

پمپ های دیافراگمی با محرک هوا

همه انواع پمپ های دیافراگمی بدون آبیند و خود مکش هستند و در دامنه مجاز فشار و دبی خود، فشار و نرخ جریان متغیری دارند. پمپ های دیافراگمی با محرک هوا قابلیت کارکرد خشک را دارند و مسیر جریان خروجی آنها می تواند بسته باشد.

متداول ترین نوع این پمپ ها، پمپ هایی با دیافراگم دوکاناله می باشد. این پمپ ها دو محفظه دیافراگمی و دو دیافراگم انعطاف پذیر دارند. یک میله رابط، دیافراگم ها را به هم متصل می کند و دیافراگم ها در قسمت لبه بیرونی مقید می شوند. دیافراگم های متصل شده به محور همزمان در یک جهت خطی حرکت می کنند. هوای فشرده شده که به قسمت پشت دیافراگم سمت چپ رانده می شود، دیافراگم ها را به سمت چپ حرکت می دهد در حالیکه هوای پشت دیافراگم سمت راست به اتمسفر تخلیه می شود. بعد از کامل شدن یک ضربه، یک شیر توزیع، هوا را به پشت دیافراگم سمت راست می راند و هوای پشت دیافراگم سمت چپ تخلیه می شود. از ترکیب این حرکت پیوسته رفت و برگشتی، به همراه کارکرد مناسب شیرهای یک طرفه، جریان تناوبی سیال به سمت داخل و خارج هر محفظه پمپ ایجاد می شود و در نهایت کارکرد دو محفظه با هم جریان تقریباً پیوسته ای ایجاد می کند.

یک پمپ دیافراگمی با محرک هوا یک شیر توزیع هوا دارد که مسیر هوا را در پایان هر ضربه تغییر می دهد. شیر توزیع بطور متناوب هوای فشرده شده را به سمت یک دیافراگم منتقل می کند و هوای پشت دیافراگم دیگر را تخلیه می کند. موتورهای هوا اغلب برای کنترل حرکت رفت و برگشت پمپ از یک شیر دو مرحله ای استفاده می کنند، شکل (۱۱). شیر پایلوت در طی کل زمان ضربه پمپ حتی در صورت رخ دادن نوسانات فشار یک سیگنال فشار هوای پایلوت برای شیر توزیع در سیستم پمپاژ ایجاد می کند. شیر پایلوت به طور مستقیم به میله متصل کننده دیافراگم ها وصل نمی شود که باعث ایجاد یک باند مرده برای جلوگیری از تغییر مکان نادرست شیر توان درست بعد از انتهای هر ضربه می شود. دو نمای شکل (۱۱) موقعیت قطعات متحرک را درست قبل از اینکه شیر پایلوت توسط اتصال آن با واشر دیافراگم جا بجا شود، نشان می دهد. میله پایلوت با توجه به موقعیتش بطور متناوب انتهای بزرگ شیر هوا را تحت فشار قرار می دهد و تخلیه می کند. طرح های دیگر هر دو انتهای شیر توزیع را تحت فشار قرار داده و تخلیه می کنند.

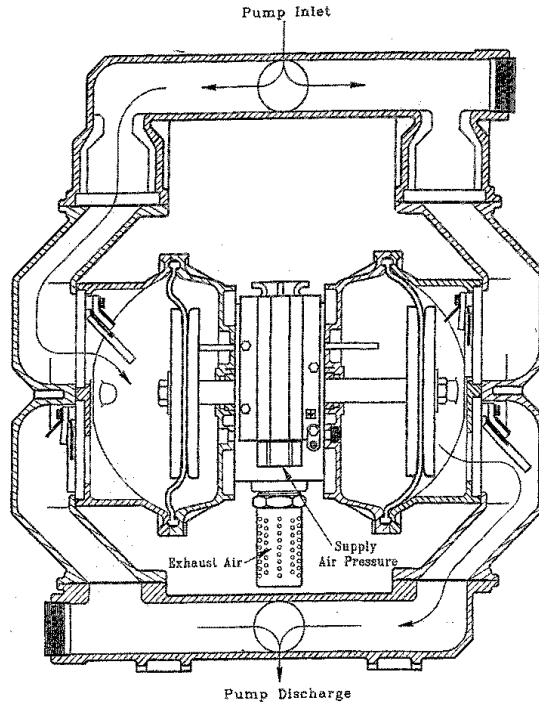
دو نوع متداول شیرهای یک طرفه که در پمپ های دیافراگمی استفاده می شوند، شیرهای زبانه ای و شیرهای توپی می باشند. پمپ هایی با شیر زبانه ای شکل (۹) و شکل (۱۰) می توانند جامداتی به اندازه تیله را از خود عبور دهند. در این پمپ ها، تخلیه از پایین محفظه دیافراگم است و پمپ برای پمپاژ جامداتی در محلول های سوسپانسیونی که تمایلی به ته نشینی دارند و مخصوصاً زمانی که نرخ جریان کم است یا کاهش می یابد یا پمپ خاموش می شود، مناسب می باشد. خروجی در پایین اجازه می دهد که اجسام خارجی و مواد جامد به آسانی به خارج محفظه پمپ هدایت شوند.

پمپ های دیافراگمی دو گانه با شیرهای توپی، مورد پسند ترین نوع این پمپ ها هستند، شکل (۱۲). این پمپ ها دارای ورودی در پایین محفظه دیافراگم و خروجی در بالای محفظه می باشند. خروجی در بالا هوا یا بخارات را به آسانی از محفظه خارج می کند. هوا یا بخارات محبوس در پمپ هایی که خروجی آنها در پایین است می تواند جا بجایی حجمی پمپ ها را کاهش دهد زیرا بجای اینکه مایع جا بجا شود، هوا یا بخار بطور متناوب منبسط و منقبض می شوند. این پدیده در کاربردهایی با دبی پایین که فشار نسبتا بالا دارند و سیال ویسکوزیته است، یک مشکل می باشد. در کاربردهایی با دبی جریان بیشتر، اغتشاش کافی وجود دارد و هوا یا بخارات با سیال پمپ شونده مخلوط می شوند و محفظه پمپاژ از هوا یا بخارات تخلیه می شود.

منحنی های عملکرد یک پمپ دیافراگمی متداول دو اینچ با محرک هوا و دیافراگم دو گانه شبیه به انواع دیگر پمپ می باشد اما به جای منحنی توان مصرفی دارای منحنی مصرف هوا است. با ثابت بودن فشار هوای فشرده، منحنی هد-دبی مانند پمپ های گریز از مرکز دارای شیب به سمت پایین می باشد.

موارد زیر، مشخصه های قابل توجه پمپ های دیافراگمی با محرک هوا هستند:

- در حالت خروجی بسته، مصرف توان وجود ندارد. مصرف هوا تقریبا متناسب با نرخ جریان است. در دبی جریان صفر هوا صفر است و در دبی جریان حداکثر، مصرف هوا نیز حداکثر می باشد. به دلیل همین خصوصیت پمپ های دیافراگمی می توانند در کاربردهایی که لازم است دبی جریان در محدوده ای وسیع یعنی از صفر تا مقادیر حداکثر تغییر کند، استفاده می شوند.
- فشار تخلیه پمپ در یک ظرفیت و فشار هوای مشخص صرف نظر از وزن مخصوص سیال پمپ شونده، ثابت باقی می ماند. هد تخلیه با وزن مخصوص سیال تغییر می کند، زیرا فشار و نه هد توسط فشار هوا تامین و نگهداشته می شوند. در پمپ های گریز از مرکز، فشار خروجی بطور مستقیم متناسب با وزن مخصوص سیال پمپ شونده است در حالیکه هد در یک نقطه مشخص روی منحنی ثابت است. در این پمپ ها فشار هوای فشرده، نرخ جریان پمپ، و NPSH فشار خروجی را تعیین می کنند و نه هد که مشخصه پمپ های گریز از مرکزی است که در سرعت ثابت کار می کنند.
- مقادیر NPSH مورد نیاز برای یک پمپ دیافراگمی با محرک هوا با همان روشی که برای سایر پمپ های رفت و برگشتی انجام می شود، تعریف می شود. معیار تعیین NPSH، افت قابل اندازه گیری راندمان (عموما ۳ درصد) در سرعت ثابت یا دبی جریان ثابت می باشد.



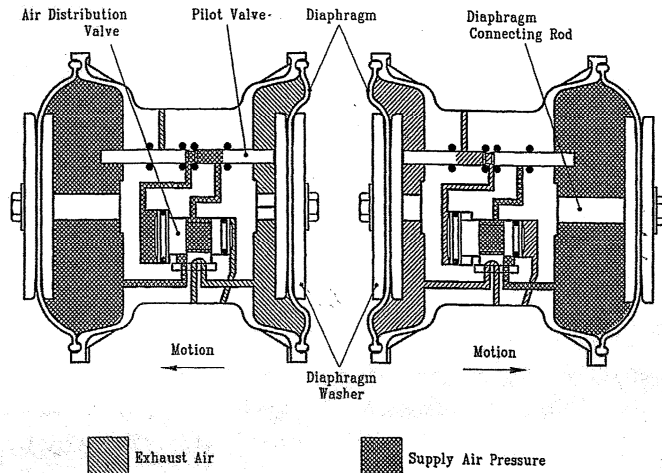
شکل ۹ مقطع یک پمپ دیافراگمی با دیافراگم دوگانه و با شیر یکطرفه زبانه ای (تولید شرکت اینگرسولرند)

جنس مواد پمپ های دیافراگمی با محرک هوا

شیرهای یکطرفه پمپ های دیافراگمی سه نوع هستند: زبانه ای، توپی و سوپاپی، شکل (۱۵). شیرهای زبانه ای ترجیحا در شرایط جریان اصلی و بطور عمودی آویزان می شوند. مزیت اصلی آنها قابلیت عبور ذرات جامد بزرگ داخل سیال است. شیرهای زبانه ای با مفصلهای الاستومری کاربرد گسترده ای دارند. شیرهای توپی جریان را بطور عمودی از خود عبور می دهند. شیرهای سوپاپی معمولا توسط میله ای با فنر بارگذاری می شوند. شیر سوپاپی نسبت به نصب افقی و عمودی حساس نیست و در هر جهتی می تواند نصب شود. با توجه به اینکه بسیاری از پمپ های دیافراگمی برای پمپاژ اسلاری های ساینده استفاده می شوند، معمولا شیرآلات آنها سطوح الاستومری یا توپی های الاستومری دارند. گاهی شیرهای یکطرفه توپی بزرگ دارای هسته ای فلزی هستند که توسط یک لایه ضخیم لاستیک مصنوعی ترکیبی پوشانده شده است. همچنین ممکن است از لاستیک جامد، الاستومر ترموپلاستیک یا تفلون ساخته شوند.



شکل ۱۰ پمپ دیافراگمی با دیافراگم دوگانه و با شیر یکطرفه زبانه ای (تولید شرکت اینگر سولرند)

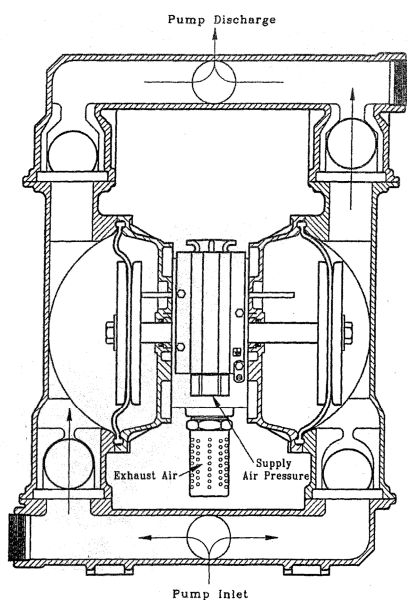


شکل ۱۱ مقطع موتور محرک یک پمپ دیافراگمی با دیافراگم دوگانه

دیافراگم ها عموماً از لاستیک مصنوعی مسلح با الیاف، الاستومری های ترموپلاستیک، یا PTFE ساخته می شوند. اکثر انواع لاستیک مصنوعی در ساخت دیافراگم استفاده می شوند: نئوپرن، بونا-ان، EPR، ویترون، الاستومرهای ترموپلاستیک مانند هیتل و سانتوپرن و تفلون. با ترکیبات مختلفی از جنس های پمپ و دیافراگم می توان پمپاژ محدوده وسیعی از سیالات مختلف را پوشش داد. از

دیافراگم هایی از جنس تفلون، و یا تفلون بعنوان پوششی برای دیافراگم های متداول برای برخی از حلال ها و اسیدها و آلکالین ها خورنده، استفاده می شود. دیافراگم ها در پمپ هایی با محرک هوا بطور موثری متوازن می شوند و بعنوان یک غشا که سیال را از هوا جدا می کند، عمل می کنند. تنها عدم بالانس در خلال مرحله مکش یک دیافراگم در مرحله ای که توسط محور متصل شده به دیافراگم دیگر کشیده می شود، رخ می دهد. اگر ارتفاع بالابری مکش حداقل باشد، عدم بالانس می تواند ناچیز باشد.

جنس محفظه پمپ می تواند از چدن، آلومینیوم، فولاد زنگ نزن، کاربوتر ۲۰، هاستلوی C، و پلاستیک های مسلح شده با الیاف شیشه و فلز باشد.



شکل ۱۲ مقطع یک پمپ دیافراگمی با دیافراگم دوگانه و محرک هوا با شیر یک طرفه توپی

کاربرد پمپ های دیافراگمی با محرک هوا

کلیات: پمپ های دیافراگمی برای انتقال اسلاری های ساینده ایده آل هستند زیرا:

- ۱- سرعت مایع در داخل محفظه پمپاژ و شیر یکطرفه از سرعت جریان در خط انتقال بیشتر نمی شود.
- ۲- سایش و شکستگی ناشی از اسلاری کمترین مقدار را دارد.

در این پمپ ها قطعات لغزنده روی هم و با فاصله کم و قطعات سایشی وجود ندارد و سرعت ها کم است، بنابراین می توان از این پمپ ها برای انتقال مایعاتی با ویسکوزیته تا ۵۰,۰۰۰ سانتی استوک

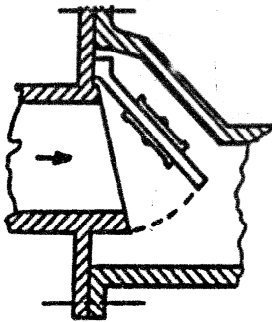
استفاده کرد. به دلیل اینکه در این پمپ ها اغتشاش و آمیختگی کمترین مقدار را دارد این پمپ ها برای انتقال مایعات حساس در برابر برش مانند لاتکس نیز ایده آل هستند.

پمپاژ پودرهای خشک

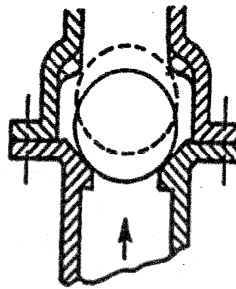
پمپ های دیافراگمی هوا را نیز مانند مایعات می توانند پمپ کنند، بنابراین برای پمپ کردن پودرهای خشک بطور موفقیت آمیزی استفاده می شوند. هوا در ترکیب بعنوان محیط سیال حامل پودر عمل می کند و پمپ های شامل ذرات محلول جامد را جابجا می کند. گاهی برای کم کردن وزن مخصوص ظاهری و معلق کردن پودر، تزریق هوا به پودر ضروری است.

کنترل های پمپ

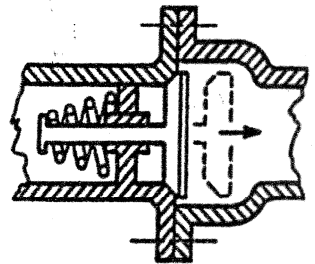
با یک تنظیم کننده فشار هوا در خط تامین هوای فشرده می توان فشار پمپ را کنترل کرد و با یک شیر در خط هوا می توان دبی پمپاژ را تنظیم کرد. بنابراین، فشار و ظرفیت به آسانی تنظیم می شوند. اگرچه پمپ های دیافراگمی با محرک هوا پمپ های جابجایی هستند ولی جابجایی مثبت نیستند. حداکثر فشار پمپاژ به فشار هوایی که توان پمپ را تامین می کند، نمی رسد. جدول (۱) مقایسه انواع مختلف پمپ های دیافراگمی را نشان می دهد.



FLAP



BALL



POPPET

شکل ۱۵ سه نوع شیر یک طرفه اصلی

Feature	Electro-Magnetically Driven	Mechanically Driven	Hydraulically Driven	Air-Operated
Can run dry:	Yes	Yes	Yes	Yes
Self-priming:	Yes	Yes	Yes	Yes
Discharge can be shutoff without damage:	Yes	No	Yes	Yes
Relief valve required:	No	Yes	Integral to pump	No
Flow controlled by:	Motor speed or stroke-length adjustment	Motor speed or stroke-length adjustment	Motor speed or stroke-length adjustment	Motor speed or discharge valve

جدول ۱ کنترل پمپ های دیافراگمی

مایعات قابل پمپاژ و کاربردها

پمپ های دیافراگمی با محرک هوا مایعات متعددی را می توانند جابجا کنند. با این وجود هنوز مواردی مانند سازگاری مواد محفظه پمپ، شیر و دیافراگم ها محدودیت اصلی به کارگیری این نوع از پمپ ها می باشد. این پمپ ها می توانند مایعات و اسلاری های زیر را جابجا کنند:

اسلاری سرامیک، رنگ، گروت سیمان، مواد شیمیایی، چسب، رزینها، محصولات نفتی، گل حفاری، کنسانتره سنگ های معدنی، جوهر چاپگرها، فاضلاب، لاتکس، روغن سوخته، پوششهای آسفالتی، آبهای هرز، فاضلاب رادیواکتیو، خمیر چینی، پسماندهای معدنی، حلال های فرار، مبردها، وارنیش، اسیدها، پوششها، مواد منفجره، اسلاری های آهکی، خمیر مایه ها و شکلات.

از دیگر کاربردهای این نوع پمپ ها، پرکردن و تخلیه تانکها و مخازن، فیلتراسیون سیالات، اسپری کردن رنگ، کاربردهای چسبنده، اختلاط فرایندها، برشهای نفتی، خنک کننده ماشین، روانکارها، پمپاژ لجن، تخلیه آب و تصفیه فاضلاب است.

محدودیت های پمپ دیافراگمی با محرک هوا

- این پمپ ها برای دبی های بالاتر از ۳۰۰ gpm قابل استفاده نیستند.
- این پمپ ها برای کار با فشار هوای بالاتر از ۱۲۵ lb/in² (۸/۶ bar) ساخته نمی شوند.
- اگرچه، بعضی از انواع می توانند فشار را به نسبت ۱:۲ یا ۱:۳ افزایش دهند.
- تشکیل یخ داخل موتور هوا امکان پذیر است اما این پدیده با طراحی و کاربرد مناسب می تواند به حداقل برسد.
- دیافراگم ها عمر محدودی دارند. سیالات ساینده و با دمای بالا می توانند عمر دیافراگم را کم کنند، اما مواد مختلفی برای دیافراگم مانند تفلون و الاستومرهای ترموپلاستیک مختلف قابل انتخاب هستند.

مزایای پمپ های دیافراگمی با محرک هوا

- خود مکش و با استارت خشک هستند.
- امکان تغییر دبی جریان و فشار را در دامنه کاری ظرفیت-فشار تولیدی خود دارند.
- نشت بندهای دینامیکی و نوارهای نشت بندی ندارند.
- قابلیت کارکرد خشک بطور پیوسته را دارند.
- قابلیت کارکرد در دبی صفر (قطع جریان) را بصورت پیوسته دارند.
- در حالت هد مرده، هوایی مصرف نمی کنند. پمپ های با محرک الکتریکی بخش زیادی از توان نامی خود را در حالت عدم وجود جریان مصرف می کنند.
- برای استفاده در محیطهای خطرناک مناسب هستند (هیچگونه توان الکتریکی نیاز ندارند).
- توان مصرفی متناسب با نرخ جریان افزایش می یابد و تغییر می کند.
- در محیط های بسته بدون تولید هیچگونه حرارتی کار می کنند.
- اسلاری های ساینده و محلول های سوسپانسیون جامد را منتقل می کنند.
- سیالاتی با ویسکوزیته تا ۱۱,۰۰۰ سانتی استوک را جابجا می کنند.
- در انتقال سیالات حساس در برابر برش حداقل کاهش در ویسکوزیته رخ می دهد.
- پودرهای خشک مخلوط با هوا را پمپ می کنند.
- هیچگونه قطعات لغزنده یا گردنده در تماس با سیال وجود ندارد.
- برخلاف سایر پمپ های جابجایی به هیچگونه مسیر کنار گذری نیاز ندارند.
- چنانچه مناسب نگهداری شوند، نشت آنها صفر است.
- تعمیرات و نگهداری آنها آسان می باشد.
- شاسی و کوپلینگ ندارند.
- برای انتقال برخی محلول های خورنده شیمیایی مناسب می باشند.
- محدوده وسیعی از سیالات را می توانند منتقل کنند.