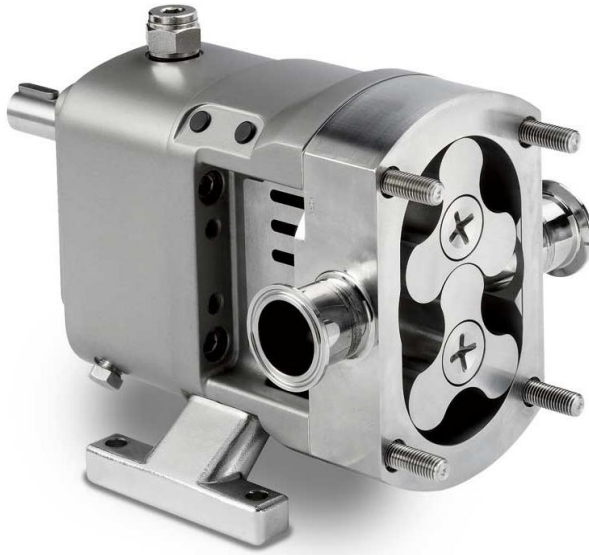


پمپ های لوب دورانی



مقدمه

پمپ جابجایی مثبت پمپی است که در یک دور ثابت، حجمی مشخص و ثابت از سیال را جابجا می کند که این مقدار مستقل از فشار خروجی پمپ است. این پمپ ها از نظر مکانیزم حرکت به دو نوع تقسیم می شوند:

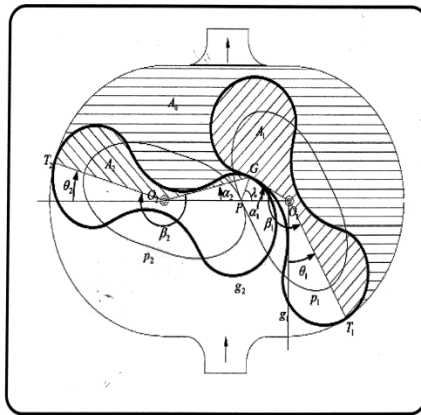
۱. پمپ های رفت و برگشتی: بطور معمول از سیلندرهایی تشکیل می شوند که حرکت آنها بوسیله میل لنگ انتقال می یابد. این پمپ ها به دلیل ابعاد و نوع مکانیزم حرکت در کاربردهای بسیار ویژه استفاده می شوند. پمپ های رفت و برگشتی فشار بالایی را تولید می کنند، اما دبی خروجی آنها کم است

۲. پمپ های روتاری: در این نوع پمپ ها افزایش فشار بوسیله چرخش یا چرخش همراه با لغزش افزایش می یابد. هر پمپ دورانی از یک پوسته ثابت و یک بخش چرخنده که اجزا پمپ را حمل می کند، تشکیل می شود. در این پمپ ها سیال ورودی بوسیله روتور پمپ در بدنه حبس می شود و به دریچه خروجی انتقال می یابد و از آنجا به کمک فشار به بیرون هدایت می شود.

چگونگی کارکرد پمپ لوب

علت برگزیدن نام "لوب" برای این نوع پمپ ها شکل پروفیل روتور آن است که خمیدگی ویژه دارد. این پمپ ها دو روتور دارند که برخلاف پمپ های دنده ای بدون تماس با یکدیگر کار می کنند. دو روتور بوسیله یک جفت چرخ دنده هماهنگ می چرخند که این چرخ دنده ها درون محفظه ای جدا از محفظه سیال پمپاژی هستند. یاتاقان های شفت نیز داخل محفظه دنده ها گذاشته می شوند، بنابراین سیال پمپاژی با یاتاقان ها تماسی ندارد.

سیال درون محفظه پمپ به دو قسمت مجزا تقسیم می شود (شکل ۱). بخشی از سیال در محفظه سمت مکش و بخشی دیگر از سیال در محفظه سمت رانش حبس می شود. با چرخش روتورها سیال از منطقه مکش به منطقه رانش هدایت می شود. با چرخش محورها با اینکه هیچگونه تغییری در حجم سیال سمت رانش بوجود نمی آید، ولی از حجم فیزیکی آن بخش کاسته می شود و سیال به خارج هدایت می شود.



شکل(۱)- نمایشی شماتیک از انتقال سیال در لوب پمپ ها

نبود تماس مکانیکی بین روتورها یا بین روتور و محفظه سبب می شود که هیچگونه سایشی بین اجزای گردان رخ ندهد. تنها عامل سایش بین اجزا خوردگی مربوط به نوع سیال و یا ذرات جامد ساییده است.

از آنجا که بلبرینگ های محور خارج از محفظه سیال قرار دارند، طول محور نسبتاً بلند می باشد و این عامل سبب محدودیت فشار سیال خروجی می شود.

ساختار پمپ لوب

پمپ از دو بخش مجزا تشکیل می شود: نخستین بخش شامل اجزایی است که در تماس مستقیم با سیال پمپاژ هستند یعنی روتور، محفظه روتورها، درپوش، نشست بندها. بخش دوم شامل یاتاقان های محور و یک جفت چرخ دنده تنظیم کننده حرکت همزمان دو محور است. بطور معمول، نیروهای وارد

بر محور بوسیله دو یاتاقان مهار می شوند که اغلب تنها یکی از آنها برای مهار نیروی محوری است. گشتاور به کمک موتور به انتهای یکی از محورها اعمال می شود و بوسیله چرخ دنده ها به محور دیگر انتقال می یابد.

شیوه نشت بندی در پمپ لوب

هر محور در محل ورود به محفظه سیال بوسیله نشت بند مکانیکی یا یک نوار آب بندی، نشت بندی می شود. همچنین، می توان روی هر محور از یک نشت بند مکانیکی با سیستم فلاشینگ یا در صورت حساسیت بیشتر از نشت بند مکانیکی دوپل استفاده کرد. طرح کاسه نمدی، طرحی ساده از نشت بندی است که در پمپ لوب استفاده می شود که در آن دو اورینگ یا واشر، وظیفه نشت بندی سیال را بر عهده دارند.

مشخصه کاری پمپ لوب

از لحاظ نظری، ظرفیت پمپ لوب متناسب با سرعت چرخش روتور است. البته به علت لقی بین روتورها مقداری از جریان از ناحیه پر فشار خروجی به ناحیه کم فشار ورودی جریان پیدا می کند و موجب کاهش جریان خروجی می شود. مقدار نشتی داخلی با افزایش اختلاف فشار افزایش می یابد و با افزایش ویسکوزیته کاهش پیدا می کند.

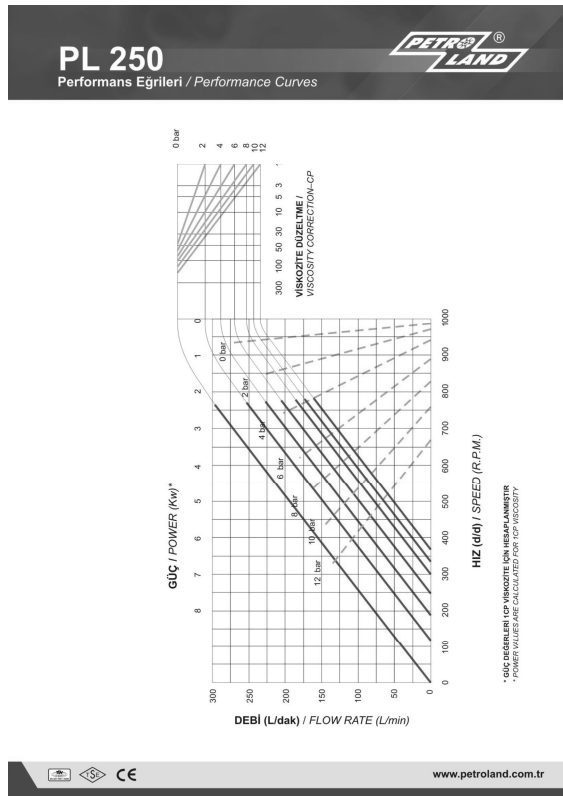
در پمپ های لوب میزان دبی خروجی تابعی از سرعت پمپ است. هرچه سرعت بیشتر باشد، دبی نیز بیشتر خواهد بود. مهمترین عامل محدود کننده سرعت پمپ لوب، کاویتاسیون است. چنانچه زمان کافی برای پر کردن فضای خالی ایجاد شده در ناحیه مکش فراهم نشود، فضای نیمه پر ایجاد شده می تواند سبب ایجاد کاویتاسیون شود. بهترین روش برای جلوگیری از کاویتاسیون در یک دبی مشخص انتخاب پمپ بزرگتر و کم کردن سرعت موتور آن است. با این روش فرصت بیشتری برای پر کردن فضای خالی ایجاد شده در ناحیه مکش فراهم می شود. نکته مهم در کارکرد این پمپ ها آن است که تقریباً ظرفیت جابجایی، و فشار خروجی سیال مستقل از یکدیگر می باشند. در واقع، فشار خروجی را می توان تا بیشترین اندازه ای که بر اساس محدودیت های مکانیکی از طرف سازنده اعلام می شود و مستقل از دبی، افزایش داد.

تاثیر دمای سیال در کارکرد پمپ لوب

به این علت که لقی بین روتورها، و لقی بین روتورها و محفظه بسیار کم است، چنانچه دمای سیال با دمای محیط متفاوت باشد، باید در انتخاب لقی ها، و جنس مواد بسیار دقت کرد تا در کارکرد پمپ خللی وارد نشود. گاه دمای سیال با دمای محیط بسیار متفاوت است، از این رو باید پیش از شروع کار پمپ، بوسیله یک سیال ثانویه، پمپ را سرد یا گرم کرد تا از بروز شوک حرارتی که ممکن است به علت متفاوت بودن ضرایب حرارتی رخ دهد، جلوگیری شود. این شوک ممکن است باعث قفل شدن پمپ، ایجاد سر و صدا و ایجاد اختلال در دبی و ارتفاع پمپ گردد.

منحنی مشخصه پمپ های لوپ

همانطور که در شکل (۲) مشاهده می نمایید، منحنی مشخصه پمپ های لوپ به صورت خطی بوده و با افزایش دور، دبی افزایش می یابد و جهت افزایش فشار می بایست قدرت الکتروموتور را افزایش داد. در پمپ های لوپ هرچه سیال رقیق تر و دارای ویسکوزیته پایین تری باشد می توان از دورهای بالا و در نتیجه دبی بیشتری استفاده نمود و با افزایش ویسکوزیته و غلیظ شدن سیال باید دور پمپ کاهش یابد. در نتیجه یک پمپ لوپ می تواند دبی بیشتری با سیال ویسکوزیته پایین و فشار بیشتری با سیال ویسکوزیته بالا داشته باشد.



شکل(۲) - نمونه ای از منحنی مشخصه پمپ لوپ شرکت پترولند ترکیه

زمان آغاز به کار پمپ

هنگام شروع کار پمپ، محفظه سیال باید با مقداری از سیال پر شود. معمولاً در خروجی پمپ ها یک شیر تخلیه هوا قرار می دهند که پس از پر شدن پمپ از سیال با دست بسته خواهد شد.

هرچند پمپ های لوب می توانند برای مدت کوتاهی خشک کار کنند، اما وجود سیال موجب روانکاری نشت بندهای مکانیکی و نوارهای نشت بندی خواهد شد. در واقع، خشک کار کردن می تواند به پمپ صدمه بزند و موجب ایجاد افت های مکانیکی بسیار شدید در پمپ شود.

مزیت ها و کاربردهای پمپ لوب

از پمپ های لوب در تمامی شاخه های صنعت بطور گسترده ای استفاده می شود. بیشترین کاربرد این پمپ ها در صنایع غذایی و صنایع دارویی، از لحاظ بهداشتی است. ویژگی ها و مزیت های کاربردی پمپ های لوب چنین است:

- برای انتقال سیالاتی با ویسکوزیته بالا یا متوسط، ظرفیت از ۵ L/min تا ۲۶۰۰ L/min، اندازه لوله خروجی از ۲۵ تا ۱۰۰ میلی متر، و بیشترین اختلاف فشار تا ۲۰ بار استفاده می شوند.
- برای سیالات حساس به برش، به ویژه در صنایع غذایی و دارویی، مناسب هستند، چون سرعت جریان و جریان برشی داخل پمپ کم است و فرایند و مکانیزم پمپاژ کمترین مشکل را برای سیال ایجاد می کند.
- برای انتقال دامنه ای وسیع از سیالات با ویسکوزیته متوسط یا بالا قابل استفاده هستند.
- برای انتقال سیال با ذرات جامد مناسب هستند؛ البته در محدوده ای که سازنده مشخص کرده است.
- توان مکش بسیار خوبی دارند.
- می توانند برای مدتی کوتاه خشک کار کنند.
- در محل نصب، باز و تمیز می شوند.
- می توان با عکس کردن جهت چرخش موتور از آنها برای انتقال سیال در جهت عکس استفاده کرد.
- عمر طولانی، و هزینه تعمیر و نگهداری کمی دارند.
- شیوه نشت بندی در آنها بسیار متنوع است.
- جریان خروجی در یک چرخه کاری پمپ، نوسان کمی دارد و قطع نمی شود.

پمپ های لوب در کاربردهای بهداشتی

پمپ های لوب از خانواده پمپ های Hygenic هستند. پمپ های Hygenic که به تفصیل در بخش خود در همین کتاب به آن خواهیم پرداخت، دارای سطوح بسیار صیقلی بوده و مانع تجمع مواد غذایی و فساد آن و جمع شدن میکروب ها می گردد. پمپ های لوب بطور گسترده ای در فرایندهای صنایع غذایی استفاده می شوند. این پمپ ها برای کاربردهای CIP/SIP مناسب هستند و برای تمیز کردن بدون نیاز به جدا کردن از خط لوله به آسانی باز می شوند. بطور معمول، برای افزایش میزان

بهداشتی بودن از پمپ های دارای نشت بند مکانیکی داخلی فلاشینگ دار، یا نشت بند مکانیکی تکی نصب از خارج، یا نشت بندهای فلاش دار با رینگ متقابل استفاده می شود.

به دلیل گوناگونی شکل روتور، پمپ های لوب بسیار متنوع هستند و به کمک این ویژگی می توانند محدوده ای گسترده از سیالات را پمپ کنند. روتور می تواند از جنس استینلس استیل یا دارای پوشش لاستیکی، نایلون، برنز یا PTFE پر شده با ویژگی هایی در حد استینلس استیل باشد. برای نمونه، پوشش لاستیکی ویژگی ضد سایش دارد، نایلون به دلیل سختی قابلیت مقاومت در برابر برخی جامدات سخت را دارد، برنز به دلیل سازگاری مکانیکی با استینلس استیل موجب کاهش خسارت های ناشی از اضافه بار لحظه ای می شود و PTFE پر شده مقاومت مکانیکی و شیمیایی را با هم دارد.

بطور معمول روتور دارای یک تا پنج لوب می باشد که با یک الاستومر فرمول بندی شده برای صنایع غذایی پوشانده می شود. الاستومر مقاومت کافی برای نشت بندی بین روتور و محفظه پمپ، و بین دو روتور را دارد و به اندازه کافی سخت هست تا کارکرد طولانی و بدون مشکل پمپ را تضمین کند. ماده پوششی دیگر، الاستومری است که برای نوشیدنی های کربناته و آبمیوه های ترش استفاده می شود. همچنین، پوشش های پلاستیکی برای اسیدهای قوی و آلکالین ها به کار برده می شوند.

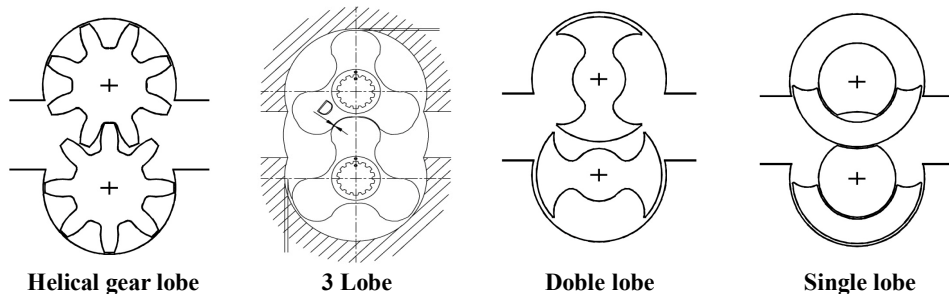
سرعت پمپ و ظرفیت آن با توجه به مشخصات سیال پمپ شونده متغیر است. برای پمپاژ سیالات در دمای بالا می توان از پمپ هایی با روتور کمی کوچک شده استفاده کرد. پوشش ارتعاشی روتور با افزایش دما با نرخ بیشتری نسبت به قطعاتی از جنس استینلس استیل منبسط می شود. استفاده از چنین روتورهایی امکان پمپاژ در دماهای بالاتری نسبت به روتورهای استاندارد را فراهم می کند.

برای انتقال محصولات بسیار ویسکوز، مانند خمیر، و خامه پر شکر، پمپ های تغذیه شونده و به کمک قیف طراحی شده اند. این پمپ ها معمولاً راهگاه های ورود چهارگوش با سطوحی بزرگتر نسبت به مدل های دایره ای دارند و پمپ ها بگونه ای نصب می شوند که محتویات قیف به کمک نیروی وزن خود، به محفظه پمپاژ وارد می شود. همچنین، پمپ های تغذیه شونده به کمک مارپیچ نیز طراحی شده اند که با کمک یک یا دو مارپیچ در پایین قیف، ماده پمپ شونده به داخل پمپ رانده می شود.

پمپ های دارای لوب های از درون درگیر، تنوعی چشمگیر دارند. روتورها بوسیله چرخ دنده به حرکت در می آیند و نسبت به هم لقی مجاز کنترل شده و دقیق دارند، از این رو روتورهای استینلس استیل برای مدتی طولانی بدون ساییدگی کار می کنند. این پمپ ها می توانند محدوده ای گسترده از سیالات، از سیالات جریان پذیر تا سیالات ویسکوز را پمپ کنند. به دلیل ویژگی مسیر جریان باز، و نرخ برش پایین، این پمپ ها می توانند قطعات جامد بزرگ مانند تکه های گوشت و محصولات به سادگی آسیب پذیر مانند توت فرنگی، ماست، شیر بسته و آب پنیر را با کمترین آسیب دیدگی از خود عبور دهند.

طرح هایی گوناگون برای روتور وجود دارد که هر کدام برای کاربردی خاص طراحی می شوند. متداول ترین شکل روتور سه لوب دارد؛ البته روتورهایی با دو لوب نیز متداول هستند که برای انتقال سیالاتی که به سختی جاری می شوند یا جامدات بزرگ، مانند خمیر نان، مربا، پوره، و گوشت دارند، استفاده می شوند.

برخی مدل ها دارای یک لوب هستند که برای جابجایی مواد بسیار ویسکوز و قطعات جامد بزرگ استفاده می شوند. در شکل (۳) انواع مختلف پمپ های لوب را مشاهده می نمایید :



تعمیر و نگهداری پمپ لوب

پمپ های لوب ماشین هایی هستند که با دقت بالا ساخته می شوند. هنگام سرویس نباید نیروی بیش از اندازه بر آنها وارد شود. بویژه باید دقت شود که به ابزار هم ترازی بین محفظه روتور و محفظه چرخ دنده ها آسیب زده نشود.

سطوح نشست بند روی حلقه های نشست بند مکانیکی به هیچ وجه نباید خراشیده یا آسیب دیده باشند. هنگام توقف و تعمیر باید اتصالات هیدرولیکی و الکتریکی پمپ قطع شود و پمپ از سیستم جدا گردد.

هرگز نباید سیال در محفظه پمپ یا روی سطوح نشست بند، سفت و جامد شود. قطعات در تماس با سیال اغلب با آب داغ و شوینده ها تمیز می شوند. توصیه می شود که قطعات زیر را در انبار داشته باشید (تعداد آنها به طراحی پمپ، شرایط سرویس و سیاست انبارداری بستگی دارد).

۱. نشست بندهای اورینگ - سر پمپ، بوش محور، شیرهای جلویی، نشست بندهای مکانیکی، اتصالات و محفظه چرخ دنده
۲. اتصالات و نشست بندهای روغن - محفظه چرخ دنده
۳. نوارهای آب بندی - مجموعه نوارها و حلقه های پر مصرف
۴. نشست بندهای مکانیکی - حلقه های نشست بندی ساکن و متحرک، و فنرها
۵. انتقال - قطعات کوبلینگ انعطاف پذیر، تسمه ها، و قطعات گیربکس
۶. متفرقه - روغن روانکاری، فنر شیر اطمینان و پیچها

نکات مهم و اساسی جهت نصب پمپ های لوب

