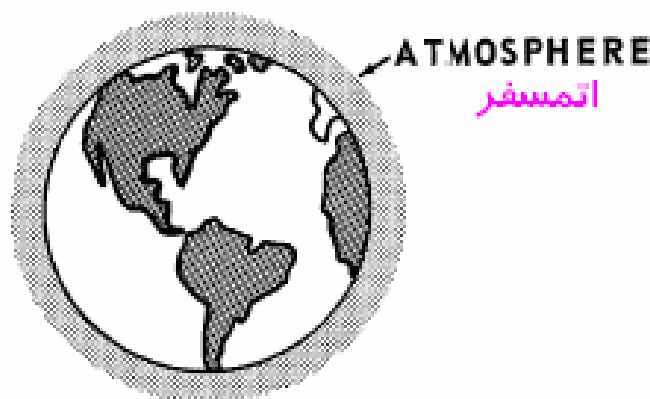
واحد فشار عبارت از واحد نیرو بر واحد سطح است و بر اساس واحد نیرو (نیوتن کیلوگرم پوند و.....) و همچنین واحد سطح (سانتی متر مربع میلی متر مربع اینچ مربع و.....) فشار بر حسب واحدهای مختلف بیان می شود. بطور مثال فشار ناشی از یک وزنه یک پوندی که روی یک سطح یک اینچ مربعی اعمال می شود فشاری معادل یک پوند بر اینچ مربع 1Psi بر آن وارد می کند.



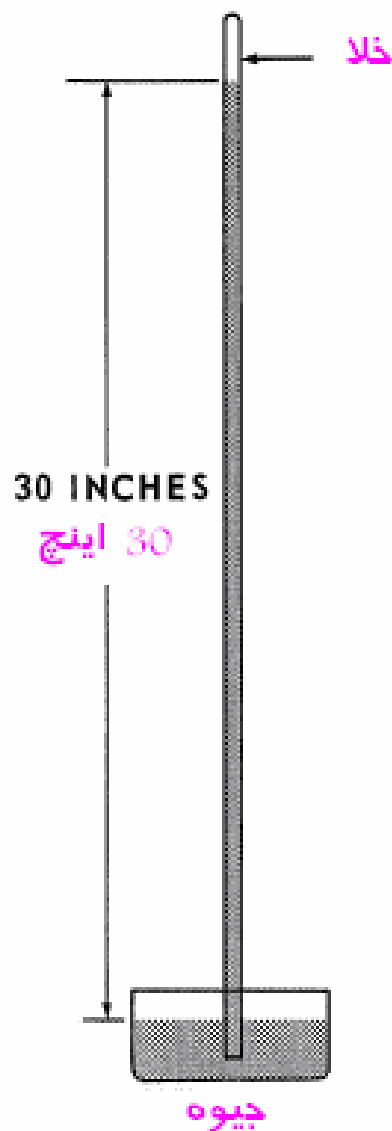
وفشار ناشی از قرار گرفتن یک وزنه یک کیلوئی روی یک سطح یک سانتیمتر مربعی برابر یک کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (تقریباً یک بار) است.

### فشار جو Atmospheric Pressure

به فشار اعمال شده ناشی از وزن هوای اطراف که روی کلیه سطوح وارد می شود فشار جو گفته می شود. این فشار در کنار دریا  $14/7$  پوند بر اینچ مربع یا یک اتمسفر یا یک بار است و هرچه بالاتر از سطح زمین واقع شویم به دلیل این که ارتفاع ستون هوای بالای سر ما کم می شود فشار هوا نیز کمتر از فشار روی سطح زمین خواهد شد به عبارت دیگر فشار جو با ارتفاع نسبت عکس دارد.



روش اندازه گیری فشار جو توسط بارومتر است که این دستگاه فشار را بر حسب ستونی از جیوه یا هر مایع دیگر (که فشار بخار آن پایین باشد) اندازه گیری می کند و شامل یک لوله آزمایش است که پر از جیوه می شود و بطور وارونه در داخل یک ظرف (تشت) جیوه قرار می گیرد. ارتفاع یک ستون  $76$  سانتیمتری ( $30$  اینچی) جیوه معادل یک اتمسفر یا  $14/7$  پوند بر اینچ مربع و برابر ده متر ستون آب است.



فشار از لحاظ مبنای اندازه گیری به دو روش اندازه گیری و بیان می شود:

الف- فشار نسبی Gage Pressure

ب- فشار مطلق Absolute Pressure

### فشار نسبی Gage Pressure

اگر مبنای اندازه گیری فشار، فشار اتمسفر یا فشار جو باشد به آن فشار نسبی Gage Pressure گفته می شود (فشار نسبت به فشار جو). در این دسته بندی فشار اتمسفر صفر در نظر گرفته می شود و فشارهای بالاتر از فشار اتمسفر به عنوان فشار مثبت و فشارهای کمتر از فشار جو فشار منفی یا خلا Vacuum در نظر گرفته می شود. حداقل فشار منفی (خلا) صفر مطلق  $14/7$  - پوند بر اینچ مربع است. روی فشارسنج هایی که قادر به اندازه گیری فشار مطلق هستند هم مقیاس های مثبت و هم مقیاس های منفی درج می شود.

## فشار مطلق Absolute Pressure

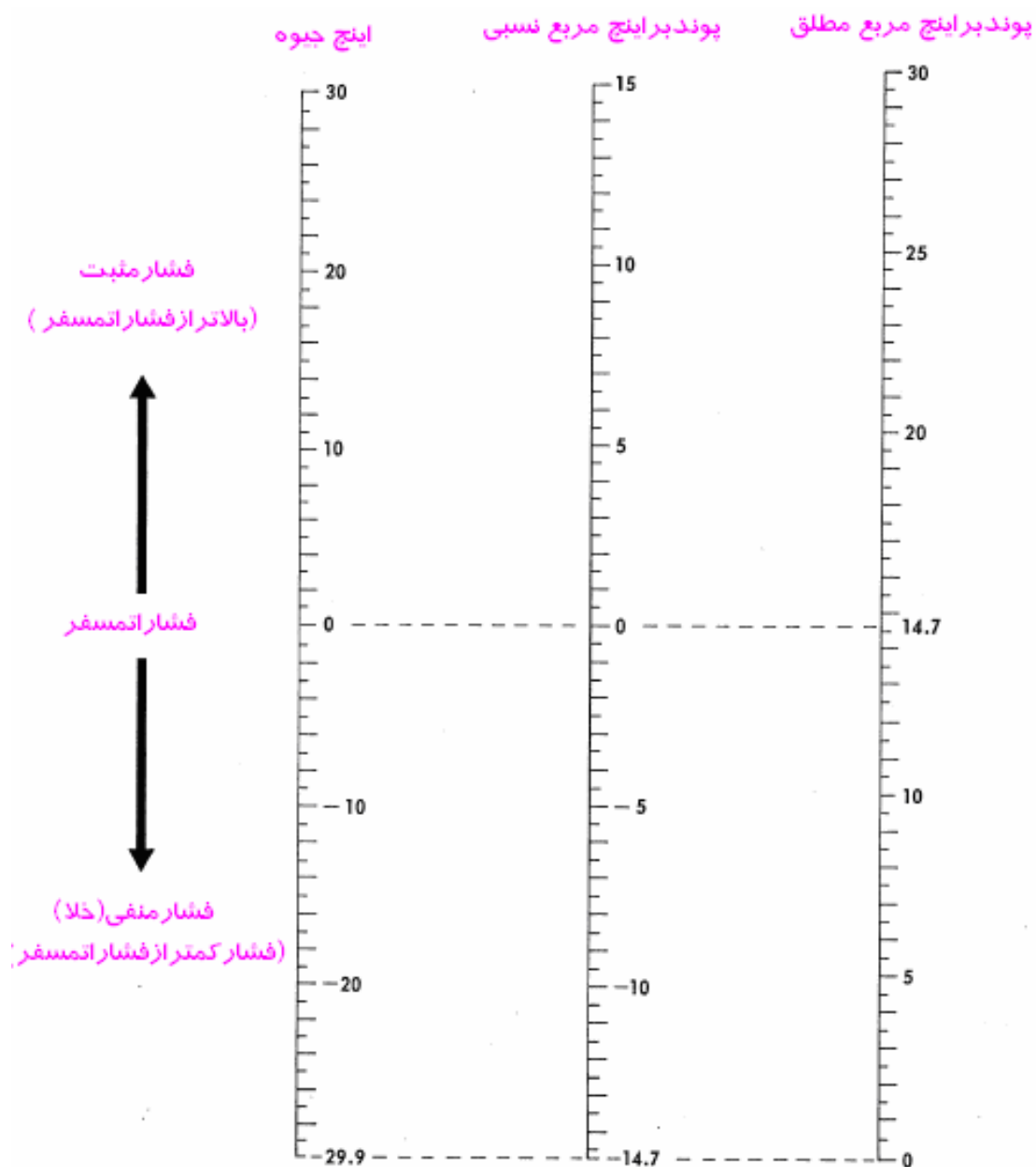
اگر مبنای اندازه گیری فشار خلا (کمترین فشار ممکن) در نظر گرفته شود به فشار اندازه گیری شده فشار مطلق Absolute Pressure گفته می شود. به عبارت دیگر فشار مطلق عبارتست از مجموع فشار نسبی و فشار اتمسفری:

$$\text{Absolute Pressure} = \text{Atmospheric Pressure} + \text{Gage Pressure}$$

فشار نسبی + فشار اتمسفر = فشار مطلق

در این مقیاس همه فشارها مثبت در نظر گرفته می شوند.

در شکل های زیر شمائی از این مقیاس ها آورده شده است.



## اندازه گیری فشار گازها

باتوجه به این که مولکول های گازها در تمامی جهات حرکت می کنند برای گاز بدون حرکت (ساکن) بانصب یک سیستم اندازه گیر فشار می توان فشاران را اندازه گیری نمود ولی وقتی گاز در حال حرکت باشد موقعیت نصب سنسور اندازه گیر فشار بسیار مهم است که بانصب آن در هر موقعیت امکان اندازه گیری سه نوع فشار وجود دارد:

۱- فشار استاتیکی (هدانرژی فشاری)

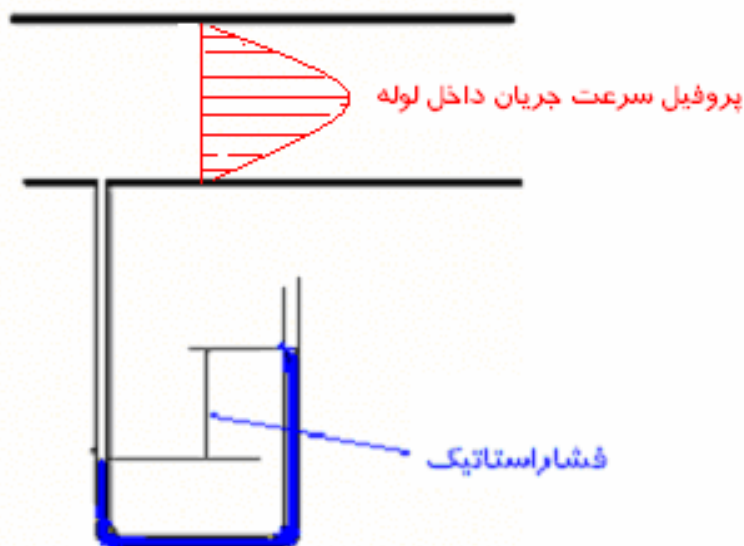
۲- فشار دینامیکی

۳- فشار کلی

که شامل مجموع فشارهای دینامیکی و استاتیکی است.

فشار استاتیکی عبارتست از فشار اعمال شده روی دیواره ای که سیال از روی آن عبور می کند و بانصب فشارسنج روی دیواره لوله اندازه گیری می شود که برای اندازه گیری دقیق تر می توان با استفاده از یک لوله U شکل که سیال با دانسیته مناسبی در آن ریخته شده است بصورت زیر آن را اندازه گیری کرد که میزان اختلاف ارتفاع بین لوله ها مبین فشار استاتیکی است که بر حسب واحد اندازه گیری (میلیمتری یا ..... ) ارتفاع ستون مایع است بطور مثال ده سانتیمتر ستون حیوه یا ... است .

در شکل زیر شمائی ازان نشان داده شده است.



به همدربوط به فشار استاتیک هداستاتیک نیز گفته می شود زیرا این فشار در محلی اندازه گیری می شود (روی سطح لوله) که سیال سرعت ندارد.

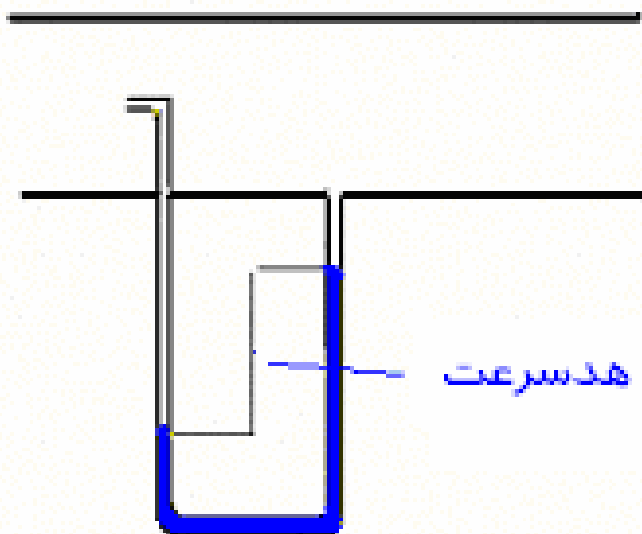
۲- فشار دینامیکی (هدانرژی جنبشی) .

این فشار ناشی از انرژی جنبشی سیال است شامل سرعتی است و به عنوان هد دینامیکی محسوب می شود و به دلیل این که بیشترین سرعت سیال در مرکز لوله است محل نصب سنسور اندازه گیر فشار نیز در مرکز لوله قرار داده می شود.

فشار دینامیکی از لحاظ ریاضی عبارتست از:

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

که در آن  $V$  سرعت سیال بر حسب متر بر ثانیه و  $g$  شتاب ثقل زمین بر حسب متر بر مجذور ثانیه است که مقدار هدر حسب مترستون مایع بیان می شود. روش اندازه گیری هددینامیکی به توسط پیتوت تیوب و بصورت زیر است:



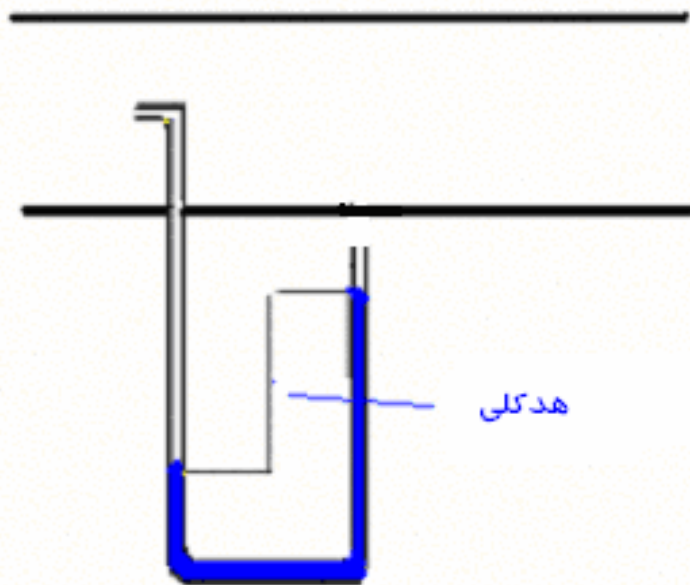
توضیح: برای اندازه گیری فلوی جریان عبوری از یک لوله می توان با استفاده از اندازه گیری نمودن هددینامیکی و بدست آوردن سرعت سیال با دانستن سطح مقطع آن را اندازه گیری نمود که روش بسیار مناسبی است و با کمترین افت فشار سیال (برخلاف اریفیس ها) قابل محاسبه است.

$$V = \sqrt{2gh}$$

در رابطه فوق  $H$  هددینامیکی یا جنبشی است.

۳- فشار کلی

روش اندازه گیری فشار کلی نیز مثل فشار دینامیکی است با این تفاوت که در این حالت فشار استاتیکی که روی جداره لوله وارد می شود از فشار دینامیکی کم نمی شود (فشار استاتیکی در جهت عکس روی فشار دینامیکی اعمال نمی شود).



### درجه حرارت گاز Gas Temperature

درجه حرارت گاز ناشی از حرارت و جنبش مولکول های آن است. هرچه گاز گرم تر باشد سرعت مولکول های آن افزایش پیدامی کند و باعث می شود با سرعت بیشتری حرکت کنند به عبارت دیگر درجه حرارت گاز مبین انرژی داخلی آن است و هرچه گاز گرم تر باشد انرژی داخلی آن نیز بیشتر خواهد بود.

واحد اندازه گیری درجه حرارت گازها در سیستم متریک بر حسب درجه سانتی گراد (سلسیوس) و در سیستم اینچی بر حسب درجه فارینهایت بیان می شود. در سیستم متریک دمائی که در آن دما آب یخ میزند به عنوان صفر درجه سانتیگراد معرفی می شود و درجه حرارتی که در آن آب بجوش می آید (در کنار سطح دریا که فشار جو یک اتمسفر است) صفر درجه سانتیگراد فرض می شود و این فاصله روی دماسنج به صد قسمت مساوی تقسیم می شود و هر قسمت آن معادل یک درجه سانتیگراد در نظر گرفته می شود ولی در سیستم اینچی این نقاط (یخ زدن آب) ۳۲ درجه و (جوشیدن آب) ۲۱۲ درجه تعریف می شود و این فاصله روی دماسنج به ۱۸۰ قسمت مساوی تقسیم می شود که به هر قسمت آن یک درجه فارینهایت گفته می شود.

بسته به مقیاس سیستم اندازه گیر به دو صورت زیر اندازه گیری و بیان می شود:

الف- درجه حرارت نسبی Gage Temperature

ب- درجه حرارت مطلق Absolute Temperature

### درجه حرارت نسبی Gage Temperature

درجه حرارت نسبی درجه حرارتی است که دمای گاز نسبت به درجه حرارت و شرایط فیزیکی مشخصی شود اندازه گیری می شود. مثلاً دمائی که در آن آب به یخ تبدیل می شود (صفر درجه سانتی گراد) که در این مقیاس دماهای کمتر از یخ زدن آب بصورت یک عدد منفی و دمای بالاتر از دمای یخ زدن آب مثبت بیان می شود.

## درجه حرارت مطلق Absolute Temperature

درجه حرارت مطلق گاز عبارتست از دمائی که در آن حرکت مولکول های گاز متوقف می شود به عبارت دیگر کمترین دمای ممکن که می توان به آن رسید. در سیستم متریک دمای مطلق با درجه کلون بیان می شود و صفر درجه کلون معادل ۲۷۳- درجه سانتی گراد است.

رابطه درجه کلون با درجه سبسیوس بصورت زیر است:

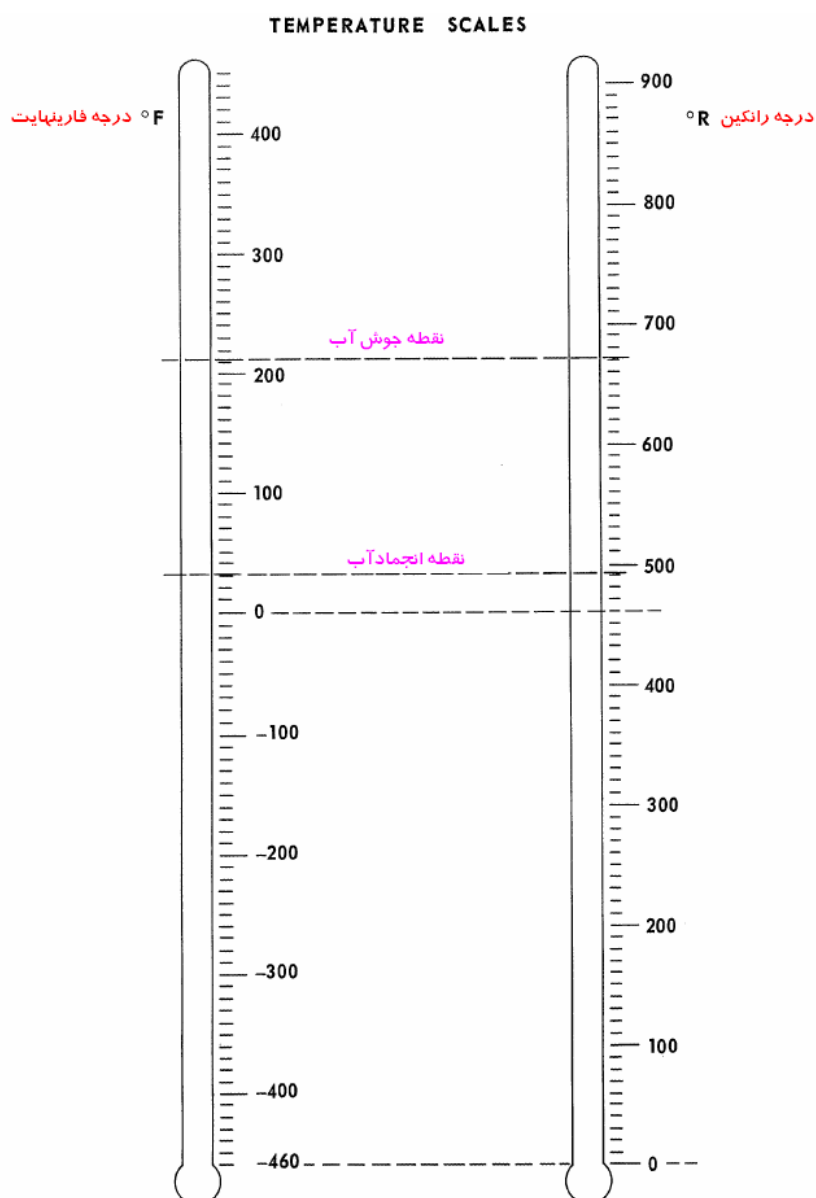
$$K = C + 273.16$$

در سیستم اینچی دمای نسبی با درجه فارینهایت و درجه حرارت مطلق با درجه رانکین Rankine بیان می شود و رابطه آنها بصورت زیر است :

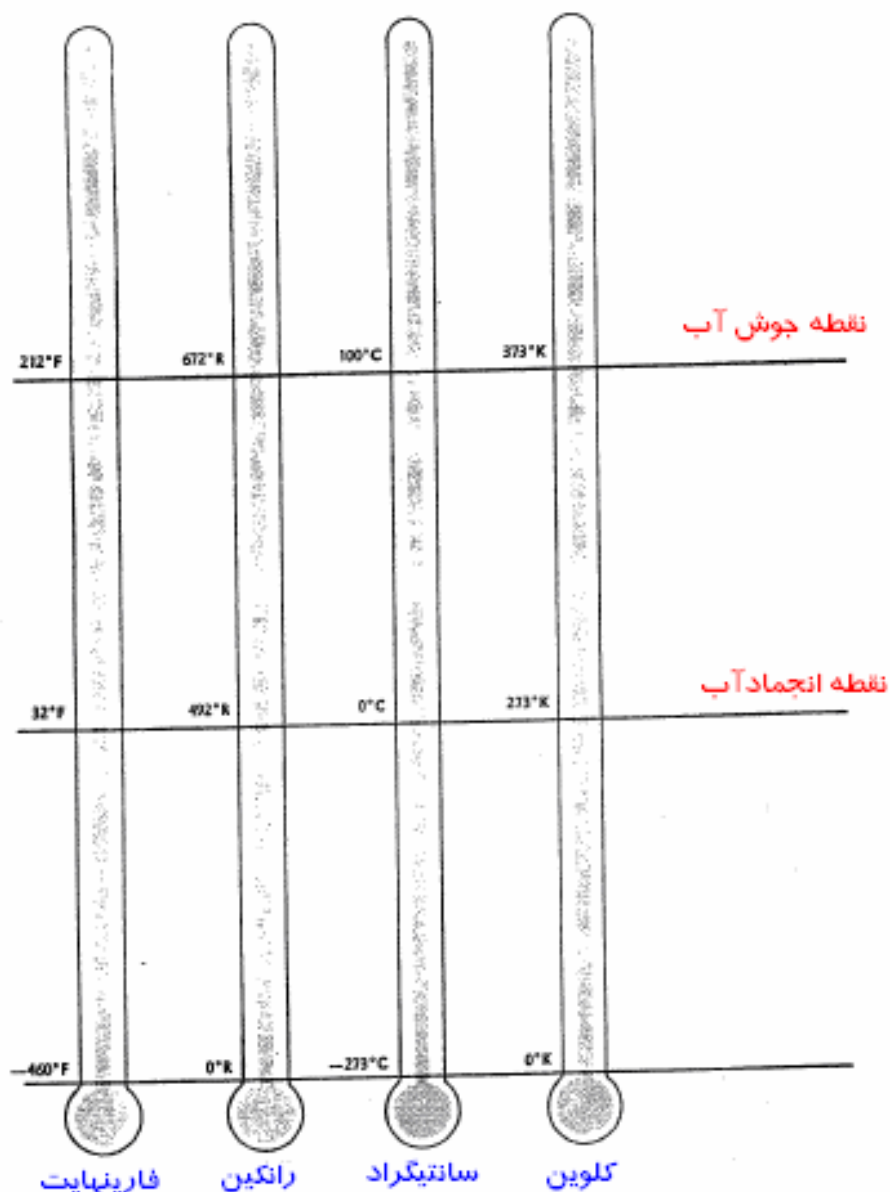
$$R = F + 460$$

و رابطه بین درجه حرارت سانتیگراد و فارینهایت نیز به قرار زیر است:

$$C = 5/9(F - 32)$$



در شکل های زیر این مقیاس های اندازه گیری دما در واحدهای مختلف نشان و واحدهای آنها با هم مقایسه شده است.

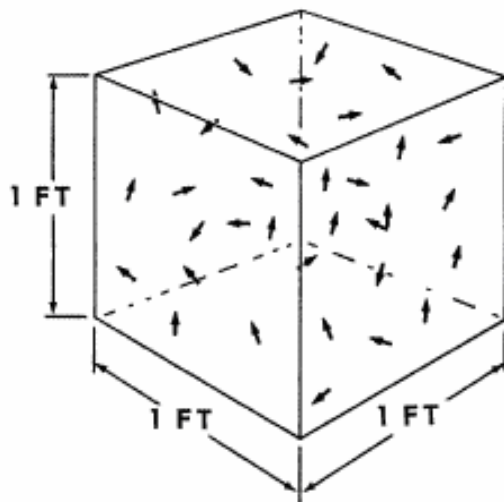


### حجم گاز Gas Volume

حجم گاز عبارتست از مقدار فضائی است که گاز اشغال می کند به عبارت دیگر حجم مقدار فضائی است که گاز در آن قرار گرفته است و واحدها، واحد حجم است و با فوت مکعب، Cubic Foot متر مکعب، سانتی متر مکعب و..... بیان می شود.

حجم گاز با تغییر فشار و درجه حرارت آن تغییر می کند و باین پارامترهای بیان می شود. و لذا برای اندازه گیری حجم گازها معمول است که حجم گاز در شرایط معینی (متعارفی یا استاندارد) فشار اتمسفر و درجه حرارت ۶۰ درجه فهرنهایت اندازه گیری می شود.

به حجم گاز اندازه گیری شده در شرایط استاندارد حجم استاندارد گفته می شود بطور مثال یک فوت مکعب استاندارد (Standard Cubic Foot) با 1 بیان می شود.



### گرمای ویژه گاز Gas Specific Heat

گرمای ویژه یک گاز عبارت است از مقدار گرمائی که بایستی به واحد وزن گاز داده شود تا درجه حرارت آن یک درجه بالاتر رود. نکته مهم در اینجا روش گرما دادن به گاز است زیرا مقدار گرمائی که به واحد وزن گاز باید داد تا درجه حرارتش یک درجه بالا رود در روش های مختلف فرق خواهد کرد. اگر در حجم ثابت گاز را گرم کنیم تمام انرژی داده شده بصورت انرژی داخلی در می آید یعنی صرف بالا بردن درجه حرارت گاز می شود و به آن گرمای ویژه در حجم ثابت گفته می شود و آن را با  $C_V$  نشان می دهند.

گرمای ویژه در فشار ثابت عبارتست از مقدار گرمائی که باید به واحد وزن گاز در فشار ثابت داده شود تا درجه حرارت آن یک درجه بالا رود اگر بجای حجم فشار گاز را ثابت نگهداریم گرمای ویژه را با  $C_P$  نشان خواهیم داد در این حالت گرمای بیشتری لازم است تا درجه حرارت واحد وزن گاز را یک درجه بالا برد زیرا علاوه بر گرمائی که بصورت انرژی داخلی یا در حقیقت ازدیاد درجه حرارت لازم است مقداری نیز برای انبساط گاز مصرف می شود. در اثر گرم کردن گاز منبسط می شود یا به عبارت دیگر کار مکانیکی روی آن انجام می گیرد که مقدار آن برابر  $p dv$  است.  $C_P$  و  $C_V$  برای گازهای کامل مقداری ثابت هستند و بستگی به شرایط گاز ندارند بطوری که در هر حالت  $C_P - C_V = R$  می باشد که به R ثابت جهانی گازها گفته می شود و برای تمامی گازها یک عدد ثابت است. برای گازهای حقیقی  $C_P$  و  $C_V$  تابعی از درجه حرارت می باشند.

## انتالپی گاز Gas Entalpy

کل انرژی واحد وزن گاز را انتالپی آن می گویند و معمولاً حرف H ان را نشان می دهند . انرژی هائی که یک گاز وجود دارد عبارتند از انرژی داخلی آن E (انرژی حرارتی) و انرژی خارجی (انرژی فشاری و جنبشی) که بستگی به حالت گاز دارد .

$$H=E+PV$$

در هیچ شرایطی انتالپی گاز صفر نیست ولی این موضوع در عمل اشکالی هم بوجود نخواهد آورد زیرا در هر تحولی تغییرات انرژی مورد نظر است نه مقدار مطلق آن. بنابر این رابطه فوق را برای هر تحولی می توان بصورت زیر نوشت .

$$\Delta H = \Delta E + \Delta (PV)$$

برای تحولی که در آن حجم گاز ثابت نگاه داشته شده باشد کارمکانیکی صفر است

## آنتروپی گاز Gas Antropy

آنتروپی یکی از خصوصیات بسیار مهم ولی غیر قابل لمس گاز است . آنتروپی را نمی توان با وسیله ای اندازه گرفت ولی کمیتی است واقعی که در محاسبات ترمودینامیکی بسیار مفید است و مانند گرما مقدار مطلقى ندارد ولی می توان آنرا نسبت به یک مبنای دلخواه محاسبه کرد . مانند انرژی داخلی و انتالپی هیچ گاه مقدار مطلق آن مورد نظر نیست بلکه همواره تغییرات آن در تحول مورد محاسبه و ارزیابی قرار می گیرد . تغییر آنتروپی در طول یک تحول از رابطه  $ds = \int_a^b dQ/T$  بدست می آید که در آن dQ مقدار گرمای تبادل شده در حین تحول است . می توان از طریق محاسبات ترمودینامیکی نشان داد که مقدارش فقط بستگی به مقدار گرمای تبادل شده دارد و مستقل از مسیر تحول می باشد.

## گازهای کامل و قوانین حاکم بر آنها

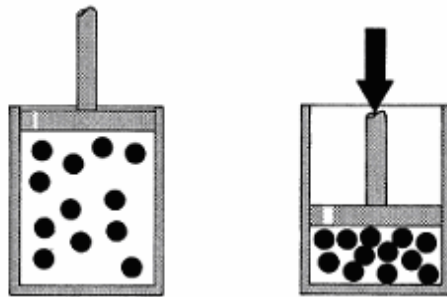
به گازهایی که از قوانین عمومی گازها تبعیت می کنند گاز کامل اطلاق می شود ولی باید توجه داشت ممکن است گازی را در یک شرایط معین بتوان به عنوان گاز کامل در نظر گرفت (مثل بخار سوپر هیت) ولی در شرایط دیگر (بخار اشباع) از قوانین گازهای کامل تبعیت نکند که در این شرایط نمی توان ان را به عنوان یک گاز کامل محسوب کرد.

گازهای کامل از قوانینی پیروی می کنند که ذیلا به شرح آنها می پردازیم.

## قانون بویل Boyle Law

طبق قانون بویل فشار مطلق یک گاز کامل در درجه حرارت ثابت با حجم ان نسبت عکس دارد یعنی:

$$PV = \text{ثابت}$$



به عبارت دیگر با کاهش حجم یک گاز فشار آن بالایی رود و با کم شدن حجم فشار کم می شود که در صورت ثابت بودن درجه حرارت (آرام متراکم کردن گاز) این تغییرات بصورت خطی خواهد بود ولی در صورت ثابت نبودن درجه حرارت این رابطه بصورت خطی عمل نخواهد کرد که به علت پیچیدگی تحول از بحث راجع به آن خودداری می شود.

### قانون چارلز Charles Law

طبق قانون چارلز Charles فشار مطلق یک گاز کامل در حجم ثابت مستقیماً متناسب با درجه حرارت آن است یعنی با افزایش فشار یک گاز درجه حرارت آن نیز افزایش پیدامی کند به عبارت دیگر از لحاظ ریاضی رابطه فشار و درجه حرارت را می توان بصورت زیر نوشت:

$$P = C_2 T$$

که  $C$  یک ضریب ثابت است و برای گازهای مختلف تغییر می کند.

همچنین در فشار ثابت حجم مستقیماً متناسب با درجه حرارت مطلق گاز است یعنی:

$$V = C_3 T$$

در جدول زیر ارتباط بین این پارامترها نشان داده شده است.

| Temperature      | Pressure         | Volume           |
|------------------|------------------|------------------|
| ↑                | remains the same |                  |
| ↑                |                  | remains the same |
| remains the same |                  | ↑                |
| ↑                | remains the same |                  |
| ↑                |                  | remains the same |
| remains the same | ↑                |                  |

### قانون عمومی گازها

از ترکیب قوانین فوق معادله کلی گازهای کامل به شکل زیر بدست می آید:

$$PV = nRT$$

که در آن  $P$  فشار مطلق،  $V$  حجم،  $T$  درجه حرارت مطلق و  $n$  تعداد مولکولهای گاز است (اگر وزن گاز را  $W$  و وزن ملکولی آن را  $M$  بنامیم  $n = W/M$  می باشد) و  $R$  مقداری است ثابت که به ثابت عمومی گازها معروف است و قدر مطلق آن بستگی به واحدهای انتخاب شده برای  $T, V, P, n$  دارد.

لازم به توضیح است که در معادلات فوق در صورتی که از سیستم انگلیسی استفاده شود فشار مطلق باید بر حسب psi و درجه حرارت مطلق بر حسب درجه رانکین و حجم بر حسب فوت مکعب در نظر گرفته شود و در صورتی که از سیستم متریک استفاده شود فشار مطلق باید بر حسب Bar و درجه حرارت مطلق بر حسب درجه کلون و حجم بر حسب متر مکعب محاسبه می شود.

ضمن شرایط متعارفی در سیستم اینچی دمای ۶۰ درجه فارینهایت (۵۲۰ درجه رانکین) و فشار ۱۴/۷ psi و در سیستم متریک دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و فشار یک اتمسفر (یک بار) است.

### متراکم کردن گازها

در طراحی کمپرسورها و دمنده ها باید نوع تحولی که روی گاز صورت می گیرد مشخص شود. معمولاً این گونه ماشین ها را بر مبنای تحول های ایزوترم (تحول در دمای ثابت) یا آدیاباتیک (تحول بدون انتقال حرارت) طراحی می کنند ولی رفتار واقعی گاز در داخل کمپرسورها به دلیل وجود پارامترهای متعدد تابع واقعی هیچ کدام از تحولات فوق نمی باشد ولی با توجه به نوع طراحی کمپرسور می توان تحول انجام شده در داخل کمپرسور را یکی از دو تحول فوق تقریب زد که در این قسمت این دو نوع تحول را از نظر ترمودینامیکی مورد بحث و بررسی قرار می دهیم.

### متراکم کردن گازها بصورت آدیاباتیک

اگر در حین تراکم گاز هیچ گونه حرارتی بین گاز و محیط اطراف آن مبادله نشود به این تحول، تحول آدیاباتیک گفته می شود بطور کلی دو نوع تحول آدیاباتیک وجود دارد:

الف- تحول آدیاباتیک قابل برگشت به حالت اول Reversible Adiabatic Process

ب- تحول آدیاباتیک غیر قابل برگشت به حالت اول Irreversible Adiabatic Process

در تحول آدیاباتیک قابل برگشت آنتروپی سیستم (گاز) ثابت می ماند ولی در نوع غیر قابل برگشت آنتروپی ثابت نمی ماند.

در تحول آدیاباتیک بین فشار و حجم گاز رابطه زیر وجود دارد.

$$p v^{\lambda} = c = \text{constant}$$

$$\lambda = \frac{C_p}{C_v}$$

$$W = \frac{\delta}{\delta - 1} R T_a \left[ \left( \frac{P_b}{P_a} \right)^{\frac{\delta - 1}{\delta}} - 1 \right] = C_p T_a \left[ \left( \frac{P_b}{P_a} \right)^{\frac{\delta - 1}{\delta}} - 1 \right]$$

معادله فوق نشان دهنده مقدار کار لازم برای فشردن گاز بصورت آدیاباتیک است تا فشار آن از  $P_a$  به  $P_b$  رسانده شود. اگر مقدار جریان گاز W پوند در ثانیه باشد توان لازم از رابطه زیر بدست می آید.

$$\text{hp. ud.} = \frac{\delta}{\delta - 1} * \frac{W R T_a}{?} \left[ \left( \frac{P_b}{P_a} \right)^{\frac{\delta - 1}{\delta}} - 1 \right]$$

از معادله فوق بخوبی نتیجه گرفته می شود که هر چه  $T_a$  یعنی درجه حرارت گاز هنگام ورود به کمپرسور بیشتر باشد قدرت یا نیروی بیشتر برای فشردن آن باید بکار برد.

## متراکم کردن گاز بصورت ایزوترم

اگر هنگام فشرده کردن گاز آن را سرد کنیم بطوری که در طول عملیات تراکم درجه حرارت گاز ثابت بماند به این تحول تراکم از نوع ایزوترم گفته می شود.

در این حالت رابطه بین فشار و حجم گاز بصورت زیر است :

$$PV = C = \text{CONSTANT}$$

$$P_b = P_a \frac{V_a}{V_b} = \frac{RT}{V_b}$$

$$V_b = V_a \frac{P_a}{P_b} = \frac{RT}{P_b}$$

$$T_a = T_b = \frac{P_b V_a}{R} = \frac{P_a V_b}{R}$$

و کار انجام شده روی گاز در این حالت عبارتست از :

$$W = \int P dV = P_a V_a \ell \frac{V_a}{V_b} = RT \ell \frac{V_a}{V_b}$$

$$W = P_a V_a \ell \frac{P_a}{P_b} = RT \ell \frac{P_b}{P_a}$$

برای متراکم کردن گاز اگر کمپرسور بصورتی طراحی شود که در حین تراکم درجه حرارت گاز افزایش پیدا نکند یا در حین تراکم حرارت بالارفته در گاز توسط سیستم Jacket Cooling جذب شود مقدار کار مورد نیاز برای متراکم کردن گاز (توان مصرفی کمپرسور) کاهش پیدا خواهد کرد و در اندمان کمپرسور بالاتر خواهد رفت زیرا هر چه دمای گاز کمتر باشد فاصله بین مولکول های آن نیز کمتر خواهد شد (عملیات متراکم کردن گاز باعث کم شدن فاصله بین مولکول هائی شود) و خنک کردن گاز نیز در حین متراکم کردن کمک به کم کردن فاصله بین مولکول ها و افزایش راندمان کمپرسور می شود که البته باعث افزایش هزینه های جنبی و Utility نیز خواهد شد و در مواردی که نسبت تراکم بالا باشد حتما باید کمپرسور طوری طراحی شود که دمای گاز متراکم شده از حد تعیین شده بالاتر نرود.

## نسبت تراکم Ratio Of Compression

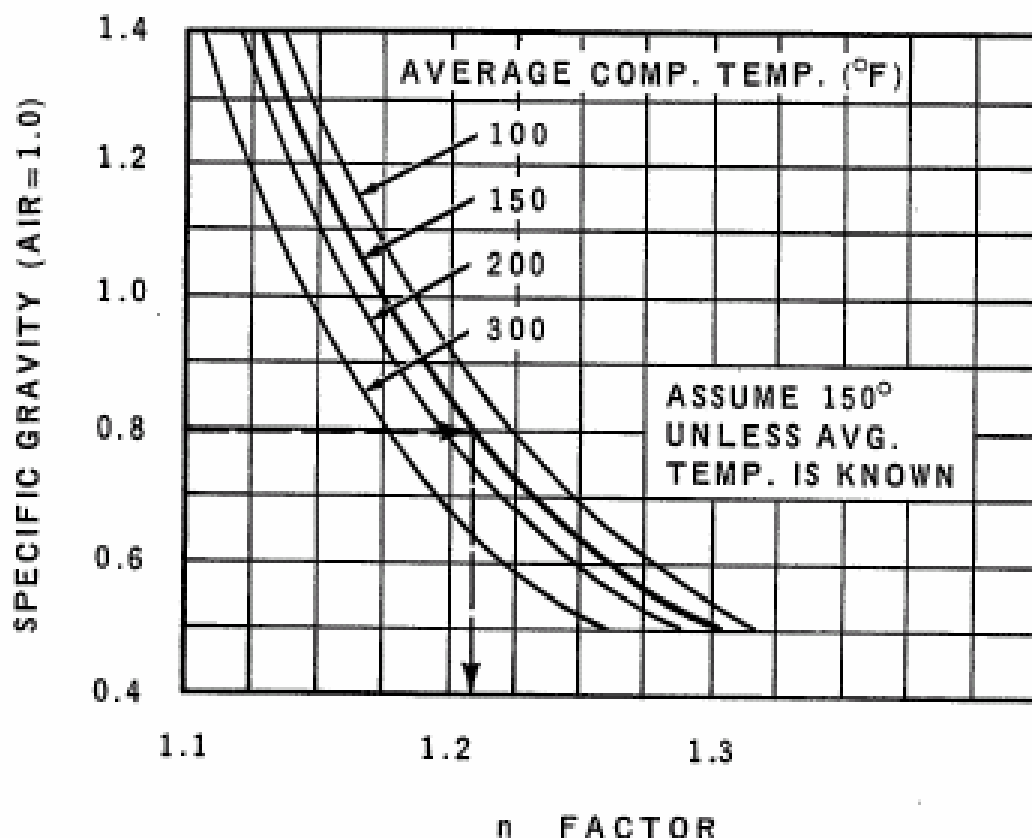
نسبت تراکم Ratio که با حرف لاتین R بیان می شود عبارتست از نسبت فشار مطلق خروجی کمپرسور به فشار مطلق ورودی آن و نشان دهنده مقدار فشاری است که کمپرسور به گاز اضافه کرده است. برای مثال نسبت تراکم کمپرسوری که فشار هوای محیط (یک اتمسفر) را به فشار هشت بار می رساند عبارتست از:

$$R = (8+1)/1 = 9$$

چنانچه فشار ورودی کمپرسور افزایش پیدا کند فشار خروجی نیز زیاد می شود هر چند که نسبت تراکم ثابت باشد.

## حرارت ناشی از تراکم گازها The Heat Of Compression

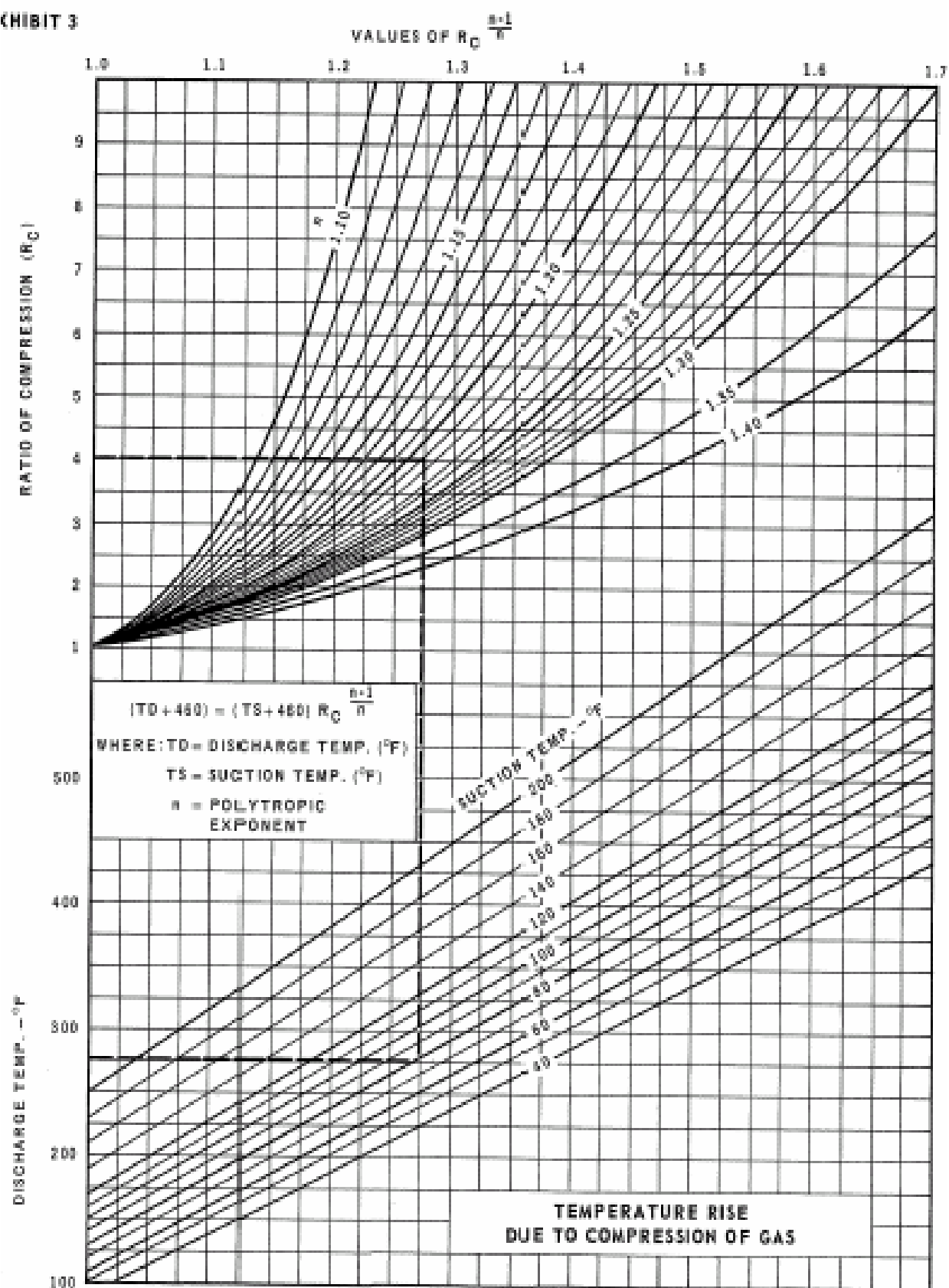
تراکم گازها باعث افزایش سرعت مولکول ها و نزدیک تر شدن آنها به همدیگر می شود. افزایش سرعت گازها باعث افزایش درجه حرارت گاز می شود. افزایش درجه حرارت بستگی به ماهیت گاز، فشار اولیه و نسبت تراکم گاز دارد. گازهای سبک با نسبت تراکم مساوی نسبت به گازهای سنگین تر حرارت بیشتری تولید می کنند.



میزان افزایش درجه حرارت گاز در هنگام فشردن از فرمول های مربوط به گازهای کامل بدست می آید که از پرداختن به آن در این مقوله صرف نظر می شود ولی از منحنی های زیر نیز می توان مقدار حرارت تولید شده در اثر تراکم گاز در داخل کمپرسور را بدست آورد.

همین طور که در منحنی زیر ملاحظه می شود افزایش درجه حرارت ناشی از تراکم تابعی است از دمای ورودی گاز، نوع گاز (جرم مولکولی) و همچنین نسبت تراکم گاز (مقدار فشردن شدن گاز) که با معلوم بودن پارامترهای فوق می توان درجه حرارت گاز خارج شده از کمپرسور (پس از فشردن شدن) را بدست آورد.

EXHIBIT 3



## تعریف

دستگاه هائی که برای انتقال ، جا به جا کردن و یا فشرده کردن گازها مورد استفاده قرار می گیرند بر اساس اختلاف فشار بین ورودی و خروجی آنها (نسبت فشارخروجی به ورودی) و حجم گاز جا به جا شده در واحد زمان به دسته های زیر طبقه بندی می شوند :

الف- فن ها Fans

ب- بلورها Blowers

ج- کمپرسورها Compressors

## فن ها Fans

اصطلاحاً به دستگاهی که حجم زیادی از گاز یا هوا را با فشار پایین ( تا حدود 300 میلی متر آب ) جا به جا می کند فن گفته می شود و مورد استفاده آنها فقط برای انتقال هوا است .

فن ها به دو دسته زیر طبقه بندی می شوند :

الف- دمنده ها Forced Draft Fan

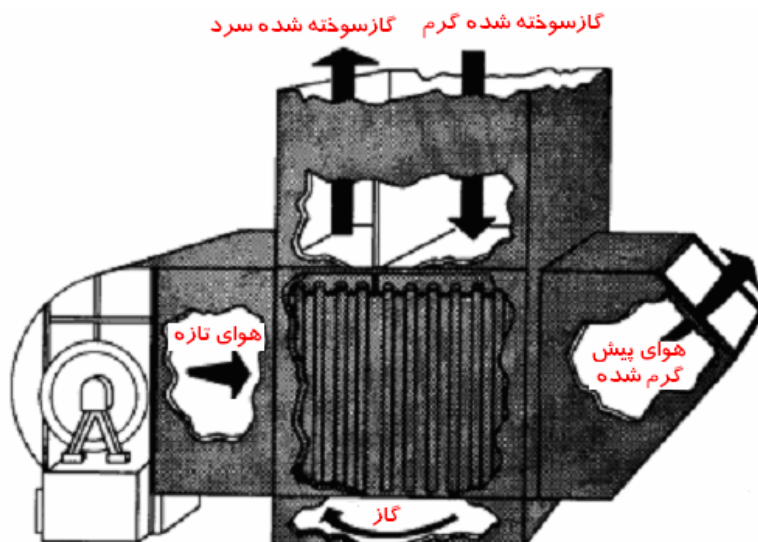
ب- مکنده ها Induced Draft Fan

## دمنده ها Forced Draft Fan

وظیفه دمنده ها حرکت دادن گازها و بیرون راندن (هل دادن) آنها از یک محیط بطرف محیط دیگر است و موارد استفاده آنها در پالایشگاه ها شامل:

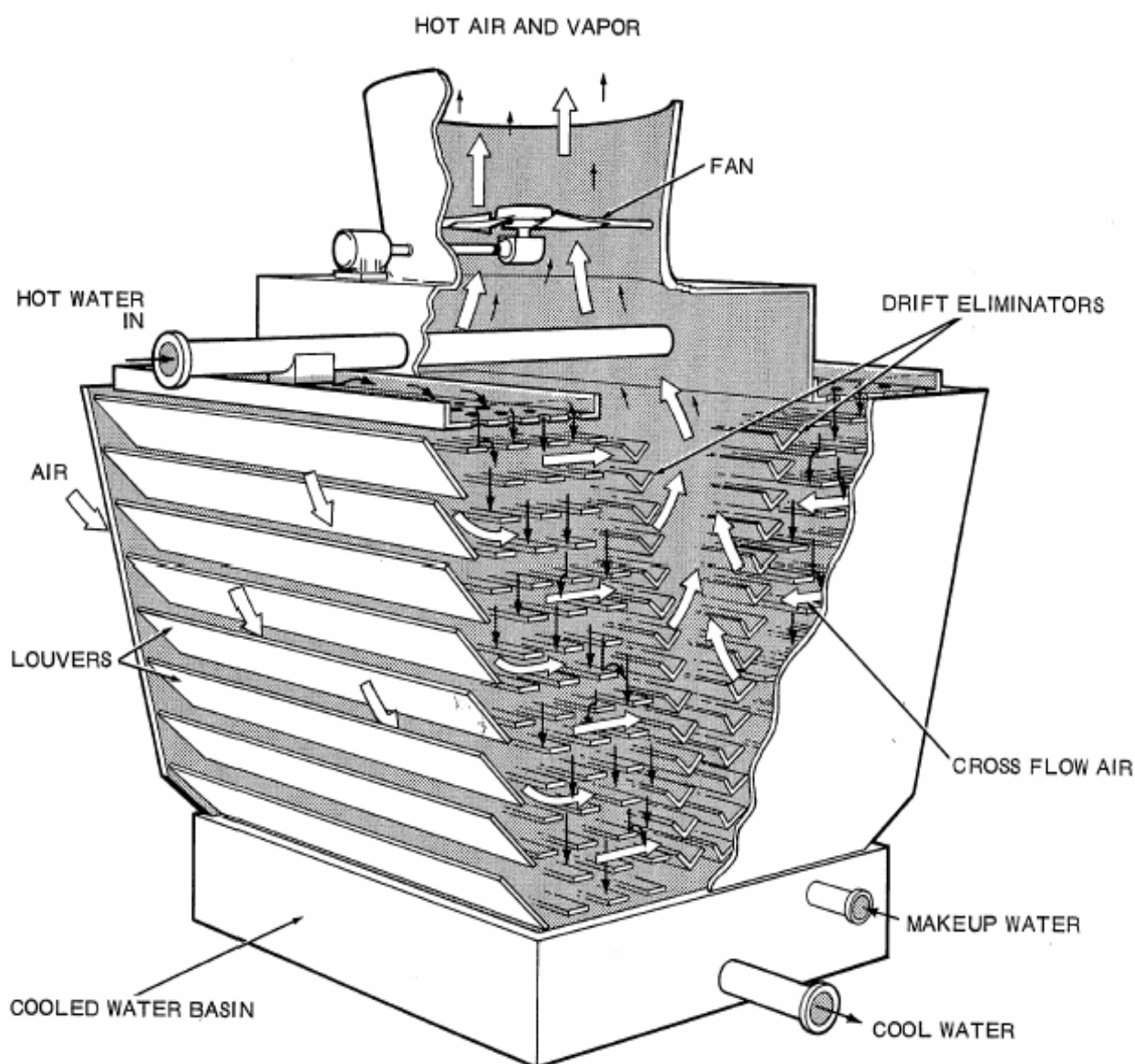
- ۱- برای راندن هوا به داخل سیستم بویلرها و کوره ها جهت احتراق سوخت.
- ۲- عبور دادن هوا از روی Fin Fan های هوایی برای خنک کردن سیال گرم داخل لوله های فن.
- ۳- وارد کردن هوا به داخل چاه ها و حوضچه ها برای جلوگیری از خفگی و ... است.

در شکل زیر شمائی از یک دمنده هوا که روی بویلر نصب شده و هوای بیرون را وارد بویلر می کنند نشان داده شده است .



## مکنده ها Induced Draft Fan

وظیفه مکنده ها مکش کردن گازها از یک محیط بطرف محیط دیگر است مثل فن های تهویه (مثل فن آشپزخانه) که وظیفه آنها بیرون بردن هوای داخل بطرف بیرون است. و بیشترین استفاده صنعتی آنها در برج های خنک کننده مرطوب برای خنک کردن آب از طریق تبخیر آن است. در شکل زیر شمائی از یک مکنده هوا که در قسمت فوقانی یک برج خنک کننده در داخل تنوره آن واقع شده است رانشان می دهد.



هوا از اطراف دیواره های جانبی وارد برج می شود و سپس از وسط برج و توسط فن نصب شده در تنوره همراه با بخارات آب از آن خارج می شود که عبور جریان هوا باعث کاهش فشار و تبخیر شدن آب می شود که انرژی ناشی از تبخیر آب از آب باقیمانده در برج (کم شدن درجه حرارت آب) تامین می شود و باعث خنک شدن آب می شود که البته همواره مقداری آب با هوا از برج خارج می شود که نیاز به تامین Make Up دارد.

## بلورها Blowers

بلور اصطلاحاً به دستگاهی اطلاق می شود که برای جا به جا کردن حجم متوسط گاز با فشارهای پایین و متوسط ( تا حدود 3 bar ) مورد استفاده قرار می گیرند .

بلورها و کمپرسورها از لحاظ ساختمان و اصول کار نیز بسیار شبیه به هم می باشند ولی تمامی بحث این مقوله بحث راجع به کمپرسورهاست

## کمپرسورها Compressors

کمپرسور به دستگاهی اطلاق می شود که برای فشرده کردن ، کوپیدن و انتقال گازها مورد استفاده قرار می گیرند که بسته به نوع و ساختمان آنها برای حجم ها و فشارهای مختلفی مورد استفاده قرار می گیرند . معمولاً اختلاف فشار ورودی و خروجی بلورها بیشتر از 3 bar است .

البته فشارهای ذکر شده و وجه تمایز بین کمپرسورها و بلورها خیلی به هم نزدیک است و گاهی ممکن است یک دستگاه در یک واحد به عنوان بلور و در واحد دیگر به عنوان کمپرسور شناخته شود.

## موارد استفاده کمپرسورها در پالایشگاهها

کمپرسورها دستگاهی هستند که در اکثر مراکز صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند و برخی موارد کاربرد آنها در صنایع نفت عبارتند از :

۱- کمپرسورهای هوا Air Compressors که برای تولید هوای فشرده مورد نیاز سیستم های ابزار دقیقی Instrument و هوای فشرده مورد نیاز برای واحدهای عملیاتی Air Plant و همچنین هوای مورد نیاز جهت ماشین آلات و ابزارهایی که با هوای فشرده کار می کنند مورد استفاده قرار می گیرند و حداکثر فشار خروجی آنها 8 Bar است.

۲- کمپرسورهای Make Up که در پالایشگاهها برای فشرده کردن گاز هیدروژن با فشارهای بالا تا حدود 200 Bar جهت تزریق هیدروژن به راکتورهای واحدهای آیزوماکس مورد استفاده قرار می گیرند که معمولاً کمپرسورهای نوع رفت و برگشتی پیستونی استفاده می شود .

۳- کمپرسورهای گاز گردشی Recycle Gas که برای چرخش گاز هیدروژن در داخل سیستم های راکتورهای واحدهای آیزوماکس و تبدیل کاتالیستی مورد استفاده قرار می گیرند که با توجه به ناخالصی گاز و فلوی بالای آن معمولاً کمپرسورهای گریز از مرکزی استفاده می شود.

۴- کمپرسورهای گاز مایع LPG که برای فشرده کردن و جا به جا نمودن گازهایی مثل  $C_1$  و  $C_2$  و  $C_3$  ..... که در عملیات تقطیر نفت خام به دست می آیند مورد استفاده قرار می گیرد و معمولاً کمپرسورهای نوع رفت و برگشتی استفاده می شود .

۵- کمپرسورهای ازت Nitrogen که برای شارژ ازت به داخل تانک ها و مخازن مربوطه جهت مصارف عملیاتی Purging مسیرهای لوله کشی و دستگاه ها و همچنین شارژ کردن ازت داخل کپسول های ازت در کپسول های آتش نشانی مورد استفاده قرار می گیرند که غالباً از کمپرسورهای دیافراگمی استفاده می شود .

۶-کمپرسورهای تزریقی که برای تزریق گاز به داخل چاه های نفت در مناطق نفت خیز برای راندن نفت خام به داخل لوله های خروجی از چاه های نفت مورد استفاده قرار می گیرند .

۷-کمپرسورهای سیستم های تبرید که روی چیلرها و سیستم های تهویه مطبوع و برای عملیات خنک کاری مورد استفاده قرار می گیرند و غالباً از نوع کمپرسورهای رفت و برگشتی استفاده می شود .

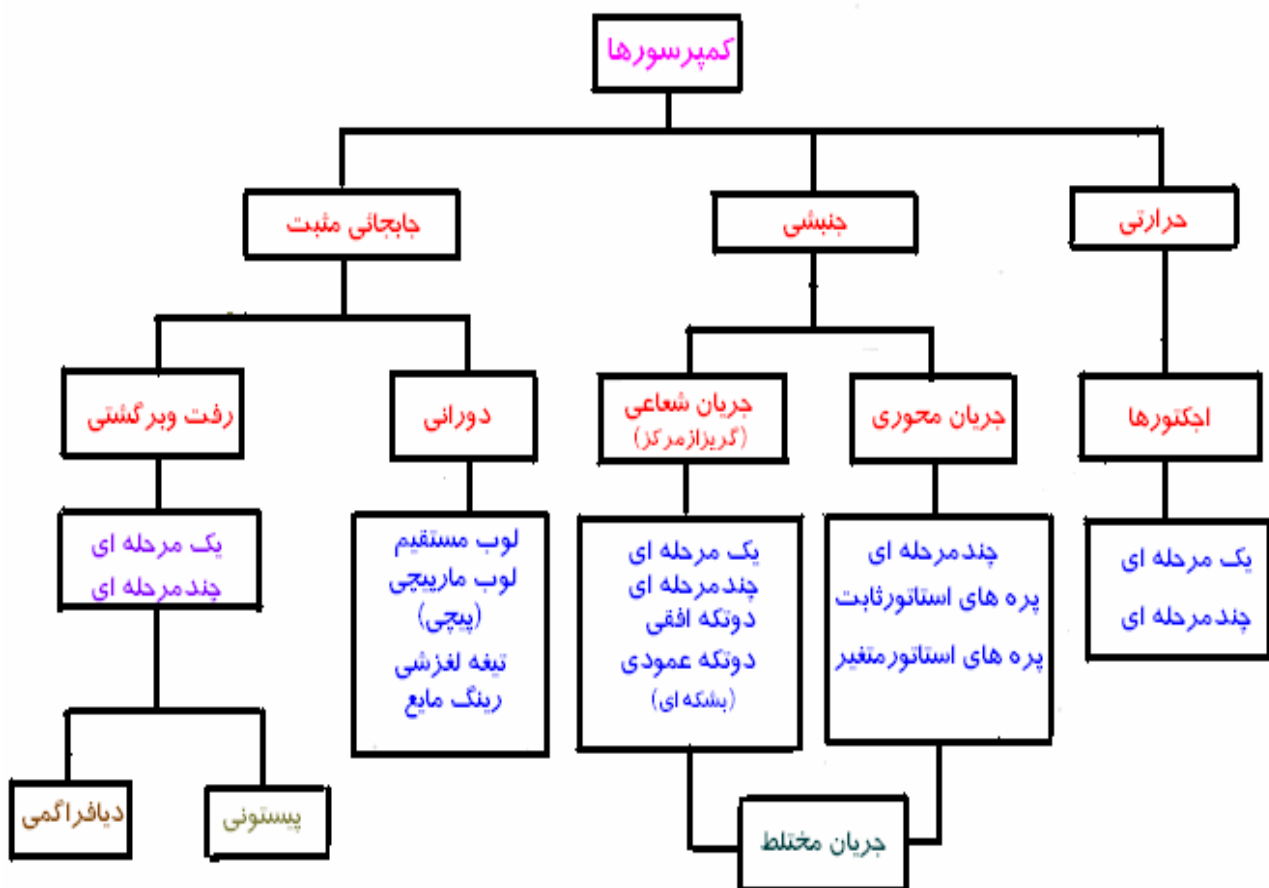
### طبقه بندی کمپرسورها

همانگونه که درجدول زیر نشان داده شده است کمپرسورها از لحاظ اصول کار در سه دسته کلی زیر طبقه بندی می شوند:

کمپرسورهای جنبشی Dynamic Compressors

کمپرسورهای جابجائی مثبت Positive Displacement Compressors

کمپرسورهای حرارتی Thermal Compressors



که ذیلا به شرح اصول کار و انواع هر کدام از آنها پرداخته می شود.

## کمپرسورهای دینامیکی Dynamic Compressor

این نوع کمپرسورها عملیات بالا بردن فشار گاز را توسط حرکت دینامیکی یا سرعتی که توسط پره های دوار کمپرسور به گاز اعمال می کنند انجام می دهند و باعث بالا بردن انرژی جنبشی گازی شوند که به توسط ولوت ها یا دیفیوزرها این انرژی جنبشی به انرژی فشاری تبدیل می گردد .

این نوع کمپرسورها از لحاظ جریان گاز خروجی از پره ها در دو دسته زیر طبقه بندی می شوند:

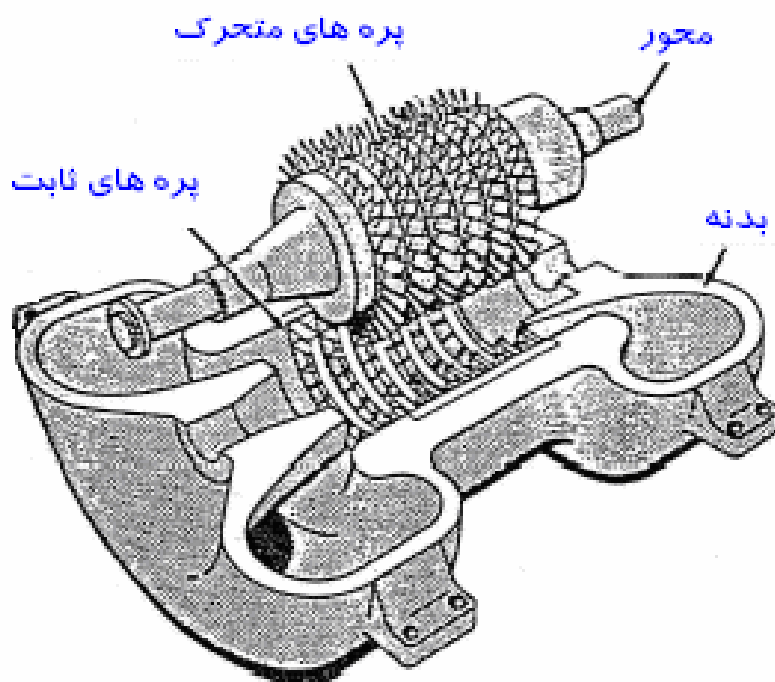
الف- کمپرسورهای جریان محوری Axial Flow

ب- کمپرسورهای جریان شعاعی Radial Flow

## کمپرسورهای جریان محوری Axial Flow Compressor

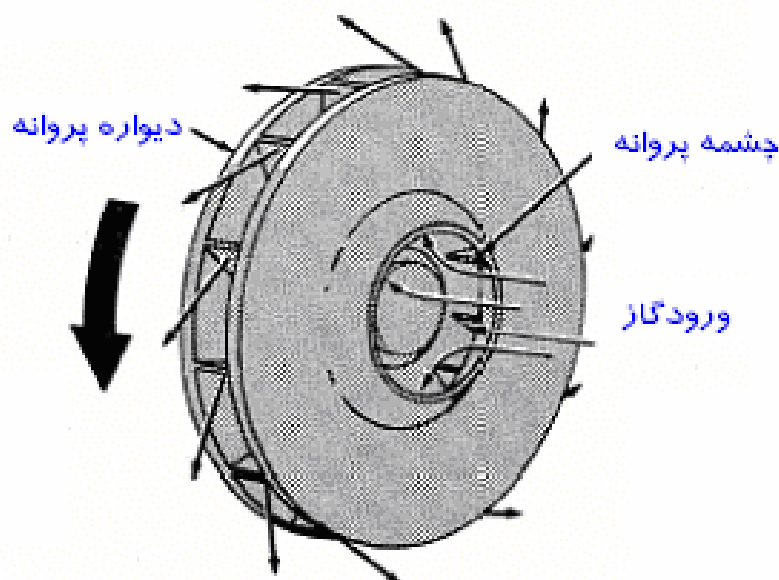
اصول کار این نوع کمپرسورها بر اساس حرکت دادن گاز (هل دادن) توسط پره های دوار نصب شده روی رتور است و بیشتر استفاده این نوع کمپرسورها در توربین های گازی است و یا برای جاهایی که نیاز به جریان و فلوز زیاد گاز باشد. معمولا فشار خروجی آنها پایین و متوسط است .

در شکل زیر شمائی از این نوع کمپرسور نشان داده شده است همینطور که ملاحظه می شود جریان گاز در داخل کمپرسور در جهت محوری Axial است و علاوه بر پره های نصب شده روی رتور (پره های متحرک) که وظیفه انتقال انرژی از رتور به سیال رابه عهده دارند (و با محور می چرخند) پره های ثابت دیگری نیز روی بدنه کمپرسور نصب گردیده که به آنها پره های راهنما گفته می شود که علاوه بر جهت دادن به سیال، برای انتقال از یک مرحله به مرحله دیگر وظیفه تبدیل انرژی جنبشی به انرژی فشاری را نیز به عهده دارند. افزایش فشار در این نوع کمپرسورها به این صورت است که گاز رابه تدریج از فضای باز (سطح مقطع زیاد) به فضای تنگ تری می راند و باعث کم شدن حجم و افزایش فشار آن می گردد.



## کمپرسورهای جریان شعاعی Radial Flow

این نوع کمپرسورها به گریز از مرکز معروف هستند و اصول کار آنها، استفاده از نیروی گریز از مرکز برای بالابردن انرژی جنبشی گاز است. این عمل توسط Vane های نصب شده روی پروانه به سیال اعمال می شود. در این نوع کمپرسورها عامل اصلی انتقال انرژی، پروانه کمپرسور Impeller است که روی محور نصب می شود و با آن می چرخد و پس از وارد شدن سیال به چشمه پروانه Impeller Eye روی تیغه های Vane که روی آن نصب می شود هدایت می شود و پس از قرار گرفتن در نوک پروانه توسط نیروی گریز از مرکز اعمال شده از پروانه جدامی شود و وارد محفظه اطراف آن Volute یا Difuser می شود تا انرژی جنبشی دریافت شده به انرژی فشاری تبدیل شود. خلا ناشی از پرتاب سیال بطرف بیرون (در اثر سرعت گرفتن سیال روی پروانه و جدا شدن آن از پروانه) باعث جایگزینی مجدد سیال به نوک پروانه می شود و باعث جریان یافتن مداوم سیال به کمپرسور و کسب انرژی و خارج شدن آن از کمپرسور می شود.



باتوجه به این که حرکت سیال در داخل کمپرسور توسط نیروی گریز از مرکز انجام می شود باید دور کمپرسور به اندازه ای بالا باشد تا بتواند سیال قرار گرفته در نوک پروانه را از پروانه جدا کند تا امکان جایگزینی ذرات قبلی بجای آن فراهم شود در غیر این صورت فشار و فلوی کمپرسور کاهش خواهد یافت که با توجه به سبک بودن گازها برای انرژی دادن به سیال نیاز به دورهای بالا می باشد (نسبت به مایعات) همچنین به دلیل فاصله زیاد بین مولکول های گازها تعداد Vane های نصب شده روی پروانه ها و همچنین زاویه آنها نسبت به پروانه های پمپ های گریز از مرکز بیشتر است. مجموعه Volute و یا دیفیوزرها مثل کار آنها در پمپ ها با زیاد کردن سطح مقطع عبوری جریان انرژی جنبشی به انرژی فشاری تبدیل می کنند.

این نوع کمپرسورها بیشترین کاربرد را در صنایع دارند و از آنها برای فشرده کردن هوا و گازهای دیگر در حجم ها و فشارهای مختلف استفاده می شود که در بخش های بعدی بطور مفصل تر راجع به انواع و ساختمان آنها و..... بحث خواهد شد.

## کمپرسورهای جابجائی مثبت Positive Displacement Compressors

به کمپرسورهای که در هر سیکل کاری (دورانی یارفت و برگشتی) مقدار حجم مشخصی از گاز را جابجا می کنند کمپرسورهای جابجائی مثبت گفته می شود. از مشخصه های اصلی این نوع کمپرسورها متناسب بودن مقدار گاز خروجی با تعداد کورس کمپرسور است بدین معنا که برخلاف دیگر کمپرسورها با دوبرابر کردن دور کمپرسور فلو کمپرسور نیز دوبرابر می شود. همچنین اگر مسیر خروجی آنها مسدود گردد فشار خروجی آنها می تواند تا بی نهایت افزایش پیدا کند و در صورت تامین توان مورد نیاز می تواند باعث ترکیدن بدنه کمپرسور یا سیستم لوله کشی گردد.

کمپرسورهای جابجائی مثبت در دو دسته کلی زیر تقسیم می شوند :

الف- کمپرسورهای نوع روتاری Rotary Compressor

ب- کمپرسورهای نوع رفت و برگشتی Reciprocating Compressor

## کمپرسورهای نوع روتاری Rotary Compressors

در این نوع کمپرسورها عمل بالابردن انرژی سیال ( بالا بردن فشار گاز) برخلاف کمپرسورهای گریز از مرکز باهل دادن از طریق حرکت چرخشی، گاز از طرف ورودی (که حجم بیشتری دارد) به طرف خروجی (که به تدریج حجم کم می شود) انجام می شود و بسته به ساختمان داخلی کمپرسور در انواع زیر طبقه بندی می شوند :

۱- کمپرسورهای نوع لوب Lobe Compressor

۲- کمپرسورهای نوع لوپ مارپیچی Helical Lobe Compressors

۳- کمپرسورهای نوع تیغه لغزشی Sliding Vane Compressors

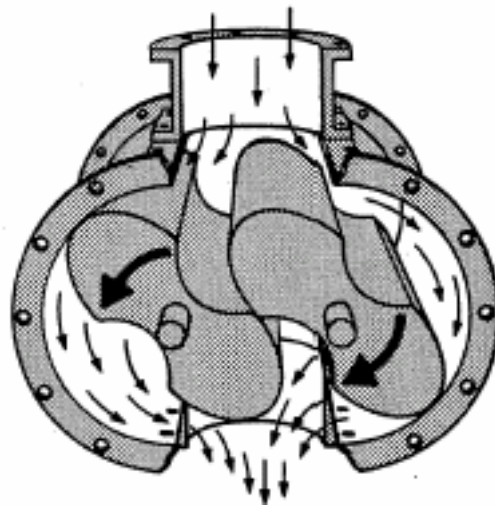
۴- کمپرسورهای نوع رینگ مایع Liquid Ring Compressors

که ذیلا به بحث راجع به هر کدام از انواع آنها پرداخته می شود.

## کمپرسورهای نوع لوب Lobe Compressor

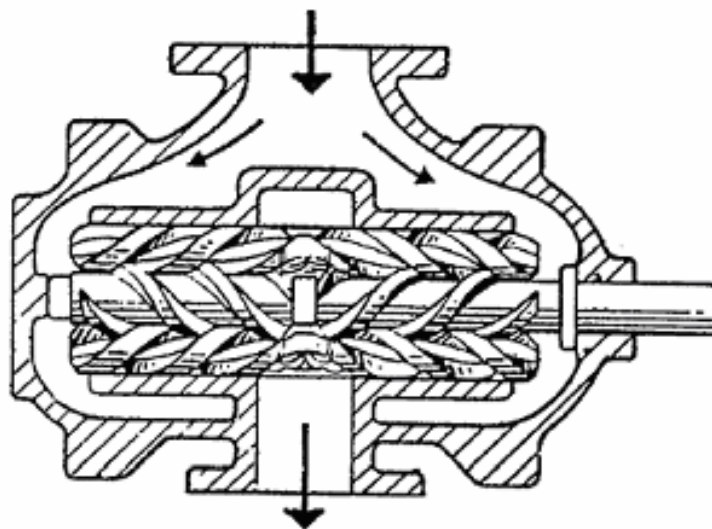
در این نوع کمپرسور که شکل آن در صفحه قبل نشان داده شده است Gas از قسمت ورودی Suction وارد کمپرسور می شود و با حرکت چرخشی Lobe ها که توسط الکتروموتور به آنها داده می شود و در جهت عکس همدیگر می چرخند گاز Gas حبس شده بین رتورها و بدنه کمپرسور را به سمت راهگاه خروجی Discharge کمپرسور که به تدریج حجم آن کم می شود می رانند و باعث می گردد فشار گاز افزایش پیدا کند.

شکل لوب ها طوری طراحی می شود که در حین چرخش همواره کمترین فاصله بین آنها و بدنه وجود داشته باشد و در صورتی که این فاصله ها به هر دلیلی افزایش پیدا کند می تواند باعث شود گاز فشرده شده نشت کند و به دلیل وجود اختلاف فشار مجددا وارد مراحل فشار پایین سیلندر Low Pressure شود که می تواند باعث نشتی های داخلی و کم شدن فلو و فشار کمپرسور شود.

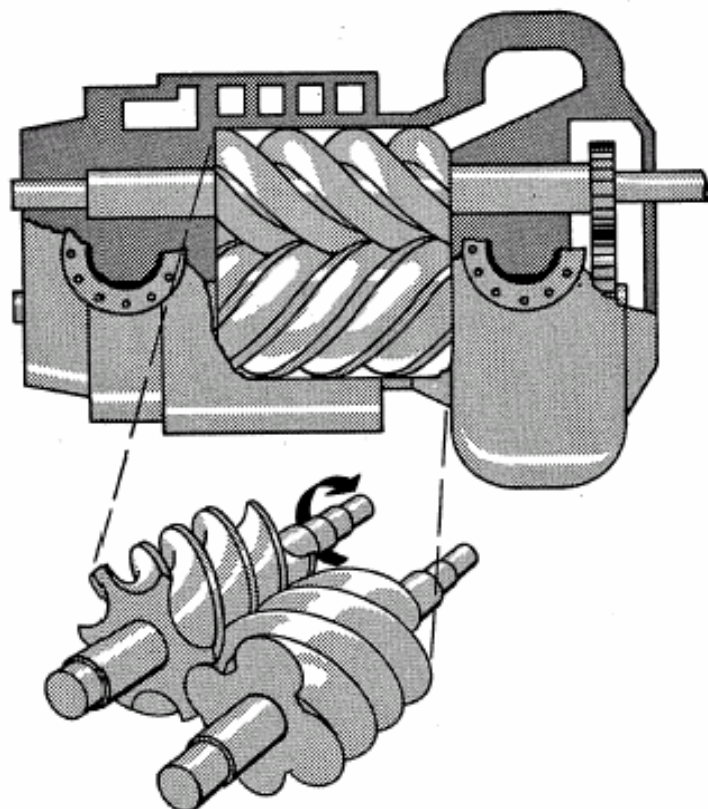


### کمپرسورهای نوع لوپ مارپیچی Helical Lobe Compressor

باتوجه به شباهت رتور این نوع کمپرسورها به پیچ اصطلاحاً به این نوع کمپرسورها، کمپرسورهای نوع پیچی یا Screw Compressor نیز گفته می شود و نحوه کار آنها بر اساس حبس شدن گاز بین لوپ های مارپیچی که بصورت نروماده در داخل هم می چرخند و بدنه (سیلندر) است. حرکت دورانی Screw ها باعث جلو راندن گاز (مثل چرخ گوشت) از مسیر ورودی تا خروجی می شود که هرچه گاز به طرف خروجی کمپرسور نزدیکتر می شود انرژی بیشتری دریافت می کند و با کاهش حجم آن فشارش افزایش پیدا می کنند. بسته به تعداد Lobe هایی که روی یک رتور قرار می گیرد این نوع کمپرسور ها در انواع مختلفی اعم از دولوب Double Lobe و سه لوب Trial Lobe و همچنین لوپ مارپیچی ساخته و مورد استفاده قرار می گیرند. هرچه تعداد Lobe ها بیشتر باشد راندمان کمپرسور نیز افزایش پیدامی کند که به طبع آن هزینه ها و دقت ساخت نیز بالاتر خواهد رفت. در زیر یک کمپرسور نوع لوپ سه لوب نشان داده شده است.



حرکت چرخشی Screw ها به توسط الکتروموتور و از طریق چرخ دنده هایی که در قسمت انتهایی محور قرار دارد Timing Gear به رتور دیگر منتقل می شود و باعث می گردد رتورها در خلاف جهت همدیگر بچرخند. برای جلوگیری از انشستی های داخلی باید همواره فاصله کمی بین Lobe ها و محفظه های که Lobe ها در آن حرکت می کند Cylinder وجود داشته باشد که با توجه به زیاد بودن طول رتور امکان کم کردن این فواصل بادشواری مواجه است که در بعضی از انواع این کمپرسورها برای جلوگیری از تماس مستقیم قطعات ثابت و متحرک با لایه نازک فیلم نازک روغن روانکاری که همراه گاز وارد کمپرسور می شود از تماس اصطکاک قطعات ثابت و متحرک ممانعت می شود.



براین اساس این نوع کمپرسورها در دو دسته زیر تقسیم بندی می شود :

۱- کمپرسورهای نوع بدون روغن Oil Free Compressor

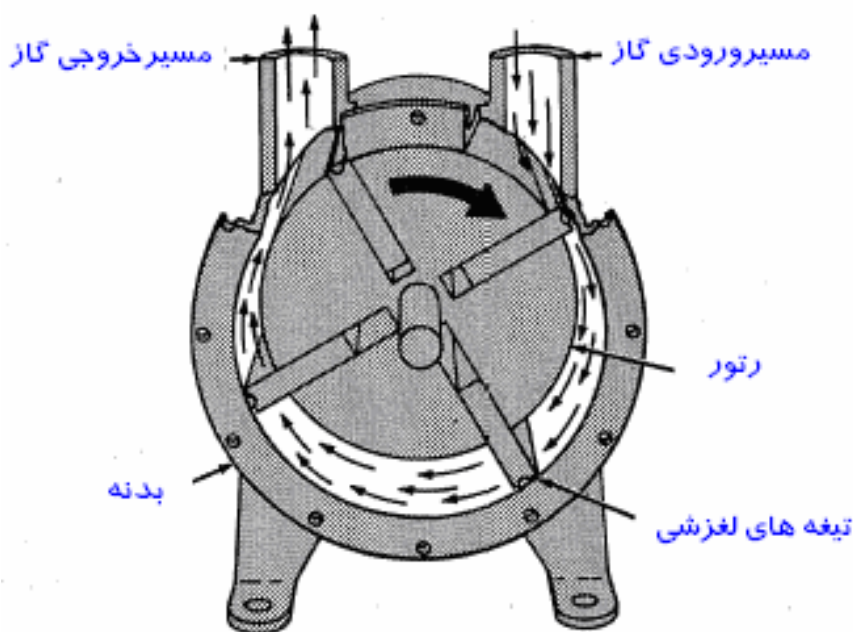
۲- کمپرسورهای نوع روغنی Oil Compressor

در کمپرسورهای نوع روغنی به دلیل کمتر بودن فاصله بین قطعات ثابت و متحرک (رتور ها و سیلندر) به گازی ( هوایی ) که وارد کمپرسور می شود روغن تزریق می کنند تا یک فیلم روغن بین قطعات ثابت و متحرک بوجود آید و از تماس قطعات جلوگیری کند که روغن تزریق شده مجدداً در قسمت خروجی کمپرسور از گاز یا هوای خروجی به توسط سیستمهای جداکننده روغن و گاز Separator جدا می شود و مجدداً وارد سیکل اصلی خود جهت روغنکاری قطعات می شود که گاهی نیاز به اضافه کردن روغن به داخل مخزن می شود .

در بخش های بعدی باز بطور مفصل تری راجع به این کمپرسورها بحث خواهد شد.

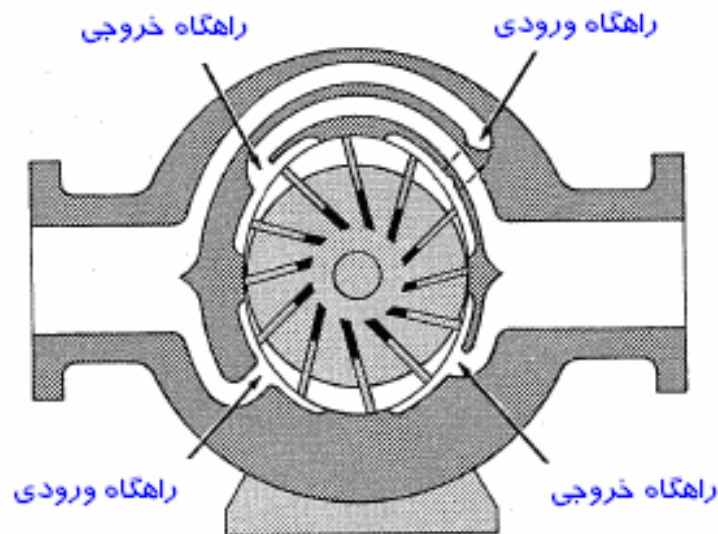
## کمپرسورهای نوع تیغه لغزشی Sliding Vane Compressors

در این نوع کمپرسورها توربورتور خارج از مرکز در داخل سیلندر Casing قرار می گیرد و توسط حرکت چرخشی تیغه های Vane نصب شده روی آن باعث ورود سیال از قسمت Suction به داخل کمپرسور و حبس شدن آن بین تیغه ها و بدنه می شود و توسط حرکت دورانی پره ها به قسمت خروجی کمپرسور رانده شود که هر چه به قسمت ورودی نزدیک تری شود حجم بین تیغه ها و بدنه به تدریج کم می شود و باعث افزایش فشار گاز می شود. در این نوع کمپرسورها نیز فاصله بین بدنه و تیغه ها باید در حد مینیمم تنظیم گردد تا باعث برگشت هوا و ایجاد نشتی داخلی نشود. در این نوع کمپرسورها Vane ها یا تیغه ها عمل راندن گاز را انجام می دهند و معمولا آب بندی بین تیغه ها و سیلندر با استفاده از نیروی گریز از مرکز ناشی از حرکت دورانی تیغه ها که باعث چسبیدن تیغه ها در جداره داخلی سیلندر می شود ولی در بعضی از انواع این کمپرسورها که دور آنها پایین است جهت تماس مداوم بین Vane ها و Casing فنر هایی نیز در زیر تیغه ها نصب می شود که می تواند به نیروی گریز از مرکز کمک کند و کار آب بندی داخلی بهتر انجام شود. در کمپرسورهای با سایز های بالاتر جهت کم کردن اصطکاک بین Vane ها و بدنه نیاز به روغنکاری است که معمولا با تزریق مقداری روغن در قسمت ورودی کمپرسور به گاز این کار انجام می شود. این نوع کمپرسورها برای شرایط فشارهای پایین و دورهای کم و فلوهای متوسط کارایی بسیار بالایی دارند.



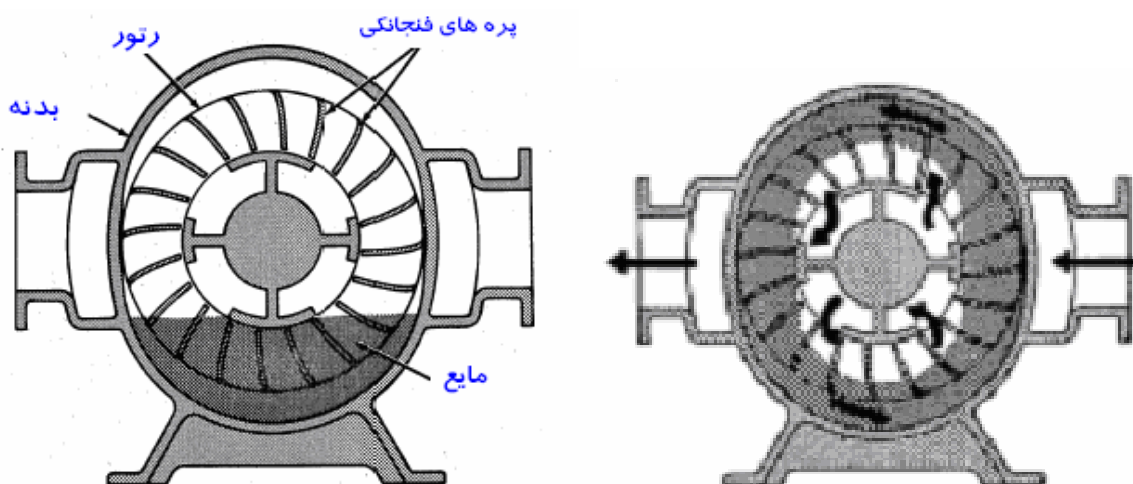
به دلیل طول عمر بالا و سروصدای کم آنها در حین کار از این نوع کمپرسورها در یخچال های قدیمی به وفور استفاده شده است.

در بعضی از انواع این کمپرسورها برای کاهش بارهای شعاعی روی یاتاقان ها افزایش طول عمر آنها بدنه پمپ بصورت دوراهگاهی ساخته می شود که باعث متعادل شدن فشار اطراف رتور و نهایتا بالانس نیروهای شعاعی روی رتور می شود.

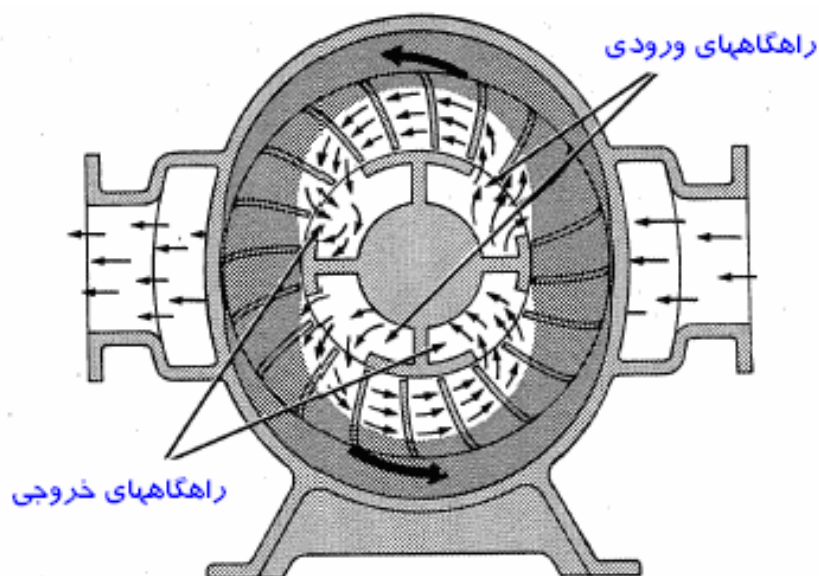


### کمپرسورهای نوع رینگ مایع Liquid Ring Compressors

شکل بدنه این نوع کمپرسورها بصورت تخم مرغی شکل Egg Shaped است و پره های آن از نوع فنجانکی Cupped Blade ساخته می شود. این نوع کمپرسورها معمولاً برای سیالات دوفازی (گاز همراه با مایع) مورد استفاده قرار می گیرند. یکی از مهمترین موارد کاربرد آن در پالایشگاه ها در سیستم مشعل Flare که همواره مقدار مایعات گازی همراه گاز وجود دارد است. عمل آب بندی داخلی این نوع کمپرسور توسط دیواره ای از مایع که داخل کمپرسور ریخته می شود و دو بین رتور و بدنه قرار می گیرد و با استفاده از نیروی گریز از مرکز انجام می شود. نوع مایع مورد استفاده برای آب بندی بستگی به نوع گاز کمپرسور دارد ولی معمولاً از آب که یک مایع ارزان قیمت است استفاده می شود. قبل از راه اندازی کمپرسور ابتدا در داخل آن مایع مناسبی ریخته می شود و سپس اقدام به راه اندازی آن می شود. وقتی کمپرسور ساکن است مایع در قسمت ته بدنه می ماند و وقتی در حالت چرخش قرار گرفت در اثر نیروی گریز از مرکز مایع به سمت بیرون Casing پرتاب می شود و با ایجاد یک دیواره آب کار آب بندی و ممانعت از فرار گاز فشرده شده انجام می شود.



در قسمت نزدیک به مرکز رتور چهار عدد کانال Stationary Port Chamber قرار گرفته که دو عدد از آنها مربوط به مسیر ورودی گاز و دو تای دیگری مربوط به مسیر خروجی گاز می باشد که با چرخش رتور گاز وارد راهگاههای ورودی می شود و با حرکت چرخشی رتور گاز حبس شده بین تیغه ها و دیواره مایع و شکل بدنه کمپرسور باعث می شود که فشار دیواره مایع گاز را فشرده کند و آن را بطرف مسیر خروجی کمپرسور از طریق Stationary Port Chamber هدایت کند. در این نوع کمپرسورها بطور هم زمان جریان گاز و مایع برقرار است و مایع داخل کمپرسور هم کار آب بندی و هم کار روانکاری را هم انجام می دهد و نیازی به استفاده از روغنکاری خارجی نیست و تنها نیاز این نوع کمپرسور به اضافه نمودن مایع داخل Casing است که احتمالا مقداری از آن با گاز خروجی از کمپرسور با آن خارج می شود که البته در مراحل خروجی کمپرسور توسط Separator های مخصوص جدا می شود. مایع آب بند کننده معمولا مایع ارزان قیمتی مثل آب است که باید ذرات ناخالص و جامد آن جدا شده باشد.



### کمپرسورهای نوع رفت و برگشتی Reciprocating Compressors

اصول کار این کمپرسور از طریق مکانیزم حرکت رفت و برگشتی و تغییر حجم حاصل از آن انجام می شود افزایش حجم در داخل کمپرسور باعث کاهش فشار در آن و نتیجتا باعث ورود گاز به داخل محفظه کمپرسور می شود و در سیکل تراکم نیز کاهش حجم داخل کمپرسور باعث خارج شدن گاز از داخل سیلندر می شود که انرژی منتقل شده به گاز در حین کم شدن حجم آن باعث افزایش فشار گاز می شود. مقدار گاز فشرده شده متناسب مستقیم با تعداد کورس کمپرسور دارد

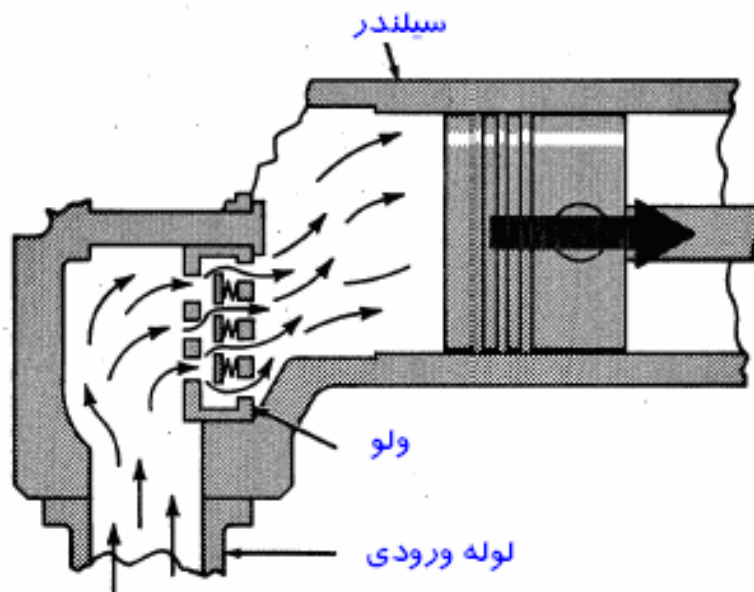
این نوع کمپرسورها معمولا برای تولید فشار های بالا مورد استفاده قرار می گیرند و بطور کلی در دو دسته کلی زیر طبقه بندی می شوند

۱- کمپرسورهای رفت و برگشتی نوع پیستونی

۲- کمپرسورهای نوع دیافراگمی

### کمپرسورهای رفت و برگشتی نوع پیستونی

در این نوع کمپرسور ها حرکت رفت و برگشتی پیستون در داخل سیلندر باعث تغییر حجم در سیلندر شده که افزایش حجم سیلندر باعث کاهش فشار در آن و باعث مکش گاز به داخل سیلندر می شود و در مرحله تراکم کاهش حجم سیلندر در اثر حرکت پیستون به سمت جلو باعث افزایش فشار داخل سیلندر (تراکم شدن گاز) و نهایتاً خارج شدن گاز با فشار بالا از داخل سیلندر در مسیر لاین خروجی کمپرسور می شود. کنترل کردن اتوماتیک ورود و خروج گاز به داخل سیلندر توسط کمپرسور ولوها یا شیرهای ورودی و خروجی کمپرسور Compressor Valves انجام می شود .



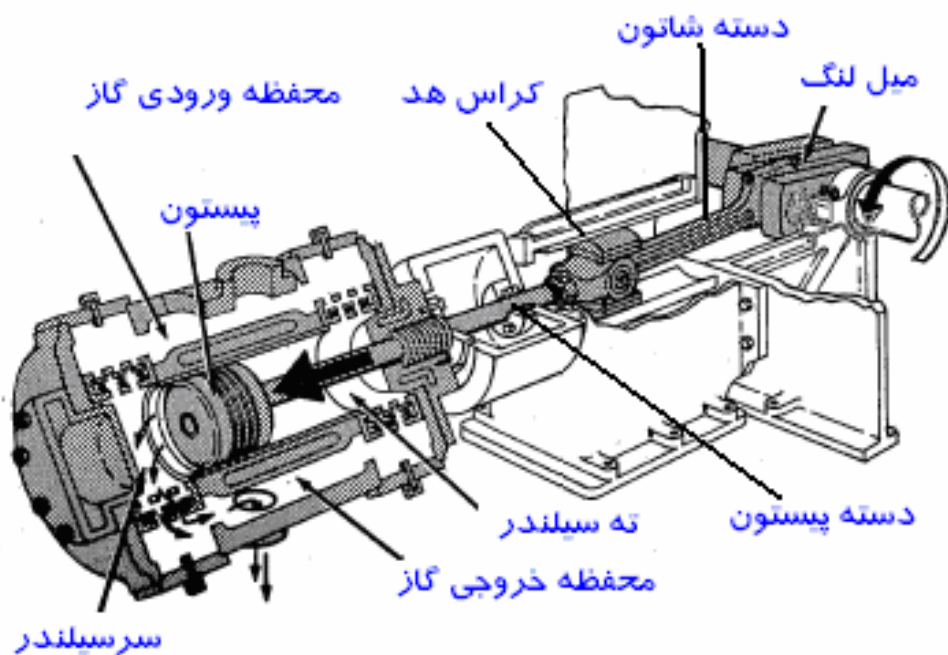
حرکت دورانی الکتروموتور یا توربین بخار به توسط میل لنگ به حرکت رفت و برگشتی تبدیل می شود و به توسط مجموعه Cross Head کاملاً خطی شده و روی پیستون اعمال می گردد. کمپرسورهای رفت و برگشتی در دو دسته زیر تقسیم بندی می شوند :

الف- کمپرسورهای یک طرفه Single Acting

ب- کمپرسورهای دو طرفه Double Acting

در کمپرسورهای نوع Single Acting عملیات تراکم گاز فقط در قسمت جلوی پیستون یا سر سیلندر انجام می شود و در نوع Double Acting هم قسمت جلو پیستون (سر سیلندر) و هم قسمت عقب آن (ته سیلندر) انجام می شود که به عنوان دو کمپرسور موازی عملیات مکش و تراکم را با تاخیر زمانی 180 درجه ای انجام می دهند . کمپرسورهای نوع دوطرفه که غالباً در اکثر صنایع مورد استفاده قرار میگیرد علاوه بر بالا بردن ظرفیت کمپرسور باعث کم شدن نیروهای لرزاننده Shaking Force به بدنه کمپرسور و میل لنگ نیز می شود که باعث افزایش طول عمر قطعات و کمپرسور می گردد . در قسمت های بعدی مفصلاً در رابطه با ساختمان اجزاء مختلف و اصول کار آن بحث خواهد شد .

در شکل زیر شمای کلی یک کمپرسور رفت و برگشتی نوع پیستونی دوطرفه نشان داده شده است.



کمپرسورها از لحاظ تعداد مرحله نیز به دو دسته زیر طبقه بندی می شوند:

الف- کمپرسورهای یک مرحله ای Single Stage Compressors

ب- کمپرسورهای چند مرحله ای Multistage Compressors

برای مواردی که حجم زیاد گاز با فشار بالا مورد نیاز است حتما باید از کمپرسورهای چند مرحله استفاده شود بدین معنی که مراحل افزایش فشار در چندین مرحله انجام می شود .

دلایل اجبار به استفاده از کمپرسورهای چند مرحله ای به شرح زیر است :

کم کردن تنشهای کششی و فشاری روی قسمت های مختلف کمپرسور .

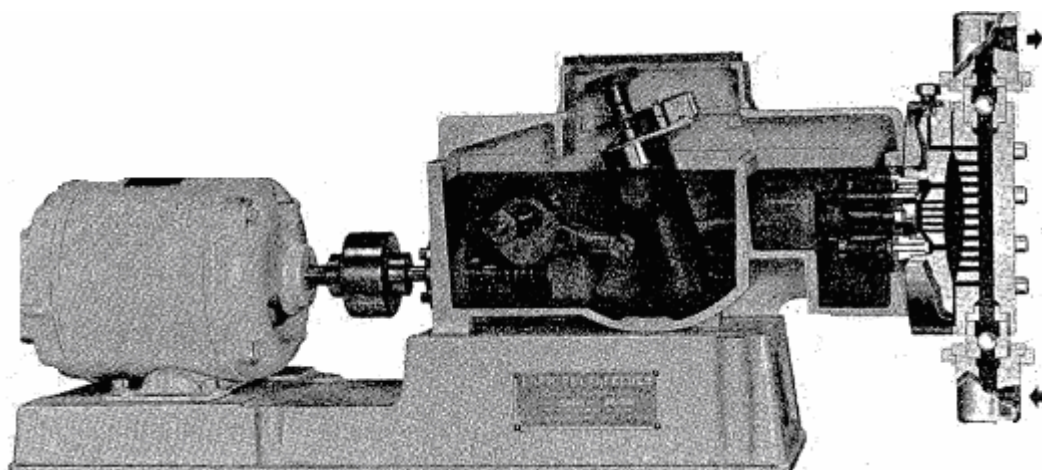
فرصت خنک کاری گاز در مراحل میانی به توسط Inter Cooler ها .

صرفه جویی در مصرف انرژی .

کمپرسورهای چند مرحله ای معمولا برای تولید فشار های بالا مورد استفاده قرار می گیرند و بصورت های مختلف طراحی و ساخته می شوند:

### کمپرسورهای نوع دیافراگمی

اصول کار این نوع کمپرسورها نیز مانند کمپرسورهای پیستونی بر اساس تغییرات حجم داخل کمپرسور است که به توسط حرکت رفت و برگشتی ، دیافراگم انجام می شود ( مثل پمپ بنزین اتومبیل ها ) و کنترل کردن ورود و خروج گاز داخل کمپرسور به توسط ولوهای که بطور اتوماتیک بر اساس اختلاف فشار کار می کنند Compressor Valve انجام می شود .



در کمپرسورهای نوع دیافراگمی حرکت رفت و برگشتی روی دیافراگم اعمال می شود و حرکت رفت و برگشتی آن باعث تغییر حجم داخل کمپرسور و تغییر فشار داخل آن می شود که افزایش حجم و کاهش فشار در داخل سیلندر باعث ورود گاز به داخل سیلندر و کاهش حجم قسمت بالای دیافراگم باعث افزایش فشار و نهایتاً خروج گاز از بطرف لوله خروجی کمپرسور می شود.

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

### محاسن کمپرسور های دیافراگمی

۱- عدم تماس بین گاز و قطعات داخلی کمپرسور است و تنها دیافراگم و مجاری ورودی و خروجی کمپرسور با گاز کمپرس شونده در تماس هستند.

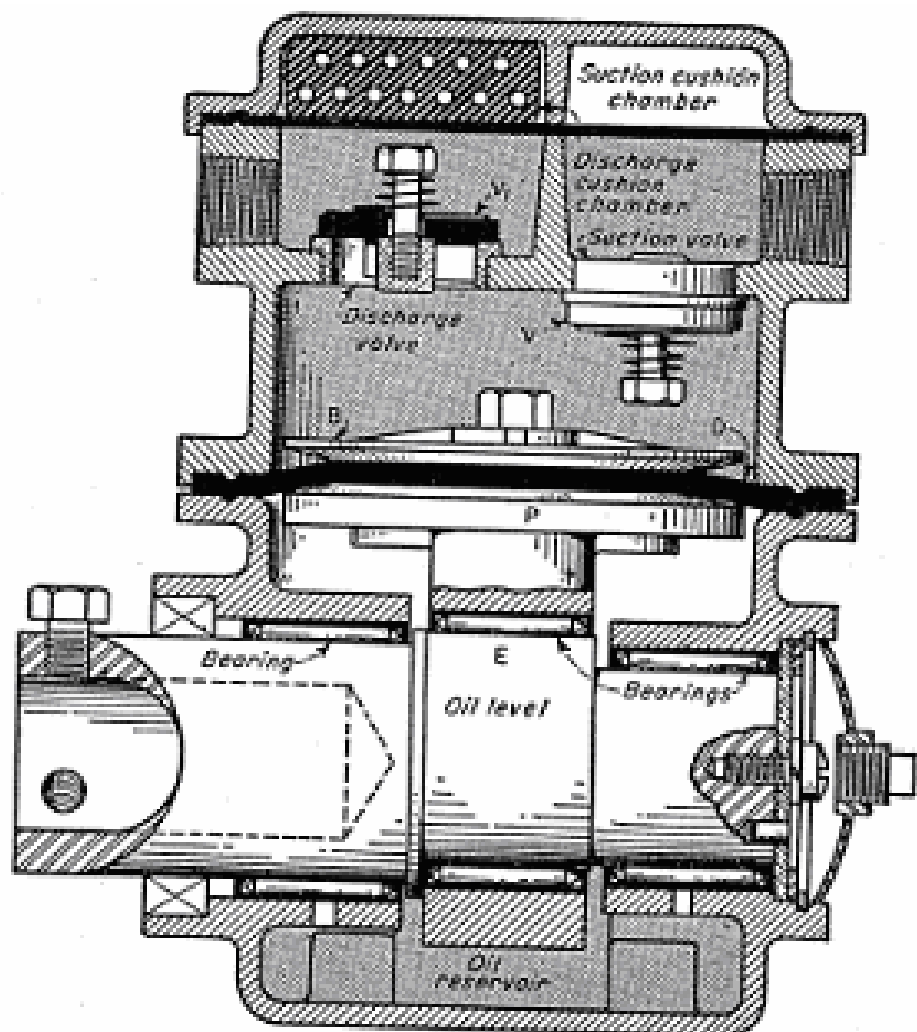
۲- این نوع کمپرسورها هانیاز به آب بندی ندارند و می توان ادعا کرد که نشتی در این گونه کمپرسورها صدها درصد صفر است.

ظرفیت این کمپرسورها با قطر دیافراگم ، میزان حرکت دیافراگم (کورس حرکت) و تعداد تکرار حرکت رفت و برگشتی در واحد زمان ( سرعت حرکت) نسبت مستقیم دارد . از آنجائی که مقدار حرکت قابل دستیابی دیافراگم محدود است ، حداکثر ظرفیت کمپرسور ( با قطر دیافراگم ثابت ) عملاً به حداکثر سرعت رفت و برگشت دیافراگم که معمولاً کم است بستگی خواهد داشت.

بسته به نوع مکانیزم تحریک دیافراگم این نوع کمپرسورها در چند دسته زیر طبقه بندی می شوند:

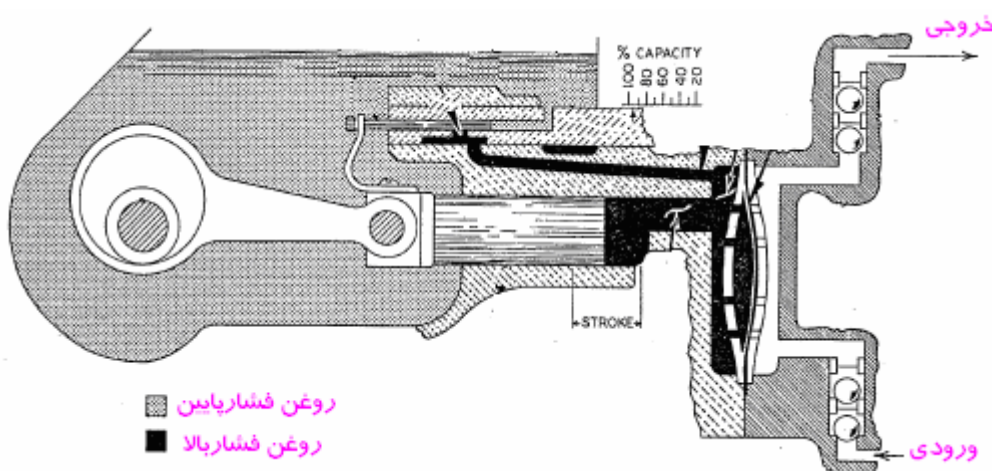
الف- کمپرسورهای دیافراگمی با عملگر هیدرولیکی

ب- کمپرسورهای دیافراگمی با عملگر مکانیکی



باتوجه به ظرفیت پایین کمپرسورهای دیافراگمی و همچنین عدم تحمل دیافراگم هابرای فشارهای زیاد، مورد استفاده این نوع کمپرسورها محدود است و بیشتر برای جابجا کردن یا فشرده کردن گازهایی نظیر اکسیژن و برای پر کردن کپسول های حاوی این گازها مورد استفاده قرار می گیرند.

در کمپرسور های دیافراگمی صنعتی معمولاً حرکت رفت و برگشتی دیافراگم ها (که معمولاً از جنس فلزی St.St اند) توسط فشار روغن زیر آنها و به توسط حرکت رفت و برگشتی پلانجر (پیستون) زیر آن که به توسط میل لنگ رفت و برگشت می کند انجام می شود برای کنترل کردن فلوی خروجی کمپرسور فشار روغن (مقدار) زیر دیافراگم تغییر داده می شود که این عمل توسط یک عدد پمپ روغن Plunger Pump ای که به توسط میل لنگ تحریک می شود انجام می شود و روغن رازیر دیافراگم تزریق می کند تا هم جبران نشی روغن از زیر پلانجر یا پیستون را بنماید و هم باعث بالابردن فشار روغن زیر دیافراگم شود و نهایتاً باعث حرکت بیشتر دیافراگم و بالابردن فلوی کمپرسور گردد.

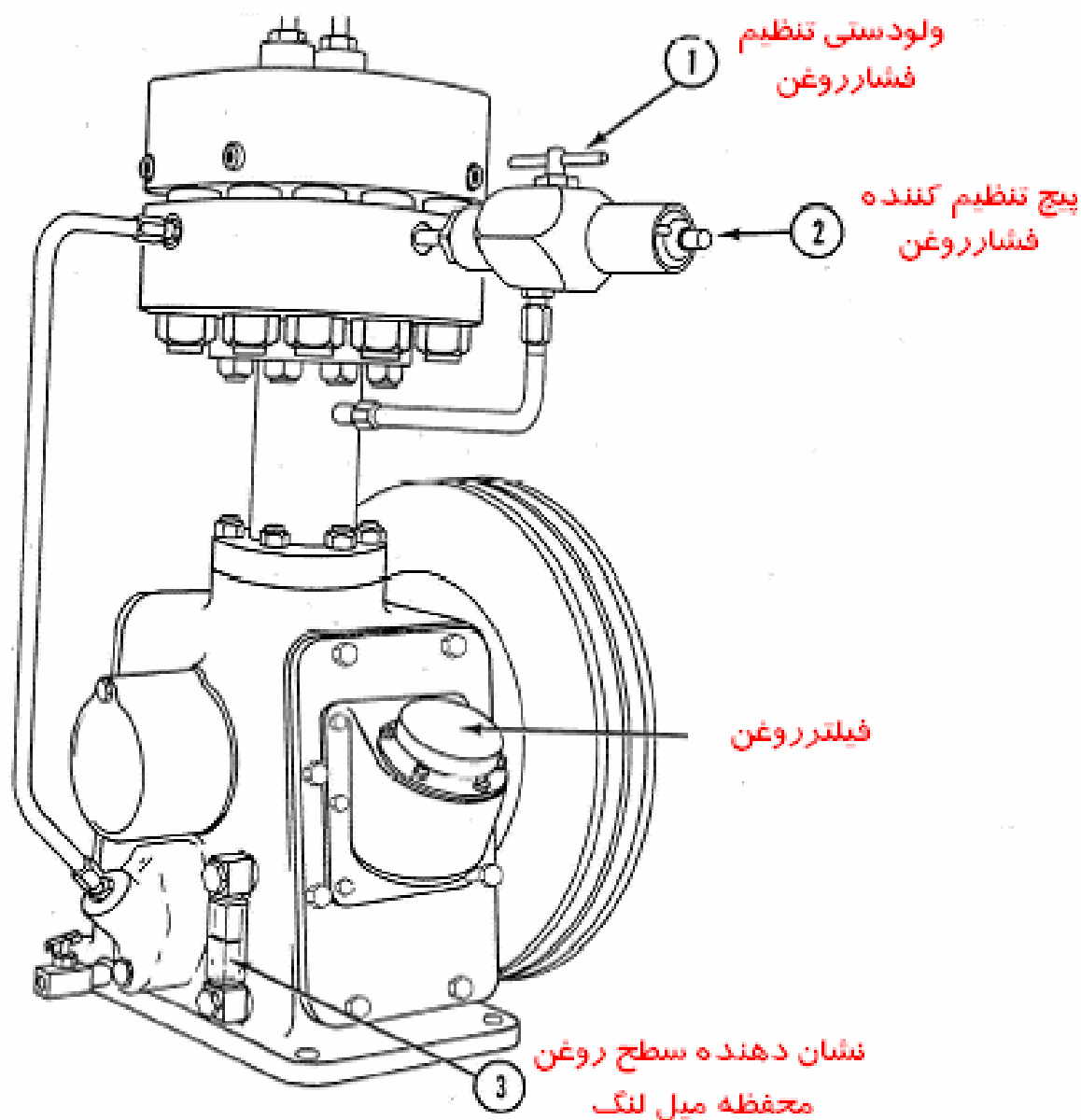


روش های تغییر فلوی این کمپرسورها شامل:

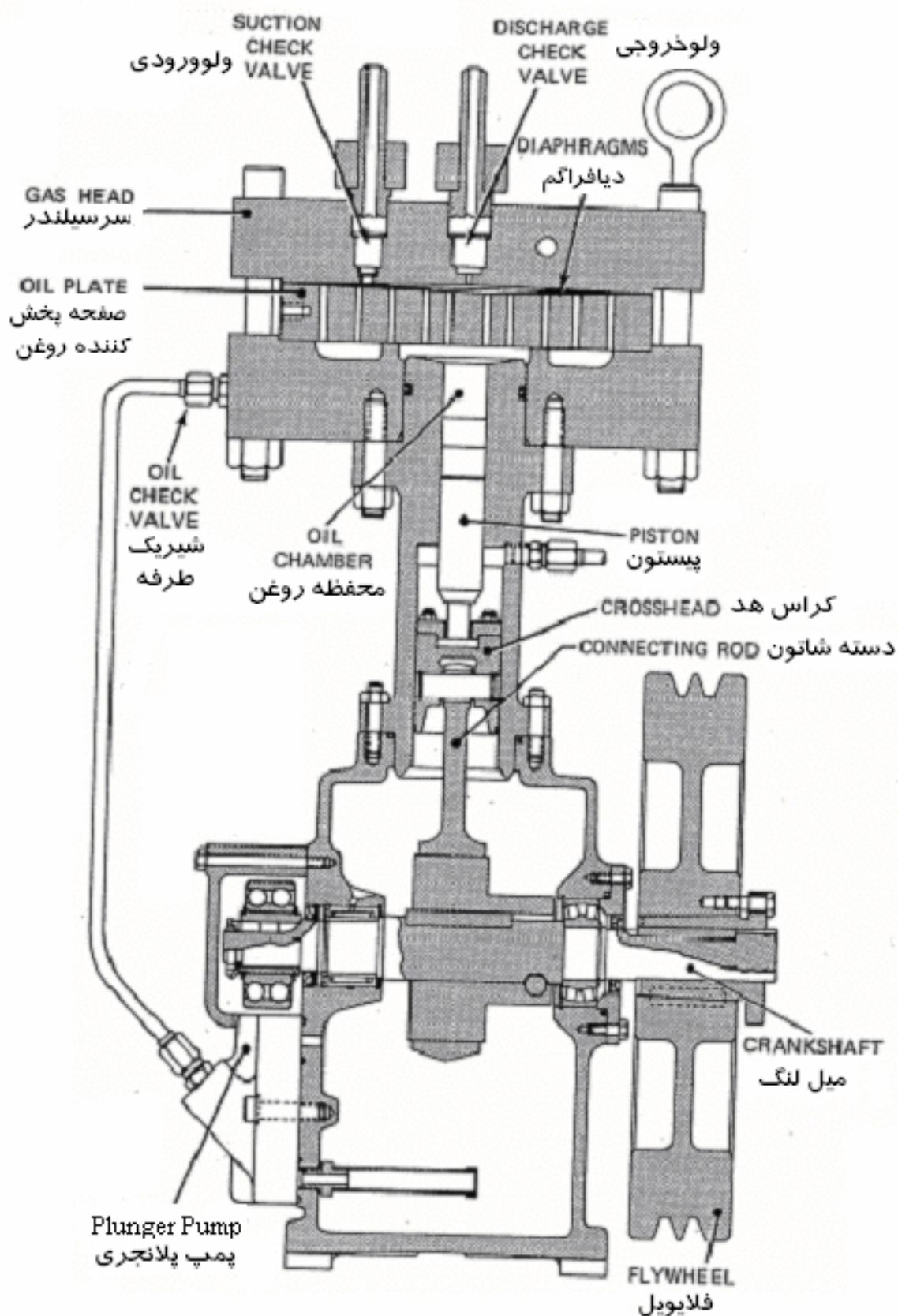
۱- کم و زیاد کردن میزان کورس یا حرکت دیافراگم که در کمپرسور های نوع عملگر هیدرولیکی با کم و زیاد کردن فشار (مقدار) روغن زیر دیافراگم انجام می شود.

۲- تغییر دادن سرعت پمپ (تعداد کورس در واحد زمان) و یا استفاده از هر دو روش فوق می توان ظرفیت این کمپرسور ها را تغییر داد. در صورت لزوم می توان از دو یاسه دیافراگم متوالی که روی هم قرار می گیرند استفاده کرد که در صورت پاره شدن یکی از آنها دیگری جلوی نشتی مایع را بگیرد. همچنین باتعبیه سوراخ و شیرهای ریز روی دیافراگم و انتقال آنها روی یک عدد Pressure Switch در صورتی که یکی از دیافراگم ها پاره شود فشار گاز یا روغن روی سوئیچ عمل می کند و باعث تحریک آن می شود که با تحریک سوئیچ علامت هشدار ارسال می شود یا باعث از سرویس خارج شدن کمپرسور می شود. در این نوع طراحی دیافراگم شیردار در وسط قرار می گیرد و سوراخ دیافراگم های دیگر که یکی زیر و دیگری روی آن قرار می گیرد دقیقاً باید مقابل شیر دیافراگم وسطی واقع شوند.

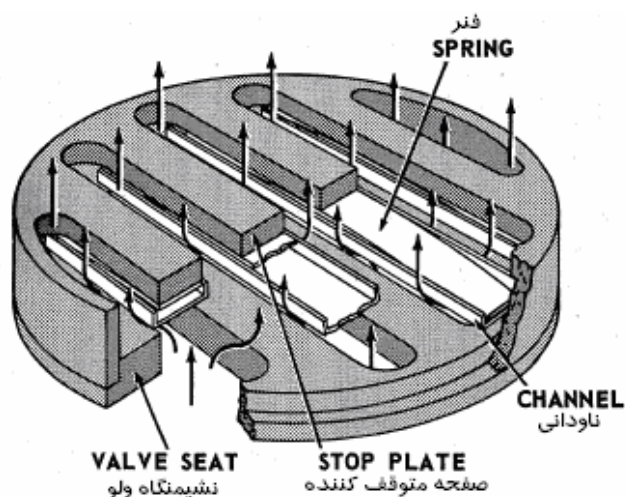
همچنین به توسط مکانیزمی به نام Relief Valve همواره مقداری روغن از زیر دیافراگم تخلیه می شود تا بتوان با تغییر دادن فشار روغن مقدار فلوی کمپرسور را تحت کنترل قرار داد. هر چه میزان باز بودن و تخلیه روغن از Relief Valve یا Pressure Limiter بیشتر باشد فلوی کمپرسور کمتر می شود و برعکس بایسته شدن آن و حبس روغن زیر دیافراگم باعث بیشتر شدن فشار زیر دیافراگم و افزایش کورس پیستون و زیاد شدن فشار و فلوی کمپرسور می شود. لازم به توضیح است که Relief Valve عبارتست از یک شیر سوزنی Needle Valve که مقدار روغن تخلیه شده از زیر دیافراگم را کنترل می کند و برای Unload کردن یا تغییر Load کمپرسور از آن استفاده می شود و روغن را از زیر دیافراگم به محفظه روغن برمی گرداند. در شکل زیر شمائی از ساختمان داخلی یک کمپرسور دیافراگمی نشان داده شده است.



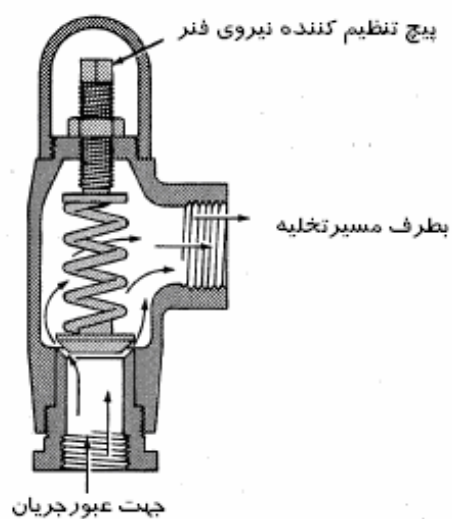
برای کنترل کردن مسیرهای ورودی و خروجی گاز از کمپرسور و ولوها Compressor Valve ها استفاده می شود. ولوها از مهمترین قطعات کمپرسورهای رفت و برگشتی می باشند که خراب شدن آنها باعث عدم اب بندی آنها و برگشت مجدد گاز به داخل کمپرسور و گرم شدن کمپرسور و نهایتاً کاهش ظرفیت و فلوی کمپرسور می شود و عملکرد نامناسب آنها نیز باعث کاهش کارایی آن می شود که در بخش ولوها بطور مفصل راجع به آنها بحث خواهد شد.



در زیر شمائی از ولونوع Channel Type آن نشان داده شده است.



برای محافظت از کمپرسورهای نوع جابجائی مثبت در برابر فشارهای بالا که باعث ترکیدن کمپرسور و ایجاد خسارت های جانی و مالی فراوانی می شود معمولاً در قسمت خروجی آنها یک عدد شیر اطمینان Safety Valve نصب می شود و روی فشار مورد نظر Set می گردد و در صورت افزایش فشار به هر دلیل مقداری از گاز داخل کمپرسور از آن خارج می شود و به یک محیط مطمئنی منتقل می شود. در زیر شمائی از آن نشان داده شده است.

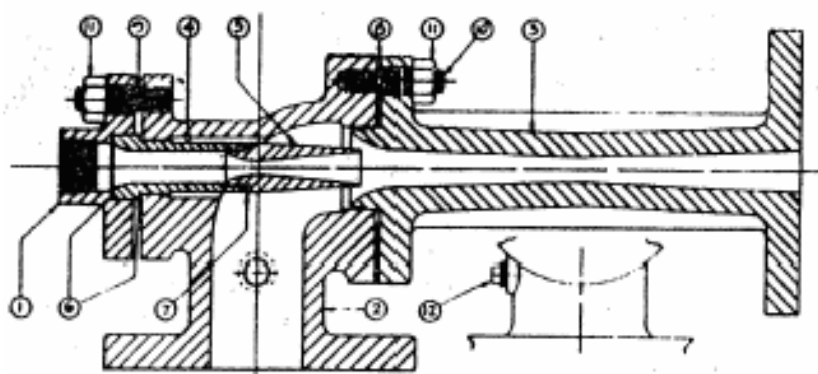


## کمپرسورهای حرارتی Thermal Compressors

حرارت دادن گاز نیز باعث افزایش جنبش مولکول های گاز و افزایش فشار گاز در حجم ثابت می شود (دقیقا مثل دیگ های زودپز که برای پخت غذا از آنها استفاده می شود) که در بعضی از پروسه ها مثل یخچال های نفتی یا گازی که با سیکل گازی کار می کنند از آن استفاده می شود و با لبردن فشار گاز که در کمپرسورهای برقی به نوسط کمپرسور انجام می شود در این سیستم ها با حرارت دادن گاز (سیکل جذبی) انجام می شود که توضیح بیشتر آن خارج از حوصله این مقوله می باشد.

در طبقه بندی فوق از کتورهاها Ejectors هانی جز دسته سوم کمپرسورها طبقه بندی می شوند که ساختمان و اصول کار آنها با کمپرسورها متفاوت است و اساس کار آن برافت فشار داخل از کتور است که در اثر سرعت گرفتن سیال در آن بوجود می آید.

در شکل زیر شمائی از ساختمان آن نشان داده شده است.



**STEAM JET EJECTORS**

| REF. NO. | PART NAME              |
|----------|------------------------|
| 1        | STEAM CHEST            |
| 2        | AIR CHAMBER            |
| 3        | DIFFUSER               |
| 4        | NOZZLE EXTENSION       |
| 5        | STEAM NOZZLE           |
| 6        | GASKETS, Extension     |
| 7        | GASKET, Nozzle         |
| 8        | GASKET, Air Chamber    |
| 9        | STUDBOLTS, Steam Chest |
| 10       | STUDBOLTS, Air Chamber |
| 11       | NUTS, Hex.             |
| 12       | PIPE PLUG              |

از کتورها بصورت یک شیپوره همگرا و اگر هستند که با سرعت گرفتن سیال عبوری از آن ایجاد خلا می کنند و با استفاده از خلا ایجاد شده بخارات را از داخل سیستم مربوطه مکیده و از آنجا خارج می کند. از کتورها برای کاربردهائی نظیر تخلیه آب حوضچه ها با استفاده از آب آتش نشانی و همچنین روی کندانسورهای توربین های بخار یا برج های خلا برای بیرون کشیدن بخارات Non Condense که معمولا با گازها همراه هستند مورد استفاده قرار می گیرند. از کتورها در قسمت فوقانی دستگاه های خلا نصب می شوند. در توربین های بخار معمولا از کتورها با بخار Steam با فشار مناسب ( بسته به شرایط عملیاتی ۶۰ یا ۳۰۰ پوندی) کار می کنند. در کتورها های کوچک که با بخار با فشار پایین کار می کنند بخارات خارج شده از کتور بطرف محیط بیرون Vent می شود ولی در کتورها های بزرگ که با فشارهای بالا کار می کنند به دلیل زیاد بودن حجم بخارات عبوری از کتور Vent کردن بخارات مقرون به صرفه نیست اگر فشار خروجی از کتور در حد مناسبی باشد بخارات خارج شده وارد شبکه بخار مناسب با آن فشار می شود و به مصرف دستگاه های دیگری رسد و در غیر این صورت بخارات خارج شده وارد مبدل های حرارتی دیگری (کندانسورهای داخلی و میانی) می شود و در انجابه مایع تبدیل می شود و همچنین بخارات کندانس نشده این مبدل هانی توسط از کتورها های دیگری مکیده می شوند.

## مقایسه کمپرسورهای دینامیکی و جابجائی مثبت

۱- اصول کار این دو نوع کمپرسور با هم متفاوت است در کمپرسور جابجائی مثبت ابتدا حجم معینی از گاز به تله می افتد و سپس مکانیزم داخلی کمپرسور به تدریج آن را به جائی که دارای حجم کمتری است می فرستد که کم شدن حجم گاز باعث افزایش فشار خواهد شد که این کار بصورت تناوبی انجام می شود در حالی که در کمپرسورهای دینامیکی گاز در اثر نیروی اعمال شده بر آن (نیروی گریز از مرکز یا نیروی عکس العملی رتور) که ناشی از پروانه کمپرسور است مولکول های گاز را به سمت بیرون پروانه پرتاب می کند و باعث می شود جریان گاز بطور دائم در کمپرسور ادامه پیدا کند.

۲- ساختمان کمپرسورهای دینامیکی ساده تر است و نیاز به تعمیر کمتری دارند ولی توان مورد نیاز برای کمپرسورهای دینامیکی بیشتر از کمپرسورهای جابجائی مثبت است به عبارت دیگر راندمان آنها نسبت به کمپرسورهای جابجائی مثبت پایین تر است.

۳- زمانی که قیمت و هزینه های تعمیرات بیشتر مدنظر باشد کمپرسورهای دینامیکی هر چند دارای راندمان کمتری هستند ولی ترجیح داده می شوند.

۴- بطور معمول هنگامی که نیاز به جابجائی حجم زیادی گاز باشد استفاده از کمپرسورهای دینامیکی مقرون به صرفه تر است ولی چنان چه گاز با فشار کم و حجم زیاد مدنظر باشد کمپرسورهای جابجائی مثبت مورد استفاده قرار می گیرند.

۵- هد (فشار خروجی) کمپرسورهای دینامیکی ثابت است ولی در کمپرسورهای جابجائی مثبت هد متغیر است و حتی از لحاظ تئوری تا بی نهایت نیز می تواند افزایش پیدا کند.

۶- در صورت بسته شدن مسیر خروجی کمپرسورهای جابجائی مثبت فشار خروجی آنها تا بی نهایت افزایش پیدا می کند و می تواند باعث ایجاد خسارت های زیادی روی کمپرسور و تاسیسات و ... گردد و حتما مسیر خروجی این نوع کمپرسورها باید مجهز به شیرهای اطمینان Safety Valve باشند.

۷- فشار خروجی کمپرسورهای جابجائی مثبت متناوب (پالسی) است و می تواند باعث ایجاد لرزش و شکسته شدن سیستم لوله کشی و ... گردد که برای خطی نمودن آن نیاز به نصب سیستم های اضافی Snubber است.

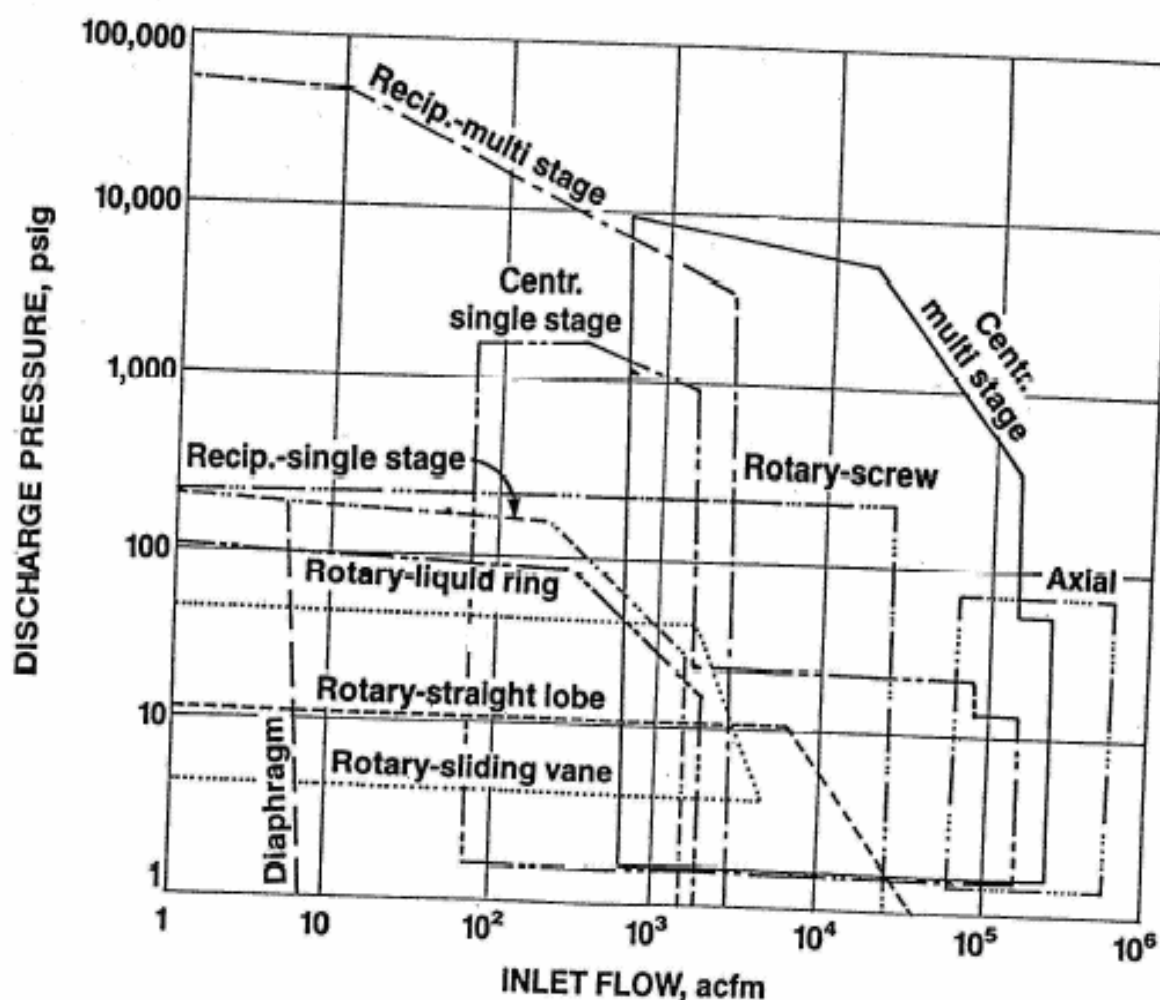
۸- بعضی از انواع کمپرسورهای جابجائی مثبت (نوع رفت و برگشتی) باید مجهز به شیرهای داخلی باشند تا کنترل ورود و خروج جریان گاز به کمپرسور را تحت کنترل در آورده به عبارت دیگر کمپرسورهای رفت و برگشتی نیاز به تجهیزات اضافی بیشتری نسبت به کمپرسورهای دیگر دارند.

## انتخاب کمپرسور

برای انتخاب یک کمپرسور برای شرایط عملیاتی نیاز به پارامترهای زیادی اعم از :

- ۱- مقدار فلو .
  - ۲- نسبت تراکم یا فشار خروجی.
  - ۳- سرمایه گذاری اولیه اقتصادی.
  - ۴- هزینه های نگهداری .
  - ۵- نوع گازی که باید کمپرس شود .
  - ۶- راندمان و ....
  - ۷- هزینه های تعمیراتی.
- می باشد.

جدول زیر راهنمای خوبی جهت انتخاب کمپرسور بر اساس فشار خروجی و فلو ی کمپرسور می باشد .



## کمپرسورهای رفت و برگشتی نوع پیستونی

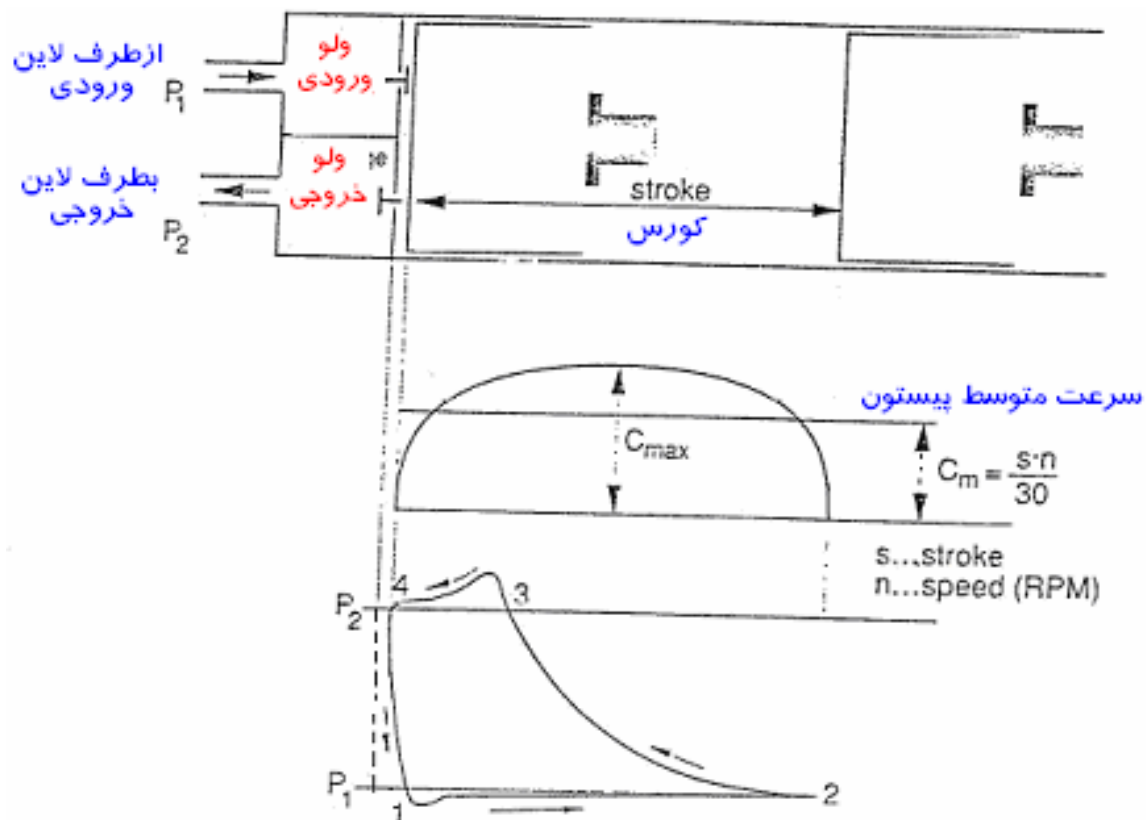
با توجه به اهمیت زیاد این نوع کمپرسورها در واحدهای عملیاتی و با عنایت به اینکه این نوع کمپرسورها برای تولید فشارهای بالا مورد استفاده قرار می گیرند در این بخش سعی می شود بطور مفصل تری به مسائل تعمیراتی و عملیاتی این نوع کمپرسور پرداخته شود.

همانگونه که قبلا نیز گفته شد در این نوع کمپرسورها حرکت رفت و برگشتی پیستون در داخل سیلندر باعث تغییر حجم آن شده که افزایش حجم سیلندر باعث کاهش فشار در آن و باعث مکش گاز به داخل سیلندر می شود (در اثر زیاد شدن حجم داخل کمپرسور نهایتا کاهش فشار داخل سیلندر) و در مرحله تراکم کاهش حجم سیلندر در اثر حرکت پیستون به سمت جلو باعث افزایش فشار داخل سیلندر (در اثر کاهش حجم سیلندر باعث متراکم شدن گاز) و نهایتا خارج شدن گاز با فشار بالا از داخل سیلندر در مسیر لاین خروجی کمپرسور می شود. کنترل کردن اتوماتیک ورود و خروج گاز به داخل سیلندر به توسط ولوهای کمپرسور یا شیرهای ورودی و خروجی یا Compressor Valves انجام می شود.

حرکت دورانی الکتروموتور یا توربین بخار به توسط میل لنگ به حرکت رفت و برگشتی تبدیل می شود و به توسط مجموعه Cross Head کاملاً خطی شده و روی پیستون اعمال می گردد.

## اصول کار کمپرسورهای رفت و برگشتی بر اساس منحنی های P-V

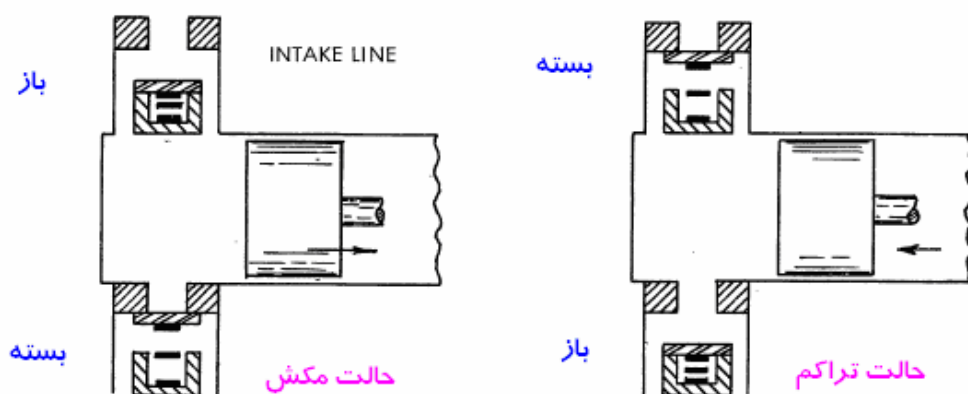
شکل زیر شمایی از اصول کار یک کمپرسور رفت و برگشتی یک طرفه یا Single Acting را بر اساس منحنی های فشار-حجم نشان می دهد.



همانطور که ملاحظه می کنید وقتی پیستون به سمت عقب (در حالت مکش) حرکت می کند در اثر افزایش حجم داخل سیلندر فشار داخل آن کاهش پیدا کرده و وقتی فشار داخل کمپرسور کمتر از فشار لاین و ورودی (Suction Pressure) شد ولو ورودی باز شده (در نقطه ۱) و تا انتهای سیکل مکش گاز وارد کمپرسور می شود. وقتی پیستون تغییر جهت می دهد ولو ورودی بسته شده (و خروجی) و جهت حرکت پیستون عکس می شود (شروع مرحله تراکم) و به تدریج فشار داخل سیلندر افزایش پیدا کرده تا جایی که فشار داخل سیلندر کمی بیشتر از فشار لاین خروجی (Discharge Pressure) شود (نقطه ۳) که در این موقعیت ولو خروجی کمپرسور باز شده و تا منتهی الیه حرکت پیستون به سمت جلو (نقطه ۴) گاز از داخل سیلندر به طرف لاین خروجی تخلیه می شود و مجدداً با تغییر جهت حرکت پیستون سیکل تکرار می شود.

لازم به توضیح است که سطح زیر منحنی PV مبین کار انجام شده (توان مصرفی) توسط کمپرسور است که هر چه این سطح زیادتر شود کمپرسور مقدار توان بیشتری مصرف کرده و این بدان معنی است که حجم بیشتری از گاز در داخل کمپرسور متراکم شده است (زیاد شدن فلو) و هر عاملی که در جهت کم کردن سطح زیر منحنی عمل کند باعث کاهش فلو ی کمپرسور می شود که مهمترین عامل در این جهت عملکرد ولوها می باشد یعنی اگر مثلاً ولو ورودی بجای اینکه در نقطه ۱ مسیر را باز کند کمی دیرتر این عمل انجام دهد یا اینکه بجای اینکه در نقطه ۲ (یا کمی جلوتر) بسته شود دیرتر مسیر را ببندد باعث وارد شدن حجم کمتری گاز به داخل می شود و نهایتاً روی فلو ی خروجی کمپرسور تاثیر مستقیم خواهد گرفت منحنی های PV مبین وضعیت عملکرد کمپرسورهای رفت و برگشتی است و مسایل و مشکلات موجود روی کمپرسور باعث تغییرات روی این منحنی می شود که در صفحات بعد مفصلاً راجع به آن بحث خواهد شد.

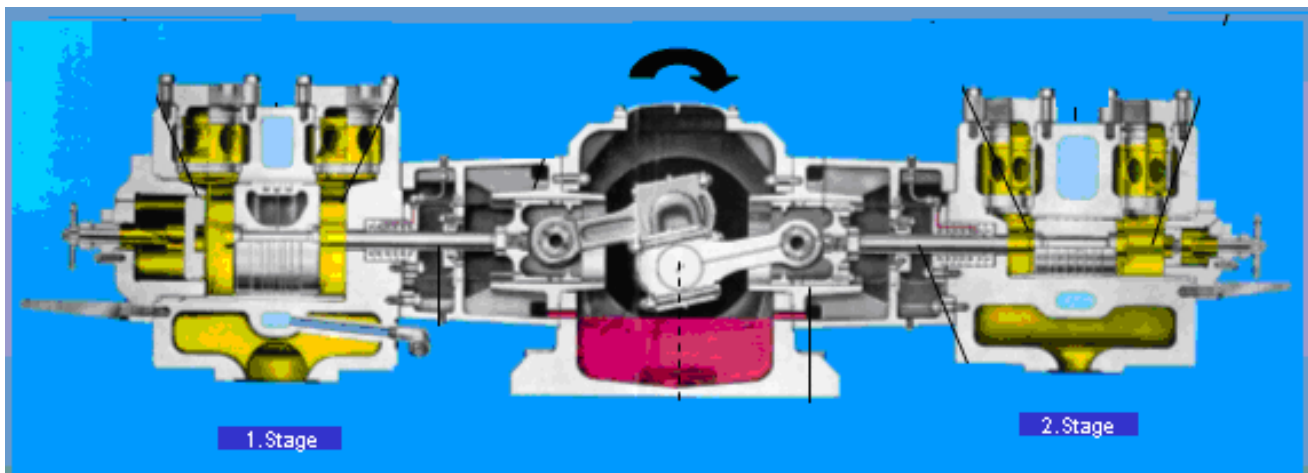
نکته ای که لازم است روی این منحنی توضیح داده شود این است که موقعیت باز و بسته شدن ولو ورودی در جایی است که سرعت پیستون صفر است (پیستون در حال تغییر جهت است) و همینطور بسته شدن ولو خروجی و این در حالی است که ولو خروجی کمپرسور در موقعیتی (نقطه ۳) باز می شود که پیستون تقریباً حداکثر سرعت خود را دارد و این مبین این است که ولوهای خروجی همیشه با ضربه بسته می شوند و بیشترین خرابی ولوهای خروجی به دلیل همین ضربات شدید است که در بخش های بعدی درباره آن مفصلاً بحث خواهد شد.



نحوه عملکرد ولو با حرکت پیستون

## کمپرسورهای رفت و برگشتی نوع پیستونی

- ۱-ظروف متعادل کننده فشار یا Snuber ها
  - ۲-تراپ ها Traps
  - ۳-سیلندر Cylinder
  - ۴- پیستون Piston
  - ۵- رینگ ها Rings
  - ۶- ولوها Compressor Valves
  - ۷-پکینگ رینگ های گاز Packing Rings (سیستم آب بندی گاز )
  - ۸-پکینگ رینگ های روغن Packing Rings
  - ۸- سیستم های روغنکاری قطره ای (سیلندر و پکینگ ها)
  - ۹- کراس هد Cross Head
  - ۱۰- دسته پیستون Rod Piston
  - ۱۱- دسته شاتون Connecting Rod
  - ۱۲- فلاویل Flywheel
  - ۱۳- محفظه میل لنگ Crank Case
  - ۱۴- میل لنگ Crank Shaft
  - ۱۵- یاتاقان های میل لنگ Bearings
  - ۱۶-سیستم روغنکاری یاتاقان ها
  - ۱۷-کولرها Inter Cooler & After Cooler
- در شکل زیر شمائی از یک کمپرسور رفت و برگشتی پیستونی دو مرحله ای نشان داده شده است.



ذیلا توضیحات مختصری راجع به اجزا و قطعات این کمپرسورها داده می شود.

## ظروف متعادل کننده فشار Snubber

باتوجه به نوسانی بودن ذاتی فشارهای ورودی و خروجی کمپرسورهای رفت و برگشتی برای جلوگیری از انتقال ارتعاشات کمپرسور روی سیستم های لوله کشی Piping ورودی و خروجی این نوع کمپرسورها از Snuber استفاده می شود که بسته به طراحی و میزان فشار کمپرسور به فرم ها و شکل های مختلفی طراحی و ساخته می شوند که اکثر بصورت استوانه های افقی یا عمودی و برای فشارهای بالا بصورت کروی ساخته می شوند که هم در مسیر ورودی و هم در مسیر خروجی نصب می شوند.

## وظایف Snubber

برای تبدیل فشارهای نوسانی به فشارهای تقریباً خطی در ورودی و خروجی کمپرسورها .  
به عنوان Dampener Separator برای جدا نمودن مایعات گازی داخل کمپرسور در ورودی کمپرسورها  
مورد استفاده قرار می گیرند که مایعات جمع آوری شده در قسمت پایینی Snuber به توسط سیستم های لوله کشی به Condensate Tank و از آنجا به Oil Trap ها (یا مستقیماً به سیستم تراپ) منتقل می شوند و به این طریق از ورود آنها به داخل کمپرسور که باعث مسایل متعددی روی ولوها ، رینگ ها و ... می شود جلوگیری می شود.

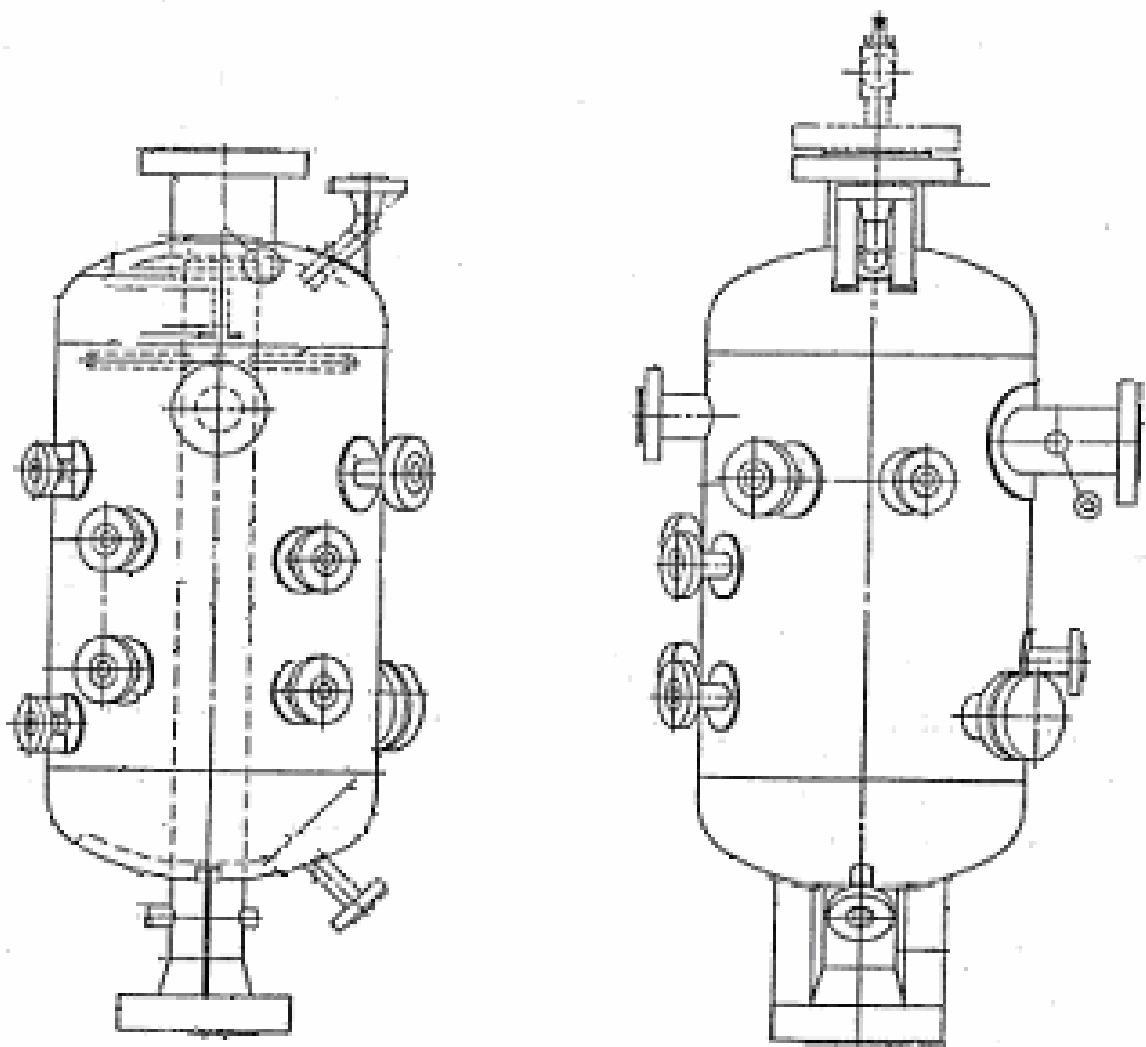
لازم به توضیح است که در فصول سرد که احتمال تشکیل این نوع مایعات بیشتر است از سیستم های Steam Tracing (گرم کننده های بخاری) برای تبخیر این نوع مایعات در داخل Snuber و یا از سیستم های Tracing Electrical در قسمت بیرونی Snuber های ورودی استفاده می شود .

## مسائلی که ورود مایعات برای کمپرسور ها بوجود می آورد

- ۱- ایجاد ضربات زیاد ناشی از Hammering روی Compressor Valve ها و خرابی بسیار زودرس آنها.
- ۲- باعث چسبندگی Valve Plate ها روی Seat ها و تاخیر زمانی در باز بسته کردن به موقع ولوها و کم شدن ظرفیت کمپرسور می شود.
- ۳- شستشودادن روغن تزریق شده به داخل سیلندر (توسط سیستم روغنکاری قطره ای) که باعث افزایش اصطکاک بین رینگها و جداره سیلندر و گرم شدن گاز داخل سیلندر (بالا رفتن درجه حرارت کمپرسور) خرابی زودرس رینگ ها و افزایش توان مصرفی می شود.
- ۴- ایجاد Hammering در داخل سیلندر و کاهش طول عمر کمپرسور و قطعات آن.

## ساختمان Snuber ها

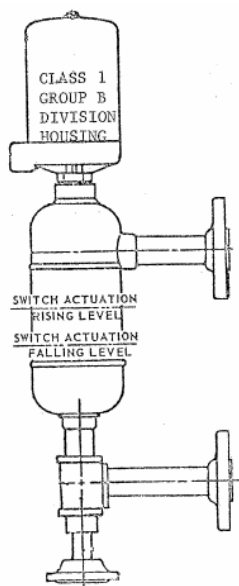
بسته به نوع طراحی در داخل اسنابر ها Baffle هایی قرار داده شده که با برخورد گاز به این Baffle ها و حرکت موجی شکل گاز در داخل Snuber ضربات و کوبش های سنگین ناشی از فشار های نوسانی گرفته می شود و باعث بوجود آمدن فشار خطی از قسمت خروجی Snuber می شود .



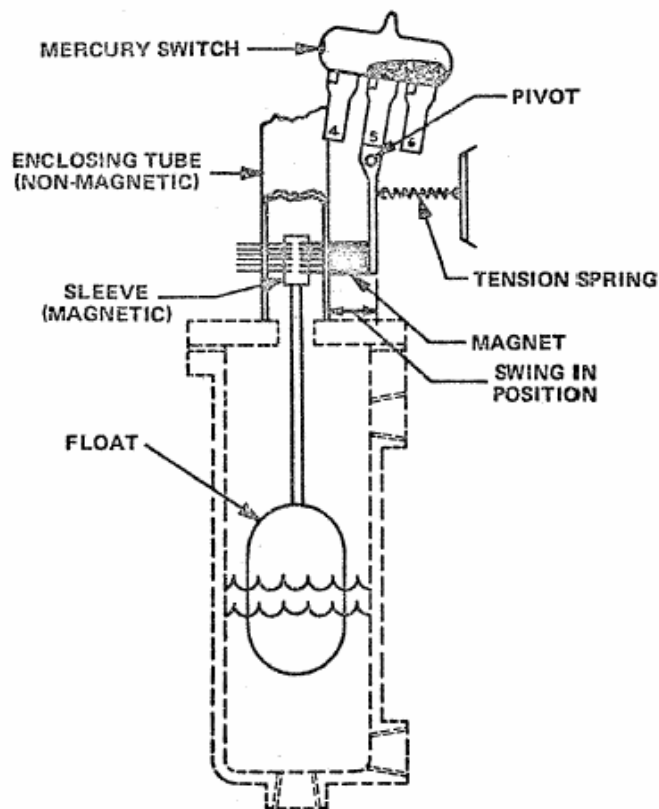
### تراب ها Trap

برای جلوگیری از ورود مایعات جمع شده در داخل اسنابرهای ورودی بطرف داخل سیلندر کمپرسور معمولاً در قسمت کف اسنابرها (قسمت Low Point) مسیری برای تخلیه کردن مایعات پیش بینی می شود که به تراب ها منتهی می شود. البته در مواردی که حجم مایعات زیاد است مایعات خارج شده از اسنابر ابتدا وارد یک مخزن Condensate Tank می شود و توسط تراب ها مایعات موجود تخلیه می شود. در کمپرسورهای رفت و برگشتی برای حفاظت کمپرسور در اثر ورود مایعات گازی از سیستم های کنترل کننده سطح استفاده می شود که در کنار اسنابرها نصب می شوند و در صورتی که سطح مایع داخل آن (که با سطح مایع داخل اسنابر یکسان است) افزایش پیدا کند با ارسال سیگنال باعث تحریک سیستم های حفاظتی کمپرسور می گردد.

در شکل زیر شمائی از این کنترل کننده نشان داده شده است.



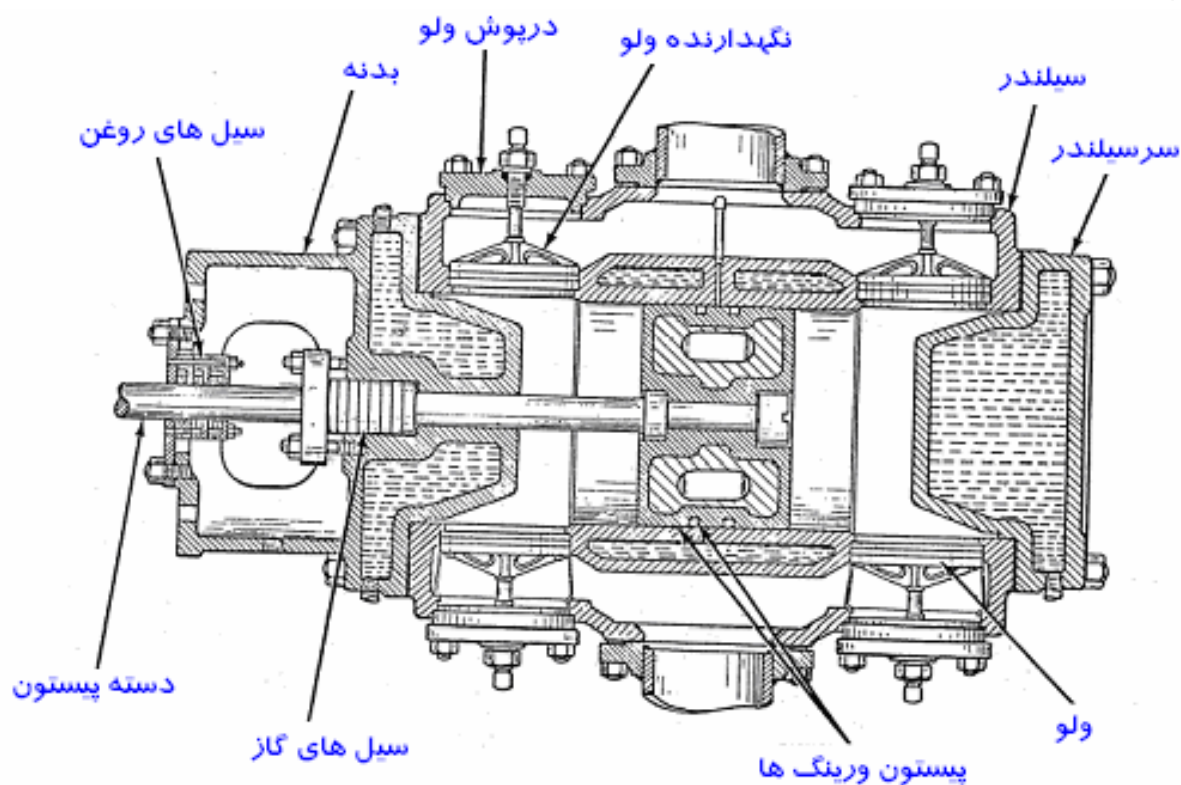
البته در اکثر کمپرسورها و عدد از این کنترل کننده هانصب می شود که یکی از آنها در ارتفاع بالاتر و دیگری در ارتفاع پایین تر نصب می شود که کنترل کننده ای که در ارتفاع پایین تر نصب می شود سیگنال الارم و کنترل کننده ای که در ارتفاع بالاتر نصب می شود سیگنال از سرویس کردن کمپرسور را ارسال می نماید. همچنین در کنار اسنابر هاشان دهنده های شیشه ای Sight Glass ای نصب می شوند که در هر لحظه امکان رویت سطح مایع در داخل اسنابر را فراهم می کند. در شکل زیر شمائی از ساختمان داخلی این کنترل کننده ها نشان داده شده است.



## سیلندر Cylinder

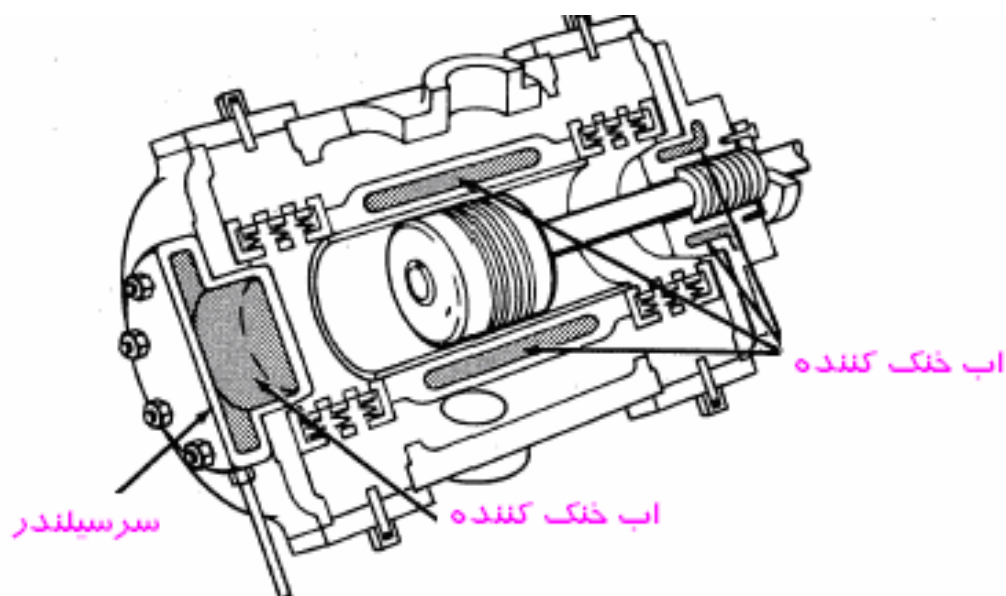
سیلندر محفظه ای است که پیستون در داخل آن حرکت می کند و در اثر تغییرات حجمی که در داخل آن بوجود می آید باعث مکش و تراکم گاز می شود و بسته به فشار کمپرسور باید طوری طراحی و ساخته شود که بتواند فشار داخلی کمپرسور را با ضریب اطمینان مناسبی تحمل کند و یکی از اجزاء مهم کمپرسورهای رفت و برگشتی به شمار می رود که طرفین آن توسط سر سیلندر (Cylinder Head) و ته سیلندر (Cylinder End) بسته می شود و ولوهای ورودی و خروجی و مسیرهای تغذیه گاز به قسمت های عقب و جلوی سیلندر و محل قرار گیری آب بندهای گاز در آن تعبیه شده است و با استفاده از سیستم Jacket Cooling که در اطراف جداره آن (و گاهی سر سیلندر و ته سیلندر) بصورت کانال مانند جاسازی شده است و باعث خنک کاری و جذب حرارت تولید شده ناشی از عملیات تراکم به سیستم آب Cooling Water می شود و باعث می گردد گاز تقریباً در دمای ثابتی متراکم شود (تحول ایزو ترم). افزایش بیش از اندازه مجاز درجه حرارت سیلندر نشان دهنده اشکال و نارسائی در سیستم می باشد که باید به دنبال علت آن بود و در بخش های بعدی راجع به آن صحبت خواهد شد.

نکته: در عملیات خنک کاری بخصوص در حین راه اندازی کمپرسور و بالاخص در فصل سرد، هرگز نباید دمای سیلندر را پایین تر از نقطه میعان گاز خنک نمود چون این عمل باعث مایع شدن قسمتی از گاز در داخل سیلندر و ورود آن به درون سیلندر باعث خراب شدن ولوهای ورودی و خروجی و همچنین شسته شدن فیلم روغن تزریق شده به داخل سیلندر که برای روانکاری است شده با افزایش اصطکاک و خرابی زودرس رینگ ها و گرم شدن گاز داخل کمپرسور می شود.



سیلندرها به دو نوع روغنکاری شونده و بدون روغن طبقه بندی می شوند که بسته به شرایط عملیاتی نظیر اثر روغن بر گاز داخل کمپرسور (بخصوص گاز اکسیژن که باعث انفجار می شود) یا مسیری که گاز طی می کند یا تزریق می شود (که حتی می تواند باعث زهر آلود شدن کاتالیست ها و کلوخه شدن آنها در راکتورها گردد) مقدار مشخص روغن به توسط سیستم روغنکاری قطره ای (پمپ های قطره ای) برای روانکاری محل حرکت رینگ ها در داخل سیلندر تزریق می شود در کمپرسورهای چند مرحله ای هم انتخاب تعداد سیلندر مورد نیاز بستگی به نسبت تراکم گاز و جنس سیلندر دارد .

به واسطه قیمت بالای سیلندرها و لزوم تعمیر پذیری در داخل ان از Liner که بوش های قابل تعویضی اند استفاده می شود که وقتی میزان سایش داخلی آنها از حد مجاز بالاتر می رود بتوان آنها را تعویض نمود و همچنین برای افزایش طول عمر Liner انتهای آنها ( جایی که پیستون ترمز می کند و تغییر جهت می دهد ) را بصورت Counterbored یا پله مانند می سازند .



باتوجه به وجود اصطکاک بین پیستون و داخل سیلندر و وجود اصطکاک برای کاهش مسائل فرسایشی در کمپرسورهائی که مقدار جزئی روغن مشکل عملیاتی ایجاد نکند مقداری روغن در داخل سیلندر تزریق می شود تا از فرسایش زیاد مانع نماید. تزریق روغن توسط پمپ های تزریقی پلانجری انجام می شود که در فصل های بعدی راجع به ساختمان و اصول کار آنها بطور مفصل بحث خواهد شد.

مقدار روغن مورد نیاز جهت روانکاری داخل سیلندر بستگی به:

قطر سیلندر

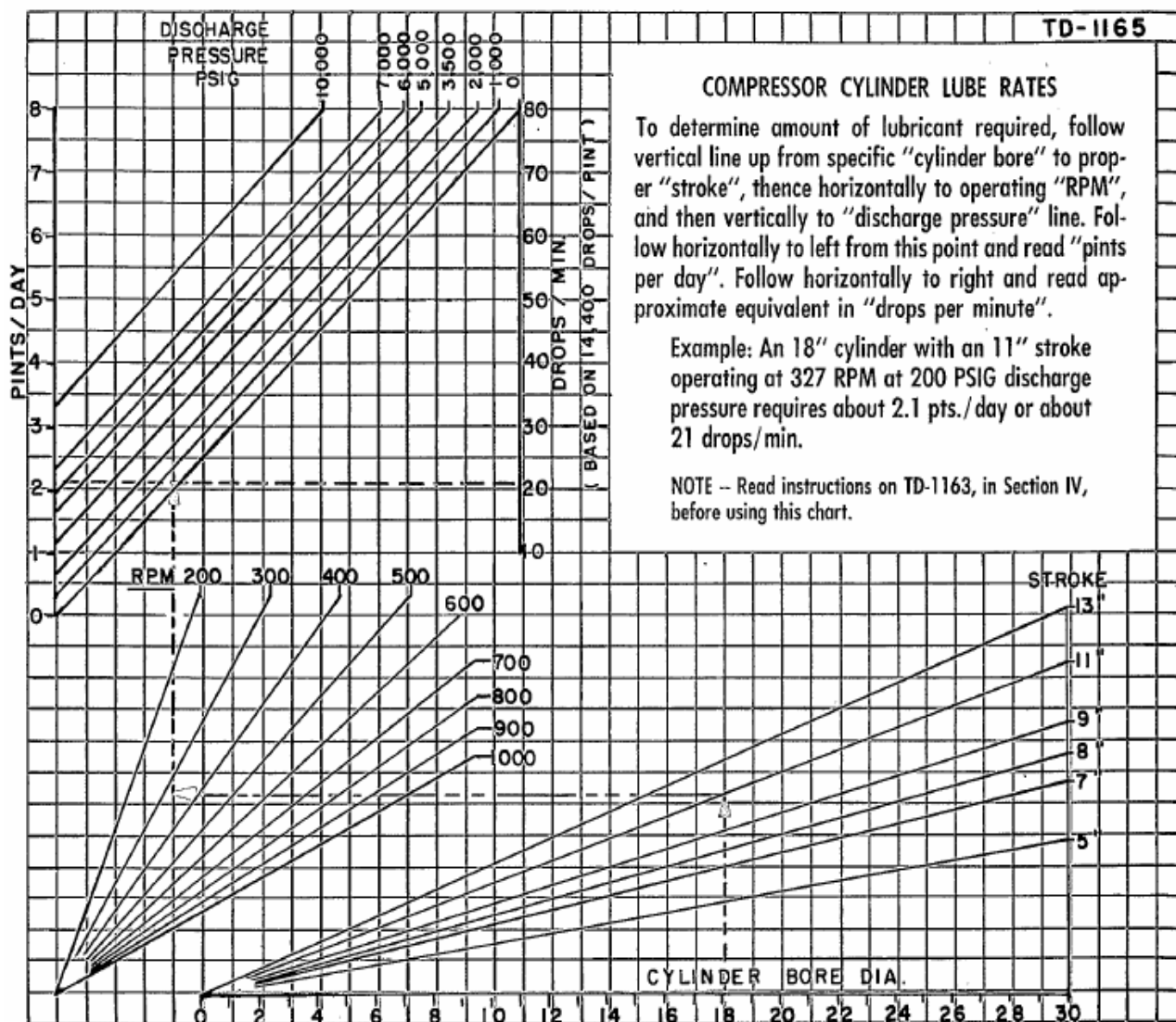
فشار خروجی کمپرسور

دور کمپرسور

مقدار استروک (کورس سیلندر) دارد و از منحنی های زیر بر حسب بدست می آید.

مثال: مقدار روغن مورد نیاز برای روغنکاری سیلندربه قطر ۱۸ اینچ با کورس ۱۱ اینچ که بادور ۳۲۷ دور بر دقیقه گاز را تافشار کند طبق منحنی های صفحه بعد ۲.۱ pts/day یا بطور تقریبی ۲۱ قطره در دقیقه محاسبه می گردد. لازم به توضیح است که در مواردی که مقدار روغن مورد نیاز برای روغنکاری زیاد باشد از تعداد بیشتری پمپ قطره برای روغنکاری استفاده می شود (غالباً از دو عدد پمپ) که مجموع فلوی آنها با فلوی موردنیازیکی باشد استفاده می شود و روغن در قسمت های بالاپایین سیلندر تزریق می شود.

### LUBRICATION RATES FOR COMPRESSOR CYLINDERS



در جدول صفحه بعد روغن توصیه شده برای روغنکاری داخل سیلندر کمپرسورهای ۶۰۱ توسط کارخانه سازنده آورده شده است.

### Standard Cylinder Oil Recommendations

| OPERATING CONDITIONS                                                                                                                                 | TYPE 1    | TYPE 2      | TYPE 2X         | TYPE 3    | TYPE 3X         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|-----------------|-----------|-----------------|
| Cylinder diameter (in.) . . . . .                                                                                                                    | Max. 26   | Max. 26     | Max. 26         | Over 26   | Over 26         |
| (cm.) . . . . .                                                                                                                                      | Max. 66   | Max. 66     | Max. 66         | Over 66   | Over 66         |
| Discharge Temperature (°F) . . . . .                                                                                                                 | Max. 350  | Max. 350    | Max. 350        | Over 350  | Over 350        |
| (°C) . . . . .                                                                                                                                       | Max. 177  | Max. 177    | Max. 177        | Over 177  | Over 177        |
| Condensed water vapor present . . . . .                                                                                                              | No        | No          | Yes or possible | No        | Yes or possible |
| Suspended liquid present . . . . .                                                                                                                   | No        | No          | Yes or possible | No        | Yes or possible |
| Special requirements: All Multistage or circulator cylinders with discharge pressure of 2000 to 7000 psig (140 to 490 kg/cm <sup>2</sup> ) . . . . . | No        | No          | No              | Required  | Required        |
| OIL REQUIREMENTS                                                                                                                                     |           |             |                 |           |                 |
| Flash Point - Open Cup (°F) . . . . .                                                                                                                | 350 Min.  | 380 Min.    | 380 Min.        | 410 Min.  | 410 Min.        |
| (°C) . . . . .                                                                                                                                       | 177 Min.  | 193 Min.    | 193 Min.        | 210 Min.  | 210 Min.        |
| Viscosity at 100°F (37.8°C):                                                                                                                         |           |             |                 |           |                 |
| Saybolt Universal, SSU                                                                                                                               | 420 Max.  | -----       | 780 Max.        | -----     | -----           |
| Kinematic Viscosity, CS                                                                                                                              | 90.5 Max. | -----       | 168.4 Max.      | -----     | -----           |
| Viscosity at 210°F (98.9°C):                                                                                                                         |           |             |                 |           |                 |
| Saybolt Universal, SSU                                                                                                                               | 50 Min.   | 54 Min.     | 60 Min.         | 105 Min.  | 105 Min.        |
| Kinematic Viscosity, CS                                                                                                                              | 7.27 Min. | 8.48 Min.   | 10.2 Min.       | 21.5 Min. | 21.5 Min.       |
| Carbon Residue (Conradson)                                                                                                                           | 0.25 Max. | 0.45 Max.*  | 0.45 Max.*      | 0.65 Max. | 0.65 Max.       |
| Sulfated Ash . . . . .                                                                                                                               | -----     | 0.40 Max.   | -----           | -----     | -----           |
| Neutralization Value (color)                                                                                                                         |           |             |                 |           |                 |
| Total Acid Number . . . . .                                                                                                                          | -----     | 0.10 Max.** | -----           | -----     | -----           |
| Strong Acid Number . . . . .                                                                                                                         | 0.00 Max. | 0.00 Max.   | 0.00 Max.       | 0.00 Max. | 0.00 Max.       |

\* Ash-free basis.

\*\* On straight mineral or additive-treated, non-detergent oils.

**Type 2X** — Compounded compressor cylinder oil or detergent engine oil is recommended. This oil must be capable of providing an improved state of boundary lubrication and must resist the washing effect of the particular condensate involved.

**Type 3** — Rust and/or oxidation-inhibited oil or straight mineral oil acceptable.

**Type 3X** — Compounded compressor cylinder oil or detergent engine oil is recommended. This oil must be capable of providing an improved state

of boundary lubrication and must resist the washing effect of the particular condensate involved.

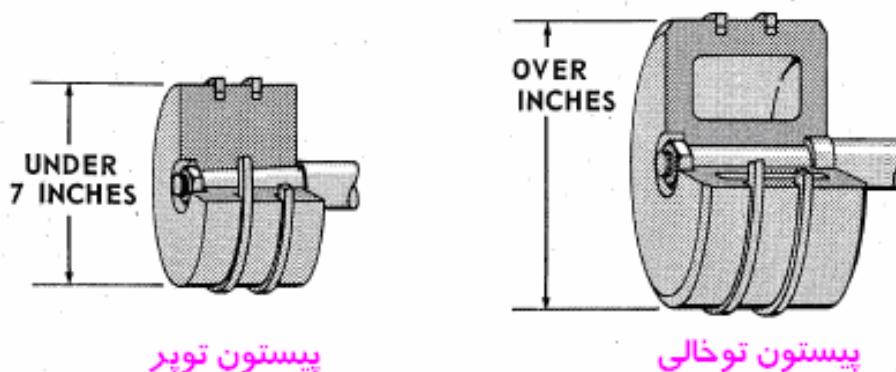
#### SERVICE CONSIDERATIONS

- When Type 1 oil is recommended, oils on the high side of the viscosity range are favored for single-stage compressors.
- On multi-stage and circulator type compressors, it is necessary to use a higher viscosity oil than is indicated by cylinder size. Cylinders

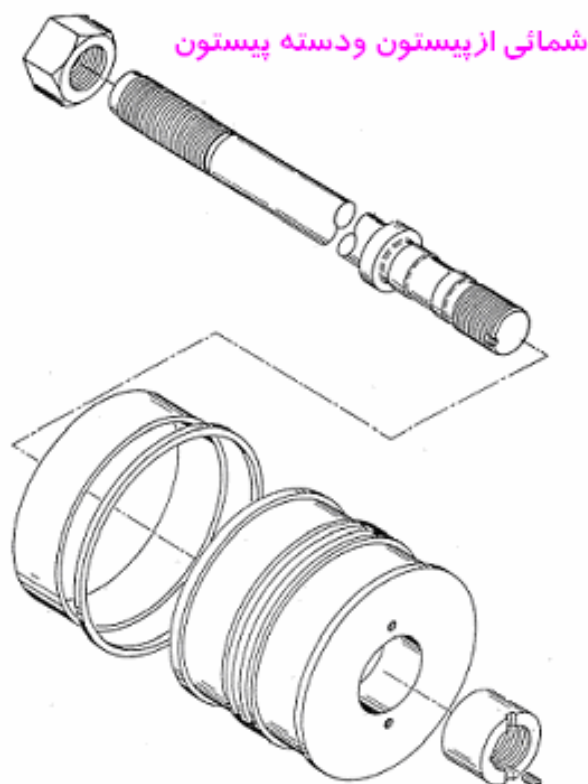
## پیستون Piston

عامل اصلی حرکت گاز در داخل سیلندر پیستون است که بصورت یک استوانه در داخل سیلندر از طریق دسته پیستون حرکت رفت و برگشتی انجام می دهد.

بسته به شرایط عملیاتی معمولا پیستون ها از جنس آلومینیوم ( به جهت سبک بودن ) یا چدن ساخته می شوند برای کم کردن وزن پیستون برای سایزهای بزرگتر ( بیشتر از ۷ اینچ ) آنها را بصورت تو خالی می سازند.



همچنین برای سایزهای بالاتر برای مقاوم کردن آن سطح پیستون را با برنزیابایت و به توسط اسپری پوشش می دهند. و مقاومت شیارهای محل قرارگیری رینگ ها روی پیستون نیز به روش های متعددی تقویت می شود پیستون به توسط مهره های قفل شونده Lock Nut روی دسته پیستون Rod Piston نصب می گردند و بسته به نوع طراحی رینگ ها و پیستون بصورت یک تکه یا چند تکه طراحی و ساخته می شود .



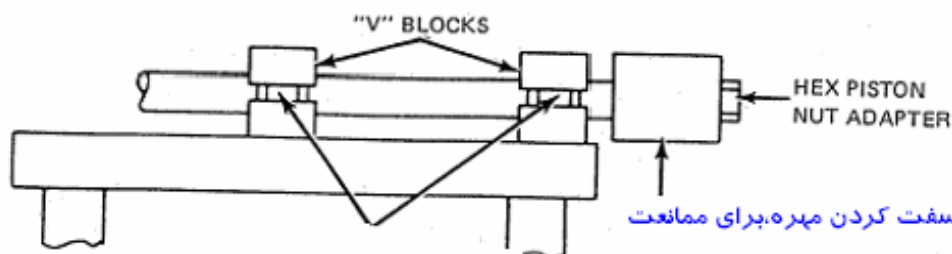
## روش سفت کردن مهره سر پیستون روی دسته پیستون

به دلیل حساسیت بالای پیستون که در شرایط عملیاتی سختی کار می کند محکم کردن پیستون روی دسته پیستون از اهمیت زیادی برخوردار است که گاهی نیز شاید به همین دلیل اقدام به ساخت پیستون و دسته پیستون بصورت یک تکه گرفته می شود. در صورتی که مهره سر پیستون کمتر از حد کورد نیاز سفت شود باعث شل شدن آن در حین کار و برخورد پیستون با سر سیلندرو..... می گردد و در صورتی هم که بیشتر از حد مجاز سفت شود باعث ترک خوردن پیستون و اعمال نیروی زیاد روی رادی پیستون و مسائل بعدی می گردد و لذا باید سفت کردن این مهره طبق پروسه خاصی انجام شود که ذیلا به شرح آن پرداخته می شود.

برای مهار کردن پیستون هنگام سفت کردن مهره سر آن از وسیله ای که در زیر شکل آن را مشاهده می کنید استفاده می شود که اولاً به راحتی قابل ساخت است و بسته به قطر دسته پیستون قابل تغییر است . دوماً دبلوک روی میز کار پیچ می شود و سپس پیستون روی آن قرار می گیرد (در قسمت های بالا و پایین آن شیمز قرار داده می شود تا زخمی نشود) و کفه های بالائی روی آن قرار داده می شود و پیچ های مربوطه محکم می شوند تا در حین سفت کردن مهره نچرخد.

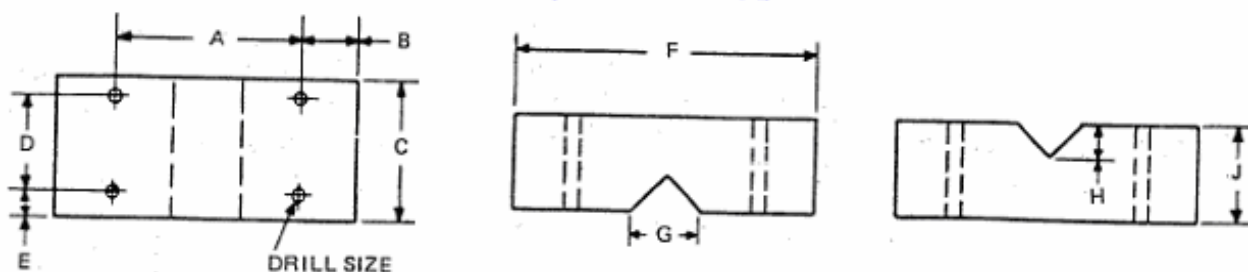
در شکل های زیر شمائی از این سیستم همراه با ابعاد و اندازه های قسمت های مختلف آن برای قطرهای مختلف رادی پیستون آورده شده است.

## نگهدارنده دسته پیستون برای سفت کردن



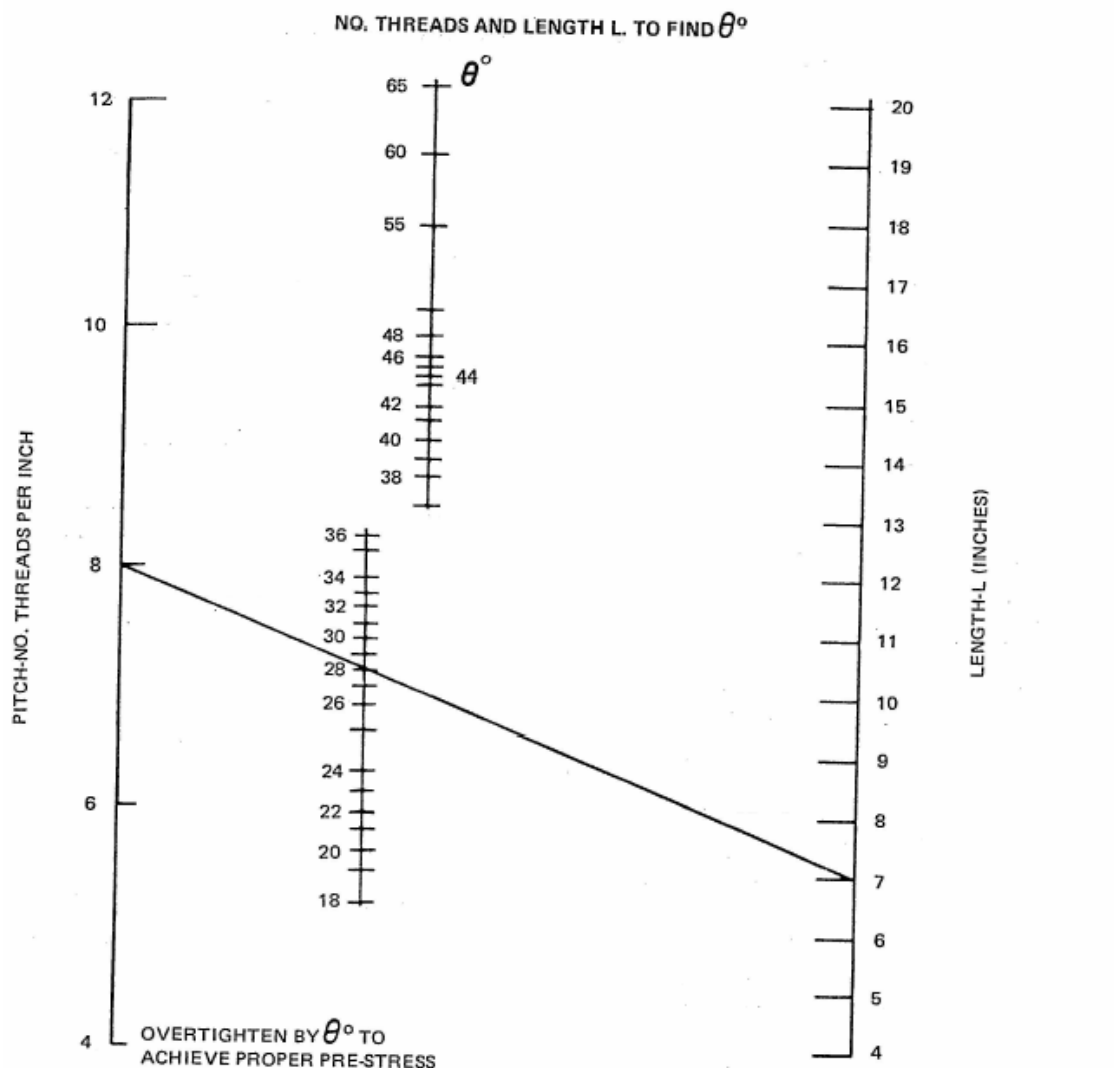
برای جلوگیری از صدمه دیدن رادی پیستون باید از شیمز مسی با ضخامت ۳ میلی متر استفاده شود

ماتریال "V" BLOCKS فولاد



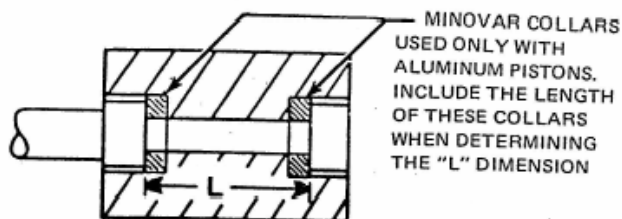
| DIMENSION TABLE (CENTIMETERS) |      |     |      |      |     |      |     |     |      | DRILL<br>SIZE |
|-------------------------------|------|-----|------|------|-----|------|-----|-----|------|---------------|
| ROD SIZE                      | A    | B   | C    | D    | E   | F    | G   | H   | J    |               |
| UP TO 5.7 cm                  | 8.9  | 4.5 | 15.2 | 10.2 | 2.5 | 17.8 | 5.4 | 1.6 | 6.4  | 1.9           |
| 5.7 cm & LARGER               | 20.3 | 6.4 | 15.2 | 10.2 | 2.5 | 33.0 | 7.0 | 4.5 | 10.2 | 2.9           |

روش سفت کردن مهره نگهدارنده رادیپستون روی پیستون به این صورت است که پس از قرار دادن دسته پیستون روی این وسیله و محکم کردن V-Block ها اقدام به سفت کردن مهره سرپیستون با تورک مناسبی که از جداول استاندارد بدست می آید (جدول آخر کتاب) می شود و در مرحله بعد برای سفت کردن نهائی به اندازه زاویه مناسبی مجدداً سفت می شود که زاویه مناسب از جدول زیر طبق مشخصات قطر و دنده ها بدست می آید به عبارت دیگر پس از سفت کردن مهره با تورک متر مجدداً به اندازه زاویه قرائت شده از جدول صفحه بعد آن را دوباره سفت می کنیم که در این حالت دسته پیستون آماده نصب می باشد.



#### EXAMPLE

8 PITCH ROD - 7" BETWEEN CO-BORES SHOWS  $28^\circ$  OVERTIGHTENING REQUIRED



NOTE: THIS CURVE APPLIES TO ALL PISTONS WITH STRAIGHT BORES. DO NOT USE THIS CURVE ON PISTONS THAT USE RODS WITH A TAPER FIT.

NOTE: LENGTH "L" IS TOTAL DISTANCE BETWEEN PISTON ROD SHOULDER AND THE NUT FACE

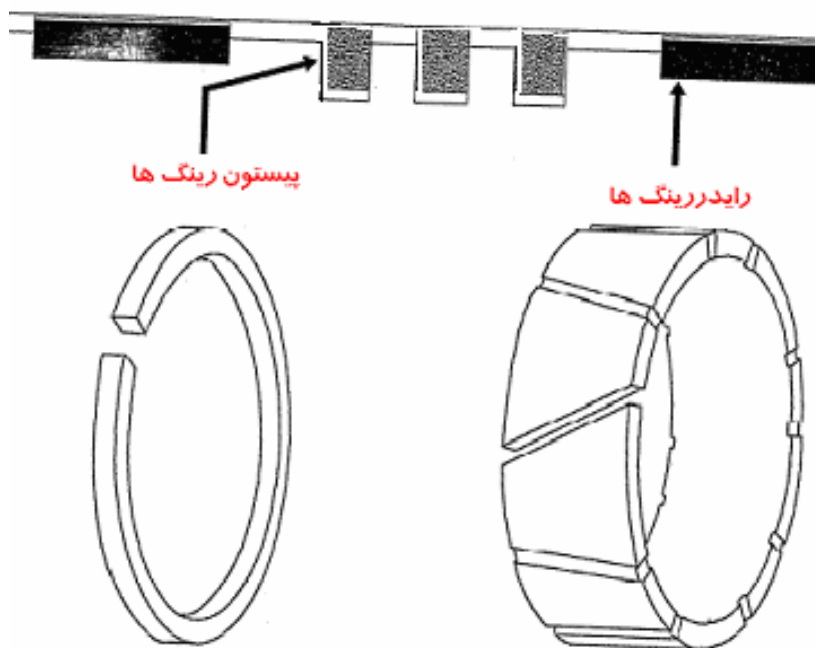
## رینگ هائی که روی پیستون نصب می شود Compressor Rings

روی پیستونهای کمپرسورهای رفت و برگشتی که بصورت افقی نصب می شوند از دو نوع رینگ استفاده می شود که عبارتند از:

الف - Ring Rider ها

ب - Piston Ring ها

در شکل زیر شمائی از این رینگ ها و نحوه قرار گرفتن آنها روی پیستون نشان داده شده است.



هر کدام از این رینگ ها وظیفه خاصی را انجام می دهند که ذیلا به شرح آن پرداخته می شود.

### Ring Rider ها

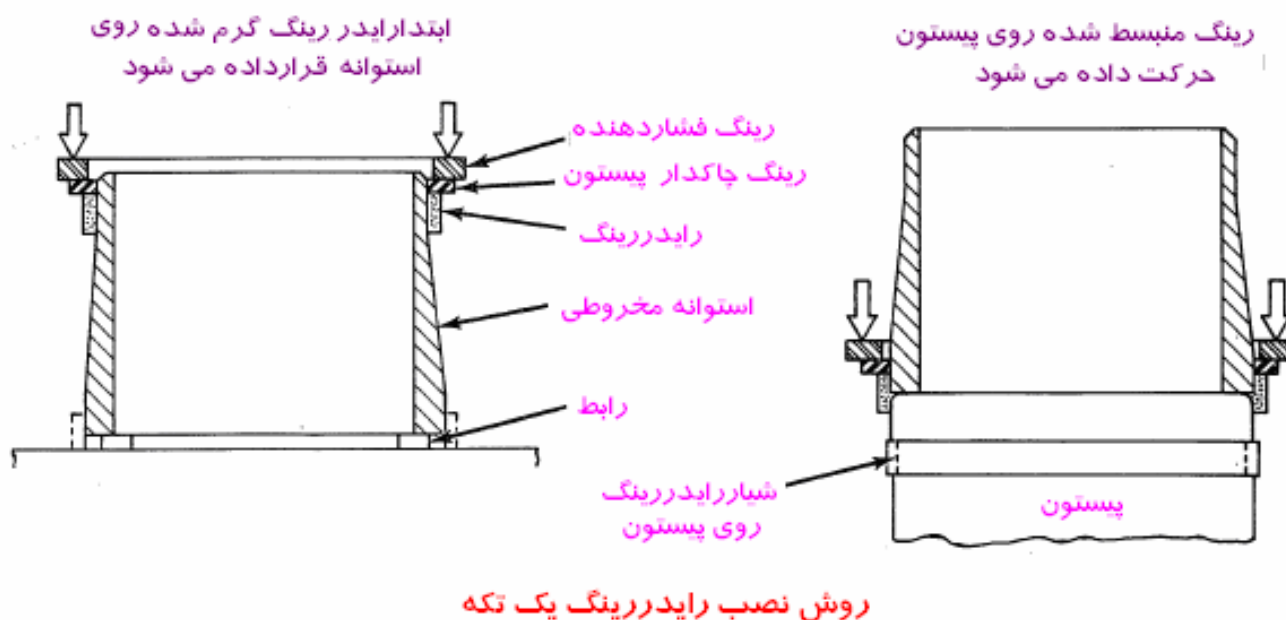
رایدر رینگ ها رینگ هائی هستند که پیستون روی آنها سوار می شود و وظیفه آنها تحمل وزن پیستون است بخصوص روی کمپرسورهای که پیستون های آنها سنگین است و بصورت افقی نصب می شوند. رایدر رینگ ها معمولا از جنس های غیر فلزی ساخته می شوند و به دو صورت روی پیستون نصب می شود:

بصورت یک تکه که برای نصب آنها باید قطعات پیستون از همدیگر جدا شوند ( پیستون های چند تکه ) توسط Expand کردن آنها روی پیستون نصب می شوند

رینگ چاک دار که در بعضی از کمپرسورها از رینگ های چاک دار که بصورت مورب بریده شده اند و بدون نیاز به Expand یا جدا کردن قطعات پیستون روی آن نصب می شوند .

در شکل زیر وسیله ای که برای منبسط نمودن رایدر رینگ های مرحله اول کمپرسورهای ۱۰۶ استفاده می شود نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مشاهده می شود این وسیله از یک استوانه مخروطی تشکیل

شده که روی پیستون قرار داده می شود و رینگ هاپس از گرم شدن با فشار روی آن حرکت داده می شوند (برای زیاد کردن قطر داخلی آن) و باعث قرار گرفتن آنها روی پیستون می شود.



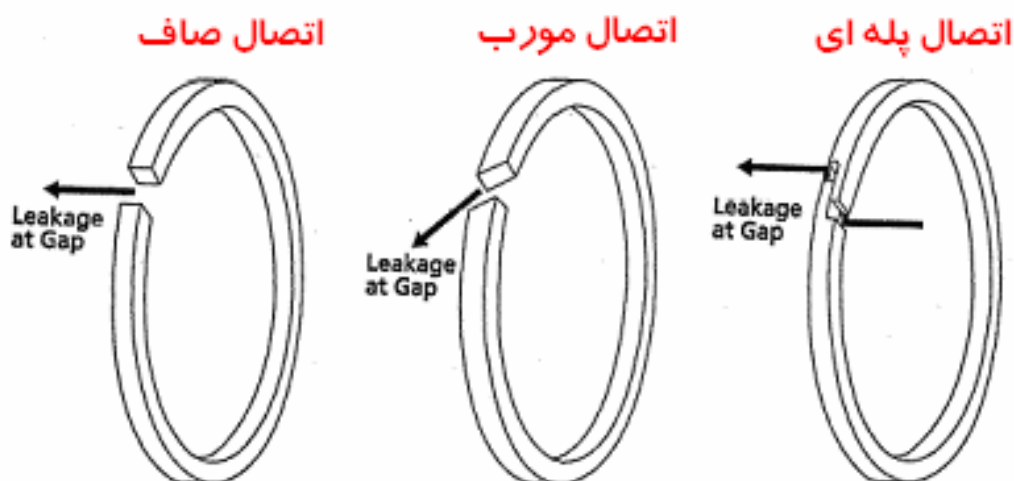
### پیستون رینگ ها Piston Rings

پیستون رینگ ها چندین کار مهم انجام می دهند :

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

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

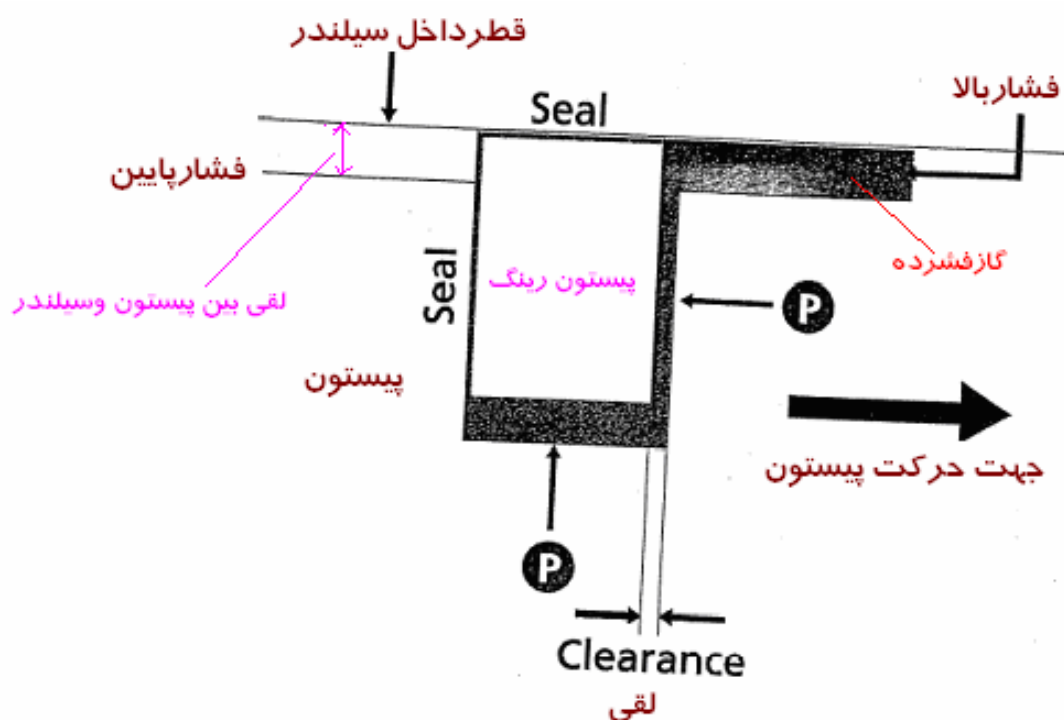
رینگ ها معمولا از موادی مثل برنز ، چوب ، باکالیت ، تفلون ، کربن یا موادی مشابه اینها ساخته می شوند . لازم به توضیح است که Bore داخل سیلندر باید کاملا صاف و دایره ای باشند و در محدوده های تولرانس های پیشنهادی کارخانه سازنده باشند . و شیارهایی که رینگ ها در داخل آنها قرار می گیرند خیلی دقیق ، صاف و کاملا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



### اصول آب بندی Piston Rings

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

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

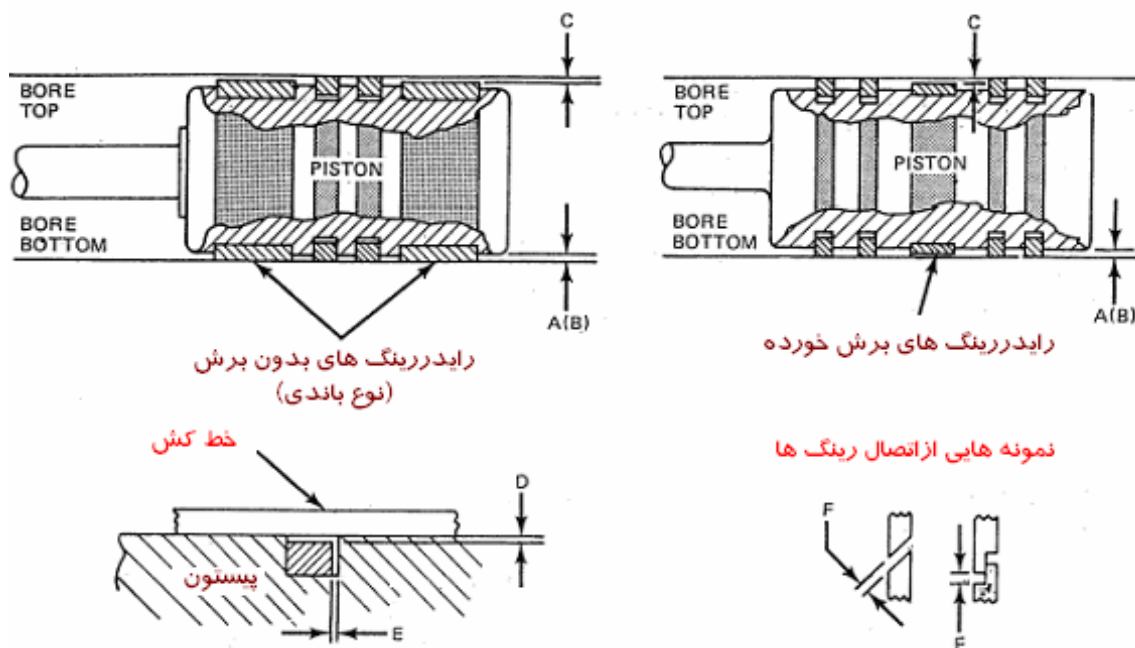


وقتی سیکل Compression در حال انجام است گاز فشرده شده داخل کمپرسور زیر رینگ ها نفوذ می کند و باعث چسباندن رینگ به جداره سیلندر می شود و با کم شدن فاصله از فرار گاز جلوگیری می شود و همینطور فشار گاز روی سطح پیشانی رینگ اعمال می شود و باعث چسباندن رینگ روی جداره پیستون شده (سطح داخل شیار) و کلا راه خروج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

لازم به توضیح است که پهنای شیارها روی پیستون (جای رینگ) باید کمی بیشتر از پهنای رینگ ها باشد و همچنین قطر خارجی رینگ جمع شده نیز باید کمتر از قطر داخلی سیلندر باشد تا گاز بتواند در این نواحی نفوذ کند و کار آب بندی را انجام دهد یعنی رینگ در جای خودش آزادی حرکت داشته باشد که البته میزان این لقی ها باید در حد مجاز خود باشد. اگر این لقی از حد مجاز بیشتر باشد باعث لرزش و ارتعاش رینگ و برخورد شدید با جداره شیار رینگ روی پیستون شده و باعث صدمه دیدن شیار و ناصاف شدن آن شده و باعث عدم کارایی رینگ می شود. محدوده تolerانس ها و اندازه ها بسته به نوع رینگ، سایز رینگ و ... دارد که توسط کارخانه های سازنده ارائه می شود.

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

#### کلرنس رینگ ها با پیستون



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

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

جدول کلرنس رینگ ها با پیستون

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

## علل خرابی Piston Ringها

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

## ولوها Compressor Valves

ولوها یکی از مهمترین قطعات کمپرسورهای رفت و برگشتی است که کار قطع و وصل کردن جریان های ورودی و خروجی گاز بطرف سیلندر کمپرسور را بطور اتوماتیک و بر اساس اختلاف فشار بین طرفین آن انجام می دهند و هر نوع اختلالی در عملکرد آن تاثیر بسزائی در شرایط کاری کمپرسور مثل گرم کردن ، بالا رفتن و یا کم شدن فشار مراحل می تواند به دنبال داشته باشد .

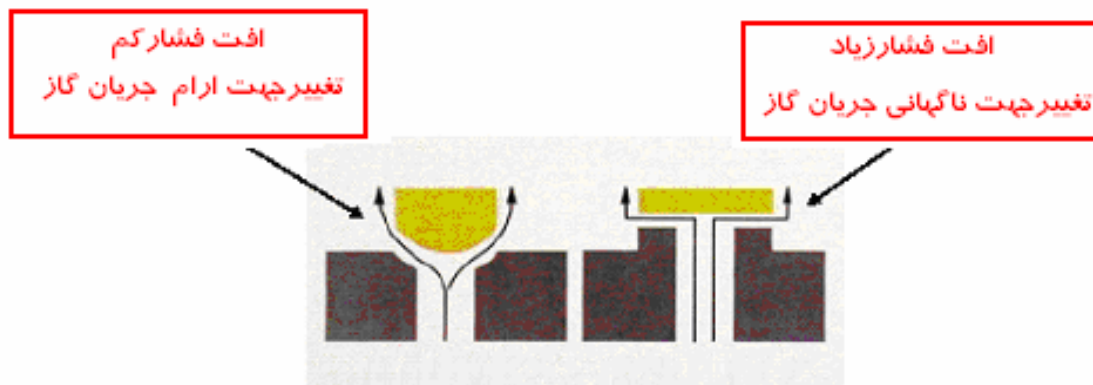
بازوبسته نشدن به موقع ولونیزمی تواند باعث کم شدن فلو گردد که با استفاده از فنر مناسب و Lift کافی در طراحی ولو باید مدنظر خاص قرار گیرد که در مباحث اتی راجع به آن بحث خواهد شد.

## مشخصه های یک ولو مناسب

- ۱- دارا بودن سطح عبور جریان زیاد گاز برای کم کردن افت فشار سیال .
- ۲- داشتن شکل ایرودینامیکی مناسب .
- ۳- پاسخ زمانی مناسب ( عمل کردن با کمترین اختلاف فشار ) .
- ۴- سبک بودن قطعات متحرک ان ( برای کم کردن انرژی ضربه ای )
- ۵- توانائی عبور دادن مایعات و رسوبات .
- ۶- قابلیت تحمل سایش ضربه روی Valve Plate و Stop Palte را داشته باشد و صدمه نبیند
- ۷- قابلیت استفاده برای سرویس های با روغن و بدون روغن را داشته باشد .
- ۸- قابلیت کاردهی برای تغییر شرایط عملیاتی را داشته باشد .
- ۹- جنس مقاوم در برابر خوردگی در برابر گازهای هیدروژن سولفور و تحمل ضربات .
- ۱۰- طول عمر آنها زیاد باشد.
- ۱۱- تعداد قطعات آن کم و قابل تعمیر و سرویس باشد .
- ۱۲- در کمترین اختلاف فشار سریع باز شود.
- ۱۳- سروصدای کمی داشته باشد.

در شکل زیر شمائی از یک ولومناسب که دارای شکل آیرودینامیکی بسیار خوبی است و کمترین افت فشار را در برابر عبور جریان از خود نشان می دهد و قادر به عبور مایعات و ذرات جامد را در نشان داده شده است.

#### مقایسه جریان فلودر ولوهای جدید و قدیمی



در کمپرسورهائی که سیلندر آنها بطور افقی قرار می گیرد همیشه ولوهای ورودی را بالا و ولوهای خروجی را در قسمت پایین سیلندر قرار می دهند . قراردادن ولوها به این صورت باعث می شود تا چنانچه در داخل سیلندر مایع جمع شود با کمک وزن خود و فشار خروجی از سیلندر خارج شود . به موقع باز و بسته شدن ولوهای ورودی و خروجی عامل مهمی در جلوگیری از ازدیاد حرارت در سیلندر می باشد . بکاربردن قطعات صحیح در ولوها باعث ازدیاد طول عمر آنها و طول عمر خود کمپرسور می شود . برای مثال چنانچه فنر اشتباه روی ولو استفاده شود این ولو بجای اینکه در هر رفت و برگشت یک بار باز شود چندین مرتبه باز و بسته خواهد شد Fluttering که این مسئله نه تنها باعث از بین رفتن قطعات داخل ولو می شود بلکه Gasket های زیر ولوها را نیز می شکند و باعث نشت گاز و داغ شدن سیلندر می شود .

قطر سیلندر و تعداد ولوهای استفاده شده با هم رابطه مستقیم دارند و هر چه قطر سیلندر بزرگتر می شود تعداد ولوها نیز افزایش پیدا می کند ولی معمولاً تعداد ولوهای ورودی و خروجی هر سیلندر با هم برابرند . در سیلندرهائی که قطر آنها از ۸ اینچ کمتر است هر طرف سیلندر دارای یک ولو ورودی و یک ولو خروجی است .

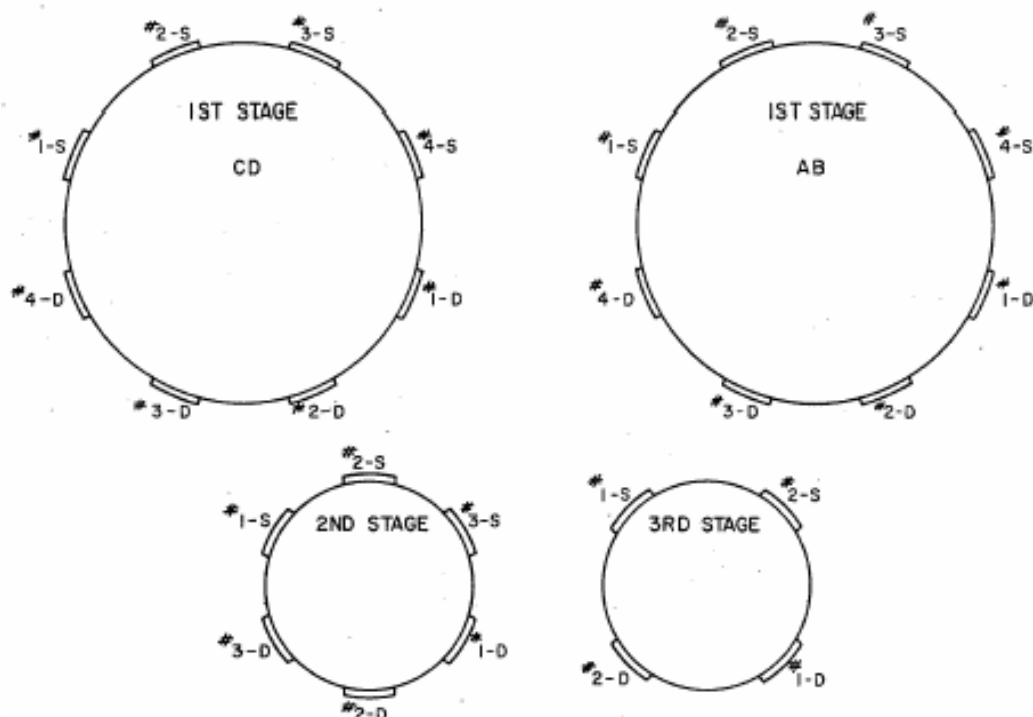
در سیلندرهائی که قطر آنها بین ۸ تا ۱۳ اینچ است در هر طرف سیلندر دو ولو خروجی و دو ولو ورودی است

در سیلندرهائی که قطر آنها بین ۱۴ تا ۲۲ اینچ است در هر طرف سیلندر دارای سه ولو خروجی و سه ولو ورودی است .

در سیلندرهائی که قطر آنها بین ۲۳ تا ۳۰ اینچ است در هر طرف سیلندر دارای چهار ولو خروجی و چهار ولو ورودی است .

در سیلندرهائی که قطر آنها بین ۳۰ تا ۳۶ اینچ است در هر طرف سیلندر پنج ولو خروجی و پنج ولو ورودی است .

در سیلندرهایی که قطر آنها بیشتر از ۳۶ اینچ است در هر طرف سیلندر دارای شش ولو خروجی و شش ولو ورودی است.



### ساختمان ولوها

ولوها از قطعات زیر ساخته شده اند :

۱- بدنه ولو شامل نشیمن گاه ولو پلیت Seat Valve و نگهدارنده ولو Guard Valve

۲- Valve plate

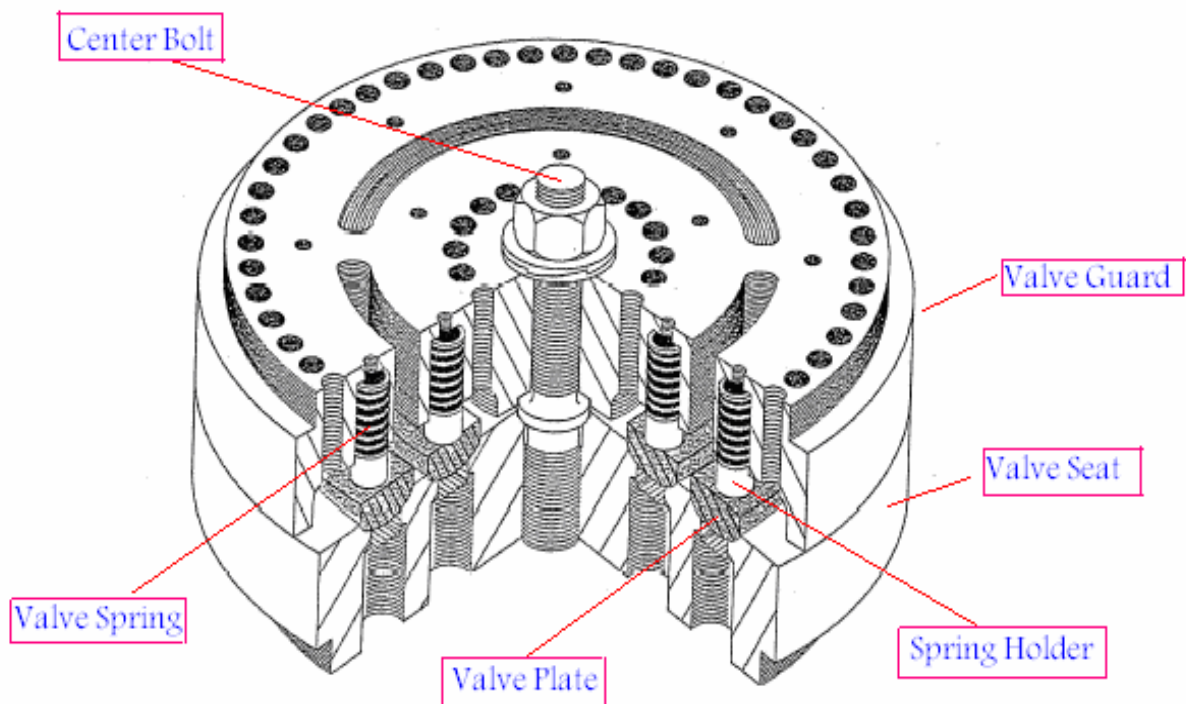
۳- فنرها Springs

۴- پیچ مرکزی Center Bolt

و در بعضی از طراحی های دیگر نیز از Damping Plate ها و فنرهای اضافه تری استفاده می شود که از اعمال ضربه های زیاد روی ولو پلیت که باعث کاهش طول عمر و لومی گردد استفاده شده است که در بخش های اتی راجع به آنها بطور مفصل بحث خواهد شد.

### بدنه ولو Valve Body

بدنه ولو شامل دو سرپوش است که یکی به عنوان نشیمن گاه ولو Seat Valve که کاراب بندی ولو پلیت را انجام می دهد و دیگری به عنوان محافظ یا Guard یا Stop Plate که محل قرارگیری فنرها و Cushion Plate ها است (نشیمن گاه ولو بسته به نوع valve plate دارای فرم ها و شکل های متفاوتی می باشد). در شکل زیر شمائی از یک ولو با ولو پلیت غیر فلزی که با شکل ایرودینامیکی طراحی شده نشان داده شده است.



### Valve plate

که به عنوان قطعه اصلی آب بندی است که روی Valve Seat قرار می گیرد و کار آب بندی ولو را انجام می دهد که بسته به نوع طراحی ولو به فرم های مختلفی طراحی و ساخته می شود .

اگر ولو بصورت Channel Type باشد ولو پلیت بصورت Channel مانند ساخته می شود و اگر ولو بصورت Poppet Type باشد قطعات آب بندی نیز بصورت Poppet ساخته می شوند و اگر محل قرارگیری روی Valve Plate بصورت Curve ( سطح انحنا دار ) باشد ولو پلیت نیز به همان فرم طراحی و ساخته می شود و در موقعیت هایی که ولو پلیت بصورت مسطح باشد ولو پلیت ها نیز مسطح و بصورت تخت ساخته می شوند که در صفحات بعد انواع و اقسام آنها نشان داده شده است لازم به توضیح است که سختی سطح Valve Plate فلزی حدود 500-800BHR است و ولوهایی که در سالهای اخیر ساخته شده برای کم کردن وزن Valve Plate و نهایتاً کم شدن اثر ضربه قطعات و افزایش طول عمر ولو از Valve Plate های غیر فلزی که از جنس های مخصوص ساخته شده اند استفاده می شود .

### فنرها Springs

که وظیفه آنها آب بندی و روی هم فشار دادن Valve Plate روی Seat است و کمک به آب بندی ولو می کند. بسته به نوع طراحی ولو از فنرهای مختلفی استفاده می شود.

۱- فنرهای پیچشی Coil Springs

۲- فنرهای موج دار Wave Spring

فنرهای تسمه ای استیلی

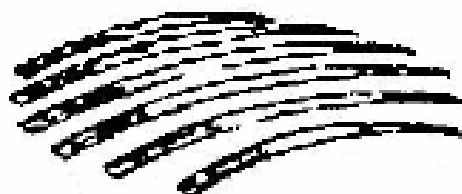
در شکل زیر شمائی از انواع فنرها نشان داده شده است.



فنر مایچی



فنر موجی



فنر تخت تسمه ای

جنس فنرها از بر اساس شرایط عملیاتی انتخاب می شود که در اغلب اوقات برای کمپرسورهای که گاز هیدروژن را کمپرس می کنند از جنس مونل استفاده می شود که مقاومت بالای مکانیکی و مقاومت خوبی در برابر خوردگی دارد.

### پیچ مرکزی Center Bolt

که وظیفه آن محکم کردن کاورهای بالائی و پایینی Valve Seat , Stop Plate ولو است (که قطعات ولو در آن قرار دارند) که برای جلوگیری از شل شدن مهره ها از مهره های قفلی پایین بین پیچ و مهره استفاده می شود.

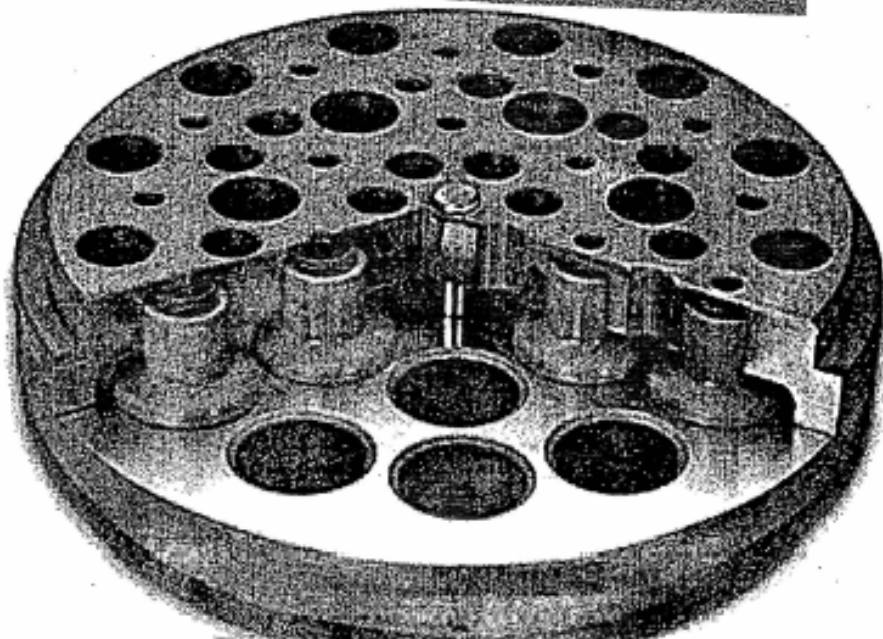
پیچ مرکزی در ولوهای ورودی و خروجی طوری طراحی می شوند که مهره آن در طرف داخل سیلندر قرار نگیرد (که این مسئله حائز اهمیت است که در حین تعمیر ولو ها ممکن است قطعات ولوهای ورودی و خروجی با هم جابجا شوند و باعث ایجاد این مشکل شود) و برای ممانعت از شل شدن مهره در حین کار نیز یا از مهره های قفل شونده استفاده می شود یا از اسپیل استفاده می شود.

همچنین برای جلوگیری از شل شدن پیچ مرکزی که در داخل Stop Plate نصب می شود یک عدد پیچ ال ن بین پیچ و بدنه تعبیه می شود تا از شل شدن آن ممانعت نماید.

لازم به توضیح است که ولو باید بصورت مناسب در محل قرار گیری خود در سیلندر نصب شود که معمولاً برای آب بندی بین آنها از یک عدد گسکت مناسب Gasket Valve در نشیمن گاه آن در سیلندر (که باید کاملاً صیقلی و مسطح باشد) استفاده می شود و برای جلوگیری از حرکت کردن ولو در محل نشیمن خود با سفت کردن Jack Bolt هایی که روی کاور ولو نصب شده از حرکت آن جلوگیری می شود و همچنین نصب ولوها باید با دقت لازم انجام شود و در صورتی که جای ولوهای ورودی و خروجی یک مرحله عوض شود (یعنی ولو ورودی بجای ولو خروجی نصب شود و بر عکس) می تواند باعث شود گاز از فشارهای مراحل بعدی به مراحل پایین دستی منتقل شود و یا مسدود شدن مسیر خروجی گاز از داخل سیلندر به سمت لاین Discharge شده و باعث افزایش فشار آن مرحله و ترکیدن کمپرسور شود که می تواند باعث فاجعه و ایجاد خسارت های جانی و مالی زیادی شود.

در شکل زیر نیز شمائی از یک کمپرسور ولو با طراحی جدید از نوع Poppet Type نشان داده شده است.

## Process Poppet Valve



درفصل آخرجزوه نیز بطورمفصل تری دررابطه باتعمیرات نحوه بازوبسته کردن وعیب یابی ولوهای کمپرسورهای ۶۰۱ بحث شده است.

### علل خرابی ولوهای کمپرسورها

علل خرابی ولوها را می توان بصورت زیر دسته بندی کرد :

- ۱-سایش سطوح اب بندی
  - ۲-ضربات غیر نرمال
  - ۳-خوردگی وتاثیرات شیمیائی
  - ۴-خستگی ولو
  - ۵-تشکیل کک
  - ۶-ضربات بیش ازحد
- که ذیلا به شرح آن پرداخته می شود.

### ساییده شدن سطوح آب بندی

سایش زیاد باعث آب بندی نکردن ولو و زیادشدن Liftt ( حرکت بیش از حد Valve Plate ) می شود که میتواند باعث اختلال در عملکرد کمپرسورهم بشود. البته مشکل سایش را نمی توان بصورت صد درصد حل کرد ولی با روغنکاری مناسب ، طراحی درست و انتخاب مناسب مواد سازنده ولو می توان آن را کاهش داد. که با توجه به طول عمر هر ولو زمانی که سایش اتفاق می افتد باید مشخص شود. سایش زائیده عوامل زیر می باشد:

الف- ورود ذرات و مواد خارجی همراه با گاز

ب- روغن نامناسب یا روغنکاری نامناسب داخل سیلندرها

ج- ورود مایع داخل سیلندر

ضربه Impact

د- قطرات مایع در داخل کمپرسور

### **ورود ذرات و مواد خارجی همراه با گاز**

که این ذرات می توانند باعث افزایش سایش در حین برخورد قطعات روی همدیگر شوند و همچنین جمع شدن رسوبات و ذرات خارجی زیر فنرها موجب از کار افتادن ( جام شدن ) و عدم کاردهی مناسب فنرها شده و موجبات خرابی دیگر قطعات را فراهم می نماید .

که البته با نصب صافی مناسب و تمیز نمودن دوره ای آنها می توان از ورود ذرات اضافی جلوگیری نمود همچنین خوردگی های شیمیائی و پوسیدگی های Baffle های داخل اسنابر ها هم می تواند باعث تشدید شود.

### **روغن نامناسب یا روغنکاری نامناسب داخل سیلندرها**

که توسط پمپ های قطرهای تزریق می شود می تواند:

۱- باعث تاخیر زمانی در باز وبسته شدن ولو های ورودی و خروجی شود ( به دلیل چسبندگی قطعات روی همدیگر توسط روغن )

۲- باعث گرم شدن گاز داخل سیلندر ( در اثر اصطکاک زیاد رینگ ها داخل سیلندر به دلیل روغنکاری نشدن )

۳- تجمع روغن داخل سیلندر در اثر تزریق زیاد آن

### **مسائل ناشی از ورود مایع داخل سیلندر**

ورود مایعات گازی داخل سیلندر که منجر به شکسته شدن قطعات و ولو و قطعات آن می شود می تواند ناشی از یکی از موارد زیر باشد:

۱ - عدم جدا شدن مایعات در Snubber و Separator های مربوطه که غالباً به دلیل عملکرد نامناسب Trap هاست .

۲- طراحی نامناسب سیستم لوله کشی که باعث جمع شدن مایع در نقاط Low Point .

۳- تغییر ناگهانی فلوی کمپرسور ( surge ها).

۴ - پایین بودن دمای آب Jacket Cooling که باید همیشه دمای آن حدود 10 درجه سانتیگراد بیشتر از دمای گاز باشد .

۵- تزریق بیش از حد روغن در داخل سیلندر .

۶- در سرویس نبودن سیستم های Tracing روی Snubber های ورودی بخصوص در فصل های سرد.

۷- مسائل عملیاتی.

لازم به توضیح است که ورود مایع به داخل سیلندر باعث تخریب و شتشوی فیلم روغن روانکاری شده و باعث افزایش اصطکاک ، افزایش سایش و اعمال ضربات محکم روی قطعات ولوها و دیگر قطعات و خرابی آنها شود.

### **اعمال ضربه روی قطعات ولو Impact**

یکی از مسائلی که باعث خرابی ولوها می شود ضرباتی است که در حین باز و بسته شدن ولوها روی Stop Plate آنها بخصوص روی ولوهای خروجی ( که موقعیت باز شدن آن موقعی است که پیستون دارای بیشترین سرعت است و با ضربه زیادی باز می شود ) که فرضا کمپرسوری که دور میل لنگ آن 500 r.p.m است در طول یک شبانه روز حدود ۷۲۰ هزار بار این ضربات روی قسمت های مختلف ولوها اعمال می شود که به دلیل ماهیت و ساختمان این نوع کمپرسور این ضربات به عنوان ضربات عادی و معمولی مطرح می شوند که با طراحی مناسب ولو ، فنرها و سخت نمودن و مقاوم نمودن قطعات با آنها مقابله می شود .

ولی عواملی نیز وجود دارد که باعث وارد آمدن ضربات غیر نرمال روی ولوها می شود که می تواند باعث تشدید و رزونانس شود و خرابی زودرس ولوها را به دنبال داشته باشد .

این عوامل عبارتند از:

الف- تاثیر فنرها بر ضربه

ب- تاثیر lift روی ضربه

ج- نوسانات یا رزونانس Pulsation

د- تاثیر قطرات مایع در داخل کمپرسور

که ذیلا به شرح اثرات آنها می پردازیم .

### **تاثیر نیروی فنی فنرها بر عملکرد ولوها**

اثر فنرها در عملکرد ولوها بسیار مهم است اگر فنرها درست انتخاب شده باشند وقتی پیستون به انتهای کورس خود می رسد ( در حالت تخلیه ) ولوهای خروجی باید بسته شوند . اگر فنرها ضعیف باشند ولوهای خروجی با تاخیر زمانی بسته می شوند ( وقتی پیستون از کورس خود گذشته و در حال برگشت به عقب است ) که در این صورت جریان برگشتی گاز از فشار بالا موجب بسته شدن ولو و ضربه زدن به آن می شود ( یعنی بجای اینکه فنرها به آرامی ولو خروجی را ببندد فشار گاز نیرو وارد کرده و موجب بسته شدن شدید ولو می شود ) و در صورتی که فنرهای ولو های خروجی قوی تر از حد نرمال طراحی شده باشند قبل از رسیدن پیستون به انتهای کورس خود شروع به بسته شدن می کنند و باعث چندین بار باز و بسته شدن آن می شود

Fluttering که باعث وارد آمدن ضربات اضافی به Valve Plate و Seat می شود و یا ممکن است قبل از رسیدن پیستون به کورس خود بسته شود که باعث تخلیه کامل سیلندر نمی شود و مقداری گاز در سیلندر باقی بماند ( کاهش سطح منحنی ) اثرات این ضربات در زیر نشیمن گاه فنرها در Stop Plate قابل مشاهده است که به حالت های فوق Fluttering گفته می شود . در این حالت سایش روی Valve Plate در قسمت قطر

خارجی بیشتر از قسمت های قطر داخلی آن است که حتی با استفاده از یک خط کش نیز می توان به آن پی برد

برای غلبه بر Fluttering باید مقدار lift یا حرکت بالا و پایین رفتن Valve Plate کاهش پیدا کند یا فنر ضعیف تری روی ولو خروجی استفاده شود. Fluttering باعث شکسته شدن Valve و Gasket ها و محل نشیمن گاه ولو در داخل سیلندر و گرم شدن کمپرسور می شود

تأثیر فنرهای و لوهای ورودی نیز تأثیر به سزائی دارد که اگر فنرها ضعیف تر از حد لازم باشند هنگام برگشت پیستون ( شروع عملیات تراکم ) ولو با تاخیر زمان بسته می شود و باعث می شود مقداری گاز از داخل کمپرسور خارج و دوباره وارد لاین ورودی شود و نهایتاً باعث کم شدن فلوی کمپرسور گردد و اگر فنرها ی و لوهای ورودی قوی تر از حد لازم باشند باعث می شود وقتی پیستون به سمت عقب حرکت می کند ( شروع مکش ) ولو ورودی دیرتر باز شود و گاز کمتری وارد سیلندر شود ( کم شدن سطح زیر منحنی ) و باعث کم شدن فلوی کمپرسور شود.

### اثر lift روی عملکرد ولوها

مهمترین پارامتر طراحی ولوها میزان Lift آنها می باشد ( مقدار حرکت Valve Plate ) که اگر این مقدار از میزان اپتیمم آن بیشتر باشد موجب ضربه زدن بیشتر و خستگی و خرابی زودرس ولو می شود و اگر از میزان اپتیمم آن کمتر باشد باعث افت فشار زیاد ( مسدود شدن مسیر ) و پایین آمدن راندمان ولو و کمپرسور می شود و این مبین این است که هر و لوی برای تمامی شرایط عملیاتی نمی تواند مناسب باشد .

نکته ای که لازم است مد نظر قرار گیرد این است که در تعمیرات ولوها و Grind کردن Seat و Valve Plate ها باید اقداماتی انجام داد که میزان Lift ، ولو در محدود مجازی که توسط کارخانه ، سازنده مشخص شده واقع شود .

میزان lift بستگی به عوامل داخلی و خارجی دارد که عبارتند از:

عوامل داخلی از قبیل نوع ولو ، نوع قطعات ، جنس قطعات ، نوع طراحی و ....

عوامل خارجی که شامل سرعت دورانی r.p.m سرعت عبور گاز ، فشار ، نسبت فشار ، خواص گاز و نوسانات لوله ها و سیستم های لوله کشی .

### رزونانس یا Pulsation

نوسانات یا ارتعاشاتی که باعث حرکت اضافی قسمت های متحرک ولو می شوند و از دو منبع ناشی می شود :

۱- نوساناتی که منبع آنها در خارج کمپرسور است

۲- نوساناتی که منبع آنها داخل کمپرسور است

رزونانسی که منبع آنها بیرون کمپرسور است شامل لرزش لوله ها ، لرزش های مکانیکی شامل مسائل یاتاقان ها و ... یا لرزش در اثر حرکت رفت و برگشتی خود کمپرسور ( لرزش ذاتی ) بوجود می آید و باعث تشدید ( رزونانس ) قطعات ولو شده و ایجاد اختلال در عملکرد فنرها و ولو می شود و در عملکرد کلی کمپرسور تأثیر می گذارد . ولذا تا حد امکان باید از مسائلی که باعث افزایش ارتعاشات می شوند جلوگیری نمود.

تعداد دیگری از این موارد عبارتند از:

۱- ناهم محوری بین کمپرسور و سیستم گرداننده.

۲- تنش های ناشی از سیستم لوله کشی.

۳- مهار نبودن لوله ها و اسنابر ها.

۴- ورود ذرات مایع داخل کمپرسور.

۵- تغییر شرایط گاز کمپرس شونده (تغییر شرایط عملیاتی).

۶- مسائل مکانیکی روی کمپرسور از قبیل خرابی یا زیاد بودن کلرنس یا تاقان ها کراس هِدو.....

در بعضی از موارد نیز خرابی ولو ها ناشی از رزونانسی است که منبع آنها داخل خود کمپرسور است این نوسانات در اثر زیاد بودن کلرنس های سر و ته پیستون یا در اثر عملکرد Pocket Valve ها یا Pocket Clearance می باشد ( که برای تغییر ظرفیت کمپرسورها از آنها استفاده می شود ) وقتی Pocket Valve ها اجازه کلرنس بیشتری به پیستون می دهند ولو خروجی کمپرسور نیز دیرتر باز می شود و ممکن است حالتی اتفاق بیفتد که باعث شود بعد از حرکت پیستون به سمت جلو ( در حالت تراکم ) ولو خروجی بسته نشود و باعث برگشتی گاز از قسمت فشار بالا به قسمت داخل کمپرسور شود و باعث وارد آمدن ضربه به ولو شود این حالت در شرایط زیر اتفاق می افتد:

کلرنس ها و حجم صحیح Pocker Valve خوب طراحی نشده باشند.

فشار ورودی کمپرسور خیلی پایین باشد.

دمای گاز ورودی به کمپرسور خیلی بالا باشد.

### **تأثیرات خوردگی روی ولو ها Corrosion**

یکی دیگر از مواردی که باعث خرابی کمپرسور ولو ها می شود مسئله خوردگی است که باعث از بین رفتن قطعات ولو ها و عدم کارایی آنها می شود که در اثر عوامل زیر به وجود می آید :

۱- آلودگی گاز به مواد خورنده.

۲- درجه حرارت کاری غلط کمپرسور ( نرخ خوردگی را افزایش می دهد).

۳- اشتباه بودن نوع متریال استفاده شده در ولو و مناسب نبودن آن برای شرایط عملیاتی مورد نظر.

یکی دیگر از عواملی که باعث خرابی ولو ها می شود بحث خستگی فلزات است که هر کدام بسته به شرایط عملیاتی دارای طول عمر محدود خود می باشند و پس از مدت زمان لازم باید تعویض گردند .

همچنین یکی دیگر از مواردی که باعث خرابی کمپرسور ولو ها می شود ناشی از تأثیر وارد شدن مایع در داخل کمپرسور است که وقتی مایع با سرعت زیاد وارد کمپرسور یا از آن خارج می شود می تواند باعث ایجاد ضربه روی قطعات ولو ( بخصوص ولو های ورودی ) شود و باعث به شدت باز شدن ولو ورودی شود و با حرکت آن در داخل سیلندر باعث ایجاد Shock روی بدنه و شل شدن پیچ ها شود .

نکته حائز اهمیت این که ولو هائی که روی کمپرسورها استفاده می شوند باید هر کدام دارای شناسنامه ای باشند که در آن سوابق کلی تعمیراتی ، قطعات تعویضی ، ساعت کار کرد قطعات ، موقعیت قراگیری ولو در

داخل سیلندر ( سرسیلندر یا ته سیلندر بالا یا پایین و.....) و مسائل و مشکلات قبلی آن درج شده باشد تا با مراجعه به آن بهتر بتوان علت خرابی راتشخیص و آن را مرتفع نمود . چون ممکن است یا خود ولو برای شرایط عملیاتی مناسب نباشد یا اینکه شرایط عملیاتی باعث خرابی ولو شده است که این دو بحث کاملاً جدا ازهم است .

### **اثرات تشکیل کک روی کمپرسورولوهاCock**

تشکیل کک روی ولوها در اثر ترکیب گاز با روغن روانکاری به وجود می آید که باعث جام شدن فنرها شده و طول عمر ولو را پایین می آورد که با تنظیم Rate روغن و استفاده از روغن مناسب و متعادل کردن درجه حرارت گاز داخل سیلندر مشکل مرتفع می شود .

### **روش های متعادل کردن ضربات نرمال روی ولوها**

در طول یک شبانه روز یک ولو کمپرسور چند صد هزار مرتبه باز و بسته می شود که ولوهای خروجی کمپرسور به دلیل اینکه با شدت بیشتری باز می شوند ( وقتی پیستون با بیشترین سرعت خود گاز را حرکت می دهد ) هنگام باز شدن ضربات سخت تری را به Stop Plate وارد می کند که برای غلبه کردن بر ضربات روش هایی وجود دارد که در طراحی ولوها از آنها استفاده می شود و ذیلاً به شرح آنها می پردازیم :

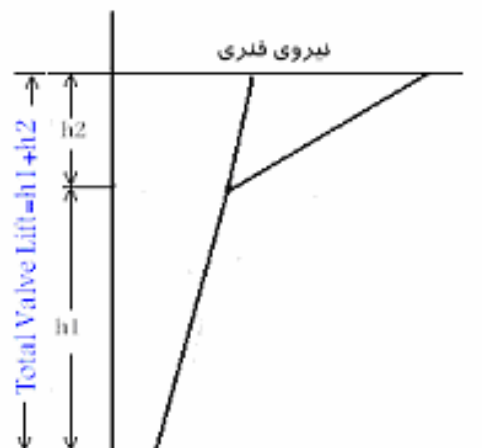
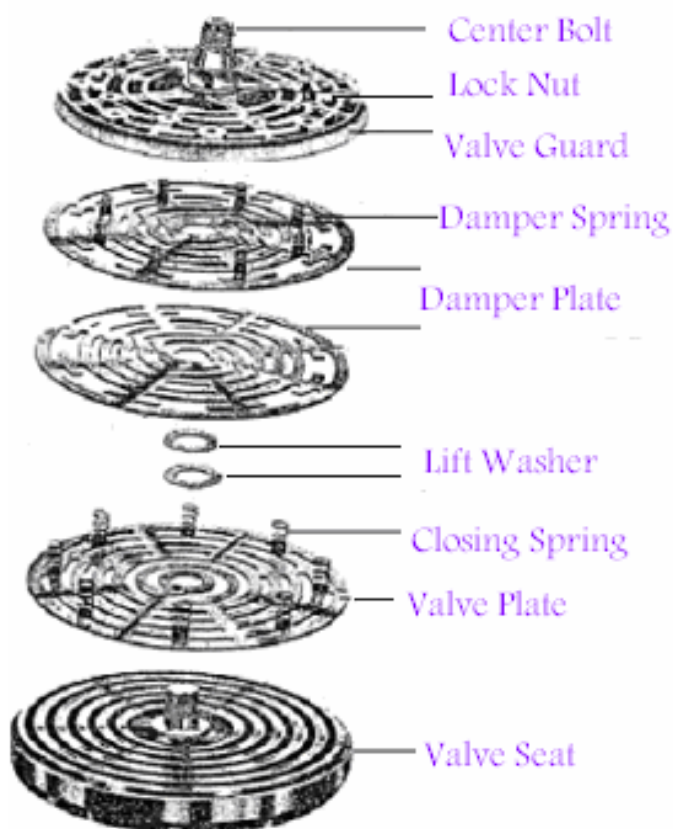
۱-روش مکانیکی

۲-استفاده از فشار گاز Gas Cushion

استفاده از ترکیب دو روش فوق

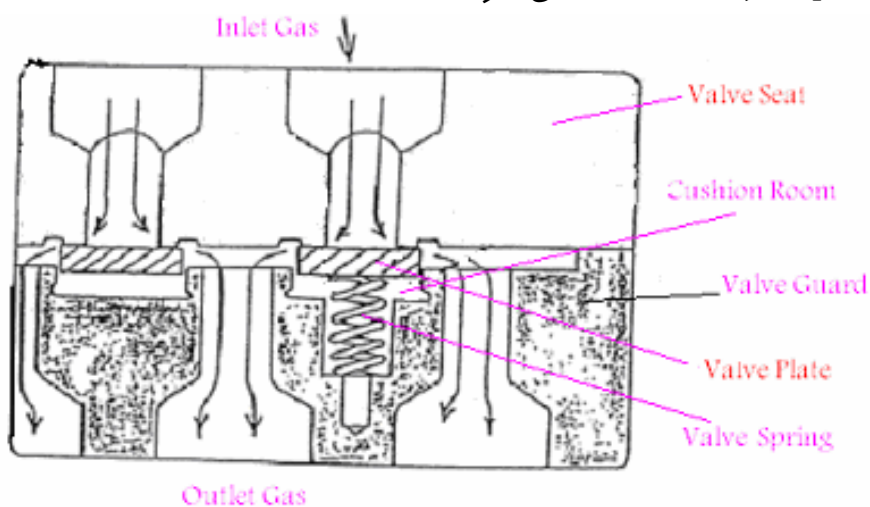
### **متعادل کردن ضربات نرمال روی ولوپلیت ها به روش مکانیکی**

در این روش ضربات در حین باز شدن به توسط ترتیب آرایش مخصوص فنرها و صفحه های ضربه گیر Dampener Plate ای که پشت Valve Plate قرار می گیرند خنثی می شود(به جای اینکه ولو پلیت روی بدنه ضربه بزند و صدمه ببیند صفحات ضربه گیر ضربه می بینند) و از ضربه مستقیم Valve Plate با Stop Plate ممانعت می شود و باعث افزایش طول عمر ولو می شود که این صفحات Dampener Plate بستگی به طراحی ولو و شرایط عملیاتی و کمپرسور بصورت تکی یا چندتایی پشت سرهم نصب می شوند .  
در شکل زیر شمائی از این نوع ولوها و قطعات داخلی آن نشان داده شده است.



### متعادل کردن ضربات مرمال روی ولوپلیت هابا استفاده از فشار گاز Gas Cushion

در این روش روی Stop Plat های ولو های خروجی شیارهائی تعبیه می کنند که وقتی Valve Plate در حال حرکت است مقداری گاز در این ناحیه حبس شده و با حرکت ولوپلیت به داخل آن یک نیروی برگرداننده روی ولوپلیت وارد می کند ( در اثر تراکم گاز حبس شده ) و باعث کند شدن حرکت Valve Plate و کم شدن ضربه به Valve Plate و Stop Plate می شود .



در اکثر ولوهای امروزی از ترکیب دو روش فوق استفاده می شود بعلاوه اینکه Valve Plate ، راز جنس های غیر فلزی مخصوص که خیلی سبکتر از نوع فلزی آنهاست می سازند تا از اعمال ضربه زیاد روی Stop Plate جلوگیری می شود .

### **ولوهای خراب و روش های تشخیص آنها**

هنگامی که یکی از ولوهای ورودی یا خروجی کمپرسور خراب می شود درجه حرارت سیلندر و گاز داخل کمپرسور شروع به افزایش می کند. چنانچه شیر ورودی خراب شود گاز داخل سیلندر که در اثر تراکم شدن گرم شده است مجدداً به قسمت ورودی Suction Line گاز نشت می کند و باعث افزایش درجه حرارت گاز ورودی که باید نسبتاً خنک باشد می شود و باعث گرمتر شدن گاز خروجی و بالا رفتن دمای سیلندر می شود .

هنگامی که ولو خروجی خراب می شود گازی که در اثر تراکم گرم شده و از سیلندر خارج شده است ( به هنگام برگشت پیستون) مجدداً به داخل سیلندر کشیده می شود و باعث ازدیاد تصاعدی حرارت گاز خروجی و سیلندر کمپرسور می شود . خراب بودن ولو خروجی شرایط نامساعد را تسریع می کند .

خراب بودن ولو ورودی را با گرم شدن آن می توان تشخیص داد ولی خرابی ولو خروجی مشکل تر است و معمولاً از افتادن فشار مرحله بعد کمپرسور می توان به آن پی برد . لازم به توضیح است که ولوهای خراب با لرزش و سر و صدا کار می کنند که با گوش دادن به آن توسط یک میله یا پیچ گوشتی و یا با استفاده از دستگاههای لرزش سنجی مخصوص یا با استفاده از منحنی های PV براحتی ولو خراب را از بین تعداد زیاد ولو شناسائی نمود که در بخش های بعدی سیستم های Condition Monitoring توضیحاتی ارائه گردیده است .

مشکلات اساسی کمپرسور ولوها عبارتند از:

۱- شکسته شدن گسکت زیر ولو

۲- شکسته شدن فنرها چانل و کراب ولو

۳- ورود ذرات جامد داخل کمپرسور

۴- کک گرفتن ولو

### **وقتی یک ولو خراب باز می شود موارد زیر باید دنبال شود**

ولوها قبل از تعمیر باید مورد آنالیز و بررسی دقیق قرار گیرند و حتی الامکان عامل اصلی خرابی پیدا و گزارش گردد. این موارد عبارتند از:

۱- آیا خرابی ولو بعد از تعمیر اتفاق افتاده است.

۲- آیا نقرات عملیات تعویض شده اند.

۳- آیا نوع روغن روانکاری داخل سیلندر تغییر کرده است .

۴- آیا همه کمپرسورها این شرایط را دارند.

۵- آیا خرابی بصورت فصلی است.

۶- آیا شرایط عملیاتی واحد تغییر کرده و ...

جدول زیریک نمونه ازاین کاررانشان می دهد

[illegible]

خودشکل باشد باعث بالارفتن درجه حرارت کاور می شود.

لازم به توضیح است که در صورت مشاهده شل بودن در اولین فرصت باید رفع عیب گردد و کار کردن بیشتر کمپرسور در این وضعیت می تواند منجر به شکسته شدن کسکت (وافتادن داخل سیلندر) و اعمال ضربات شدید در محل قرارگیری ولو داخل سیلندر و آسیب دیدن سیلندر شود.  
در جدول زیر نیز چک لیست مواردی که روی ولوها باید انجام شود نشان داده شده است.

### چک لیست مورد نیاز کمپرسور ولوها

DATE 1386/08/12

USE (X) TO DENOTE LOCATION OF CHANNEL AND/OR SPRING FAILURE

COMPRESSORS: C-601 A/B/C

VALVE NUMBER: S2-601-28

|                              |                                          |                                           |                                         |                                            |
|------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
| GASKET<br>CONDITION          | LEAKING <input type="checkbox"/>         | BROKEN <input type="checkbox"/>           | GOOD <input type="checkbox"/>           | REPLACED <input type="checkbox"/>          |
| VALVE<br>CONDITION           | CLEAN <input type="checkbox"/>           | DIRTY <input type="checkbox"/>            | LOOSE<br>SCREW <input type="checkbox"/> | BROKEN<br>CHANNEL <input type="checkbox"/> |
|                              | WEAK<br>SPRING <input type="checkbox"/>  | BROKEN<br>SPRING <input type="checkbox"/> | COCKED <input type="checkbox"/>         |                                            |
| CRAB<br>CONDITION            | GOOD <input type="checkbox"/>            | LOOSE <input type="checkbox"/>            | CRACKED <input type="checkbox"/>        |                                            |
| OIL ON SIDE<br>OF CYLINDER   | SUF-<br>FICIENT <input type="checkbox"/> | DRY <input type="checkbox"/>              | WET <input type="checkbox"/>            |                                            |
| OIL ON BOTTOM<br>OF CYLINDER | SUF-<br>FICIENT <input type="checkbox"/> | DRY <input type="checkbox"/>              | WET <input type="checkbox"/>            |                                            |

TIME DOWN: FROM \_\_\_\_\_ TO \_\_\_\_\_

REMARKS: \_\_\_\_\_

CHIEF OPERATOR \_\_\_\_\_

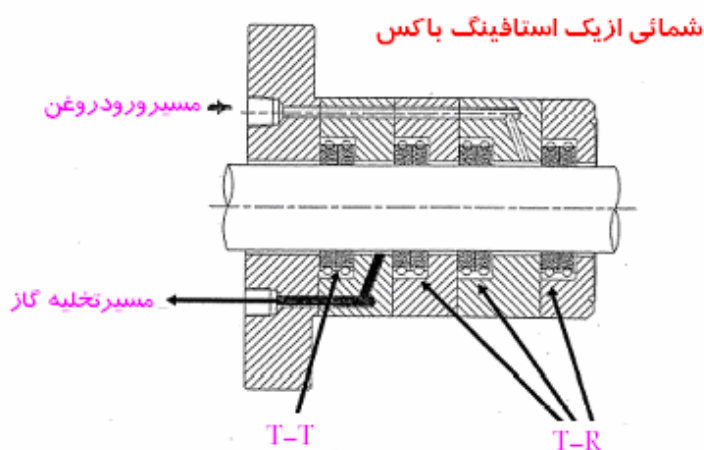
SHIFT \_\_\_\_\_

چک لیست فوق برای هر ولوی که از روی کمپرسور بازمی شود باید توسط اپراتورها تکمیل شود و در زمانی که سر سیلندر بازمی شود حتما باید وضعیت روغن داخل سیلندر گزارش و ثبت شود.

## سیستم آب بندی کمپرسورهای رفت و برگشتی

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

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



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

۱-رینگ های شعاعی Radial Seal Ring

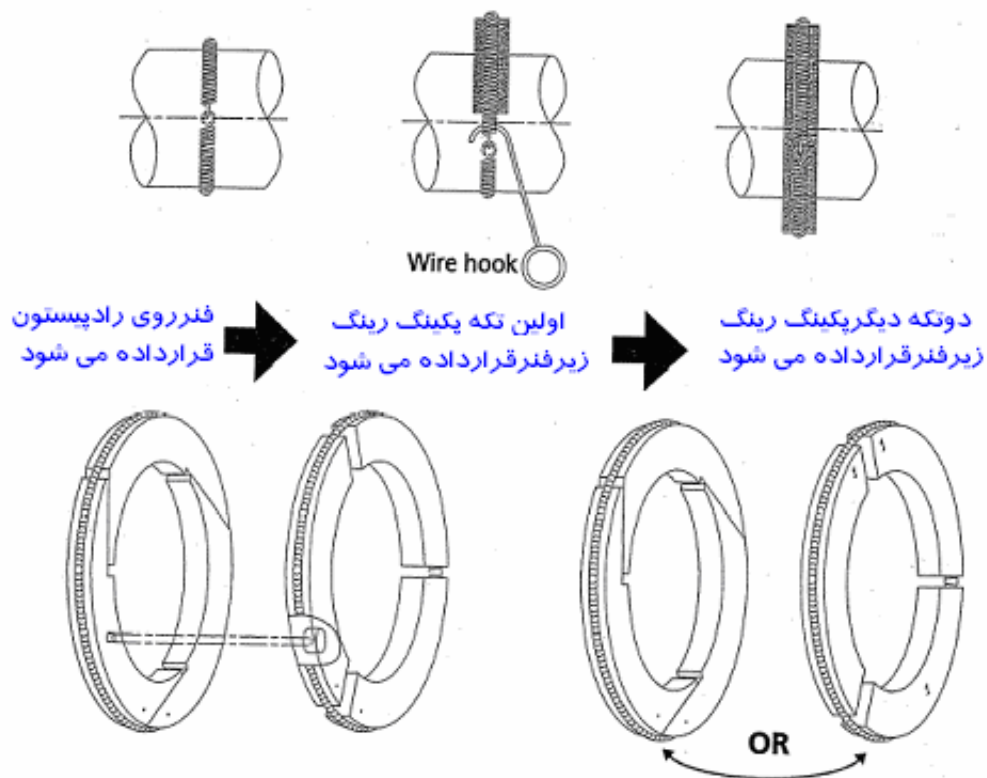
۲-رینگ های مماسی Tangential Seal Ring

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

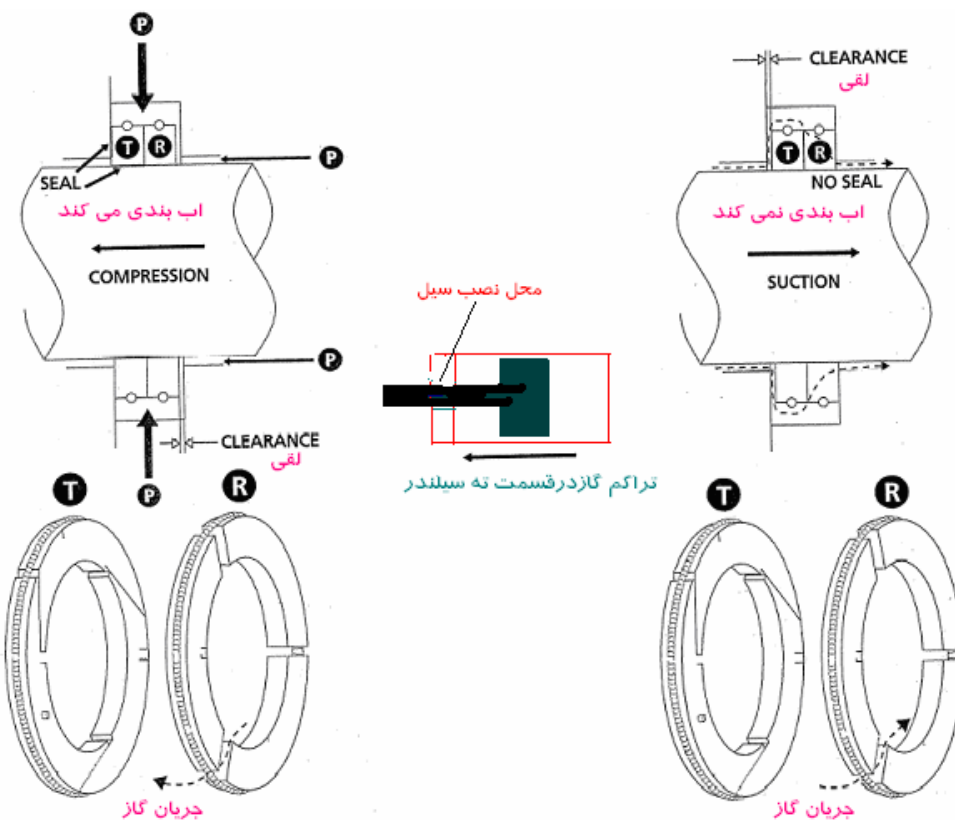
رینگ های شعاعی از سه قطعه تشکیل شده و برش آنها در جهت شعاعی می باشد که به توسط یک فنر Garter Spring روی Rod Piston نصب می شوند و با کلمه R نشان داده می شوند .

رینگ های مماسی نیز از سه قطعه تشکیل شده است منتها برش قطعات بصورت (مورب) مماسی است و طوری ساخته شده اند که می توانند بر روی یکدیگر بلغزند ( با کلمه T نشان داده می شوند) و در صورت سایش این قطعات با نیروی فنی که سه تکه را روی یکدیگر نگه می دارد بر روی هم می لغزند و عمل آب بندی را انجام می دهند

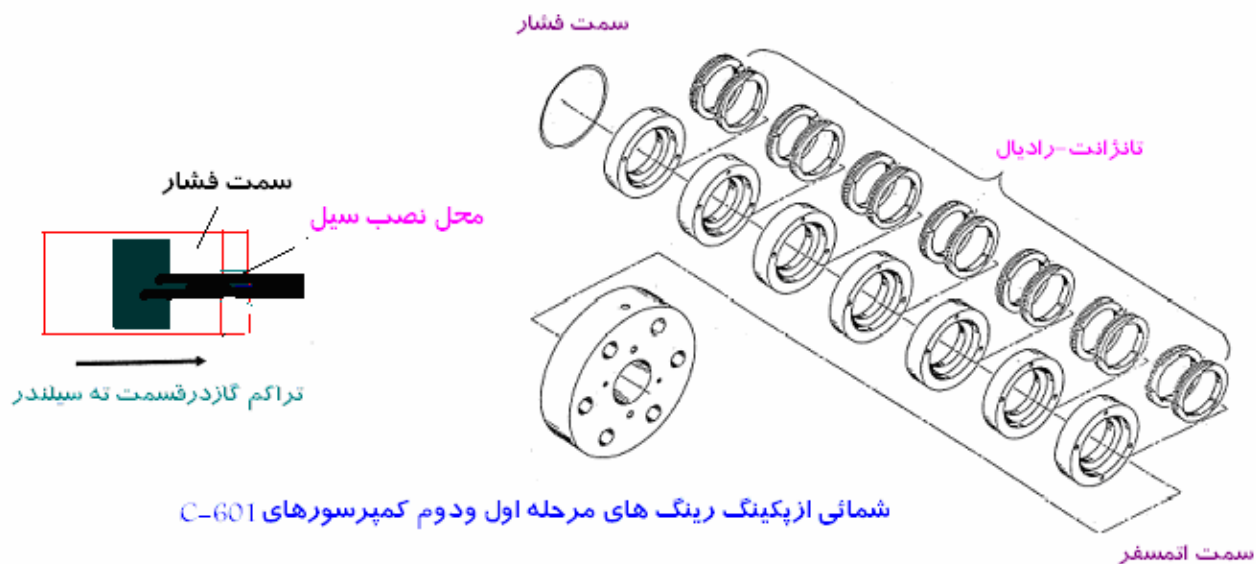
### مراحل نصب پکینگ رینگ های کمپرسورهای رفت و برگشتی



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



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



## انواع آرایش های رینگ های آب بندی

۱- رینگ های سری تانژانت + رادیال

الف -آرایش T-R

ب -آرایش نوع R-T

۲- آرایش رینگ های دو تانژانتی T-T

۳- رینگ های فشار شکن Pressure Breaker

۴- آرایش تانژانت Back Up Ring

## رینگ های سری تانژانت + رادیال

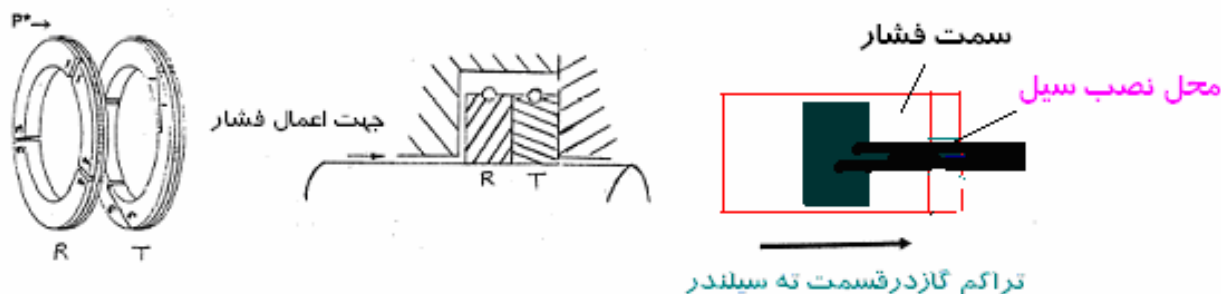
این آرایش در کمپرسورهایی که رینگ های آب بندی روغنکاری می شوند مورد استفاده قرار می گیرد که یکی از رینگ ها عمل آب بندی را انجام می دهد و رینگ دیگر به عنوان یک رینگ فشار شکن و آب بند کننده رینگ قبلی عمل می کند که بسته به نوع طراحی رینگ ها به چند صورت زیر مورد استفاده قرار می گیرند .

الف -آرایش R-T

ب -آرایش نوع T-R

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

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



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

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

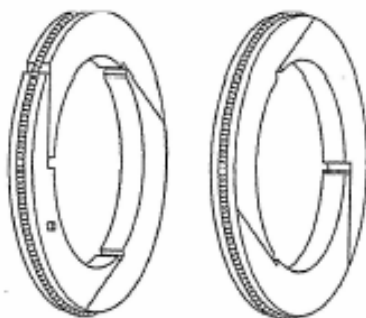


در این آرایش چون فقط یکی از رینگ های آب بندی با محور در تماس است (برخلاف آرایش قبلی که هر دو رینگ روی محور می چسبیدند) اصطکاک کمتری وجود دارد و حرارت کمتری هم تولید می شود که نتیجه آن بالاتر بودن طول عمر آن نسبت به آرایش نوع قبلی است.

در این نوع آرایش در مواقعی که محدودیت مکانی وجود دارد گاهی اوقات شیار های شعاعی روی سطح جلوئی رینگ تانژانسی (طرف فشار) تعبیه می شود که باعث نفوذ گاز به کاسه آب بندی و استفاده از فشار گاز برای آب بندی را فراهم می کند .

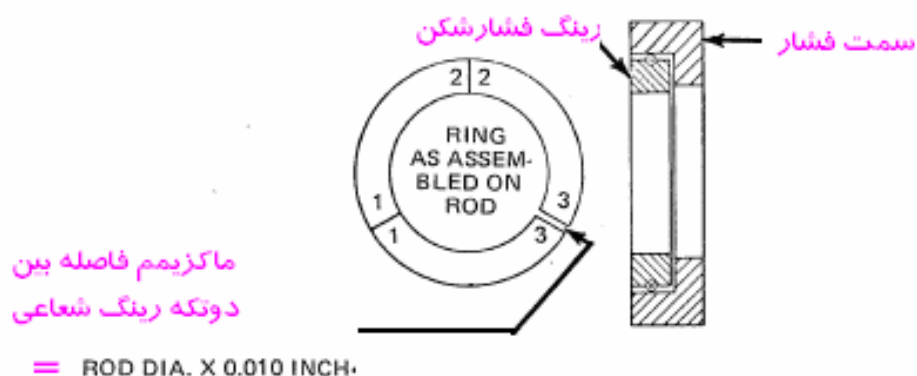
### آرایش رینگ های دو تانژانسی T-T

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



## رینگ های فشار شکن Pressure Breaker

این نوع رینگ ها از نوع حلقه شعاعی هستند که ضخامتشان مقداری بیشتر از رینگ های شعاعی معمولی است و جنس آنها نیز فلزی می باشد و در فشارها و درجه حرارت های بالا بکار گرفته می شوند . این حلقه های فشار شکن معمولا در اولین کاسه مقابل فشار نصب می شوند تا نوسانات تغییرات فشار به رینگ های بعدی را به حداقل برسانند و نکته حائز اهمیت این است که حتما باید فاصله کمی بین قطعات آن (طبق شکل زیر) اشد در غیر این صورت باعث از بین رفتن سریع آنها می شود .



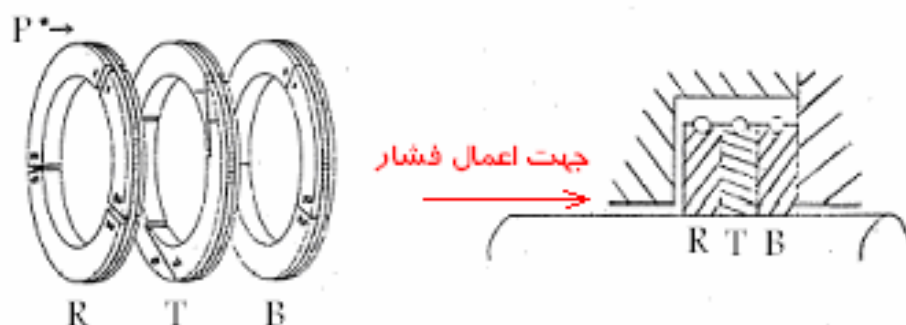
لازم به توضیح است که رینگ فشار شکن در استافینگ باکس مرحله سوم کمپرسورهای ۶۰۱ استفاده شده است.

## آرایش تانژانت- رادیال-پشتیبان

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

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

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



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

### علل خرابی Floating Packing

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

۱- افزایش درجه حرارت محفظه آب بندی

که عوامل آن می تواند ناشی از :

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

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

پ- چسبندگی پیستون رینگ ها و عدم کارآیی آنها .

د- خرابی ولوهای ورودی و خروجی کمپرسور.

۲- روغنکاری نامناسب

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

۳- تغییرات ناگهانی درجه حرارت

که ناشی از بارگذاری یا تغییر Load ناگهانی است نیز باعث خرابی سیل ها می شود .

۴- رطوبت محیط

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

۵- تماس گاز با مواد خارجی

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

۶- اندازه نبودن آب بند روی Rod Piston .

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

۸- خراب بودن ، ناصاف بودن و خمیدگی Rod Piston Run Out

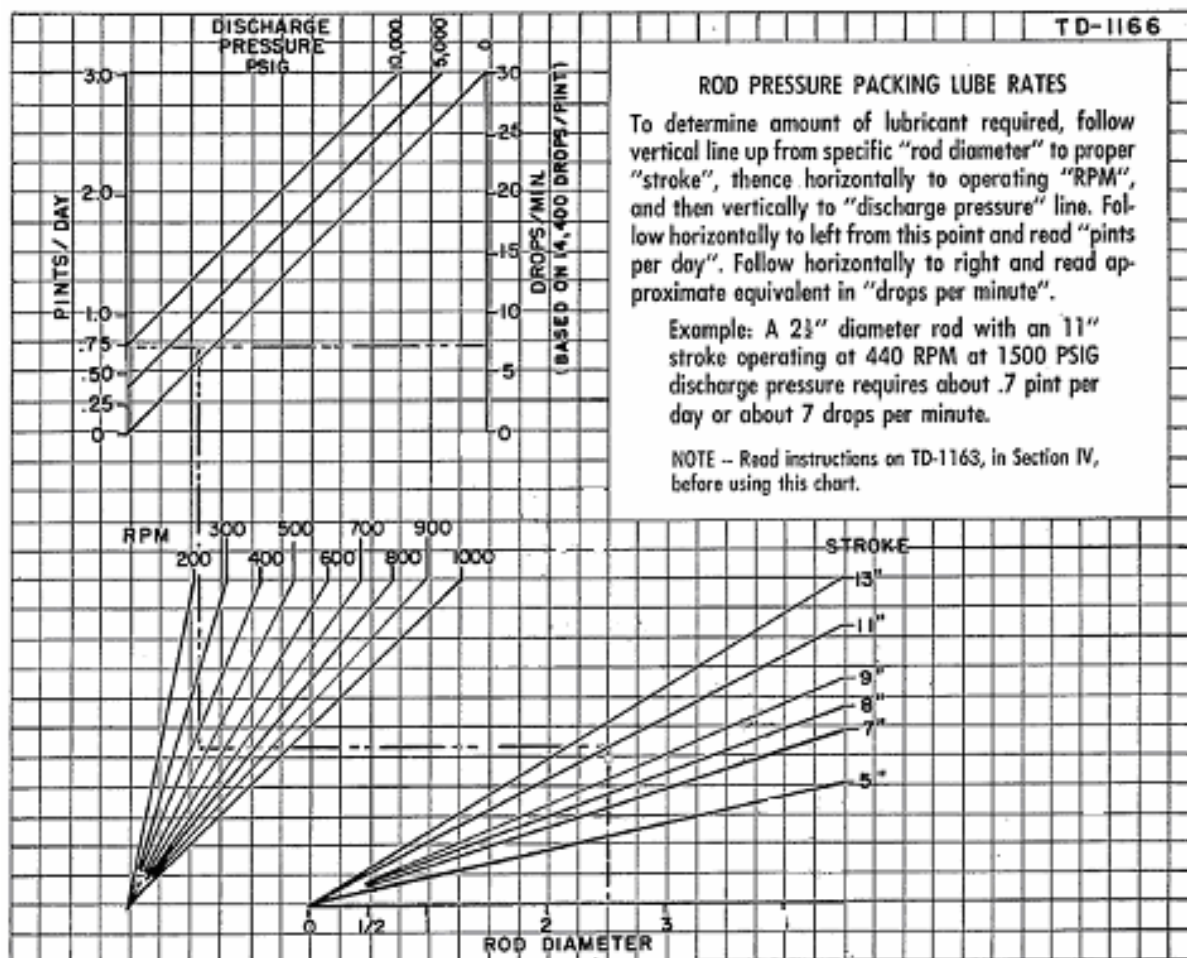
## علل نشتی Floating packing Rings

- ۱-سایش و خراش و ناصافی روی سطح تماس رینگ ها یا Cup یا کاسه ها یی که دران قرار می گیرند
- ۲-خرابی Rod piston در اثر خراشیدگی و کش آمدن ( لاغر شدن )
- ۳-نصب غلط رینگ های آب بندی ( جا به جا بستن رینگ های شعاعی و مماسی یا نبودن بین روی آنها
- ۴-زیاد بودن اختلاف ضریب انبساط رینگ ها و Rod Piston .
- ۵- Run out بیشتر از حد مجاز Rod Piston .

## مقدار روغن مورد نیاز رینگ های آب بندی

برای کاهش دادن اصطکاک بین پکینگ رینگ هاودسته پیستون و جذب وانتقال حرارت ناشی ازان دراکثر کمپرسورهای رفت و برگشتی پکینگ رینگ هانیازبه روانکاری دارند.مقدار روغن جهت روانکاری رینگ های آب بندی بستگی به فشارداخل استافین باکس دور کمپرسور مقدارکورس دسته پیستون و همچنین قطر ان دارد که منحنی های زیر مرجع مناسبی برای این کار می باشد.البته مطلوب است تجربیات کاری نفرات تعمیرات و عملیات نیز ملحوظ شود.

### LUBRICATION RATES FOR COMPRESSOR PISTON ROD PRESSURE PACKING

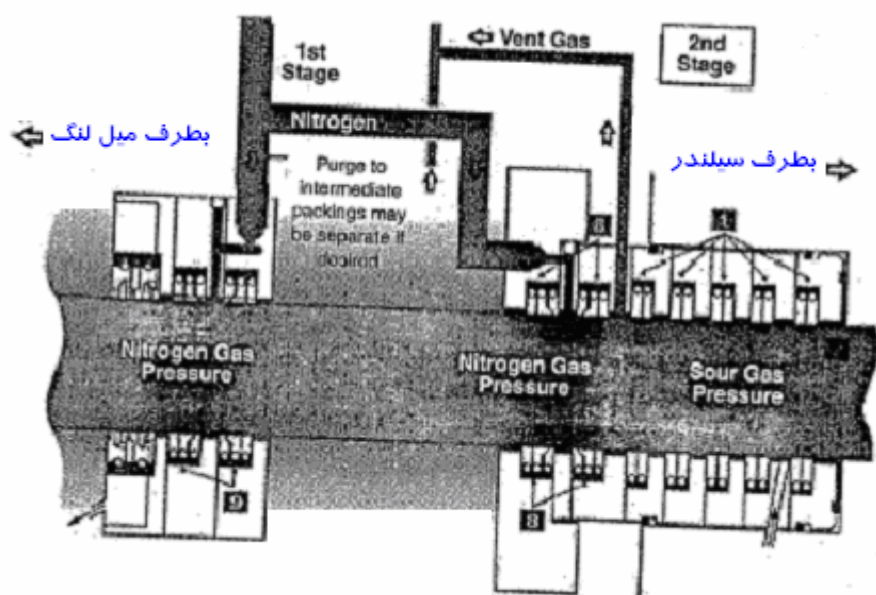


## مراقبت های ویژه از رینگ های آب بندی

- ۱- دقت در حمل قطعات و صدمه ندیدن آنها ( ترک ، خط ، خش و ... )
  - ۲- بستن آنها طبق توصیه های کارخانه های سازنده و نقشه ها
  - ۳- تمیز کاری کلیه قسمت ها در حین بستن آنها
  - ۴- اطمینان از هم محور بودن استافین باکس با Rod Piston .
  - ۵- اطمینان از روغنکاری مناسب
  - ۶- استفاده از روغنهای سنگین تر و به مقدار بیشتر هنگام نصب سیل های نو و حتی ریختن دستی روغن قبل از راه اندازی و کار کردن آن به مدت چندین ساعت در حالت Unload درحین سایز شدن سیل ها.
  - ۷- با دقت حمل کردن سیل ها و هوشمندانه نصب کردن آنها
  - ۸- بار گذاری تدریجی روی کمپرسور
  - ۹- اطمینان از عملکرد سیستم خنک کاری
  - ۱۰- مراقبت از Rod Piston در موقع حمل و محافظت محل قرار گیری سیل ها روی آن .
- لازم به توضیح است که در قسمت انتهائی محفظه استافین باکس و از بین Packing Ring های و آخری و یکی مانده به آخر مسیری به عنوان Vent در نظر گرفته شده که بسته به شرایط عملیاتی گازهای نشت شده به اتمسفر به یک محیط Safe مثل Flare منتقل می شود که با استفاده از Flow Meter یا نصب یک عدد Pressure Gage مقدار گازهای نشت شده قابل اندازه گیری است و وقتی نشتی از حد مجاز بالاتر می رود باید سیل ها جهت تعمیر در اختیار تعمیرات قرار داده شود .
- همچنین با لمس کردن مسیر Vent نیز می توان پی به وضعیت Seal ها برد هر چه این مسیر گرمتر باشد مبین نشت زیاد گاز از داخل کمپرسور به طرف بیرون است .
- جهت آب بندی بهتر کمپرسور های رفت و برگشتی در سال های اخیر رینگ های آب بندی وارد صنعت شده است که از لحاظ اصول کارونحوه آب بندی با سیستم های قدیمی مشابیه اند ولی از لحاظ شکل ظاهری و فرم ایرودینامیکی لبه های قسمت های داخلی رینگ ها که مهمترین قسمت آب بندی است و همچنین نوع جنس استفاده شده با رینگ های قدیمی متفاوت بوده و شرایط کاردهی ونحوه آب بندی ومیزان نشتی وسایش دسته پیستون وهمچنین طول عمر آنها نسبت به پکینگ رینگ های قدیمی به مراتب بهتر وبالاتر است که در شکل زیر یک نمونه از ان نشان داده شده است.



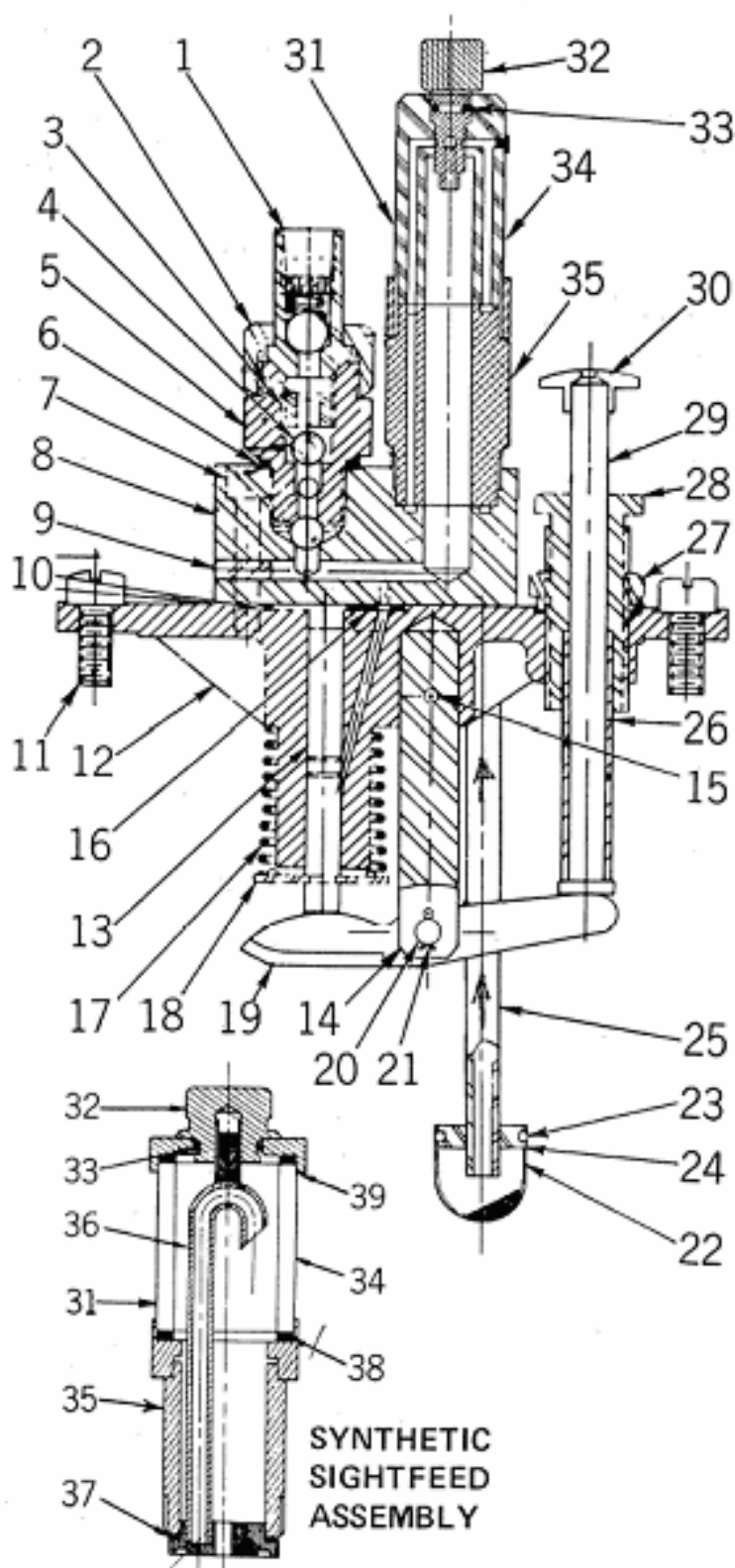
جهت جلوگیری از نشت گاز های خطرناک به محیط اطراف و کنترل بیشتر بر گازهای نشت شده در محفظه های استافین باکس جدید نیز تغییراتی داده و با تزریق مقداری گاز مناسب بی اثر در قسمت انتهایی محفظه استافین باکس و ایجاد یک فشار مثبت در مقابل مسیر خروجی علاوه بر جلوگیری از نشت گاز داخل کمپرسور (که بزرگترین مشکل آب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



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

### سیستم های روغنکاری قطره ای

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



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

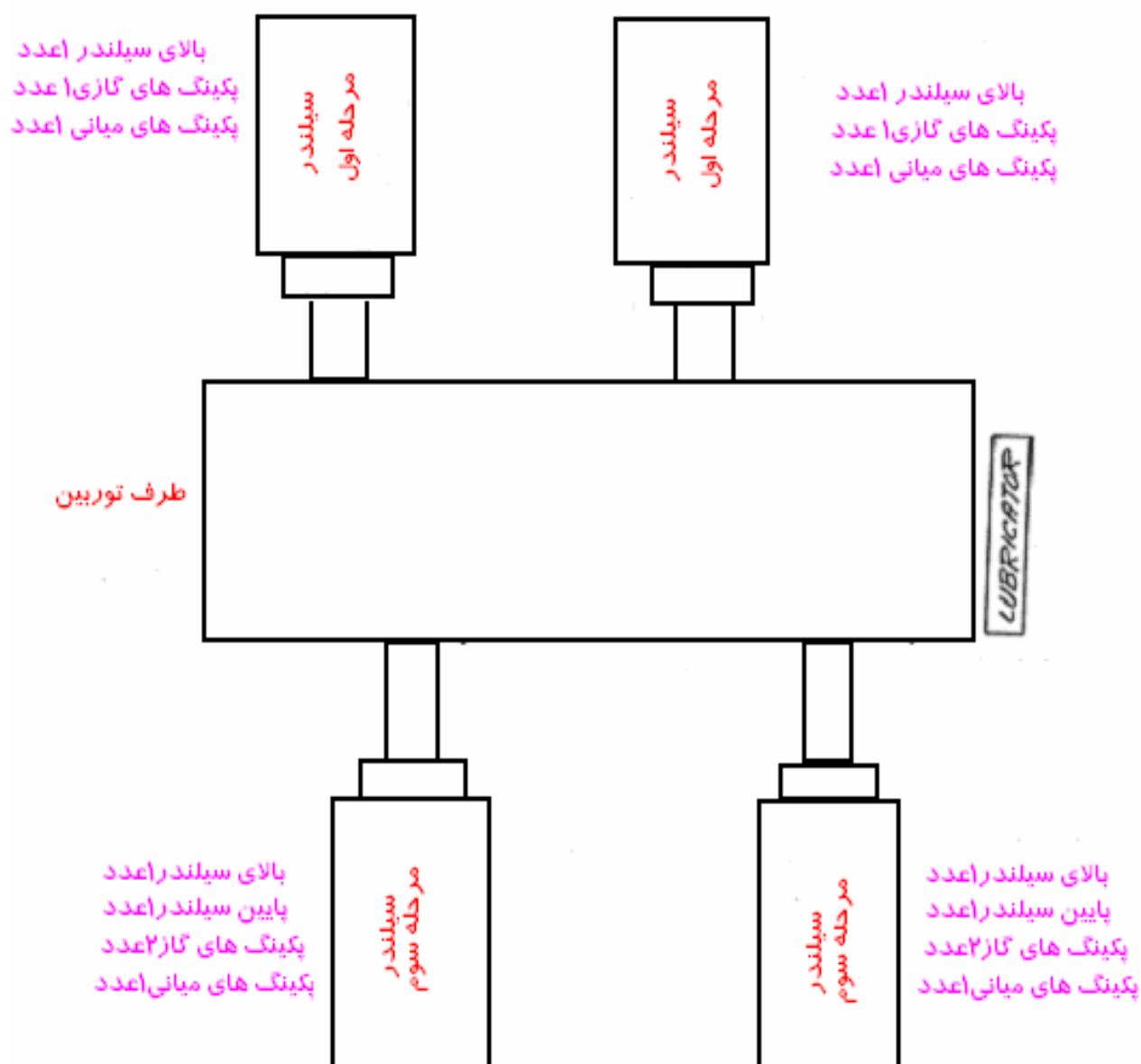
وقتی پلانجر به سمت پایین حرکت می کند در اثر تغییر حجم حاصله داخل سیلندر پمپ یک خلأ نسبی بوجود می آید و باعث وارد شدن روغن از طریق صافی مسیرلوله ورودی یا Drip Tube و Sight Glass می شود و با حرکت کردن پلانجر به سمت بالا ( با نیروی میل بادامک ) شیر یک طرفه ورودی مسیر ورودی بسته می

شود و با بالا رفتن فشار داخل سیلندر شیر یک طرفه خروجی باز می شود و روغن از طریق لوله ها به جاهای مورد نظر پمپاژ و رانده می شود .

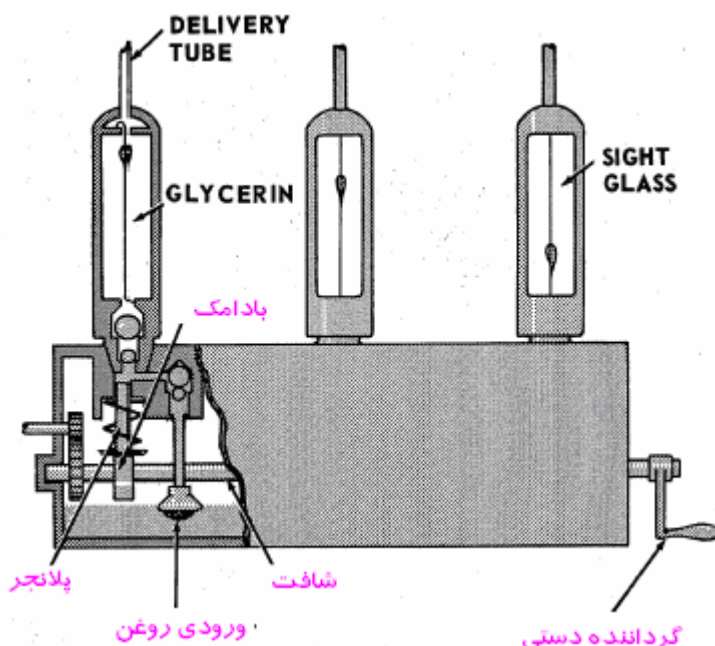
لازم به توضیح است که هر پمپ قطره ای فقط یک قسمت را روغنکاری می کند و برای روغنکاری جاهای مختلف مثل بالای سیلندرها ، پایین سیلندرها و سیل های مراحل مختلف نیاز به پمپ های قطره ای متعددی است که همگی روی مجموعه Manzel Lubricator نصب شده اند .

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

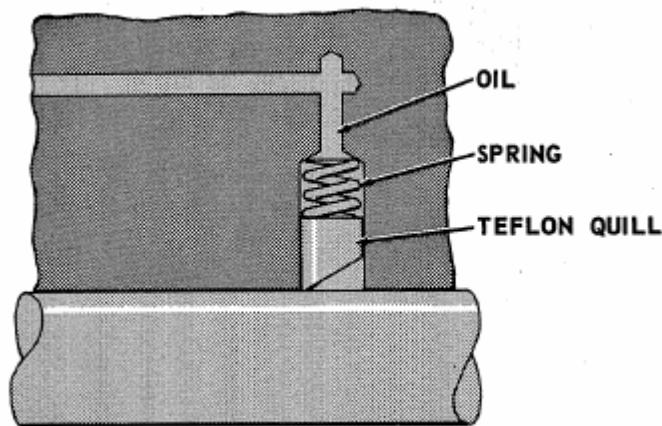
در شکل زیر نقاطی از سیلندرها ی کمپرسورهای ۶۰۱ که توسط سیستم روغنکاری قطره ای روغنکاری می شوند نشان داده شده است.



در شکل زیر شمائی از یک Manzel Lubricator که در قسمت انتهای میل لنگ کمپرسورهای رفت و برگشتی نصب می شود نشان داده شده است.

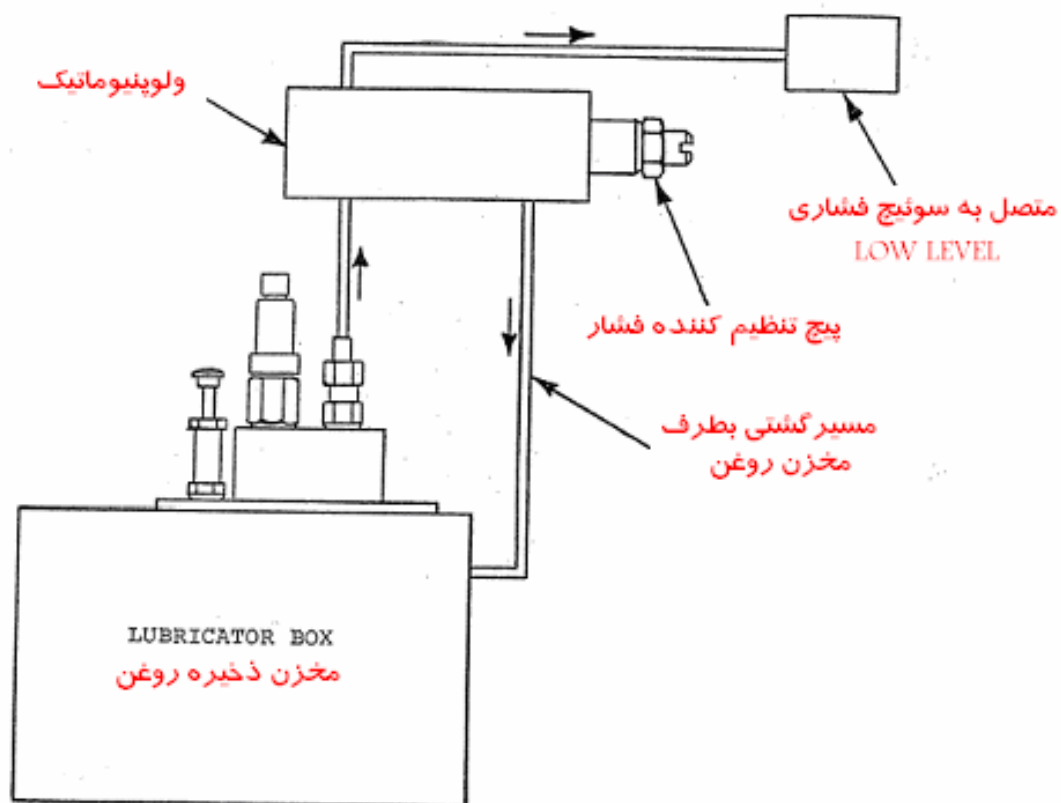


همچنین برای جلوگیری از برگشت گاز داخل کمپرسور به داخل لوله های روغن معمولاً از Check Valve استفاده می شود تا امکان عکس شدن جریان گاز به داخل روغن که خیلی مواقع می تواند خطرناک هم باشد جلوگیری شود .



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

شماتی از لوله کشی سیستم  
LOW LEVEL ALARM



## انواع آب بندی کمپرسورهای رفت و برگشتی

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

۱- سیل های اصلی Gas seal

۲- سیل های میانی Center Seal

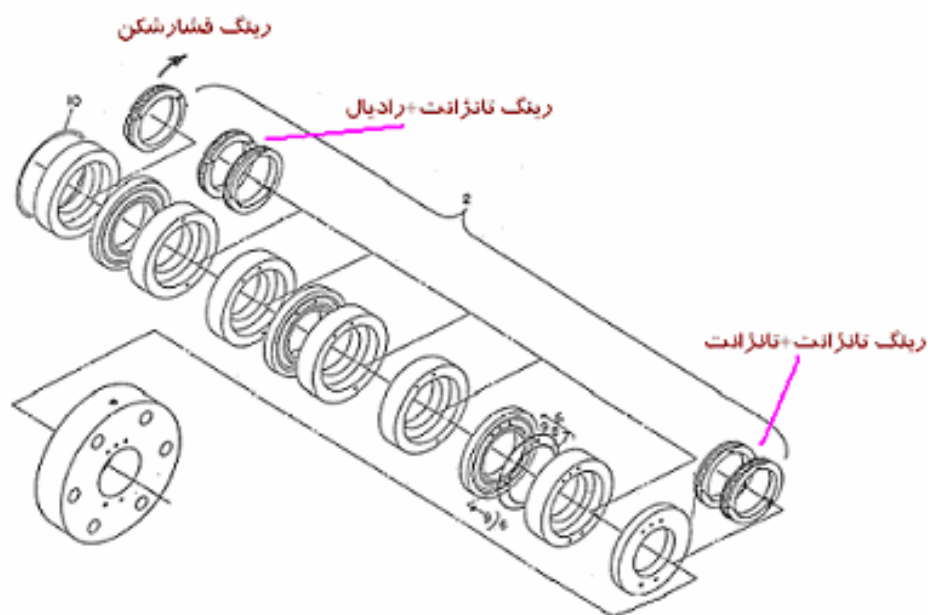
۳- سیل های روغنی Wiper Ring

که به شرح آن می پردازیم :

### سیل های اصلی Gas seal

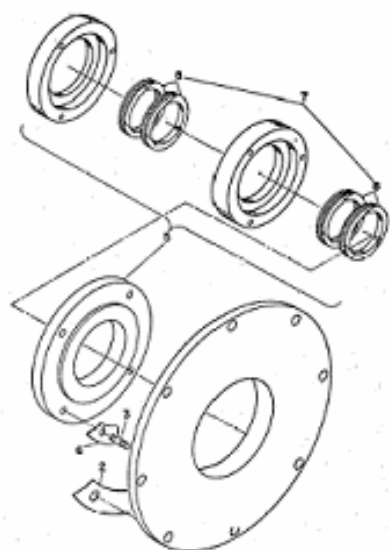
برای جلوگیری از خارج شدن گاز داخل کمپرسور به محیط بیرون روی قسمت ته سیلندر نصب می شود و آنجا را آب بندی می کند که از سری رینگ های تانژانت - رادیال با آرایش مختلف بعلاوه Back up Ring ها و Pressure Breaker Ring ها استفاده می شود که قبلا راجع به آنها توضیح داده شده که باید طبق آرایش توصیه شده توسط کارخانه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

### شماتی از سیستم آب بندی مرحله سوم کمپرسورهای C-601



### سیل های میانی Center Seal

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



شمائی از سیل های میانی

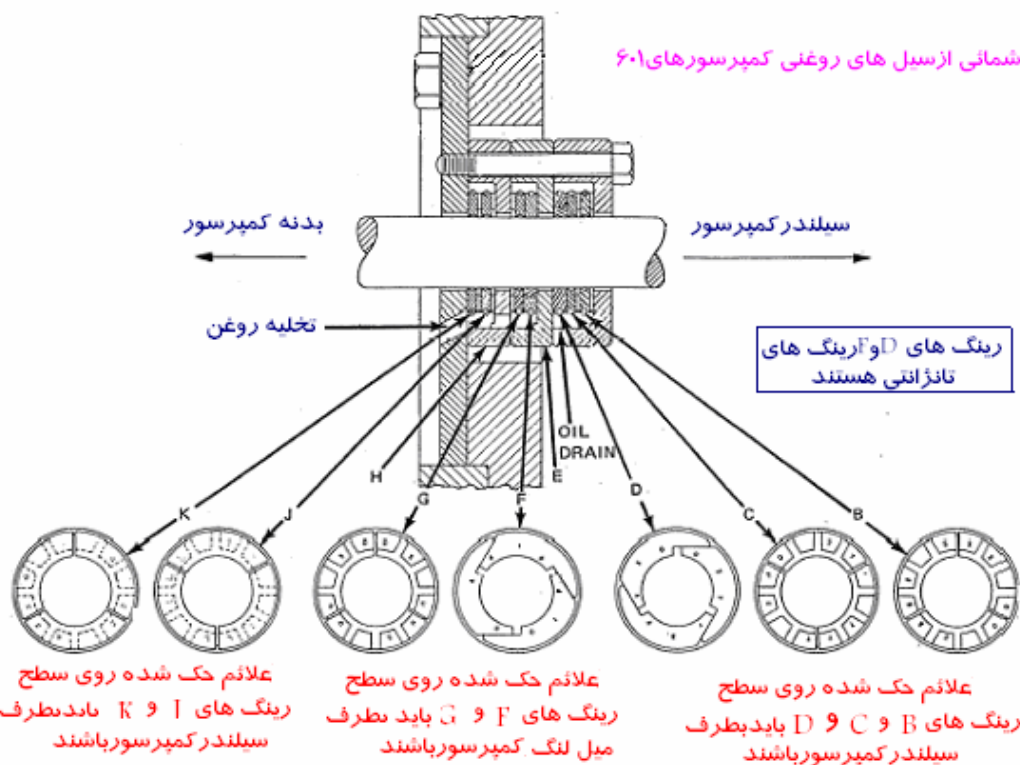
CENTER SEAL

کمپرسورهای ۶۰۱

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

### سیل های روغنی Wiper Ring

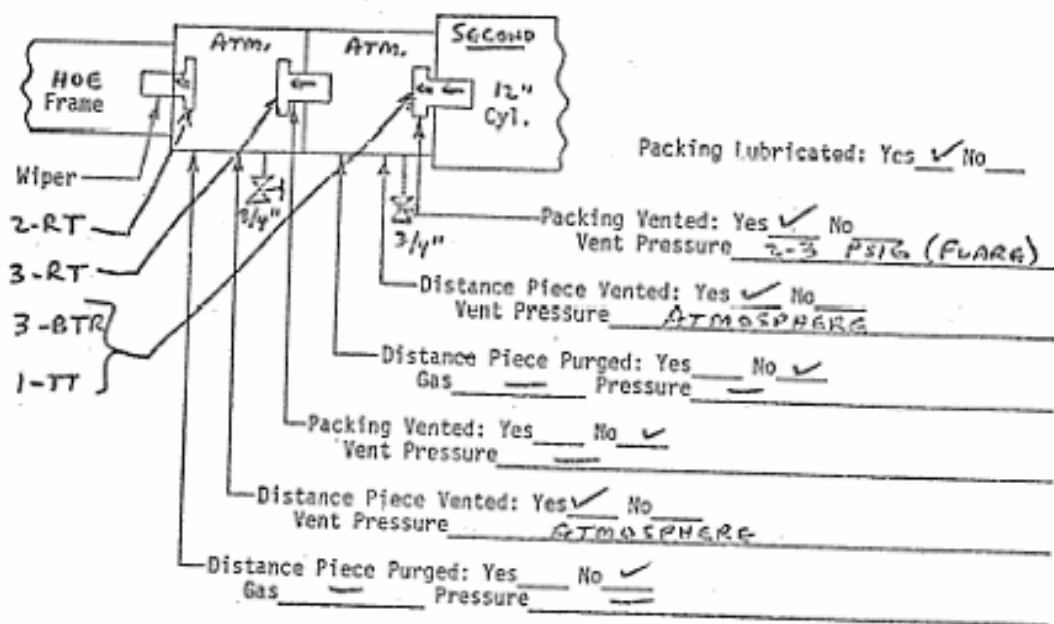
برای جلوگیری از پرتاب شدن روغنی که برای روغنکاری سیستم Cross Head (توسط سیستم Lube oil) استفاده می شود به سمت داخل کمپرسور از رینگ های روغنی که بصورت رینگ های شعاعی و با فرم مخصوص اند استفاده می شود (از طرف Cross Head) و برای کم کردن نشتی و .....



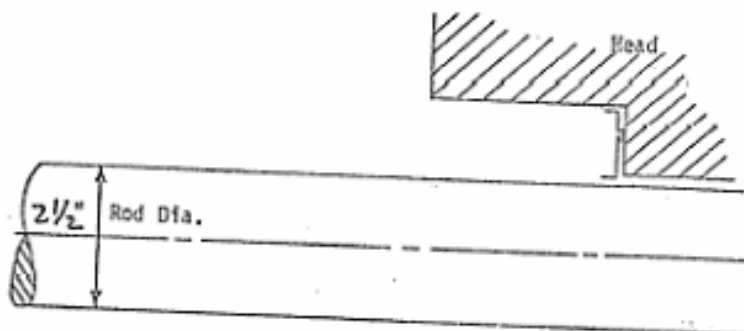
عدم ورود گازی که احتمالاً از سیل های میان خارج شده به داخل سیستم روغن از یک یا چند Set سیل تانژانتی دوبله بعد از سیل های روغنی (به طرف کمپرسور) استفاده می شود که از نفوذ گاز به داخل روغن ممانعت می کند که به این مجموعه Stuffer And Packing گفته می شود و حتماً باید طبق توصیه های کارخانه سازنده و نقشه های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

### نقشه های سیل های کمپرسورهای Cooper

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

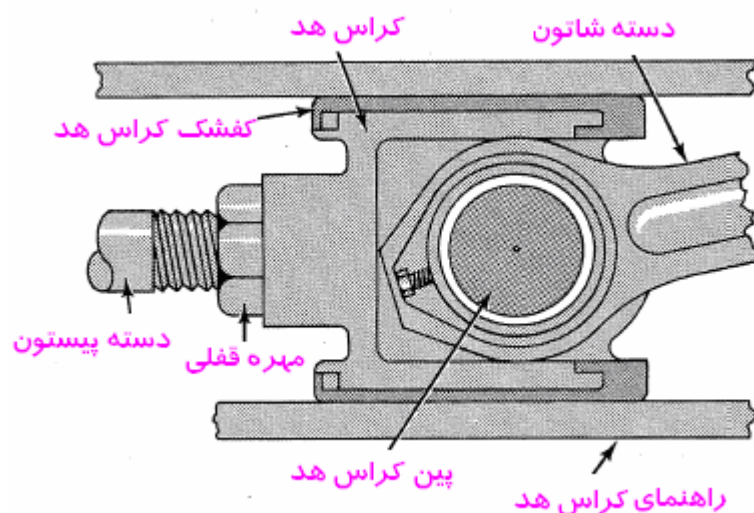


T = Tangent cut ring  
R = Radial cut ring  
B = Back-up ring

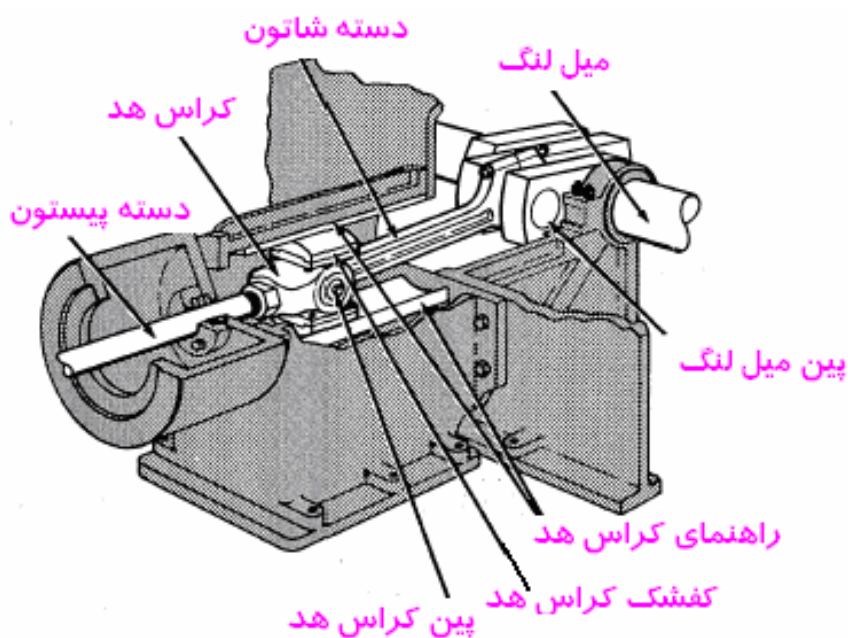


## کراس هد Cross Head

به واسطه بین دسته پیستون Rod Piston و دسته شاتون Connecting Rod کراس هد گفته می شود که وظیفه آن گرفتن حرکت های جانبی Rod piston است تا بتواند یک حرکت کاملا رفت و برگشتی به پیستون و دسته پیستون بدهد.



در شکل های زیر شمائی از یک Cross Head و محل قرار گیری آن روی بدنه Frame Extension نشان داده شده است .



همانطور که ملاحظه می کنید کراس هد از قطعات زیر تشکیل شده است :

۱- بدنه

۲- شیمزهای تنظیم

۳- پین کراس هد Cross Head Pin

۴- کفشک Shoe

یک طرف بدنه محل قرار گیری پین کراس هد است و طرف دیگر آن محل پیچ شدن Rod Piston در آن است .

### شیمزهای تنظیم

از شیمزها برای تنظیم Clearance بین کفشک ها Cross Head Guide و Shoe و همچنین برای تنظیم نمودن Run Out دسته پیستون (که در بخش های بعدی راجع به آن بحث می شود) در قسمت های بالا و پایین Shoe ها قرار می گیرند .

### پین کراس هد Cross Head Pin

اتصال بین Cross Head و دسته شاتون است و به عنوان یک مفصل حرکت دورانی میل لنگ را از طریق دسته شاتون به کراس هد منتقل می کند

### کفشک Shoe

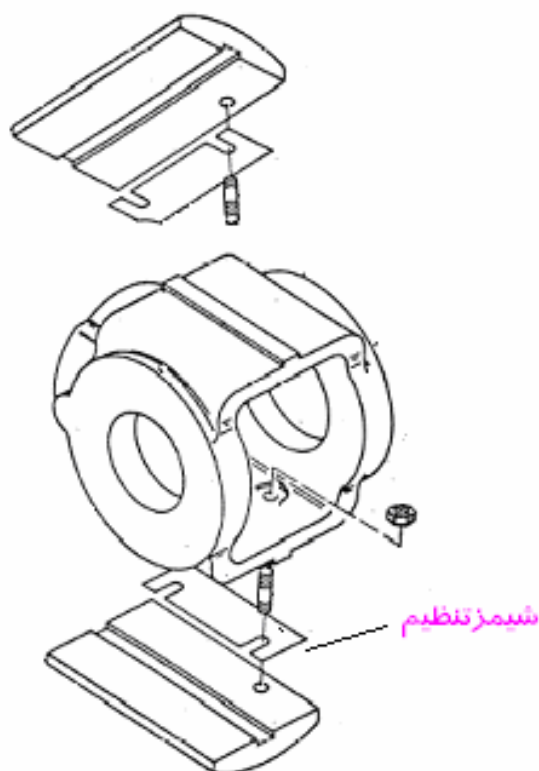
کفشک ها در قسمت های فوقانی و تحتانی کراس هد نصب می شوند و کراس هد روی آنها در داخل Cross Head Guide حرکت می کند. جنس آنها از با بیت های مخصوصی است که ضعیف تر از جنس Cross Head Guide است و در صورت بروز مشکل براحتی و با هزینه بسیار پایین قابل تعویض هستند .

لازم به توضیح است که مسیر حرکت Cross Head در قسمت های بالا و پایین آن توسط سیستم روغن روانکاری Lube oil کمپرسور روانکاری می شود و این قطعات روی فیلمی از روغن حرکت می کنند.

همانطور که قبلا نیز توضیح داده شد کراس هد از یک طرف با دسته پیستون یا Rod Piston (که در داخل آن پیچ می شود) و از طرف دیگر از طریق پین کراس هد با دسته شاتون در ارتباط است. میزان لقی پین کراس هد در بوش دسته شاتون از اهمیت زیادی برخوردار است که لقی آن حدود ده هزارم اینچ است و مسئله حائز اهمیت دیگر نحوه قرار گیری پین در داخل کراس هد است که باید بصورت فیت و با پرس جازده شود (با Interference حدود چهار تا شش هزارم اینچ) و در جای خود کاملاً ثابت قرار گیرد که اطمینان این کار با قفل Lock کردن پیچ های مربوطه حاصل می گردد

### روش تنظیم کلرنس کراس هد

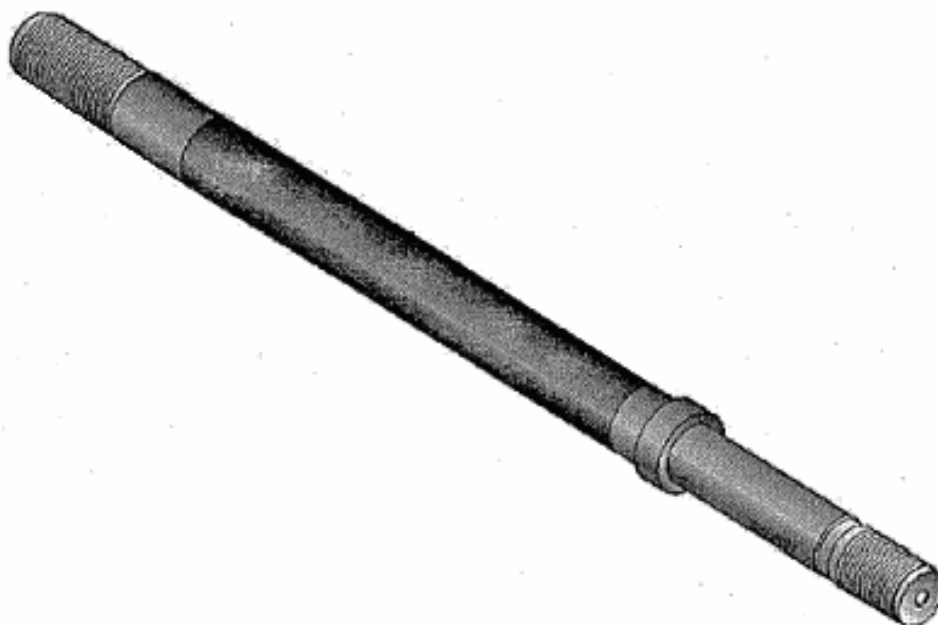
برای روانی حرکت کراس هد در محل حرکت آن باید بین قطعات ثابت و متحرک Cross Head Shoe و Cross Head Guide فاصله ای وجود داشته باشد که به این فاصله Clearance گفته می شود . که میزان این کلرنس باید در حد مجاز توصیه شده توسط کارخانه سازنده باشد که افزایش این فاصله باعث حرکت اضافی آن شده و نهایتاً این حرکت ها در غالب لرزش و ارتعاشات روی پکینگ ها و دسته پیستون و دیگر قطعات اعمال می شود و باعث کاهش طول عمر آنها می شود و همچنین کم بودن این فاصله باعث عدم روغن کاری و سوخته شدن آن می شود. که لازم است در تنظیم آن طبق توصیه های کارخانه سازنده اقدام شود که روش کار به این صورت است که با کم و زیاد کردن شیمز های بین Cross Head Shoe و بدنه کراس هد میزان لقی لازم که توسط فیلر گیج اندازه گیری می شود (البته باید شیمز ها باید طوری کم و زیاد شوند که وضعیت Run Out نیز به هم نخورد).



همچنین توصیه براندازه گیری این کلرنس در حالت گرم است یعنی پس از این که کمپرسور چند ساعت در سرویس است کمپرسور از سرویس خارج شده و این فاصله فیلرزده می شود. این فاصله در حالت سرد معمولا بین هیجده تا بیست هزارم اینچ و در حالت گرم در حد ده هزارم اینچ تنظیم می شود.

### دسته پیستون Rod Piston

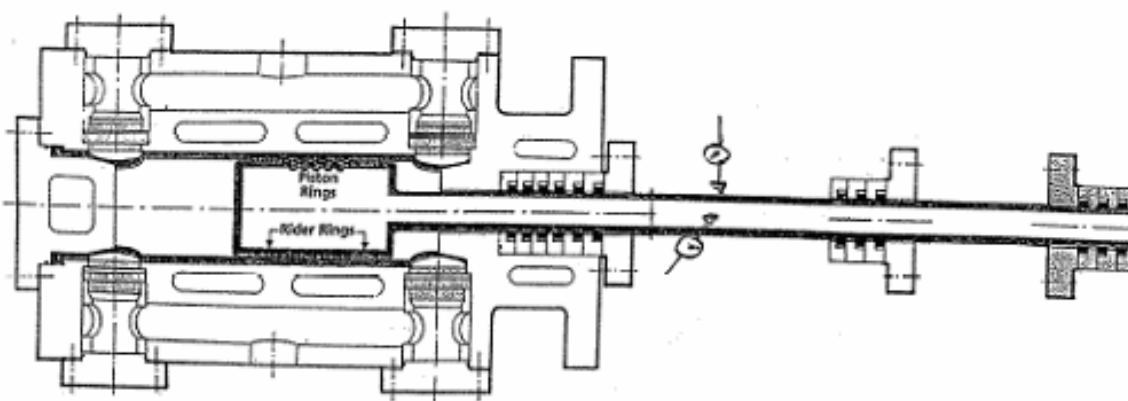
میله بسیار صاف و صیقلی و سخت و مقاومی است که حرکت رفت و برگشتی خطی Cross Head را به پیستون منتقل می کند که یک طرف آن روی پیستون Lock می شود و طرف دیگر آن در داخل Cross Head پیچ و به وسیله یک مهره قفل دار لاک می شود.



سطح Rod Piston توسط تنگستن کار باید یا فلزات سخت دیگر پوشش داده می شود و با صافی سطح بالایی سنگ زده می شود تا کمترین اصطکاک در ناحیه تماسی Packing Ring ها داشته باشد. توضیحا اینکه حرکت Rod Piston باید یک حرکت کاملا افقی باشد Run Out و خط مرکزی Cross Head و محور پیستون باید دقیقا روی یک خط قرار داشته باشند که در غیر این صورت باعث ایجاد تنش های خمشی ( علاوه بر تنش های کششی و فشاری ) در هر رفت و برگشت روی Rod Piston شده که علاوه بر پایین آمدن طول عمر آن و افزایش احتمال بریدن آن باعث حرکت های جانبی اضافی روی Packing Ring ها شده که علاوه بر ایجاد تنش باعث کاهش طول عمر سیل هانیز می شود.

### اندازه گیری Run Out

روش اندازه گیری Run Out به این صورت است که دو ساعت اندازه گیر در جهت های افقی و عمودی در جای مناسبی روی Rod piston قرار می گیرد و کمپرسور یک کورس از نقطه مرگ جلو تا نقطه مرگ عقب حرکت داده می شود و میزان انحرافات روی ساعت اندازه گیر قرائت می شود که این انحرافات اندازه گیری شده نباید بیشتر از حد مجاز توصیه شده توسط کارخانه سازنده باشد.



برای تصحیح میزان Run Out و آوردن آن در حد مجاز پس از اطمینان حاصل کردن از وضعیت پیستون رینگ های روش کار به این صورت است که با برداشتن شمیز از Shoe های زیری کراس هد و اضافه کردن آنها به قسمت بالای Shoe ها ( یا بالعکس بسته به اعداد خوانده شده از روی ساعت های اندازه گیر ) موقعیت خط مرکزی Centetr Line کراس هد را تغییر داد و آن را اصطلاحا با پیستون در یک خط قرار داد به طوری که ساعت های اندازه گیر در هر کورس در حد مجاز منحرف شوند.

لازم به توضیح است که تنظیم Run out دسته پیستون و تنظیم Clearance کفشک های کراس هر دو عمل جداگانه و متفاوت بوده که باید اندازه گیری و تصحیح گردد و توصیه براین است که در شرایطی که دستگاه به درجه حرارت کاری خود رسیده است مجددا اندازه گیری شود.

### حدمجاز Run Out کمپرسور های رفت و برگشتی

جدول زیر راهنمای بسیار مناسبی برای تعیین حد مجاز میزان Run Out رادپستون است. همینطور که ملاحظه می شود این مقدار در یک فاصله ۲۰۳ میلیمتری بیان می شود و در صورتی که کورس پیستون از این فاصله کمتر یا بیشتر شود میتوان با بستن یک تناسب ساده مقدار مجاز را به دست آورد. و همینطور در نظر گرفتن جنس و قطر پیستون در تعیین حد مجاز تاثیر گذار است.

### جدول حداکثر Run Out رادپستون کمپرسور های رفت و برگشتی براساس جنس پیستون

| پیستون های چدنی                                         |                                                                |                                                            |                        |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------|
| اختلاف خارج از Level بودن تقریبی رادپستون در طول ۸ اینچ | مقدار Run Out در جهت عمودی که روی ساعت اندازه گیر قرائت می شود | مقدار اولیه ای که باید پیستون پایین تراز کراس هد قرار گیرد | قطر پیستون بر حسب اینچ |
| 0.001 in.                                               | 0.0015 in.                                                     | 0.0045 in.                                                 | 22 and smaller         |
| 0.001                                                   | 0.0015                                                         | 0.0045                                                     | 24                     |
| 0.001                                                   | 0.0015                                                         | 0.0045                                                     | 26                     |
| 0.001                                                   | 0.0020                                                         | 0.0060                                                     | 28                     |
| 0.001                                                   | 0.0020                                                         | 0.0060                                                     | 30                     |
| 0.001                                                   | 0.0020                                                         | 0.0060                                                     | 32                     |
| 0.0015                                                  | 0.0025                                                         | 0.0075                                                     | 34                     |
| 0.0015                                                  | 0.0025                                                         | 0.0075                                                     | 36                     |
| 0.0015                                                  | 0.0025                                                         | 0.0075                                                     | 38                     |
| پیستون های آلومینیومی                                   |                                                                |                                                            |                        |
| اختلاف خارج از Level بودن تقریبی رادپستون در طول ۸ اینچ | مقدار Run Out در جهت عمودی که روی ساعت اندازه گیر قرائت می شود | مقدار اولیه ای که باید پیستون پایین تراز کراس هد قرار گیرد | قطر پیستون بر حسب اینچ |
| 0.002 in.                                               | 0.0035 in.                                                     | 0.0105 in.                                                 | 26 and smaller         |
| 0.002                                                   | 0.0040                                                         | 0.012                                                      | 28                     |
| 0.002                                                   | 0.0040                                                         | 0.012                                                      | 30                     |
| 0.0025                                                  | 0.0045                                                         | 0.0135                                                     | 32                     |
| 0.0025                                                  | 0.0045                                                         | 0.0135                                                     | 34                     |
| 0.0025                                                  | 0.005                                                          | 0.015                                                      | 36                     |
| 0.003                                                   | 0.005                                                          | 0.015                                                      | 38                     |
| 0.003                                                   | 0.0055                                                         | 0.0165                                                     | 40                     |
| 0.003                                                   | 0.0055                                                         | 0.0165                                                     | 42                     |

## مسائلی که باعث Run Out شدن دسته پیستون می شوند عبارتند از :

۱--خمیدگی Rod Piston (کج بودن آن)

۲--Face نبودن مهره روی رادیپستون یا نا صاف بودن سطح قرارگیری آن روی کراس هد .

۳--ناصاف بودن ، تاب داشتن و یا کثیف بودن سطوح قرارگیری سیلندر ، Yoke کمپرسور .

۴--سپورتنینگ نامناسب سیلندر و تنش های سیستم لوله کشی های ورودی خروجی یا Snuber های ورودی و خروجی سیلندر .

۵--خراب بودن پیستون رینگ ها .

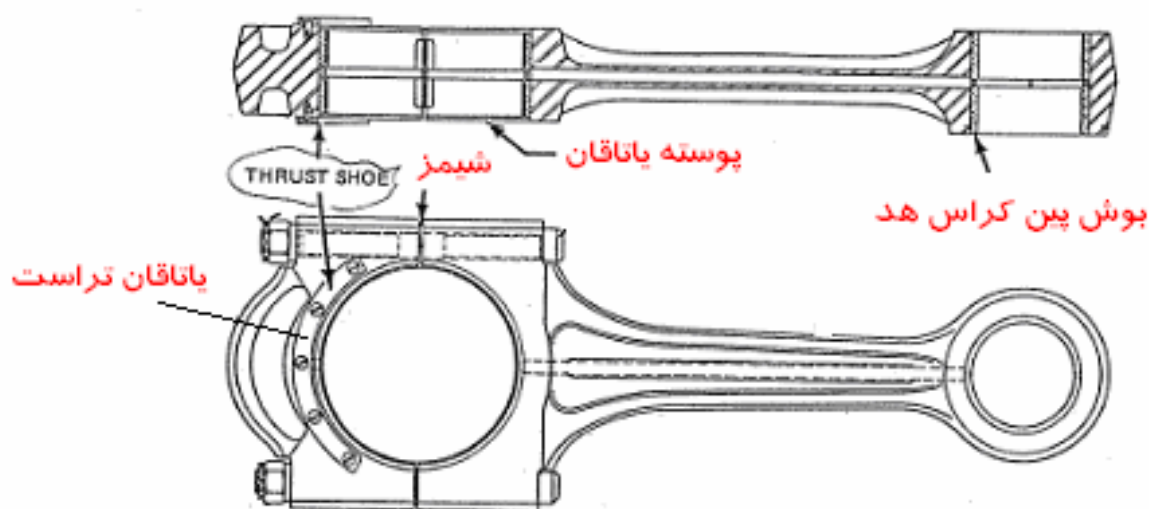
لازم به توضیح است که در حین تنظیم Run Out بایدباتوجه به جنس پیستون میزان رشد حرارتی که در درجه حرارت بالا کار می کند نیز در نظر گرفته شود که از جداول مربوط می توان مقدار آن را به دست آورد .

باتوجه به اهمیت Run Out در کمپرسور های جدید که مجهز به سیستم مونیتورینگ اند یکی از پارامتر هایی که بطور مستمر اندازه گیری و تحت کنترل قرار می گیرد همین موضوع است که وقتی از حد دوتا سه هزارم اینچ بالاتر می رود باعث تحریک الارم کمپرسور می شود که در قسمت های اتی راجع به ان بیشتر بحث خواهد شد.

## دسته شاتون Connecting Rod

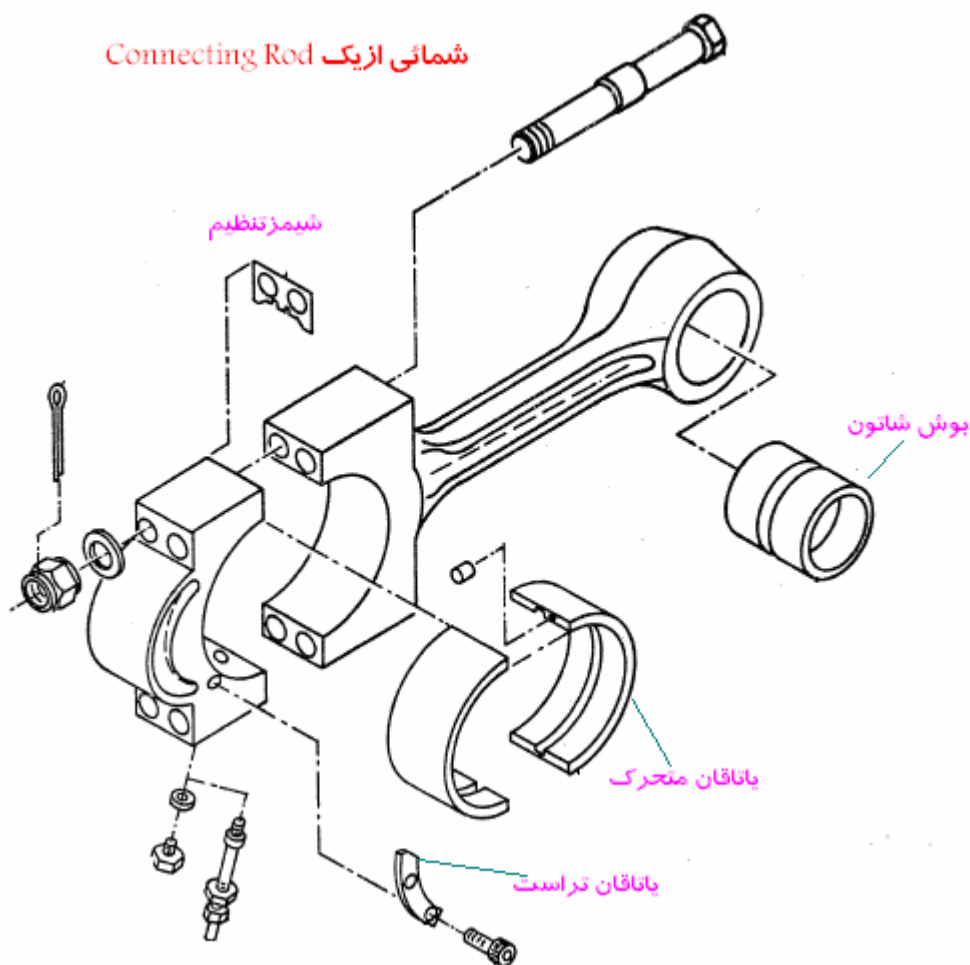
دسته شاتون رابط بین میل لنگ و کراس هداست که از یک طرف متصل به یاتاقان های متحرک میل لنگ و از طرف دیگر از طریق پین کراس هد Cross Head Pin به کراس هد متصل است و حرکت رفت و برگشتی یاتاقان های متحرک را به کراس هد و از آنجا به دسته پیستون و پیستون و نهایتا به گاز داخل کمپرسور منتقل می کند همچنین در داخل ان کانالی جهت ارسال روغن از طریق یاتاقان های ثابت به یاتاقان های متحرک و از آنجا به پین کراس هد تعبیه شده است.

## شمائی از یک دسته شاتون کمپرسور



مسئله بسیار حائز اهمیت برای این قطعه علاوه بر کلرنس های بوش های دو طرف ان هم محور بودن سوراخ های طرفین ان است که در صورتی که به هر دلیلی روی ان پیچیدگی ای وجود داشته باشد میتواند باعث مشکل نماید که معمولا به توسط دستگاه های مخصوص و قبل از نصب و در حین تعمیرات اساسی چک می شوند تا از نظر پیچیدگی و تاب دار بودن اطمینان حاصل گردد.

در شکل زیر شمائی از اجزاء و قطعات دسته شاتون کمپرسورهای ۶۰۱ نشان داده شده است.



### فلاپویل Flywheel

فلاپویل یا چرخ طیار قطعات سنگینی هستند که در ماشین الات رفت و برگشتی اعم از موتور های احتراق داخلی و کمپرسور های رفت و برگشتی برای ذخیره انرژی و متعادل کردن حرکت و نیروهای روی میل لنگ استفاده می شود.

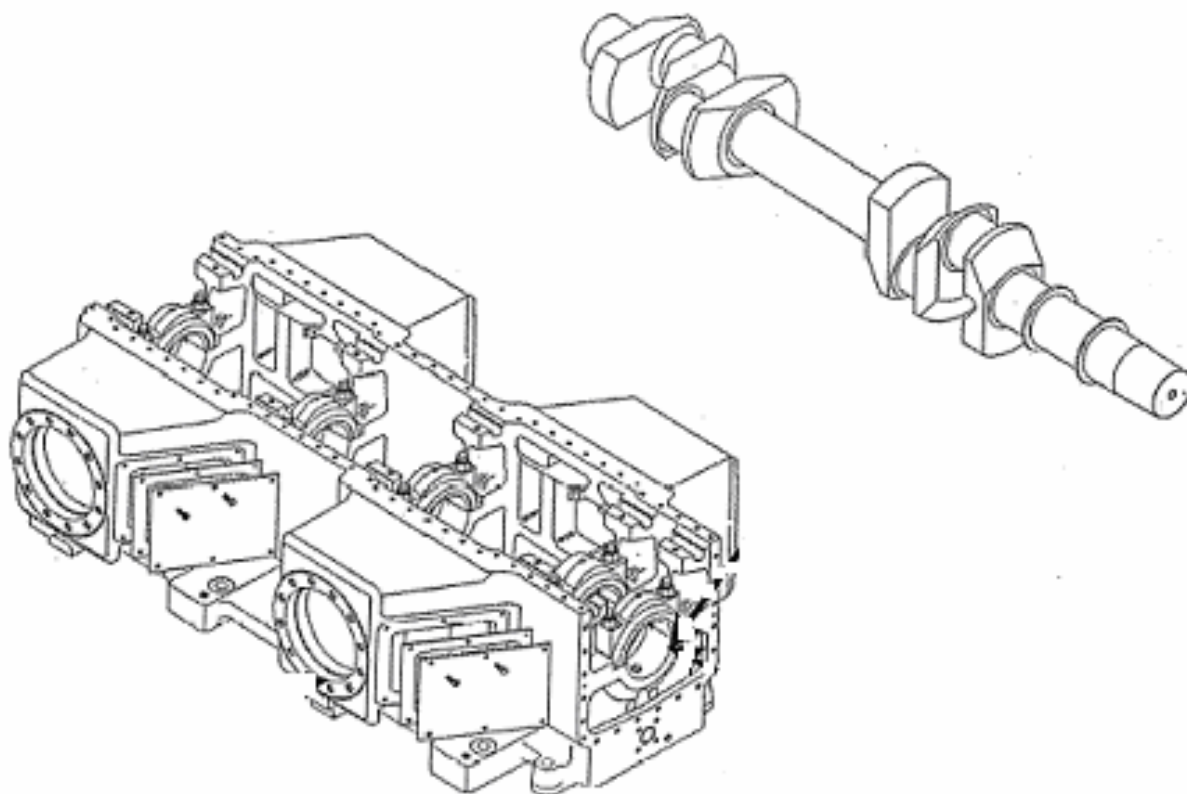
زیرا مقدار توان مورد نیاز کمپرسور برای کوبیدن گاز بصورت سیکی است (فرضا دریک کمپرسور یک مرحله ای در یک دور کامل کمپرسور فقط در زمانی که سیکل تراکم در حال انجام است نیاز به انتقال قدرت روی پیستون است ولی قدرت تولید شده در الکتروموتور یا توربین در واحد زمان ثابت است نبودن فلاپویل باعث تغییرات شدید امپرووی الکتروموتور شده و میتوان خسارت های زیادی را روی سیستم های محرک بوجود آورد و همچنین در توربین های بخار باعث ایجاد Surge شدید توربین می شود .

وظیفه فلاپویل این است که در فاصله زمانی که (در حین مکش یا در موقعیتی که فشار کمپرسور پایین است) کمپرسور توان خیلی بالایی نیاز ندارد انرژی مکانیکی را در خود ذخیره نماید و در زمانی که کمپرسور نیاز به توان زیاد دارد (در حین تراکم) انرژی ذخیره شده خود را به میل لنگ و کمپرسور منتقل نماید و باعث نرم تر کار کردن دستگاه شود. که بسته به قدرت دستگاه دور ماشین تعداد سیلندر ها فشار دستگاه و ..... فلاپویل از لحاظ وزن و قطر طراحی و ساخته می شود.

### محفظه میل لنگ Crank Case

در اکثر کمپرسور های رفت و برگشتی محفظه میل لنگ هم به عنوان محل قرار گیری میل لنگ Crank Shaft و پایه های یاتاقان های ثابت و هم مخزن روغن سیستم Lube Oil و جایگاه قرار گیری پمپ اصلی روغن روانکاری Main Oil Pump و همچنین محل قرار گیری سیستم مرکزی روغنکاری قطره ای Manzel Lubricator است که هر دو سیستم در انتهای میل لنگ و به توسط چرخ دنده هایی با میل لنگ دوران می کنند.

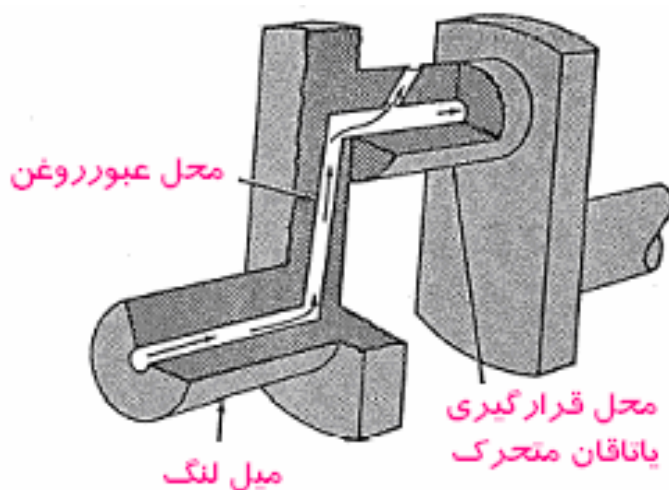
در طرفین محفظه میل لنگ و در مقابل محل قرار گیری لنگ های میل لنگ و دسته شاتون بسته به تعداد لنگ های میل لنگ (یا تعداد مراحل کمپرسور) محفظه های محل حرکت کراس هد روی بدنه ان قرار گرفته است. که با توجه به تنش های کششی فشاری زیادی که روی بدنه Crank Case بوجود می آید و جلو گیری از گسیختگی دو طرف بدنه محفظه میل لنگ به توسط میله های قوی و محکم دو سر دنده ای به نام Tie Rod که در دهانه بدنه محفظه میل لنگ بین Rod Spacer قرار می گیرد و باید به توسط تورک متر با گشتاور مناسب سفت شوند.



## میل لنگ Crank Shaft

میل لنگ به عنوان عامل تبدیل حرکت دورانی به حرکت رفت و برگشتی جهت حرکت پیستون مورد استفاده قرار می گیرد و بسته به تعداد سیلندر های نصب شده روی محفظه میل لنگ دارای تعدادی لنگ یا خارج از مرکزی است که محل قرار گیری یاتاقان های متحرک میل لنگ است و همچنین جهت کنترل کردن نیروهای شعاعی بوجود آمده روی میل لنگ از یاتاقانهای ثابت استفاده می شود که در محفظه میل لنگ (بر خلاف یاتاقان های متحرک که با میل لنگ می چرخند) قرار می گیرند.

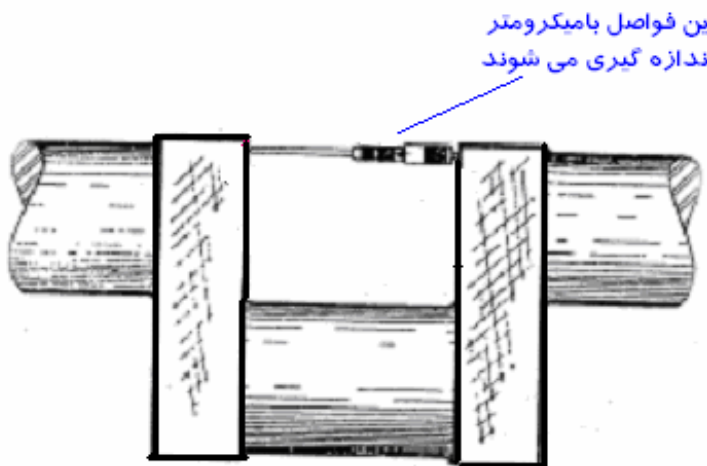
میل لنگها از قطعات اصلی و مهم دستگاه های رفت و برگشتی اند که از فولادهای بسیار سخت و به روش فورج و با دقت های بسیار زیاد ساخته می شوند و در داخل آنها کانال هایی جهت انتقال روغن از قسمت یاتاقان های ثابت به طرف یاتاقان های متحرک برای روغنکاری آنها تعبیه شده است که در هر تعمیرات اساسی باید این مسیرها مورد بررسی و هوازنی قرار گیرند.



محل های قرار گیری لنگ های ثابت میل لنگ باید کاملاً با هم هم محور و در یک راستا قرار داشته باشند که هرگونه خمیدگی ناشی از صاف نبودن میل لنگ یا هم محور نبودن یاتاقان های ثابت با همدیگر می تواند باعث خرابی یاتاقان ها و خود میل لنگ شود. که این مسائل در نصب اولیه Crank Case روی محل قرار گیری ان روی Base Plate بسیار حائز اهمیت است که اولاً محل قرار گیری کمپرسور روی Base Plate باید کاملاً صاف و تراز باشد و شیمز گذاری زیر پایه های Crank Case طوری انجام شود که باعث خمیدگی یا تغییر شکل محفظه میل لنگ (که محل قرار گیری یاتاقان های ثابت است) نشود همچنین در حین هر بازدید یا تعمیرات اساسی باید قسمت های مختلف اطراف تمامی یاتاقان های ثابت (قسمت های بالائی و پایینی فیلر زده شود تا بتوان اطمینان حاصل کرد که میل لنگ در حالت استاتیکی روی تمامی یاتاقان های قرار گرفته است) به عبارت دیگر باید فقط قسمت های بالای یاتاقان های متحرک فیلر بخورد). همچنین هنگام انجام Alignment باید Case Crank کاملاً ثابت شود و حتماً الکتروموتور یا گیربکس نسبت به ان الاین شود (حتی در صفحه افق). که بهترین روش برای چک کردن محل قرار گیری یاتاقان ها در داخل محفظه Crank Case استفاده از دستگاه های لیزری است

همینطور در حین انجام تعمیرات اساسی این نوع دستگاه ها باید میل لنگ از لحاظ خمیدگی مورد بررسی قرار گیرد که روش کار به این صورت است که به توسط میکرومتر داخلی یا هر اندازه گیر دیگر فاصله بین لنگ های متحرک در نقاط مختلف اندازه گیری شود و این فواصل در کلیه نقاط باید باهم برابر باشند.

### روش اندازه گیری خمیدگی میل لنگ



### یاتاقان های میل لنگ Bearings

بطور کلی وظایف یاتاقان ها شامل:

- ۱- کنترل کردن و جذب و انتقال نیروهای شعاعی.
  - ۲- کنترل کردن و جذب و انتقال نیروهای محوری.
  - ۳- کاهش اصطکاک در برابر حرکت چرخشی محور.
  - ۴- قراردادن محور در یک موقعیت مناسب از لحاظ محوری و شعاعی
- یاتاقانها از لحاظ ساختمان به دو دسته تقسیم می شوند :

الف- یاتاقانهای لغزشی Sleeve Bearings

ب- یاتاقانهای چرخشی Roll Bearings

### یاتاقانهای لغزشی

در این نوع یاتاقانها که اصولاً از فلزات نرم ساخته می شوند محور روی فیلم نازکی از روغن داخل یاتاقان حرکت می کند. این نوع یاتاقانها بر حسب مورد استفاده از جنس ها و شکلهای مختلفی ساخته می شوند که پرمصرف ترین آنها یاتاقان های نیمه استوانه ای با لایه داخلی وایت متال (باییت) است .

یاتاقانهای لغزشی در دو دسته طبقه بندی می شوند:

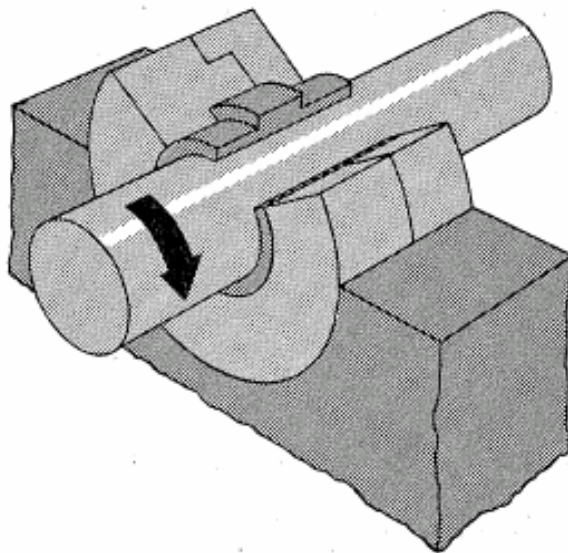
۱- یاتاقان های شعاعی یا Journal Bearing که برای کنترل و مهار نمودن نیروها و حرکت های شعاعی بکار می روند .

۲- یاتاقان های محوری Thrust Bearing که برای کنترل کردن و خنثی نمودن نیروهای محوری بکار می روند که ذیلا به تشریح ساختمان و اصول کار هر کدام از آنها پرداخته می شود.

## یاتاقان لغزشی شعاعی Journal Bearings

این نوع یاتاقان کنترل کننده کلیه نیروهای شعاعی هستند که بوسیله رتور به آنها وارد می شود. این نیروها از طریق یاتاقان ها به بدنه دستگاه و از انجابه فوندانسیون و نهایتاً به زمین منتقل می شوند .

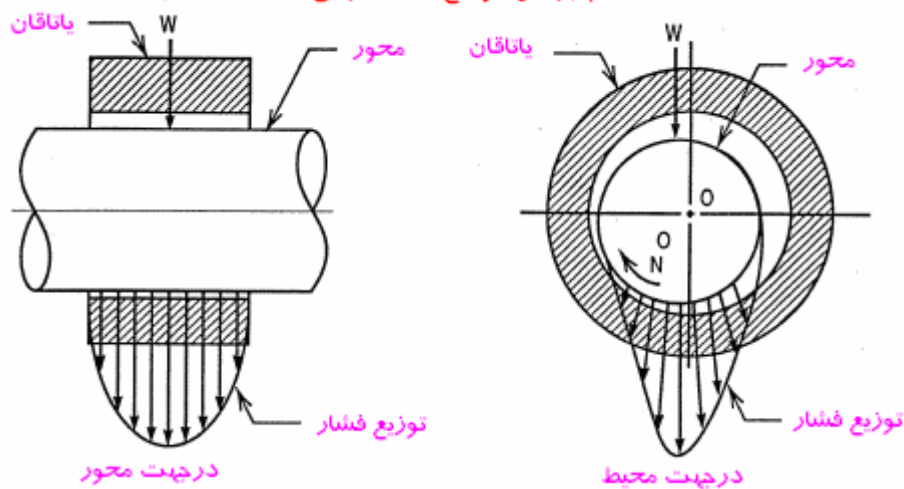
در این نوع یاتاقان ها قسمتی از محور در داخل یاتاقان محصور می شود و روی فیلم نازکی از روغن چرخش می کند و در صورتی که یاتاقان درست طراحی شده باشد و جنس آن مناسب باشد و درست تنظیم شده باشد و اختلالی در سیستم روغنکاری از لحاظ نوع روغن و فشار روغن وجود نداشته باشد و درست استفاده شوند (مسائل حین راه اندازی و از سرویس خارج کردن 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 برینگ ها مورد استفاده آنها محدود است



در شکل زیر پروفیل فشار روغنی که در اثر ویسکوزیته روغن و وجود اصطکاک بین روغن و قطعات در حین چرخش بوجود می آید نشان داده شده است. البته فشار روغن ایجاد شده در اثر عامل فوق است و ربطی به فشار روغن روانکاری ندارد. فشار روغن روانکاری فقط جریان دادن روغن بین قسمت های متحرک است تا حرارت ایجاد شده در اثر اصطکاک را راحت تر و زودتر منتقل کند. در حالی که در یاتاقان هائی هم که روغنکاری آنها توسط Oil Ring انجام می شود پروفیل فشار روغن تشکیل می شود .

یاتاقان ها معمولاً از جنس های بابت و آلیاژهای مخصوص به خود ساخته می شوند و به توسط سیستم های Forced Lubrication که توسط پمپ روغن را بین قطعات ثابت و متحرک تزریق می کند که این فیلم روغن از تماس مستقیم قطعات فلزی روی یکدیگر ممانعت به عمل می آورد.

### پروفیل توزیع فشار روغن



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

الف- قطر شافت .

ب- مقدار بار یا نیروی وارده بوسیله محور و قطعات .

پ- سرعت دوران محور.

ت- غلظت روغن و روش روغنکاری.

ث- درجه حرارت کاری و .....

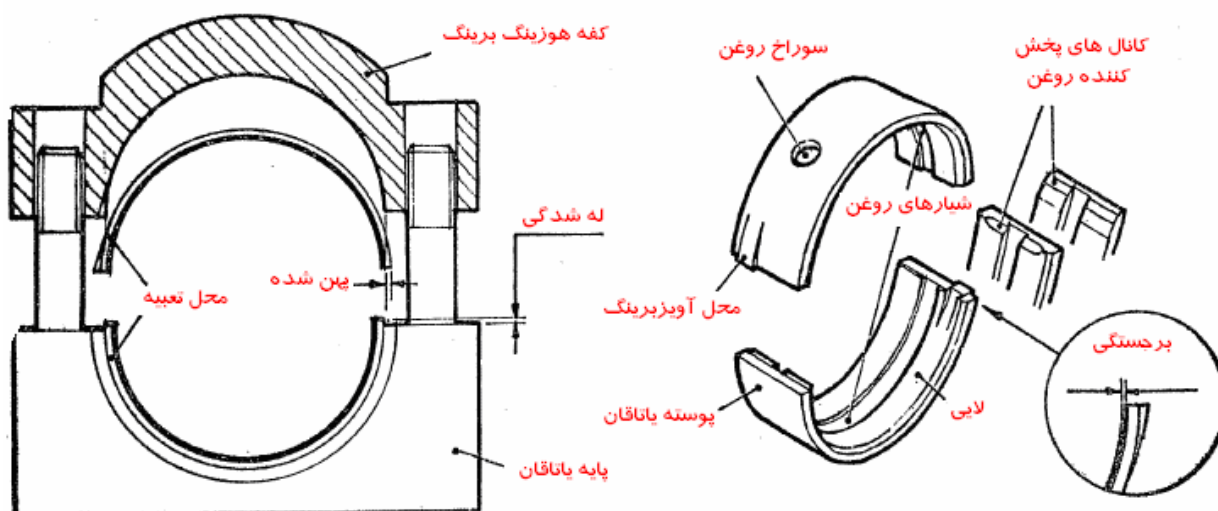
این یاتاقان هادردونوع کلی ساخته می شوند:

۱- یاتاقان های پوسته نازک Thin Shell Type

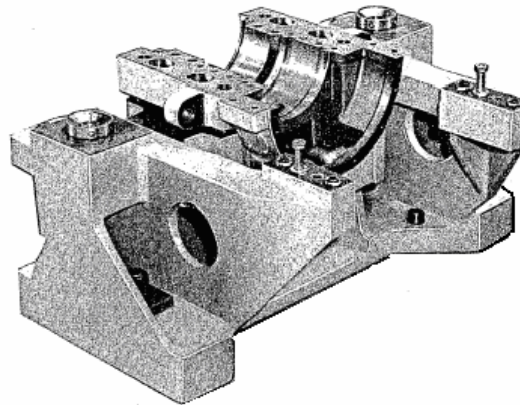
۲- یاتاقان های گوشت دار Shell Bearing

که در شکل های زیر هر دو نمونه ان نشان داده شده است.

### ژورنال برینگ بابیتی



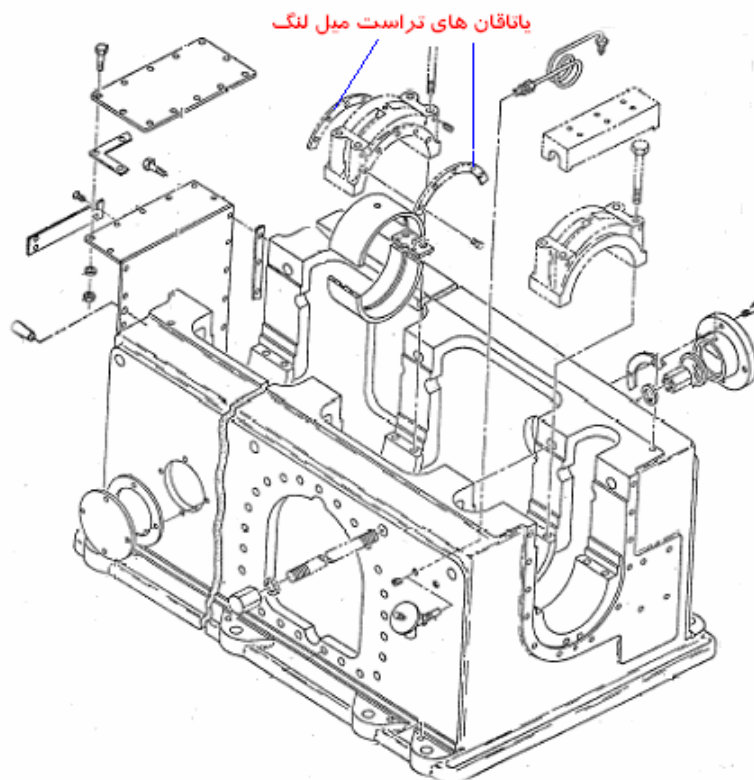
شمائی از کفه پایینی یک تراست برینگ همراه یاتاقان شعاعی آن



### یاتاقان های محوری میل لنگ Thrust Bearings

که برای کنترل کردن حرکت های محوری میل لنگ و همچنین کنترل کردن حرکت های جانبی دسته پیستون استفاده می شوند که با توجه به کم بودن مقدار این نیرو ها معمولا از یاتاقان های کوچک که بصورت نیم دایره ای نعل اسبی و از جنس فسفر برنز ساخته شده اند و فاصله کمی با کناره های میل لنگ و یا دسته شاتون دارند استفاده می شود.

حرکت های جانبی (محوری) میل لنگ و دسته پیستون به توسط یاتاقان های نعلی شکل نشان داده شده کنترل می گردد که فاصله آنها با شافت بسیار محدود بوده و در صورتی که این فاصله از حد مجاز و محدودی که توسط کارخانه سازنده توصیه نموده است (و معمولا در حد پانزده تا بیست و پنج هزارم اینچ است) بیشتر شود باید نسبت به تعویض آن اقدام نمود .



نکته حائز اهمیت این است که برای نصب این یاتاقان ها روی بدنه یاتاقان های ثابت یا متحرک حتما باید از پیچ های استاندارد نوع Cup Screw که جنس آنها با جنس یاتاقان های نعلی شکل یکسان است استفاده شود که در غیر این صورت باعث خراب شدن و خط افتادن کناره های میل لنگ و آسیب دیدن آن می شود که تعمیر آن در کمپرسور های بزرگ هزینه های زیادی را طلب می کند.

البته امکان تغییر محل قرارگیری یاتاقان های تراست (روی پایه های یاتاقان های ثابت) در نقطه دیگری از دیگر یاتاقان های ثابت میل لنگ وجود دارد (در کمپرسورهای چند مرحله ای) ولی در محل قرارگیری یاتاقان متحرک مشکل به این راحتی قابل حل نیست.

روش اندازه گیری لقی یاتاقان های تراست با استفاده از فیلر گیج و یا ساعت های اندیکاتور و حرکت دادن محور در جهت طولی و قرائت تغییرات آن است.

### موارد حائز اهمیت برای یاتاقان های لغزشی

الف- کلرنس یا لقی بین یاتاقان و محور باید در حد توصیه شده توسط طراح یا کارخانه سازنده باشد که بیشتر شدن آن باعث افزایش ارتعاشات و حرکت محور، کاهش فشار فیلم هیدرواستاتیکی روغن زیر یاتاقان، سایش و خرابی زودرس یاتاقان و..... می شود و کم بودن لقی باعث عدم وجود فضای کافی برای نفوذ روغن و کاهش پروفیل فشار روغن، اختلال در سیستم روغنکاری و گرم شدن یاتاقان و..... می شود.

ب- روغن و روش روغنکاری صحیح.

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

ت- داشتن جنس مناسب که دارای ضریب اصطکاک کم باشد.

ث- داشتن مقاومت کافی در برابر نیروهای اعمال شده و در عین حال ضعیف تر بودن آن نسبت به محور برای جلوگیری از خرابی محور.

ج- وجود خاصیت الاستیسیته مناسب برای Damping ارتعاشات و....

### روش های اندازه گیری لقی یاتاقان های شعاعی Bearing Clearance

لقی یا Clearance این نوع برینگ ها پارامتر مهمی است که باید همواره اندازه گیری و در حد مجاز تنظیم گردند. اگر این لقی بیشتر از حد مجاز خود باشد باعث افزایش حرکت شعاعی محور در آن شده (افزایش لرزش و ارتعاشات) و می تواند باعث خسارت رساندن به دیگر قطعات و همچنین تخلیه شدن روغن از بین این فواصل زیاد (افتادن فشار روغن) و اختلال در سیستم روغن و بوجود آوردن مشکل برای دیگر یاتاقان ها (نرسیدن روغن به آنها) شود و کم شدن این لقی ها باعث اختلال در سیستم روغنکاری و عدم نفوذ روغن بین قطعات ثابت و متحرک و افزایش اصطکاک و گرم شدن و سوختن آنها می شود که در تنظیم آنها باید دقت خیلی زیادی کرد و طبق توصیه های کارخانه سازنده یا جداول استاندارد عمل نمود. (به ازای هر یک اینچ قطر محور معمولاً به اندازه دوونیم هزارم اینچ است).

بسته به شرایط محل نصب یاتاقان روش های زیر برای اندازه گیری کلرنس یاتاقان ها مورد استفاده قرار می گیرد:

۱- اندازه گیری قطر داخلی یاتاقان و قطر بیرونی محور در محل نصب یاتاقان و پیدا کردن اختلاف این دو عدد میزان لقی یاتاقان را نشان می دهد که در صورتی که قطعات باز باشند دارای بالاترین دقت است.

۲- استفاده کردن از یک عدد فیلر گیج (که دارای تیغه هایی با ضخامت های استاندارد و مشخصند که ضخامت هر کدام از آنها روی آنها درج شده است) و با سخت عبور دادن تیغه ای که ضخامت آن با میزان لقی برابر است کلرنس یاتاقان اندازه گیری می شود. لازم به توضیح است که میزان کلرنس اندازه گیری شده به این روش معمولاً حدود یک تا دو هزارم اینچ از روش قبلی کمتر به دست می آید (بخاطر کلرنس عبور تیغه فیلر گیج)

۳- استفاده از وایر های سربی Lead Wire که با باقرار دادن میله های باریک سربی نرم (که ضخامت آنها مقدار کمی از کلرنس یاتاقان بیشتر است) در قسمت بالایی بین شافت و یاتاقان ولپیدگی پس از بستن یاتاقان و کاور بالایی آن که پس از باز کردن مجدد و اندازه گیری ضخامت وایر لهیده میزان کلرنس مشخص می شود.

۴- استفاده از Plastic Guage که وایر های پلاستیکی ای هستند با اندازه های بسیار دقیق که مثل روش قبل بین قسمت بالای محور و یاتاقان قرار میگیرند و پس از باز شدن مجدد یاتاقان پهنای پلاستیک های لهیده شده در کنار جدولی که همراه با برونشور آن آمده قرار داده میشود و با هر کدام از خطوطی که هم سایز باشد میزان لقی در کنار شکل خوانده می شود. تنها مزیت ای روش این است که وایر های پلاستیکی باعث خرابی شافت نمی شوند بخصوص وقتی که شافت از جنس نرم باشد.

۵- حرکت دادن محور در جهت شعاعی و اندازه گرفتن میزان حرکت انجام شده به توسط یک عدد ساعت اندازه گیر که بر محور تقارن شافت عمود شده است.

### **تنظیم کردن کلرنس یا لقی یاتاقان های لغزشی Bearing Clearance**

همانطور که قبلاً توضیح داده شد کلرنس یاتاقان ها باید در حد مطلوب توصیه توسط کارخانه و با توجه به حدود مجاز آنها باشد و در صورتی که در این محدوده قرار نگرفته باشند باید نسبت به تصحیح آن اقدام گردد.

در یاتاقانهای کوچک و ارزان قیمت معمولاً با تعویض یاتاقان مشکل مرتفع می شود ولی در یاتاقان های بزرگ بسته به طراحی یاتاقان از شیمز های تنظیم که بین دو کفه یاتاقان قرار داده می شود و با کم و زیاد کردن ضخامت آنها کلرنس در محدوده مجاز تنظیم می شود. در یاتاقان های بزرگ روی لبه های شیمز های تنظیم که به طرف محور قرار گرفته بطور مناسبی بابابیت (بضخامت کلفتی شیمز) به اندازه چند میلی متر لبه داده شده که در هنگام نصب و پس از کار تنظیم کلرنس یاتاقان باید فاصله این شیمز ها با سطح محور فاصله کمی داشته باشد تا از آزاد شدن روغن بین دو کفه یاتاقان ممانعت به عمل آورد که به این فاصله اصطلاحاً Tab گفته می شود و حد مطلوب آن حدود یک و نیم تا شش هزارم اینچ است.

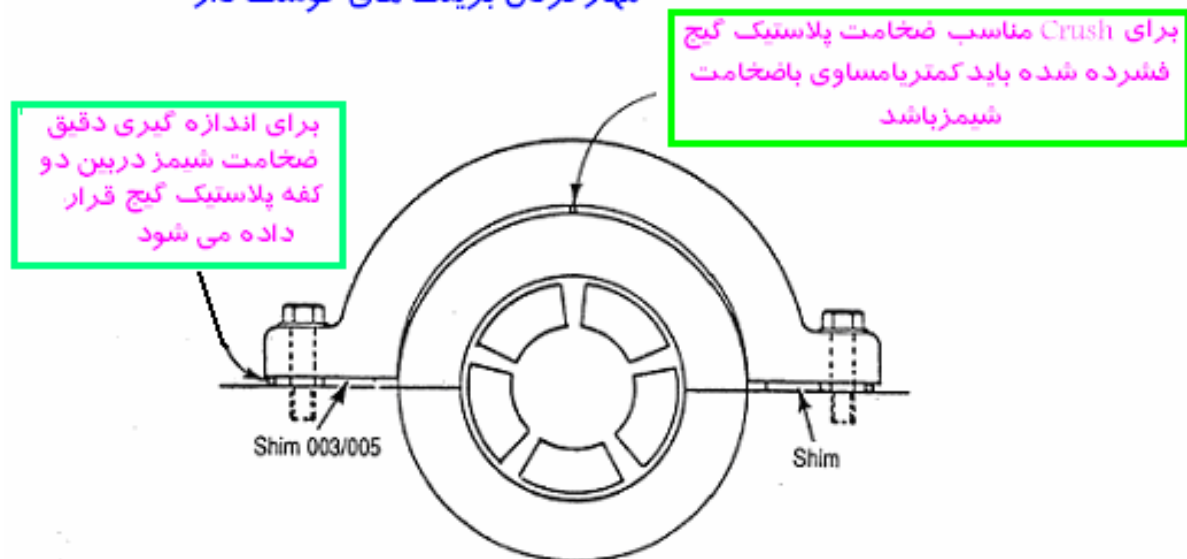
یکی دیگر از مسائلی که برای یاتاقان های لغزشی یا بوشی مطرح و مهم است اطمینان پیدا کردن از تماس کامل قسمت پشت یاتاقان (قطر بیرونی) با محلی است که پوسته یاتاقان (قطر داخلی محل قرار گیری یاتاقان) در آن قرار دارد چون اگر بین این دو فاصله بیفتد (هوای وجود داشته باشد) باعث ایجاد یک فیلم مقاومت حرارتی بالا در این قسمت شده و باعث عدم انتقال حرارت از یاتاقان به پوسته یاتاقان و نهایتاً گرم شدن روغن و پایین آمدن

ویسکوزیته آن و کم شدن ضخامت فیلم مایع روغن و خرابی زود رس یاتاقان ولرزش و ارتعاش می شود که در حین تعمیرات اساسی یا تعویض یاتاقان ها علاوه بر چک کردن کلرنس یاتاقان باید مورد توجه قرار گیرد که به آن Crush گفته می شود و ذیلا به روش اندازه گیری آن می پردازیم.

### روش اندازه گیری Bearing Crush در یاتاقان های کوچک

که ضخامت گوشت یاتاقان آنها زیاد است با استفاده از Lead Wire ایگه در قسمت پشتی یاتاقان (بین پوسته بیرونی یاتاقان و پوسته داخلی کاور محل قرار گیری یاتاقان) قرار می گیر داین فاصله بدست می آید و روش کار به این صورت است که پس از قراردادن کفه های بالایی و پایینی یاتاقان (و سفت کردن پیچ های دو کفه یاتاقان در صورت وجود) وایرهای سربی با ضخامت حدود یک تا دو میلی متر روی پوسته بیرونی یاتاقان قرار می گیرد بعلاوه این که بین دو کفه بالایی و پایینی کاور برینگ هادو طرف شیمز هایی با ضخامت حدود یک میلی متر قرار داده می شود که پس از محکم کردن پیچ های کاور و باز کردن مجدد آنها اختلاف بین ضخامت وایرهای لهیده شده سربی و ضخامت شیمزی که بین کاور ها قرار گرفته بود مبین فاصله پشت یاتاقان است که اصطلاحا به عنوان Back Press معروف است می باشد و مقدار آن از دو تا سه هزارم اینچ نباید بیشتر باشد.

#### مهار کردن برینگ های گوشت دار

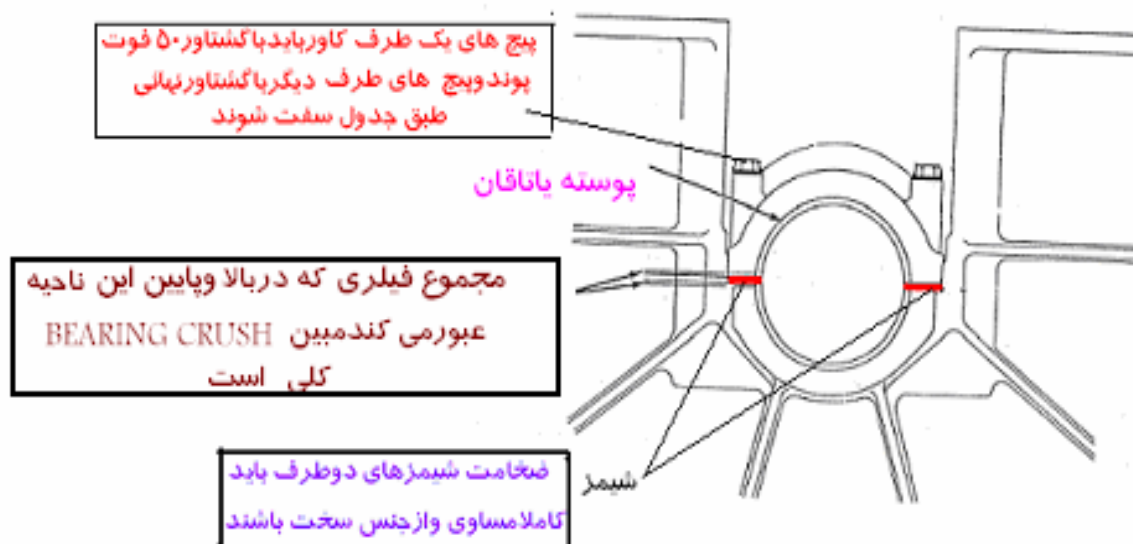


### روش اندازه گیری Bearing Crush در یاتاقانهای بزرگ

در یاتاقان های با ضخامت پوسته یاتاقان کم Thin Shell Bearings اهمیت و حساسیت Crush به مراتب از نوع قبلی بیشتر است و روش کار به این صورت است که دو تکه شیمز با ضخامت حدود چند میلیمتر از جنسی مناسب Rigid در فاصله طرفین پوسته یاتاقان و کاور های بالایی و پایینی قرار داده می شود (شکل زیر) و پیچ های یاتاقان با تورک مناسب (حدود پنجاه فوت پوند) سفت می شود که در این حالت با استفاده از فیلر گیج فواصل دو طرف بالایی و پایینی شیمز اندازه گیری می شود که این مقدار که به Bearing Crush شناخته می شود باید در حد مجاز باشد که این حد مجاز برای یاتاقانها در جداول استاندارد آورده شده است .

لازم به توضیح است که لقی یا کمرنس یاتاقان و Back Press یا Bearing Crush و Bearing Tab هر کدام پارامتر های جداگانه ای بوده و برای هر یاتاقان اعم از ثابت و یا متحرک باید جداگانه اندازه گیری و تصحیح شود.

در شکل زیر شمائی دیگر از روش اندازه گیری Crush نشان داده شده است.

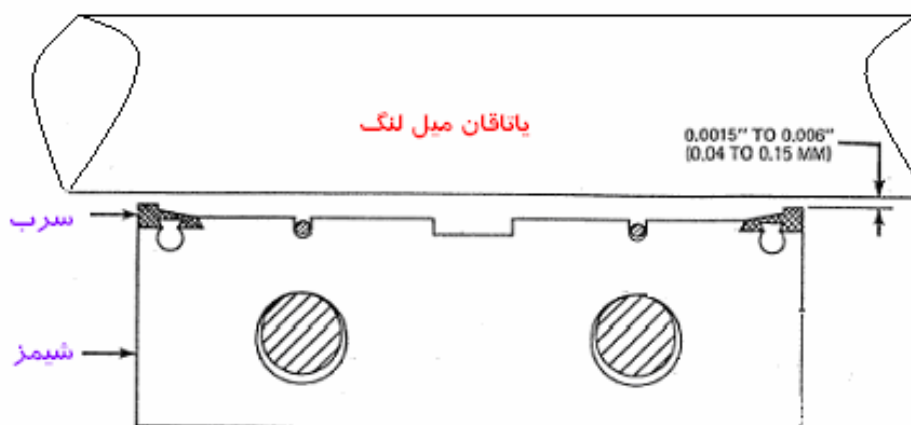


یکی دیگر از موارد حائز اهمیت در حین تنظیم یاتاقان ها Bearing Tab است. و هدف جلوگیری نمودن از تخلیه روغن (افتادن فشار روغن) از دو طرف یاتاقان است که برای این منظور از شیمزهای خاصی که لبه های آنها سربی است بین دو کفه یاتاقان استفاده می شود که فاصله آنها با محور خیلی کم و این فاصله با عقب و جلو کردن شیمز باید بین یک و نیم تا شش هزارم اینچ و با فیلر تنظیم شود. در شکل زیر شمائی از آن نشان داده شده است.

### شمائی از نحوه اندازه گیری

#### BEARING TAB

#### باشیمز مخصوص



## روش تنظیم کلرنس های طرفین پیستون

جهت عملکرد مناسب کمپرسور و برخورد نکردن پیستون در داخل سیلندر (ابتدا و انتها) نیاز به تنظیم فواصل سر و ته پیستون در داخل سیلندر است که این فواصل روی Name Plate های که روی بدنه کمپرسور حک گردیده مشخص شده است که گاهی نیز ممکن به علت عمل نکردن کمپرسور در شرایط طراحی اولیه جواب ندهد و نیاز به تغییر آن باشد (البته وجود این فاصله مورد نیاز است که علاوه بر مسائل فوق گاز حبس شده در طرفین پیستون باعث ایجاد یک نیروی برگرداننده در حین تغییر جهت پیستون شده و مثل یک فنر فشرده پیستون را در جهت مناسب حرکت می دهد که در شرایط کاری کمپرسور بسیار حائز اهمیت است و همچنین در بالانس نمودن نیروهای لرزاننده روی میل لنگ یا Shaking Force کمک موثری به کم کردن لرزش ها و افزایش طول عمر یاتاقانها و کمپرسور میکند.

روش کار به این صورت است که یک عدد از ولوهای هر طرف سیلندر باز می شود و در حالی که کمپرسور می چرخد یک میله سربی که ضخامت آن کمی بیشتر از این فواصل است یک بار بین سر سیلندر و پیستون قرار می گیرد تاله شود (تغییر شکل دهد) که ضخامت قسمت لهیده شده اندازه گیری می شود و یک بار دیگر نیز این عمل برای قسمت ته سیلندر انجام می شود تا کلرنس آن قسمت نیز اندازه گیری شود.

برای رساندن این فواصل به اندازه های مطلوب روش کار به این صورت است که برای تنظیم کلرنس ته سیلندر با شل یا سفت کردن میله راد پیستون در داخل کراس هد این فاصله کم یا زیاد می شود که معمولا نفرات با تجربه براساس گام دندانهای راد پیستون و تجربیات قبلی این کار را به سهولت و در زمان کمتری انجام می دهند.

و برای تنظیم کلرنس سر سیلندر (پس از تنظیم کلرنس ته سیلندر) نیز روش کار به این صورت است که با تغییر ضخامت گسکت سر سیلندر (اضافه کردن یا کم کردن آن) می توان این فاصله را به میزان مطلوب رساند. معمولا مقدار این کلرنس ها برای مراحل مختلف کمپرسور ها روی بدنه کمپرسور ها حک می شود که گاهی ممکن است با شرایط عملیاتی کمپرسور تطابق نداشته باشد که معمولا تجربه های بدست آمده قبلی کمک بسزائی می کند.

در جدول زیر این کلرنس ها برای مراحل مختلف کمپرسورهای ۶۰۱ واحد ایزوماکس آورده شده است:

### کلرنس های سروته پیستون با سیلندر

| کلرنس ته سیلندر                                | کلرنس سر سیلندر                 | قطر سیلندر                            |
|------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| $17/32'' \pm 1/16''$<br>$1/16''$<br>$1-5/16''$ | $1/8''$<br>$1/16''$<br>$1/16''$ | $12-1/2''$<br>$11-1/2''$<br>$7-3/4''$ |

### جدول کلرنس های قطعات متحرک کمپرسورهای ۶۰۱

جدول زیر کلیه کلرنس های مختلف یاتاقان های ثابت و متحرک. فاصله شیمز های تنظیم یاتاقان های ثابت و متحرک با محور Bearing Tab کلرنس های کراس هدو Run Out مربوط به راد پیستون و.....مربوط به کمپرسور های IC-601 آیزوماکس داده شده است.

تمامی اعداد برحسب اینچ است

| Name of Part                                                                                            | Original Clearance             |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
|                                                                                                         | Micrometer                     | Feeler          |
| Main Bearing (Vertical — Measured between Top of Crankshaft and Main Bearing Shell) . . . . .           | 0.010 to 0.012                 | 0.009 to 0.011  |
| Main Bearing Shim Tab to Crankshaft . . . . .                                                           | ————                           | 0.0015 to 0.006 |
| Main Bearing Total Crush . . . . .                                                                      | ————                           | 0.005 to 0.015  |
| Crankshaft Total Thrust . . . . .                                                                       | ————                           | 0.016 to 0.025  |
| Connecting Rod Bearing to Crank Pin, Diametral . . . .                                                  | 0.010 to 0.012                 | 0.009 to 0.011  |
| Connecting Rod Bearing Shim Tab to Crank Pin . . . .                                                    | ————                           | 0.0015 to 0.006 |
| Crank Pin Bearing Total Crush . . . . .                                                                 | ————                           | 0.005 to 0.015  |
| Total Side Clearance Between Connecting Rod Thrust Shoes and Crank Webs . . . . .                       | ————                           | 0.016 to 0.025  |
| Crosshead Pin to Connecting Rod Bushing, Diametral . .                                                  | 0.009 to 0.012                 | 0.008 to 0.011  |
| Crosshead Pin Bushing to Connecting Rod (Interference)                                                  | 0.004 to 0.006                 |                 |
| Crosshead Shoe to Guide                                                                                 | ————                           |                 |
| 1. Cold . . . . .                                                                                       | 0.019 to 0.021                 | 0.018 to 0.020  |
| 2. Hot (Minimum) . . . . .                                                                              | ————                           | 0.010           |
| Main Bearing Tie Rod Spacer to Frame (Interference Spacer Length Less Opening Stamped on Frame) . . . . | 0.006 to 0.009                 |                 |
| Compressor Piston Rod Run-Out, Maximum . . . . .                                                        | 0.005                          |                 |
| Crankshaft to Main Bearing Fit (Measured at Bottom of Shaft and Main Bearing Shell) . . . . .           | 0.0015 Feeler Should Not Start |                 |

کلیه اندازه ها برحسب میلیمتر ندوهمان طور که ملاحظه می شود مقادیری که با فیلر گیج اندازه گیری می شوند کمتر از مقادیر واقعی هستند که دلیل آن به واسطه فاصله عبوری فیلر است. در جدول زیر مقدار گشتاور مورد نیاز برای سفت کردن پیچ های قطعات کمپرسور های ۶۰۱ آیزوماکس آورده شده است.

جدول گشتاور مورد نیاز برای سفت کردن پیچ های کمپرسور

| Bolt or Stud Location           | Size      | Distance Across Flats |    | Stress (PSI)     | Torque or Stretch                              |      |
|---------------------------------|-----------|-----------------------|----|------------------|------------------------------------------------|------|
|                                 |           | In                    | mm |                  | ft-lbs                                         | kg-m |
| Main Bearing Cap Bolt           | 1-3/8-8NC | 2-3/16                | 56 | 30,000           | 700                                            | 97   |
| Connecting Rod Bolt             | 1-3/4-12  | 2-5/8                 | 67 | 32,700 to 35,000 | 0.017" to 0.019" Stretch*<br>(0.43 to 0.48 mm) |      |
| Frame Extension Stud Nut        | 1-1/8-7   | 1-13/16               | 46 | 20,000           | 232                                            | 32   |
| Crankshaft Counterweight Bolt** | 1-3/4-12P | 2-3/4                 | 70 | 42,000           | 1970                                           | 272  |
| Balance Weight Bolt**           | 1-8P      | 1-1/2                 | 38 | 30,000           | 245                                            | 34   |

## روش های بارگذاری کمپرسورهای رفت و برگشتی

برای راه اندازی کلیه دستگاهها و ماشین آلات قبل از راه اندازی دستگاه باید ابتدا بار Load از روی دستگاه برداشته شود و دستگاه بدون بار راه اندازی شود و بعدا به مرور زمان آن را بارگذاری نمود . کمپرسورهای رفت و برگشتی نیز که معمولا دارای فشارهای بالا می باشند و دارای قطعات بسیار سنگینی نظیر میل لنگ فلاپویل و..... می باشد نیز از این قاعده مثثنی نیستند چون در راه اندازی اولیه برای غلبه بر نیروهای اصطکاکی و اینرسی حرکتی نیاز به قدرت بسیار بالائی است که اگر کمپرسور بابار ( تولید فلو با فشار بالا ) بخواهد راه اندازی شود باعث Over Load شدن محرک اصلی می شود.

برای Unload کردن کمپرسورهای رفت و برگشتی بسته به نوع طراحی و ساختمان کمپرسور از روش های زیر استفاده می شود :

۱- از کار انداختن ولوهای ورودی

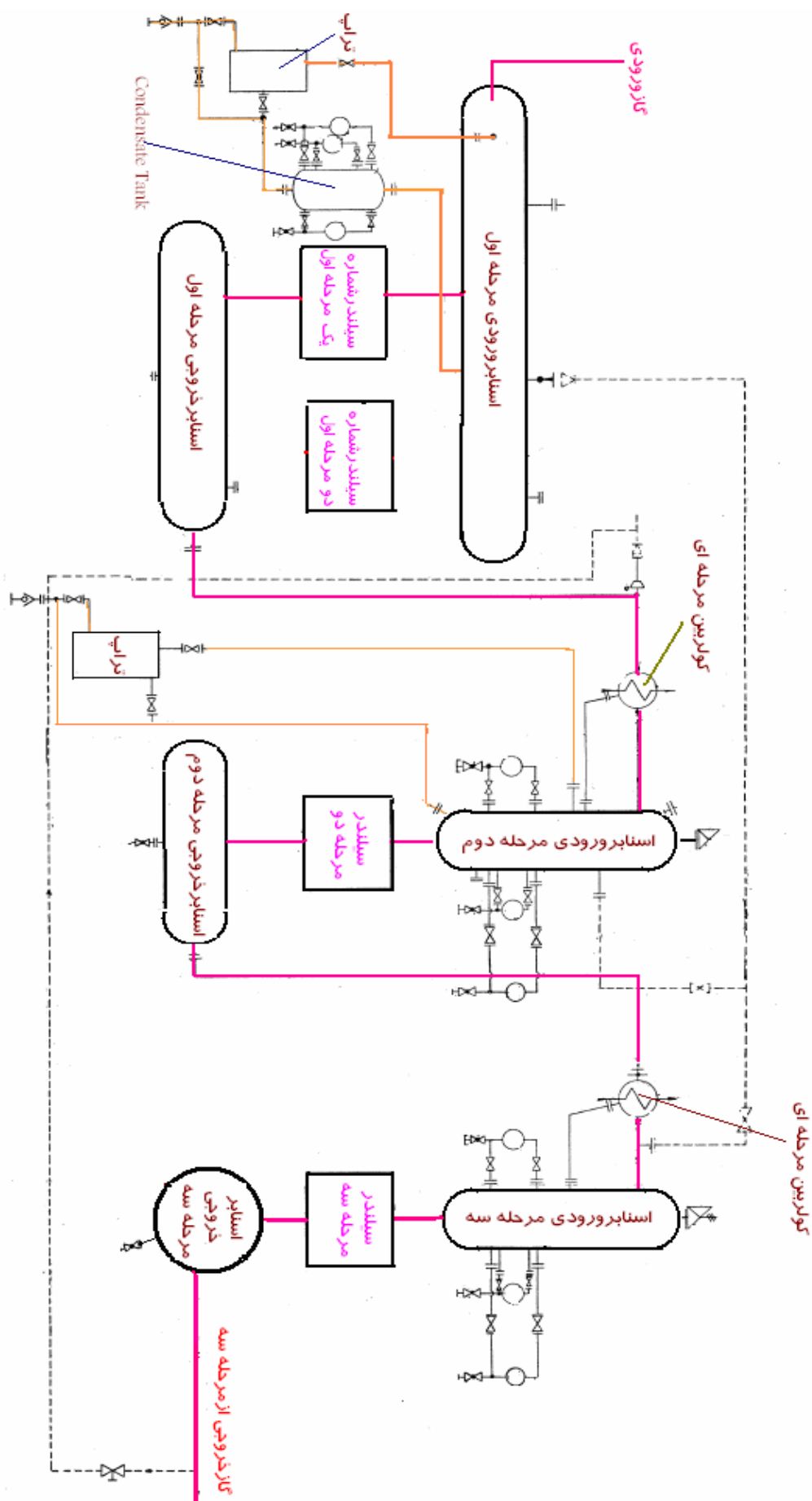
۲- روش سیر کولیشن از طریق مسیرهای By Pass

## روش سیر کولیشن از طریق مسیرهای By Pass

در این روش با استفاده از مسیرهای کنار گذر By pass قسمت های خروجی هر مرحله توسط ولوهای بین مرحله ای به ورودی آنها ارتباط داده می شود و در این حالت گاز در داخل کمپرسور فقط گردش داده می شود ( بدون افزایش فشار ) که البته در حین حرکت گاز مقداری نیز گرم می شود که مسیرهای کنار گذر معمولا از خروجی Inter Cooler ها یا After Cooler ها به ورودی رابطه پیدا می کنند تا حرارت تولید شده در داخل کولرها جذب و باعث افزایش درجه حرارت کمپرسور نشود و وقتی کمپرسور به دور نامی خود رسید و مشکلی مشاهده نشد به تدریج ولوهای بین مرحله ای بسته می شوند که این باعث افزایش فشار داخل کمپرسور و بیرون راندن گاز داخلی کمپرسور به طرف لاین خروجی می شود .

در شکل زیر شمائی از فلودیگرام کمپرسورهای ۶۰۱ همراه با مسیرهای By Pass ان نشان داده شده است (این مسیرها نقطه چین نشان داده شده است).

## فلودیاگرام جریان گاز کمپرسورهای ۱-۶ واحد های ایزوماکس



## از کار انداختن ولوهای ورودی

در این روش به توسط سیستم هایی به نام Valve Unloader که روی ولوهای ورودی نصب می شود ولوهای ورودی از کار می افتند و همواره بصورت کاملاً باز عمل می کنند ( بجای اینکه در اثر اختلاف فشار داخل و بیرون کمپرسور باز و بسته شوند ) که این عمل باعث می شود در حین مکش گاز وارد کمپرسور شود و وقتی پیستون به سمت جلو حرکت می کند تا عملیات تراکم گاز را انجام دهد به دلیل باز بودن ولوهای ورودی گاز دوباره از طریق ولوهای ورودی از داخل سیلندر بیرون رانده شود (بجای اینکه ولو ورودی بسته شود و گاز پس از فشرده شدن از طریق ولوهای خروجی از داخل کمپرسور خارج شود ) که این باعث می شود گاز متراکم نشود و نهایتاً نیازی به قدرت بالا نمی باشد یا به معنای دیگر کمپرسور در حالت بدون بار است .

لازم به توضیح است که به دلیل حرکت گاز در داخل کمپرسور و انرژی ای که به توسط پیستون به گاز داده می شود باعث گرم شدن گاز و افزایش درجه حرارت آن می شود و این بدان معناست که مدت زمانی که کمپرسور در حالت Unload می تواند کار کند محدود است . این روش معمولاً در حین راه اندازی و یا از سرویس خارج کردن کمپرسور استفاده می شود و کلیه ولوهای ورودی دو طرف کمپرسور ( سر سیلندر و ته سیلندر ) در حالت Unload قرار می گیرند .

## اصول کار و ساختمان Unloader Valve ها

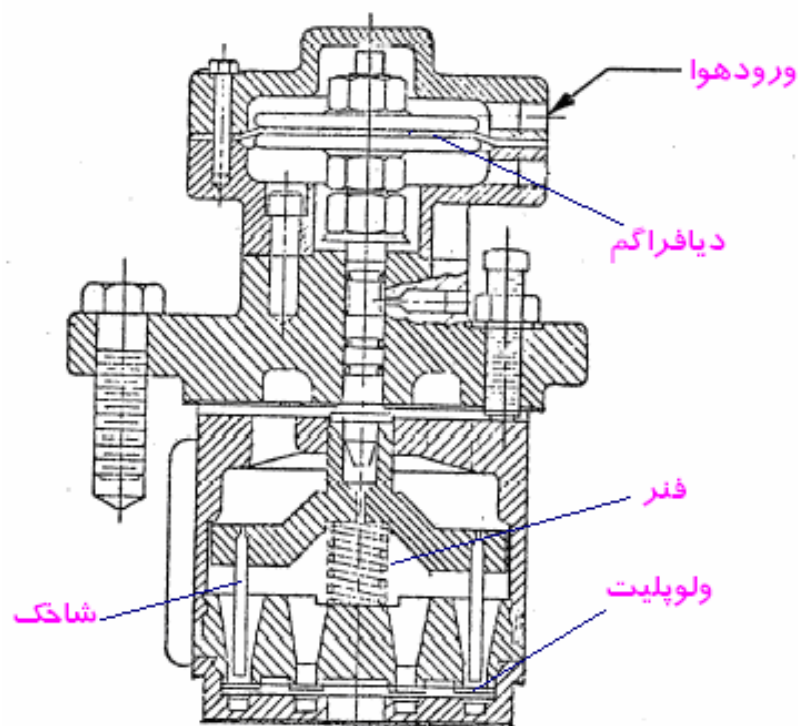
Unloader Valve ها که روی ولوهای ورودی نصب می شوند و کار باز نگه داشتن ولوهای ورودی را انجام می دهند دارای انواع الکترونیکی و پنوماتیکی هستند که به واسطه موجود بودن انواع پنوماتیکی در پالایشگاهها و مراکز صنعتی به توضیح این نوع می پردازیم .

این سیستم ها به توسط هوای فشرده آچار دقیق که مسیر آنها توسط سوئیچ ها (شیرهای ) چند راهه یا Selector Switch به سیستم Unloader منتقل می شود کار می کند که از اجزاء و قطعات اصلی زیر تشکیل شده اند :

۱- دیافراگم که با اعمال هوای فشرده روی آن باعث حرکت دادن میله متصل به آن و اعمال حرکت به چنگک هایی که ولو پلیت ها را حرکت می دهند .

۲- چنگک (شاخک) ها که حرکت دیافراگم و میله متصل به آن را روی Valve Plate اعمال می کنند ولو پلیت ها را در حالت باز قرار داده (فشرده کردن فنرها ) و باعث از کار افتادن ولوهای ورودی می شوند .

۳- فنر که وظیفه آن بالا بردن چنگک ها و از کار انداختن سیستم Unloader هنگام قطع هوای فشرده روی قسمت بالای دیافراگم ( حرکت دادن دیافراگم به سمت بالا ) است و باعث می شود که ولوهای ورودی کار اصلی باز بسته شدن در اثر اختلاف فشار را انجام دهند پس با اعمال هوای فشرده روی قسمت بالائی دیافراگم Unloader باعث از کار افتاده ولوهای ورودی Unload با قطع هوا باعث بکار افتادن ولوها Load می شود .



لازم به توضیح است که عملکرد سیستم های Unloader در جهت بالا بردن ایمنی و Safety دستگاهها و واحدهای عملیاتی بسیار مهم است و معمولا این سیستم ها طوری باید عمل کنند که با قطع جریان برق یا قطع هوای فشرده سیستم را در حالت Safe نگه دارند که در مراکز پالایشگاهی با قطع هوای فشرده کمپرسور در حالت Load قرار می گیرد و در صورتی که شرایط عملیاتی طوری ایجاب کند که با قطع جریان هوای فشرده کمپرسور باید Unload گردد موقعیت فنر و Tapping ورودی هوای فشرده نیز باید تغییر کنند (یعنی هوای فشرده به قسمت زیر دیاфраگم ارتباط پیدا کند).

لازم به توضیح است که مراحل بار گذاری و بار برداشتن از کمپرسور باید بصورت تدریجی انجام شود تا از ایجاد تنش های اضافی روی قسمت های مختلف جلوگیری شود.

### روش های تغییر Load (فلوی) کمپرسورهای رفت و برگشتی

روش های توضیح داده شده قبلی در رابطه با بدون بار کردن Unload و بار گذاری کمپرسورهای رفت و برگشتی بود که معمولا در حین راه اندازی و یا از سرویس خارج کردن کمپرسورها مورد استفاده قرار می گیرند ولی بحث فعلی در رابطه با تغییر فلوی خروجی از کمپرسورهای رفت و برگشتی است که بادیگر دستگاهها نظیر کمپرسورهای گریز از مرکزی ( که با حالت Throttling ولو ورودی فلو تغییر پیدا می کند ) متفاوت است و امکان تغییرات فلوی جزئی ( دیفرانسیلی ) برای کمپرسور های رفت و برگشتی معمولا کمتر امکان پذیر است چون باعث گرم شدن کمپرسور و یا افزایش توان مصرف می شود که انواع روش های تغییر Load و مزایا و محدودیت های آنها ذیلا توضیح داده می شود .

۱- روش تغییر دور.

۲- از کار انداختن تعدادی از ولوهای ورودی.

۳- تغییر دادن کلرنس های سر سیلندر .

## روش تغییر فلوبا تغییر دادن دور کمپرسور

با عنایت به این که در اکثر مراکز صنعتی از الکترو موتورهای با دورهای ثابت جهت چرخاندن کمپرسور استفاده می شود این روش در همه جا قابل استفاده نبوده و حتی در توربین های بخاری و گازی نیز امکان تغییر دور در رنج وسیع وجود ندارد زیرا توربین ها در یک محدوده دور دارای بالاترین راندمانند و همچنین کم شدن دور توربین باعث کم شدن گشتاور تولید شده می شود و توان مورد نیاز برآورده نمی شود .

## روش تغییر فلوبا از کار انداختن ولوهای ورودی سریاته سیلندر

با توجه به اینکه اکثر کمپرسورهای رفت و برگشتی صنعتی از نوع دوبله یا Double Acting هستند و یا به عبارت دیگر قسمتهای سر سیلندر و ته سیلندر دو کمپرسور مجزا محسوب می شوند که بصورت موازی قرار می گیرند با Unload کردن ولوهای ورودی یک طرف سیلندر (سر سیلندر یا ته سیلندر) توسط سیستم های Valve Unloader یک طرف کمپرسور از کار انداخته و فلوی کمپرسور را می توان به نصف کاهش داد ( 50 درصد) و با Unload کردن ولوهای ورودی هر دو طرف سیلندر نیز فلوی کمپرسور به صفر می رسد . پس اگر کمپرسور فقط به Valve Unloader مجهز باشد فلوی کمپرسور در سه رنج صفر، پنجاه و صد در صد قابل تغییر است که معمولا برای کم کردن فشار و درجه حرارت روی Packing Ring ها و بالا بردن طول عمر آنها وقتی نیاز به رنج فلوی پنجاه درصد باشد قسمت ته سیلندر در حالت Unload قرار می گیرد و فقط قسمت سر سیلندر کار می کند . ( مثل کمپرسورهای C-201 و C-501 و C-2001 پالایشگاه اصفهان) .

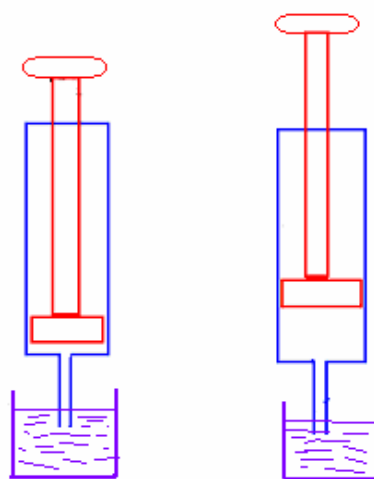
در جدول زیر وضعیت فلو کمپرسور در حالت های مختلف نشان داده شده است.

| %load | Unloader Valve |           |
|-------|----------------|-----------|
|       | ته سیلندر      | سر سیلندر |
| 100%  | Load           | Load      |
| 50%   | Unload         | Load      |
| 0%    | Unload         | Unload    |

لازم به توضیح است کار کردن بدون بار Unload طولانی مدت کمپرسورهای رفت و برگشتی که با سیستم فوق کاری کنند باعث افزایش تدریجی درجه حرارت گاز و سیلندر کمپرسور می شود که می تواند عواقب ناگواری برای کمپرسور داشته باشد به همین دلیل برای جلوگیری از این موضوع یک رله زمانی روی کمپرسور نصب می شود و در صورتی که بعد از یک یا چند دقیقه کار کردن بدون بار کمپرسور مرحله Load گذاشتن روی کمپرسور انجام نشد کمپرسور بصورت اتوماتیک از سرویس خارج شود.

## روش تغییر فلوات تغییر دادن کلرنس های سرسیلندر

جهت درک بهتر عملکرد سیستم فوق به شکل زیر که دو سرنگ را در دو وضعیت مختلف نشان می دهد توجه نمایند . در سرنگ شماره یک پیستون در پایین ترین نقطه خود قرار گرفته و با کمترین حرکت آن به سمت بالا ( در هر چند دهم میلی متر ) مایع وارد آن می شود . در سرنگ شماره ۲ پیستون تقریباً در وسط کورس خود قرار گرفته و اگر آن را وارد مایع کرده و پیستون آن را به سمت بالا بکشیم باید در حد چندین میلی متر ( یا سانتی متر ) پیستون آن را به سمت بیرون بکشیم تا افزایش حجم لازم ایجاد شود و باعث کاهش فشار در داخل سیلندر گردد ( فشار داخل سیلندر از فشار جو کمتر شود ) تا مایع در اثر اختلاف فشار وارد سرنگ شود به عبارت دیگر با کم کردن حجم اولیه سیلندر مایع زودتر و به مقدار بیشتر ( با کورس ثابت ) وارد سیلندر می شود و با زیاد کردن حجم اولیه سیلندر مایع دیرتر و نهایتاً به مقدار کمتری وارد سیلندر می شود

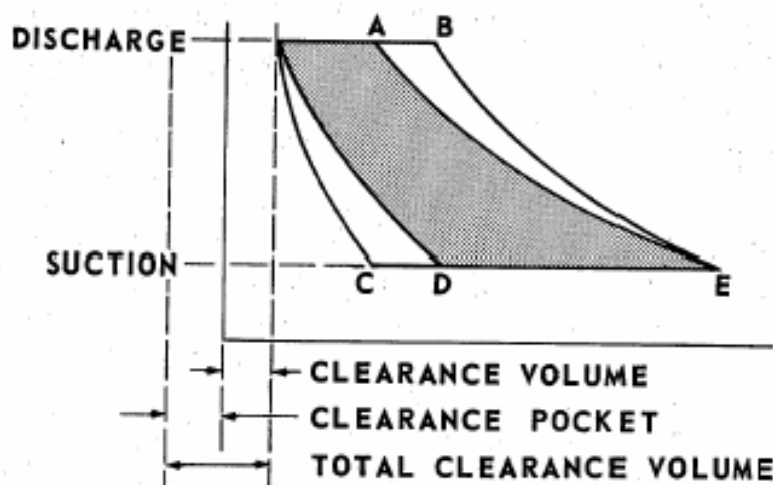


شکل شماره یک

شکل شماره دو

اصول کار پاکت ولوهایی هم که در کمپرسورهای رفت و برگشتی مورد استفاده قرار می گیرند نیز دقیقاً مثل مثال فوق است یعنی با اضافه کردن حجم اولیه سیلندر باعث تاخیر در باز شدن ( دیرتر باز شدن ) ولو ورودی کمپرسور و نهایتاً وارد شدن گاز کمتر به داخل سیلندر می شود .

در شکل زیر اثر تغییر کلرنس روی منحنی های PV نشان داده شده است.



همانطور که مشاهده می شود باز یاد شدن کلرنس سطح زیر منحنی PV که مبین مقدار کار انجام شده توسط کمپرسور روی گاز است کم می شود (فشارهای ورودی و خروجی تغییر نمی کنند) و باعث کاهش فلوی کمپرسور می شود.

پاکت ولوها معمولا روی قسمت سر سیلندر نصب می شوند (چون فضای بیشتری وجود دارد) و با اعمال سیگنال های الکتریکی یا پنیوماتیکی باعث باز شدن ولو مخصوص شده و حجم Pocket Valve به سر سیلندر اضافه یا کم می شود که در بعضی از کمپرسورها حجم Clearance Pocket در داخل مجموعه سر سیلندر قرار می گیرد (مثل کمپرسورهای ۶۰۱ آیزوماکس) و واسطه بین آنها یک ولو است Pocket Valve که با فرمانی که به آن داده می شود می تواند حجم را به سیلندر اضافه و یا کم نماید و در بعضی از کمپرسور های دیگر از یک مخزنی Bottle Clearance که روی سر سیلندر نصب شده به توسط یک عدد کنترل ولو و فرمانی که به کنترل ولو داده می شود می تواند حجم مخزن را به سر سیلندر اضافه یا کم نماید. ( این سیستم روی کمپرسورهای C-101 و C-603 پالایشگاه اصفهان نصب است ).

### انواع Pocket Clearance ها

Clearance ها دارای حجم مشخصی هستند که معمولا با دقت طراحی می شوند و در اختیار کار بران قرار می گیرند. اگر حجم Clearance Pocket ها بیشتر از حد طراحی انتخاب شود می تواند باعث Shut Off گردد که برای کمپرسورها بسیار می تواند خطرناک باشد بخصوص برای موقعی که شرایط عملیاتی نظیر فشار ورودی کاهش یابد یا فشار و درجه حرارت خروجی افزایش پیدا می کند. بدین مفهوم که با افزایش حجم اولیه سیلندر ولوهای ورودی دیرتر باز می شوند ( گاز کمتری به کمپرسور وارد می شود ) و کم شدن گاز داخل کمپرسور باعث می شود فشار کمپرسور نتواند افزایش پیدا کند ( گاز در داخل کمپرسور حبس می شود ) و در مدت چند دقیقه باعث افزایش درجه حرارت و ..... می شود.

کلرنس پاکت ها از نظر نحوه کارائی در دو دسته زیر طبقه بندی می شوند:

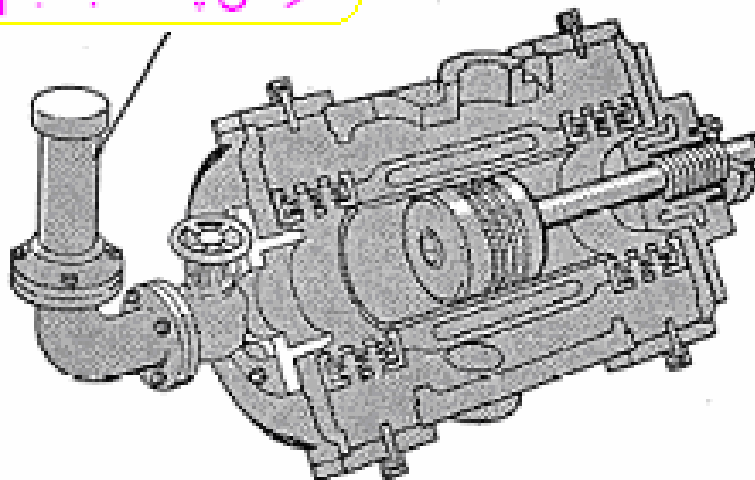
الف – Fixed Clearance Pocket

ب – Variable Clearance Pocket Valve

### کلرنس پاکت های با حجم ثابت Fixed Clearance Pocket

این سیستم ها طوری طراحی می شوند که با باز و بسته کردن پاکت ولو حجم Clearance Pocket به سر سیلندر اضافه و یا کم شود. در اکثر کمپرسور ها این حجم طوری طراحی می مشخص شود که میزان فلوی سر سیلندر را بتواند تا ۲۵ درصد کم یا زیاد نمایند یعنی با اضافه شدن این حجم به سر سیلندر فلوی خروجی از قسمت سر سیلندر به نصف کاهش پیدا می کند ( به عبارت دیگر فلوی کلی سر و ته سیلندر کمپرسور به ۷۵ درصد می رسد ) و با بستن ولو مربوطه یا برداشتن این حجم از سر سیلندر فلوی کمپرسور به صد در صد می رسد.

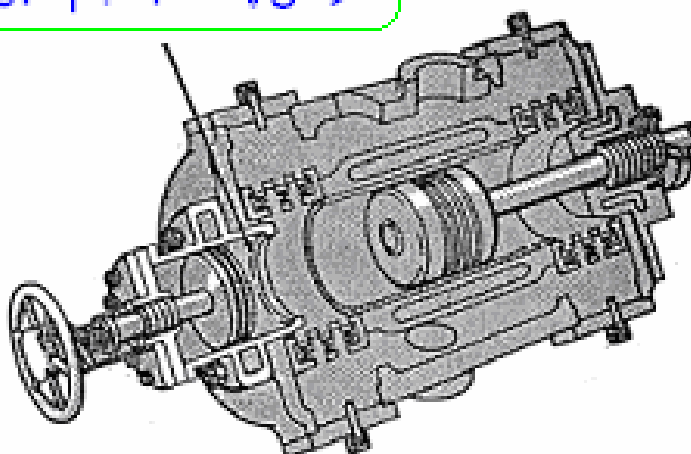
### کلرنس پاکت باحجم ثابت



### کلرنس پاکت های باحجم متغیر Pocket Valve Variable Clearance

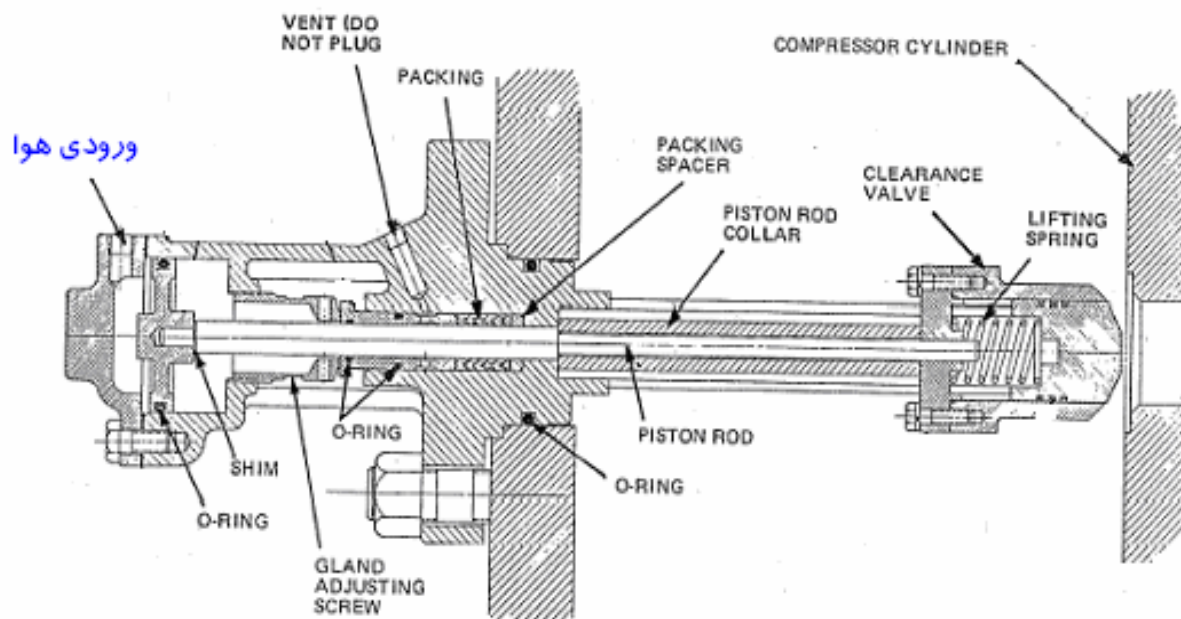
در این نوع سیستم ها تمامی حجم Clearance pocket مثل حالت قبل اضافه یا کم نمی شود بلکه به توسط ولوی که روی آن نصب شده است با حرکت دادن پیستون به سمت جلو یا عقب میزان کم و زیاد کردن حجم را می توان بصورت دیفرانسیلی (جزئی) تغییر داد و معمولاً طوری طراحی می شود که میزان فلوی خروجی از سرسیلندر کمپرسور بین صفر تا پنجاه درصد تغییر داده شود ( به عبارت دیگر میزان فلوی خروجی از کمپرسور را وقتی قسمت ته سیلندر در حالت Load است از ۷۵ تا صد درصد) و با دقت بیشتری تنظیم نمود که در کمپرسورهای صنعتی معمولاً از این روش کمتر استفاده می شود .

### کلرنس پاکت باحجم قابل تغییر



در کمپرسورهای C-601 بخشی از تغییرات فلوتوسط کلرنس پاکت و توسط سیستمی به نام پاکت ولو انجام می شود که با فشار هوا کار می کند و با باز نمودن مسیر ورود هوا حجم کلرنس پاکت را از حجم سرسیلندر کم می کند و باعث ۲۵ درصد تغییر در فلوی کمپرسور می گردد.

در شکل زیر شماتی از پاکت ولو کمپرسورهای ۶۰۱ نشان داده شده است.



### تغییر فلو بصورت ترکیبی از استفاده از Unloader Valve و Pocket Valve ها

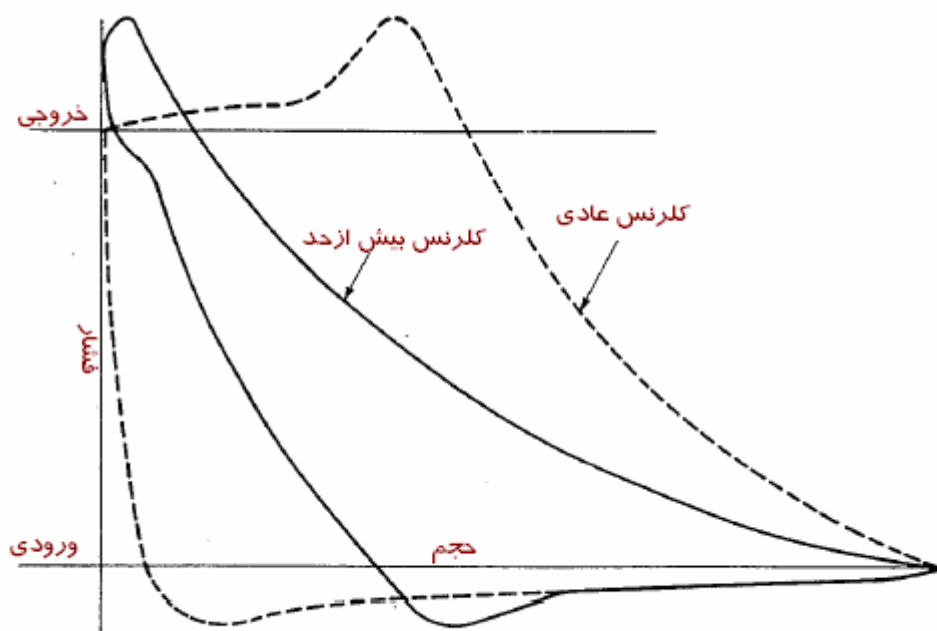
همانطور که قبلاً توضیح داده شد Clearance Pocket Valve ها که در سر سیلندر نصب می شوند میزان فلو کلی کمپرسور را تا ۲۵ درصد تغییر می دهند و Unloader Valve ها نیز قادر به تغییر پنجاه درصد فلو کمپرسورند (هرطرف کمپرسور پنجاه درصد) در صورتی که از دو سیستم فوق بصورت توأما استفاده گردد امکان تغییر Load از صفر به ۲۵ درصد، ۵۰ درصد، ۷۵ درصد و صد به راحتی امکان پذیر است که بسته به شرایط کمپرسورها بیشتر اوقات از این سیستم استفاده می شود (مثل کمپرسورهای C-603 و C-101) وقتی ولوهای ورودی هر دو طرف سیلندر (سرو ته) در حالت Unload باشند (ولوپلیت ها حرکت نکنند یعنی ولوهای ورودی طرفین سیلندر از کار افتاده باشند) فلو کمپرسور به صفر می رسد و وقتی ولوهای قسمت ته سیلندر در حالت Unload (یعنی ته سیلندر فلونداشته باشد) و ولوهای سر سیلندر در حالت Load و Pocket Valve نصب شده روی سر سیلندر حجم Clearance Pocket را به سر سیلندر اضافه نماید Load کمپرسور ۲۵ درصد است و وقتی فقط ولوهای ورودی یک طرف سیلندر Unload می شود (ترجیحاً ته سیلندر) فلو کمپرسور به ۵۰ درصد می رسد و وقتی ولوهای ورودی هر دو طرف سیلندر در حالت Load قرار می گیرند و حجم Clearance Pocket یا باز کردن Pocket Valve به سر سیلندر اضافه می شود (به معنای دیگر Pocket Valve در حالت Unload قرار می گیرد) فلو کمپرسور ۷۵ درصد می رسد و وقتی تمامی ولوهای ورودی و Pocket Valve در حالت Load قرار گرفته باشند فلو کمپرسور به ۱۰۰ درصد می رسد (این سیستم روی کمپرسورهای 603 و 101 موجود است).

لازم به توضیح است که در کمپرسورهای چند مرحله ای Load تمامی مراحل کمپرسور باید به یک اندازه باشد مثلاً اگر ولوهای ورودی ته سیلندر مرحله یک کمپرسور در حالت Unload باشد (یا Load مرحله یک کمپرسور ۵۰ درصد باشد) باید ولوهای ورودی ته سیلندر مرحله دو کمپرسور نیز در حالت Unload باشد درغیراین صورت باعث گرم شدن مراحل بعدی کمپرسور می شود چون اگر Load مرحله دوم کم نشود باعث افت فشار در ورودی مرحله دوم می شود (مرحله دوم کمبود فلو پیدا می کند) که باعث گرم شدن گاز و افزایش توان مصرفی کمپرسور می شود.....

| %load | Unloader Valve |           | Pocket Valve |
|-------|----------------|-----------|--------------|
|       | ته سیلندر      | سر سیلندر |              |
| %100  | Load           | Load      | Load         |
| %75   | Load           | Load      | Unload       |
| %50   | Unload         | Load      | Load         |
| %25   | Unload         | Load      | Unload       |
| %0    | Unload         | Unload    | Load         |

ذکر این نکته نیز ضروری است که استفاده از روش های مثل نیمه باز گذاشتن Throttling ولو ورودی اصلی (Block Valve) که معمولاً در کمپرسورهای گریز از مرکزی از آن استفاده می شود برای کمپرسورهای رفت و برگشتی کاملاً منسوخ است چون باعث افت فشار در قسمت ورودی کمپرسور ( کم شدن فشار ورودی ) ، افزایش توان مصرفی ( یعنی بجای اینکه توان مصرفی کم شود باعث افزایش آن می شود ) و گرم شدن کمپرسور می شود چون حالت Throttling باعث افت فشار در ورودی و نهایتاً افزایش اختلاف فشار بین ورودی و خروجی کمپرسور و افزایش سطح زیر منحنی PV می شود.

همچنین Circulation جریان گاز از خروجی به سمت ورودی کمپرسور با عنایت به گرم بودن گاز خروجی نیاز به نصب کولرهای بین مرحله ای اضافی (جهت برگرداندن گاز) دارد که در کمپرسور های رفت و برگشتی کاملاً منسوخ است و به دلیل خطرناک بودن گاز این کمپرسورها Vent کردن گاز بطرف اتمسفر نیز مردود است. البته افزایش دادن بیش از حد کلرنس نیز می تواند عواقب سوئی داشته باشد و اگر از حد طراحی افزایش پیدا نماید می تواند باعث ایجاد قفل گازی در کمپرسور گردد به عبارت دیگر بایست از حد کم شدن ظرفیت کمپرسور فشار داخل سیلندر نمی تواند اندک در افزایش پیدا کند تا بتواند ولو خروجی را باز نماید و در این صورت امکان ورود گاز به کمپرسور نیز میسر نمی شود و باعث می گردد ولوهای ورودی و خروجی کمپرسور بسته بمانند و نهایتاً انرژی منتقل شده به گاز داخل سیلندر باعث افزایش تدریجی گاز و سیلندر می گردد که برای کمپرسور بسیار خطرناک است.



### تأثیرات افزایش کرنس

البته پدیده فوق در اثر کاهش فشار ورودی به کمپرسورهای بزرگ مسیرهای Spilback طراحی می کنند و به توسط یک عدد کنترل ولوم مقداری گاز از مراحل فشار بالا بطرف ورودی مراحل کمپرسور برگردانده می شود تا در شرایط عملیاتی بحرانی و در حالتی که کرنس پاکت در وضعیت Unload است مشکلی برای کمپرسور بوجود نیاید.

## راه اندازی اولیه یا پس از تعمیرات اساسی کمپرسورهای رفت و برگشتی

هنگام راه اندازی اولیه یا پس از تعمیرات اساسی کمپرسورهای مسئول دستگاه باید کاملاً متوجه عوامل غیر طبیعی مانند افزایش فشارهای ناگهانی، حرارت زیاد، صداهای غیر عادی و ..... باشد و موارد زیر با دقت چک شوند.

۱- کلیه مسیرهای روغن اعم از سیستم لوله کشی، فیلترها، کولرها (قسمت های Tube و Shell) پمپ ها باید بطور کامل هواگیری شوند و از عملکرد سوئیچ تقلیل فشار روغن Low Oil Pressure Switch و در سرویس آمدن پمپ یدک هنگام تقلیل فشار روغن پمپ اصلی اطمینان حاصل نمود.

۲- قراردادن فیلترهای موقت مسیر ورودی گاز و اطمینان از باز بودن کلیه ولوهای ورودی و خروجی و اطمینان از نظریتمیز بودن لوله های ما بین سیلندرها که در صورت کثیف بودن باید از صافی های موقت استفاده شود.

۳- دنبال کردن تمامی مسیرهای جریان گاز طبق نقشه ها و اطمینان از نصب شیرهای اطمینان روی مسیرهای خروجی سیلندرها و هواگیری محل عبور آب کولینگ کولر های بین مرحله ای.

۴- اطمینان از تنظیم بودن کلیه شیرهای اطمینان طبق Setting های توصیه شده.

۵- برای راه اندازی اولیه بدون بار حداقل یکی از شیرهای ورودی Suction Valve را از هر مرحله باز نموده تا کمپرسور نتواند فشار بگیرد (به منظور تمیز نگه داشتن داخل سیلندر سرپوش شیرهای باز شده را مجدداً در جای خود قرار دهید).

۶- سیستم روغن Lube Oil را به وسیله پمپ یدک به کار اندازید تا کلیه Bearing ها و Crosshead ها روغنکاری شوند و فشار اولیه روغن سیستم به وجود آید.

۷- سیستم روغنکاری قطره ای مربوط به سیلندر و سیل ها را به وسیله حرکت دادن دستی اهرم های مخصوص بکار اندازید و از کار کردن پمپ های قطره ای اطمینان حاصل کنید.

۷- میل لنگ Crank Shaft را چندین دور با استفاده از سیستم Turning Device (در صورت وجود) بچرخانید تا از آزاد بودن و نبودن مانع در بین قسمت های مختلف اطمینان حاصل شود و همچنین از تمیز بودن اجزا کمپرسور با نگاه سرپوش های بازرسی اطمینان حاصل شود.

۸- سیستم خنک کننده را در سرویس آورده و جریان مایع خنک کننده و نشی مسیرها و اتصالات را بازرسی کنید و کلیه مسیرها و قسمت های سیستم کولینگ اعم از مسیرهای لوله کشی کولر های روغن کولرهای بین مرحله ای گاز (Intercooler ها و Aftercooler ها) و سیستم Jacket Cooling اطراف سیلندر و ته سیلندر و محفظه استافین باکس را بازدید کنید.

۹- سوئیچ تقلیل فشار روغن Low Oil Pressure Switch را در سرویس آورید تا به هنگام راه افتادن کمپرسور و افزایش فشار روغن به وسیله پمپ اصلی، پمپ یدک را به صورت اتوماتیک از سرویس خارج کند (این عمل را در هر بار راه اندازی دقیقاً باید کنترل شود).

۱۰- اطراف کمپرسور را بازرسی نموده و اطمینان حاصل نمایید پرسنل تعمیرات و عملیات دستگاه آماده راه اندازی هستند .

۱۱-توربین ( الکتروموتور ) که قبلا آماده شده است را تدریجا در سرویس آورده و هنگامی که به سرعت نرمال رسید آن را از سرویس خارج کنید و زمان متوقف شدن آن را یادداشت کنید این زمان بایدنسبت به زمان های قبلی طولانی تر باشد که دلیل بر بهتر شدن وضع قطعات کمپرسور می باشد . در صورت مشاهده وضع غیر عادی کمپرسور باید فوراً از سرویس خارج شود .

۱۲-کمپرسور را در سرویس آورده و برای مدت یک دقیقه در سرویس نگه دارید در این هنگام فشار روغن Lube Oil و سیستم روانکاری سیستم قطره ای ( سیلندرها و سیل ها ) را به دقت بازرسی کنید مقدار حرارت و جریان مایع خنک کننده باید در حد معمولی باشد .

نکته ۱ : با دقت کامل آثار هر گونه حرارت و دود را از هواکش های بدنه کمپرسور بازرسی نموده و در صورت شنیدن صداهای غیر عادی فوراً کمپرسور را از سرویس خارج کنید .

نکته ۲: در صورت مشاهده دود از هواکش های بدنه و یا علائم هشدار دهنده ، دیگر پس از این که سیستم را از سرویس خارج نمودید قبل از خنک شدن کمپرسور اقدام به باز کردن سرپوش های بازرسی کمپرسور نکنید در غیر این صورت امکان انفجار و صدمه دیدن به پرسنل وجود دارد .

۱۳-پس از یک دقیقه کمپرسور را از سرویس خارج کرده و قبل از خنک شدن کلیه سرپوش های بازرسی را باز کرده و حرارت روی Bearing ها و Cross Head و کلیه اجزاء بدنه کمپرسور را حس کرده و در صورت داغ بودن علت آن را بررسی و رفع کنید .

۱۴-مجدداً کمپرسور را برای مدت ۵ دقیقه در سرویس نگه داشته و پس از این مدت آن را از سرویس خارج نموده و مراحل فوق را دوباره تکرار کنید . در این مرحله علاوه بر انجام موارد گفته شده ، سرپوش (کاور) شیرهای ورودی و خروجی باید از لحاظ نشتی موردبررسی قرار گیرند.

۱۵-چنانچه حرارت دستگاه و کلیه ادوات بحالت عادی خود بودند اعمال فوق را برای زمانهای ۱۵ دقیقه و ۳۰ دقیقه ، یک ساعت دو ساعت و چهار مجدداً تکرار کنید .

قبل از بار گذاشتن کمپرسور آن را به مدت هشت ساعت بدون بار در سرویس قرار دهید .

۱۶-شیرهای ورودی و احتمالاً خروجی را (که در مرحله قبل باز شده اند) در جای خود در موقعیت مناسب نصب کنید.

۱۷-پس از جایگزین شدن ولوهای باز شده ، ورودی گاز کم کم بازمی شود و کلیه لوله ها و سرپوش های ولوهای ورودی و خروجی از لحاظ نشتی مورد بررسی و آزمایش قرار می گیرند و در صورت مشاهده نشتی اقدام به رفع آن کنید . پس از انجام این کار فشار را می توان بالاتر برده و همین اعمال را با فشارهای عادی سیستم ادامه داد .

۱۸-گاز داخل کمپرسور تخلیه می شود و کلیه قسمت های داخلی سیستم موردبررسی مجدد قرار می گیرند.

۱۹-کلیه Clearance های برینگ ها و Cross Head ها طبق جدول در حالت گرم اندازه گیری می شوند .

۲۰-دراین حالت کمپرسور آماده کار می باشد و می توان عملیات Purging را انجام داد.

## چک های روتین و روزانه کمپرسورهای رفت و برگشتی

- ۱- چک کردن سطح روغن داخل محفظه میل لنگ Crankcase و Manzel Lubricator و اضافه کردن روغن در صورت نیاز.
- ۲- بررسی و اطمینان از کارکردن پمپ های قطره ای روغن تزریقی به داخل سیلندر و پکینگ ها .
- ۳- خواندن و یادداشت کردن فشار گاز ورودی و خروجی ، تمامی مراحل و چک کردن افت فشار گاز در کولرها
- ۴- چک کردن فشار و درجه حرارت روغن ، وافت فشار روغن در فیلترهای روغن.
- ۵- خواندن و یادداشت کردن درجه حرارت گاز تمامی مراحل مختلف کمپرسور.
- ۶- چک کردن درجه حرارت روغن ، آب ورودی و خروجی از کولرها و جاکت کولینگ های مراحل مختلف.
- ۷- چک کردن میزان آب خنک کننده ورودی ( وقتی از سیستم Forced Feed Cooling System استفاده شده است و اطمینان از عدم وجود حباب های گاز در خروجی آب کولینگ و نشت احتمالی گاز از ترک های سیلندرو سر سیلندر.
- لازم به توضیح است که افزایش درجه حرارت خروجی آب بطور طبیعی بین 6-8 درجه سانتیگراد است و حداکثر مجاز آن ۱۰ درجه سانتیگراد می باشد که با تنظیم کردن میزان آب جاکت کولینگ سیلندر تنظیم می شود .
- ۸- چک کردن نحوه عمل ولوهای ورودی و خروجی سیلندرها از نظر سر و صدا ، لرزش و گرما.
- ۹- چک کردن سر و صدا و لرزش اجزاء متحرک و دیگر قطعات .
- ۱۰- چک کردن میزان افزایش درجه حرارت بدنه کمپرسور ، Cross Head Guide ، سیلندر و
- ۱۱- چک کردن میزان (و تغییرات) نشتی رینگ ها و پکینگ های آب بند کننده گاز سیلندرها و مختلف با اندازه گیری میزان افزایش درجه حرارت گاز خروجی از مسیر Vent سیل ها و فلو مترها.
- ۱۲- چک کردن سر و صدا و لرزش های غیر عادی الکتروموتور، توربین بخار و گیربکس (در صورت استفاده).
- ۱۳- قرائت و ثبت میزان قدرت مصرفی kw ولتاژ و آمپر الکتروموتور .
- ۱۴- چک کردن سطح مایع داخل Snubber های ورودی و تخلیه به موقع Separator ها و Condensate Tank و اطمینان از عملکرد مناسب Trap ها برای تخلیه اتوماتیک مایعات گازی جمع آوری شده در اسنابرها
- ۱۵- باز کردن ولوهای تخلیه Snubber های ورودی که Trap ندارند برای خارج کردن مایعات هر چند ساعت یک بار با توجه به تجربیات قبلی .
- ۱۶- چک کردن رنگ مایع تخلیه شده از Trap و روغن تخلیه شده از پکینگ ها ( ماشین های غیر عادی دستگاه ها را می توان از تغییر رنگ مایع تخلیه شده آنها تشخیص داد ) .
- ۱۷- حرکت کردن سطح مایع در مخزن Separator جهت اطمینان ( در صورتی که استفاده شده باشد).
- ۱۸- در صورت نیاز باز کردن مسیر Vent گج های فشار برای دقت بیشتر ( در صورتی که وجود داشته باشد).
- ۱۹- تزریق گریس یا روغن به اجزاء دوار مثل یا تاقانهای الکتروموتور و کوپلینگ های دنده ای طبق دستور العمل های کارخانه سازنده .

۲۰- چک کردن اجزاء و قطعات سیستم Driver (توربین بخاریالکتروموتور)

### **چک های روتین راه اندازی اولیه و پس از تعمیرات اساسی کمپرسورهای رفت و برگشتی**

در راه اندازی اولیه و یا پس از هر بار تعمیرات اساسی کمپرسورهای رفت و برگشتی موارد زیر باید چک شوند

۱- تمیز کاری کلی اطراف کمپرسور و سرپوش های بازرسی جهت جلوگیری از نفوذ اجسام خارجی به داخل سیستم روغن و کمپرسور.

۲- جمع آوری تمامی ابزارهای کاری از اطراف کمپرسور یا روی چرخ طیار Flywheel

۳- کلید پیچ و مهره های دستگاه باید طبق جدول و تورک های (گشتاور) ارائه شده سفت شوند و کلیه پیچ هایی که در قسمت های متحرک کمپرسور واقع شده اند لاک شوند و به وسیله سیم های مخصوص به یکدیگر متصل گردند .

۴- کلیه فواصل پیستون از سر و ته سیلندر طبق میزان Clearance نوشته شده بر روی سیلندر اندازه گیری و تنظیم شود و از صحت میزان آنها مطمئن شد .

۵- از کارکرد کلیه سیستم های خنک کننده ، پمپ ها ، گرم کننده ها ، فیلترها و نظایر آنها و مسائل قبل از راه اندازی توربین های بخار اتم از سیستم روغنکاری خشک کردن بخار و گرم کردن توربین و راه اندازی آن طبق دستورالعمل های کارخانه سازنده باید اطمینان حاصل کرد .

این چک ها شامل:

الف- چک کردن سیستم روغنکاری Lube Oil .

ب- چک کردن روغنکاری سیلندرها و پکینگ رینگ ها .

ج- چک کردن سیستم های خنک کننده.

### **چک کردن سیستم روغنکاری Lube Oil**

مهمترین عامل در کارآیی مفید دستگاه ها نوع صحیح روغن و سیستم روغنکاری است که شامل روغنکاری یاتاقانهای ثابت و متحرک و کراس هدها و پین های آنها است (سیستم Lube Oil) و روغنکاری داخل سیلندر و پکینگ رینگ ها (سیستم روغنکاری قطره ای) است که در راه اندازی اولیه و پس از هر تعمیرات اساسی (O/H) کمپرسورها باید مورد توجه قرار گیرند .

۱- موم های ضد زنگ بکار برده شده بر روی کمپرسور در روغن قابل حل شدن است و احتیاج به تمیز کاری این مواد با مواد دیگری نیست ( برای کمپرسورهائی که جدیداً نصب می شوند ) .

۲- اطمینان از تمیز بودن و عاری بودن سرپوش ها و قسمت های مختلف از خاک ، شن و دیگر کثافات که در صورت نیاز به تمیز کاری باید با پارچه های بدون نخ های آزاد و با مایع تمیز کننده پاک شوند که به منظور سهولت انجام کار معمولاً داخل کمپرسور ( محفظه میل لنگ ) رنگ سفید زده شده است تا کثافات و اجسام خارجی به راحتی قابل رویت باشند .

۳- هنگام شستشوی لوله های داخلی Flushing و بدنه کمپرسورها و دیگر ماشین آلات از روغن هایی باید استفاده شود که غلظت آن کمتر از غلظت روغن اصلی سفارش شده کارخانه باشد تا قابلیت نفوذ و حرکت آن در کلیه منافذ و راهگاه ها بهتر باشد . لازم به توضیح است که با توجه به نوع روغن های حفاظتی استفاده شده نوع روغن برای کار Flushing توسط کارخانه سازنده پیشنهاد می گردد

۴- هنگام شستشو و تمیز کاری مسیرهای روغن Flushing باید مسیرهای ورودی روغن به کلیه یاتاقانها از مسیر خارج شوند و ابتدا مسیرهای لوله کشی پمپ ، کولرها ، فیلترها و ..... تمیز گردند . که دراین مرحله افت فشار روغن در داخل فیلترها باید به دقت تحت نظر قرار گیرند و با افزایش افت فشار فیلترها تعویض ، بازرسی و تمیز شوند . هنگامی که افت فشار روغن پس از چند ساعت سیر کولیش تغییر نکرد و ثابت ماند مسیرهای ورودی روغن به یاتاقانها را بصورت تک تکی می توان وصل کرد . ( با برداشتن Blank های مسیرهای روغن یاتاقان ها ) که این عمل متناوبا برای هر یاتاقان به مدت نیم ساعت باید ادامه پیدا کند و پس از اتصال آخرین یاتاقان عملیات تا چهار ساعت دیگر ادامه پیدا کند .

۵- هنگام عملیات Flushing هر پانزده دقیقه یک بار میل لنگ را باید یک چهارم دور چرخاند .

۶- کلیه اتصالات و سیستم های روغن باید از نظر نشتی مورد بازرسی قرار گیرند .

۷- پس از اتمام کار Flushing روغن کثیف داخل سیستم تخلیه می شود و روغن پیشنهادی کارخانه سازنده به داخل محفظه روغن ریخته می شود و سطح آن تنظیم می شود پس از شارژ روغن موتور برقی یدک بکار انداخته می شود و سپس به اندازه حجم روغن کم شده که درون لوله ها ، کولرها و ... رفته است مجددا مخزن روغن تا ارتفاع مشخص شده پر می شود لازم به توضیح است که در صورتی که سطح روغن مخزن از حدود شاخص نشان دهند بیشتر باشد در اثر برخورد میل لنگ Crank Shaft با سطح روغن ایجاد کف شده که باعث افت فشار روغن و مخلوط شدن روغن وهوا شده که باعث اختلال درسیستم روغنکاری یاتاقان هاوخرابی آنها می شود .

۸- اطمینان از تنظیم بودن و کالیبره بودن تمامی شیرهای کنترل Control Valve ، نشان دهنده های فشار Pressure Guage نشان دهنده های درجه حرارت ، ترموکوپل ها ، سوئیچ ها و ترانسمیترها و.....

۹- چک کردن کلیه سوئیچ های که به وسیله عامل فشار تغذیه می شوند ( فرمان می گیرند تحریک می شوند و عمل می کنند ) به وسیله تغییر فشار سیستمی که سوئیچ برای آن تدارک شده است و به میزان مورد نظر .

الف- چک اخطار دهنده Main Oil Pump Failure ( Stand By Pump Running ) .

جهت در سرویس آمدن پمپ یدک با باز کردن مسیری که روی خروجی پمپ یدک است و پایین آمدن فشار روغن تا میزان Setting مربوطه و اطمینان از در سرویس آمدن پمپ یدک.

ب- امتحان کردن سیستم اخطار دهنده Low Oil Pressure .

مثل حالت فوق روی Setting های توصیه شده برای Alarm و Shut Down و اطمینان از صحت کار ان.

ج- امتحان کردن اخطار دهنده Filter High Differential Pressure .

این سیستم وضعیت گرفتگی فیلتر روغن را نشان می دهد با بستن Tapping روی خروجی فیلتر و بالا بردن فشار خروجی فیلتر و اطمینان از عملکرد آن.

۱۰- چک کردن کلیه سوئیچ هایی که به وسیله عامل درجه حرارت تغذیه می شوند ( فرمان می گیرند ، تحریک می شوند و عمل می کنند ) ورودی قسمت های مختلف اعم از یاتاقانها ، مسیرهای روغن ، مسیر خروجی کولر روغن ، مسیر خروجی روغن از یاتاقانها مسیر های ورودی و خروجی گاز مراحل مختلف کمپرسور .... نصب شده اند با قرارداد آنها در مایع با درجه حرارت متناسب واطمینان از میزان Setting و عملکرد مناسب آن در شرایط طراحی و عملیات.

۱۱- چک کردن شیرهای یک طرفه Check Valve و اطمینان از جهت نصب آنها .

۱۲- چک کردن کلیه شیرهای اطمینان روغن Safety Valve طبق Setting توصیه شده و زمان مقرر شده برای هر کدام از آنها.

۱۳- اطمینان از کارکرد مناسب هیترهای روغن ( برقی ، بخاری ) و نحوه عمل کردن آنها در درجه حرارت مناسب .

۱۴- هواگیری کلیه مسیرهای روغن اعم از فیلترها ، کولرها و .....

### **چک کردن روغنکاری تزریقی سیلندرها و پکینگ رینگ ها**

تمیز کردن و پر کردن مخزن روغنکاری قطره ای Manzel Lubricator براساس روغن پیشنهاد شده کارخانه سازنده .

باز کردن لوله های روغن ورودی سیلندرها و Packing Ring ها ( قبل از Check Valve ) و اطمینان از نحوه قرارگیری و باز بودن کلیه مسیر ها آنها و اطمینان از نحوه نصب Check Valve ها و آب بند بودن آنها هواگیری پمپ های قطره ای و اطمینان از ورود روغن به داخل سیلندرها و پکینگ رینگ ها. اطمینان از مسدود نبودن مسیرهای روغن ( در موقعی که پیستون ها از داخل سیلندر بیرون آورده شده است).

اطمینان از صحت کار سوئیچ Low Oil Level Alarm روی بدنه Manzel Lubricator .

اطمینان از صحت کار گرم کننده روغن در درجه حرارت مناسب .

### **چک کردن سیستم خنک کننده**

پس از هر بار تعمیرات اساسی و قبل از راه اندازی کمپرسور کلیه سیستم های خنک کننده اعم از Intercooler ها After Cooler ها ، سیستم های Jacket Cooling و سیستم های خنک کننده روی سیل ها و کولرهای روغن باید به وسیله جریان آب ( یا مواد شیمیائی مناسب ) خوب شسته شوند ( جت ) و رسوبات و مواد زائد از طریق خروجی ها Drains دفع گردند . این شستشو در مورد سیستم خنک کننده روی سیل ها باید به دقت انجام شود و قبل از اتصال مایع خنک کننده به این قسمت ها کلیه ذرات و زنگ ها از لوله ها خارج شده باشند ( به دلیل اینکه کانال های اطراف سیل ها خیلی باریک است ) .

لازم به توضیح است که برای جلوگیری از ایجاد رطوبت در داخل سیلندر باید حرارت مایع خنک کننده هنگام ورود بیشتر از درجه حرارت ورودی گاز به سیلندر باشد ( بخصوص در فصل سرما که این کار معمولاً با تنظیم کردن مقدار آب ورودی به سیلندر ها انجام می شود ) چون رطوبت داخل سیلندر ها باعث شسته شدن

روغن تزریق شده به داخل سیلندر می شود و باعث شکسته شدن شیرهای ورودی و خروجی کمپرسور و باعث از بین رفتن سیل ها و پیستون رینگ ها می شود .

کلیه مسیرها و قسمت های سیستم های خنک کننده باید بطور کلی هواگیری شوند و جریان مایع خنک کننده باید به گونه ای باشد که حداکثر اختلاف درجه حرارت بین مایع خنک کننده و جاهایی که خنک کار می شوند داشته باشد ( حدود ده تا بیست درجه فارنهایت ) و تمیزی و جریان داشتن آب ورودی باید مرتباً از طریق شیشه Sight Glass جریان مایع خنک کننده بازدید و بازرسی گردند .

## معایب روتین و روش های رفع عیب انهدار کمپرسورهای رفت و برگشتی

- ۱-مسائلی که باعث بالا رفتن دمای گازخروجی از کمپرسور می شود
  - ۲-مسائلی که باعث ورود مایع داخل کمپرسور.
  - ۳-مسائلی که باعث شکسته شدن ولوها وفنرها می شود.
  - ۴-مسائلی که باعث کوبش Knockدرسیلندر وبدنه کمپرسور می شود.
  - ۵-مسائلی که باعث لرزش وارتعاشات می شود.
  - ۶-مسائلی که باعث خط افتادن روی پیستون وداخل سیلندر.
  - ۷-مسائلی که باعث کم شدن فشار روغن می شود.
  - ۸-مسائلی که باعث بالارفتن فشارروغن می شود.
  - ۹-مسائلی که باعث افزایش درجه حرارت روغن می شود.
  - ۱۰-مسائل ومشكلات پمپ های قطره ای روغن.
  - ۱۱-مسائلی که باعث کاهش فلو وظرفیت کمپرسور می شود.
  - ۱۲-مسائلی که باعث نشتی بیش از حد از پکینگ ها می شود.
  - ۱۳-سیستم های حفاظتی کمپرسور های رفت وبرگشتی.
- که ذیلا به شرح هر کدام ازمواردفوق پرداخته می شود.

## مسائلی که باعث بالا رفتن دمای گاز خروجی از کمپرسور می شود

- ۱-ناکافی بودن آب خنک کننده اطراف سیلندر یا مسدود بودن و وجود رسوبات داخل مسیره های آب Jacket که باعث کم شدن انتقال حرارت تولید شده می شود.
- ۲-خرآبی ولوهای ورودی یا خروجی که باعث برگشت مجدد گاز به داخل کمپرسور می شود یا خرآبی محل قرار گیری ولودرداخل سیلندر یاناسب نبودن گسکت زیر ولو.
- ۳-خراش روی Liner و یا پیستون رینگ ها که باعث نشت گاز فشرده شده گرم از قسمت سر سیلندر به قسمت ته سیلندر می شود ویا بالعکس (بالا رفتن دمای گاز ورودی)
- ۴- روغنکاری ناقص داخل سیلندر یانامناسب بودن نوع روغن که باعث افزایش اصطکاک بین رینگ ها وجداره سیلندر وتولید حرارت بیشتر می شود
- ۵-سفت بودن(سایز نبودن سیل های نو) بیش از اندازه Packing که باعث افزایش اصطکاک می شود.
- ۶-بالا بودن فشار خروجی کمپرسور که به همان نسبت باعث بالا رفتن درجه حرارت گاز می شود.
- ۷-بالا بودن دمای گاز ورودی به سیلندر مراحل میانی( در اثر خوب عمل نکردن Inter Cooler ها )وورود گاز گرم به داخل مراحل میانی کمپرسور .
- ۸-پایین بودن فشار ورودی کمپرسور که باعث بیشتر شدن اختلاف فشار ورودی وخروجی شده ونهایتا باعث بیشتر گرم شدن گاز خروجی از کمپرسور می شود

۹- شکستگی رینگ ها یا سایش بیش از حد آنها که باعث زیاد شدن نشتی داخلی از سر سیلندر به قسمت ته سیلندر و یا بالعکس شده و باعث ورود گاز گرم به داخل کمپرسور می شود.

۱۰- جام شدن Seizure رینگ ها و بازی نکردن آنها در جای خود که باعث نشتی داخلی می شود.

### **مسائلی که باعث ورود مایع در داخل سیلندرمی شود**

۱- خرابی گسکت سر سیلندر و ورود آب کولینگ از بین ترک گسکت ها.

۲- ترک داشتن سیلندر یا سر سیلندر

۳- تشکیل کندانس به دلیل پایین بودن دمای سیلندر که بابه موقع باز کردن آب ورودی سیستم جاکت کولینگ و تنظیم نا مناسب آن غالبا بخصوص در فصول سرد به وجود می اید.

۴- ورود مایع به دلیل مسائل عملیاتی و خوب عمل کردن جدا کننده ها و تراب ها .

۵- میعان گازهای باقی مانده در داخل کمپرسور در زمانی که کمپرسور در سرویس نبوده است .

۶- بسته بودن سیستم بخار گرم کننده Snubber های ورودی بخصوص در فصول سرد کمک به تشکیل مایعات گازی می کند.

۶- مناسب نبودن سیستم لوله کشی که باعث جمع شدن مایعات در قسمت های Low Point می شود.

۷- عملکرد نامناسب تراپ ها ی زیر اسنابر ها یا کولرهای بین مرحله ای.

### **مسائلی که باعث شکسته شدن ولوها و فنرها می شود**

۱- ورود گاز کثیف به داخل کمپرسور که باعث ایجاد ضربه گیر افتادن بین قطعات و سایش سطوح آب بندی و جام شدن فنرها می شود.

۲- ورود مایع در داخل سیلندر که باعث ضربه شدید به ولو پلیت ها و چسبندگی سطوح آب بندی و ولوها می شود.

۳- تزریق روغن بیش از حد داخل سیلندر که باعث چسبندگی سطوح آب بندی ولو و تشکیل مایع در داخل سیلندرمی شود و کم بودن آن باعث گرم شدن گاز و خرابی زودرس آنها می شود.

۴- تشکیل کک در داخل سیلندر و ولوها به دلیل روغن کاری ناقص و بالا رفتن درجه حرارت گاز و یا استفاده از روغن نامناسب .

۵- خطاهای ناشی از نصب ولو که باعث حرکت کردن ولودر محل نشیمنگاه خود ( به دلیل ازاد بودن Jack Bolt آن یا نامناسب بودن گسکت زیر ولو) و افزایش ارتعاشات می شود.

۶- زیاد بودن حرکت ولو پلیت (Valve Lift).

۷- تغییرات ناگهانی فشار داخل کمپرسور Resonans Pulsation که معمولا ناشی از تغییر Load ناگهانی روی کمپرسور است یا به دلیل Shut Off شدن کمپرسور به دلیل بیش از حد کم شدن فشار ورودی است.

۸- معیوب بودن سیستم Unloader که باعث می شود تغییر Load بصورت ناگهانی انجام شود.

### مسائلی که باعث کوبش ( Knock ) در سیلندر و بدنه کمپرسور می شود

- ۱- تنظیم نبودن کلرنس های های سروته پیستون با سروته سیلندر که باعث برخورد پیستون به سیلندر می شود.
- ۲- شل بودن مهره کراس هد روی Rod Piston که باعث ازاد شدن پیستون و برخورد آن با سیلندر می شود.
- ۳- شل بودن مهره سر پیستون و آزاد شدن پیستون روی Rod Piston که باز باعث برخورد آن با سیلندر می شود.
- ۴- آزاد بودن Liner در داخل سیلندر که باعث حرکت آن در سیلندر می شود.
- ۵- آسیب دیدن کراس هد که باعث حرکت اضافی آن شده و باعث تحریک دسته پیستون و پیستون می شود.
- ۶- ورود مایعات گازی داخل سیلندر که با حرکت پیستون به سمت جلو رانده می شود و به سر یاته سیلندر کوبیده می شود.
- ۷- تجمع رسوبات کربنی در داخل سیلندر.
- ۸- شل بودن ولوها و کاور ولوها و Jack Bolt آنها که باعث لرزش و کوبش ولو در محل نشیمن خود می شوند
- ۹- آزاد بودن استافین باکس که باعث برخورد Rod Piston با آن می شود.
- ۱۰- آزاد بودن سر سیلندر به دلیل شل بودن پیچ های سر سیلندر.
- ۱۱- خراب بودن یا تاقانهای متحرک ، کراس هد یا پین کراس هد .
- ۱۲- زیاد بودن کلرنس های برینگ های ثابت و متحرک ، کراس هد و یا پین کراس هد .
- ۱۳- حرکت کردن رینگ ها Piston Ring و Rider Ring در شیارهای روی پیستون به دلیل لاغر بودن رینگ ها یا خرابی محل قرار گیری رینگ ها روی پیستون.
- ۱۴- خوب عمل نکردن ولوها به دلیل نامناسب بودن فنرها که باعث Fluttering می شود.
- ۱۵- جدا شدن وزنه های بالانس روی میل تنگ یا شل شدن پیچ های آنها .

### مسائلی که باعث لرزش و ارتعاشات می شوند

- ۱- ساپورتینگ نامناسب سیستم های لوله کشی.
- ۲- شل شدن مهره پیستون و یا دسته پیستون .
- ۳- شل شدن پیچ و مهره های سیلندر و یا بدنه کمپرسور .
- ۴- شل شدن پیچ های فونداسیون یا نامناسب بودن فونداسیون.
- ۵- بالا بودن فشار خروجی کمپرسور.
- ۶- گرفتگی در مسیر های سیستم لوله های ورودی و خروجی.
- ۷- خرابی یا تاقانهای میل لنگ ( ثابت و متحرک ) یا زیاد بودن کلرنس آنها .
- ۸- زیاد بودن کلرنس کراس هد در محل قرار گیری آن.
- ۹- زیاد بودن کلرنس پین کراس هد .

۱۰- آزاد بودن Flywheel روی محور.

۱۱- Missalignment کمپرسور و سیستم محرک.

۱۲- معیوب بودن سیستم Unloader.

۱۳- روغنکاری ناقص سیلندر و افزایش اصطکاک.

### **مسائلی که باعث خط افتادن سطح داخلی Liner و پیستون**

۱- ورود گاز کثیف به داخل کمپرسور به دلیل خوب عمل نکردن فیلترهای ورودی گاز.

۲- روغنکاری ناقص داخل سیلندر.

۳- وجود مایع در داخل سیلندر که باعث شسته شدن روغن تزریق شده به داخل سیلندر می شود.

۴- گرم شدن بیش از حد سیلندر.

۵- شکسته شدن ولو و افتادن قطعات آن داخل سیلندر.

۶- باز شدن مهره ولو و وارد شدن آن داخل سیلندر.

### **مسائلی که باعث کم شدن ظرفیت کمپرسور می شوند**

۱- زیاد بودن افت فشار در سیستم لوله کشی.

۲- خوب عمل نکردن ولوها.

۳- معیوب بودن سیستم Unloader.

۴- پایین بودن دور توربین.

۵- پایین بودن فشار ورودی.

۶- گرم بودن گاز ورودی به کمپرسور.

۷- زیاد بودن کلرنس های سر و ته پیستون.

۸- نشتی بیش از حد Packing Ring.

۹- خرابی پیستون رینگ ها.

۱۰- کثیف بودن و یا مسدود بودن فیلتر ورودی گاز.

۱۱- گرفتگی مسیر ورودی گاز.

۱۲- بالا بودن فشار خروجی کمپرسور.

### **مسائلی که باعث نشتی بیش از حد پکینگ ها می شود**

۱- سائیدگی زیاد Packing Ring ها.

۲- نامناسب بودن روغنی که روی سیل ها تزریق می شود و یا نامناسب بودن مقدار آن

۳- کثیف شدن رینگ های آب بندی و یا بوجود آمدن رسوبات کربنی روی آنها به دلیل بالا بودن درجه حرارت

۴- نامناسب بودن روغن استفاده شده.

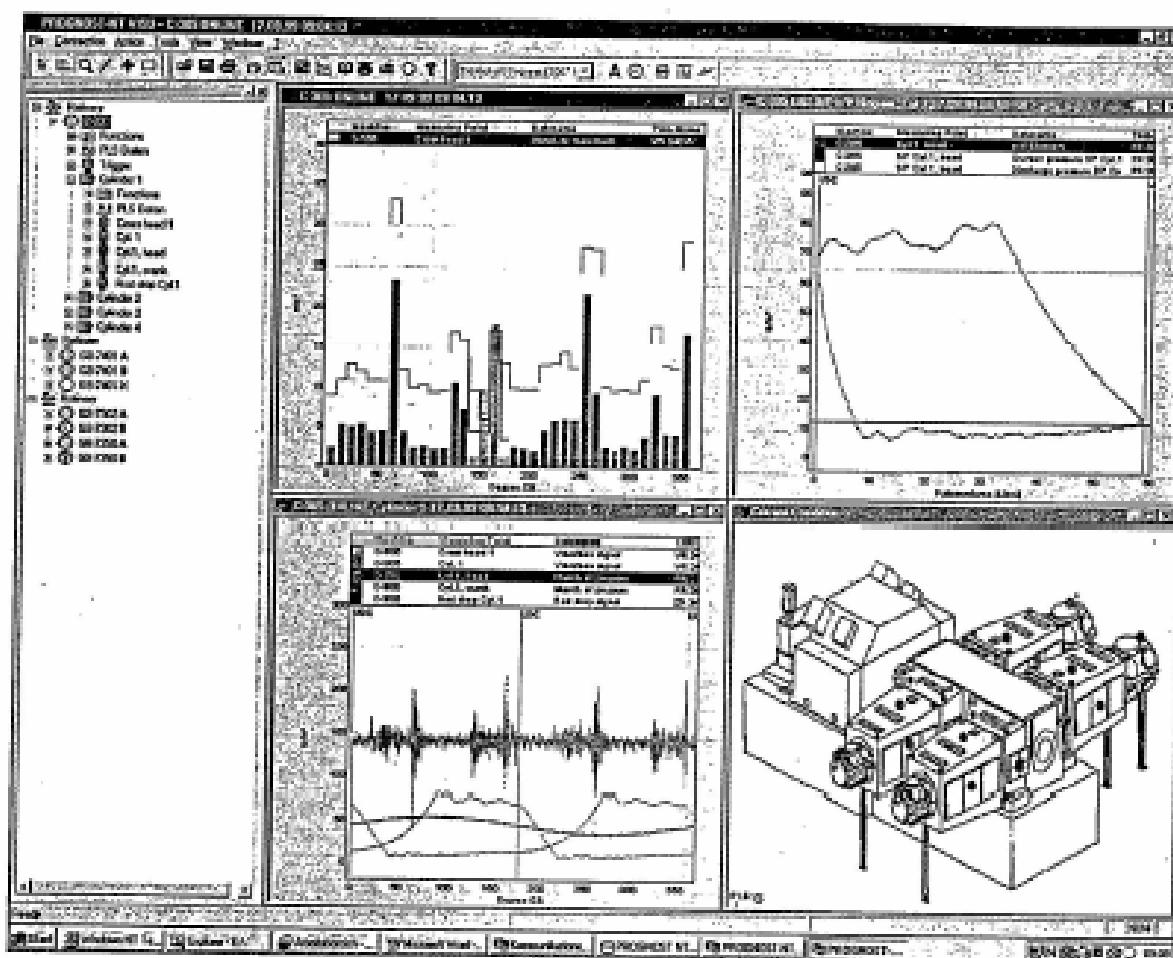
۵- بالا بودن بیش از حد فشار کمپرسور.

- ۶- مسدود بودن مسیر خروجی Vent پکینگ ها .
- ۷- نامناسب بودن فواصل تکه های Packing Ring ها .
- ۸- خراشیدگی و ناصاف بودن سطح Rod Piston .
- ۹- لاغر شدن و کش آمدن Rod Piston در اثر تنش های کششی .
- ۱۰- زیاد بودن میزان Run Out مربوط به Rod Piston ..
- ۱۱- ناصاف بودن سطوح Packing Ring ها و یا تاب برداشتن آنها ( نوع فلزی ) در حین کار .
- ۱۲- لقی زیاد Packing Ring ها در کاسه های آب بندی Cups .
- ۱۳- هم محور نبودن محفظه و استافین باکس با Rod Piston و تماس آن با بدنه .
- ۱۳- مسدود بودن مسیرهای Cooling .
- ۱۴- مسدود بودن مسیر تهویه محفظه Packing Ring ها.
- ۱۶- نصب غلط رینگ های آب بندی.

## سیستم های Condition Monitoring کمپرسور های رفت و برگشتی

- ۱-سیستم اندازه گیری دمای ولوها
- ۲-سیستم اندازه گیری ارتعاش ولوها
- ۳-سیستم های ترسیم منحنی های فشار-حجم
- ۴-سیستم اندازه گیری نشتی رینگ های آب بندی
- ۵-سیستم اندازه گیری Run Out راد پیستون
- ۶-سیستم اندازه گیری ارتعاشات یاتاقان ها

باعنایت به پیشرفت روزافزون علم و تکنولوژی و حساسیت کاری کمپرسور های رفت و برگشتی و برای حفاظت بیشتر از این دستگاه های حیاتی و پیشگیری بیشتر از مخاطرات و کاهش هزینه های تعمیراتی و بالا بردن طول عمر این دستگاه ها نیاز به سیستم های پیشرفته ای است که بتواند بطور مداوم شرایط کاری کلیه قسمت ها و قطعات و نحوه عمل کرد آنها زیر نظر گرفته و در صورت بروز مشکل بتواند قبل از ایجاد خسارت های جدی که باعث وارد آوردن مشکلات زیاده تر گردد هشدار به موقع بدهد یادر شرایط بحرانی باعث ازسرویس خارج شدن کمپرسور شود.



Prognost@-NT visualisation.

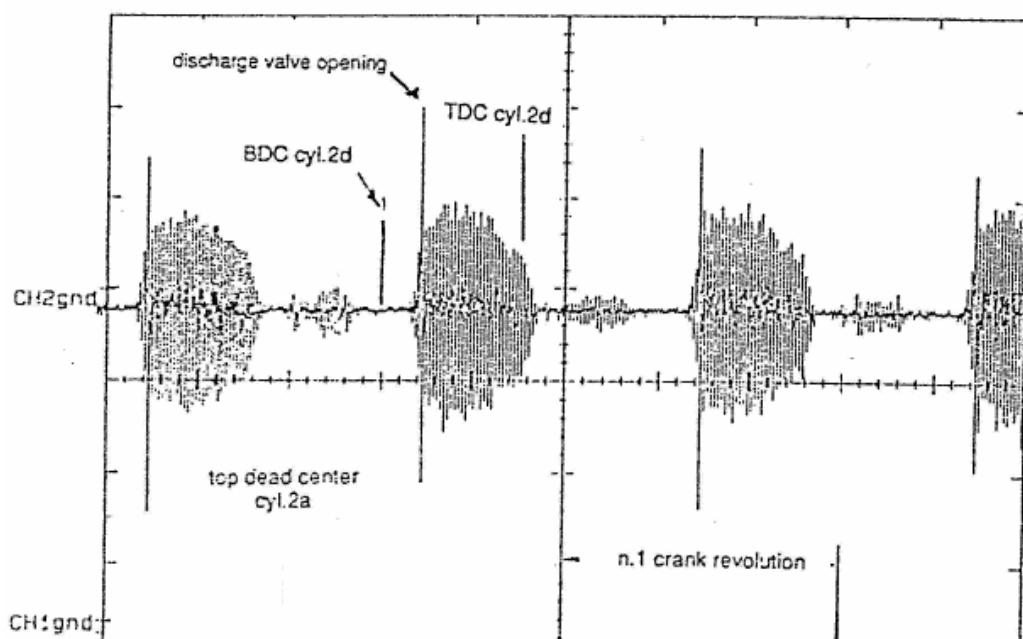
### سیستم اندازه گیری دمای ولوها

باعنایت به این که اکثر مسائل و مشکلاتی که روی کمپرسورهای رفت و برگشتی بوجود می آید باعث گرم شدن کمپرسور و ولوها می شود (بخصوص ولو ورودی) بانصب ترموکوپل روی کلیه ولوها و اندازه گیری مداوم درجه حرارت آنها به راحتی می توان در همان مراحل اول به خرابی و مشکلی که برای کمپرسور بوجود آمده پی برده و ولو معیوب را از بین ولوهای سالم شناسایی کرده و در کمترین زمان ممکن نسبت به تعویض و رفع عیب آن اقدام نمود. که البته این کار می تواند کمک بسزائی برای پیدا کردن علل خرابی قطعات بخصوص ولوها بنماید زیرا ممکن است در کمپرسور مشکلی بوجود آمده باشد که فقط باعث خراب شدن ولوهای یک طرف کمپرسور شود (یا فقط باعث خرابی ولوهای ورودی یا فقط ولوهای خروجی) که در صورت تکرار باید اقدام به رفع عیب اساسی نمود.

### سیستم اندازه گیری ارتعاشات ولوها

که بانصب پراب های اندازه گیر لرزش روی کلیه ولوهای ورودی و خروجی ارتعاشات ولوها اندازه گیری و از روی منحنی های ارتعاشی که توسط سیستم مونیترینگ رسم می گردد پی به شناسائی ولو خراب (بخصوص ولوهای خروجی) از بین ولوهای سالم برده و در کمترین زمان ممکن نسبت به تعمیر و رفع آن اقدام نمود. لازم به توضیح است به دلیل این که ولوهای خروجی در معرض گازهای گرم خروجی قرار دارند با اندازه گیری دمای آن نمی توان به مسائل و مشکلات آن پی برد علاوه اینکه بسیاری از مشکلات که بعضا مربوط به خود ولو یا کمپرسور است باعث گرم شدن ولو (و عدم آب بندی) نمی شوند بلکه باعث ایجاد ضربات اضافی می گردند که باعث کاهش طول عمر ولو می شوند. لازم به توضیح است که دستگاه های لرزه نگاری Portable ای نیز موجود است که اندازه گیری لرزش ولو را بصورت Off Line می تواند انجام دهد که وسائل بسیار مناسب و ارزان قیمتی برای این کار هستند.

#### وضعیت ارتعاشی کمپرسور ولوها

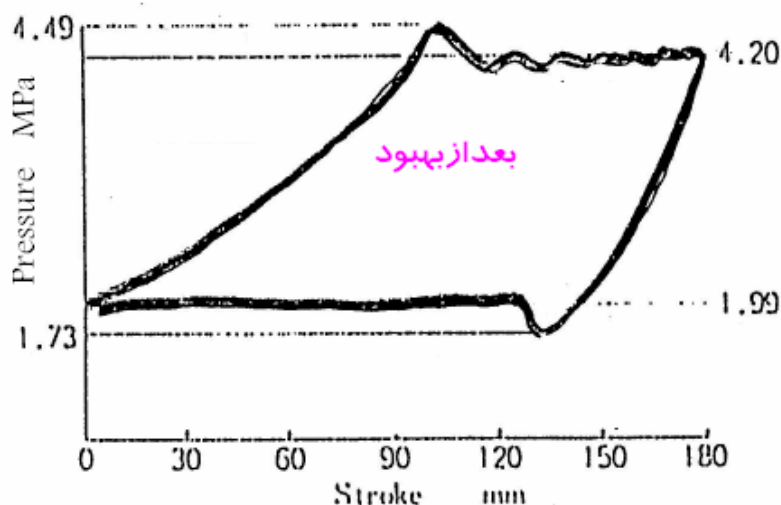


### سیستم های ترسیم منحنی های فشار حجم P.V Diagram

همانطور که قبلا هم توضیح داده شده است کمپرسور های رفت و برگشتی روی منحنی های فشار حجم کار می کنند که در صورت بروز هر گونه مشکل برای کمپرسور این منحنی ها تغییر می کند. که با کمی دقت روی این منحنی هامی توان به راحتی به بسیاری از مسائل و مشکلات اعم از نحوه عمل کرد ولوها (نحوه وزمان باز و بسته شدن که تاخیر در باز و بسته شدن آنها باعث ورود فلو کمتر به داخل سیلندر و تاخیر در بسته شدن ولوهای خروجی باعث برگشت گاز فشرده شده به داخل سیلندر) میزان فلو و قدرت مصرفی و تعیین راندمان حجمی وضعیت فشار های ورودی و خروجی و..... می توان پی برد. در شکل های زیر چند نمونه از این منحنی ها نشان داده شده است. شکل زیر تاخیر در موقعیت باز شدن ولو ورودی را نشان می دهد که باعث کم شدن سطح زیر منحنی و نهایتا کم شدن فلو کمپرسور می شود:

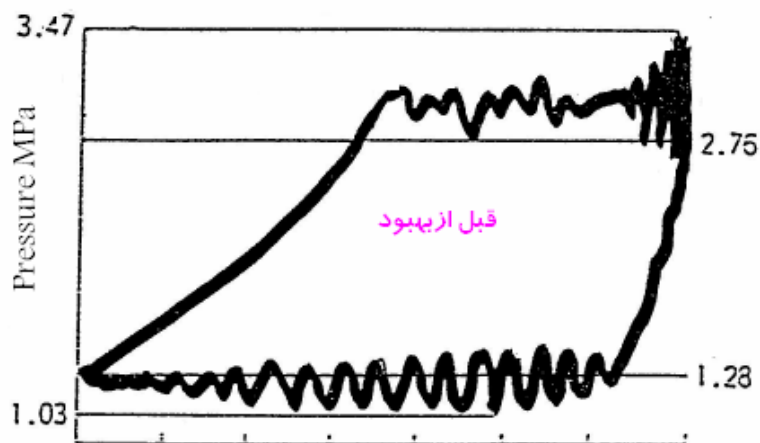


منحنی زیر وضعیت کمپرسور پس از رفع اشکال از ولوهای ورودی و تعویض فنر ها با فنر های ضعیف تر را نشان می دهد.



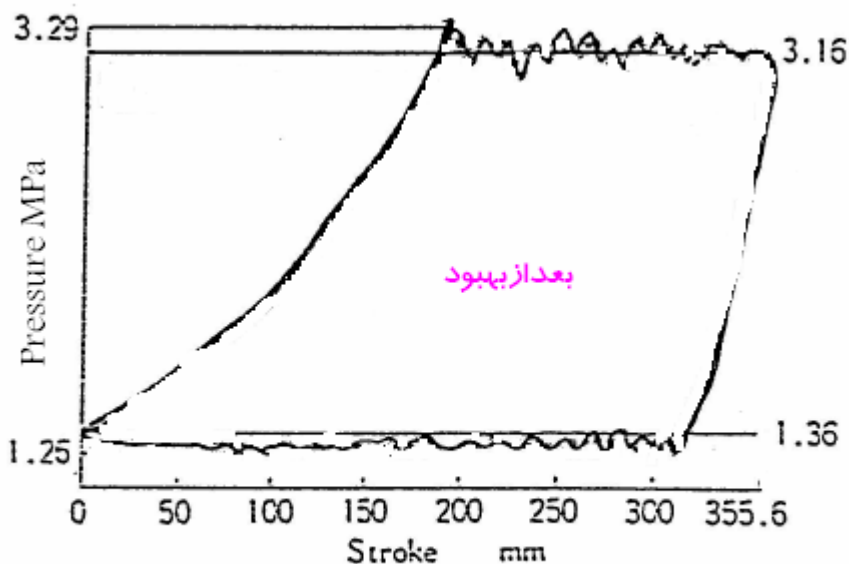
دیاگرام نشان می دهد که ولو با تاخیر باز شده است

منحنی های زیر وضعیت کمپرسور را در شرایط Fluttering نشان می دهد که همینطور که ملاحظه می شود ولوهای خروجی درحین تخلیه گاز از کمپرسور چندین بار بازوبسته می شوند که باعث افزایش لرزش و ارتعاشات قطعات ولو شده و در وضعیت عملکرد ولو کمپرسور تاثیر می گذارد:



ولو درحین کار بازوبسته می شود Fluttering

دیاگرام زیر وضعیت کمپرسور پس از بهبود و تغییرات روی فنرهای ولوهای خروجی و استفاده از فنرهای ضعیف تر روی آنها را نشان می دهد:

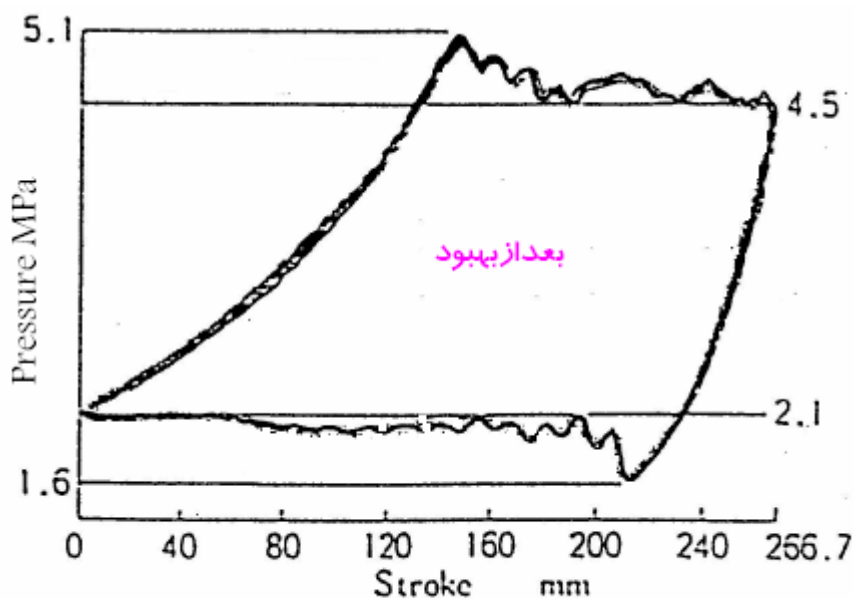


دیاگرام Fluttering را نشان می دهد

منحنی زیر نیز وضعیت کمپرسور را با تاخیر در باز شدن ولوهای ورودی نشان می دهد.



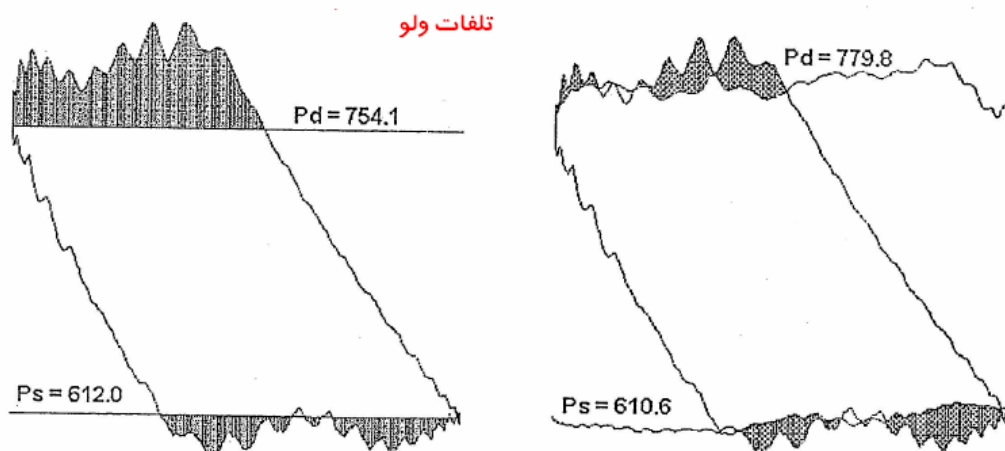
منحنی زیر وضعیت کمپرسور را پس از بهبود شرایط طولی های ورودی و تغییر دادن فنر های ولو استفاده از فنر های ضعیف تر را نشان می دهد:



دیاگرام تاخیر در بسته شدن ولو را نشان می دهد

سطوح هاشور خورده منحنی های شکل زیر مبین تلفات مکانیکی اعم از افت فشار زیاد ولو (نامناسب بودن ولو برای شرایط عملیاتی) نامناسب بودن فنرها (قوی بودن بیش از حد نیروی فنری که ناشی از طراحی نامناسب ان است) بالا بودن فشار خروجی کمپرسور یا کم بودن بیش از حد فشار ورودی بالا بودن سرعت گاز در ورود به کمپرسور به علت طراحی نامناسب قطر لوله های ورودی و خروجی است که هر چه این سطوح بیشتر

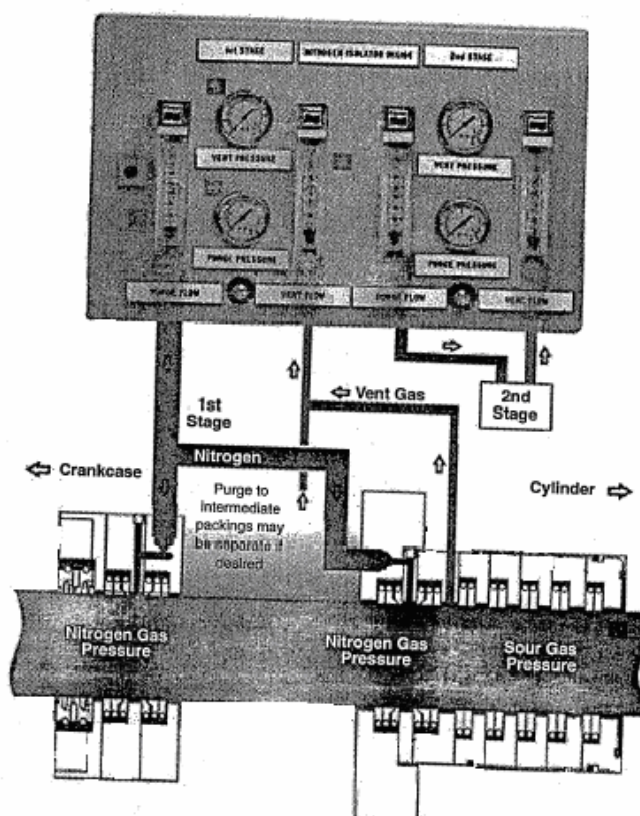
باشد تلفات مکانیکی کمپرسور را شامل می شود که علاوه بر گرم کردن کمپرسور باعث آمپر کشیدن بیشتر الکتروموتور یا توربین بخار هم می شود.



### میزان نشتی پکینگ ها

که بانصب فلو متر های با دقت بالا روی مسیر های Vent هر سیلندر میزان نشتی ها اندازه گیری و نشان داده می شود که در صورتی که میزان گاز نشت شده از حد مجاز تعریف شده برای سیستم بیشتر شود باعث تحریک سیستم آلارم شده و با عنایت به چگونگی افزایش نشتی ها می توان حتی به علل خرابی ها نیز پی برد همچنین برای جلوگیری از نشت گاز های خطرناک به محیط اطراف کمپرسور از گازازت طبق شکل زیر استفاده می شود.

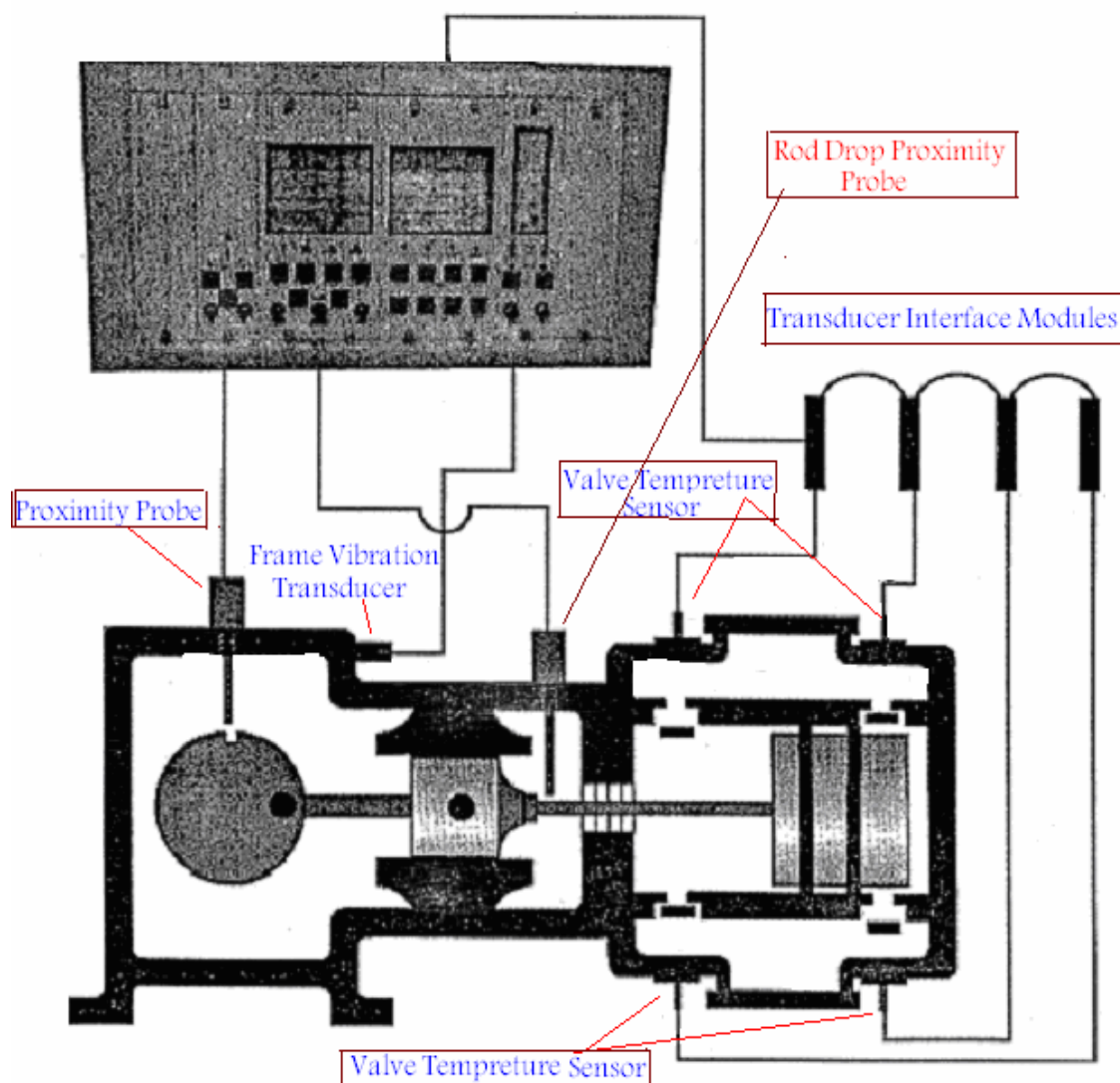
شکل زیر شمائی از این سیستم را نشان می دهد:



## سیستم اندازه گیری میزان Run Out دسته پیستون

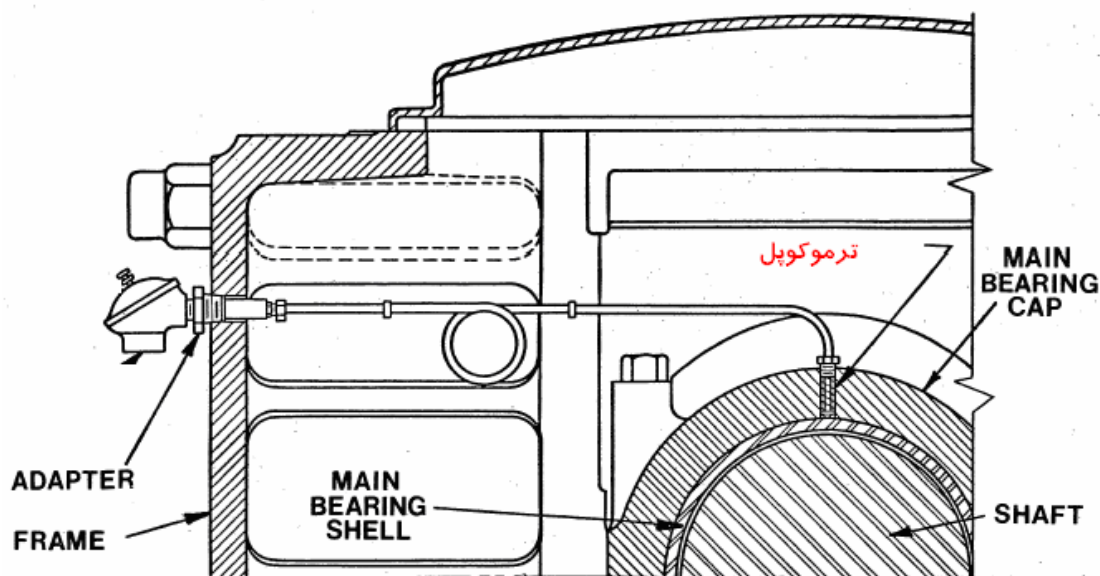
با عنایت به اهمیت Run Out (حرکت خطی دسته پیستون) که قبلا راجع به آن مفصلا بحث گردیده و مسائل و مشکلاتی که برای سیستم آب بندی و..... میتواند به دنبال داشته باشد باید در حین کار مطمئن باشیم که میزان آن در حد مجاز بوده و در صورتی که به هر علت (مثلا خرابی پیستون رینگ ها، زیاد شدن کلرنس کراس هد یا خراب شدن آن، خمیده شدن راد پیستون، کشیدگی یا لاغر شدن راد پیستون، بوجود آمدن یا افزایش تنش های روی بدنه کمپرسور و سیلندر و.....) از میزان تعیین شده تجاوز نماید باعث تحریک سیستم آلارم و یا از سرویس خارج نمودن کمپرسور می نماید. که این مقدار بطور مرتب توسط دو عدد پراب مخصوص که در دو جهت افقی و قائم نصب شده (در محلی از راد پیستون که سیل ها نصب شده است) جابجائی های افقی و عمودی راد پیستون را اندازه گیری و روی سیستم مونیتورینگ منتقل می کند. لازم به توضیح است که Run Out در حالت سرد اندازه گیری و تنظیم می گردد و در حالت کاری سیستم (گرم) در سیستم های قدیمی هیچ کنترلی روی آن نیست.

در شکل زیر شمایی از این سیستم نشان داده شده است.



### سیستم اندازه گیری دمای یاتاقان های میل لنگ

توسط پراب های نصب شده روی کلیه یاتاقان های میل لنگ میزان افزایش درجه حرارت کلیه یاتاقان ها اندازه گیری و نشان داده می شود و در صورتی که به هر دلیل اعم از روغن کاری ناقص یا نامناسب یا ایجاد سایش و..... دما افزایش پیدا کند باعث تحریک سیستم های حفاظتی کمپرسور می شود.

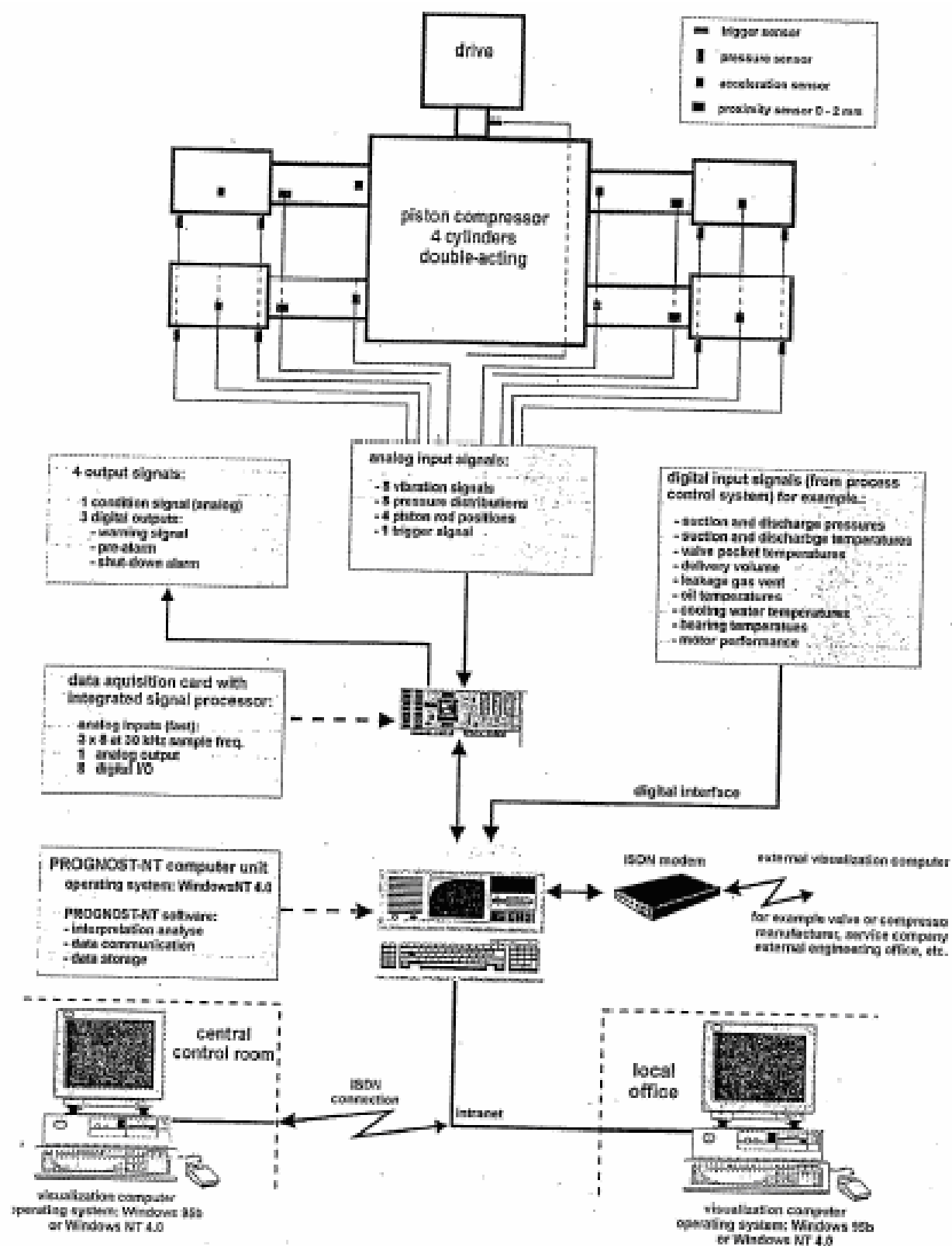


### سیستم اندازه گیری لرزش یاتاقان های میل لنگ

تمامی یاتاقان ها و کراس هدها و بدنه کمپرسور مجهز به سیستم اندازه گیری لرزش می شوند و در صورتی که به هر دلیل لقی یاتاقان ها افزایش پیدا کند این حرکت های ارتعاشی روی سیستم مونیتورینگ منتقل و اندازه گیری و در صورت افزایش بیش از حد مجاز باعث تحریک سیستم های حفاظتی می شود.

لازم به توضیح است که کلیه سیستم های فوق در داخل پانلی کنار کمپرسور یا در اطاق کنترل منتقل و هر کدام از این سیستم ها بطور On Line پارامتر های مربوطه را اندازه گیری می کنند و پس از مقایسه با مقادیر مجاز در صورت لزوم هشدار ها و اقدامات مربوطه را انجام می دهد.

لازم به توضیح است که برای نصب بعضی از این سیستم نیاز به تغییرات و Modification هایی است که باعث محدودیت نصب آنها روی کمپرسور های قدیمی می شود. بطور مثال نیاز به زدن Tapping هایی در دو طرف سیلندر جهت گرفتن انشعاب از فشار خروجی هر مرحله است که نیاز به بررسی های همه جانبه دارد. همچنین رسم منحنی های فشار-حجم برای کمپرسور هایی دقت لازم را دارد که در هر طرف سیلندر یک ولو ورودی و یک ولو خروجی نصب شده باشد و همچنین نصب ترموکوپل روی ولو های قدیمی نیاز به تغییرات اساسی دارد.



Conditioning monitoring system for compressors.

## سیستم های حفاظتی کمپرسور های رفت وبرگشتی

برای کاهش خطرات و ریسک هایی که برای کمپرسور واحد های عملیاتی و پرسنل تعمیراتی یا عملیاتی ممکن است بوجود آید سیستم های حفاظتی ای روی آنها نصب می گردد که در شرایط بحرانی اعلام اخطار یا ازسرویس خارج کردن کمپرسور را از طریق تریپ دادن توربین بخار یا قطع برق الکتروموتور را انجام می دهد که ذیلا به آنها اشاره می شود:

۱-بالا بودن درجه حرارت گاز خروجی از کمپرسور

۲-افزایش درجه حرارت آب خروجی سیستم Jacket Cooling قسمت سیلندرهای مراحل مختلف

۳-افزایش درجه حرارت آب خروجی از کولر های بین مرحله ای

۴-کاهش پیدا کردن فشارورودی گاز

۵-پایین رفتن سطح روغن Crank Case

۶-پایین رفتن سطح روغن داخل Manzel Lubricator

۷-پایین بودن فشار روغن سیستم Lube Oil

۸-بالا رفتن درجه حرارت روغن

۹-بالا رفتن درجه حرارت آب خروجی کولر روغن

۱۰-بالارفتن اختلاف فشار فیلترروغن

۱۱-بالارفتن ارتعاشات بدنه کمپرسور

۱۲-بالارفتن فشار گاز مراحل مختلف کمپرسور که باعث عمل کردن Safety Valve ولوها می شود

۱۳-بالارفتن لرزش بدنه کمپرسور

۱۴-بالا رفتن سطح مایعات در اسنابرهای ورودی مراحل مختلف

۱۵-بالارفتن دمای یاتاقان ها

۱۶-سیستم های حفاظتی قسمت محرک

لازم به توضیح است که بسته به نوع طراحی کمپرسور سیستم های فوق باعث عمل کردن Alarm یا تحریک سیستم Shut Down کمپرسور می شود.

## ولوه‌های کمپرسورها Compressor Valves

ولو های ورودی و خروجی در کمپرسورها ی رفت و برگشتی از قبیل پیستونی و دیافراگمی بکار برده می شوند که انواع و ساختمان آنها بر اساس طراحی آنها در رابطه با مشخصات سیلندر ، حالت کارکرد ، نوع گازی که باید کمپرس شود ، فشار کارکرد ، نوع سیستم روغنکاری و ... تغییر پذیر خواهد بود . اصولا مشخصات و شماره قطعات ولو ها روی صفحه مشخصات سیلندر Name Plate قید می گردد و در لیست قطعات بصورت مشروح و مصور مشخص می گردد .

موارد یاد شده زیر کلی است و شامل حال تمام انواع ولو ها می شود . برای مطالعه انواع کلی ولو ها باید به جزئیات هر کدام جداگانه رسیدگی نمود که در آخر جزوه اشاراتی شده است .

ولو ها در کمپرسورها دقیقا نقش شیرهای یک طرفه را بازی می کنند . ولو های ورودی اجازه می دهند گاز وارد سیلندر شود ( هنگامی که عمل مکش انجام می شود ) و هنگامی که عمل تراکم و تخلیه صورت می گیرد ولو های ورودی کاملا بسته می شوند تا از جریان گاز فشرده به داخل لوله ورودی کمپرسور جلوگیری نمایند.

ولو های خروجی در هنگام تراکم و مکش بسته می شوند ولی هنگامی که عمل تخلیه آغاز می گردد یعنی درست زمانی که فشار درونی سیلندر از فشار سیستم ( لوله خروجی ) بیشتر می شود باز می شوند . بدیهی است در صورتی که ولو هانشتی داشته باشند از راندمان کمپرسور کاسته خواهد شد .

### توصیه های کلی برای استفاده ولوها

۱- برای به دست آوردن بالاترین راندمان در سیلندرها باید ولو ها ( ورودی و خروجی ) کاملا با دقت و تمیز و محکم بسته شده باشند .

۲- ولو ها باید هر چند وقت یک بار از نظر نشتی آزمایش و در صورت کثیف بودن تمیز کاری گردد .

۳- تجربه و کار مداوم فاصله زمانی بین بازرسی ولو ها و تعمیرات آنها را نشان خواهد داد ولی در مراحل اولیه راه اندازی کمپرسورها باید ماهی یک بار ولو ها بازرسی شوند .

۴- برای جلوگیری از جمع شدن ذرات کثیف در کمپرسورها ، باید از صافی مناسب در قسمت ورودی استفاده نمود که با تجربه می توان به زمان واقعی تعویض و یا تمیز نمودن آنها پی برد .

۵- روغنکاری سیلندر ها باید مناسب و بر اساس قطر سیلندر و نوع ولو تنظیم گردد بصورتی که روغن اضافی و یا کم وارد سیلندر نگردد . برای اطلاعات بیشتر به بخش روغنکاری مراجعه شود . نوع روغن باید بر اساس تجربه و توصیه های کارخانه سازنده انتخاب گردد .

۶- ولو ها باید به موقع بازرسی شوند تا باعث افزایش درجه حرارت سیلندر نشوند ( در اثر نشتی ) سیستم خنک کننده سیلندرها باید بطور مداوم بررسی و چک شود .

۷- یکی از عواملی که باعث گرم شدن سیلندرها می شود جمع شدن رسوبات و تشکیل مایع در جدار پوسته سیلندر بوده که باید به موقع بازرسی و در صورت لزوم تمیز شود .

۸- وجود رطوبت یا مایع در گاز می تواند روغن مخصوص روغنکاری داخل سیلندر را یا رقیق و با اینکه با خود برده و بشوید و باعث سائیدگی و اصطکاک بین سیلندر و پیستون گردد و در نتیجه افزایش درجه حرارت سیلندر و ولو ها شود . مایعات لجنی می توانند بطور ناگهانی باعث از کار انداختن ولو ها یاسایش پیستون گردند دراین موارد بیشتر ولو ها خراب می شود و به طور کلی راندمان یا بازدهی کمپرسور کاهش می یابد.

### تعمیر و نگهداری کمپرسور ولو ها Maintenance Of Compressor Valves

۱- قبل از باز نمودن درپوش اصلی ولو ها لازم است نفرات تعمیراتی توجه داشته باشند که کمپرسور کاملاً از گاز تخلیه گردیده و Blank شده باشد و به وسیله شیرهای تخلیه از خالی بودن کمپرسور مطمئن گردند .

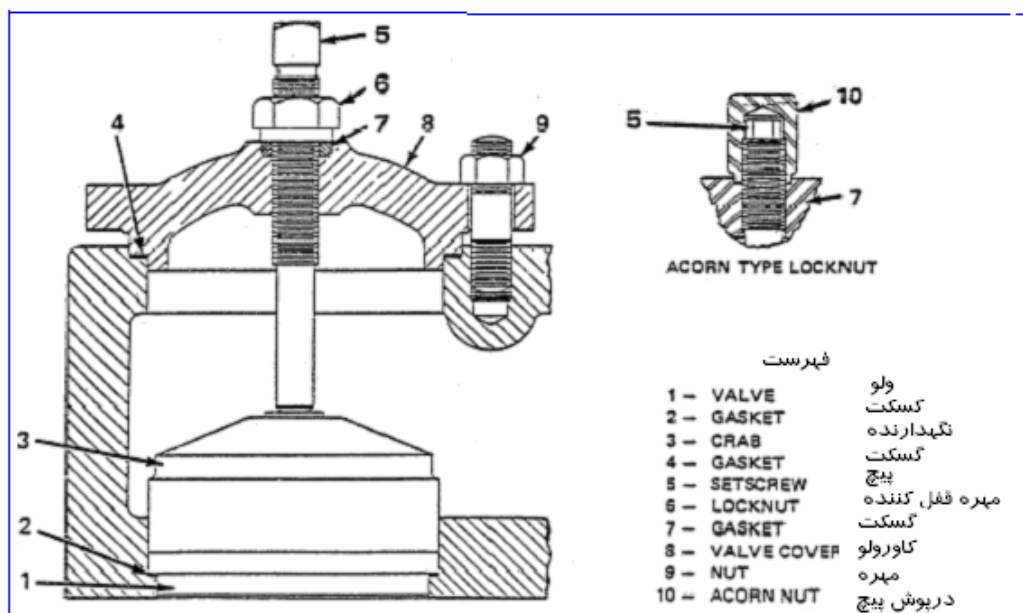
۲- وقتی ولو ها باز می شوند دقت داشته باشید که ولو های ورودی و خروجی با دقت در جای خود بسته شوند و جا به جا نشوند . بستن ولو ورودی بجای خروجی و بالعکس ممکن است موجب بروز فاجعه در سیستم شود ، اصولاً ولو های خروجی دارای اتصالات نگهدارنده هستند و از طرفی نشیمن گاه ولو های خروجی (قطر دهانه ) کمی کوچکتر از ولو های ورودی است و تعمیرکاران با تجربه بخوبی متوجه مسئله خواهند شد . ولی بهتر است هنگام باز نمودن ولو ها آنها را مارک نمائیم که هنگام بستن دچار اشتباه نشویم .

### مراحل باز کردن ولوهای که درپوش آنها مجهز به جک بولت می باشد

۱- شل نمودن یا باز کردن مهره و پیچ مرکزی شماره ۶ Set Screw Lock Nut پس از باز نمودن مهره درپوش از روی پیچ Acron Nut (۱۰) سپس شروع به باز نمودن پیچ جک بولت (۵) می نمائیم بطوری که دو دور کامل باز شود .

۲- باز نمودن و شل کردن مهره های (۹) مربوط به درپوش ولو (۸) که آن را نگهداری می کند باید توجه داشته باشید که مهره ها را کاملاً باز نمائید.

۳- از یک اهرم مناسب برای بلند نمودن درپوش (۸) استفاده شود و قبل از آن بررسی نمائیم داخل کمپرسور گاز وجود دارد یا خیر ، وقتی مطمئن شدید که کاملاً گازها تخلیه شده مهره های درپوش و درپوش را کاملاً باز نمائید.



**نکته:** بعضی از ولو های بزرگ مجهز به سوراخ های دنده شده ای جهت بیرون کشیدن آنها از داخل سیلندر هستند و در بعضی موارد برای باز کردن ولوهای که در نیمه پائین سیلندر هستند ، ابتدا ولوهای بالائی مقابل آنها ( درست ۱۸۰ درجه ) را بیرون آورده و پیستون را از جلو آن به عقب حرکت داده و از سوراخ یا دهانه ولو بالائی بر پائینی می توان مسلط شد و از بالا یک پیچ را به یک میله بلند جوش داده و در سوراخ دنده دار که در سطح ولو است اتصال داده و به راحتی پیچ های درپوش را باز کرده و به آهستگی ولو را بیرون کشید .

۴- گسکت شماره (۴) را ( گسکت کاور ) بیرون می آوریم البته در صورتی که سالم باشد دوباره می توانیم از آن استفاده نمائیم .

۵- نگهدارنده ولو Crabb بیرون کشیده (قطعه شماره ۳) و گسکت (۲) را بیرون می آوریم توجه داشته باشید که این گسکت را دوباره استفاده نشود و حتی المقدور تعویض گردد .

اصولا دو نیمه ولو ها ( نیمه بالائی و پائینی ) به وسیله پیچ Machine Screw به یکدیگر اتصال دارند که با باز نمودن آنها دو نیمه ولو کاملا از هم جدا می شوند .

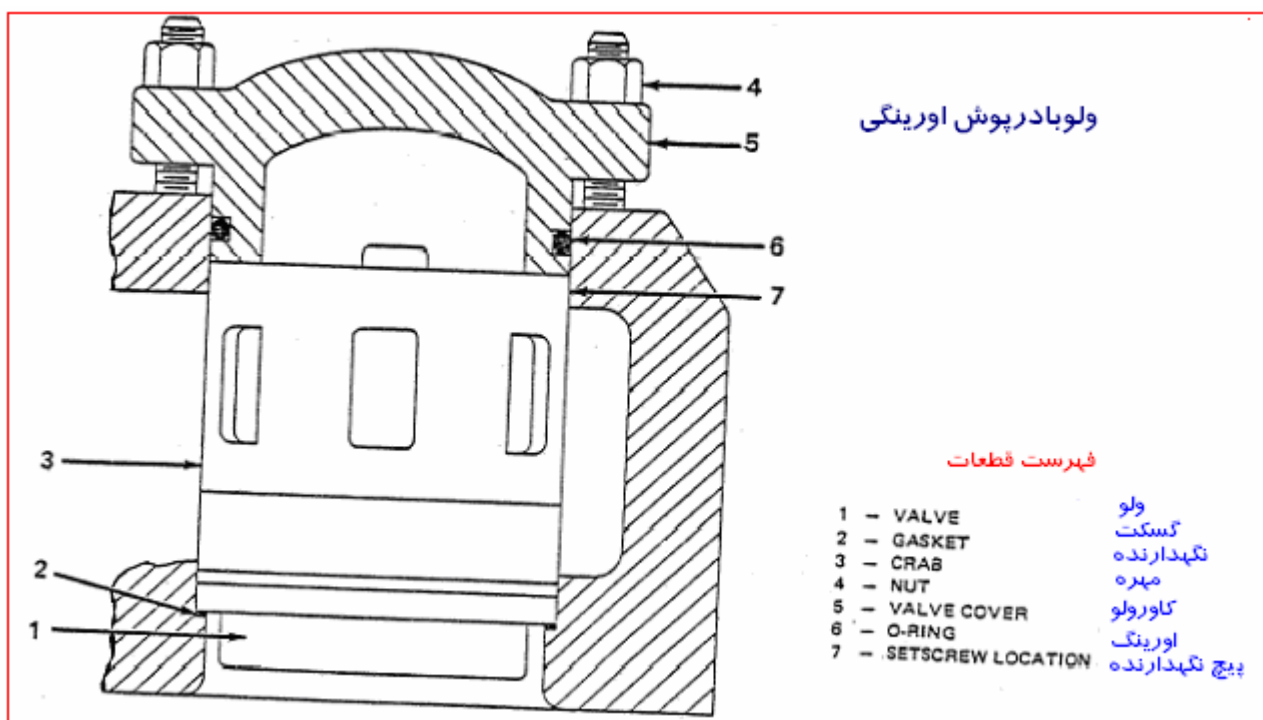
### **باز نمودن ولو های باکاور و گسکت لاستیکی و اورینگ O- Ring Type Valve Cover**

۱- باز نمودن ( فقط دودور ) پیچهای درپوش ( شماره ۴ ) و حصول اطمینان از این که در سیلندر گازی وجود نداشته باشد .

۲- باز نمودن کلیه پیچ ها و برداشتن درپوش (شماره ۵) در صورتی که درپوش محکم باشد و باز نشود از جک بولت استفاده می شود .

۳- بستن مجدد مهره های درپوش روی پیچ ها (۴) و بیرون آوردن اورینگ شماره ۶ توجه داشته باشد که ممکن است مقداری گاز زیر اورینگ حبس شده باشد .

۴- برای بیرون آوردن ولو ، معمولا سوراخ دنده شده ای روی آن جهت بستن میله دنده شده برای بیرون کشیدن آن قرار دارد که بعد از باز کردن ولو بالائی ( درست ۱۸۰ درجه مقابل آن سوپاپ خروجی یا پائینی ) که روی آنها نیز سوراخ ذکر شده برای پیچاندن یک میله دنده ای شده از محل ولو بالائی و پیچاندن روی ولو پائینی و حرکت دادن آن تعبیه شده است . باید توجه داشت که در این حالت نیز پیستون از مقابل سوراخهای ولو ها به عقب رانده شده باشد . بعد از بیرون آوردن ولو گسکت شماره ۲ را که بین بدنه سیلندر و نشیمن گاه ولو قرار گرفته خارج می نمائیم که از استفاده مجدد آن باید خود داری نمائیم . برای بستن مجدد ولو حتما باید از گسکت نو استفاده شود . سپس پیچهای اتصال دهنده دو نیمه ولو را باز کرده تا کاملا دو نیمه از هم جدا شوند .



### سرویس نمودن ولوها Servicing The Valves

روش زیر کلی بوده و برای تمام ولو ها قابل استفاده است. ولی برای تعمیرات ولوهای مخصوص بصورت جداگانه بررسی خواهد شد .

باز نمودن ولو ( جدا کردن قطعات متعلقه از یکدیگر ) روی یک سطح تخت و تمیز در هنگام حمل و جابجائی قطعات توجه داشته باشد نشیمن گاه های ولو ها Sealing Surfaces ضربه نبینند و یا روی آنها خش نیفتد و خراب نشود تا از نشتی جلوگیری شود .

هنگام بستن قطعات ولو باید دقت نمود که قطعات کاملاً تمیز و خشک باشند برای تمیز نمودن قطعات باید آنها را با برس های خیلی نرم شستشو داد و در صورت لزوم برای پاک نمودن مواد رسوبی آنها را در یک حلال مناسب قرار داده سپس با پارچه های تمیز و خشک قطعات را پاک نمائیم.

هنگام جمع کردن و بستن قطعات سعی شود از قطعات اصلی و استاندارد استفاده شود . بطور کلی شماره قطعات بررسی شود که اشتباه نصب نشوند و از طرفی قطعات ولو های ورودی و خروجی با هم جابه جا بسته نشوند .

هنگام بیرون آوردن و جا زدن ولو ها کاملاً خونسرد باشید و با حالت پریشان و آشفتگی کار نکنید بدون تماس با متخصصین و کارشناسان امر جهت ماشین کردن یا سنگ زدن ولو ها اقدام نکنید هنگامی که ولو ها را برای تمیز کردن و بازدید باز می کنید ، در صورتی که کمی سائیدگی یا اشکال دیدید و قابل اغماض هست سعی نمائید قطعات را در همان وضعیت قبلی ببندید .

سعی کنید هر وقت ولو ها را باز می کنید حتی المقدور گسکت های بین نشیمن گاه ولو و بدنه سیلندر را تعویض نمائید Valve Seat Gasket.

در تغییرات ضروری که روی ولو ها داده می شود باید دقت نمود از حد پیشنهادی کارخانه سازنده تجاوز نشود.

هنگامی که قطعات ولو را جمع آوری نمودید و بستید به وسیله یک میله نازک با لبه صاف و نرم چند مرتبه روی رینگ ها Valve Plates فشار آورده و رها سازید تا از کارکرد درست آنها مطلع شوید .  
ولو ها را که محیط بیرون نگهداری می شوند کاملاً بررسی نموده و دقت نمائید تا به ذرات زنگ یا گرد خاک و بطور کلی ذرات خارجی آغشته نشوند و دریک محیط تمیز نگهداری شوند .  
تجربه نشان داده است افرادی که مرتب روی ولو کار می کنند بهتر می توانند از آنها رفع اشکال نمایند و کاملاً به جزئیات امر وارد و مطلع اند که این امر مانع از دوباره کاری می شود پس بهتر است افراد ثابتی روی تعمیر ولو ها کار کنند ( بخصوص لپ کننده ولو ) .

### توجه:

اشکالات متعدد و خرابی و سائیدگی پی در پی ولوها ها نشان اشکال اساسی در خود ولو هایادر کمپرسور است که باید بلافاصله پیگیری و بررسی و رفع عیب شود ( جدول آخر در این مورد می تواند شما را کمک نماید) .  
همچنین پیشنهاد می گردد برای هر نوع از ولوها یک سری ولو آماده وجود داشته باشد تا هر گاه در حین کار خراب شدند ، کاملاً تعویض و سپس در فرصت مناسب تعمیر گردند تا لطمه ای به خط تولید وارد نشود.

### طریقه نصب ولوهای مجهز به درپوش و جک بولت

۱- قبل از این که ولو را نصب کنید باید محل های ذکر شده زیر را بررسی نمائید .

الف - نشیمن گاه ولودرداخل سیلندر

ب- نشیمن گاه درپوش ولو روی بدنه سیلندر

ج- نشیمن گاه بدنه ولو Seating Surfaces

که این سطوح باید کاملاً صاف و هموار و بدون برجستگی یا زیری و یا کثیفی باشند .

توجه داشته باشید در صورتی که بین بدنه و ولو صاف و خش دار بود می توانید بعد از برداشتن واشر شماره (۲) در محل نشیمن گاه کمی خمیر سمباده Lapping Compound قرار داده و سپس ولورا کامل روی آن قرار داده و با چرخاندن آن عملیات Lapping را ادامه می دهیم ، بعد از این کار گسکت ولو را در آورده و تمیز می نمائیم تا کاملاً ذرات خمیر سمباده محو گردد .

۲- نصب ولو کامل در محل خود

نکته: قبل از بستن ولو دقت نمائید گسکت شماره ۲ باید حتی الامکان تعویض شود و گسکت نو در محل خود قرار گیرد . سعی شود ولوها ها در محل های قبلی خودشان قرار گیرند و جابه جا نشوند .

نکته مهم: اشتباه قراردادن ولو های خروجی و ورودی در سیلندر می تواند موجب خطرات جانی و مالی جبران ناپذیری شود.

۳- ولو های خروجی که در نیمه پائینی سیلندر قرار می گیرند به گیره های فلزی مجهز هستند که ولو را در بدنه درگیر نموده و نگه می دارند تا درپوش سوپاپ بسته شود و ولو کاملاً در محل نشیمن گاه خود بنشیند .

۴-تنظیم گسکت درپوش Valve Cover Gasket در محل خود.

بدیهی است در صورت سالم بودن Valve Cover Gasket می توان از گسکت کهنه نیز استفاده نمود و در غیر این صورت باید آن را تعویض نمائید.

۵-هنگام قراردادن کاور شماره (۸) در محل خود و بستن پیچ و مهره های آن ، دقت شود پیچ مرکزی درپوش (۵) به اندازه ای آزاد باشد که بتوانیم درپوش را ببندیم ، سپس کاملاً پیچ و مهره های (۹) را محکم نموده ( بصورت متناوب ) و اطمینان حاصل نمائید که درپوش بخوبی در جای خود قرار گرفته و محکم شده است سعی کنید طبق توصیه و جدول کارخانه سازنده مهره ها را با آچار تورک متر سفت نمائید .

۶-پیچ تنظیم مرکزی SetScrew را محکم نموده و از این که و گسکت (۷) در محل خود قرار گرفته باشد مطمئن شوید و سپس مهره (۶) و (۱۰) را محکم نمائید .

### توجه :

دقت نمائید که پیچ مرکزی Set Screw برای سیلندر های با فشار بیشتر از ۲۰۰۰ پوند بر اینچ مربع به راحتی بچرخد . مقداری کمی مولیکوت یا مواد مشابه دیگر که باعث روغنکاری شود روی پیچ مرکزی بمالید تا روان شود . محکم نمودن پیچ تنظیم مرکزی از اهمیت خاصی برخوردار است . لازم است برای سیلندرهایی با فشار زیاد این پیچ به وسیله آچار مخصوص تورک مترسفت شود

۷-بعد از نصب کلیه ولو ها لازم است کمپرسور را به وسیله فلاپیول ( چرخ طیار ) یک دور بچرخانیم تا مطمئن شویم مانعی سر راه نیست .

۸-بعد از حصول اطمینان می توان کمپرسور را راه اندازی نمود .

بعد از اینکه سیلندر ها درجه حرارت حالت معمولی کارکرد را به دست آورند لازم است مجدداً سفت بودن پیچ های تنظیم مرکزی بازرسی شود .

بطور منظم و در فاصله های زمانی مشخص تا جا افتادن و یکنواخت شدن وضعیت کمپرسور لازم است ولو ها بازدید شوند تا بصورت لقی یا شل کار نکنند. این فاصله زمانی برای بازدید ولو ها اصولاً بیشتر است ولی به فاصله زمانی بررسی و بازدید سوپاپ ها در راه اندازی اولیه توجه داشته باشید که شل بودن سوپاپ ها باعث شکستن آنها شده و بعضی اوقات داخل شدن بعضی از قطعات شکسته ولو داخل سیلندر موجب خسارات بزرگتری خواهد شد . بنابراین باید دقت شود چه ولوی لقی یا شل شده است که می توان اینکار را با قرار دادن حتی دست یادستگاه لرزش سنج روی درپوش سوپاپ و یا پیچ مرکزی مشخص نموده و ولو لقی شده را پیدا نمود . ابتدا کمپرسور را از سرویس خارج و سپس بعد از باز کردن درپوش پیچ مرکزی آن را سفت نمائید و سپس درپوش پیچ بسته شود ( دقت شود که پیچ مرکزی باید با آچار تورک متر سفت شود ) .

## نصب ولو های مجهز به واشر لاستیکی O-Ring

۱- قبل از نصب ولو ، ابتدا توجه داشته باشید سطح های نشیمنگاه روی ولو و یا جایگاه آن در سیلندر کاملاً صاف و یکنواخت و تمیز باشد .

۲- از سفت بودن سوپاپ و نگهدارنده آن مطمئن شوید .

۳- حال می توان سوپاپ را نصب نمود . ولی به یاد داشته باشید که گسکت شماره (۲) باید حتماً تعویض شود و اصولاً ولو و متعلقات آن در همان نقطه ای که قبلاً نصب بوده است نصب شود (سر سیلندر یا ته سیلندر و.....) . در مواردی که به وسیله دست نمی توان سوپاپ ها را جا زد از میله های بلند که ابتدای آنها دنده شده است استفاده نمائید .

### توجه :

در صورتی که ولو ها بصورت ناصحیح نصب شوند باعث خرابی ها و اتفاقات ناگوار خواهد شد و احتمالاً خطرات شدید جانی و مالی به بار خواهد آورد .

۴- در نیمه پائینی سیلندر ، برای نصب و نگهداری ولو از نگهدارنده های تسمه ای فلزی که روی بدنه ولو قرار گرفته استفاده می شود .

۵- سپس از یک O-Ring لاستیکی که کمی آغشته به گریس است ( شماره ۶) برای نصب درپوش ولو استفاده می شود .

۶- بعد از آن کاور ولو ( شماره ۵) را نصب نمود و دقت می نمائیم که گسکت لاستیکی ( اورینگ ) از جای خود نچرخد و حرکت نکند.

۷- سپس مهره های مربوطه را می بندیم و سپس کاملاً مهره های درپوش را سفت می نمائیم ( طبق جدول داده شده ) ..

۸- بعد از بستن ولو ها ، کمپرسور را به وسیله فلاپیول یک دور کامل میچرخانیم تا مطمئن شویم سر راه پیستون ذرات و با اشیاء خارجی وجود نداشته باشد .

۹- در این حالت می توان کمپرسور را بطور طبیعی راه اندازی نمود .

۱۰- وقتی که درجه حرارت بدنه سیلندر به حد طبیعی خود رسید مجدداً از سفت بودن درپوش های ولو ها باید مطمئن شویم و این عمل را بعد از هر تعمیر انجام می دهیم .

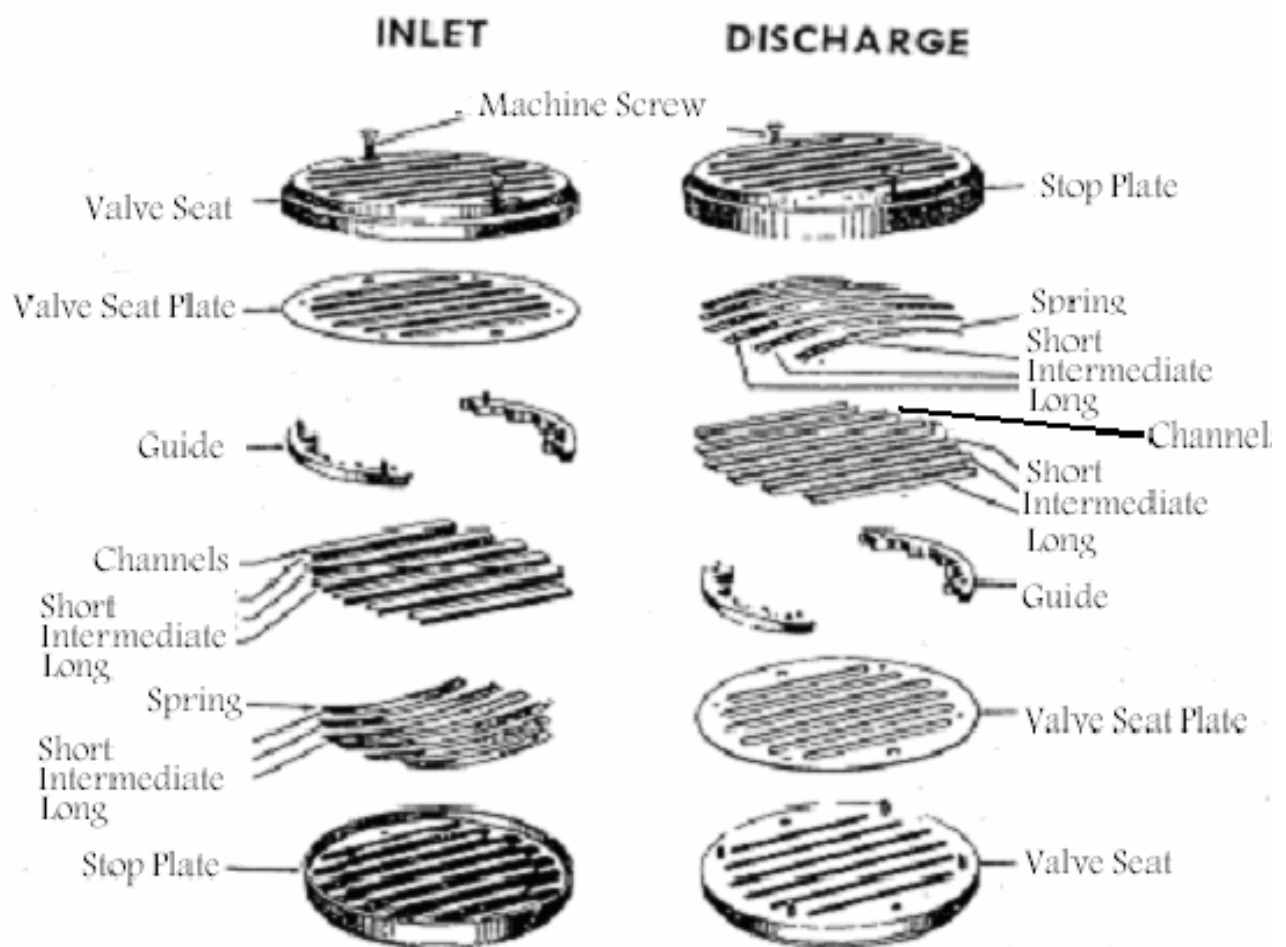
۱۱- بعد از هر بار راه اندازی لازم و ضروری است که کلیه ولو ها از نظر سروصدا بررسی شوند تا در صورتی که احساس شود سوپاپ لق یا شل است فوراً در مورد رفع عیب آن اقدام نمائیم و گرنه ممکن است سوپاپ شکسته و قطعات آن وارد سیلندر شده و فاجعه به بار آورد .

### ولوهای مرحله اول کمپرسورهای C-601

این ولو ها طبق شکل زیر شامل قسمت های زیر است:

- ۱- نشیمنگاه ولو Valve Seat .
- ۲- صفحه مربوط به نشیمنگاه ولو Valve Seat Plate
- ۳- راهنمای ولو Valve Guide .
- ۴- ناودانی های ولو Valve Channels .
- ۵- فنرهای ولو Valve Spring .
- ۶- صفحه نگهدارنده ولو Valve StopP Plate .
- ۷- واشر Valve Seat Gasket .

### شماتی از ولوهای نوع کانالی (Channel Type Valve)



همانطوری که در شکل ملاحظه می کنید هر کدام از قطعات تشکیل دهنده ولو نقشی را ایفا می کنند .

فنرهای تسمه ای دو نقش اساسی را دارند :

الف- هنگامی که ولو باز می شود ( وقتی که گاز از درون ولو عبور نماید ) بکمک فنرها چانل ها را به حالت عادی خود ( حالت بسته ) نگه می دارد .

ب- از حرکت بیش ازحد چانلها بطرف صفحه نگهدارنده ولو Valve Stop Plate جلوگیری می نماید . باید توجه داشت هنگامی که فشار داخل سیلندر از فشار سیستم بیشتر شود ولو های خروجی باز می شوند که در حقیقت باز و بسته شدن ولو ها بستگی به اختلاف فشار داخل و بیرون سیلندر دارد .

اگر دقت بیشتری شود ملاحظه می شود که راهنما های ولو روی قسمت سیت پلیت سوار می شوند ( چانل ها که فنرها در داخل آنها قرار می گیرند ) در حقیقت سیت نقش اساسی به منظور آب بندی نمودن را دارد یعنی وقتی ولو بسته است باید کاملا سطح چانل ها روی سیت پلیت بنشینند .

سیت پلیت روی ولوسیت به وسیله تعدادی پین قرار می گیرد و بین ولوسیت و ولو گاید محصور می باشد . باید توجه داشت در صورتی که سطح ولو پلیت از یک طرف سائیده و خوب آب بندی ننماید می توان آن را باز نموده و از طرف دیگر آن استفاده کرد . حتی المقدور سعی شود از ماشین کردن و سنگ زدن سیت پلیت Seat Plate جدا خودداری شود و در صورتی که غیر قابل استفاده باشد ولو پلیت جدید بکار برده شود

۲- سنگ زدن و تعمیر چانل ها و فنرها منطقی بنظر نمی رسد و در صورت خراب بودن باید تعویض گردند .

۳- باید توجه داشت که جهت قرار گرفتن قطعات در ولو های ورودی و خروجی عکس یکدیگر است و برای این که در بستن ولو ها و جمع آوری قطعات اشتباه نشود بهتر است به شماره قطعات و ترتیب نصب آنها توجه شود .

### **طریقه باز و بسته کردن و تمیز کردن ولو ها**

۱- ولو را روی یک سطح تخت و تمیز قرار دهید .

۲- دو عدد پیچهای اتصال دهنده ولو را به نضام واشرهای قفل کننده Lock Washer باز نموده و سپس قسمت نگهدارنده خرچنگی پشت ولو را باز نمائید .

۳- دو عدد پیچهای نگهدارنده ولوسیت و استاپ پلیت Stop Plate را باز نمائید .

۴- ولو را طوری قرار دهید که ولوسیت Valve Seat بطرف پائین قرار گیرد .

۵- ابتدا ولو استاپ پلیت Valve Stop Plate را باز کنید و دقت نمائید رول پین ها صدمه نبینند

۶- سپس فنرها و چانل ها را جداگانه خارج نمائید و تمام قطعات را به وسیله برس و یک حلال مناسب تمیز و فنرها و چانل ها را همانطوری که باز نموده اید در جای خود قرار دهید بطوری که در همان وضعیت قبلی قرار گیرند .

۷- در صورتی که سیت پلیت Seat Plate فرسوده یا خراب شده است آن را باز نمائید . برای اینکار لازم است ابتدا پین ها خارج شده و سپس گایدها باز شده و در صورت سالم بودن از طرف دیگر سیت پلیت استفاده شود و در غیر این صورت همانطوری که قبلا اشاره شد کاملا تعویض گردد.

۸- مجددا گایدها و پین ها را نصب نمائید و در صورت لزوم از گاید جدید استفاده شود .

توجه داشته باشید ، در صورت تعویض ولو پلیت یا برگردان آن بطرف دیگر بهتر است از فنر و چانل نو استفاده شود . تجربه نشان داده است تعویض چانل ها و فنرها در این موارد باعث افزایش طول عمر شده و راندمان و بازدهی آنرا افزایش می دهد .

۹-سپس استاپ پلیت و پیچ های مربوطه را نصب نمائید .

۱۰-ولو را برگردانده و تمام چانل ها را از بیرون کنترل کنید که در جای خود خوب بازی و حرکت داشته باشند .این عمل باید وسیله میله ای که سر آن تیز نباشد مثل پاک کن انتهای مداد انجام شود بصورتی که چانل زخمی نشود .

۱۱-نگهدارنده خرچنگی پشت ولو رانصب کنیدو پیچ ها و لاک واشر آن را ببندید.

۱۲-هنگامی که قطعات ولو را جمع آوری و نصب می کنید همیشه باید دقت شود نشیمن گاهها تمیز و صاف باشند تا از نشستی جلوگیری شود .

### **روش تعویض رول پین های خراب**

ابتدا رول پین های خراب را به وسیله دریل در آورده و سپس رول پین سالم را طوری داخل استاپ پلیت قرار دهید که لبه آن بیرون باشد و این بیرون آمدگی را آنقدر سنگ بزنید تا به  $0.2/0$  اینچ برسد .

### **ولو های ( مدل KP ) مرحله دوم کمپرسور های C-601**

قطعات این نوع ولو ها شامل:

۱-ولوسیت

۲- ولوپلیت(درچند اندازه متفاوت)

۳-فنر

۴- استاپ پلیت

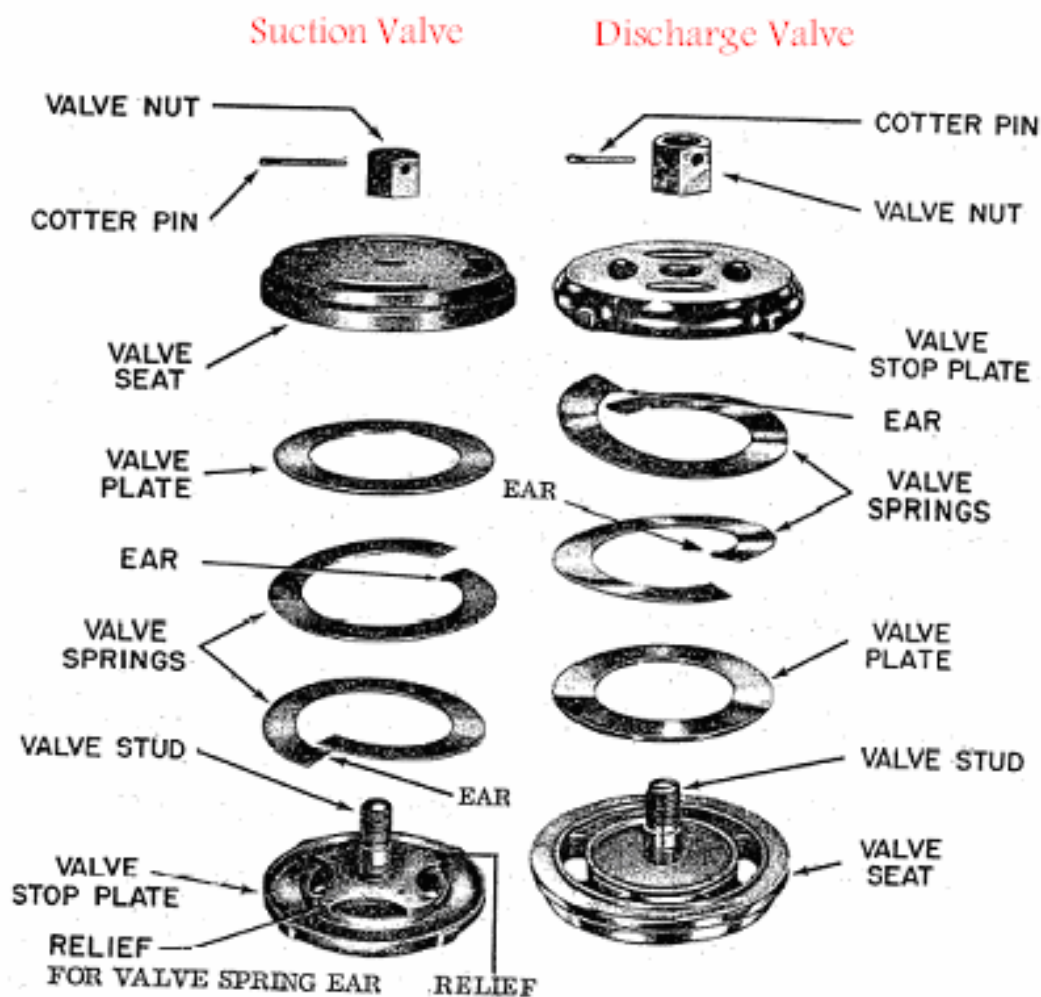
همانطوری که در شکل مشخص است ولوپلیت ها کاملا شیارهای روی ولوسیت را پوشانیده و فنرهای متعددی برای هر کدام از آنها وجود دارد . واستاپ پلیت Valve Stop Plate علاوه براین که نگهدارنده مجموعه فنرها وولو پلیت ها می باشد میزان حرکت ولوپلیت ها را نیز محدود می نماید مجموعه ولوسیت و استاپ پلیت و فنرها و پلیت ها به وسیله پیچ مرکزی Cap Screw به یکدیگر متصل می شوند .

### **طریقه باز کردن و سرویس ولو**

در صورتی که ولو برای باز کردن پیچ مرکزی درگیره قرار داده می شود لازم است دقت شود تا بیش از اندازه گیره سفت نشود تا از احتمال زخمی شدن بدنه ولو جلوگیری گردد .

### **توجه :**

برای باز بسته کردن پیچ مرکزی ولوها می توان روی میز کار سه میله فلزی طوری نصب کرد که ولو بتواند روی آن سوار شود . یابه عبارت دیگر باقرار دادن سه میله فلزی کوتاه داخل سوراخهای ولوسیت براحتی می توان پیچ مرکزی را باز و بسته نمود .



توجه داشته باشید همیشه ولو را روی یک سطح صاف و تمیز باز کنید .

۱- قطعات ولو را باز کرده و بصورت مرتب و جدا از هم روی میز قرار دهید بطوری که هنگام بستن قطعات اگر چه باهم مشابه هستند جابه جا نشوند .

۲- تمام قطعات را به وسیله یک حلال مناسب و برس نرم شستشو نموده و محل نشیمن گاه را تمیز نمایید .

۳- ولوپلیت هائی که ( رینگ ) از یک طرف فرسوده شده اند از طرف دیگر آن ها می توان استفاده نمود در صورتی که هر دو طرف استفاده شده و دیگر غیر قابل مصرف است رینگ های جدیدی باید به کار برده شود

۴- لازم است سطح تماس رینگ ها و نشیمنگاه ولو بازدید بررسی و آزمایش گردد بطوری که اگر سطوح براق و یکنواخت و روشن هستند سالمند و در غیر آن صورت یعنی غیر یکنواخت بودن آن مشخص کننده نشستی ولو درحین کار است .

۵- می توان نشیمنگاه ولو Valve Seat فرسوده و خراب را ماشینکاری نمود ولی در صورتی که نشیمن گاه ولو بیش از اندازه خراب شده باشد و ماشین کردن آن نتیجه نداشته باشد باید آن را عوض کرد . بدیهی است

در هنگام ماشین کردن باید حد نهائی اندازه های داده شده که در صفحات بعد مشاهده می نمائید رعایت گردد .

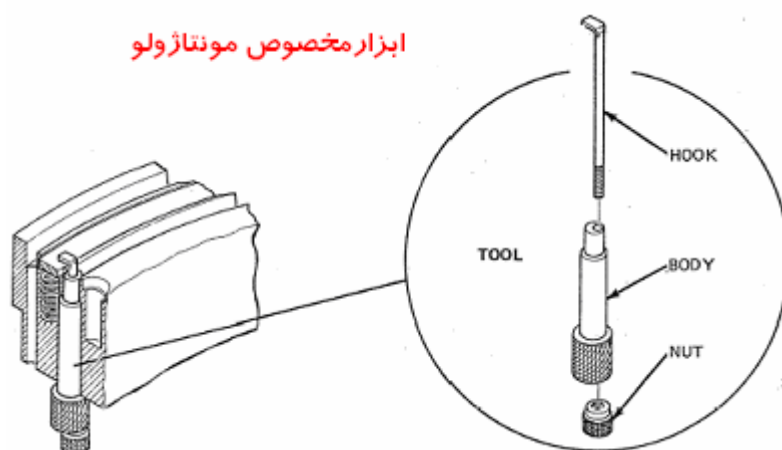
۶- هنگامی که لازم است ولو سیت ماشین تعویض شود باید از طرف دیگر رینگ ها(پشت آنها) در صورت سالم بودن استفاده نمود و در غیر آن صورت باید رینگ ها نیز عوض شوند . کارخانه سازنده معتقد است که حتی المقدور در این مواقع سعی شود رینگ ها تعویض گردد که این خود باعث طولانی شدن عمر ولو می گردد .

### طریقه مونتاژ ولو ها

ابتدا استاپ پلیت را روی سطحی صاف و تمیز قرار می گیرد .

فنرها را داخل محفظه های خود قرار میدهیم و اطمینان حاصل می کنیم که تمام فنرها جایگزین شده باشند. رینگ ها یا ولوپلیت ها را از مرکز ولو بطرف بیرون در جای خود بصورتیکه کاملاً با مرکز ولو هم مرکز باشند قرار می دهیم

ابزاری که در شکل صفحه بعد مشخص شده است به راحتی می تواند داخل استاپ پلیت قرار گرفته و رینگ ها را محکم نگاهدارد ، لازم است برای نگهداری بهتر رینگ ها برای هر کدام از آنها دو عدد از ابزار نامبرده تحت زاویه ۱۸۰ درجه استفاده گردد .



۵- حال می توان سیت ولو را روی استاپ پلیت نصب کرد و پیچ مرکزی را سفت نمود .

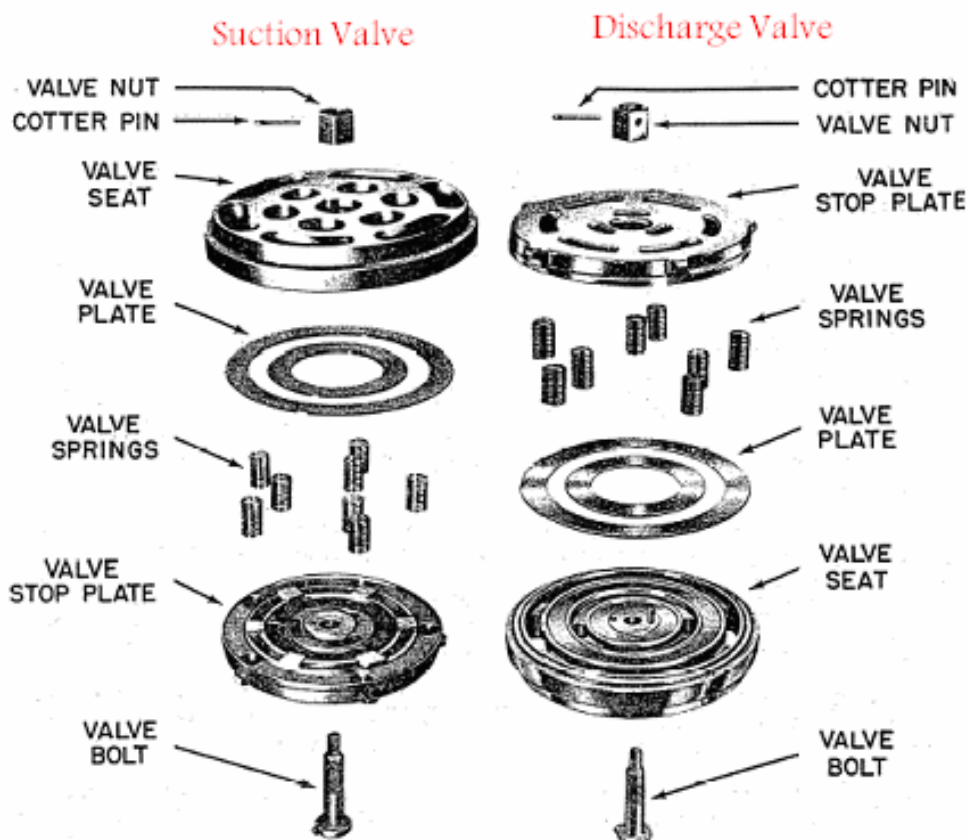
۶- بعد از سفت کردن پیچ مرکزی با چرخاندن هوک ابزارهای مخصوص با اندازه ۹۰ درجه آنها را از داخل استاپ پلیت خارج می نمائیم .

۷- بعد از بستن ولو لازم است به وسیله میله لبه صافی مثل ته مداد پاک کن حرکت کلیه رینگ ها را آزمایش نمود تا در صورتی که بخوبی حرکت ندارند یا گیر دارند اشکال آنها برطرف شود.

۸- قبل از اینکه ولو را روی بدنه کمپرسور نصب نمائید بهتر است ابتدا محل نشیمن گاه گسکت را روی ولو ورودی بدنه کمپرسور ( بدنه سیلندر ) بازرسی نمائید که سالم باشد .

### ولو های ( نوع 54K ) مرحله سوم کمپرسور های C-601

ولو های مرحله سوم مانند مراحل اول و دوم از قطعات مختلفی که در شکل زیر مشخص شده تشکیل شده و اصولاً اساس کار آن ها مشابه ولو های مرحله دوم است با این تفاوت که فشار بیشتری را تحمل می نمایند .



### طریقه باز وبست و تمیز کردن ولو

۱- هنگام باز نمودن ولو از قراردادن آن در گیره خودداری کرده ، زیرا این عمل باعث خرابی استاپ پلیت خواهد شد

۲- باز کردن پین و مهره از پیچ وسط ولو .

۳- سپس سیت ولورا باز کرده و نشیمن گاه های آن را با دقت مورد بررسی قرار دهید در صورتی که سطوح صاف و روشن و یکنواخت بودند سالم و در غیر آنصورت باعث نشی می شود .

۴- باز نمودن و بازرسی رینگ ها ( ولوپلیت ) و فنرها .

۵- تمام قطعات را به وسیله یک حلال مناسب و برس تمیز نموده و در نگهداری آن به جهت جا به جا نشدن با قطعات ولو های مشابه دیگر دقت کنید .

۶- در صورتی که یکطرف ولوپلیت ها ( رینگ ها ) سائیده و فرسوده شده باشد از طرف دیگر آنها استفاده نموده و اگر هر دو طرف غیر قابل استفاده نباشد درمورد تعویض آن اقدام کنید .

۷- نشیمن گاه ولو روی ولوسیت را مشاهده کرده در صورت لزوم برای برطرف نمودن زدگی یا خوردگی و خرابی آن را ماشین نموده و در مواردی که این عمل به نتیجه نرسید ولوسیت جدید بکار برید .

۸- در مواردی که از ولوسیت جدید یا ماشین شده استفاده می شود طبق توصیه کارخانه سازنده بهتر است از ولوپلیت ( رینگ ) جدید استفاده شود تا باعث افزایش طول عمر ولو شود .

۹- برای جمع آوری و بستن قطعات ، ابتدا استاپ پلیت را روی یک سطح صاف و تمیز قرار دهید .

۱۰- در صورتی که نوع ولو 48K یا کوچکتر باشد برای بستن آن چنین عمل می نمائیم:

الف- ابتدا یکی از فنرهای تسمه ای را در جای خود روی استاپ پلیت قرارداده و دقت نمائید بریدگی فنر در تکیه گاه خود قرار گیرد .

ب- دومین فنر را طوری روی فنر اول قرار دهید که بریدگی درست مقابل بریدگی فنر اول باشد ( ۱۸۰ درجه ) .

ج- سپس ولوپلیت ( رینگ ) را روی آن قرار دهید و مجموعه را روی ولوسیت نصب نمائید .

د- فشار وارده بر مجموعه را آنقدر حفظ نمائید تا ولوسیت و ولواستاپ پلیت کاملاً با یکدیگر درگیر شده و بین های ولوسیت در سوراخ های استاپ پلیت قرار گیرد .

۱۱- در صورتی که نوع ولو 54K یا بزرگتر باشد برای بستن آن چنین عمل نمائید .

الف- ابتدا پیچ وسط Bolt را داخل استاپ پلیت قرار داده و مجموعه را روی سطحی صاف و تمیز قرار دهید.

ب- فنرها را داخل جایگاه های خود قرار دهید .

پ- رینگ ها یا پلیت ها را ( از طرف مرکز به بیرون ولو ) روی فنرها نصب کنید .

ت:- آن گاه ولوسیت را روی استاپ پلیت گذاشته و در اتصال دقیق آنها بطوری که بین ها در جای خود قرار بگیرند مراقبت نمائید .

ث- اگر مجموعه ای که جمع آوری نموده اید ولو خروجی است ، باید با مواظبت کامل آن را مهار کرده و پیچ مرکزی را از طرف ولوسیت داخل آن قرار دهید .

۱۲- مهره مربوط به پیچ را بسته و سفت نمائید .

۱۳- پین قفل کننده Lock Cotter Pin را در جای خود روی مهره نصب گردد .

۱۴- مهره را مجدداً آنقدر سفت ( به آهستگی ) نمائید تا پین کج نشود .

۱۵- قبل از بستن ولو به وسیله میله ای با سر صاف و نرم شبیه مداد پاک کن ته مداد رینگ ها را از بیرون فشار می دهیم تا از راحت باز کردن آنها داخل ولو مطمئن شویم .

۱۶- در هنگام جابجائی ولو ها دقت شود سطوح حساس به جائی برخورد نکند و زخمی نشود.

### ماشین کاری ولپ کردن نشیمنگاه ولو Refacing Valve Seats

ولو های فرسوده مدل K که سیل نمی شود را می توان ماشین نمود .

بدیهی است کارخانه های سازنده همیشه پیشنهاد می کنند تا مصرف کنندگان ولو ها را جهت ماشین کاری به سازنده ارجاع نمایند. ولی انجام این عمل با یک ماشین تراش ساده و کوچک در محل کار عملی است و تنها چیز لازم دقت تراشکار است .

برای نیل به این هدف که مصرف کنندگان خود تعمیر ولو ها را به عهده بگیرند لازم است به نکات زیر توجه شود .

الف - برای ولو های مدل 48K یا کوچکتر از آن ( سری K ) فاصله باید Y طبق شکل زیر باسعی و دقت اندازه گیری گردد . این فاصله بایدحتی المقدور حفظ شود ، در غیر این صورت مقدار بازی ولو تغییر کرده و در نتیجه اثر موثری در کاهش طول عمر آن خواهد داشت .

ب- برای ولو های مدل 54K و یا بزرگتر از آن ( سری K ) هنگامی که لازم است ولوسیت ماشین شود باید بهمان اندازه که سیت ماشین می شود به همان اندازه نیز کانال بین دو Seat که رینگ روی آن قرار می گیرد نیز بامشین کاری عمیق تر گردد ، تا در مقدار بازی ولو Valve Lift تغییری حاصل نشود این مساله از اهمیت خاصی برخوردار است .

ج- روی تمام ولو های ورودی این دقت لازم است تا در مواقعی که سطح سیت ولو ماشین می شود فاصله ( X ) کماکان با ماشین کردن جای واشر Gasket حفظ گردد در صورتی که این مساله رعایت نشود در مقدار فضای سیلندر تغییر حاصل شده Clearance و از طرفی ولو بصورت یکنواخت در جای خود روی سیلندر قرار نخواهد گرفت .

د- در مواقعی که لازم است مقدار کمی از گوشت سیت برداشته شود ، می توان به وسیله ماشین سنگ یا لپ نمودن این عمل را انجام داد .

ه- در صورتی که مقدار زیادی از گوشت سیت Seat باید برداشته شود لازم است آن را روی ماشین تراش بسته و کاملاً تنظیم نمود و سپس آن را ماشین کرد بطوری که در انتهای کار به وسیله کاغذ سمباده نرم سطح آن را یکنواخت تر نموده و سپس کمی لپ نمود .

یادآوری می شود در هنگامی که مقداری از گوشت سیت ماشین می شود بهمان اندازه باید کانال بین سیت ها و جای واشر ماشین شود تا اشکالی در کار ولو کمپرسور حاصل نشود .

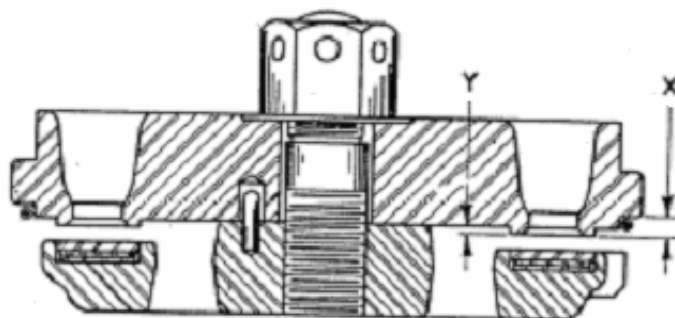
هنگامی که عمل ماشین کاری روی ولو ها انجام می شود باید بطور کلی نکات زیر را رعایت نمود . ( اندازه واقعی و حد قابل اطمینان قسمتهای مورد نظر ذیلاً برای کلیه ولو ها با شکل مشخص شده است ) .  
۱- رعایت اندازه های داده شده .

۲- تعویض رینگ ها Valve Plate هنگام عمل ماشین کاری انجام می شود یا اینکه از طرف دیگر رینگ اگر سالم باشد استفاده شود .

۳- به همان اندازه که سطح نشیمنگاه Seat تراشیده می شود ، لازم است کاناهاى ارتباطی بین نشیمن گاه ها که رینگ ها روی آنها را می پوشاند و جای واشر Gasket نیز تراشیده شود .

۴- مقدار بازی رینگ ها وقتی ولو بسته است اندازه گیری شود و اندازه « L » در جدول که نشان دهند آن است Lift مورد توجه قرار گیرد .

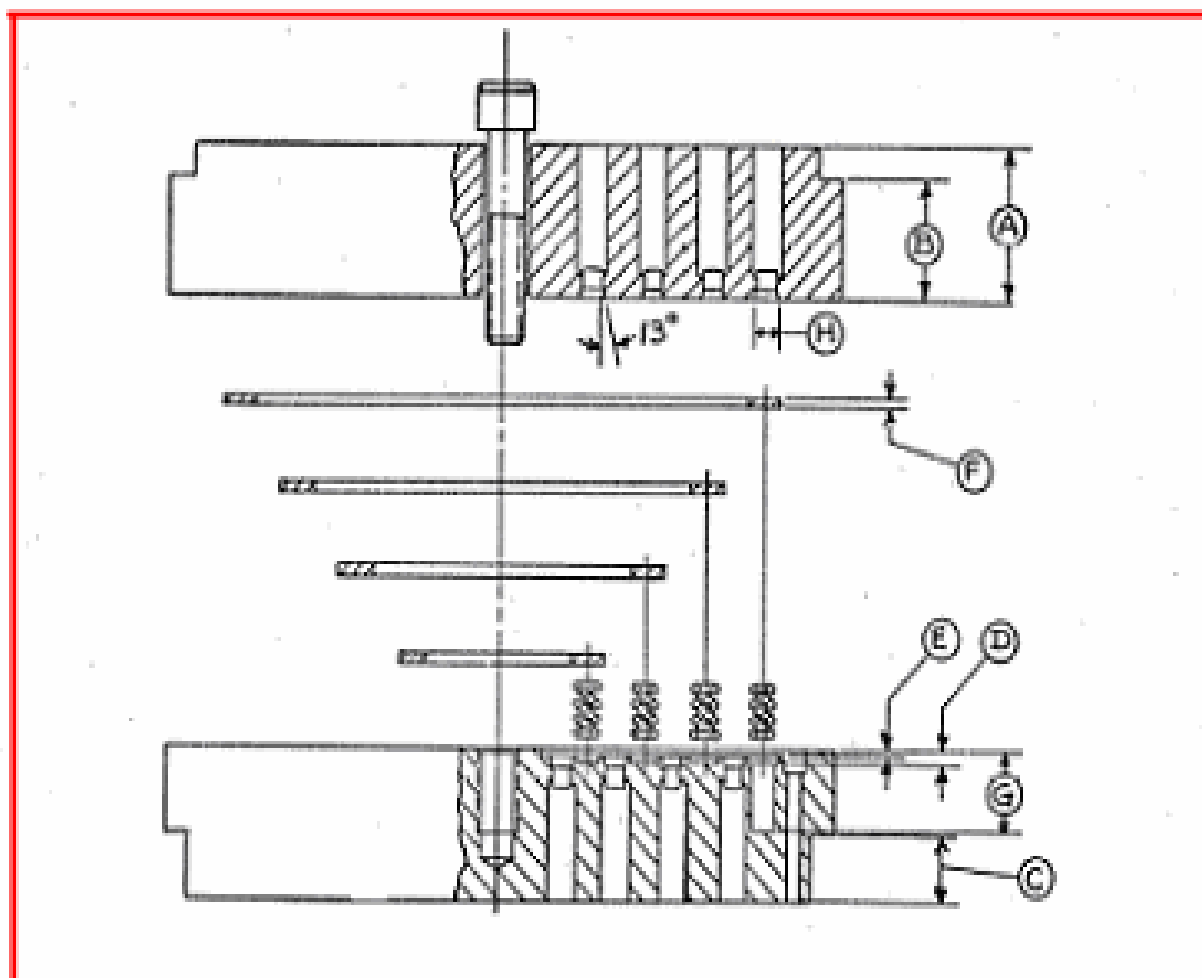
### ماشینکاری محل آب بندی (سیت) ولوها



در شکل های صفحات بعدی بترتیب اندازه های ولو مدل 75 KP ورودی و خروجی و مدل 54 K مشخص گردیده است .

## اندازه و مشخصات ولو های ورودی مرحله دوم

### TYPE 75KP VALVE



(All Dimensions are in Inches)

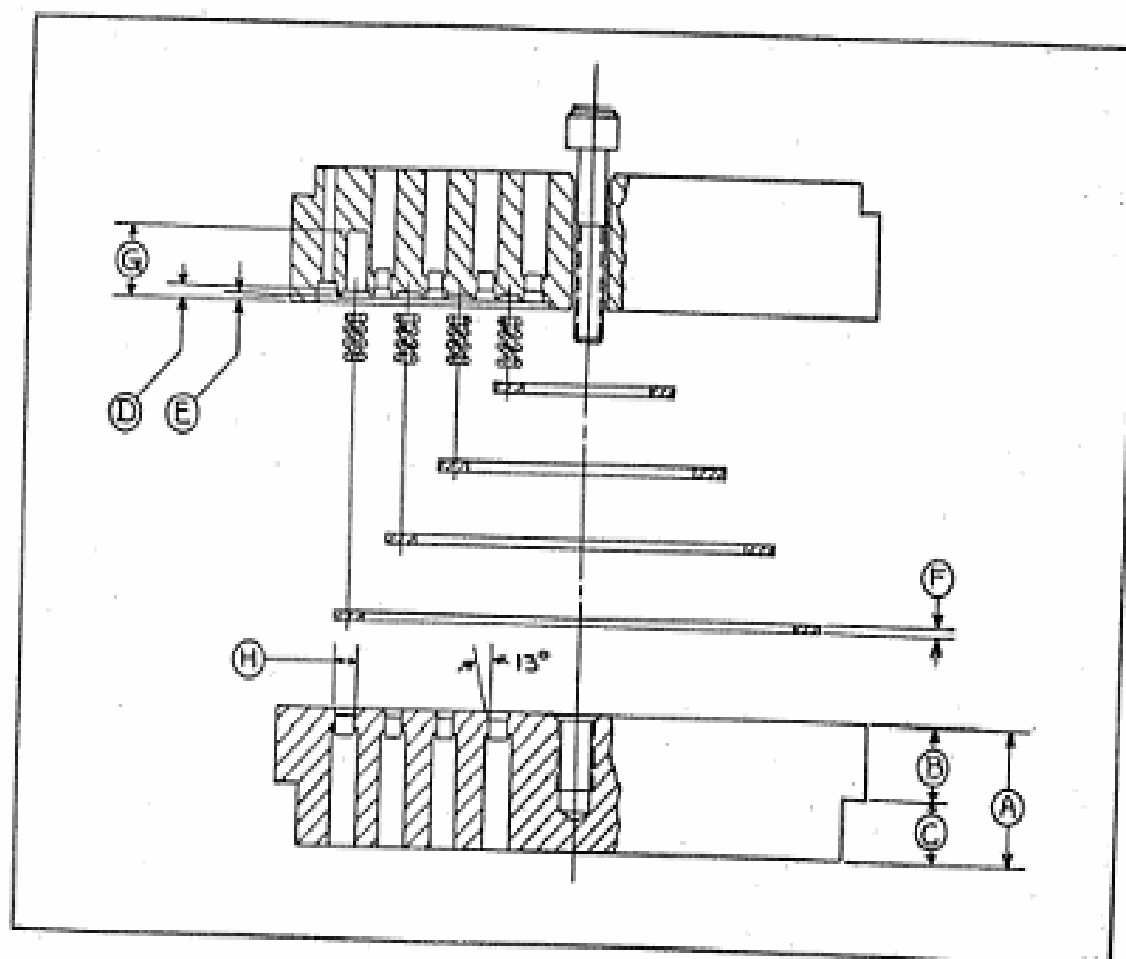
|                                               |                      |
|-----------------------------------------------|----------------------|
| A - Seat Thickness                            | MIN. 1.650           |
| B - Shoulder Height                           | MIN. .900            |
| C - Step Dimension Toward Cylinder            | MAX. .765            |
| D - Stopplate Rim To Bottom Of Cushion Groove | .174 +.004 -.004     |
| E - Stopplate Rim To Top Of Cushion Groove    | .062 +.004 -.004     |
| F - Plate Thickness                           | MIN. .100            |
| G - Rim To Bottom Of Spring Hole              | MIN. $\frac{29}{32}$ |
| H - Port Width At Face                        | MIN. $\frac{1}{4}$   |
| L - Lift (Not Illustrated)                    | .062 +.010 -.010     |

Note: Lift "L" Can Be Checked With Depth Micrometers.

## اندازه و مشخصات ولو های خروجی مرحله دوم

### TYPE 75KP VALVES

Observe the limiting dimensions given below.



(All Dimensions are in Inches)

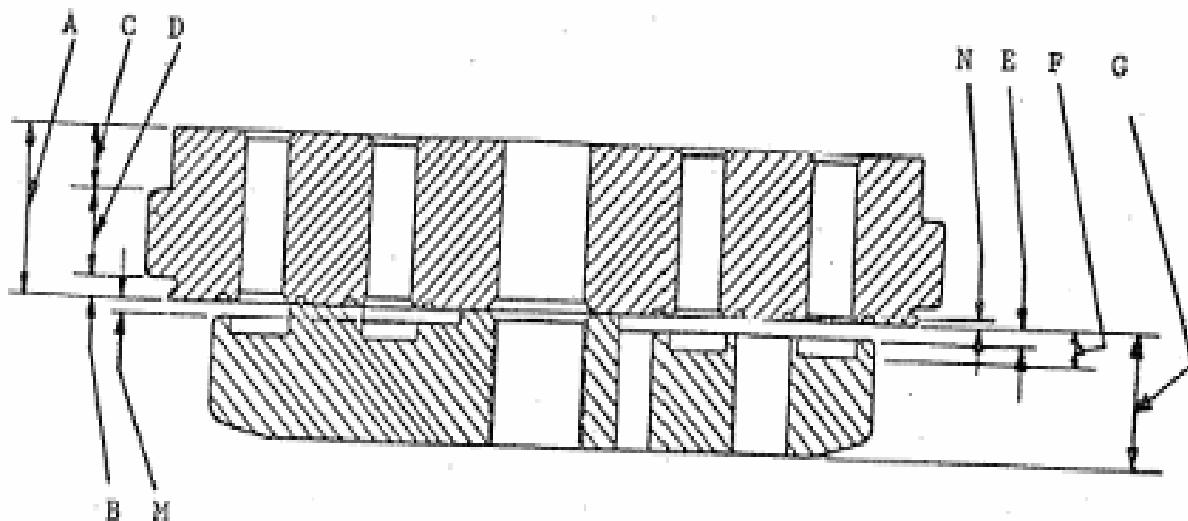
|                                               |                  |
|-----------------------------------------------|------------------|
| A - Seat Thickness                            | MIN. 1.650       |
| B - Shoulder Height                           | MIN. .900        |
| C - Step Dimension Toward Cylinder            | MAX. .765        |
| D - Stopplate Rim To Bottom Of Cushion Groove | .174 +.004 -.004 |
| E - Stopplate Rim To Top Of Cushion Groove    | .062 +.004 -.004 |
| F - Plate Thickness                           | MIN. .100        |
| G - Rim To Bottom Of Spring Hole              | MIN. 29/32       |
| H - Port Width At Face                        | MIN. 1/4         |
| L - Lift (Not Illustrated)                    | .062 +.010 -.010 |

Note: Lift "L" Can be Checked With Depth Micrometers.

# اندازه و مشخصات ولوهای ورودی مرحله سوم

## Type54k

Observe the limiting dimensions given below.

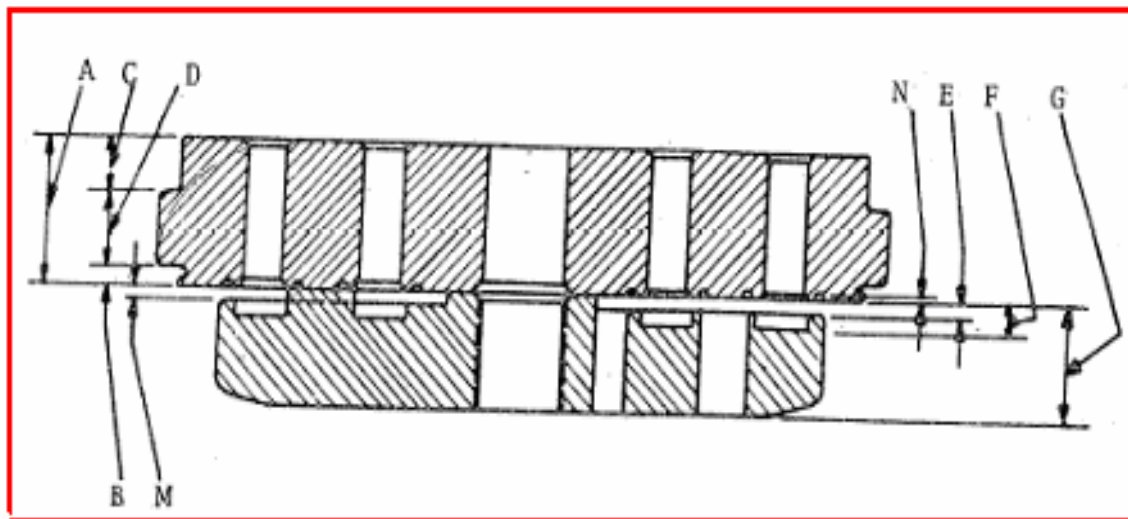


|                                                             |                                   |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| A - Seat Thickness - - - - -                                | MIN. 1-5/8                        |
| B - Step Dimension Toward Cylinder On Inlet Valve - - -     | .125 +.004 -.004                  |
| C - Step Dimension Toward Cylinder On Discharge Valve - - - | .625 +.004 -.004                  |
| D - Shoulder Height On Seat- - - - -                        | -Inlet- - - MIN. 7/8              |
|                                                             | -Discharge- - - MIN. 7/8          |
| E - Hub To Rim Dimension On Stopplate - - - - -             | -Inlet- - - 0.080 +.008 -.008     |
|                                                             | -Discharge- - - 0.080 +.008 -.008 |
| F - Hub To Bottom Of Recess Dimension- - - - -              | -Inlet- - - 0.170 +.008 -.008     |
|                                                             | -Discharge- - - 0.170 +.008 -.008 |
| G - Stopplate Thickness- - - - -                            | -Inlet- - - MIN. 1"               |
|                                                             | -Discharge- - - MIN. 1"           |
| H - Valve Plate Thickness - - - - -                         | MIN. 0.082                        |
| J - Lift Of Valve Plate - - - - -                           | -Inlet- - - 0.080 +.008 -.008     |
|                                                             | -Discharge- - - 0.080 +.008 -.008 |
| M - Seat To Stopplate Rim Dimension - - - - -               | -Inlet- - - 0.080 +.008 -.008     |
|                                                             | -Discharge- - - 0.080 +.008 -.008 |
| N - Seat Bead Height - - - - -                              | 1/16                              |

اندازه و مشخصات ولوهای خروجی مرحله سوم

### Type 54 Valve

Observe the limiting dimensions given below.



|                                                       |                |                               |
|-------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------|
| A - Seat Thickness                                    | - - - - -      | MIN. 1-5/8                    |
| B - Step Dimension Toward Cylinder On Inlet Valve     | - - -          | .125 +.004 -.004              |
| C - Step Dimension Toward Cylinder On Discharge Valve | - - -          | .625 +.004 -.004              |
| D - Shoulder Height On Seat                           | - - - - -      | -Inlet- - - MIN. 7/8          |
|                                                       | Discharge- - - | MIN. 7/8                      |
| E - Hub To Rim Dimension On Stopplate                 | - - - - -      | -Inlet- - - 0.105 +.008 -.008 |
|                                                       | Discharge- - - | 0.080 +.008 -.008             |
| F - Hub To Bottom Of Recess Dimension                 | - - - - -      | -Inlet- - - 0.195 +.008 -.008 |
|                                                       | Discharge- - - | 0.170 +.008 -.008             |
| G - Stopplate Thickness                               | - - - - -      | -Inlet- - - MIN. 1"           |
|                                                       | Discharge- - - | MIN. 1"                       |
| H - Valve Plate Thickness                             | - - - - -      | MIN. 0.082                    |
| J - Lift Of Valve Plate                               | - - - - -      | -Inlet- - - 0.105 +.008 -.008 |
|                                                       | Discharge- - - | 0.080 +.008 -.008             |
| M - Seat To Stopplate Rim Dimension                   | - - - - -      | -Inlet- - - 0.105 +.008 -.008 |
|                                                       | Discharge- - - | 0.080 +.008 -.008             |
| N - Seat Bead Height                                  | - - - - -      | 1/16                          |

## جدول عیب یابی ولو ها

| دلیل ( چگونگی رفع عیب )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | نوع عیب                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <p>۱- مطمئن شوید که قطعات درست بکار رفته است .<br/>(غالباً فنر ولو های ورودی از ولو های خروجی نرم تر می باشد) .</p> <p>۲- امکان وجود مایع بررسی شود .</p> <p>۲- امکان کم و زیاد شدن گاز ورودی بررسی شود .</p>                                                                                                                                                         | ۱- خراب شدن ولو ورودی                   |
| <p>۱- مطمئن شوید که قطعات درست بکار رفته است .<br/>اغلب فنر ولو های خروجی قوی تر از ولو های ورودی می باشد)</p> <p>۲- زمان خراب شدن ولو را با زمان در سرویس قرار گرفتن آن تطابق دهید . چنانچه هم زمان می باشد کارخانه سازنده را جریان امر دهید .</p> <p>۲- امکان کم و زیاد شدن و نوسانات گاز را به هنگام خروج بررسی نمائید .</p>                                       | ۲- خراب شدن ولو خروجی                   |
| <p>۱- مطمئن شوید قطعات یدک درست بکار رفته است .</p> <p>۲- امکان خراب شدن ولو خروجی در اثر برخورد قطعات شکسته ولو ورودی وجود دارد..</p> <p>۲- زنگ زدگی ، قطعات معلق و نظایر آنها بازرسی شود .</p> <p>۴- فرسودگی بیش از اندازه قطعات در اثر تماس با ریزه شن ویا و روغنکاری کم و نوع روغن اشتباه مطالعه شود .</p> <p>۵- امکان نوسان گاز ورودی و یا خروجی بررسی شود .</p> | ۲- خراب شدن ولو های ورودی و خروجی تواما |
| <p>۱- به هنگام بازسازی ولو ها ، مطمئن شوید که در فاصله حرکتی رینگ ها خللی وارد نشده باشد</p> <p>۲- مطمئن شوید که قطعات درست بکار رفته است .</p>                                                                                                                                                                                                                       | ۴- خراب شدن در اثر بازسازی ولو          |
| <p>۱- احتمالاً در ابتدا ولو درست سفت نشده است و یا ضربات حاصل از وجود مایع باعث خراب و یا شکسته شدن گسکت گردیده است .</p>                                                                                                                                                                                                                                             | ۵- خراب شدن لایه نشیمنگاه ولو (گسکت)    |
| <p>۱- ولو در جایگاه شل بوده است و با توسط مایع ضربه خورده است .</p> <p>۲- جایگاه ولو در سیلندر خراب بوده است و با سفت کردن زیادولو تنش حاصل باعث ترک خوردن آن شده است.</p> <p>۲- بر روی قطعات باقی مانده گسکت قدیمی سفت شده است .</p> <p>۴- ترتیب گذاشتن بار بر کمپرسور رعایت نشده و یا بار بیش از اندازه بکار برده شده است .</p>                                     | ۶- نشیمنگاه ولو ترک خورده است .         |
| <p>۱- چنانچه خراب شدن ولو ها فقط در زمستان رخ می دهد ، علت آن احتمالاً وجود مایع می باشد که باید لوله ها را توسط گرمکن بخاری گرم نمود و عایقکاری نمود.</p>                                                                                                                                                                                                            | ۷- خراب شدن فصلی ولو                    |

|                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲- با ظرف جدا کننده گاز از مایع را به سیلندر نزدیک تر نمود . |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ۱- فرسودگی سریع<br>لوله‌های ورودی                            | ۱- کمبود روغن و یا کاربرد نوع اشتباه آن<br>۲- گاز ممکن است مرطوب باشد و روغن را شسته و با خود ببرد . اضافه کردن مازلی بر روی لوله ورودی که مایع چرب کننده ای به داخل سیلندر بفرستد کمک کننده خواهد بود .<br>۲- درجه حرارت آب ورودی جداره سیلندر را از حرارت گاز ورودی کمتر شده است .                                                                                                                                                                   |
| ۹- فرسودگی شدید<br>ولو خروجی                                 | ۱- کمبود روغن و یا کاربرد نوع اشتباه روغن .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ۱۰- شکسته شدن فنر<br>لوله ها                                 | مکان وجود عناصر خراب کننده فنرها را در داخل گاز ورودی بازرسی نمائید. نمونه فنرهای شکسته را جهت بررسی به اداره مهندسی ارائه دهید .<br>چنانچه قسمت بالائی ولو ( ولو از نوع تسمه ای ) قبل از خراب شدن شدیداً فرسوده شده است امکان نوسانات غیر عادی فنرها و یا کمبود روغن باعث آن می شود .<br>وجود شن یا قطعات دیگر در داخل ولو و فنرها ممکن است علت آن باشد .<br>مرطوبت بیش از حد گاز و یا وجود مایع و یا روغن اضافی در سیلندر ها باعث این عمل خواهد شد . |
| ۱۱- شکسته شدن رینگ<br>ها بدون شکسته شدن<br>فنرها             | به رینگ ها را از نظر فرسودگی در گوشه های تیز آنها بازرسی نمائید .<br>محل فرسودگی تسمه را از نظر تماس آن با کشاب مربوطه بازرسی نمائید .<br>به های داخلی و خارجی رینگ را از نظر تیز شدن در اثر فرسودگی بازرسی نمائید                                                                                                                                                                                                                                     |
| ۱۲- شکسته شدن<br>کشابه های کوتاه ( ناودانی<br>ها )           | ۱- چنانچه فقط کشابه های کوتاه خراب می شوند مسئله را به اداره مهندسی اطلاع دهید .<br>۲- امکان نوسانات جریان گاز مطالعه شود .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ۱۲- شکسته شدن رینگ<br>های داخلی ( یا خارجی )                 | چنانچه فقط رینگ بخصوصی ( رینگ خارجی یا داخلی ) خراب می شود مسئله را به اداره مهندسی اطلاع دهید .<br>مکان نوسانات جریان گاز مطالعه شود .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## روغن و سیستم های روغنکاری Lubrication

روغن های روان کننده بسته به شرایط کار دستگاه وظایف زیر را انجام می دهند:

- 1- روان کنندگی و کاهش اصطکاک باتشکیل فیلم روغن بین قطعات ثابت و متحرک به منظور به حداقل رساندن اصطکاک و جلوگیری و تقلیل سایش درحین کار.
  - 2- جذب و انتقال حرارت و خنک کردن قطعات.
  - 3- جلوگیری از اثرات ضربه قطعات بر یکدیگر درحین حرکات مکانیکی قطعات.
  - 4- اب بندی فواصل بین قطعات.
  - 5- عمل کننده به عنوان حامل Carrier مواد شیمیایی یا ذرات ساییده شده موجود در روغن و انتقال آنها از محوطه یاتاقان به داخل مخزن و جدا کردن آن در داخل فیلتر روغن.
  - 6- شستشو و تمیز کردن قطعات و جلوگیری از ته نشین شدن والودگی روغن (به خصوص در موتورهای احتراق داخلی).
  - 7- صرفه جوئی در مصرف انرژی (کاهش توان مصرفی) با کاهش اصطکاک.
  - 8- حفاظت از سطوح در مقابل زنگ زدگی و خوردگی شیمیائی
  - 9- انتقال نیرو در روغن های هیدرولیک.
- که البته تمامی این وظایف با شدت یکسان در همه موارد مورد نیاز نیست و بسته به مورد کاربرد و مصرف روغن ممکن است بعضی از وظایف فوق از وظایف اصلی روغن و بقیه به عنوان وظایف فرعی مطرح باشد. لازمه لغزش بین دو سطح که توسط روغن روانکاری می شوند مولکولهای روغن است که بستگی به ضریب اصطکاک بین سطح لغزنده و روغن دارد و برای لغزش با ضریب اصطکاک کم باید روغن مناسب باشد و غلظت آن طوری باشد که در مقابل درجه حرارت های بالا و فشارهای وارده ثابت بماند و خاصیت روانکاری خود را از دست ندهد.
- نکته حائز اهمیت این است که روغن ها برای این که بتوانند وظایف خود را به درستی انجام دهند باید دارای شرایط و ویژگی های معینی باشند که در واقع همین خواص روغن ها است که روغن های مختلف و کیفیت آنها را متمایز می کند. البته به دلیل ویسکوزیته روغن در خود روغن نیز نیروی اصطکاک ایجاد می شود که باید در محاسبات یاتاقانها منظور گردد.

## خواص ضروری روغن های روان کننده

روغن های روان کننده باید:

- ۱- دارای گراندروی یا ویسکوزیته مناسبی باشند تا فیلم روغن با ضخامت مناسبی تشکیل و باعث کم شدن اصطکاک و ساییدگی و انتقال حرارت و ضربه گیری و آب بندی و انتقال نیرو را بخوبی انجام دهد.
  - ۲- گراندروی Viscosity خود را در محدوده درجه حرارت کاری در حد کافی حفظ کنند تا لطمه ای به انجام وظایف آنها وارد نشود در اصطلاح گفته می شود شاخص گراندروی Viscosity Index به اندازه کافی و بالایی داشته باشند.
  - ۳- در مقابل حرارت و سوختن به حد کافی مقاوم باشند (مقاومت در مقابل تجزیه حرارتی و اکسیداسیون).
  - ۴- باعث زنگ زدگی و خوردگی بیش از حد قطعات که توسط مواد اسیدی و ساینده بوجود می آید نشود.
  - ۵- دارای مواد پاک کننده و معلق مناسب باشند تا از ته نشین شدن رسوبات در لابلای قطعات جلوگیری نماید.
  - ۶- در سرما به اندازه کافی روان باشند تا شروع و ادامه حرکت قطعات آسان شود.
  - ۷- اثر نا مطلوبی روی قطعات غیر فلزی مثل کاسه نمد ها و ... نداشته باشند.
  - ۸- روی قطعاتی که با آنها در تماس است و همچنین روی اجزای درونی خودشان اثر نا مطلوب نداشته باشند و بین آنها و اجزا سازگاری وجود داشته باشد.
  - ۹- از نظر عواملی نظیر فراریت آتش گیری و نظایر آن در شرایط مناسبی قرار داشته باشند.
  - ۱۰- روغن ها باید بتوانند اثرات نامطلوب ناشی از کار دستگاه مثل احتراق و یا مخلوط شدن با آب در توربین های بخار و ... را تا حد ممکن خنثی نمایند.
  - ۱۱- مواد آلوده کننده خارجی مثل گرد و خاک و ..... همراه نداشته باشند.
  - ۱۲- در حین کار ایجاد کف نکنند.
- اکثر ویژگی های فوق الذکر تقریباً در تمام روغن ها بطور مشترک ضروری است ولی ممکن است در هر مورد خاص، موارد معینی از آنها اولویت داشته باشد. علاوه بر این ممکن است هر روغن مخصوص ویژگی های مشخص و مخصوص نیز برایش ضروری باشد مثل قدرت پاک کنندگی که جز خواص ضروری روغن موتور های بنزینی و دیزلی و نظایر آن و یا روغن های حل شونده تراشکاری روغن باید بتواند با آب یک امولسیون پایدار تشکیل دهد و روغن های توربین های بخار باید بتوانند در مدت زمان کوتاهی از آب جدا شوند که به همین دلیل روغن های توربین ها نباید با موادی مثل پاک کننده ها که باعث ایجاد امولسیون و جدانشدن آب و روغن می شوند مخلوط شوند همچنین روغن ترانسفورماتورها و نظایر آن باید در حد بالایی عایق الکتریسیته باشند و روغن های هیدرولیک باید مقاومت مولکولی بالایی برای تحمل فشار های بالا را داشته باشند تا عمل انتقال نیرو را به نحو احسن انجام دهند.
- جهت دادن خواص ضروری به روغن ها با اضافه کردن مکمل های Additive مورد نیاز هر شرایط به روغن پایه باعث بهبود خواص آن می شود.

## انواع روغن

روغن‌ها و مواد مایع روانکاری از روغن معدنی (مواد حاصله از نفت) و یا سایر مواد معدنی یا روغن‌های نباتی بدست می‌آیند. دلی اهمیت روغن‌های معدنی و موارد استعمال آنها بیشتر از انواع دیگر است. روغن‌های معدنی از ته مانده مواد نفت خام بدست می‌آیند و از بهترین و مناسب‌ترین مواد برای روانکاری هستند. این روغن‌ها را می‌توان بصورت خالص یا با اضافه کردن مواد افزودنی Additive به آنها استفاده کرد. افزودن مواد اضافی باعث بهبود خواص روغن‌ها می‌شود و بطور کلی شرایط کار روغن را بهتر می‌کند و باعث طولانی شدن عمر آن می‌شود.

مواد اضافی ممکن است یک یا چند دسته از انواع زیر باشد:

- ۱- مواد پاک‌کننده و معلق‌کننده برای جذب و انتقال رسوبات.
- ۲- موادی که باعث بالابردن مقاومت روغن در مقابل فشار می‌شوند.
- ۳- موادی که باعث جلوگیری از پیر شدن یا کهنه شده (اکسید شدن) روغن می‌گردند.
- ۴- موادی که باعث بهبود خواص روغن در مورد تحمل حرارت‌های بالا می‌شوند.
- ۵- موادی که ضد زنگ زدگی Anti Oxidant هستند.
- ۶- مواد ضد کف Anti Foam برای جلوگیری از کف کردن روغن.
- ۷- مواد ضد سائیدگی Anti Wear برای کاهش اصطکاک.
- ۸- مواد بهبود دهنده شاخص گرانیروی VI-Improver.
- ۹- مواد پایین آورنده نقطه ریزش.
- ۱۰- مواد ضد خوردگی و.....

## روش‌های روغنکاری

مهمترین عامل در کارآیی مفید دستگاه‌ها و قطعات متحرک اینانواع صحیح روغن و سیستم روغن کاری است. اصولاً نوع سیستم روغنکاری بر اساس وضعیت و نیاز دستگاه مورد نظر انتخاب می‌شود و به روش‌های زیر عملی می‌شود:

روغنکاری قطره ای

روغنکاری پاششی

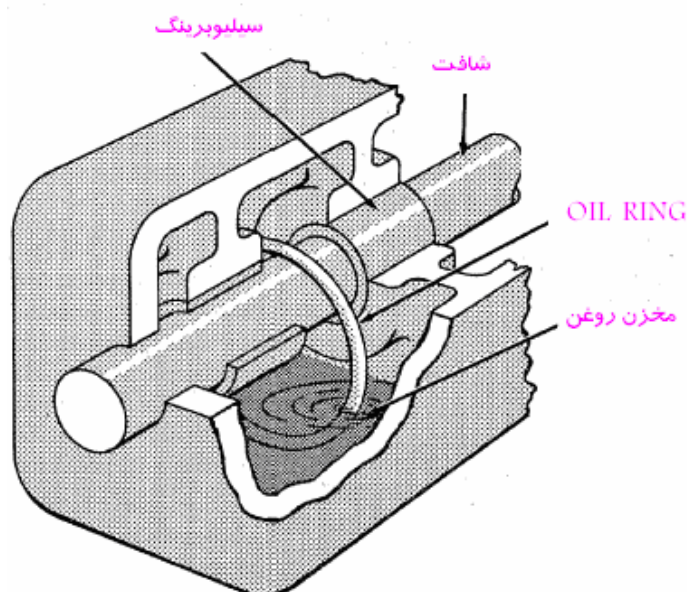
روغنکاری هیدرواستاتیکی

روغنکاری تحت فشار و.....

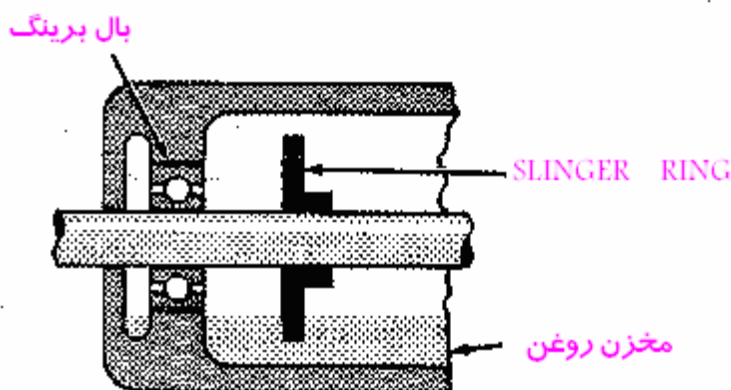
## روغن کاری هیدرواستاتیکی

در این روش قطعه گردنده یا در روغن غوطه ور است و یا بوسیله عاملی بطور مرتب روغنکاری می‌شود. در توربین‌های بخار کوچک و متوسط روغن بوسیله رینگ بنام Oil Ring که از یک طرف روی محور بصورت آزاد تکیه دارد و از طرف دیگر در محفظه روغن قرار گرفته است و در اثر حرکت محور دوران می‌کند.

کند روغن را با خود حمل کرده و روی محورو یاتاقان می ریزد و عمل روغنکاری را انجام می دهد و در اکثر دستگاه های کوچک از این روش استفاده می شود.



در بعضی از دستگاه ها بجای Oil Ring از Slinger Ring استفاده می شود که شامل یک صفحه با قطر مشخص است که روی محور نصب می شود و بان می چرخد که کارائی آن به مراتب از سیستم قبلی بهتر است ولی به دلیل پاشش روغن معمولاً در دورهای بالا کمتر مورد استفاده قرار می گیرد.



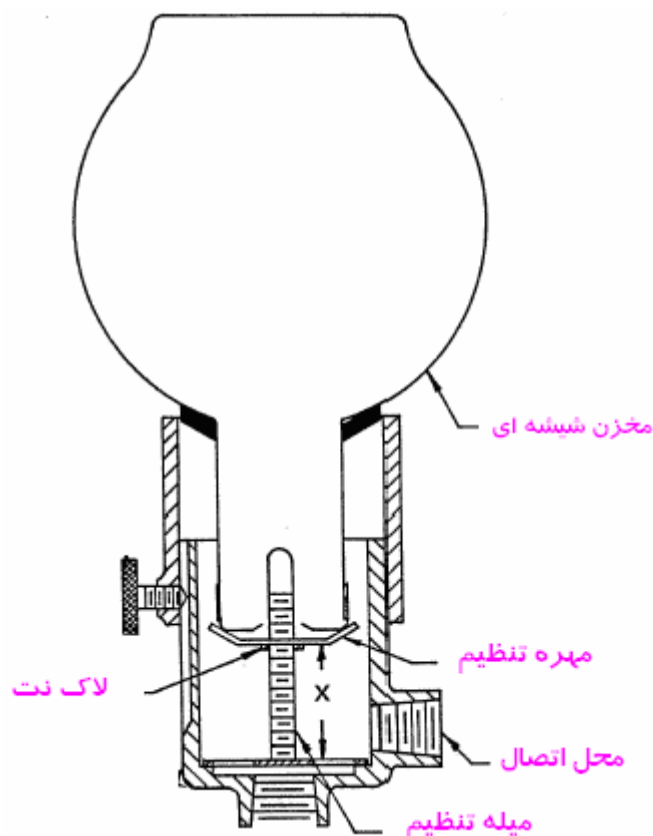
نکته مهم این است که سطح روغن داخل محفظه روغن نباید از خطی که مشخص کننده سطح روغن است کمتری باشد زیرا در هر دو حالت باعث روانکاری ناقص می شود اگر سطح روغن کمتر از حد تعیین شده باشد باعث نرسیدن روغن به یاتاقان و عدم روانکاری و خرابی و سوختن یاتاقان می شود و در صورتی که سطح روغن بالاتر از مقدار مطلوب باشد باعث ایجاد کف (ترکیب هوا و روغن) در روغن شده و عمل روغنکاری خوب انجام نمی شود .

به دلیل نشتی های اجتناب ناپذیری که وجود دارد سطح روغن تغییر می کند که این می تواند در این نوع سیستم روانکاری اختلال ایجاد کند پس لازم است سیستمی وجود داشته باشد که بتواند بطور اتوماتیک سطح روغن را در حد مطلوبی نگه دارد .

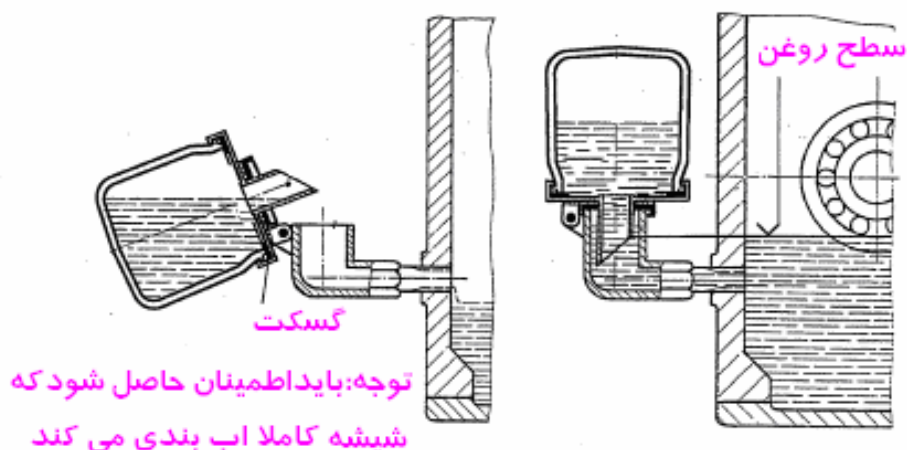
برای تنظیم اتوماتیک سطح روغن در داخل هوزینگ برینگ هازسیستم هائی به نام Oil Pot استفاده می شود که از یک محفظه شیشه ای که شامل یک میله تنظیم کننده Levling Rod و یک محفظه شیشه ای به عنوان مخزن ذخیره روغن است که در صورتی که سطح روغن محفظه یاتاقان از حد تعیین شده پایین تر رود بطور اتوماتیک سطح روغن تنظیم و کمبود روغن را جبران می کند. هر چه مخزن شیشه ای بالاتر قرار گیرد سطح روغن بالاتر می آید و بالعکس هر چه پایین تر قرار گیرد سطح روغن پایین تر نگه داشته می شود. تنظیم سطح مخزن شیشه ای روغن توسط میله تنظیم کننده همراه بادومهره بزرگی که روی آن پیچیده می شود و زیر مخزن شیشه ای قرار دارد تنظیم می شود. با پیچاندن این مهره Adjusting Nut (برای جلوگیری از شل شدن آنها در حین کار از دو مهره استفاده می شود) به سمت بالا مخزن شیشه ای بالاتر قرار می گیرد و باعث تخلیه روغن از مخزن شیشه ای بطرف هوزینگ برینگ می شود تا حالت تعادل برقرار شود.

موقعیت قرارگیری مهره های زیر مخزن شیشه ای مبین سطح روغن داخل هوزینگ برینگ است و با بالا و پایین بردن مهره امکان تغییر دادن ارتفاع روغن وجود دارد.

در شکل زیر یک نمونه Oil Pot با مخزن ذخیره روغن شیشه ای که در اکثر مراکز صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد نشان داده شده است.



در شکل زیر یک نمونه دیگر Oil Pot که ارتفاع روغن را در یک حالت نگه می دارد (غیر قابل تنظیم) نشان داده شده است.



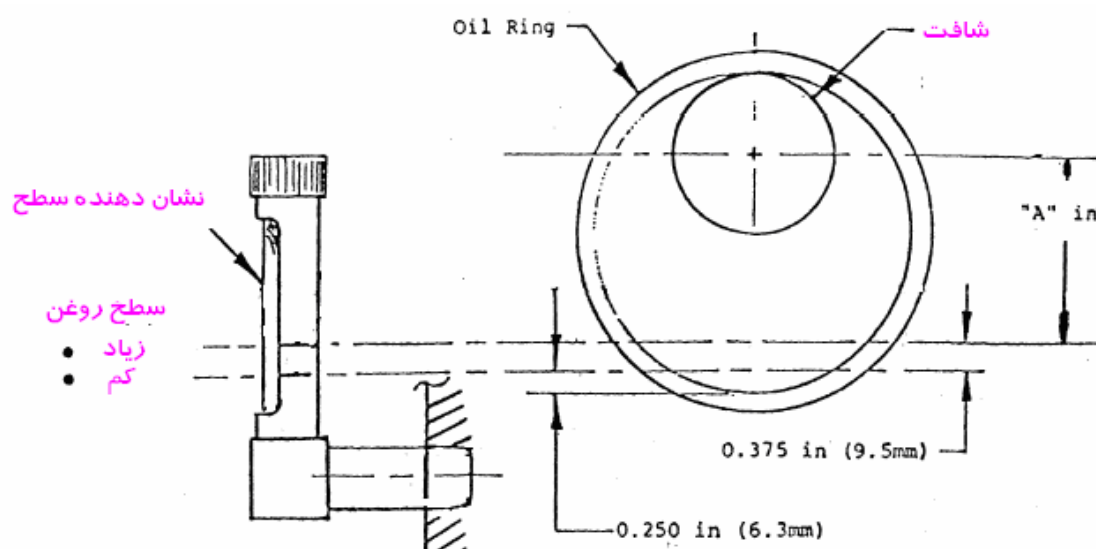
### چند نکته:

نکته اول: اگر لوله اتصال Oil Pot به محفظه یا تاقان گرفتگی داشته باشد امکان تخلیه روغن وجود ندارد و با وجود روغن در محفظه شیشه ای امکان سوختن برینگ وجود دارد.

نکته دوم: گاهی مشاهده می شود که میله تنظیم کننده سطح داخل Oil Pot بنا به دلایلی مفقود یا برداشته شده است که این کار می تواند باعث از کار افتادن Oil Pot و عدم کنترل سطح روغن شود و در شرایطی سوختن برینگ ها و کاهش طول عمر آنها را در اثر فقدان روغن بوجود آورد.

نکته سوم: اگر مخزن شیشه ای شکسته شده باشد یا ترک داشته باشد باعث می شود هوا داخل آن نفوذ کند و روغن داخل آن در مدت زمان کوتاهی تخلیه شود و عملابین سیستم کاردهی خود را از دست بدهد پس علاوه بر اطمینان از پر بودن مخزن شیشه ای باید موارد فوق الذکر نیز در طی بازدیدها ی روزانه چک شوند.

ارتفاع روغن هوزینگ برینگ هائی که از یاتاقان های بوشی استفاده می کنند و سیستم روغنکاری آنها از نوع Oil Ring است بسته به قطر شافت و قطر رینگ است و می توان حداقل و حداکثر ارتفاع روغن را بر اساس ابعاد Oil Ring بدست آورد که در شکل زیر یک نمونه آن نشان داده شده است.



## روغن کاری تحت فشار Forced Lubrication

در این سیستم روغنکاری بزرگوغن تحت فشار برای روغنکاری یاتاقان ها استفاده می شود و در صورتی که فشار روغن کم باشد به دلیل کم شدن فلو ی روغن یاتاقان ها به خوبی روغنکاری نمی شوند و باعث صدمه دیدن آنها خواهد شد. همچنین برای روغنکاری یاتاقان ها باید همیشه از روغن تمیز استفاده شود زیرا ذرات موجود در روغن می تواند در فواصل کم بین قطعات گیر بیفتد و باعث سائیدگی محور و یاتاقان ها شود.

روغن مورد لزوم برای روغنکاری در محفظه ای Oil Reservoir روش روغن توسط پمپ از مخزن کشیده می شود و روغن تحت فشار پس از خنک شدن و فیلتر شدن به محفظه یاتاقان وارد و با ایجاد فیلم روغن بین یاتاقان ها و محور عملیات روغنکاری انجام می شود.

این سیستم روغنکاری از قسمت های زیر تشکیل شده است:

۱- پمپ های اصلی و کمکی روغن برای بالابردن فشار روغن.

۲- فیلترهای روغن برای جداسازی ذرات و مواد جامد موجود در روغن.

۳- کولرهای روغن برای خنک کردن روغن.

۴- کنترل ولو ها و شیرهای فشار شکن Safety Valve برای کنترل فشار و فلو ی روغن.

۵- مخزن روغن همراه با تجهیزات آن شامل نشان دهنده سطح روغن گرم کن یا هیتر سیستم تهویه و ..... برای ذخیره روغن.

۶- تجهیزات اندازه گیری شامل فشارسنج ها دما سنج ها اختلاف فشارسنج اندازه گیر ارتفاع و ...

۷- سیستم ها و رله های حفاظتی و ترانس میترها برای حفاظت از دستگاه که به سیستم های Alarm و Shut Down فرمان می دهند و شامل :

الف- حفاظت سیستم در برابر درجه حرارت بالای روغن.

ب- حفاظت سیستم در برابر گرمای بیش از حد پوسته یاتاقان ها.

پ- حفاظت سیستم روغنکاری در برابر کم بودن فشار روغن.

ت- مخزن ذخیره روغن یا آکومولاتور که همواره مقداری روغن در آن ذخیره می شود و در انتهای چرخش محور روی یاتاقان ها تخلیه می شود و از ذوب شدن یاتاقان ها جلوگیری می کند که داخل این مخزن یک کیسه پر شده Bleader از گازی مثل ازت تشکیل شده که با اعمال فشار روغن در اطراف آن مقداری انرژی پتانسیل در آن ذخیره می شود و در مواقع لزوم باعث تخلیه روغن می شود.

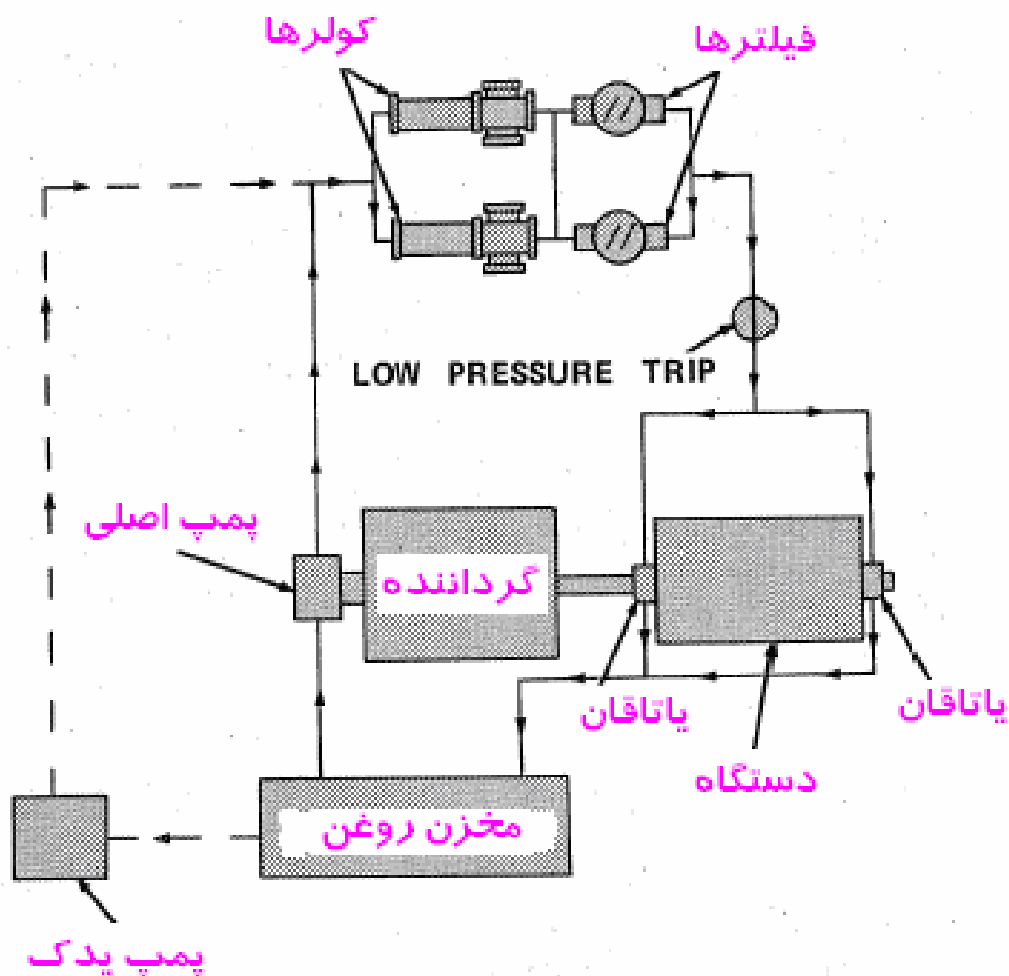
ث- حفاظت از عدم گرفتگی فیلترهای روغن با اندازه گیری اختلاف فشار ورودی و خروجی فیلتر.

ج- حفاظت سیستم برای اطمینان از وجود مقدار لازم روغن در داخل مخزن.

چ- سیستم راه انداز پمپ اضطراری روغن در مواقعی که پمپ اصلی مشکل پیدای می کند.

ح- لوله ها، ولو ها، شیرهای یکطرفه و اتصالات که کار انتقال روغن به قسمت های مختلف را انجام می دهند و حتما باید از جنسی باشند که زنگ نزنند (مثل فولادهای ضد زنگ).

در شکل زیر فلو دیاگرامی از اجزا و قطعات اصلی یک سیستم روغنکاری تحت فشار نشان داده شده است.



لازم به توضیح است که قبل از در سرویس قرار دادن پمپ یا هر دستگاه دیگر کلیه این مجموعه و سیستم های حفاظتی باید مورد بررسی قرار گیرد (به خصوص بعد از نصب اولیه یا چک های روتین یا بعد از هر تعمیر اساسی) که از عملکرد صحیح سیستم های حفاظتی آن اطمینان حاصل شود که ذیلاً به نحوه چک کردن قسمت های مختلف آن پرداخته می شود.

در شکل زیر نیز فلودیاگرام سیستم روغنکاری کمپرسورهای ۶۰۱ و احادیزوماکس نشان داده شده است



## مواردی که روی سیستم های حفاظتی روغن باید چک شوند

۱- چک کردن سیستم اخطار از کار افتادن پمپ اصلی روغن (پایین آمدن فشار روغن).

Stand By Pump Running- Failure Main Oil Pump

وظیفه این سوئیچ در سرویس قرار دادن پمپ یدک روغن و همچنین تحریک سیستم آلارم است روش تست آن به این صورت است که پمپ یدک در سرویس قرار داده می شود و دوسریک اهم متر روی این سوئیچ قرار داده می شود سپس ولوی که در مسیر خروجی پمپ یدک است آرام آرام بازمی شود تا فشار روغن شروع به کم شدن کند وقتی فشار روغن مساوی میزان Setting مربوطه شد باید این سوئیچ مدار را متصل کند که در این صورت می توان از در سرویس آمدن پمپ یدک در حین کار اطمینان حاصل نمود.

۲- اخطار گرفتگی فیلتر روغن Filter High Differential Pressure

وظیفه این سوئیچ اعلان وضعیت گرفتگی فیلتر روغن بر اساس میزان افت فشار اندازه گیری شده در دو طرف ورودی و خروجی فیلتر روغن است و روش تست آن به این صورت است که با بستن تدریجی Tapping روی خروجی D.P و بالا بردن فشار خروجی سیستم، اندازه گیری اختلاف فشار انجام می شود و سوئیچ اخطار دهنده نیز مثل حالت قبل چک می شود.

۳- چک نمودن سیستم Shut Down دستگاه روی کلیه فرمانهایی که روی آن اعمال می شود بصورت تک تک.....

۴- اطمینان از کارکرد مناسب هیترهای روغن ( برقی ، بخاری ) و نحوه عمل کردن آنها در درجه حرارت مناسب .

۵- هواگیری کلیه مسیرهای روغن اعم از فیلترها ، کولرها و.....

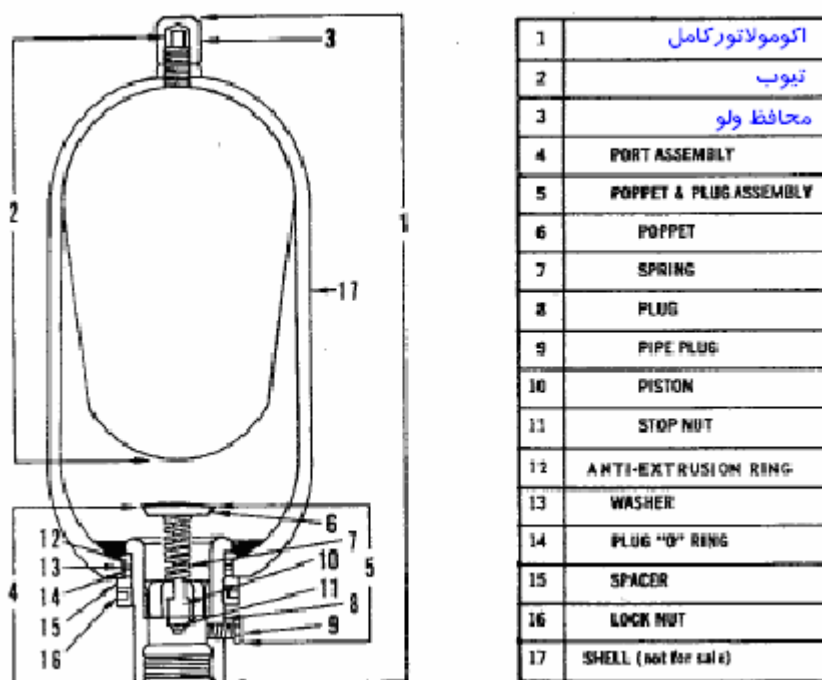
۶- هواگیری سیستم آب خنک کننده Cooling Water.

لازم به توضیح است که باتوجه به اهمیت روغنکاری و برای حفاظت بیشتر سیستم روغنکاری در دستگاه های مختلف به غیر از پمپ یدک روغن از تجهیزات دیگری از قبیل سیستم Top Tank , اکومولاتور روغن و پمپ های D.C استفاده می شود که ذیلا به آنها اشاره می شود.

## اکومولاتور روغن Lube Oil Accumulator

این سیستم شامل یک انباره استوانه با ظرفیت حدود ده گالن روغن است که در داخل آن یک Blader قرار دارد که بایک گاز بی اثر مثل ازت با فشار مناسب شارژ می شود و اطراف آن توسط روغن روانکاری احاطه می شود. این مخزن همچنین مجهز به یک شیر تنظیم فشار و یک نشان دهنده فشار است که فشار روغن باعث جمع شدن تیوب لاستیکی داخلی شده و مقداری انرژی فشاری در آن ذخیره می کند و در صورتی که سیستم روغنکاری از کار بیفتد و توربین Trip کند پس از توقف توربین روغن ذخیره شده در داخل آن روی یاتاقان های داغ تخلیه می شود و از چسبیدن آنهاروی محور و همچنین تشکیل کک ممانعت می کند. لازم به توضیح است که این مجموعه به هیچ وجه نمی تواند کار روغنکاری را انجام دهد و فقط برای جلوگیری از سیز Seiz کردن یاتاقان ها از آن استفاده می شود.

در شکل زیر شماتی از این سیستم نشان داده شده است.



لازم به توضیح است که در توربین های بخاری که تروتل ولو و استاپ ولو با فشار سیستم Lube Oil عمل می کنند از فشار روغن ذخیره شده در اکومولاتور برای سریع تر بسته شدن استاپ ولو استفاده می شود.

## روش تمیز نمودن سیستم روغن کاری Oil Flushing

برای جلوگیری از ورود ذرات جامد و زنگ های باقی مانده در لوله ها و مسیرهای روغنکاری یاتاقان ها و سیل های آب بند کننده گاز که باعث نفوذ آنها بین قطعات ثابت و متحرک می شود و حاصل آن سایش و فرسایش سریع قطعات می شود الزامی است که کلیه مسیرها و نقاط مختلف سیستم روغنکاری چه برای دستگاه هائی است که جدیداً نصب شده باشند (بادقت خیلی بالاتر) و چه بعد از تعمیرات اساسی دستگاه های سنگین عملیات Flushing یا تمیز کاری طبق یک دستورالعمل انجام شود که ذیلاً به شرح آن پرداخته می شود.

برای دستگاه هائی که جدیداً نصب می شوند Flushing با روغن توصیه شده توسط کارخانه سازنده باید انجام شود که قادر به حل کردن موم ها و مواد حفاظتی سطوح داخلی قطعات می باشد و مقدار آن بین ۳۵ تا ۵۰ درصد ظرفیت معمولی سیستم روغن است ولی پس از تعمیرات اساسی دستگاه ها می توان از روغن مورد استفاده شده روی دستگاه نیز استفاده نمود و در این شرایط مراحل از عملیات فلاشینگ لازم به انجام نیست.

دستورالعمل Flushing ارائه شده در زیر هم برای سیستم روغنکاری یاتاقان ها و هم برای سیستم روغن آب بندهای نوع روغنی قابل استفاده است.

۱- برای دستگاه هائی که جدیداً نصب می شوند موم های حفاظتی ضد زنگ بکار برده شده روی دستگاه ها در روغن مخصوص قابل حل شدن است و احتیاج به تمیز کاری آنها با مواد دیگری نیست.

۲- کلیه قسمت های اطراف و داخل دستگاه باید از خاک، شن و دیگر کثافات تمیز شود و در صورت نیاز به تمیز کاری باید با پارچه های بدون نخ های آزاد و با مایع تمیز کننده پاک شوند. همچنین برای سهولت انجام کار و اطمینان از تمیز بودن محفظه های روغن معمولاً داخل آنها رنگ سفید زده می شود تا کثافات و اجسام خارجی احتمالی موجود در آن به راحتی قابل رویت باشند.

۳- برای شستشوی لوله های داخلی Flushing و قسمت های داخلی ماشین آلات از روغن هایی باید استفاده شود که غلظت آن کمتر از غلظت روغن اصلی باشد تا قابلیت نفوذ و حرکت آن در کلیه منافذ و راهگاهها بهتر باشد. لازم به توضیح است که برای دستگاه هائی که جدیداً نصب می شوند با توجه به نوع روغن های حفاظتی موجود روی آنها که در حین حمل دستگاه را محافظت می کنند نوع روغن برای Flushing نیز توسط کارخانه سازنده پیشنهاد می گردد تا بهتر بتواند روغن های حفاظتی را نیز در خود حل کند.

۴- اگر مخزن روغن Lube System Console از کمپرسور جدا است سیستم لوله کشی باید طوری طراحی شود که در حین عملیات فلاشینگ بتوان مسیرهای روغن وارد شده به قسمت های اصلی (یاتاقان ها و سیل ها) را بای پاس نمود.

۵- قبل از انجام Flushing کلیه اریفیس ها، کف های بالائی یاتاقان ها و تراست برینگ ها و کنترل ولوهای سیستم روغنکاری، آب بند Outer Seal، حفاظ کوپلینگ Coupling Guard و... باید برداشته شوند تا در حین انجام عملیات روغن بتواند به راحتی از آنها عبور کند و ذرات موجود در آن بین قطعات گیر نیفتد.

۶- برای انجام Flushing از پمپ یدک روغن Auxiliary Oil Pump یا در بعضی از موارد از پمپ های مخصوص این کار استفاده می شود.

۷- پس از شارژ روغن در مخزن و هواگیری آن ابتدا باید روغن تا درجه حرارت مشخصی گرم شود و سپس پمپ در سرویس قرار می گیرد و عملیات Flushing انجام شود.

۸- قبل از شستشو و تمیز کاری مسیرهای روغن باید مسیرهای ورودی روغن به کلیه یاتاقانها بسته Blank شوند و ابتدا مسیرهای لوله کشی پمپ ها ، کولرها ، فیلترها و ..... تمیز شود . در این مرحله افت فشار روغن در داخل فیلترها باید به دقت تحت نظر قرار گیرند و با افزایش افت فشار فیلترها تعویض ، بازرسی و تمیز شوند و هنگامی که افت فشار روغن پس از چند ساعت چرخش روغن Circulation تغییر نکرد و ثابت باقی ماند مسیرهای ورودی روغن به یاتاقانها را بصورت تک تکی برقرار نمود. ( با برداشتن Blank های مسیرهای روغن یاتاقان ها و قراردادن مش ریزدرانها ) که این عمل متناوبا برای هر یاتاقان در مدت زمان مشخصی باید ادامه پیدا کند و پس از اتصال آخرین یاتاقان عملیات دوباره ادامه پیدا کند . تجربه نشان داده است که اگر روغن گرم باشد عملیات فلشینگ حدود چهار ساعت و در صورتی که روغن سرد باشد نیاز به حدود هشت ساعت زمان دارد.

۹- در طی انجام Flushing در پاره ای از موارد از فیلترهای مخصوص این کار باید استفاده شود.

۱۰- هنگام عملیات Flushing یاتاقان ها هر ده تا پانزده دقیقه یک بار محور چند دور چرخانده می شود .

۱۱- در حین کار کلیه اتصالات و سیستم های روغن باید از نظر نشتی مورد بازرسی قرار گیرند .

۱۲- پس از ثابت شدن افت فشار و اتمام کار Flushing روغن کثیف داخل سیستم از طریق مسیر Drain تخلیه می شود.

۱۳- تمامی برینگ ها و شیارهای روغن سیل های روغنی و .... بصورت دستی تمیزی شوند و کف های یاتاقان ها واریفیس ها و کنترل ولو ها مجددا در جای خود نصب می شوند.

۱۴- مخزن روغن و فیلترهای روغن باید مجددا بصورت دستی تمیز کاری شوند.

۱۵- روغن پیشنهادی کارخانه سازنده در داخل محفظه روغن ریخته می شود و سطح آن تنظیم می شود.

۱۶- پس از شارژ روغن موتور برقی یدک بکار انداخته می شود و سپس به اندازه حجم روغن کم شده که درون لوله ها ، کولرها و ... رفته است مجددا مخزن روغن تا ارتفاع مشخص شده پر می شود .

لازم به توضیح است که در صورتی که سطح روغن مخزن از حدود شاخص نشان دهنده بیشتر باشد در اثر برخورد قطعات دوار با سطح روغن ایجاد کف می شود که باعث افت فشار روغن و مخلوط شدن روغن و هوا و باعث ایجاد اختلال در سیستم روغنکاری یاتاقان ها و خرابی آنها می شود .

## **عیب یابی و روش های تصحیح عیوب سیستم روغنکاری**

### **مسائلی که باعث کم شدن فشار روغن روانکاری می شود**

- ۱- کثیف بودن Suction Strainer پمپ روغنکاری.
- ۲- ماسیدگی روغن در اثر سرد بودن روغن.
- ۳- پاس کردن از شیر اطمینان S.V روی خروجی پمپ که با لمس کردن لوله مشخص می شود .
- ۴- پایین بودن دور توربین پمپ روغن .
- ۵- پاس کردن روغن از چک ولو خروجی پمپ دیگر.
- ۶- بیش از حد باز بودن Relief Valve روغن
- ۷- معیوب بودن مکانیکال سیل پمپ روغن که باعث ورود هوا به سیستم روغن می شود.
- ۸- زیاد بودن لقی ها و کلرنس های داخلی پمپ روغنکاری.
- ۹- مناسب نبودن ویسکوزیته روغن.
- ۱۰- گرم شدن بیش از حد روغن.
- ۱۱- نشستی بیش از حد بخار که باعث گرم شدن بدنه توربین و روغن می شود.
- ۱۲- زیاد شدن کلرنس یا تاقان ها.
- ۱۳- ورود آب به سیستم روغن.
- ۱۴- نامناسب بودن ویسکوزیته روغن.
- ۱۵- ورود گاز به سیستم روغن..
- ۱۶- ورود هوا به قسمت ورودی پمپ در اثر شل بودن اتصالات یا خرابی گسکت ها.
- ۱۷- پایین بودن سطح روغن مخزن .

### **مسائلی که باعث بالا رفتن فشار روغن می شود**

- ۱- معیوب بودن Relief Valve .
- ۲- گرفتگی در مسیر های روغن .
- ۳- نامناسب بودن ویسکوزیته روغن .
- ۴- سرد بودن روغن .
- ۵- بالا بودن Setting شیر تنظیم روغن.

### **مسائلی که باعث افزایش درجه حرارت روغن می شود**

- ۱- کثیف بودن Tube های کولر روغن.
- ۲- کم بودن فلوی آب کولینگ یا کم بودن فشار آب ورودی به آن.
- ۳- حبس شدن هوا در کولر روغن (خوب هواگیری نشدن کولر).
- ۴- نشستی آب به داخل روغن.
- ۵- بالا بودن دمای آب کولینگ.

۶- بالا بودن دمای روغن ورودی به کولر.

۷- عملکرد نامناسب ترموستاتیک ولوروغن.

### **مواردی که درحین کارروی سیستم روغنکاری باید چک شود**

چک کردن یاتاقان های الکتروموتور سیستم روغنکاری

چک کردن کوپلینگ بین پمپ روغن و محور کمپرسور

چک کردن پمپ اصلی روغن

چک کردن جهت دورموتوریدک روغنکاری.

### **مواردی که درحین تعویض فیلترهای روغن بایدانجام شود**

۱-ازسرویس خارج کردن فیلتر

۲-انداختن فشار Depressure فیلتر روغن با باز کردن مسیر Vent روی فیلتر .

۳-تخلیه محفظه فیلتر با استفاده از ولو Drain قسمت انتهایی محفظه فیلتر .

۴-تمیز کردن داخل محفظه فیلتر

۵-نصب فیلتر جدید .

۶- هواگیری از محفظه فیلتر با باز کردن مسیر ورودی روغن و مسیر Vent و تخلیه هوا .

### **مواردی که برای تصمیم گیری تعویض روغن باید انجام شود**

اندازه گیری دانسیته روغن در ۶۰ درجه فارنهایت ۸۷٪

اندازه گیری ویسکوزیته SSU در ۱۳۰ درجه فارنهایت ۹۴-۸۰

اندازه گیری ویسکوزیته SSU در ۱۰۰ درجه فارنهایت ۱۷۰-۱۴۰ .

اندازه گیری حداقل ایندکس ویسکوزیته ۹۰

اندازه گیری ویسکوزیته سینماتیک بر حسب سانتی استوک در ۱۳۰ درجه فارنهایت ۱۹/۲-۱۵/۷

البته برای صرفه جوئی در مصرف بهینه روغن و تعویض به موقع آن و همچنین کاربردهای دیگر با آنالیز کردن روغن تصمیم به تعویض گرفته می شود که باتوجه به اهمیت موضوع و اشنائی با اصول آن بحث مختصری در این زمینه ارائه می شود.

### **مسائل سیستم روغنکاری قطره ای**

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

۱- امکان نفوذ هوا به داخل محفظه Sight Glass به علت ترک داشتن شیشه آن یا آب بند نبودن پیچ مربوط به ( Vent ) در اثر خرابی 0- رینگ مربوط به آن ( لازم به توضیح است که فشار محفظه کمتر از فشار جو است . )

۲- امکان گرفتگی مسیر ورودی روغن Drip Tube در اثر ورود آشغال و ذرات جامد که با هوا زدن این مسیر مشکل مرتفع می شود .

۳- پایین بودن سطح روغن داخل Manzel Lubricator باشد .

ب- اگر شیشه نشان دهنده پر روغن باشد و روغنکاری انجام نشود ( روغن چکه نکند ).

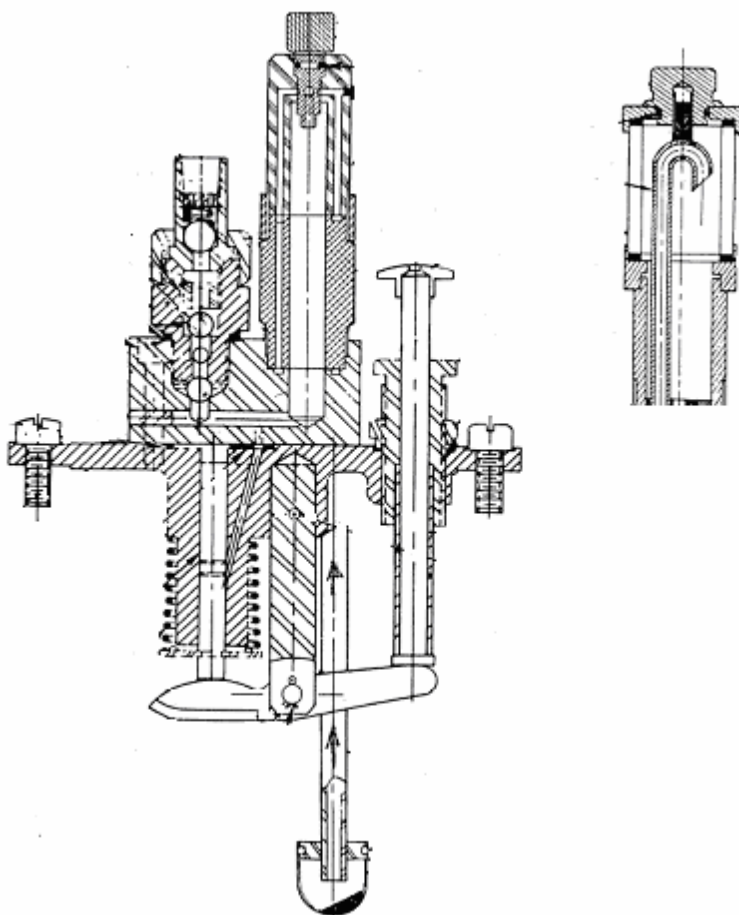
۱- گرفتگی یا معکوس بودن جهت Check Valve خروجی.

۲- بالا بودن سطح روغن داخل محفظه Sight Glass

۳- وجود هوا در داخل سیستم که با هواگیری سریع ( با حرکت دادن سریع پلانجر با دست ) مشکل حل می شود .

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

برای هواگیری پمپ های قطره ای با باز کردن پیچ هواگیری Vent در قسمت بالای Sight Glass پر از روغن می شود و سپس با نیمه باز گذاشتن آن اجازه تخلیه روغن داده می شود تا سطح روغن به حد مناسب برسد ( حدود  $\frac{1}{4}$  اینچ ارتفاع روغن ) .



## آنالیز روغن Oil Analysis

آنالیز روغن از چندین سال پیش در اکثر صنایع کشورهای پیشرفته به عنوان یک ابزار بسیار مفید و مناسب برای اهداف و مقاصد زیادی مورد استفاده قرار گرفته که در صورت اجرای صحیح آن در صنایع مختلف می تواند گامی بلند و تحولی اساسی در جهت حفظ سرمایه های ملی و کاهش وابستگی ها و مصرف بهینه آن بوجود آورد.

کنترل اینکه درچین کاردستگاه روغن تمیز و بدون هر گونه آلودگی ( آب ، گرد و خاک و ذرات فرسایشی و ... ) باقی مانده بسیار مهم و حیاتی و حائز اهمیت است که این کار با آنالیز روغن محقق می شود. روغن همانند خون در بدن انسان که حامل میکروب ها و بیماری ها است و با آزمایش یک نمونه آن به خیلی از بیماریها می توان پی برد روغن نیز این نشانه ها را به اطلاعات با ارزشی که به اهداف نگهداری و تعمیرات کمک می کند تبدیل می نماید .

استخراج مستمر و منظم اطلاعات روغن از درون دستگاهها و ماشین آلات از طریق نمونه گیری و آزمایش روغن به منظورهای زیر انجام می شود :

- ۱- حصول اطمینان از سلامت دستگاه .
- ۲- شناسایی عیوب احتمالی در مراحل اولیه و در بدو تشکیل عیب .
- ۳- شناسایی عوامل فرسایشی و استهلاک های غیر عادی .
- ۴- کاهش هزینه های تعمیراتی و تعویض به موقع قطعات .
- ۵- اقدامات اصلاحی به موقع و قبل از بروز خسارت های جدی.
- ۶- کمک در برنامه ریزی های تعمیراتی دستگاه ها و ماشین آلات .
- ۷- کنترل کیفیت قطعات و لوازم یدکی و مصرفی .
- ۸- توسعه تکنیک های عیب یابی .
- ۹- صرفه جویی در روغن مصرفی .
- ۱۰- بهینه نمودن سیستم PM و کنترل کردن اجرای آن .
- ۱۱- کنترل های مدیریتی بیشتر بر کل سیستم .
- ۱۲- افزایش طول عمر و کار آیی دستگاه ها .
- ۱۳- کنترل کیفی تدارکات و خرید روغن .
- ۱۴- کنترل سیستم انبار داری .
- ۱۵- انجام امور تحقیقاتی .
- ۱۶- هشدار به موقع و تشخیص عیب مدت ها قبل از بروز خسارت (تعمیرات پیش بینانه).
- ۱۷- کنترل مطمئن اقدامات پیشگیرانه .

حسن روش عیب یابی دستگاهها بر اساس آنالیز روغن این است که قبل از بروز خرابی مشکل ماشین در نطفه شناسایی می گردد و اقدامات اصلاحی مورد نیاز برای آن انجام می شود (برخلاف آنالیز ارتعاشات که

پس از بوجود آمدن مشکل و ایجاد خرابی اقدامات اصلاحی روی ماشین انجام می شود) البته این دلیل برکنار گذاشتن آنالیز ارتعاشات نیست بلکه این روش ها و روشهای دیگر در کنار هم و باهم دارای بهترین راندمان و کارایی می باشند .

### **اصول کلی آنالیز روغن**

این روش شامل مراحل اجرائی زیر است:

- ۱- نمونه گیری طبق روشهای استاندارد در فواصل زمانی معین .
- ۲- ارسال نمونه های مختلف همراه مشخصات روغن و زمان کارکرد آن همراه با نمونه اصلی روغن مصرف شده در دستگاه به آزمایشگاههای آنالیز روغن .
- ۳- انجام آزمایش های لازم
- ۴- مقایسه نتایج بدست آمده با نتیجه های نمونه های قبلی .
- ۵- بررسی نوع شکل و اندازه ذرات موجود در روغن با استفاده از تکنیک های مختلف.
- ۶- آنالیز و تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست آمده و ارائه توصیه ها و اقدامات فنی مورد نیاز.
- ۷- انجام اقدامات پیشگیرانه و توصیه های لازم اصلاحی.

### **آزمایشاتی که روی نمونه روغن ها انجام می شود**

- ۱- بازدید های چشمی از روغن مصرف شده
- ۲- آزمون های آزمایشگاهی
- ۳- آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی
- ۴- آزمایش روغن جهت بررسی ذرات فلزی

### **بازدید های چشمی از روغن مصرف شده**

برای این کار لازم است که حدود ۱۰۰ تا ۵۰۰ سانتی متر مکعب روغن از مدار روغن گرفته شود و در یک بطری شیشه ای ریخته شود. اگر روغن کثیف باشد یا رنگ مات داشته باشد باید آن را به مدت یک ساعت در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  نگهداری نمود حال بر اساس ظاهر آن و تجربیات قبلی می توان اطلاعات مختصری از روغن بدست آورد که نیازه تجربه های قبلی دارد و کارائی خیلی زیادی ندارد .

### **آزمون های آزمایشگاهی**

آزمون های آزمایشگاهی شامل موارد زیر است :

- ۱- آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغن و مقایسه آن با روغن نو برای ادامه کار روغن .
  - ۲- آزمایش ذرات فلزی جهت تشخیص وضعیت فرسایش قطعاتی که با روغن در تماسند.
  - ۳- آزمایش الاینده های موجود در روغن .
- در آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغن ها پارامترهایی نظیر ویسکوزیته، ویسکوزیته اندیکس خواص اسیدی و قلیایی، نقطه ریزش، آلودگی آب و ... اندازه گیری می شود که مقادیر اندازه گیری شده با

مقادیر مجاز توصیه شده و مقادیری که قبلاً اندازه گیری شده و همچنین مقادیر اندازه گرفته شده از نمونه روغن های کار نکرده بدست آمده مقایسه می شود و از نتایج آن می توان به مواردی پی برد :

الف- کنترل وضعیت روغن برای ادامه کار یا تعویض آن.

ب- کنترل کیفی روغن های موجود در انبار .

ج- تشخیص سریع فیلتر های معیوب .

چ- تایید سالم بودن روغن ها .

ح- اطمینان از اینکه روغن صحیح در دستگاه مصرف شده یانه.

خ- تایید عملیات تمیز کاری سیستم پس از انجام تعمیرات روی دستگاه .

د- تایید سالم بودن آب بندها و مسیر هواکش از آلودگی ها .

ذ- کنترل مرغوب و تمیز بودن روغن ها قبل از ورود به انبار.

آزمایش روغن جهت بررسی ذرات فلزی موجود در آن با استفاده از تحلیل اسپکترومتری ذرات سائیده شده درون آن و همچنین تعیین منابع آن که معمولاً به کمک گرادیان مغناطیسی ذرات سائیده شده جدا سازی می شوند و اندازه های نسبی ذرات تعیین می شود که می تواند در راستای جدی بودن خسارات احتمالی کمک کند و سپس با بررسی های میکروسکوپی شکل و اندازه های ذرات برای تعیین مکانیزم های سایش و با استفاده از یک نمونه رقیق شده روغن، ذرات شمارش می شود و با آنالیز و تجزیه و تحلیل ذرات سائیده شده موجود در روغن دستگاه، برای آگاهی دادن از وجود ذرات ناشی از تخریب قطعات ماشین مورد شناسائی قرار می گیرد و عیوب احتمالی که ممکن است در آینده ای نزدیک باعث تخریب و یا اعمال خسارت های زیاد به دستگاه شود رفع می گردد. البته روغن از لحاظ شبکه های کریستالی و مولکولی نیز می تواند تحت آزمایش قرار گیرد تا وضعیت مناسب یا نامناسب آن از لحاظ شکست مولکولی، تغییر مولکولی و..... نیز مورد تحلیل قرار گیرد تا از عملکرد آن در حین کار مطمئن شد .

### **نتایج حاصل از آزمایشات ذرات فلزی موجود در روغن**

۱- تشخیص فرسایش های احتمالی در آینده ( بر اساس روند سایش ).

۲- تشخیص اینکه ذرات ناشی از فرسایش مربوط به آلودگی روغن است یا خرابی قطعات.

۳- تشخیص شدت مشکل ایجاد شده از طریق نرخ تغییرات بدست آمده از آزمایشات انجام شده .

۴- تایید مشکل ایجاد شده از راه های دیگر ( مثل آنالیز ارتعاشات ).

۵- استنتاج کلی و مشترک از سیستم برای تشخیص سریع ریشه های مشکل .

۶- ضرورت انجام یک اقدامات نگهداری و تعمیرات.

### **تکنیک های آزمایش ذرات سائیده شده در روغن**

۱- اسپکتروسکوپی جذب اتمی .

۲- اسپکتروسکوپی انتشار اتمی .

۳- فرو گرافی.

۴-رسوب دهنده دورانی ذرات.

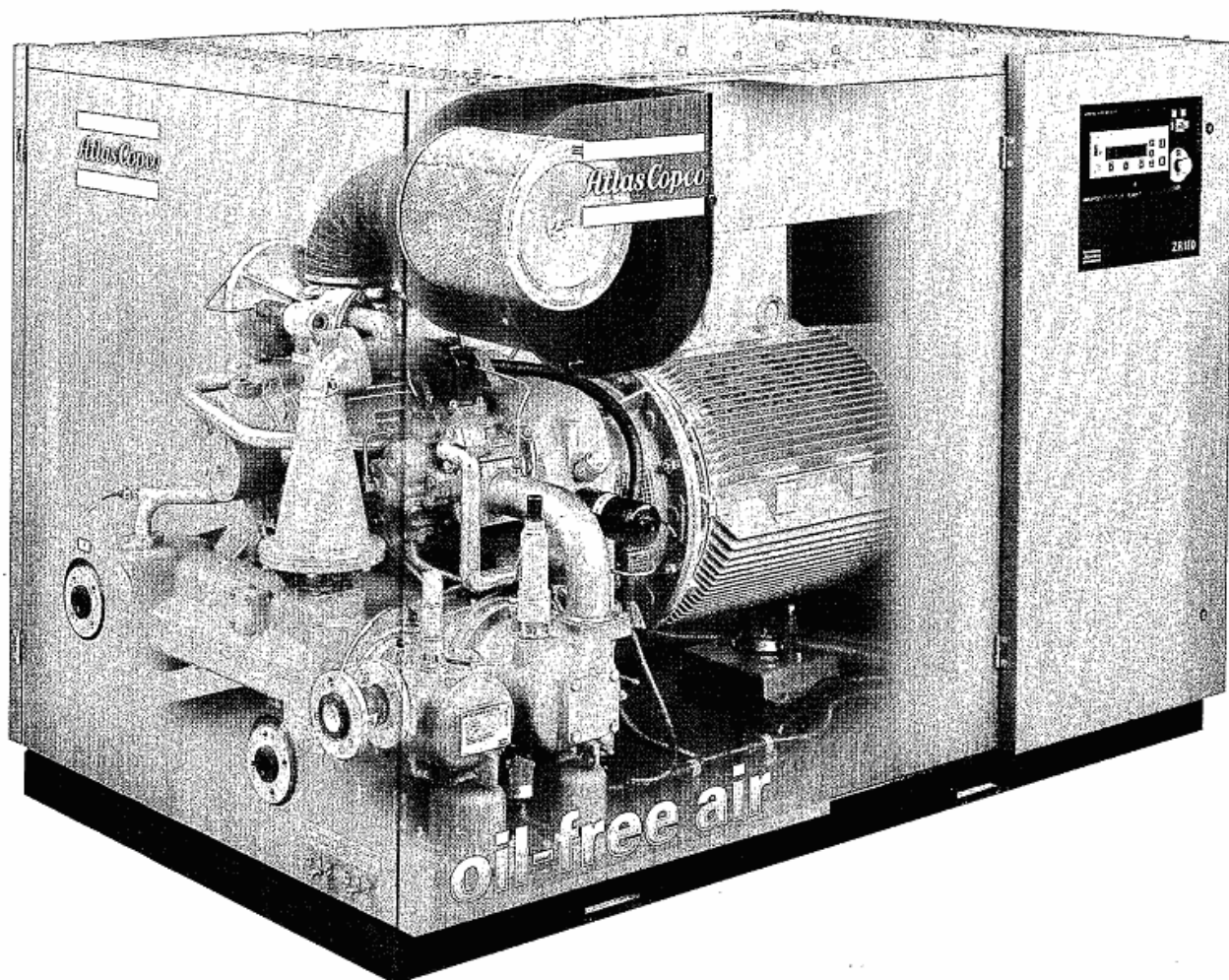
۵-فلورسنت پرتوایکس .

۶-اسپکتروسکپی انتشاری (پلاسمایی – القایی ).

۷-مشاهده میکروسکوپی

که باتوجه به تخصصی بودن مباحث فوق ازپرداختن به انها دراین مقوله صرف نظرمی شود .

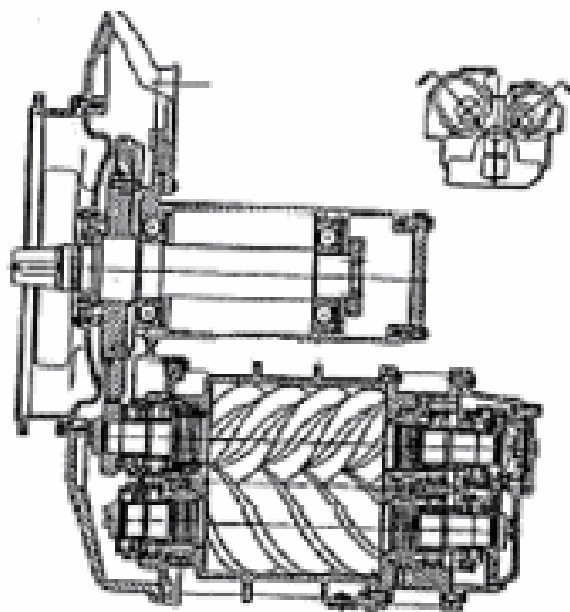
## کمپرسورهای پیچی Screw Compressors



اصول کار کمپرسورهای پیچی براساس حرکت دادن گاز توسط رتورهای نصب شده در داخل یک سیلندر است. رتورهای این نوع کمپرسورها شبیه پیچ های چندراهه ای هستند که بصورت نروماده در داخل یکدیگر می چرخند و با چرخش خود گاز هوا را به سمت جلو حرکت می دهند که در اثر این حرکت باعث ایجاد خلا و ورود مستمر گاز به داخل کمپرسور می شود و با کم کردن فاصله بین مولکول های گاز باعث افزایش فشار آن می شوند معمولاً در این نوع کمپرسورها سیستم انتقال قدرت روی یکی از پیچ ها (رتورها) انجام می شود و رتور دیگر توسط چرخ دنده های تعبیه شده در انتهای آنها Timming Gear به رتور دیگر به چرخش در می آید به زبان ساده می توان گفت که اصول کار این نوع کمپرسورها مثل چرخ گوشت های معمولی است.

برای جلوگیری از ایجاد نشتی های داخلی فاصله Clearance های بین رتورها و بدنه فوق العاده کم است و هر گونه افزایش لقی باعث کاهش راندمان و فلوئی کمپرسور و افزایش درجه حرارت و ..... می گردد زیرا گاز فشرده شده در قسمت جلوی سیلندر مجدداً به قسمت فشار پایین کمپرسور بر می گردد.

در شکل زیر شمائی از ساختمان کلی یک کمپرسور نوع پیچی نشان داده شده است.



به دلیل فاصله کم بین رتور و بدنه در این نوع کمپرسورها امکان گیر کردن و تماس بین قطعات ثابت و متحرک وجود دارد به همین دلیل تعمیر این نوع کمپرسورها بسیار مشکل و گاهی غیر ممکن است.

این کمپرسورها در دو نوع طراحی می شوند:

الف کمپرسورهای بدون روغن Oil Free Compressor

ب- کمپرسورهای روغنی Oil Compressor

در کمپرسورهای نوع روغنی برای کاهش اصطکاک بین قطعات ثابت و متحرک با تزریق روغن به هوای وارد شده به کمپرسور (چرب نمودن هوا) باعث می گردد همواره فیلم نازکی از روغن بین قطعات وجود داشته باشد تا عملیات روانکاری داخلی بین رتور و بدنه انجام شود و با نصب فیلترها و Mesh های مناسب در قسمت خروجی کمپرسور روغن همراه هوای خروجی مجدداً جدا شده و به مخزن اصلی روغن برگردد که البته امکان خارج شدن مقدار جزئی روغن همراه هوا وجود دارد و در صورتی که از لحاظ عملیاتی روغن روی دستگاه های مصرف کننده بخصوص تجهیزات ابزار دقیق اثر سوئی نداشته باشد نسبت به کمپرسورهای بدون روغن دارای طول عمر و کارایی بالاتری خواهد بود که البته از لحاظ هزینه های اولیه و نیاز به سیستم های تزریق و جدا کردن روغن نیز هزینه های ان نسبت به کمپرسورهای قبلی بالاتر است.

### معایب کمپرسورهای نوع پیچی Screw Compressors

۱- به دلیل کم بودن لقی های داخلی در این نوع کمپرسورها از بال برینگ استفاده می شود که به دلیل محدودیت طول عمر آنها یکی از نقاط ضعف بسیار مهم این نوع کمپرسورها به شمار می رود زیرا اولاً با خراب شدن بال برینگ ها (خورده شدن ساچمه ها و نهایتاً زیاد شدن کلرنس های داخلی) امکان درگیری قطعات و ایجاد سایش که باعث افزایش کلرنس ها می شود وجود دارد و ثانیاً امکان تعویض بال برینگ حتی در صورت سالم بودن دیگر قطعات وجود ندارد.

۲- به دلیل جابجائی مثبت بودن این نوع کمپرسورها امکان تغییر فلو و کاردهی در شرایط متغیر (مثل کمپرسورهای گریز از مرکز که بابازوبسته کردن ولو ورودی Battery Fly Valve امکان تغییر فلو انجام می شود) وجود ندارد زیرا در صورت نیمه باز بودن ولو ورودی فشار در قسمت ورودی کمپرسور کاهش پیدامی کند و باعث افزایش اختلاف فشار بین ورودی و خروجی کمپرسور می شود که می تواند باعث Over Load شدن کمپرسور شود (به عبارت دیگر با کم شدن ظرفیت کمپرسور بجای کاهش توان مصرفی باعث افزایش توان مصرفی یا بیشتر امپر کشیدن الکتروموتور می شود) و همچنین افزایش درجه حرارت گاز داخل کمپرسور می شود که باتوجه به کلرنس های داخلی پایین باعث ایجاد مسائل و خسارت های بعدی می شود

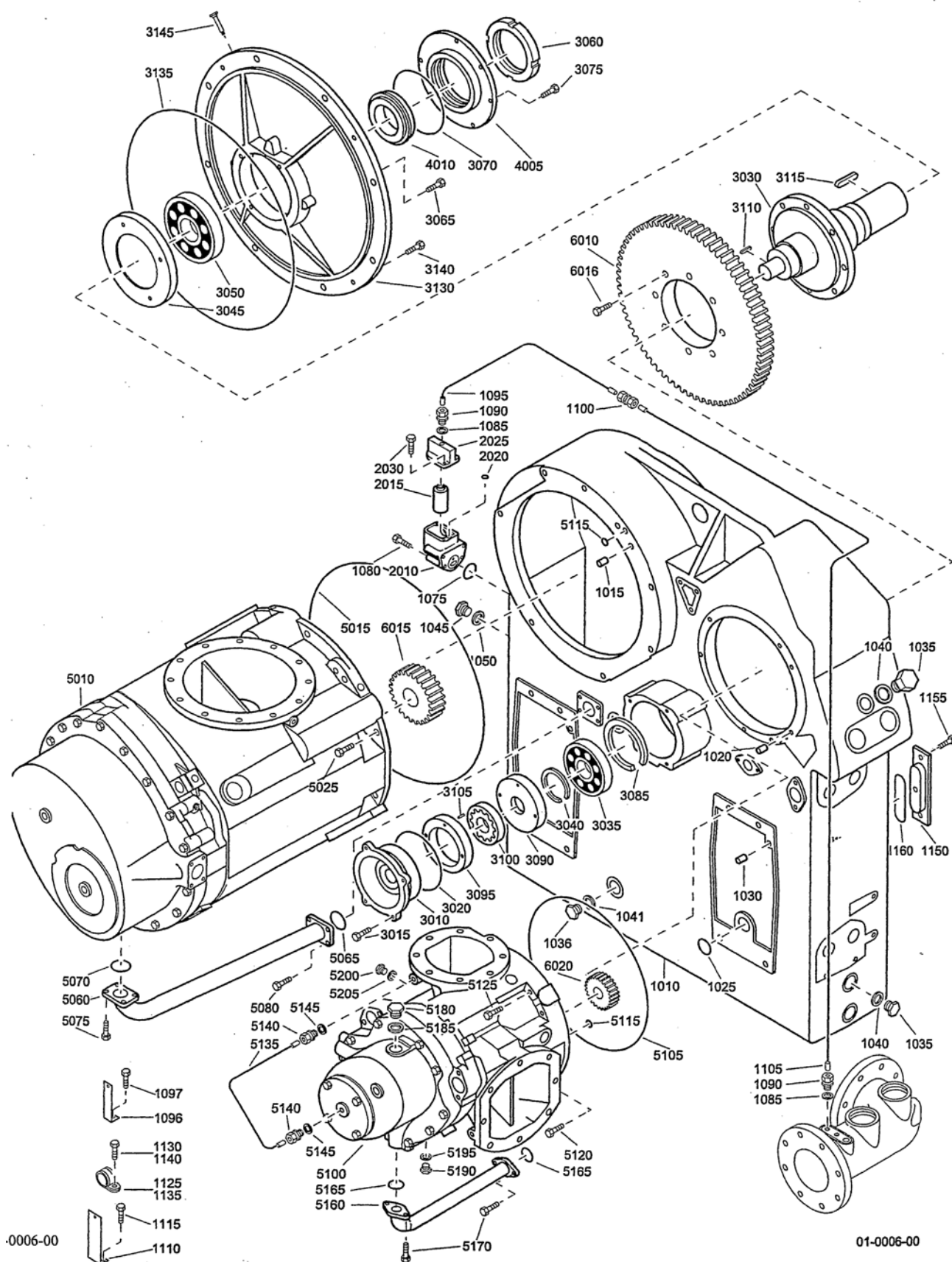
۳- امکان تغییر ظرفیت برای این نوع کمپرسورها وجود ندارد به عبارت دیگر این کمپرسورها با بصورت ظرفیت کامل (صد در صد بار) یا بصورت بدون بار قادر به کار هستند که باعث می گردد در مراکز صنعتی که مصرف هوا در واحدهای عملیاتی متغیر است کاردهی خوبی نداشته باشند و در حین کار باید مقدار زیادی هوا بطرف اتمسفر Vent شود (با نصب سیستم Anti Surge یا کمپرسور در حین کار بصورت On-Off کار می کند و چون بار کمپرسور در زمان کم و بصورت ناگهانی تغییر می کند می تواند باعث نوسانات امپر و ایجاد خسارت های احتمال روی شبکه های انتقال قدرت و ..... شود.

### ساختمان کمپرسورهای نوع پیچی

این نوع کمپرسورها از لحاظ ساختمانی بصورت یک مرحله ای یا چند مرحله ای طراحی ساخته و مورد استفاده قرار می گیرند. ولی در بیشتر موارد بخصوص کارخانه اطلس کوپکو که از تولید کنندگان مهم این نوع کمپرسورها است این کمپرسورها بصورت دو مرحله ای که شامل یک المنت فشار پایین LP و یک المنت فشار بالا HP است می سازد که در هر کدام از این مراحل دو عدد رتور نوع پیچی Screw نر Male و ماده Female که دو طرف آنها روی بال برینگ و رولر برینگ ها قرار می گیرند ساخته شده اند. در کمپرسورهای ساخت کارخانه اطلس کوپکو رتور نر Male Rotor دارای چهار لوب Lobe و رتور ماده Female دارای شش عدد لوب است بنابراین دور رتور نر حدود یک و نیم برابر دور رتور ماده است.

انتقال قدرت از الکتروموتور به المان های فشار پایین و فشار بالای این کمپرسورها از طریق کوپلینگ و حرکت دادن محور رابط بین کمپرسور و الکتروموتور است که با استفاده از چرخ دنده تقریباً بزرگی که روی آن نصب و با چرخ دنده محرک Driven Gear مراحل فشار بالا و پایین درگیر است علاوه بر انتقال قدرت باعث افزایش دور مراحل دوگانه کمپرسور نیز می گردد

در طرفین رتورها از دو نوع سیل برای آب بندی استفاده می شود یکی سیل هائی برای آب بندی هوا Air Seal که در طرفین رتور نصب می شوند و دیگری سیل های نوع روغنی که در قسمت نزدیک یا تا قنایه قرار دارند و از خارج شدن روغن ممانعت می کنند. هوای خارج شده از سیل های هوائی به توسط یک مسیر تعبیه شده بطرف اتمسفر Vent می شود. همچنین روغن های نشت شده نیز با هوا مخلوط و از این مسیر بطرف اتمسفر Vent می شوند تا وارد سیلندر کمپرسور نشوند.



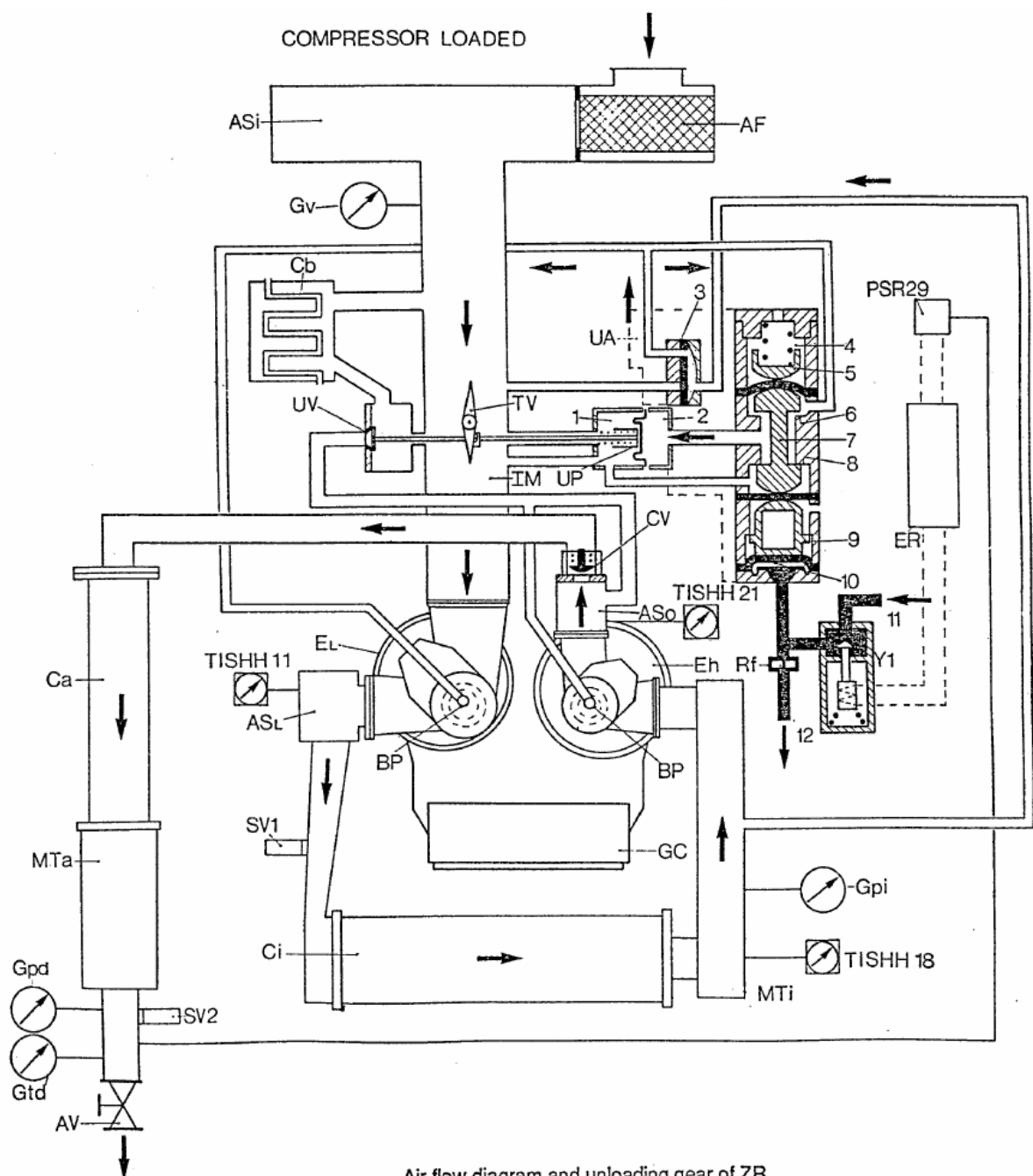
0006-00

01-0006-00

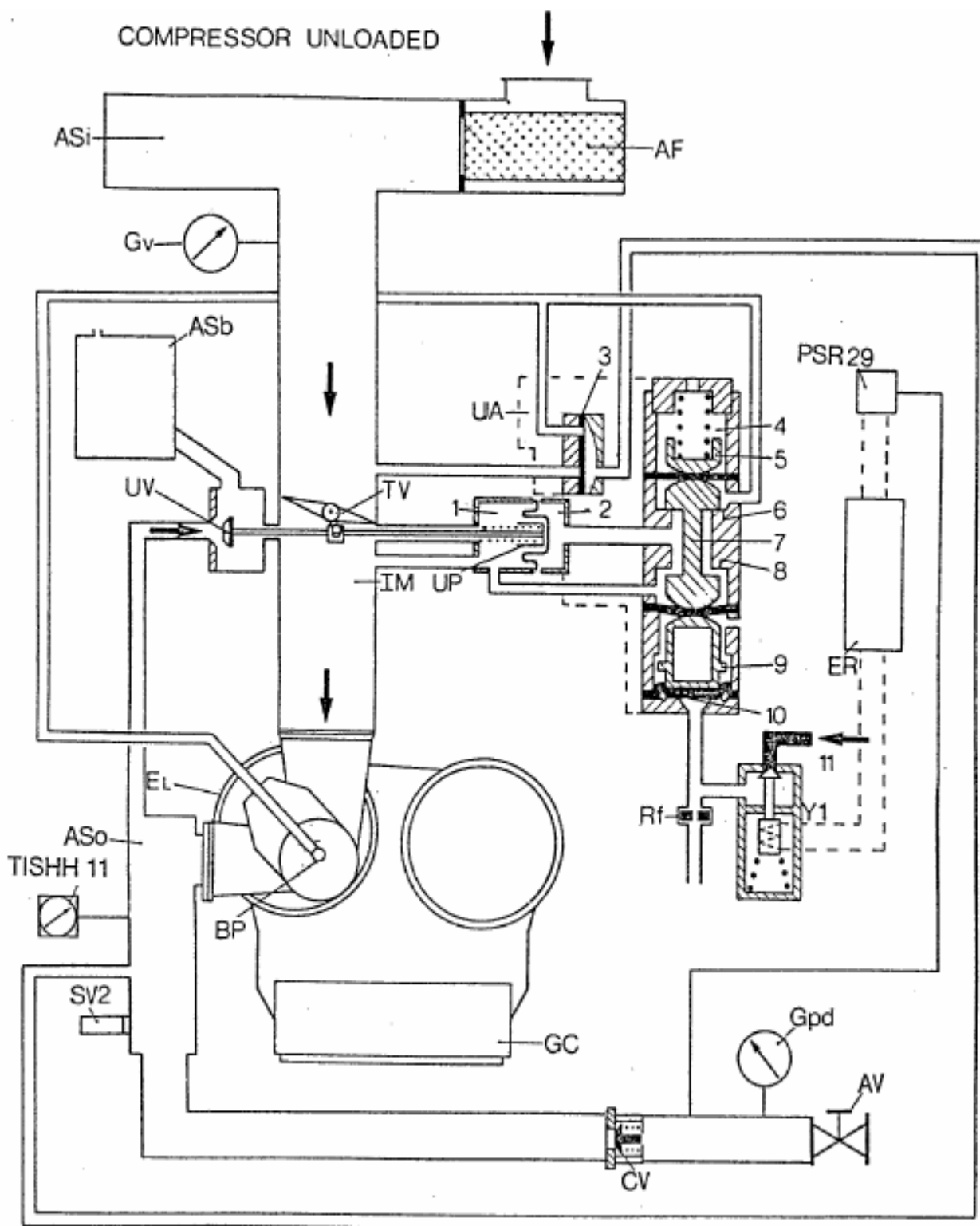
### فلودیاگرام جریان هوا در کمپرسورهای پیچی

هوا از طریق فیلتر ورودی Air Filter وارد کمپرسور می شود و پس از عبور از صداخفه کن Intake Silencer و تروتل ولو ورودی که از نوع Battery Fly Valve است وارد مرحله فشار پایین کمپرسور می شود و پس از متراکم شدن از صداخفه کن بین مرحله ای عبور می کند و وارد کولر داخلی Intercooler می شود و پس از خنک شدن وارد مرحله دوم HP کمپرسور می شود و پس از تراکم مجدد و عبور از صداخفه کن خروجی مرحله دوم Outlet Silencer و عبور از شیریک طرفه Check Valve وارد کولر انتهای Aftercooler می شود و از کمپرسور خارج می شود.

در شکل زیر شماتی از فلودیاگرام یک کمپرسور دو مرحله ای که در حالت بار است نشان داده شده است.



در شکل زیر نیز شماتی از یک کمپرسور یک مرحله ای Single Stage همراه با قطعات آن در حالت بدون بار نشان داده شده است.



Air flow diagram and unloading gear of ZA

لیست قطعات کمپرسور فوق شامل قطعات زیراست:

|             |                                       |             |                                                           |
|-------------|---------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------|
| AF.         | Air filter                            | TISHH11. 2) | Compressor element outlet temperature indicator/shut-down |
| ASb. 2)     | Blow-off silencer                     | TISHH11. 1) | LP element outlet temperature indicator/shut-down switch  |
| ASi.        | Air intake silencer                   |             |                                                           |
| ASl. 1)     | Air outlet silencer, LP element       | TISHH18. 1) | HP element inlet temperature indicator/shut-down switch   |
| ASo.        | Air outlet silencer                   |             |                                                           |
| AV. 3)      | Air outlet valve                      | TISHH21. 1) | HP element outlet temperature indicator/shut-down switch  |
| BP.         | Balancing piston                      |             |                                                           |
| Ca. 1)      | Aftercooler                           | TV.         | Air inlet throttle valve                                  |
| Cb. 1)      | Bleed-off cooler                      | UA.         | Unloader cylinder                                         |
| Ci. 1)      | Intercooler                           | UP.         | Unloader piston                                           |
| CV.         | Check valve                           | UV.         | Unloading valve                                           |
| Eh. 1)      | HP compressor element                 | Y1.         | Loading solenoid valve                                    |
| El.         | Compressor element (LP element on ZR) | 1.          | Chamber, piston spring side                               |
| ER.         | Electric regulator                    | 2.          | Chamber, piston pressure side                             |
| GC.         | Gear casing                           | 3.          | Diaphragm-type switching valve                            |
| Gpd.        | Working pressure gauge                | 4.          | Chamber, atmospheric pressure                             |
| Gpi. 1)     | Intercooler pressure gauge            | 5.          | Unloader plunger                                          |
| Gtd. 1)     | Air outlet temperature gauge          | 6.          | Air pressure port                                         |
| Gv.         | Air filter vacuum gauge               | 7.          | Shuttle valve                                             |
| IM.         | Air inlet throttle casing             | 8.          | Vacuum port                                               |
| MTa. 1)     | Moisture trap, aftercooler            | 9.          | Starting plunger                                          |
| MTi. 1)     | Moisture trap, intercooler            | 10.         | Chamber, oil from lubricating circuit                     |
| PSR29.      | Air pressure switch                   | 11.         | From oil circuit                                          |
| Rf.         | Oil flow restrictor                   | 12.         | To oil sump                                               |
| SV1. 1)     | Intercooler relief valve(s)           |             |                                                           |
| SV2.        | Safety valve(s) (HP on ZR)            |             |                                                           |
| TISHH11. 2) | Compressor element outlet temperature |             |                                                           |

موقعی که کمپرسور تحت بار Loaded Operation کار می کند تروتل ولو TV کامل باز است و Unloading Valve در حالت بسته است و کمپرسور کار فشرده سازی گاز را انجام می دهد ولی در دو حالت کمپرسور بصورت بدون بار یا Unload کار می کند:

۱- بدون بار کردن دستی در حین راه اندازی یا از سرویس خارج کردن کمپرسور

۲- برای جلوگیری از ایجاد سرچ در حین کار کمپرسور که با بالا رفتن فشار خروجی که مبین کاهش مصرف است بطور اتوماتیک بدون بار می شود.

نحوه عملکرد Unloading Valve از طریق سلونوئید ولو که شامل یک شیر بامحرک برقی است و با استفاده از Unloader Piston باعث تحریک تروتل ولو می شود. وقتی فشار داخل کمپرسور به فشار از قبل تنظیم شده Set می رسد با عمل نمودن سیستم Unloader (که در بخش های بعدی بطور مفصل راجع به آن بحث خواهد شد) هوا از قسمت خروجی مرحله دوم کمپرسور از طریق کولرهای Bleed-Off Cooler و Unloading Valve و تروتل ولو مجدداً به ورودی کمپرسور برگشت داده می شود که این عمل باعث می شود در یک لحظه شیریک طرفه Check Valve (مسیر خروجی) بسته شود و جریان خروجی هوا از کمپرسور قطع شود. و نهایتاً نسبت تراکم ثابت باقی می ماند و افزایش فشار بیشتر در داخل کمپرسور که به دلیل کاهش مصرف هوا ایجاد می شود ممانعت می گردد لازم به توضیح است که در موقعیتی هم که تروتل ولو کامل بسته است (در حالت بدون بار) مسیر Circulation بطور کامل اب بندی نیست و امکان ورود مقدار جزئی هوا فراهم است و در صورتی که در این حالت تروتل ولو کمتر از حد مجاز باشد باعث بالا رفتن تدریجی درجه حرارت گاز داخل کمپرسور و تریپ کردن آن می شود که برای جلوگیری از آن باید مقدار باز بودن دریچه افزایش داده شود تا حدی که امکان خنک شدن گاز در کولرهای مسیر کنار گذر به Bleed-Off Cooler اندازه کافی وجود داشته باشد. (برای بار گذاشتن یا بار برداشتن دستی کمپرسور سلونوئید ولو توسط کلید مربوطه Selector Switch تحریک می شود).

عملکرد Bleed-Off Cooler فقط در مواقعی است که کمپرسور در حالت بدون بار کار می کند و وظیفه آن خنک نمودن هوای است که در داخل کمپرسور بصورت Circulation جریان دارد و همانطور که قبلاً نیز اشاره شد در صورتی که میزان باز بودن دریچه تروتل ولو از حد مجاز بیشتر باشد قدرت خنک کنندگی بیشتر هوا را ندارد و باعث می شود که کمپرسور نتواند در زمان بی باری کار کند و نهایتاً تریپ نماید که با کاهش جریان ورودی هوا به کمپرسور و تنظیم آن در حد مطلوب می توان کمپرسور را تا مدت زیادی در حالت بدون بار در سرویس داشت.

برای متعادل کردن نیروهای محوری اعمال شده روی رتور که باعث حرکت رتور از طرف فشار بالا به طرف فشار پایین می شود از مکانیزمی به نام بالانس پیستون Balance Piston که پشت رتور Male Rotor پشت تراست برینگ هر کدام از مراحل کمپرسور نصب می شوند و با اعمال نمودن فشار خروجی همان مرحله به قسمت پشت بالانس پیستون باعث اعمال نیرو در جهت مخالف به رتور و نهایتاً کاهش دادن بار محوری روی رتور در حالت Load کمپرسور می شود استفاده می شود.

در شکل زیر شمائی از بالانس پیستون ونحوه اصول کار نشان داده شده است . همانطور که مشاهده می شود. یک طرف بالانس پیستون در معرض فشار ورودی کمپرسور LP-HP قرار دارد و طرف مقابل آن با استفاده از لوله به محفظه ای با فشار بالا (فشار خروجی مرحله اول یا دوم) متصل می شود و طرف بالانس پیستون نیز باتوجه به کم بودن لقی طول سطح آن نسبت به هم اب بندی می شود و باعث می شود در حین کار نیروئی در جهت مخالف نیروی رتور (ناشی از اختلاف فشار و طرف رتور که یک طرف آن در معرض فشار ورودی و طرف دیگر آن در معرض فشار خروجی است) روی بالانس پیستون و نهایتا رتور اعمال کند و باعث خنثی نمودن نیروهای محوری و کاهش بار روی یاتاقان های تراست و باعث افزایش طول عمر آنها گردد.

در موقعیتی که کمپرسور تحت بار کاری کند فشار پشت بالانس پیستون مرحله فشار پایین LP از فشار Intercooler و فشار بالانس پیستون مرحله HP از فشار خروجی مرحله دوم کمپرسور تامین می شود. ولی در موقعیت بدون بار Unload فشار پشت بالانس پیستون هر دو مرحله مساوی و برابر فشار ورودی کمپرسور می شود (در این شرایط گاز بدون فشرده شدن در داخل کمپرسور می چرخد).

لازم به توضیح است که در قسمت انتهائی رتور که بالانس پیستون روی آن نصب می شود برای جلوگیری از نفوذ هوا به محفظه یاتاقان ها و مخلوط شدن آن با روغن و..... یک عدد دیافراگم پلاستیکی تعبیه شده است که فشار هوا روی این دیافراگم وارد و روی بالانس پیستون منتقل می شود.

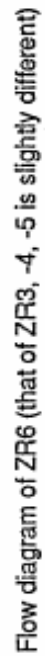
همچنین سیستم جریان هوای ورودی این کمپرسور ها مجهز به یک سیستم نشان دهنده افت فشار در فیلتر ورودی همراه با یک عدد شیر اطمینان Safety Valve و سوئیچ های نشان دهنده Indicator و از سرویس خارج کننده Shut Down است که از بالا رفتن درجه حرارت هوا در قسمت های مختلف کمپرسور فرمان می گیرد و باعث قطع جریان برق می شود . همچنین فشار سنج هایی در موقعیت های مختلف تعبیه شده و فشارهای قسمت های مختلف را اندازه گیری و نشان می دهد.

### سیستم روغنکاری Oil System

این سیستم برای روغنکاری یاتاقان ها و چرخ دنده های محرک داخلی مراحل کمپرسور Timing Gear و چرخ دنده انتقال قدرت محور رابط بین کمپرسور و الکترو موتور Drive Gear مورد استفاده قرار می گیرد و شامل یک پمپ چرخ دنده ای Gear Pump یک کولر روغن فیلترهای روغن و..... است.

روغن توسط پمپ چرخ دنده ای که در قسمت جلوئی بدنه کمپرسور Gear Casing نصب شده است و نیروی محرکه آن از محور گرداننده Drive Shaft تامین می شود از مخزن روغن Gear Casing کشیده می شود و پس از عبور از کولر و فیلترهای روغن توسط سیستم لوله کشی وارد قسمت یاتاقان ها و چرخ دنده ها می شود و پس از روغنکاری مجدداً به مخزن روغن برمی گردد. در صورتی که به هر دلیل فشار خروجی پمپ از حد مجاز تعیین شده افزایش پیدا کند شیر اطمینان و مسیر کنار گذر Bypass Valve تعبیه شده روی بدنه پمپ مقداری از روغن پمپ شده را مجدداً به مخزن Sump برمی گرداند و همچنین وقتی افت فشار داخل فیلتر روغن از حد مجاز افزایش پیدا کند (مسدود شدن فیلتر) و لو مسیر کنار گذر روی فیلتر بازمی شود و روغن بدون

RICAL



از روغن تحت فشار سیستم روغنکاری علاوه بر روانکاری برای بار گذاشتن Loading روی کمپرسور در هنگامی که فرمان لازم از طریق رگولاتور برقی روی سلونوئید ولو ارسال می شود نیز استفاده می شود تا باعث تحریک مکانیزم Unloader گردد. همچنین یک عدد اریفیس در این مسیر (مسیر سلونوئید ولو) نصب می شود تا زمانی که ولو فعال می شود موقعیت جلوی تخلیه زیاده روغن که باعث افت فشار روغن می شود گرفته شود.

در این سیستم روغنکاری یک عدد فشارسنج روغن و سوئیچ های حفاظتی دیگری از قبیل Low Oil Pressure و High Oil Temperature Shut Down/ Alarm همراه گیج نشان دهنده دمای روغن نیز نصب شده است.

### سیستم خنک کاری Cooling Water System

کلیه قسمت های این کمپرسورها توسط آب گردش Cooling Water خنک کاری می شوند در کمپرسور های اطلس کوپکواب ورودی به کمپرسور به سه شاخه تقسیم می شود:

۱- یک شاخه برای محفظه های اطراف Jacket Cooling سیلندرها و مراحل فشار پایین و فشار بالای و کولر روغن در نظر گرفته شده است.

۲- یک شاخه برای کولرین مرحله ای و Bleed-Off Cooler ها است.

۳- شاخه دیگر برای کولر خارجی و برای خنک نمودن گاز خارج شده از مرحله دوم HP در نظر گرفته شده است. روی هر کدام از این مسیرها دماسنج هایی نصب شده و هر کدام توسط ولو جداگانه ای از مسیرهای دیگر جدا می شوند و با کم و زیاد نمودن مقدار آب ورودی به این مسیرها می توان درجه حرارت قسمت های مختلف را تا حد مطلوب تنظیم نمود.

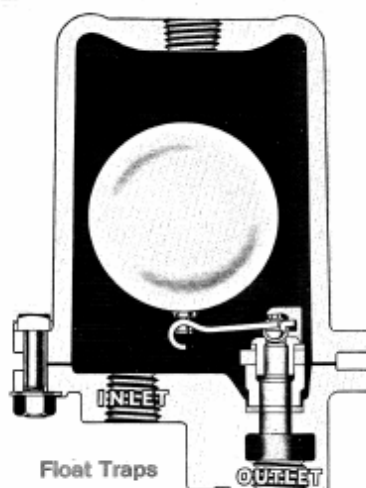
Jacket Cooling های سیلندرها و هر مرحله از این کمپرسورها شامل دو قسمت مجزا است که قسمت پایینی آن قابل تخلیه است و توسط ولوی که روی آن نصب می شود در هنگامی که احتمال یخ زدگی وجود دارد آب کلیه قسمت ها تخلیه می شود.

آب مورد استفاده برای خنک کاری باید عاری از رسوبات و ناخالصی باشد و سختی آن از نظر میزان املاح کلسیم باید کمتر از 120mg/l باشد تا از تشکیل رسوبات ممانعت شود.

### سیستم تخلیه مایعات Condensate Drain

برای ممانعت از ورود مایعات کندانس شده همراه هوا در اثر افزایش فشار و سرد شدن هوا به داخل مراحل کمپرسور کولرین مرحله ای و After Cooler ها به تراسپ های تخلیه مایع Moisture Trap مجهز می شوند که هر تراسپ به قسمت زیرین Drain Receiver متصل می شود و توسط یک Float Valve بطور اتوماتیک در حین کار کمپرسور یا بصورت دستی در مواقع از سرویس خارج بودن کمپرسور و یا قبل از راه اندازی کمپرسور مایعات تخلیه می شوند.

در شکل زیر شمائی از یک تراسپ نوع تویی شناور که با بالا آمدن سطح آب در آن مسیر تخلیه را بازمی کند نشان داده شده است.



### مکانیزم بار گذاری کمپرسور Loaded Operation

مکانیزم بار گذاری و بار برداشتن از کمپرسورهای نوع پیچی با استفاده از مکانیزم و سیستم Unloader و توسط فشار روغن روانکاری که با استفاده از یک عدد سلونوئید ولو که فرمان آن از فشار خروجی کمپرسور (یا از سوئیچ انتخاب کننده Selector Switch که برای بار گذاری و بار برداری دستی از آن استفاده می شود) گرفته می شود عمل می کند و باعث می شود فشار هوای خروجی کمپرسور توسط یک لوله باریک روی Unloader Piston انتقال پیدا کند و میله متصل به آن باعث باز شدن تروتل ولو ورودی و بسته شدن Unloader Valve گردد. این قسمت از سه سیستم زیر تشکیل شده است :

سیستم دستی تغییر بار (فلو) که بصورت On-Off در حین با گذاشتن یا بار برداشتن از روی کمپرسور به توسط Selector Switch عمل می کند.

قسمت نیوماتیکی که با فشار هوای خروجی از کمپرسور در تماس است و توسط یک سوئیچ فشاری Air Pressure Switch که در قسمت خروجی کمپرسور نصب شده است فشار خروجی را اندازه گیری می کند و در صورتی که از میزان تنظیم شده قبلی بیشتر باشد کمپرسور باید بی بار شود قسمت الکتریکی آن با رگولاتور در تماس است و فرمان های رسیده از مکانیزم های فوق روی آن اعمال می شود.

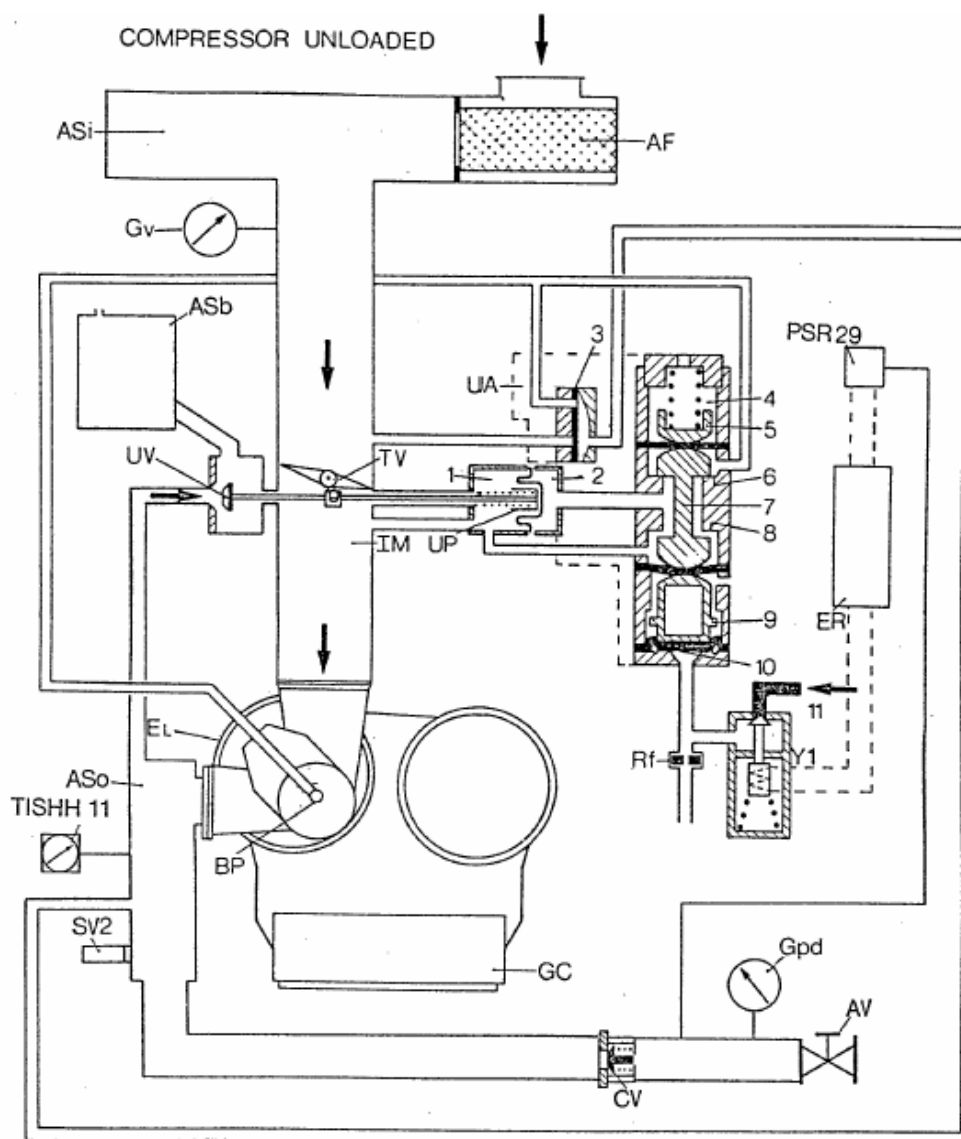
سیستم فوق مقدار جریان هوای خروجی از کمپرسور را متناسب با مصرف هوادر یک محدوده فشار تنظیم می کند و فشارهای مربوط به Load & Unload که فرمان لازم را روی سوئیچ فشاری هوا اعمال می کند و باعث بسته شدن یا باز شدن ولو ورودی Inlet Valve می شود قبلاً روی Setting مناسب تنظیم می شود و وقتی که فشار خروجی کمپرسور از حد تنظیم شده افزایش پیدا کند باعث بستن ولو ورودی هوا و قطع جریان خروجی از کمپرسور Unloading و یا برعکس می گردد

### مکانیزم بی بار کردن Unloaded Operation

وقتی میزان هوای مصرفی کمتر از هوای تولید شده در داخل کمپرسور شود باعث افزایش فشار خروجی می گردد و وقتی مقدار این افزایش فشار به Unloading Pressure که از قبل تنظیم شده برسد باعث قطع تماس

کنتاکت های سوئیچ فشاری هوا Air Pressure Switch و De-energized شدن سلونوئید ولو Y1 و قطع جریان روغن به محفظه شماره ۱۰ و تخلیه روغن از این محفظه می شود و باعث پایین آمدن پلانجر شماره ۹ و Shuttle Valve شماره ۷ در اثر نیروی فنر شماره ۴ می شود که باعث بسته شدن مسیر ۶ و باز شدن کانال شماره ۸ می شود که این خود باعث تخلیه فشار محفظه شماره ۲ می شود (فشاران مساوی فشار جومی شود) و باعث می شود فنر پشت Unloader Piston تروتل ولو مسیر هوا را ببندد (بطور کامل مسیر بسته نمی شود) و از طرف دیگر Unloading Valve را باز کند که باز شدن Unloading Valve باعث می شود هوای خروجی از مرحله دوم کمپرسور وارد کولرهای Bleed-Off Cooler ها شود و پس از خنک شدن از قسمت بالای تروتل ولو مجدداً وارد دورودی مرحله اول شود و با افتادن فشار خروجی کمپرسور Check Valve بسته می شود و از افزایش فشار خروجی کمپرسور از حد مجاز جلوگیری می شود.

در شکل زیر شمائی از فلودیاگرام یک کمپرسور که در حالت Unload قرار دارد نشان داده شده است.



Air flow diagram and unloading gear of ZA

بایسته شدن تروتل ولو فشارمحفظه های ۱ و ۲ Unloader Piston و همچنین کولر بین مرحله ای کاهش پیدا می کند و باعث می شود Switching Valve شماره ۳ (که یک دیافراگم سوئیچ است) عمل نماید و فشار پشت بالانس پیستون مرحله یک کمپر سور با فشار ورودی کمپر سور یکی شود. این حالت تا زمانی که فشار خروجی کمپر سور از فشار Loading Pressure از قبل تنظیم شده کاهش پیدا کرده است ادامه پیدا می کند. البته این حالت در حالت کار کمپر سور اتفاق می افتد ولی در هر زمان نیز می توان کمپر سور را بصورت دستی و با استفاده از Toggle Switch نصب شده روی پانل کمپر سور Unload کرد.

در این حالت ولو ورودی هوا به کمپر سور بسته شود و باعث قطع جریان کمپر سور یا به عبارت دیگر Unload شدن (صفر در صد فلو) کمپر سور گردد. وقتی فشار خروجی کمپر سور از مقدار Loading Pressure تنظیم شده کمتر شود مجدداً باعث اتصال کنتاکت های سوئیچ فشاری هوا و تحریک شدن Energized مجدد سلونوئید ولو و باز شدن مسیر ورودی روغن بطرف محفظه 10 و حرکت دادن Plunger و Shuttle Valve بطرف بالا و در خلاف نیروی فنری پلانجر بالائی Plunger 5 و بسته شدن سوراخ شماره 8 و باز شدن سوراخ شماره 6 می شود. Switching Valve همچنین اجازه می دهد که مقداری هوای فشرده از بعد از Inter Cooler به طرف پشت بالانس پیستون قسمت LP و همچنین محفظه شماره 2 مربوط به Unloader Piston از طریق سوراخ شماره 6 منتقل شود. در این موقعیت مسیر طرف فشاراتمسفر Switching Valve بسته است (محفظه شماره 1 Unloader Piston در معرض فشاراتمسفر است). اختلاف فشار بین محفظه های شماره 1 و 2 تروتل ولو TV را در حالت باز و Unloader Valve را در حالت بسته نگه می دارد و باعث بالا رفتن فشار خروجی کمپر سور و باز شدن شیر یکطرفه Check Valve کمپر سور می شود. با باز شدن تروتل ولو و بسته شدن Unloading Valve و افزایش ظرفیت کمپر سور (صفر در صد بار) می شود

### سیستم های کنترلی و نشان دهنده Control & Fault Indicator

این سیستم ها در مواقعی که یکی از مشکلات زیر روی کمپر سور بوجود می آید و از عمل می شوند و باعث الارم یا از سرویس خارج شدن کمپر سور می شوند که در این موقعیت چراغ اخطار مربوط به آن نیز روشن می شود:

- ۱- پایین آمدن فشار روغن روانکاری.

- ۲- بالا رفتن درجه حرارت روغن روانکاری.

- ۳- Over Load شدن الکتروموتور.

- ۴- بالا رفتن درجه حرارت هوای خروجی از مرحله اول LP.

- ۵- بالا رفتن درجه حرارت هوای خروجی از مرحله دوم HP.

- ۶- بالا رفتن درجه حرارت سیم پیچ های فازهای سه گانه الکتروموتور

### مراحل بار گذاری Compression Starting

- ۱- باز کردن ولو خروجی هوا.

- ۲- قرار دادن Toggle Switch در حالت نرمال Load و چک کردن موارد زیر:

الف-تنظیم کردن اب خنک کننده به اطراف کمپرسور و کولرها (ولوها باید طوری تنظیم شوند که اختلاف درجه حرارت ورودی و خروجی مسیرها در حد توصیه شده قرار گیرد).

ب-تنظیم کردن مقدار اب خنک کننده Aftercooler تا درجه حرارت هوای خروجی از کمپرسور به حد مطلوب برسد.

### **برنامه های زمان بندی تعمیرات پیشگیرانه کمپرسورهای پیچی**

این چک ها شامل:

۱- چک های روتین روزانه (هشت ساعته)

۲- چک های روتین هفتگی (۵۰ ساعته)

۳- چک های روتین شش ماهه (۴۰۰ ساعته)

۴- چک های روتین سالیانه (۸۰۰ ساعته)

### **چک های روتین روزانه (هشت ساعته)**

۱- چک کردن سطح روغن.

۲- یادداشت نمودن اعداد خوانده شده Log Sheet. از روی گیج های اندازه گیر

۳- چک کردن دمای اب کولینگ خروجی قسمت های مختلف.

۴- چک کردن فشارهای Load & Unloading Pressure.

۵- چک کردن عملکرد اندازه گیر زمان کارکرد Running Time و Loading Time.

۶- اطمینان از عملکرد تراپ های کولرها و خالی شدن مایعات (درحین کار کمپرسور).

۷- تخلیه مداوم کولرها زمانی که کمپرسور در سرویس نیست.

### **چک های روتین هفتگی (۵۰ ساعته)**

۱- تمیز کردن کمپرسور و اطراف آن.

۲- تخلیه اب های کندانس شده.

۳- چک کردن نشتی های اب و روغن.

۴- بررسی گسکت ها لوله ها و اتصالات از نظر نشتی.

### **چک های روتین شش ماهه (۴۰۰ ساعته)**

۱- بیرون آوردن فیلترهای ورودی هوا و تمیز کردن آنها با جت هوا.

۲- چک کردن افت فشار هواکش Breathing Extension Pipe.

### **چک های روتین سالیانه (۸۰۰ ساعته)**

۱- تعویض روغن.

۲- تعویض فیلترهای روغن.

۳- باز کردن و تمیز نمودن Float Valve های مسیرهای تخلیه Drain Receiver.

۴- تعویض فیلترهای هوا.

- ۵-تعویض دیافراگم های Unloader Piston.
- ۶-دمونتاز و بازرسی قطعات Unloader Cylinder.
- ۷-بیرون آوردن و بازرسی دیافراگم های بالانس پیستون.
- ۸-دمونتاز نمودن و بازرسی چک ولو خروجی.
- ۹-تست کردن Relief Valve و Safety Valve.
- ۱۰-تست کردن عملکرد سوئیچ Shut Down.
- ۱۱-چک کردن کارائی کولر داخلی و خارجی از نظر خنک کنندگی.
- ۱۲-تست هیدرولیکی کولرها.
- ۱۳-اندازه گیری نسبت تراکم مراحل مختلف.
- ۱۴-انجام تست های الکتریکی.
- ۱۵-چک کردن وضعیت Alignment کمپرسور و موتور.
- ۱۶-چک کردن قطعات کوپلینگ Flexible Coupling.

## عیوب متداول کمپرسورهای پیچی و روش های رفع آنها

اگر به هر دلیلی موتور در حین کار متوقف شود ابتدا باید برق اصلی دستگاه قطع شود و تا قبل از شناسایی و رفع عیب دستگاه نباید مجدداً راه اندازی شود. هر مشکلی که روی این کمپرسورها وجود دارد چراغ مربوط به آن روی کنترل پانل روشن می شود و در حین راه اندازی تمامی این چراغ ها باید خاموش باشند و هر کدام از عیوب مکانیکی یا برقی باید توسط متخصصین مربوطه رفع گردد.

## عیوب مکانیکی و روش های رفع آنها

عیوب کلی این نوع کمپرسورها شامل موارد زیر است:

- ۱- مواردی که باعث می شود پس از راه اندازی موتور مجدداً از سرویس خارج شود
  - ۲- مواردی که باعث می شود با قرار دادن Toggle Switch در حالت Load کمپرسور روی حالت بار قرار نگیرد.
  - ۳- مواردی که باعث می شود با قرار دادن Toggle Switch در حالت Load کمپرسور روی حالت بار قرار نگیرد.
  - ۴- مواردی که باعث می شود ظرفیت یا فشار خروجی کمپرسور کم شود
  - ۵- مواردی که باعث می شود کمپرسور Unload نشود
  - ۶- مواردی که باعث می شود الکتر و موتور با تاخیر متوقف شود
  - ۷- مواردی که باعث می شود نتوان فشار Unload را تنظیم نمود
  - ۸- مواردی که باعث می شود فشار روغن کاهش پیدا کند
  - ۹- مواردی که باعث می شود روغن و هوا از مسیر هواکش Breather Pipe خارج شود
  - ۱۰- مواردی که باعث می شود قطرات آب در روغن باشد
  - ۱۱- مواردی که باعث می شود Vacuum Gauge عدد کمی نشان دهد
  - ۱۲- مواردی که باعث می شود دمای گاز داخل کمپرسور افزایش پیدا کند
  - ۱۳- مواردی که باعث می شود دمای گاز داخل کمپرسور افزایش پیدا کند
  - ۱۴- مواردی که باعث می شود هوا وارد سیستم شود
  - ۱۵- مواردی که باعث می شود در حین بار از مسیر تخلیه کولرها آب خارج نشود
  - ۱۶- مواردی که باعث می شود فشار Intercooler کمتر از حد نرمال شود
  - ۱۷- مواردی که باعث می شود فشار Intercooler از حد مجاز بیشتر شود
  - ۱۸- مسائلی که باعث می شود درجه حرارت روغن افزایش پیدا کند
- که ذیلا به شرح هر کدام از آنها پرداخته می شود.

## مواردی که باعث می شود پس از راه اندازی موتور مجدداً از سرویس خارج شود

(اگر چراغ مربوط به فشار روغن روشن باشد موارد زیر باید چک شود).

- ۱- پایین بودن فشار روغن.
- ۲- به قسمت شماره ۸ مراجعه شود.
- ۳- گیر بودن سوئیچ Oil Pressure Shut Down Switch که باید باز تست شود.

۴-تنظیم نبودن رله زمانی Delayed Loading Trip (زودتریپ می دهد) باید طوری تنظیم شود که ۲۰ ثانیه پس از راه اندازی تریپ دهد.

**مواردی که باعث می شود با قرار دادن Toggle Switch در حالت Load کمپرسور روی حالت بار قرار نگیرد.**

(اگر ساعت متر اندازه گیر زمان و سلونوئید ولو تغییر بار عمل نکنند موارد زیر باید چک شود).  
فشار هوای خروجی بیشتر از فشار تنظیم شده Pre-set Loading Pressure است و باعث می شود Air Pressuer Switch باز بماند در این حالت باید کمی صبر کرد تا فشار هوای خروجی کمتر شود تا سوئیچ بکار افتد.

**مواردی که باعث می شود با قرار دادن Toggle Switch در حالت Load کمپرسور روی حالت بار قرار نگیرد.**

(اگر ساعت متر اندازه گیر زمان کاری کند ولی کمپرسور بار نمی گیرد و تروتل ولو ورودی باز نمی شود موارد زیر باید چک شوند)

۱- خراب بودن سلونوئید ولو اعمال بار Loading Selenoid Valve که باید بازو چک شود.

۲- جام بودن مکانیزم تروتل ولو یا خراب بودن Unloader Cylinder.

زمانی که کمپرسور از سرویس خارج است باید لوله ورودی روغن تحت فشار از Unloader Cylinder جدا شود و یک لوله با فشار هوای حدود ۲ Bar به آن متصل شود و برای چند بار جریان هوا قطع و وصل شود در این حالت اگر تروتل ولو عمل کرد باید Unloader Cylinder دمو نتاژ و قطعات آن مورد بازرسی قرار گیرد. ولی اگر با قطع و وصل جریان هوای ۲ بار تروتل ولو عمل نکرد باید در پیوس Unloader Piston برداشته شود و Rolling Diaphragm پیستون مورد بازرسی قرار گیرد و حرکت محوری آن باید بصورت دستی چک شود و در صورت جام بودن باید قطعات باز شوند و قطعات معیوب تعویض شوند.

**مواردی که باعث می شود ظرفیت یا فشار خروجی کمپرسور کم شود**

۱- مصرف هوا در واحد افزایش پیدا کرده است.

۲- سوئیچ Air Pressure Switch زود عمل (باز) می کند.

۳- تروتل ولو بطور کامل باز نمی شود.

۴- Unloading Valve کامل اب بندی نمی کند که در این حالت باید سیلندر و اتصالات و لوله های مرتبط با آن و... از نظر نشتی چک شوند و از ناصاف بودن Seat & Plug ولو Unloading Valve اطمینان حاصل شود.

۵- چک کردن نشتی از Safety Valve و Relief Valve کولر داخلی.

۶- وجود اشکال داخلی در مرحله کمپرسور.

**مواردی که باعث می شود کمپرسور Unload نشود**

(اگر Safety Valve باز شده است موارد زیر باید چک شود)

۱- ممکن است به دلیل تنظیم نبودن سوئیچ تحریک شونده توسط هوا Air Pressure Switch دیر عمل می کند.

۲- احتمال وجود نشتی در لوله ها و اتصالات مسیر ورودی Air Pressure Switch.

۳- گیر افتادن تروتل ولودر موقعیت بار کامل.

۴- خراب بودن چرخ دنده Unloader Gear.

### **مواردی که باعث می شود الکتر و موتور با تاخیر متوقف شود**

تنظیم نبودن رله زمانی Time Relay یا خراب بودن آن.

### **مواردی که باعث می شود نتوان فشار Unload را تنظیم نمود**

۱- (اگر اختلاف فشار تنظیم نمی شود موارد زیر باید چک شود).

۲- نامناسب بودن Air Pressure Switch Out Of Order.

### **مواردی که باعث می شود فشار روغن کاهش پیدا کند**

۱- پایین بودن سطح روغن.

۲- مسدود بودن فیلتر روغن.

۳- باز بودن مسیر کنار گذر روی پمپ روغن.

۴- معیوب بودن پمپ روغن.

### **مواردی که باعث می شود روغن و هوا از مسیر هواکش Breather Pipe خارج شود**

۱- ترک داشتن (پاره بودن) دیافراگم بالانس پیستون.

۲- اشکال در سیستم آب بندها

### **مواردی که باعث می شود قطرات آب در روغن باشد**

۱- سوراخ بودن کولر روغن.

۲- معیوب بودن اورینگ آن.

### **مواردی که باعث می شود Vacuum Gauge عدد کمی نشان دهد**

۱- آب بندی نبودن لوله ها و اتصالات Vacuum Gauge.

۲- نصب نامناسب فیلتر هوا در محل قرار گیری.

۳- پاره بودن فیلتر.

۴- وجود نشتی در قسمت ورودی کمپرسور.

### **مواردی که باعث می شود دمای گاز داخل کمپرسور افزایش پیدا کند**

(اگر سوئیچ افزایش درجه حرارت مرحله LP عمل کرده است موارد زیر باید دنبال شود)

۱- بالا بودن درجه حرارت هوای ورودی به دلیل گرم بودن هوای محیط یا تهویه نامناسب محل نصب کمپرسور.

۲- بالا بودن درجه حرارت هوای ورودی به دلیل کم بودن کارایی Bleed-Off Cooler در حالت بی باری (کمبود فلو ای عبوری از Bleed-Off Cooler در ست عمل نکردن مکانیزم تروتل ولو و افزایش مقدار هوای عبوری از کولر فوق در حالت بدون بار می تواند منجر به گرم شدن و تریپ دادن کمپرسور شود).

۳- کاهش کارائی HP- Element یا LP-Element کمپرسور.

۴-تنظیم نبودن Setting سوئیچ تریپ کمپرسور در اثر بالا رفتن درجه حرارت.

### **مواردی که باعث می شود دمای گاز داخل کمپرسور افزایش پیدا کند**

(اگر سوئیچ افزایش درجه حرارت مرحله HP عمل کرده است موارد زیر باید دنبال شود).

۱- ناکافی بودن مقدار اب خنک کننده ورودی به کمپرسور.

۲- بالا بودن درجه حرارت ورودی اب خنک کننده.

۳- وجود رسوبات در مسیرهای اب و مسدود بودن مسیرهای جریان اب.

۴- Setting نامناسب سوئیچ در درجه حرارت روی مقدار مناسب.

۵- بالا بودن درجه حرارت ورودی به مرحله دوم به دلیل خنک کاری ناقص کولر بین مرحله ای.

۶- بالا بودن اختلاف فشار بین ورودی و خروجی کمپرسور (در حین بار) به دلیل بالا بودن فشار خروجی یا پایین بودن فشار کولر بین مرحله ای به دلیل کم بودن راندمان مرحله اول یا بیش از حد پایین بودن فشار ورودی مرحله اول (گرفتگی فیلتر ورودی).

۷- بالا بودن اختلاف فشار ورودی و خروجی در حالت بدون بار به دلیل عدم اب بندی شیریک طرفه Check Valve یا بالا رفتن افت فشار در Bleed-Off Cooler.

### **مواردی که باعث می شود هوا وارد سیستم شود**

(چون فشار اب خنک کننده کمتر از فشار Intercooler است در این حالت در خروجی اب خنک کننده حباب های اب مشاهده می شود).

عدم اب بندی O-Ring لوله ها و کولرهای داخلی و خارجی که معمولاً بابتی بار کردن کمپرسور در صورتی که کولر بیرونی مشکل داشته باشد اب شیری رنگ (همراه با حباب) می شود ولی در صورتی که حبابی در اب مشاهده نشود ممکن است کولر داخلی نشتی داشته باشد. در این حالت مقدار تخلیه اب کند انیس از تراپ کولر داخلی بیشتر از حد نرمال می شود (در حالت بار).

### **مواردی که باعث می شود در حین بار از مسیر تخلیه کولر ها اب خارج نشود**

۱- مسدود بودن مسیرهای تخلیه.

۲- عدم کارائی Float Valve.

### **مواردی که باعث می شود فشار Intercooler کمتر از حد نرمال شود**

۱- مسدود بودن فیلتر هوای ورودی.

۲- وجود نشتی در Relief Valve کولر داخلی.

۳- نشتی هوا از گسکت بین مراحل LP و HP.

۴- نشتی از اتصالات بین Intercooler و بدنه Unloader Cylinder یا نشتی از قسمت بالانی پیستون یا شکسته شدن ان (در این حالت تروتل ولو بطور کامل باز نمی شود) که گاهی باعث می شود سوئیچ افزایش درجه حرارت در اثر نشت هوای فشرده از Unloading Valve (که باز می ماند) کمپرسور تریپ دهد.

۵- مشکل داخلی در مرحله فشار ضعیف کمپرسور.

### **مواردی که باعث می شود فشار Intercooler از حد مجاز بیشتر شود**

۱- ناکافی بودن مقدار آب کولینگ.

۲- بالا بودن درجه حرارت آب ورودی.

۳- وجود رسوبات و مسدود بودن مسیرهای آب خنک کننده.

۴- معیوب بودن مرحله فشار بالای کمپرسور (کاهش راندمان).

### **مسائلی که باعث می شود درجه حرارت روغن افزایش پیدا کند**

۱- ناکافی بودن مقدار آب ورودی به کولر روغن.

۲- بالا بودن دمای ورودی آب.

۳- Setting غلط سوئیچ مربوطه.

۴- گرفتگی در مسیرهای جریان آب (رسوبات).

## ضمائم

**COMPRESSOR TROUBLE SHOOTING CHART (Continued)**

| TROUBLE                    | PROBABLE CAUSE(S)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | REMEDIES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EXCESSIVE PACKING LEAKAGE  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Worn packing rings.</li> <li>2. Improper lube oil and/or insufficient lube rate (blue rings).</li> <li>3. Dirt in packing.</li> <li>4. Excessive rate of pressure increase.</li> <li>5. Packing rings assembled incorrectly.</li> <li>6. Improper ring side or end gap clearance.</li> <li>7. Plugged packing vent system.</li> <li>8. Scored piston rod.</li> <li>9. Excessive piston rod run-out.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Replace packing rings.</li> <li>2. Use correct lube oil and increase lube rate. Refer to PART III-B.</li> <li>3. Clean piping/gas supply.</li> <li>4. Reduce pressure and increase at more gradual rate.</li> <li>5. Reassemble per instructions given in PART II-A.</li> <li>6. Establish correct clearances. Refer to PART II-A.</li> <li>7. Remove blockage and provide low point drains.</li> <li>8. Replace rod.</li> <li>9. Correct run-out. Reshim cross-head.</li> </ol> |
| PACKING OVER-HEATING       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lubrication failure.</li> <li>2. Improper lube oil and/or insufficient lube rate.</li> <li>3. Insufficient cooling.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Replace lubricator check valve/lubricator pumping unit.</li> <li>2. Use correct lube oil and increase lube rate. Refer to PART III-B.</li> <li>3. Clean coolant passages/install water filter/increase supply pressure. Reduce coolant inlet temperature.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                             |
| EXCESSIVE CARBON ON VALVES | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Excessive lube oil.</li> <li>2. Improper lube oil (too light, high carbon residue).</li> <li>3. Oil carryover from inlet system or previous stage.</li> <li>4. Broken or leaking valves causing high temperature.</li> <li>5. Excessive temperature due to high pressure ratio across cylinders.</li> </ol>                                                                                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adjust lube supply per PART III-B.</li> <li>2. Use lube oil per PART III-B.</li> <li>3. Install oil separators/drain system.</li> <li>4. Repair/replace parts.</li> <li>5. Clean exchangers, valves and correct cause of high pressure.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                               |
| RELIEF VALVE POPPING       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Faulty relief valve.</li> <li>2. Leaking suction valves or rings on next higher stage.</li> <li>3. Obstruction (foreign material, rags), blind or valve closed in discharge line.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Test and reset.</li> <li>2. Repair/replace defective parts.</li> <li>3. Relieve obstruction.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

**COMPRESSOR TROUBLE SHOOTING CHART (Continued)**

| <b>TROUBLE</b>                      | <b>PROBABLE CAUSE(S)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>REMEDIES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>HIGH DISCHARGE TEMPERATURE</b>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Excessive ratio on cylinder due to leaking inlet valves or rings on next higher stage.</li> <li>2. Fouled intercooler/piping.</li> <li>3. Leaking discharge valves or piston rings.</li> <li>4. High inlet temperature.</li> <li>5. Fouled water jackets on cylinder.</li> <li>6. Improper lube oil and/or lube rate.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Repair valves/rings.</li> <li>2. Clean intercooler/piping. Reduce lube rates.</li> <li>3. Repair/replace parts.</li> <li>4. Clean intercooler.</li> <li>5. Clean jackets.</li> <li>6. Use correct lube oil and correct lube rate. Refer to PART III-B.</li> </ol>                                                                                              |
| <b>FRAME KNOCKS</b>                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Loose crosshead pin, pin caps or crosshead shoes.</li> <li>2. Loose/worn main, crank-pin or crosshead bearings.</li> <li>3. Low oil pressure.</li> <li>4. Cold oil.</li> <li>5. Incorrect oil.</li> <li>6. Knock is actually from cylinder end.</li> </ol>                                                                       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tighten/replace loose parts.</li> <li>2. Tighten/replace bearings, check clearance per PART II.</li> <li>3. Increase oil pressure, repair leaks.</li> <li>4. Warm oil before loading unit. Reduce water supply to oil cooler.</li> <li>5. Use proper oil per PART III-A.</li> <li>6. Tighten piston nut, etc. Refer to "TROUBLE-NOISE IN CYLINDER".</li> </ol> |
| <b>CRANKSHAFT OIL SEAL LEAKS</b>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Faulty seal installation.</li> <li>2. Clogged drain hole.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reset seal as described in PART II.</li> <li>2. Clear obstruction.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>PISTON ROD OIL SCRAPER LEAKS</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Worn scraper rings.</li> <li>2. Scrapers incorrectly assembled.</li> <li>3. Worn/scored rod.</li> <li>4. Improper fit of rings to rod/side clearance.</li> </ol>                                                                                                                                                                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Replace rings.</li> <li>2. Assemble per PART II-A.</li> <li>3. Replace rod.</li> <li>4. Replace rings.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                              |

# COMPRESSOR

## TROUBLE SHOOTING CHART

### POSITIVE DISPLACEMENT COMPRESSORS

#### Check List for Compressor Inspection and Observation

|                                           | PROBLEMS                      |                       |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
|-------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|----------------------|------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|--|
|                                           | Failure To Deliver Air or Gas | Insufficient Capacity | Insufficient Pressure | Compressor Running Gear Over Heats | Cylinder Compressor Over Heats | Compressor Knocks | Compressor Vibrates | Excessive Inter-cooler Pressure | Intercooler Pressure Low | Receiver Pressure High | Discharge Gas Temp. High | Cooling H <sub>2</sub> O Discharge T High | Motor Fails To Start | Motor Over Heats | Valves Over Heat | Abnormal Carbonaceous Deposits | Excessive Wear Cylinder, Piston, Rings, Packing | Abnormal Valve Wear & Breakage |  |
| Restricted Suction Line                   |                               | 4                     |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 | 4                        |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Dirty or Defective Air Filter             |                               | 3                     |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 | 3                        |                        |                          |                                           |                      |                  |                  | 3                              | 5                                               | 5                              |  |
| Worn or Broken Valves L. P.               | 2                             | 1                     | 2                     |                                    | 2                              |                   |                     |                                 | 1                        |                        | 1                        | 3                                         | 4                    | 3                | 3                | 4                              |                                                 | 6                              |  |
| Worn or Broken Valves H. P.               |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     | 1                               |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Defective Unloading System L. P.          | 1                             | 2                     | 1                     |                                    | 8                              |                   | 4                   |                                 | 2                        | 1                      | 2                        | 4                                         | 3                    |                  | 4                | 5                              |                                                 | 7                              |  |
| Defective Unloading System M. P.          |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     | 2                               |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Excessive System Leakage                  |                               | 5                     | 3                     |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Speed Incorrect                           |                               | 6                     | 6                     | 3                                  | 3                              |                   | 7                   |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  | 8                              |                                                 |                                |  |
| Worn Piston Rings L. P.                   |                               | 7                     | 4                     |                                    |                                |                   |                     |                                 | 5                        |                        |                          |                                           |                      |                  |                  | 9                              | 6                                               |                                |  |
| Worn Piston Rings H. P.                   |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     | 3                               |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| System Demand Exceeds Compressor Capacity |                               |                       | 5                     |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Inadequate Cooling Water Quantity         |                               |                       |                       |                                    | 4                              |                   |                     |                                 |                          |                        | 4                        | 1                                         |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Excessive Discharge Pressure              |                               |                       |                       | 4                                  | 1                              | 12                | 9                   |                                 |                          | 2                      | 3                        | 5                                         |                      | 2                | 1                | 6                              |                                                 |                                |  |
| Inadequate Cylinder Lubrication           |                               |                       |                       |                                    | 6                              | 10                | 8                   |                                 |                          |                        | 8                        |                                           |                      |                  |                  |                                | 1                                               | 1                              |  |
| Inadequate Running Gear Lubrication       |                               |                       |                       | 1                                  |                                | 1                 |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      | 5                |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Incorrect Electrical Characteristics      |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           | 2                    |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Motor Too Small                           |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           | 5                    | 1                |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Excessive Belt Tension                    |                               |                       |                       | 2                                  |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           | 7                    | 7                |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Voltage Low                               |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           | 6                    | 6                |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Loose Flywheel or Pulley                  |                               |                       |                       |                                    |                                | 7                 | 2                   |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Excessive Bearing Clearance               |                               |                       |                       |                                    |                                | 5                 |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Loose Piston Rod Nut                      |                               |                       |                       |                                    |                                | 4                 |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Loose Motor Rotor or Shaft                |                               |                       |                       |                                    |                                | 9                 | 6                   |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Excessive Crosshead Clearance             |                               |                       |                       |                                    |                                | 3                 |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Insufficient Head Clearance               |                               |                       |                       |                                    |                                | 2                 |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Loose Piston                              |                               |                       |                       |                                    |                                | 6                 |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Running Unloaded Too Long                 |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  | 2*               |                                |                                                 |                                |  |
| Improper Foundation or Grouting           |                               |                       |                       |                                    |                                | 8                 | 5                   |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Wedges Left Under Foundation              |                               |                       |                       |                                    |                                |                   | 10                  |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Misalignment (Duplex Type)                |                               |                       |                       |                                    |                                |                   | 3                   |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Piping Improperly Supported               |                               |                       |                       |                                    |                                |                   | 1                   |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Abnormal Intercooler Pressure             |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        | 7                        | 7                                         |                      | 4                |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Dirty Intercooler                         |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     | 4 <sub>t</sub>                  |                          |                        | 6                        | 6                                         |                      |                  |                  | 11                             |                                                 |                                |  |
| Dirty Cylinder Jackets                    |                               |                       |                       |                                    | 5                              |                   |                     |                                 |                          |                        | 5                        | 2                                         |                      |                  |                  | 10                             |                                                 |                                |  |
| Motor Overload Relay Tripped              |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           | 1                    |                  |                  |                                |                                                 |                                |  |
| Excessive Cylinder Lubrication            |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  | 2                              |                                                 | 8                              |  |
| Incorrect Lubricating Oil                 |                               |                       |                       |                                    | 7                              | 11                |                     |                                 |                          |                        | 9                        |                                           |                      |                  |                  | 1                              | 2                                               | 2                              |  |
| Discharge Gas Temperature Too High        |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  | 7                              |                                                 |                                |  |
| Liquid Carry-over                         |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                | 3                                               | 3                              |  |
| Dirt, Rust Entering Cylinder              |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                | 4                                               | 4                              |  |
| Resonant Pulsation (Inlet or Discharge)   |                               |                       |                       |                                    |                                |                   |                     |                                 |                          |                        |                          |                                           |                      |                  |                  |                                |                                                 | 9                              |  |

\* Inlet Valves

Note: Also refer to Compressor Cylinder Data in Section IV.

**مشخصات عمومی و عملیاتی کمپرسورهای ۶۰۱ واحد های ایزوماکس**

**I. COMPRESSOR TYPE:** 15" STROKE 4HHE-VK-3

**II. CYLINDER DATA AND PERFORMANCE:**

| Service                                        |                  | I (HYDROGEN) |        |       |  |  |  |
|------------------------------------------------|------------------|--------------|--------|-------|--|--|--|
| Stage                                          |                  | 1            | 2      | 3     |  |  |  |
| Cylinder Dia., in.                             |                  | (2) 12-1/2   | 11-1/2 | 7-3/4 |  |  |  |
| Stroke, in.                                    |                  | 15           | 15     | 15    |  |  |  |
| Cylinder Type                                  |                  | DA           | DA     | DA    |  |  |  |
| Material                                       |                  | NI           | SB     | SB    |  |  |  |
| Liner                                          |                  | YES          | YES    | YES   |  |  |  |
| R<br>E<br>G<br>U<br>L<br>A<br>T<br>I<br>O<br>N | Pockets,         | —            | —      | —     |  |  |  |
|                                                | Volumes, cu. in. | 759.5        | 626.5  | 341.5 |  |  |  |
|                                                | and Labels       | —            | —      | —     |  |  |  |
|                                                |                  |              |        |       |  |  |  |

|                                     |  |       |      |       |  |  |  |
|-------------------------------------|--|-------|------|-------|--|--|--|
| Percent of Full Load                |  | 100   |      |       |  |  |  |
| Pockets Open                        |  | —     | —    | —     |  |  |  |
| Unloaders Actuated                  |  | —     | —    | —     |  |  |  |
| Intake Pressure, psig               |  | 196   | 498  | 1239  |  |  |  |
| Intake Temperature, ° F             |  | 110   | 110  | 110   |  |  |  |
| Discharge Pressure, psig            |  | 508   | 1265 | 2869  |  |  |  |
| Discharge Temperature, ° F *        |  | 279   | 279  | 262   |  |  |  |
| Piston Displacement, cfm            |  | 1294  | 542  | 227   |  |  |  |
| Capacity at Inlet, cfm              |  | 1041  | 425  | 175.4 |  |  |  |
| Dry MMSCFD<br>ref. 14.7 psiA & 60°F |  | 19.03 |      |       |  |  |  |

|                           |      |      |      |  |  |  |
|---------------------------|------|------|------|--|--|--|
| BHP per Stage             | 1100 | 1107 | 1042 |  |  |  |
| Total BHP                 | 3249 |      |      |  |  |  |
| RPM                       | 320  |      |      |  |  |  |
| Barometric Pressure, psiA | 12.0 |      |      |  |  |  |

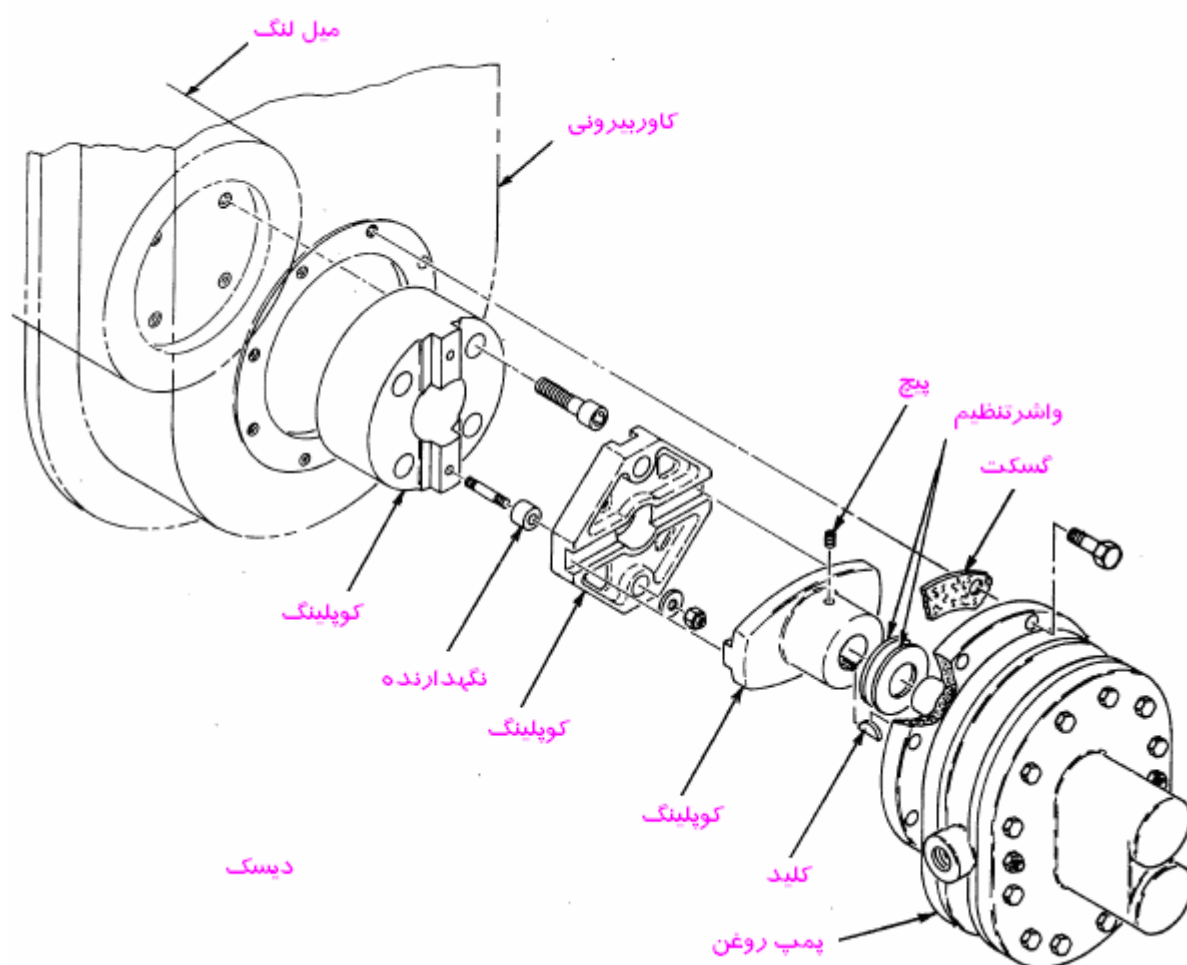
\* Discharge Temperature is estimated as an adiabatic rise.

Key to abbreviations:

CBOH = Clearance Bottle in Outer Head  
 CI = Cast Iron  
 CS = Cast Steel  
 DA = Double Acting  
 FVCP = Fixed Volume Clearance Pocket  
 NI = Nodular Iron

SAFE = Single Acting Frame End  
 SAOE = Single Acting Outer End  
 SB = Steel Billett  
 SF = Steel Forging  
 TR = Tail Rod  
 VVCP = Variable Volume Clearance Pocket

## شماتی از پمپ اصلی روغن ونحوه قرار گرفتن قطعات ان

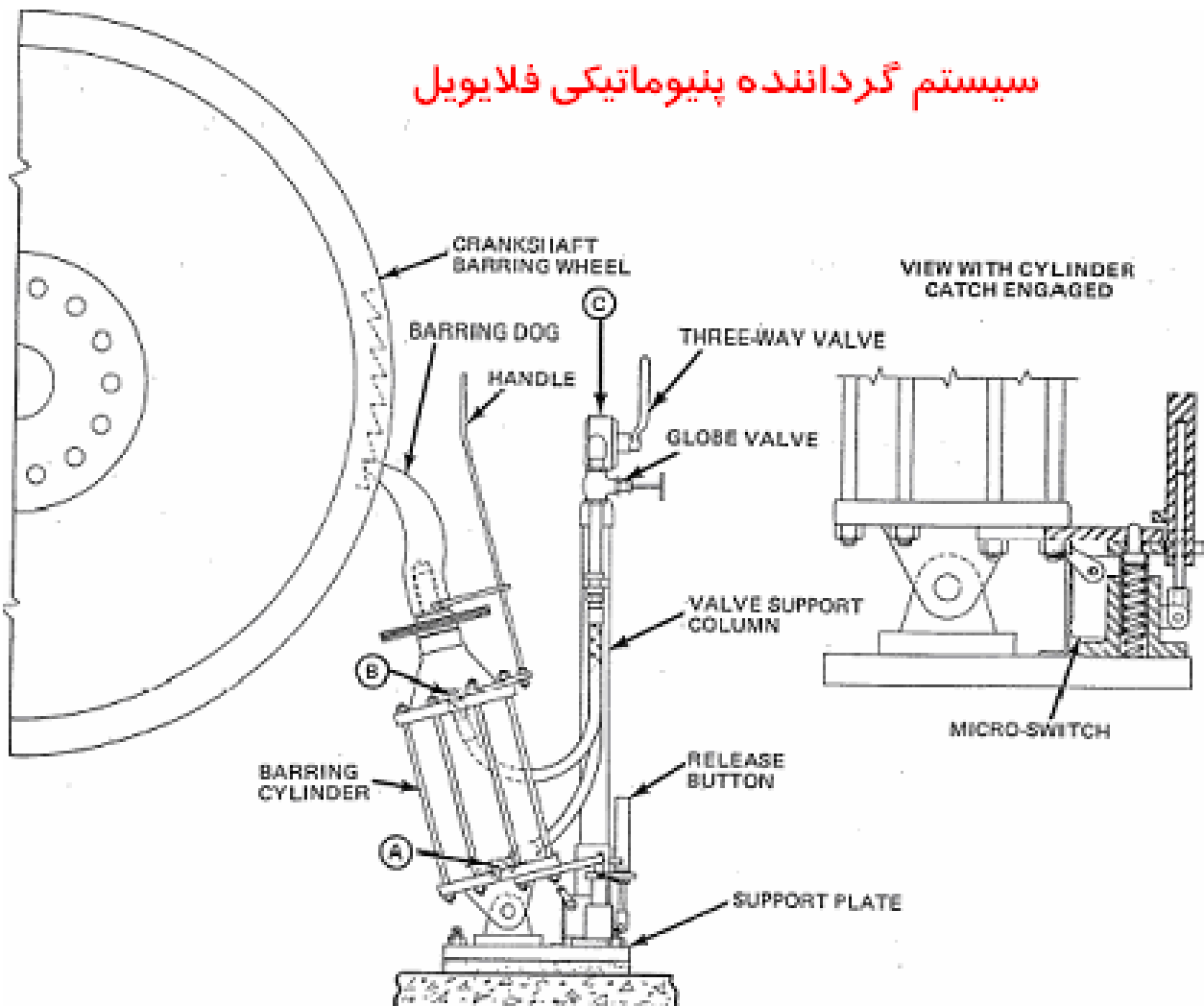


## PNEUMATIC BARRING DEVICE

سیستم پنوماتیکی چرخاننده Barring Device برای چرخاندن کمپرسور در حین تعمیر (تنظیم کلرنس های سروته سیلندرها و...) یا در مواقعی که نیاز به قرار دادن چرخ دنده های گیربکس در یک وضعیت دقیق باشد مورد استفاده قرار می گیرد. این سیستم شامل یک سیلندر و پیستون است که با فشار هوا کار می کند و حرکت پیستون از طریق Barring Dog به فلاویل منتقل می شود. جریان هوا از طریق یک ولو سه راهه دستیبه قسمت های بالائی و پایینی پیستون اعمال می شود (پیستون بصورت دوطرفه Double Acting عمل می کند) و امکان بالا و پایین بردن آن را فراهم می کند.

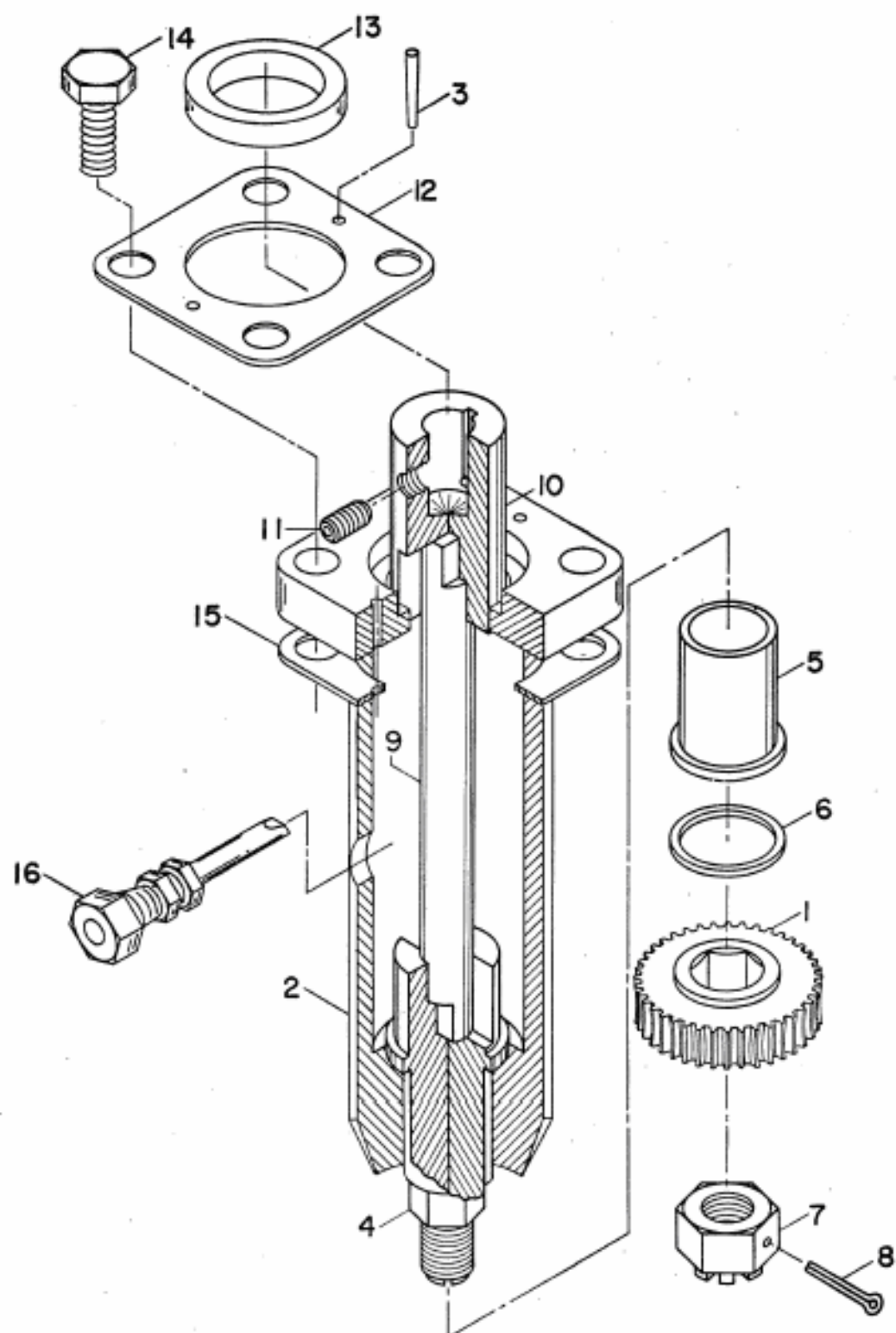
وقتی نیاز به استفاده از این سیستم نباشد (در مواقعی که کمپرسور در سرویس است) با استفاده از یک میکروسوئیچ که در قسمت پایینی این سیستم نصب شده است مکانیزم فوق از سرویس خارج می شود.

### سیستم گرداننده پنوماتیکی فلاویل

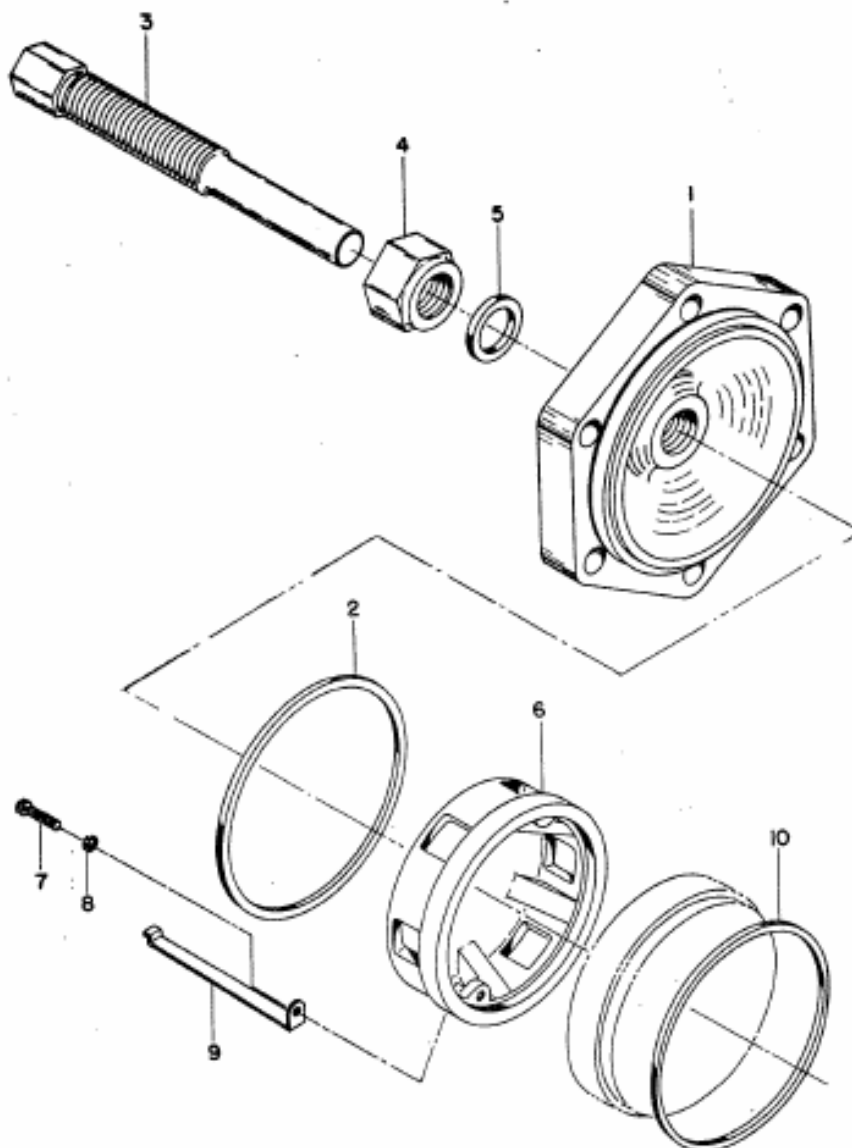


# شمائی از سیستم محرک پمپ های قطره ای

## LUBRICATOR DRIVE

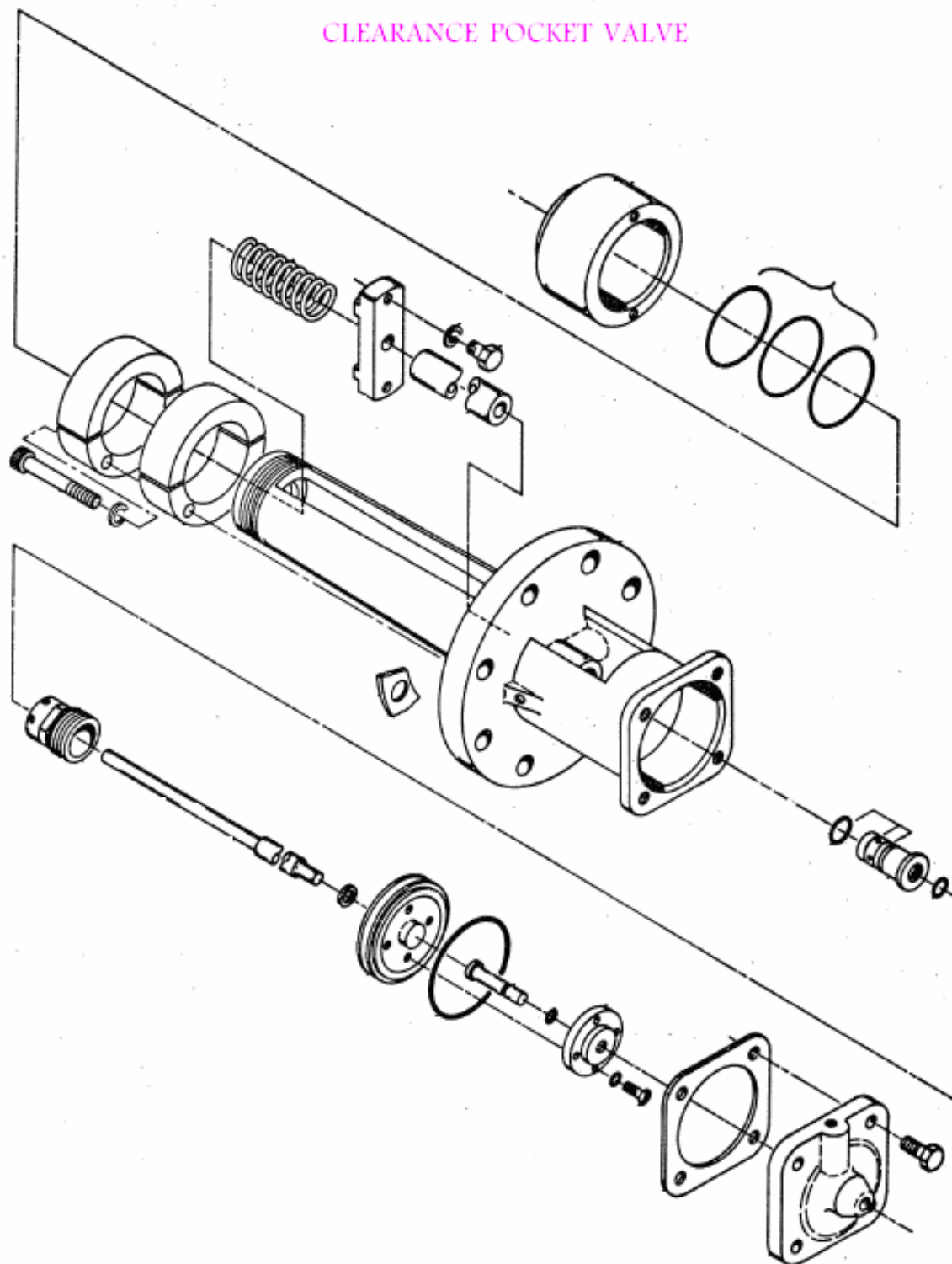


## DISCHARGE VALVE ACCESSORY

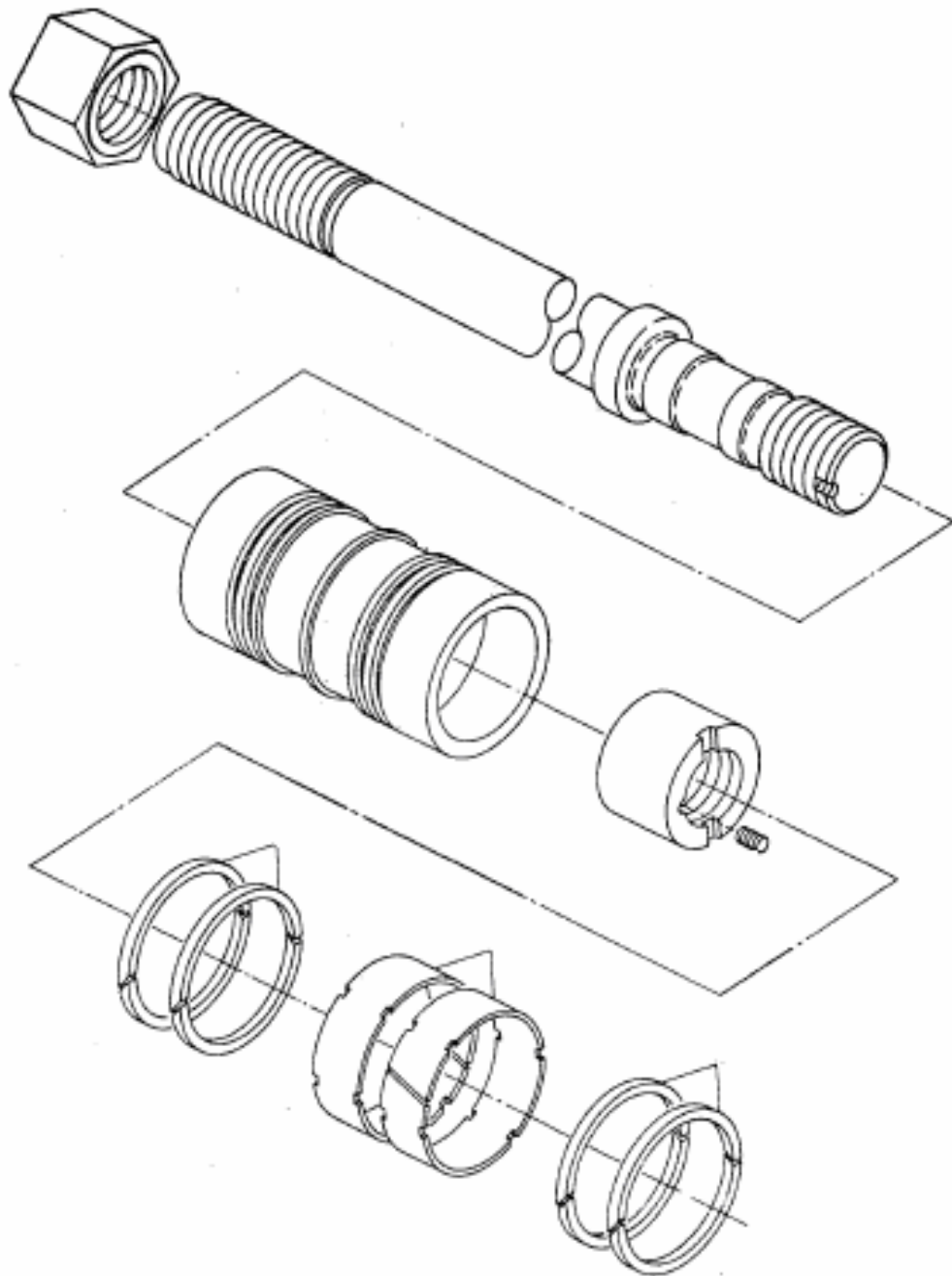


شمائی از سیستم پاکت ولو کمپرسورهای C-601

CLEARANCE POCKET VALVE



## شمائی ازپیستون ودسته پیستون کمپرسورهای C-601



## شمائی از نحوه قرار گرفتن ولو قطعات آن در داخل سیلندر

