



WHITE PAPERS

ASK-RD-ENG-017

R&D Department

ARYA SEPEHR KAYHAN (ASK) | SHAHID SALIMI INDUSTRIAL CITY, TABRIZ, IRAN

شرکت آریا سپهر کیهان با نام اختصاری ASK، طراح و تولیدکننده پمپ های گریز از مرکز و روتاری و ارائه دهنده راهکارهای بهینه سازی سیستم های فرایندی و پمپاژ می باشد.

توجه!

مقالات تخصصی با عنوان White Papers جهت افزایش دانش عمومی پمپ ها در بخش تحقیق و توسعه این شرکت نگارش شده است. استفاده از این مقالات رایگان می باشد و لازم است جهت استفاده از محتویات آن به موارد ذیل توجه فرمایید:

- 1- انتشار مجدد مطالب مقالات (به شکل اولیه و بدون تغییر در ساختار محتوایی و ظاهری) با ذکر منبع، بلامانع است.
- 2- استفاده تجاری از محتویات مقالات در نشریات مجاز نمی باشد.

دوزینگ پمپها

دوزینگ پمپها یا پمپ های مترینگ گونه ای از پمپ های جابجایی مثبت اند که قادرند مقدار دقیقی از سیال را پمپاژ نمایند و به همین جهت به آنها دوزینگ پمپ یا مترینگ پمپ گفته می شود.

از آنجا که دبی پمپ های سانتریفوژ و روتاری بسته به فشار سیستم تغییر می کند، بنابراین هیچیک از پمپ های مذکور نمی تواند به عنوان دوزینگ پمپ مورد استفاده قرار گیرد. معمولاً تنها پمپ های پیستونی و پیستون دیافراگمی این امکان را دارند که در رده پمپ های دوزینگ قرار گیرند.

۴-۱ دوزینگ پمپ

دوزینگ پمپ دستگاهی است که مقدار دقیقی از مواد شیمیایی را تزریق می نماید. دبی این پمپ ها به صورت دستی و یا اتوماتیک و بسته به شرایط فرآیند قابل تغییر می باشد. این پمپ ها قادرند محدوده وسیعی از مواد شیمیایی حاوی اسیدها، سیالات خورنده و یا مایعات ویسکوز و اسلاری را پمپاژ نمایند. دقت کورس های رفت و برگشتی این پمپ ها بسیار بالا می باشد چرا که می بایست در هر کورس دوز صحیحی از سیال را پمپاژ نمایند.

مترینگ پمپها عموماً در حالات زیر مورد استفاده قرار می گیرند:

الف) دبی های پایین که بر حسب ml/hr و یا GPH بیان شوند.

ب) وقتی که فشار سیستم بالا است.

پ) تزریق خیلی دقیق سیال مورد نیاز باشد.

ت) تزریق سیال توسط رایانه، میکرو پروسورها، DCS، PLC و یا شیرهای تناسبی کنترل می شود.

ث) جاییکه مایعات خورنده، آتسزا و یا سیالات داغ انتقال داده می شود.

ج) پمپاژ سیالات ویسکوز یا اسلاری ها

۴-۲ ساختار پمپهای دوزینگ

شکل ۴-۱ ساختمان کلی یک پمپ دوزینگ را نشان می دهد.

۴-۲-۱ محرکه

عموماً محرکه این پمپ ها یک الکتروموتور جریان متناوب AC دور ثابت می باشد. در بعضی موارد ممکن است الکتروموتورهای دور متغیر، موتورهای پنوماتیکی و یا هیدرولیکی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۲-۲ مکانیزم حرکت

مکانیزم حرکت بگونه ای است که حرکت دورانی الکتروموتور به حرکت رفت و برگشتی تبدیل می گردد. غالب پمپ هایی که در صنایع مورد استفاده قرار می گیرد، اجزا مکانیزم حرکتی آنها درون روغن قرار می گیرد تا عملکرد مداوم سیستم تضمین گردد.

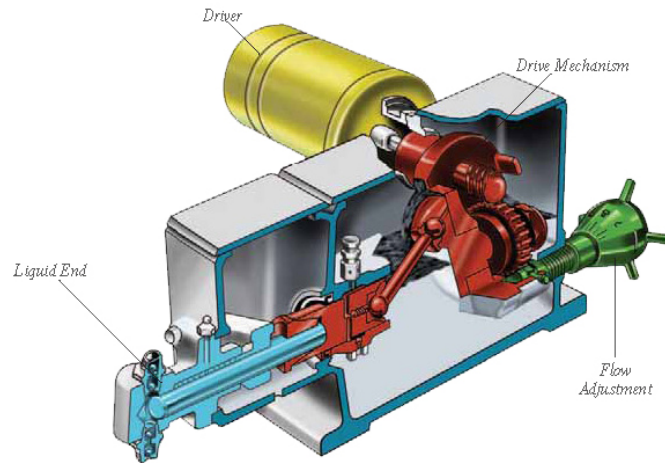
۴-۲-۳ تنظیم دبی

دبی پمپ با تغییر طول موثر کورس و یا تغییر سرعت کورس تنظیم می گردد. بیشتر دوزینگ پمپ ها از یک پیچ میکرومتر یا چیزی شبیه آن برای تنظیم دبی استفاده می کنند (شکل ۴-۱). میکرومتر می تواند با یک عملگر پنوماتیکی و یا الکترونیکی جایگزین گردد. در این حالت عملگر با سیگنالی که از سیستم دریافت می کند، دبی را به صورت اتوماتیک تنظیم می کند.

۴-۲-۴ گذرگاه سیال^۱

طراحی گذرگاه سیال و متریال آن با توجه به سرویس کاری پمپ و خصوصیات سیال مشخص می شود. مواردی همچون دما، دبی، ویسکوزیته، خوردگی سیال و فاکتورهای دیگر در طراحی موثر می باشند.

¹ Liquid End

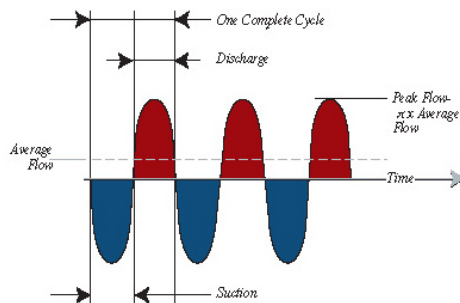


شکل ۴-۱ اجزا اصلی دوزینگ پمپ پیستونی

۴-۳ منحنی های مشخصه دوزینگ پمپها

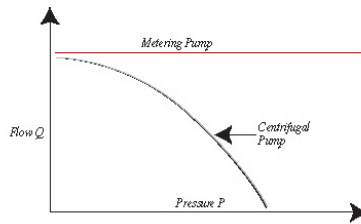
عمل پمپاژ توسط یک پیستون رفت و برگشتی انجام می شود. حرکت رفت و برگشتی سبب تولید دبی می شود که می توان به راحتی آن را توسط یک موج سینوسی نشان داد (شکل ۴-۲).

دبی پمپ برابر است با حاصلضرب مقدار جابجایی موثر پیستون در تعداد سیکل ها در واحد زمان.

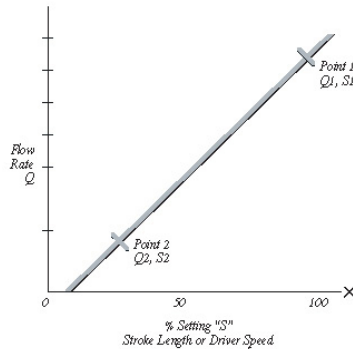


شکل ۴-۲ منحنی دبی- زمان برای یک پمپ دوزینگ

در دوزینگ پمپ ها بر خلاف پمپ های گریز از مرکز، تغییرات فشار تأثیر زیادی بر دبی ندارد (شکل ۳-۴).



شکل ۳-۴ مقایسه منحنی عملکرد دوزینگ پمپ ها با پمپ های گریز از مرکز منحنی مشخصه دبی- کورس دوزینگ پمپ ها خطی می باشد. البته الزاماً به این معنی نیست که تنظیم ۵۰ درصد کورس برابر با ۵۰ درصد دبی می باشد. به خاطر اینکه خط کالیبر به طور همزمان از مبدا مختصات عبور نمی کند (شکل ۴-۴). با اندازه گیری دبی در دو بار تنظیم کورس و رسم خط مستقیمی که از دو نقطه می گذرد، می توان تغییرات دبی بر حسب تنظیم کورس را به صورت دقیق پیش بینی کرد. برای دوزینگ پمپ های صنعتی که به درستی نصب شده اند، دقت پیش بینی دبی در حدود ± 1 درصد می باشد.



شکل ۴-۴ منحنی دبی - کورس

اگرچه دوزینگ پمپ ها عموماً می توانند برای دبی صفر تا حداکثر خود تنظیم شوند، اما دقت عمل آنها ممکن است کاهش یابد. عموماً سازندگان پمپ محدوده ۱۰ درصد تا ۱۰۰ درصد دبی را به عنوان محدوده عملکرد دقیق دستگاه مشخص می نمایند. اخیراً شرکت Milton Roy ادعا نموده است محدوده عملکرد

دقیق دوزینگ پمپ مدل Gentrac خود را به ۱ درصد افزایش داده است. یعنی در هر نقطه بین دبی ۱ تا ۱۰۰ درصد، دقت دستگاه یکسان می باشد.

۴-۴ محدوده دبی و فشار

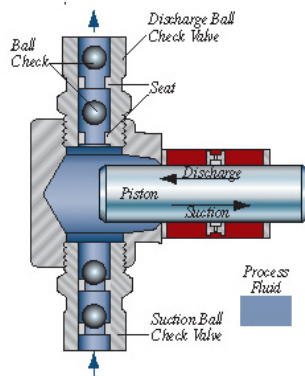
دوزینگ پمپ ها عموماً برای دبی های پایین مورد استفاده قرار می گیرند. ماکزیمم دبی هر پمپ با توجه به نسبت گیربکس، قطر پیستون و دور الکتروموتور تعیین می شود. معمولاً در محدوده دقیق دستگاه، حداقل دبی از ۰٫۴ گالون در ساعت یا ۱٫۵ لیتر بر ساعت شروع می شود و بزرگترین دوزینگ پمپ ها عموماً بیش از ۲۵۰۰ گالون بر ساعت یا ۹۵۰۰ لیتر بر ساعت دبی تولید نمی کنند.

ماکزیمم فشار این پمپ ها تا ۳۰،۰۰۰ PSI یا ۲۰۰۰ Bar بار گزارش شده است. اگر چه ممکن است بعضی سازنده ها بسته به نیاز مشتری با فشارهای بالاتر نیز تولید کرده باشند.

۴-۵ طرح های مختلف گذرگاه سیال^۲

گذرگاه سیال که به قطعات در تماس با سیال پمپ اطلاق می شود، بر مبنای شرایط کاری پمپ طراحی و انتخاب می گردد. دبی و فشار کاری بعلاوه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سیال مورد ملاحظه قرار می گیرد. در مواقعی که با سیالات آتشزا و سمی سروکار داریم، محافظت گذرگاه سیال از محیط اطراف نیز مساله ساز خواهد بود. تمامی گذرگاه های سیال چندین خصوصیت مشترک دارند: اول؛ با حرکت رو به عقب پیستون، سیال به داخل گذرگاه مکیده و با حرکت رو به جلو به بیرون فرستاده می شود. برای این منظور، در پمپ های دوزینگ در قسمت مکش و رانش شیرهای یکطرفه بکار می رود.

² Liquid End



شکل ۴-۵ قسمت‌های مختلف گذرگاه سیال

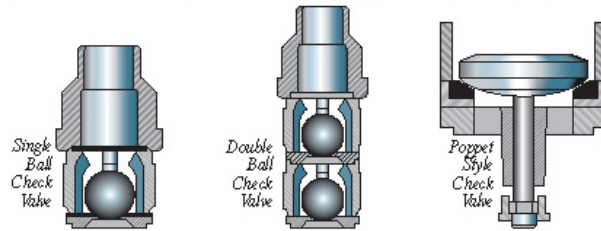
هنگام عمل مکش، حرکت پیستون سبب می شود توپی شیر یکطرفه سمت مکش از روی نشیمن خود حرکت کند و سیال به داخل پمپ وارد شود. در همان موقع توپی شیر یکطرفه سمت رانش بر روی نشیمن خود فشرده می شود و امکان خروج سیال را غیر ممکن می سازد. هنگام کورس رانش، عکس این عمل اتفاق می افتد.

شیرهای یکطرفه در طرح های مختلف ساخته شده اند. انتخاب نوع شیرها (مثلاً توپی یا سوپاپی) معمولاً با توجه به دبی پمپ انتخاب می شود و مسئولیت آن بر عهده سازنده پمپ می باشد.

در مواقع پمپاژ اسلاری و یا مایعاتی که الیاف بلندی دارند بهتر است به جای استفاده از شیر یکطرفه نوع توپی تکی^۳ از شیر دابل استفاده شود. چرا که اگر ذرات بین توپی و نشیمن گیر بیفتند آببندی شیر مختل می شود. بنابراین استفاده از شیر یکطرفه نوع توپی دابل^۴ دقت و پایداری بیشتری دارد. از طرف دیگر، از آنجا که هر شیر یکطرفه ای حتی هنگامی که کاملاً باز می باشد مقداری مقاومت در مسیر جریان ایجاد می کند، در مواقعی که سیال ویسکوز می باشد استفاده از شیر یکطرفه تک در قسمت مکش ارجحیت دارد و باعث کاهش NPSHr می شود.

³ Single Ball Check valve

⁴ Double Ball Check Valve



شکل ۴-۶ سه نوع شیر یکطرفه: نوع توپی تک، نوع توپی دوپل و نوع سوپاپی

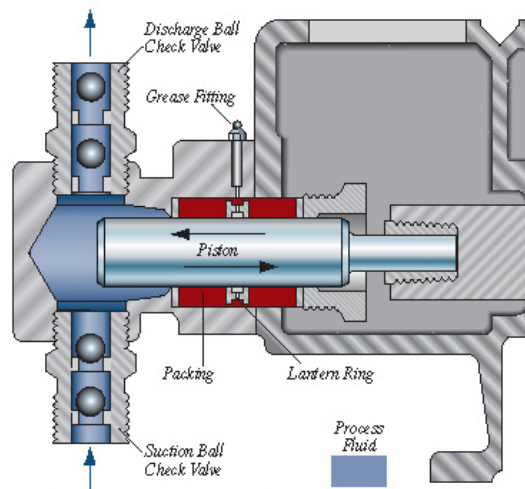
۴-۵-۱ پلانجر با آببندی پکینگی^۵

این طرح تنها حالتی است که پیستون در تماس مستقیم با سیال فرایند می باشد (شکل ۴-۷). این طرح چندین مزیت دارد:

الف) قابلیت فشار و مکش رانش بالا

ب) مقاومت دمایی بالا

پ) NPSHr پایین



شکل ۴-۷ طرح پلانجر با آببندی پکینگی معمولاً از فولاد ضد زنگ ساخته می شود.

در این طرح آببندی پیستون از نوع پکینگ می باشد. پلانجر با آببندی پکینگی ساده و موثر است اما در بعضی کاربردها محدودیت هایی دارد.

⁵ Packed Plunger

از آنجا که نشتی کنترل شده ای در پکینگها وجود دارد، این طرح نباید جهت سیالات شیمیایی آتشنا و سمی استفاده شود. علاوه بر این سایش بین پیستون و پکینگ سبب افزایش نشتی در مدت معینی می گردد. بنابراین باید به طور متناوب جهت حفظ بازده حجمی پکینگ ها تنظیم شوند. جهت جلوگیری از مشکلات نشتی باید از طرح دیافراگمی برای گذرگاه سیال استفاده کرد. پلانجر با آبندی پکینگی می تواند فشارهایی تا ۱۰۰۰ بار و دماهایی تا ۶۰۰ درجه فارنهایت را تحمل نماید.

۴-۵-۲ دیافراگم دیسکی^۶

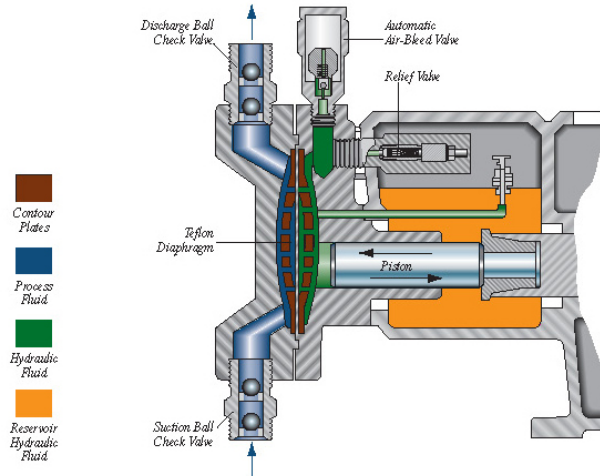
طرح دیافراگم دیسکی برای گذرگاه سیال از یک دیافراگم تفلونی تشکیل شده است که مانعی بین سیال فرایند و پیستون می باشد (شکل ۴-۸). حرکت رفت و برگشتی پیستون به سیال هیدرولیک وارد می شود که سبب حرکت دیافراگم به جلو و عقب می شود.

فشار سیال هیدرولیک و فشار سیال فرایند هر دو یکسان است. در نتیجه فشار در دو طرف دیافراگم در تمام زمانها متعادل خواهد بود و سبب حذف تنش در آن می شود. دو صفحه کانتور مسیر حرکت دیافراگم را احاطه می کنند. سیال هیدرولیک و سیال فرایند از سوراخ های صفحه کانتور که به دقت طراحی شده اند عبور می کنند تا در تماس با دیافراگم باشند. شیرهای فشار شکن و پر کننده^۷ حجم سیال هیدرولیک را کنترل می کنند. یک شیر تخلیه اتوماتیک هوا^۸ به طور پیوسته هوا را از سیال هیدرولیک خارج می کند.

⁶ Disc Diaphragm

⁷ Refill

⁸ Automatic air bleed valve



شکل ۴-۸ طرح دیافراگم دیسکی برای گذرگاه سیال

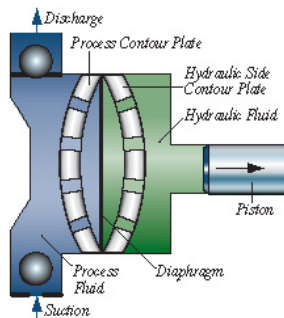
در این طرح، دیافراگم آببندی است. بنابراین انتخاب مناسبی است برای مایعات شیمیایی آتشنا، سمی و خورنده. جهت محافظت بیشتر، دیافراگم دابل و سنسور نشتی استفاده می شود. اگرچه بخاطر استحکام بالای این طرح استفاده از طرح های محافظتی چندان متداول نیست.

از آنجا که سیال فرایند می بایست از داخل سوراخ های نسبتاً کوچک صفحات کانتور عبور کند، این طرح برای اسلاری ها و سیالات ویسکوز بهترین انتخاب نیست.

طرح دیافراگم دیسکی قابلیت تزریق تا فشار ۳۵۰۰ PSI یا بالاتر را دارد. دمای سیال ماکزیمم تا ۲۵۰ درجه فارنهایت امکان پذیر می باشد.

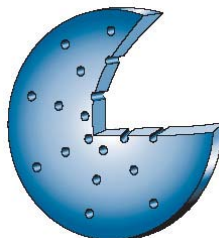
همانطور که در بالا به آن اشاره شد، در این طرح از شیر فشار شکن و پرکننده استفاده می شود. در مواقعی که دیافراگم بنا به هر دلیلی نتواند در هنگام مکش پیستون به عقب حرکت کند، شیر پرکننده وارد عمل می شود و سیال هیدرولیک را وارد مجرا می کند. همچنین وقتی عمل مکش به طور موقت و یا دائم به خاطر مسائلی همچون بروز کاویتاسیون و یا بسته شدن ناگهانی شیر مکش و یا هر دلیل دیگری قطع شود، این شیر وارد عمل می شود و سیال هیدرولیک اضافی وارد مجرا مربوطه می کند. در نتیجه مجرا بیش از حد پر می شود (شکل ۴-۸ و ۴-۹) و جهت جلوگیری از آسیب دیافراگم در کورس

برگشت، صفحات کانتور مانع حرکت بیش از اندازه دیافراگم می گردند. در این حالت سیال هیدرولیک اضافی از شیر تخلیه خارج می گردد.



شکل ۴-۹ صفحه کانتور در تماس با سیال فرایند و سیال هیدرولیک. شیر پرکننده نشان داده نشده است.

صفحات کانتور محدب- مقعر می باشد و حرکت رفت و برگشتی دیافراگم را کنترل می کنند. این صفحه تعدادی سوراخ دارد که اجازه می دهد سیال در تماس با دیافراگم باشد. الگو و سایز این سوراخ ها باید به دقت مهندسی گردد تا استحکام کافی جهت نیروهای دیافراگم در فشارهای مختلف را داشته باشد (شکل ۴-۱۰).

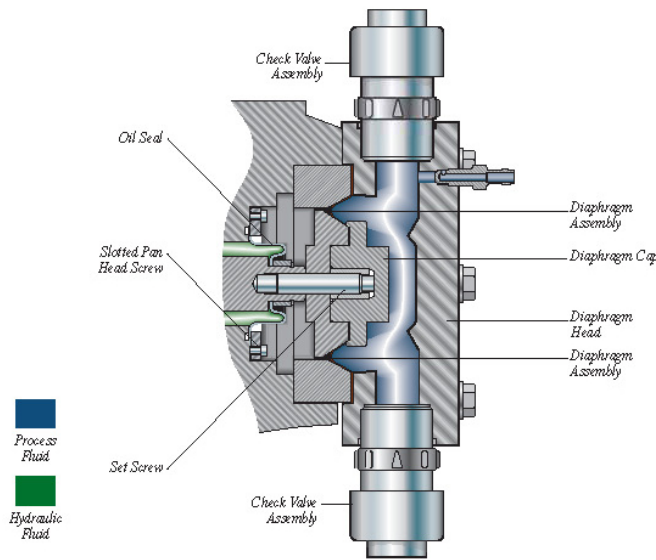


شکل ۴-۱۰ شماتیک صفحه کانتور که قسمتی از مقطع آن برش خورده است. صفحه کانتور سمت سیال هیدرولیک در طول عملکرد خود مشکل خاصی ندارد و سیال هیدرولیک به راحتی از بین سوراخ های آن عبور می کند. اما صفحه کانتور سمت سیال فرایند محدودیت هایی از بابت شرایط سیال دارد. اسلاری ها و سیالات ویسکوز به راحتی نمی توانند از داخل سوراخ های صفحه کانتور عبور کنند. ضمن آنکه عبور سیال از داخل آن نیز سبب افت فشار و بالا رفتن NPSH پمپ می شود.

۴-۵-۳ طرح دیافراگم مکانیکی

این طرح توازن خیلی خوبی بین قیمت پایین و کیفیت عمل دارد. بخاطر نشتی صفر دیافراگم، در مواقعی که سیال گرانبه‌تری می‌باشد و یا دستورالعمل‌های زیست محیطی مطرح می‌باشد، استفاده از این طرح توجیه دارد. جهت پمپاژ اسلاری‌ها و سیالات ساینده، این طرح بهترین انتخاب است. جهت پمپاژ سیالات ویسکوز بالا و یا سیالاتی که شرایط سخت و مشکلی دارند از لحاظ اقتصادی طرح قابل قبولی است.

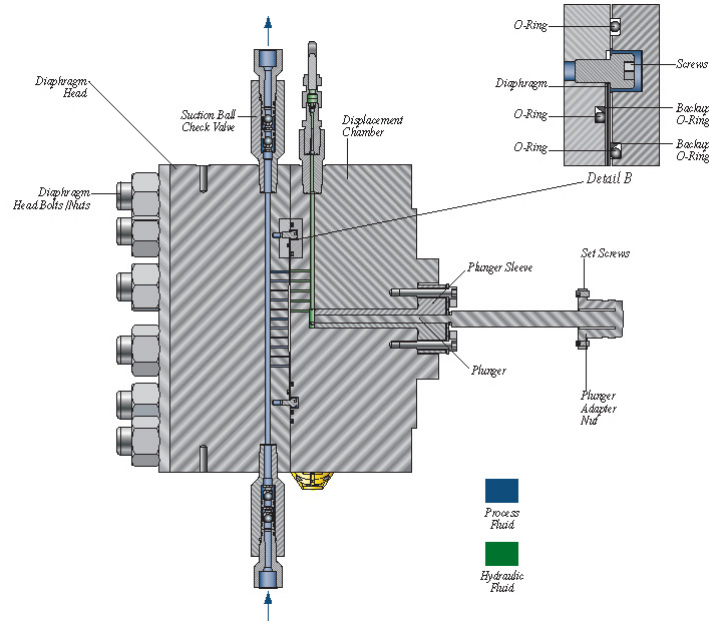
در این طرح، پلانجر مستقیماً به دیافراگم متصل شده است (شکل ۴-۱۱). اتصال از طریق پیچ و کلامپ که از داخل دیافراگم و پلانجر عبور می‌کند، ایجاد می‌شود. حرکت الکتروموتور باعث حرکت رفت و برگشتی پلانجر می‌شود و در نتیجه باعث عمل مکش و رانش سیال از طریق دیافراگم می‌شود. فشار ماکزیمم در این طرح بالا نیست و حداکثر به ۱۵ بار خواهد رسید. با تعویض دیافراگم در مدت زمان معین، می‌توان عمر پمپ را افزایش داد. معمولاً هزینه‌های تعمیر و نگهداری سالانه این طرح بسیار پایین است.



شکل ۴-۱۱ طرح دیافراگم مکانیکی - طرحی اقتصادی و مطمئن

۴-۵-۴ طرح دیافراگم فلزی

این طرحی بی همتا برای استفاده در شرایط بحرانی و کاربردهای فشار بالا مانند سکوهای نفت و گاز و صنایع حساس می باشد (شکل ۴-۱۲). این طرح به ویژه مواقعی استفاده می شود که دما و فشار محیط و سیال شیمیایی متغیر و پیچیده می باشد.



شکل ۴-۱۲ طرح دیافراگم فلزی.

اساس عمل این طرح مشابه سایر طرح های دیافراگمی می باشد. با این تفاوت که دیافراگم تلفونی (و یا ساخته شده با مواد معمولی) با یک آلیاژ فلزی مخصوص جایگزین شده است. این آلیاژ ویژه اجازه تولید فشارهای بالاتر از مواد معمولی را می دهد. همچنین طرح فلزی دیافراگم باعث می شود مایعات ساینده، ویسکوز و اسلاری ها با راندمان بهتری نسبت به طرح های استاندارد دیگر پمپاژ گردند. خیلی از سکویهای حفاری نفت به خاطر قابلیت اعتماد و طول عمر بیشتر، به این طرح احتیاج دارند.

۴-۵-۵ دیافراگم با عملکرد بالا^۹ HPD

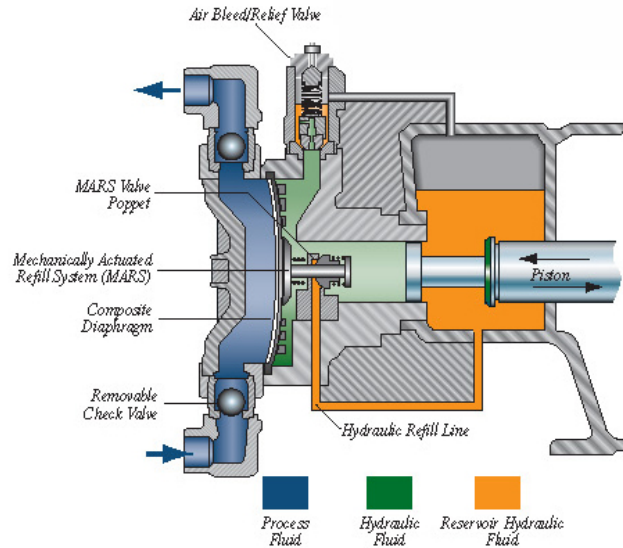
این طرح، ترکیبی از بهترین عملکردهای طرح های تجاری دیگر است. مشخصه های عملکرد ساده آن باعث می شود برای بیشتر کاربردهای دوزینگ پمپ ابتدا این طرح مورد توجه قرار گیرد.

عملکرد HDP همانند طرح دیافراگم دیسکی است. همانند آن در این طرح دیافراگم توسط سیال هیدرولیک تحریک می شود. در این طرح سیال فرایند مسقیماً در تماس با دیافراگم می باشد. NPSH پایین این طرح شبیه طرح پلانجر با آببندی پکینگی است. اما مزیت‌های اصلی این طرح، طراحی منحصر به فرد آن می باشد.

الف) مزایا

در این طرح مشکلات مربوط به صفحه کانتور سمت سیال فرایند وجود ندارد. و سیال فرایند مستقیماً با دیافراگم در تماس است. در این طرح امکان بیش از حد پر شدن مجرای سیال هیدرولیک وجود ندارد. با حذف صفحه کانتور سمت سیال فرایند، این طرح انتخاب کاملی برای سیالات ویسکوز و اسلاری ها می باشد. ضمن آنکه افت فشار در این صفحه نیز حذف شده است و NPSH پمپ پایین است. این طرح مشکلات مربوط به بالانس هیدرولیکی در دو طرف دیافراگم را ندارد و کافی است مخزن هیدرولیک پر و پمپ استارت شود (شکل ۴-۱۳).

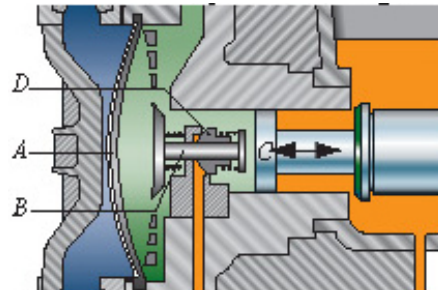
⁹ High Performance Diaphragm



شکل ۴-۱۳ طرح گذرگاه سیال دیافراگمی نوع HPD

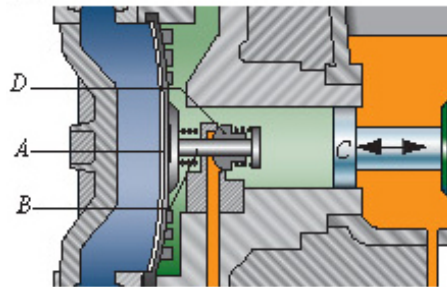
ب) عملکرد

شکل‌های ۴-۱۴ تا ۴-۱۶ نحوه عمل این سیستم را نشان می‌دهد. در شکل ۴-۱۴ دیافراگم A و پیستون C کاملاً به جلو حرکت کرده‌اند. شیر B در موقعیت رو به جلو است و سوپاپ D بسته است و مانع ورود سیال پرکننده به داخل مجرا می‌شود.

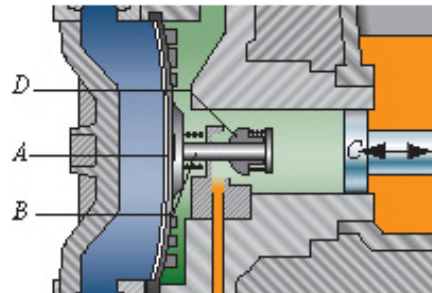


شکل ۴-۱۴ دیافراگم A و پیستون C کاملاً به جلو حرکت کرده‌اند. و سوپاپ D بسته است. در شکل ۴-۱۵ دیافراگم A و پیستون C کاملاً رو به عقب هستند. شیر B نیز به خاطر حرکت دیافراگم رو به عقب می‌باشد. بنابراین سوپاپ D آزاد است و در

صورت نیاز ممکن است باز شود. در این شکل این سوپاپ بسته نشان داده شده است. چون نیازی به پر کردن مجرا وجود ندارد.

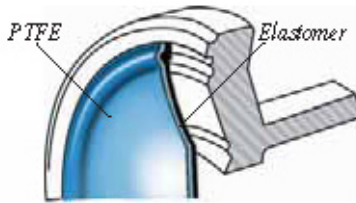


شکل ۴-۱۵ دیافراگم A و پیستون C کاملاً رو به عقب هستند و سوپاپ D بسته است. در شکل ۴-۱۶ دیافراگم A و پیستون C کاملاً رو به عقب هستند و یکبار دیگر نیرویی رو به عقب به سوپاپ D وارد می کند. حجم پایین روغن ایجاد خلا می کند و سبب باز شدن سوپاپ و ورود سیال هیدرولیک از خط Refill می شود.



شکل ۴-۱۵ دیافراگم A و پیستون C کاملاً رو به عقب هستند و سوپاپ D با توجه به نیاز باز شده است.

بعضی سازنده ها از مواد کامپوزیتی برای دیافراگم استفاده می کنند. مواد کامپوزیتی PTFE و الاستومری گزینه مناسبی برای مقاومت شیمیایی و فاکتورهای مکانیکی حرکت دیافراگم می باشد (شکل ۴-۱۷). قسمت PTFE دیافراگم سمت سیال فرایند می باشد و مشکلات مربوط به مقاومت شیمیایی دیافراگم را برطرف می کند. یک او-رینگ آبندی بهتری بین سیال فرایند و سیال هیدرولیک ایجاد می کند. سمت دیگر دیافراگم الاستومرها خصوصیات مکانیکی مناسبی جهت حرکت ارتعاشی دیافراگم ایجاد می کند.



شکل ۴-۱۷ دیافراگم کامپوزیتی

این طرح با کمی اصلاحات، قابلیت پمپاژ تا فشار ۲۰۰ بار و دمای ۳۰۰ درجه فارنهایت دارد.

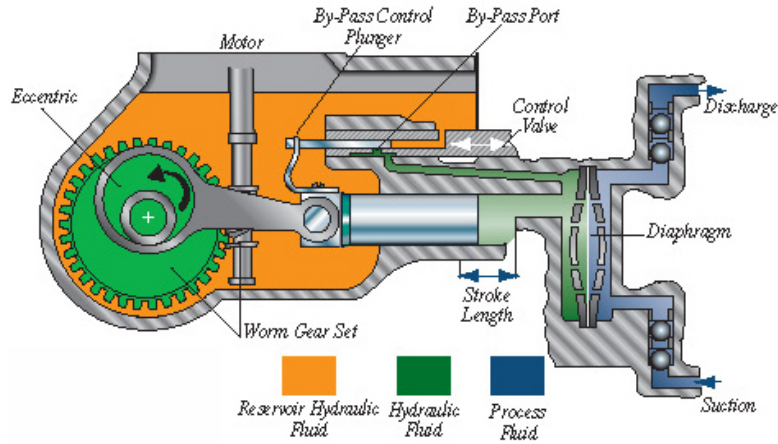
۴-۶ مکانیزم حرکت و نحوه کنترل دبی دوزینگ پمپها

غالباً تمامی مکانیزم های حرکتی این پمپ ها شامل سیستم چرخنده غوطه ور در یک محفظه روغن می باشد. محفظه روغن جهت افزایش طول عمر چرخنده ها می باشد. مشخصه های مکانیزم حرکت، عموماً در ارتباط با نحوه کنترل جریان می باشد. به این معنا که مکانیزم حرکتی مناسبتر است که توانایی کنترل جریان دقیقتری داشته باشد. یادآوری می گردد یکی از روشهای کنترل دبی، افزایش یا کاهش کورس موثر پیستون می باشد. مکانیزمی که بتواند به دقت کورس موثر حرکت پیستون را کنترل کند جدا از مسائل اقتصادی، ارجحیت خواهد داشت.

در اینجا دو سیستم انتقال قدرت تشریح خواهد شد.

۴-۶-۱ مکانیزم میل لنگ خارج از مرکز

همانطور که در شکل ۴-۱۸ نشان داده شده است، محور موتور متصل به یک چرخنده مارپیچی می باشد. این چرخنده باعث گردش چرخنده متصل به میل لنگ خارج از مرکز می شود و حرکت دورانی دنده ها سبب حرکت رفت و برگشتی میل لنگ و متعاقب آن پیستون می شود.



شکل ۴-۱۸ مکانیزم حرکت میل لنگ خارج از مرکز. کنترل دبی توسط سیستم By-pass صورت می گیرد.

دبی با تغییر موقعیت شیر کنترل و در نتیجه تغییر موقعیت درگاه By-pas در طول حرکت پیستون تنظیم می شود. اگر درگاه در موقعیت ۵۰ درصد طول کورس پیستون باشد، در نصف طول کورس رانش، سیال از درگاه خارج می شود و عمل پمپاژی صورت نمی گیرد. پس از آن درگاه توسط پلانجر کنترل By-pass بسته می شود و فشار سیال هیدرولیک سبب تحریک دیافراگم و انجام عمل پمپاژ در نیمه دوم کورس رانش می شود. به یاد داشته باشید در این روش طول کورس حرکتی پیستون تغییر نمی کند و در واقع قسمتی از کورس پیستون هدر می رود و باعث کاهش کورس موثر پمپاژ می شود.

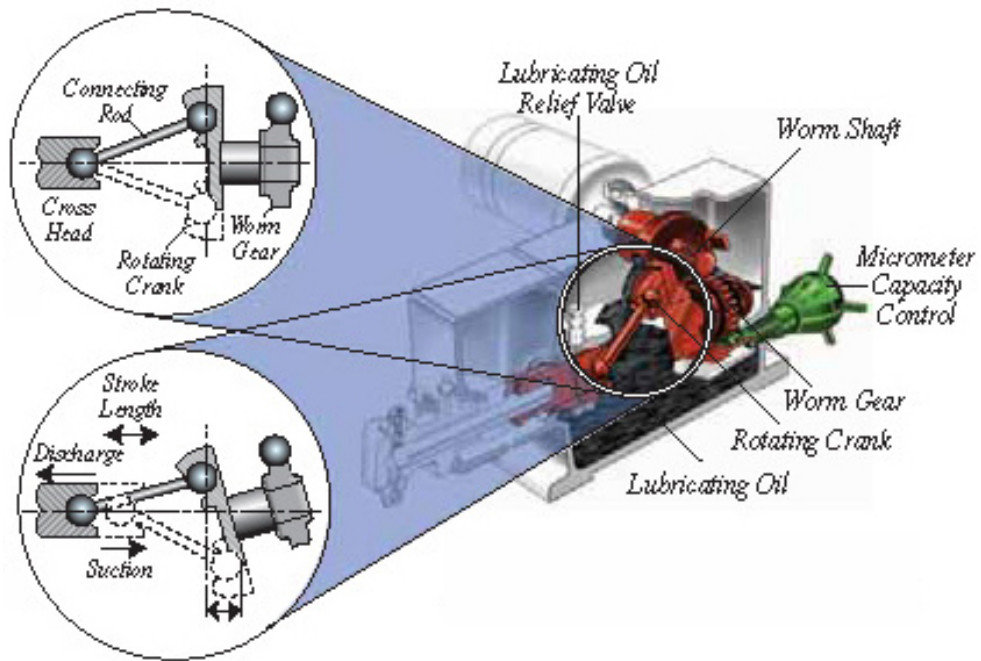
۴-۶-۲ مکانیزم میل لنگ دورانی^{۱۰}

این طرح عملکرد فوق العاده بهتری نسبت به مکانیزم میل لنگ خارج از مرکز دارد. یک چرخنده مارپیچی دور بالا، دور الکتروموتور را کاهش و به میل لنگ دورانی منتقل می کند (شکل ۴-۱۹ و ۴-۲۰). یک میله رابط^{۱۱} که در دو سر خود یاتاقانهای کروی دارد از یک طرف به میل لنگ دورانی و از طرف دیگر به مجموعه Cross head و پیستون متصل است. در حالت دبی صفر یا به اصطلاح

¹⁰ Polar Crank

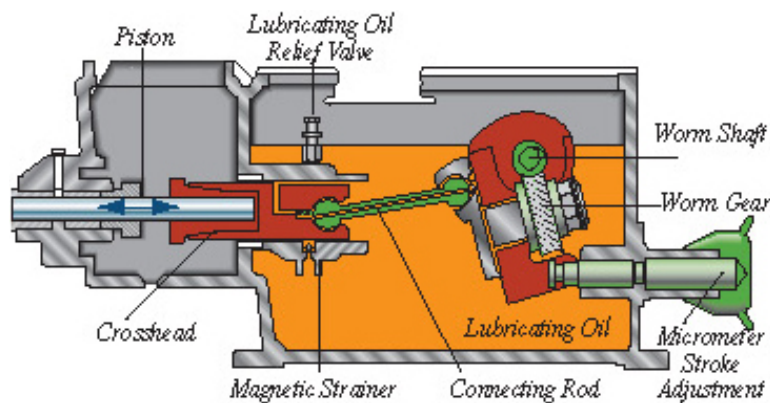
¹¹ Connecting Rod

کورس صفر، محور میل لنگ دورانی و محور چرخنده مارپیچ بر هم عمود هستند (شکل ۴-۱۹). در این حالت حرکت رفت و برگشتی مجموعه Cross head و پیستون تولید نمی شود و فقط میله رابط حول دایره میل لنگ دوران می کند. بسته به انحراف زاویه میل لنگ نسبت به محور چرخنده مارپیچ، کورس رفت و برگشتی شکل می گیرد. برای شکل گیری ماکزیمم کورس رفت و برگشتی، می بایست بیشینه زاویه ممکن بین میل لنگ و محور چرخنده مارپیچی ایجاد شود. این زاویه نسبت به حالت کورس صفر (زاویه ۹۰ درجه بین میل لنگ و محور چرخنده مارپیچی) اندازه گیری می شود. صرفنظر از میزان تنظیم طول کورس، این سیستم در انتهای کورس رانش، بیشترین نیرو را به سیال وارد می کند. این امر سبب می شود حداکثر سیال ممکن از گذرگاه سیال تخلیه گردد.



شکل ۴-۱۹ مکانیزم میل لنگ دورانی. کورس صفر و کورس ماکزیمم در شکل نشان داده شده است.

همانطور که گفته شد، زاویه میل لنگ دورانی را می توان تغییر داد. این امر سبب افزایش یا کاهش طول کورس پیستون و در نتیجه تنظیم دبی از ۰ تا ۱۰۰ درصد می شود. معمولاً جهت کنترل دقیق دبی از میکرومتر دستی یا اتوماتیک استفاده می شود. به هر حال با توجه به نوع مکانیزم، کنترل دبی در این حالت نسبت به مکانیزم حرکتی میل لنگ خارج از مرکز، دقیقتر و مطمئن تر می باشد.



شکل ۴-۲ نحوه تنظیم دبی در مکانیزم میل لنگ دورانی. در این پمپ محفظه روغن تحت فشار می باشد.

۴-۷ تجهیزات جانبی دوزینگ پمپ ها

عملکرد صحیح سیستم پمپهای دوزینگ وابسته به انتخاب صحیح تجهیزات جانبی می باشد. در زیر به متداولترین تجهیزات جانبی این پمپ ها اشاره می شود.

۴-۷-۱ شیرهای ایمنی^{۱۲}

بیشتر سیستم های لوله کشی نیازمند شیرهای ایمنی برای محافظت از لوله ها در هنگام افزایش فشار غیر مجاز می باشد. اگرچه پمپ های دوزینگ شیر ایمنی برای محافظت از خود دارند، اما جهت محافظت لوله ها، کماکان نیاز به شیر ایمنی وجود دارد.

¹² Safety Relief Valves

۴-۷-۲ شیرهای Back Pressure

از آنجا که پمپ های مترینگ باید دوز صحیحی از سیال را پمپاژ نمایند، در حالاتی که اختلاف فشار خط رانش و مکش کمتر از ۱٫۵ بار باشد، استفاده از این شیر توصیه می شود. این شیر باعث می شود دبی ناخواسته از پمپ به خاطر فشار کم خط رانش جریان نیابد.

۴-۷-۲ تعدیل کننده های پالس جریان^{۱۳}

حرکت رفت و برگشتی پمپ های دوزینگ سبب می شود جریان خروجی به صورت پالسی باشد. این تعدیل کننده ها تا ۹۰ درصد پالس را از بین می برند. معمولاً این دستگاه تا فشار ۶۰ بار تولید می شود (شکل ۴-۲۱).

۴-۷-۳ ستون کالیبراسیون

اگرچه هنگامی که پمپی از کارخانه سازنده خریداری می شود، مشخصه های دبی و فشار آن قبلاً کالیبره می شود. اما هر چند وقت یکبار نیاز است پمپ در حال کار مجدداً تست و کالیبر گردد تا اطمینان حاصل شود دبی مورد نظر تأمین می شود (شکل ۴-۲۲).



شکل ۴-۲۲ ستون کالیبراسیون Milton Roy



شکل ۴-۲۱ تعدیل کننده پالس جریان Milton Roy

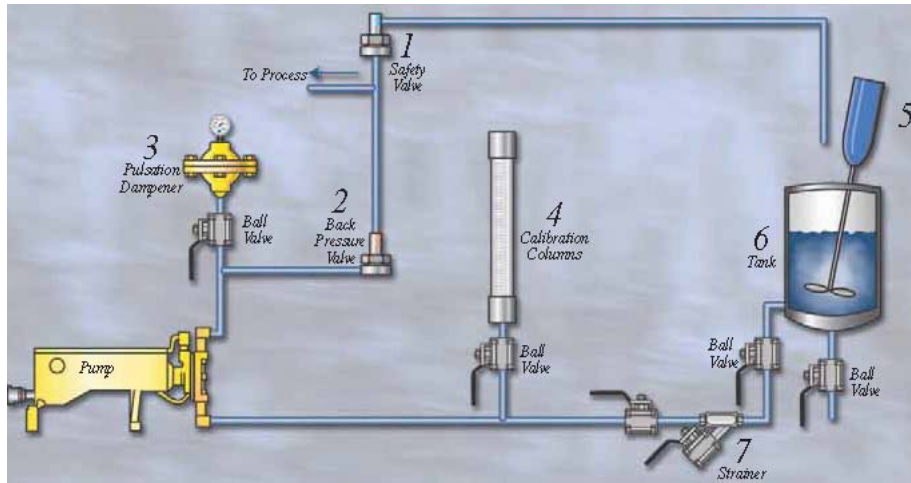
۴-۷-۴ صافی ها

شیرهای یکطرفه پمپ های مترینگ باید از ورود ذرات و خرده ریزها توسط نصب صافی، محافظت شود. وقتی اسید سولفوریک غلیظ پمپاژ می کنید، تله

¹³ Pulsation Dampeners

لجن^۱ می بایست استفاده شود تا ذرات آلوده را به دام اندازد و محلول تمیز تحویل دهد.

در شکل زیر شماتیک نصب یک سیستم دوزینگ پمپ نشان داده شده است.



شکل ۴-۲۲ شماتیک یک سیستم دوزینگ پمپ

^۱ Sludge trap