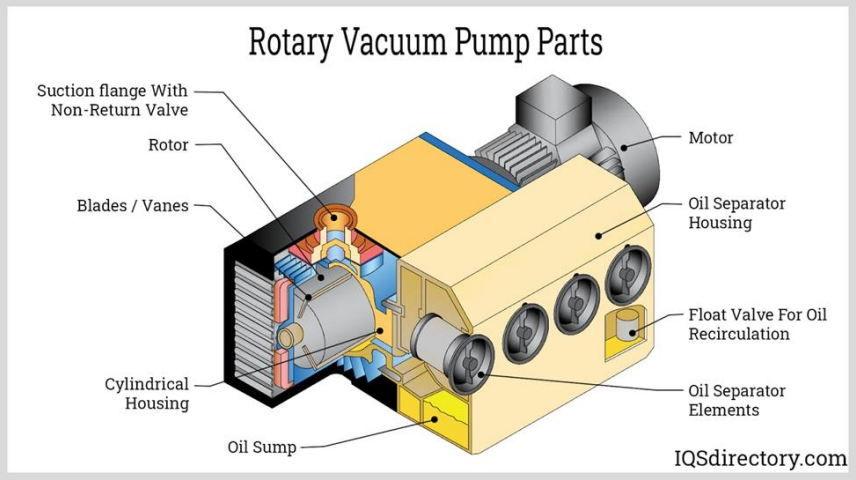
پمپ های خلاء پره چرخشی

مقدمه

این مقاله به پمپ های خلاء پره چرخشی نگاه عمیقی دارد.

این مقاله جزئیات بیشتری درباره موضوعات زیر ارائه می‌دهد:

* قاعده کلی پمپ های خلاء پره چرخشی
* انواع پمپ های خلاء پره چرخشی
* کاربردها و مزایای پمپ های خلاء پره چرخشی
* و موارد بیشتر...

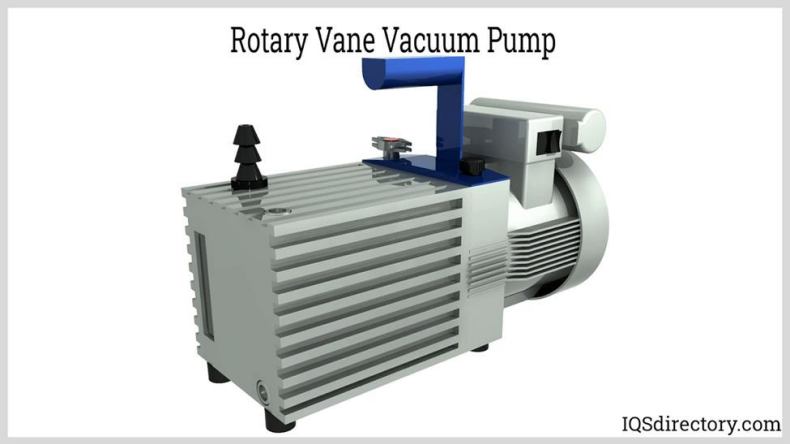


بخش ۱: قاعده کلی پمپ های خلاء پره چرخشی چیست؟

این بخش قاعده کلی پمپ‌های خلاء چرخشی را پوشش می‌دهد، از جمله ویژگی‌های طراحی و اصول به‌کارگیری آن‌ها.

پمپ خلاء پره چرخشی چیست؟

پمپ‌های خلاء پره چرخشی با چرخاندن اجزای داخلی دربرابر محفظه پمپ، سطح کم فشار ایجاد می‌کنند. روتور(دواره) و سطوح محفظه با فاصله بسیارکم مهندسی شده و اغلب با موادی که خودبه‌خود روغن‌کاری می‌شوند یا کم اصطکاک مانند گرافیت، PEEK (پلی‌اِترکتون) یا PTFE (پلی ترا فلوئورواتیلن) روکش می شوند.



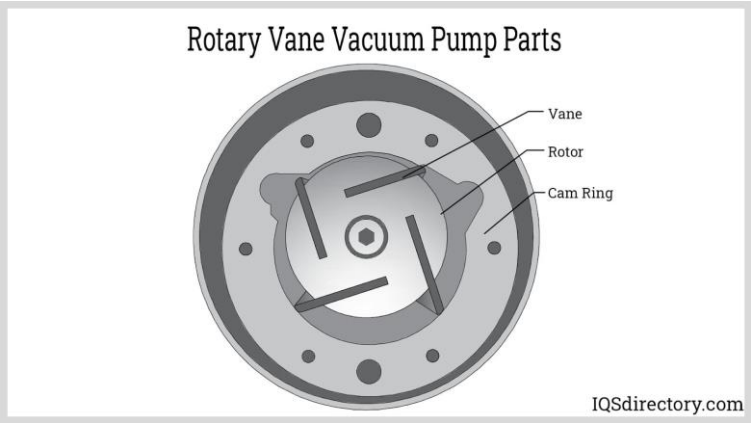
فاصله‌ی بسیارکم بین روتور و محفظه در پمپ‌های خلاء پره چرخشی، نشت مایع به سمت فشار پایین را به حداقل می‌رساند. این پمپ‌ها درمقایسه با پمپ‌های متقابل جریان سازگارتری را با ضربان کمتری فراهم می‌کنند. با این‌حال، آن‌ها برای جابجایی مایعات با آلاینده‌های ساینده(پاک‌کننده) ایده‌آل نیستند، زیرا چنین موادی می‌توانند فاصله‌های باریک را از بین ببرند. پمپ‌های خلاء پره چرخشی براساس طراحی روتور طبقه بندی می‌شوند.

از رایج ترین انواع پمپ‌های خلاء جابجایی مثبت، پمپ خلاء پره چرخشی می‌باشد. این پمپ دارای پره هایی است که پرتووار دریک روتور مدور قرار می‌گیرند. روتور به صورت خارج ازمرکز درداخل محفظه استاتور قرارگرفته و باعث ایجاد ضربه پمپ می‌شود. همانطورکه روتور می‌چرخد، حفره‌های جداشده توسط پره‌ها به تدریج درنزدیکی انتهای تخلیه کوچک‌تر می‌شوند. پره‌ها که به‌دلیل نیروی گریزازمرکز به صورت پرتویی حرکت می‌کنند، به محفظه فشار می‌آورند. هنگامی‌که روتور ثابت است، یک فنر پره‌ها را درموقعیت خود نگه می‌دارد.

طراحی پمپ‌های خلاء پره چرخشی

پمپ های خلاء پره چرخشی در دسته پمپ های جابجایی مثبت قرار می‌گیرند. آنها با تخلیه مداوم حفره‌ها، بدون نیاز به انبساط بی نهایت، خلاء ایجاد می‌کنند. این امر با احاطه، تخلیه و سپس انبساط مجدد یکی از بخش های

پمپ حاصل می‌شود. علاوه براین، پمپ های پره چرخشی را می‌توان به عنوان پمپ‌های خشک یا پمپ های روغن-بند طراحی کرد. پمپ‌های خشک، به طورخاصی، بدون استفاده از هیچ مایعی کار می‌کنند.

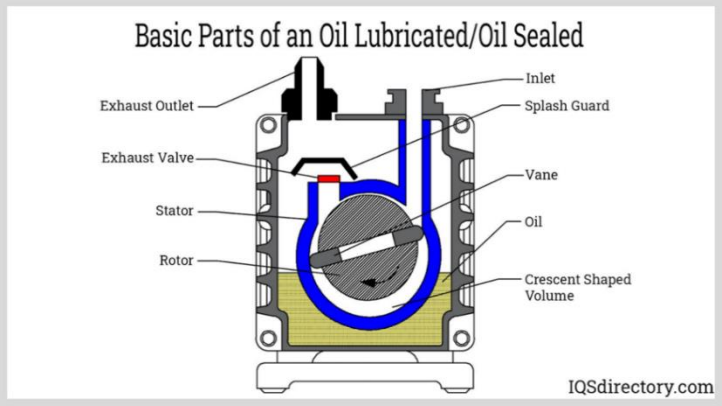


پمپ‌های مرطوب از یک مایع برای آب‌بندی و روغن‌کاری استفاده می‌کنند، درحالی‌که پمپ‌های خشک برای ایجاد خلاء به ابعاد داخلی دقیق متکی هستند. پمپ‌های روغن-بند نوع خاصی از پمپ‌های مرطوب هستند که از روغن برای آب بندی استفاده می‌کنند. علاوه براین، بسیاری از پمپ‌های خلاء پره چرخشی دارای مکانیزم محرک مستقیم هستند. علیرغم تنوع در طراحی، اندازه یا مدل، همه پمپ‌های خلاء پره چرخشی مجموعه‌ای از اجزای اصلی را به اشتراک می‌گذارند.

اگر چه اجزای خاص ممکن است بسته به طراحی و مدل پمپ متفاوت باشد، اما هردو پمپ روغن‌کاری شده‌اند و پمپ‌های خشک به طورکلی شامل اجزای مشترک زیر هستند.

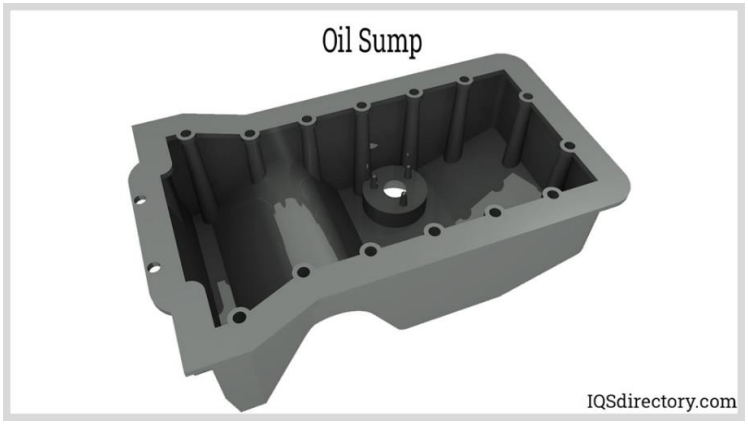
طراحی پمپ خلاء پره روغن کاری شده

روتور- روتور به‌طورمعمول با مس پیچیده می‌شود، درحالی‌که برخی از مدل‌های دیگر از روتوراستوانه‌ای یا "قفسی" ساخته شده از رساناهای جامد استفاده می‌کنند. روتور بدون توجه به طراحی، بخش چرخش این موتور الکتریکی است، اما برای چرخش نیاز به انرژی دارد. استاتور جزء ثابت چیدمان سیم‌پیچی است. این بخش، جریان الکتریکی را حمل کرده و اطراف سطوح داخلی محفظه موتور را می‌پوشاند. به همان‌اندازه که ترتیب رساناهای مسی ساده به نظر می‌رسد، مفاهیم فنی زیربنای این تکنیک کمی پیچیده تر است.



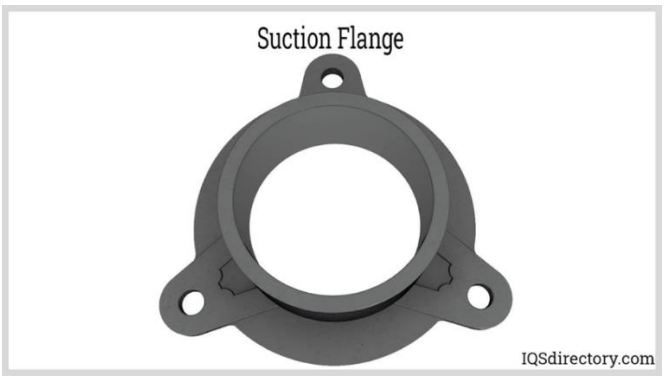
تیغه‌ها و پره‌ها- این اجزا تیغه‌های پهنی هستند که روی یک چرخ یا محور چرخان نصب می شوند. پره ها آب بندی محکمی را دربرابر دیواره های حفره پمپاژ تضمین می‌کنند و به طور موثری از جریان برگشت سیال در پمپ جلوگیری می‌کنند.

مخزن روغن - این مخزنی است که روغن موتور موردنیاز برای آب‌بندی درآن‌جا ذخیره می شود. یک پمپ روغن، روغن را از مخزن می‌کشد و آن را از طریق فیلتر روغن به کانال‌های مسدود روغن موتور می‌رساند. سپس روغن از طریق نقاط آب بندی به مخزن روغن برگردانده می‌شود.



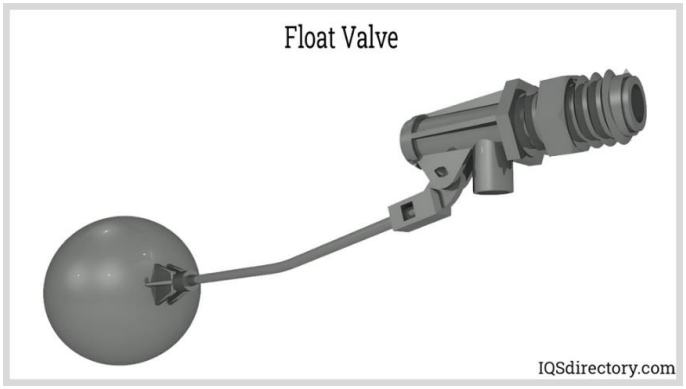
محفظه استوانه‌ای- معمولاً از آلومینیوم ریخته گری ساخته شده است، این پوسته بیرونی پمپ است که کمپرسور را در برمی‌گیرد.

فلنج(پیچ) مکش- فلنج مکش برای اتصال یک لوله مکش به یک مخزن هیدرولیک استفاده می‌شود. آن‌ها برای جلوگیری از نشت مایعات آب‌بندی ایجاد می‌کنند و از ورود آلاینده ها به مخزن جلوگیری می کنند. علاوه براین، فلنج‌های مکش بدون نیاز به تخلیه مخزن، دسترسی به عنصر مکش را امکان‌پذیر می‌سازند.



موتور- موتور الکتریکی دستگاهی است که انرژی الکتریکی (AC یا DC) را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند. بیشتر موتورهای الکتریکی نیرویی را به شکل گشتاوری تولید می‌کنند، که با تعامل بین ناحیه مغناطیسی موتور و جریان الکتریکی در یک سیم پیچ، محور موتور را بهره مند می سازند.

سوپاپ شناور - این قطعه تغییرات سطح روغن را تشخیص می‌دهد و به طورخودکار یک سوپاپ را باز یا بسته می کند تا سطح مناسب سیال حفظ شود.



عناصر و فیلترهای جداکننده روغن- این قطعات درقسمت خروجی پمپ خلاء قرار می‌گیرند. آن‌ها برای جذب غبار روغن تولید شده در طول فرآیند روغن‌کاری استفاده می شوند و اطمینان حاصل می‌کنند که روغن از گازهای خروجی جدا شده باشند.

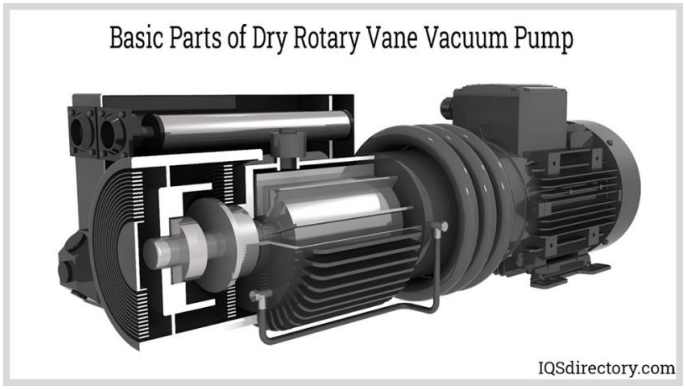


محفظه جداکننده روغن– این جزء، عناصر جداکننده روغن و مخزن روغن را احاطه کرده و این اطمینان را ایجاد می کند که روغن و عناصر جداکننده به درستی در آن قرار دارند.

روغن- سیالی که برای روغن‌کاری و آب‌بندی داخل پمپ استفاده می‌شود و برای عملکرد وکارایی آن بسیار مهم است.

طراحی پمپ خلاء پره چرخشی خشک

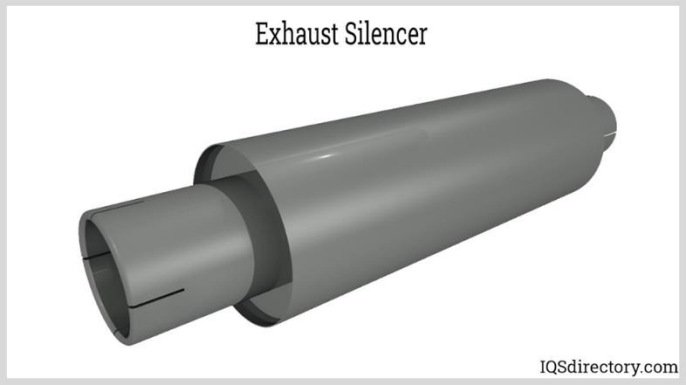
سوپاپ تنظیم فشار- این جزء، نوعی سوپاپ کنترلی است که برای کاهش فشار سیال یا گاز تا سطح مشخصی در خروجی آن طراحی شده است. به طورمعمول، این یک دریچه بازی است که در جلوی تجهیزاتی قرار می‌گیرد که حساس به تغییرات فشار هستند.



فن موتور- معمولاً به عنوان پروانه نام برده می‌شود، این قسمت دیسکی شکل به همراه پره‌ها باعث ایجاد مکش در سیستم خلاء می‌شود. به طورمستقیم بر روی محور موتور مکنده نصب می‌شود و باعث می‌شود که به سرعت بچرخد. نیروی گریز از مرکز تولید شده توسط هوای درحال چرخش درون فن، اثر مکش را ایجاد می‌کند.

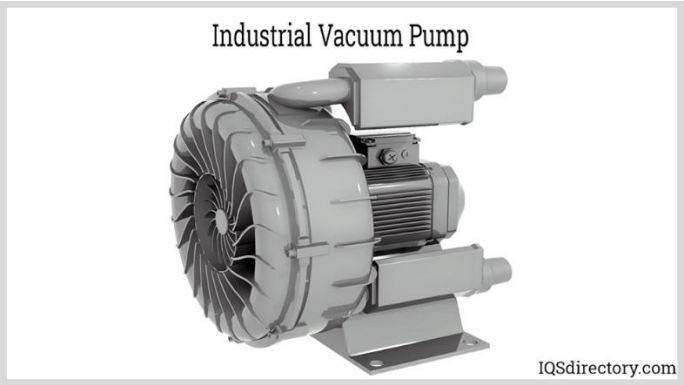


صداخفه‌کن اگزوز- ساخته شده از فولاد و پوشش داده شده با آلومینیوم برای محافظت در برابر دمای بالا، صداخفه‌کن‌های اگزوز که به عنوان صداخفه‌کن نیز شناخته می‌شوند، در درجه اول برای کاهش صدای تولید شده توسط پمپ خلاء کار می‌کنند.



پمپ های خلاء

پمپ‌های خلاء پره چرخشی نوعی از پمپ خلاء هستند. پمپ خلاء یک قطعه از ماشین آلاتی است که امکان دارد با مکش مولکول‌های گاز خارج از یک حفره آب‌بندی شده، خلاء جزئی یا محیطی کم فشار ایجاد کند. خلاء وضعیتی نسبی است که در آن فشار حفره کمتر از اتمسفر یا سیستم های اطراف است. این تمایز از خلاء مطلق است که فشار آن 0Pa مطلق است و کاملاً فاقد مولکول‌های گاز است.



سطوح خلاء به طورگسترده‌ای متفاوت است، از خلاء کم با فشارمطلق بین ۱تا ۰.۰۳ بار تا خلاء بسیار بالا با فشار کمتراز یک میلیاردم پاسکال. کاربردهایی مانند جاروبرقی، گیره‌های جاروبرقی، لامپ‌های رشته‌ای، آبگرمکن‌های خلاء، شن‌شویی، رنگ‌آمیزی و تهویه با فشار منفی معمولاً از خلاء کم و متوسط استفاده می‌کنند. سیستم‌های خلاء بالا درمحیط‌های آزمایشگاهی تخصصی مانند راکتورهای ذرات و شتاب‌دهنده‌ها استفاده می‌شوند.

ژنراتورهای خلاء جزئی در دو نوع اصلی وجود دارند: انتقال‌گاز و به دام انداختن. پمپ های انتقال گاز با استفاده از انتقال حرکت یا جابجایی مثبت، گازها را از طریق روش های مکانیکی حذف می کنند. پمپ‌های جابجایی مثبت از حفره‌هایی استفاده می‌کنند که منبسط و منقبض می‌شوند تا گازها را بکشند و خارج کنند و سوپاپ‌های کنترل و غیربرگشتی رابا هم یکی‌کنند.

درمقابل، پمپ‌های انتقال شتاب حرکت، گازها را برای ایجاد یک ناحیه کم فشار شتاب می‌دهند. پمپ‌های به دام انداختن مولکول‌های گاز را از طریق روش‌هایی مانند تصعید، تراکم، یونیزاسیون یا جذب، تسخیر می‌کنند.

فاصله های باریک در پمپ های خلاء به جلوگیری از نشت مایع به سمت بخش کم فشار کمک می‌کند. پمپ‌های خلاء چرخشی به دلیل ارسال پالس کمتر، جریان پیوسته‌تری نسبت به پمپ‌های رفت وبرگشتی دارند. با این حال، آنها برای سیالات آلوده به مواد ساینده کمتر مناسب هستند، زیرا فاصله های بسیار کم بین محفظه و روتور ممکن است دچار فرسایش شوند. پمپ های خلاء چرخشی براساس طراحی روتورشان طبقه بندی می شوند.

پمپ خلاء پره چرخشی یک پمپ جابجایی مثبت است که به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرد. دارای پره‌های پرتویی در یک روتور دایره‌ای است که از محفظه استاتور منحرف می‌شود، این ویژگی به عنوان ضربه پمپ شناخته می شود. با چرخش روتور، محفظه های تقسیم شده توسط پره ها به تدریج به سمت تخلیه کوچکتر می‌شوند. پره ها عمدتاً به دلیل نیروی گریز از مرکز به صورت پرتویی حرکت می‌کنند و به محفظه فشار می آورند. هنگامی که روتور ثابت است، یک فنر پره ها را در موقعیت خود نگه می دارد یا به آنها انرژی می دهد.

مواد پمپ های خلاء پره چرخشی

پمپ‌های خلاء پره چرخشی می‌توانند از جنبه‌های متعددی متفاوت باشند، اما ترکیبات مواد آن‌ها نسبتاً استاندارد شده است. به طورمعمول، این پمپ هایی از چندین جزء ساخته شده‌اند از مواد مختلف تشکیل شده اند،که عبارتند از:

- **قطعات خارجی (بدنه و سر)** - معمولاً از چدن، چدن شکل‌پذیر، فولاد یا فولاد ضد زنگ ساخته می‌شوند.
- **چدن**- چدن دسته وسیعی از آلیاژهای آهنی است که بین ۱٪ تا ۳٪ سیلیکون و ۲٪ تا ۴٪ کربن را تشکیل می‌دهد و هسته آن تقریباً ۹۵٪ آهن برحسب وزن است. درحالی‌که چندین روش ریخته‌گری برای ساخت قطعات چدنی استفاده می‌شود، همه آنها از فرآیند اولیه یکسانی مانند گرم‌کردن، قالب‌گیری، خنک‌سازی و بیرون‌کشی پیروی می‌کنند.

این ویژگی‌های ریخته‌گری خوبی دارد و درمقادیر زیادی موجود است، بنابراین درمقیاس انبوه تولید می‌شود. ابزار موردنیاز برای فرآیند ریخته گری نسبتا ارزان هستند. از این رو این امر منجربه کاهش هزینه پمپ های خلاء می‌شود. می‌توان آن را به هرشکل و اندازه پیچیده‌ای بدون استفاده از عملیات براده برداری پرهزینه ساخت. چدن در مقایسه با فولاد ۳ تا ۵ برابر استحکام فشاری بیشتری دارد. براده برداری خوب در چدن خاکستری یک امتیاز است. ویژگی استهلاک یا ضدارتعاش برجسته آن باعث شده است که در پمپ های خلاء مفید باشد. چدن در برابر سایش و در برابر تغییر شکل بادوام و مقاوم است.

- **چدن قابل انبساط**- که به نام چدن داکتیل یا چدن گره‌دار نیز شناخته می‌شود، نوعی چدن غنی از گرافیت است. درحالی‌که بیشتر انواع چدن از نظر کششی ضعیف و شکننده هستند، چدن داکتیل به دلیل افزودن گرافیت گره‌دار، مقاومت بسیار بیشتری در برابر ضربه و خستگی دارد.

چدن داکتیل ممکن است به آسانی ریخته‌گری و براده‌برداری شود. نسبت استحکام به وزن آن بسیار عالی است. چدن داکتیل بسیار ارزانتر از فولاد است. چدن داکتیل ترکیبی استثنایی از تولید ارزان، دوام و قابلیت اطمینان را به طراح می بخشد.

- **فولاد** - فولاد آلیاژی فلزی است که از آهن، کربن و سایر عناصر تشکیل شده است. این عناصر عبارتند از مولیبدن، تنگستن، کروم، نیکل، سیلیسیم منگنز و غیره. فولاد تا هم اکنون مهمترین فلز مهندسی است. دارای استحکام کششی بالا با هزینه مناسب است که آن را به گزینه ای عالی برای ساخت پمپ خلاء تبدیل می کند.

فولاد احتمالاً محبوب‌ترین ماده دربین تولیدکنندگان به دلیل دوام آن است. فولادی که به درستی فرآوری و آبکاری شده باشد، پوسیدگی، خمیدگی، شکاف، ترک خوردن یا آتش گرفتن نخواهد داشت. در هر کجا و هر زمان که ازآن استفاده شود، یکپارچگی ساختاری، مقاومت دربرابرآب و هوا و استحکام طولانی مدت را به ارمغان می‌آورد.

انعطاف پذیری فولاد به همان اندازه مهم است که پمپ خلاء به براده‌برداری، جوشکاری یا رنگ آمیزی نیاز داشته باشد. تنوع گسترده محصولات فولادی دردسترس نشان می‌دهدکه انعطاف پذیری طراحی آن بی حد وحصر است. پمپ های خلاء گواهی بر انعطاف پذیری آن هستند.

- **میله ها و پره ها**- معمولا از گرافیت کربن یا PEEK (کتون پلی اتر اتر) ساخته می شوند.
- **گرافیت کربن**- گرافیت کربن ماده‌ای است که برای جایگزینی و اجزای خاص مورداستفاده قرار می‌گیرد. زیرا قابلیت های دمای بالا، مقاومت در برابر سایش، کیفیت روغن‌کاری خودبه‌خودو قابلیت استفاده با مواد خورنده را درصورت آماده سازی مناسب ارائه می دهد.

دستگاه های گرافیت کربن معمولا از دو ماده تشکیل شده‌اند: پودر و اتصال‌دهنده. گرافیت طبیعی یا مصنوعی، کربن سیاه، ذغال سیاه، یا انواع دیگر کربن برای تولید پودر استفاده می‌شود. قطران زغال‌سنگ یک ماده‌ی محبوب در ترکیبات گرافیت کربن است.

گرافیت کربنی و قطعات گرافیتی خودبه خود روغن‌کاری می‌شوند و درحین استفاده گیرنمی‌کنند و زخم نمی‌شوند. علاوه براین، چون گرافیت کربن از نظر ابعادی جامد است، تغییرات دما باعث ایجاد خمیدگی درقسمت‌ها نمی‌شود. میله ها و پره ها غالباً از گرافیت کربن و قطعات گرافیت ساخته می شوند.

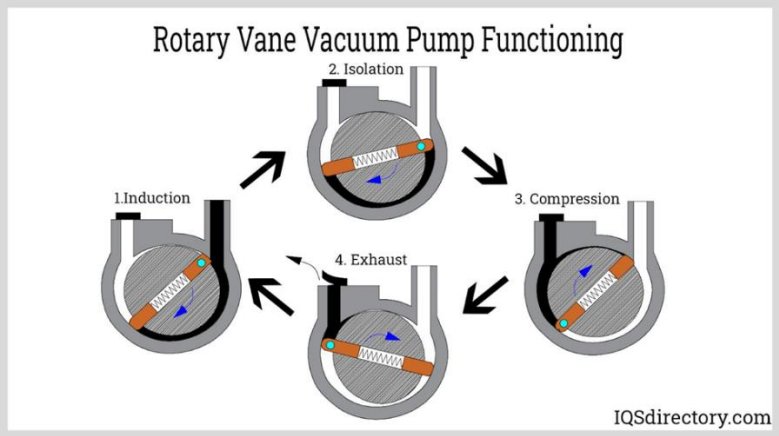
- **پلی اتری اترکتون (PEEK)**- یک ترموپلاستیک مهندسی نیمه بلوری با عملکرد خوب است. این ماده مات (خاکستری) سفت دارای ترکیبی منحصر به فرد از ویژگی‌های مکانیکی، مقاومت شیمیایی، سایش، خستگی و مقاومت دربرابرخزش و همچنین مقاومت فوق‌العاده‌ای دردمای بالاست که به ۲۶۰درجه سانتیگراد (۴۸۰درجه فارنهایت) می‌رسد. این پلیمر متعلق به خانواده پلی‌کتون‌های پلیمری است که پلی اتری اترکتون بیشترین استفاده و تولید انبوه را دارد.

پلی اتری اترکتون ویژگی‌های کششی عالی دارد. استحکام کششی ۲۹۰۰۰ psi ممکن است هنگام تقویت با الیاف کربن به دست آید، با ویژگی‌های برجسته در دمای ۲۹۹ درجه سانتی گراد حفظ شود. این پلیمر همچنین مقاومت خزش بالایی دارد. هنگامی‌که با کیفیت های خمشی و کششی جفت می‌شود، تعادل بسیارخوبی ازکیفیت‌ها را فراهم می‌کند که درآن مواد باید بارهای قوی را برای مدت زمان طولانی در دماهای بالا بدون تغییر شکل دائمی تحمل کنند.

مدول انعطاف‌پذیری آن در دماهای بسیار بالا را می‌توان با استفاده از تقویت‌کننده‌های شیشه یا کربن افزایش داد. (تقویت همچنین مقاومت دربرابرخزش و خستگی، رسانایی حرارتی پلیمر و دمای تغییرات گرما را بهبود می‌بخشد). دارای بلورینگی است که مقاومت زیادی دربرابر طیف وسیعی از مایعات و همچنین عملکرد خستگی بالایی ایجاد می‌کند.

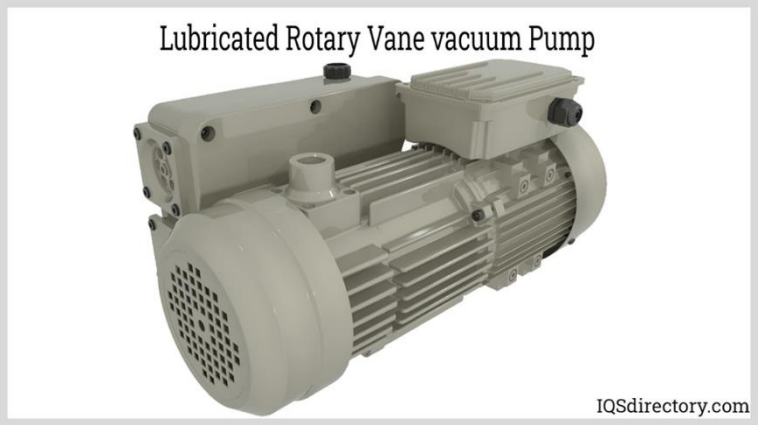
نحوه عملکرد پمپ خلاء پره چرخشی

در اینجا نحوه عملکرد پمپ‌های خلاء پره چرخشی آمده است:



پمپ خلا پره چرخشی روغن کاری شده

پمپ پره چرخشی براساس اصل افزایش فشار از طریق کاهش حجم عمل می‌کند. همانطورکه تیغه ها درداخل سیلندر می چرخند، یک لایه نازک روغن کمک می‌کند تا سایش به حداقل برسد. این روغن‌کاری توسط فشار دیفرانسیل درداخل محفظه، به کمک لوله های متصل حفظ می‌شود. روتور به صورت غیرعادی درداخل محفظه قرارمی‌گیرد و نیروی گریز ازمرکز تیغه ها را به دیواره محفظه فشار می‌دهد و سه حفره برای جذب هوا ایجاد می کند. هنگامی که حفره اولیه باز می‌شود، هوا از طریق فلنج مکش به داخل حفره کمپرسور کشیده می شود.



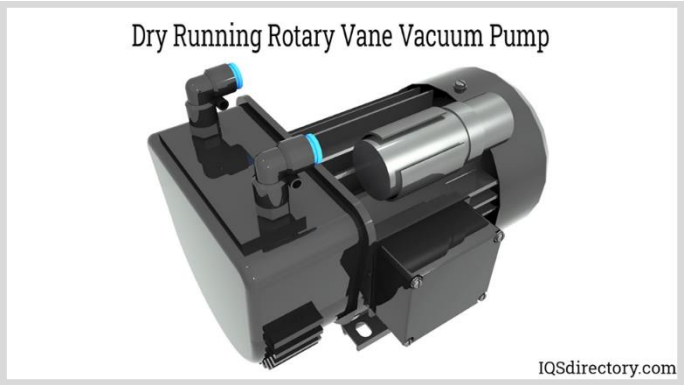
همانطورکه روتور به چرخش ادامه می‌دهد، پره بعدی حفره اول را می بندد و دومی را باز می‌کند. دراین مرحله تیغه ها به گونه‌ای قرار می‌گیرند که حجم هوا به حداکثر برسد. سپس مخلوط نفت و گاز با کاهش حجم فشرده شده و به محفظه جداکننده روغن هدایت می شود. برخی از طرح‌های پمپ شامل دریچه‌های خروجی هستند تا از برگشت هوا پس از رسیدن به حداکثر فشار یا خاموش شدن پمپ جلوگیری کنند. در محفظه جداکننده روغن، گاز و روغن طی یک فرآیند خاص از هم جدا می شوند.

سپس روغن به سمت مخزن روغن هدایت می شود. این فرآیند به طور موثر ۹۵ تا ۹۸ درصد روغن را از هوا حذف می‌کند. برای از بین بردن ذرات روغن باقیمانده، مخلوط گاز و روغن باقیمانده از فیلترهای ریز عبور داده می‌شود. سپس ذرات روغن فیلتر شده از طریق دریچه شناور به مدار روغن پمپ بازگردانده می‌شوند. درحال حاضر گاز تقریباً عاری از روغن است، می‌توان آن را از طریق خروجی هوا یا از طریق لوله ها یا شیلنگ ها خارج کرد.

پمپ خلاء پره چرخشی خشک

پمپ‌های خشک، مشابه پمپ‌های روغن‌کاری شده، براساس اصل افزایش فشار از طریق کاهش حجم کار می‌کنند. در این پمپ‌ها، پره‌های گرافیتی خشک با سیلندر محفظه تماس پیدا می‌کنند و یک لایه گرافیتی ایجاد می‌کنند که به محافظت پمپ در برابر سایش کمک می‌کند. مانند پمپ های روغن‌کاری شده، پمپ های خشک نیز باید

هوای فشرده را فیلتر کنند تا ذرات از بین بروند. علاوه بر این، هوا اغلب از طریق یک خنک کننده هدایت می شود تا دمای اگزوز کاهش یابد.



مشخصات پمپ های خلاء پره چرخشی

پمپ‌ها و سیستم‌های خلاء پره چرخشی با چندین مشخصات کلیدی تعریف می‌شوند. مهم‌ترین آنها خلاء عملیاتی نهایی و سرعت پمپاژ است.

خلاء عملیاتی نهایی(حداکثر)- این مشخصات کمترین فشاری را که پمپ خلاء می تواند به دست آورد، معمولاً دریک بازه زمانی معین، نشان می‌دهد. درک شرایطی که این فشار تحت آن محاسبه می‌شود برای خریداران مهم است، زیرا تولیدکنندگان ممکن است این رقم را براساس شرایط ایده‌آلی که ممکن است منعکس کننده زمینه‌های عملیاتی معمولی نباشد، مانند نادیده گرفتن حضور گازهای متراکم شونده مانند بخارآب، استناد کنند.

سرعت پمپاژ- این عبارت به سرعت تخلیه گاز از محفظه خلاء اشاره داردکه برحسب m3/s، ft3/min (cfm)، L/min یا gal/min (gpm) اندازه‌گیری می‌شود. سرعت پمپاژ نامی بالاترین سرعت قابل دستیابی درکل محدوده فشار پمپ را نشان می‌دهد و اغلب در دما و فشار استاندارد (STP) مشخص می شود. سرعت پمپاژ مورد نیاز باید با نیازهای برنامه مطابقت داشته باشد، که تحت تأثیر نرخ دفع سیستم، حجم محفظه و بارهای گاز فرآیندی است. پمپ‌های پره چرخشی معمولاً نرخ پمپاژی را از ۱تا ۶۵۰ cfm (فوت مکعب دردقیقه) ارائه می‌کنند.

توجه: سرعت واقعی پمپ ممکن است با سرعت پمپاژ نامی در محفظه دستگاه متفاوت باشد. پارامترهای عملکرد باید براساس شرایط مشابه با شرایطی که برای تعیین فشار نهایی استفاده می شود با الزامات کاربرد مقایسه شود.

پمپ‌های خلاء پره چرخشی معمولاً با جریان متناوب (AC) یا جریان مستقیم (DC) تغذیه می‌شوند.

برق متناوب متداول‌ترین منبع تغذیه برای پمپ ها و سیستم های خلاء پره چرخشی است. موتورهای AC تک فاز به طورگسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند و نسبت به موتورهای سه فاز AC قیمت کمتری دارند. با این حال، موتورهای تک فاز نیز کارایی کمتر(برای همان اسب بخار) و اندازه بزرگتری دارند.

منابع تغذیه DC از جریان DC باتری یا منبع تغذیه استفاده می کنند.

ملاحظات هنگام انتخاب پمپ های خلاء پره چرخشی

سرعت پمپاژ و سطح خلاء فاکتورهای مهمی هستند که برسایرجنبه‌های سیستم تأثیر می‌گذارند. در اینجا برخی از طبقه بندی‌های رایج و محدوده های معمول آنها آورده شده است:

- خلاء ناهموار: ۱۰۰۰ میلی بار تا ۱ میلی بار
- خلاء متوسط: ۱ میلی بار تا ۰/۰۰۱ میلی بار
- خلاء بالا: ۰,۰۰۱ تا ۰,۰۰۰۱ میلی بار
- خلاء فوق العاده بالا: ۰,۰۰۰۱ میلی بار تا ۱۰^-۱۲ میلی بار
- خلاء بسیار بالا: کمتر از ۱۰^۱۲ میلی بار

هنگام تعیین سرعت پمپاژ مناسب، دو عامل کلیدی وجود دارد که باید درنظرگرفته شوند:

- **قبل از شروع یک روش، پمپ را خاموش کنید**- این باید تا حد امکان کوتاه باشد تا در هزینه های تولید صرفه جویی شود.
- **جریان های فرآیند** - در حین استفاده از گازهای فرآیند، سرعت پمپاژ باید برای حفظ فشار مناسب کافی باشد.

برای دستیابی به زمان خاموشی پمپ و سطح خلاء مطلوب، ممکن است لازم باشد از ترکیبی از فناوری های مختلف پمپ خلاء استفاده شود.

پمپ های خلاء جلو در محدوده های خلاء متوسط و ناهموار عمل می کنند. آنها با فشرده سازی گازها و سپس رهاسازی آنها در جو عمل می کنند. کاربردهای معمول این پمپ ها شامل بسته بندی مواد غذایی، عملیات حرارتی و خشک کردن انجمادی است.

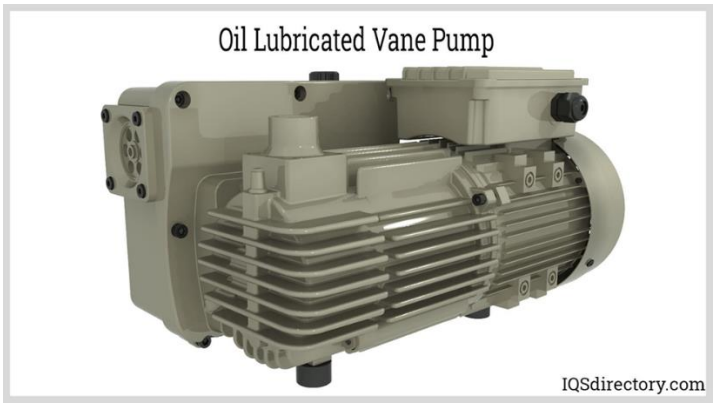
پمپ‌های خلاء بالا وفوق العاده بالا، مانند پمپ های انتشار و توربومولکولی، همراه با پمپ های خلاء جلویی استفاده می‌شوند و بر اصل انتقال مولکولی متکی هستند. این پمپ ها معمولاً در زمینه هایی مانند متالورژی، پوشش دهی و کارهای تحلیلی استفاده می شوند.

فصل دوم: انواع پمپ های خلاء پره چرخشی چیست؟

انواع پمپ های خلاء پره چرخشی عبارتند از:

پمپ پره چرخشی روغن کاری شده

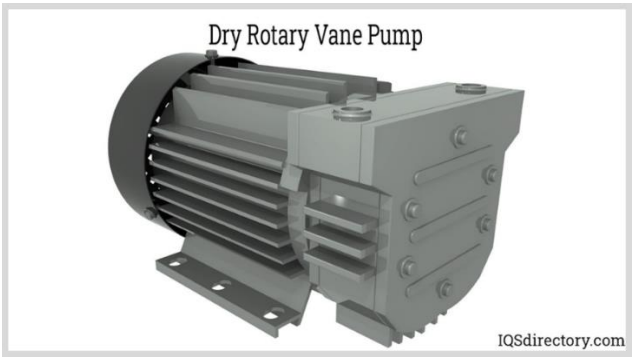
یک پمپ پره چرخشی روغن‌کاری شده استاندارد معمولاً یک واحد تک‌مرحله ای با یک سیستم گردش روغن حلقه بسته است. دارای طراحی بادوام وفشرده با طول عمر متوسط حدود ۵۰۰۰۰ ساعت است. روتور به صورت خارج از مرکزدرداخل سیلندر پمپ قرار می‌گیرد. با چرخش روتور، فضای بین بخش های روتور و پره، گاز ورودی را جذب می‌کند. این منجر به افزایش حجم سلول در سمت ورودی می‌شود و یک اثر خلاء ایجاد می کند.



با توجه به موقعیت خارج از مرکز روتور نسبت به محفظه پمپ، حجم بین پره‌ها، روتور و محفظه کاهش می‌یابد که باعث می‌شود روتور سریع‌تر بچرخد. با ادامه چرخش روتور، هوا فشرده شده و سپس از داخل جعبه اگزوز خارج می شود.

پمپ پره چرخشی خشک

این پمپ‌های خلاء از فناوری پره‌های چرخشی قابل‌اعتماد بهره می برند. آنها بدون نیاز به روغن‌کاری خارجی عمل می‌کنند، زیرا پره های روتور خودبه خود روغن‌کاری می‌شوند. فشرده سازی درطول یک عملیات کاملا خشک اتفاق می افتد.



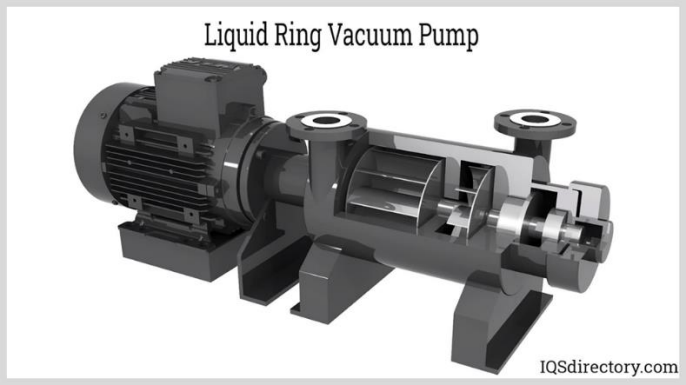
انتخاب مواد بهینه، پره ها یا تیغه های گرافیت تخصصی در محفظه تراکم، اتلاف موثر گرما و ساخت پیشرفته و دقیق، همگی به حفظ سطح خلاء در طول عملیات مداوم کمک می‌کنند.

هنگامی‌که پمپ خلاء خاموش است، یک دریچه بدون بازگشت اختیاری از ورود هوا به محفظه خلاء جلوگیری می کند. این دستگاه توسط یک موتور یکپارچه با راندمان بالاکار می‌کند.

این مدل کمپرسور با حداقل ضربان و بدون نیاز به روغن کاری کارمی‌کند. یک فن خنک کننده قوی به طور موثر گرما را هم از موتور و هم از پمپ دفع می کند.

پمپ حلقه مایع

پمپ حلقه مایع با استفاده از چرخش جابجایی مثبت کار می‌کند. درحالی‌که اغلب به عنوان پمپ خلاء استفاده می‌شود، می‌تواند به عنوان کمپرسور گاز نیز عمل‌کند. این روتور به روشی مشابه پمپ پره چرخشی عمل می‌کند، اما به جای پره های جداگانه، خود روتور دارای پره هایی است که یک حلقه مایع چرخان ایجاد می‌کند که فشرده‌سازی آب بندی حفره را تشکیل می‌دهد. از آنجایی‌که روتور تنها قسمت متحرک است، این پمپ ها حداقل اصطکاک را تجربه می‌کنند و اصطکاک لغزشی فقط در آب‌بندی محور رخ می‌دهد. پمپ‌های حلقه مایع معمولاً توسط موتورهای القایی به حرکت درمی‌آیند.



پمپ حلقه مایع، گاز را با چرخاندن یک پروانه پره به صورت غیرمرکز در داخل یک محفظه استوانه ای فشرده می‌کند. مایع، معمولاً آب، به پمپ وارد می شود و به دلیل نیروی گریز از مرکز، یک حلقه استوانه ای چرخشی در امتداد سطح داخلی بدنه ایجاد می‌کند. این حلقه مایع مجموعه‌ای از آب‌بندی را بین پره های پروانه تشکیل می‌دهد و حفره های متراکم را ایجاد می‌کند. تراز خارج ازمرکز محور هندسی پوشش و محور چرخش پروانه منجر به تغییرات چرخه‌ای درحجم درون پره‌ها و حلقه مایع می‌شود.

گاز، معمولاً هوا، از طریق دریچه ورودی درانتهای محفظه به داخل پمپ کشیده می‌شود. گاز درداخل محفظه های متراکم محبوس می شود که توسط پره های پروانه و حلقه مایع تشکیل شده است. همانطور که پروانه می چرخد، گاز را فشرده می‌کند، که سپس از طریق درگاه تخلیه درانتهای محفظه خارج می شود.

پس ازتخلیه، گاز فشرده حاوی مقدارکمی از مایع کار است که معمولاً با استفاده از جداکننده بخار- مایع جدا می‌شود.

تولید کنندگان و شرکت های برجسته پمپ خلاء پره چرخشی

- Vacuum Research Corporation
- Becker Pumps Corporation
- GlobalVac & Air
- Osaka Vacuum U.S.A., Inc.
- DEKKER Vacuum Technologies, Inc

فصل ۳: کاربردها و مزایای پمپ های خلاء پره چرخشی چیست؟

در این فصل کاربردها و مزایای پمپ‌های خلاء پره چرخشی بررسی می‌شود.

کاربرد پمپ های خلاء پره چرخشی

اگرچه پمپ‌های خلاء پره چرخشی طراحی ساده‌ای دارند، اما اغلب برای دستیابی به خلاء بسیار بالا ایده‌آل نیستند. با این حال، آنها به طورگسترده درکاربردهای مختلفی استفاده می‌شوند که درآن ایجاد خلاء یا محیط تخلیه ضروری است. این کاربردها عبارتند از میکروسکوپ الکترونی، تولید و توسعه الکترونیک مانند ابررساناها و ابزارهای تحلیلی خاص. چنین محیط‌هایی به پمپ‌های خلاء برای از بین بردن آلودگی‌های موجود در هوا نیاز دارند. علاوه براین، پمپ‌های خلاء پره چرخشی معمولاً درمحیط‌های مراقبت‌های بهداشتی برای ایجاد مکش درطی مراحل جراحی استفاده می‌شوند

کاربردهای پره های چرخشی روغن کاری شده

- فرآیندهای شیمیایی و دارویی- گاز زدایی، کریستالیزاسیون، خشک‌کردن، تقطیر، تبخیر، خنک‌سازی فوق‌العاده، جزبه‌جز کردن، اشباع، پوشش خلاء (تصعید) و فیلتراسیون خلاء

- مهندسی محیط‌زیست- سیستم‌های هوادهی، استخراج گرد و غبار و خشک‌کردن
- ماشین آلات فرآوری مواد غذایی- برش و ماشین‌های بطری و پرکن
- کاربردهای‌صنعتی- نگهداشتن خلاء، سیستم‌های استخراج گرد و غبار، سیستم‌های خشک‌کن و کوره‌های صنعتی
- صنعت بسته بندی- سیستم های خلا متمرکز و ماشین آلات بسته بندی
- انتقال هوایی
- صنعت نجاری- سیستم های استخراج گرد و غبار و نگه داشتن خلاء

کاربردهای پره های چرخشی خشک

- مهندسی محیط زیست – هوادهی
- کاربردهای صنعتی - بلندکردن و نگه داشتن و چیدن و مکان‌یابی
- صنعت بسته بندی - ماشین آلات بسته بندی
- صنعت چاپ - برنامه های کاربردی پس از چاپ و دستگاه های چاپ
- صنعت نجاری - نگه داشتن خلاء

مزایای پمپ های خلاء پره چرخشی

پمپ های خلاء حلقه مایع دارای مجموعه ای چرخان با پره هایی هستند که در یک محفظه استوانه ای به چرخش در می‌آیند. برخلاف پمپ‌های پره چرخشی، به آن‌ها «پمپ پره مایع» می‌گویند، زیرا از یک حلقه آب برای آب‌بندی استفاده می‌کنند. این حلقه مایع به فشرده سازی هوا و جلوگیری از ورود مجدد آن به فضای تخلیه شده کمک می‌کند. علاوه براین، هم پمپ های روغنی یا روغن‌کاری شده و هم پمپ های خلاء خشک از تیغه های چرخشی در عملکرد خود استفاده می‌کنند.

پمپ‌های خلاء پره چرخشی از رایج‌ترین انواع پمپ‌های خلاء هستند. در واقع، بسیاری از پمپ‌های خلاء از پره‌ها، تیغه‌ها، پره‌ها یا پروانه‌های چرخان برای انتقال گاز به داخل وخارج ازمحفظه استفاده می‌کنند. هر پمپ خلاء دارای این اجزا به عنوان پمپ خلاء چرخشی طبقه بندی می شود.

معایب پمپ های خلاء پره چرخشی

یکی از ایرادات پمپ های خلاء پره چرخشی، اتکای آنها به روغن با فشار بخارکم است. از آنجایی‌که پمپ برای کارکردن به روغن نیاز دارد، نیاز به نظارت منظم، پرکردن و تعویض دارد. این وابستگی می‌تواند منجر به آلودگی گازهای با فشار بخاربالا شود که ممکن است عملکرد را مختل کرده و به اجزای سازنده آسیب برساند.

برای کاهش این مشکل، نصب تله‌ها و فیلترها قبل از ورودی پمپ می‌تواند از ورود آلاینده‌ها به محفظه خلاء جلوگیری کرده و درنتیجه خطر آلودگی روغن را کاهش دهد.

علاوه براین، پمپ های پره چرخشی، غبار روغن و آب را از طریق اگزوز خود وارد محیط می‌کنند. با گذشت زمان، این می‌تواند محیطی پر از دود ایجاد کند که خطرات سلامتی را به همراه دارد و این پمپ ها را برای اتاق‌های تمیز، محیط های حساس، یا کاربری های داخلی نامناسب می کند.

اتصال فیلتر اگزوز یا حذف‌کننده غبار روغن به اگزوز پمپ می‌تواند انتشار غبار روغن را به میزان قابل‌توجهی کاهش دهد و تا ۹۵. ۹۹درصد کاهش یابد

تعمیر و نگهداری پمپ های خلاء پره چرخشی

تعمیر و نگهداری پمپ های خلاء پره چرخشی شامل موارد زیر است:

تعویض روغن

از آنجایی‌که پمپ های پره چرخشی مقدارقابل‌توجهی روغن مصرف می‌کنند، تعویض منظم روغن برای حفظ عملکرد پمپ ضروری است. به طورکلی توصیه می‌شودکه روغن را هرشش ماه یکبارتعویض کنید. با این حال، این فاصله ممکن است نیاز به تنظیم براساس استفاده پمپ و نوع گازهای فرآیندی داشته باشد. رنگ روغن نشانگر خوبی برای زمان تعویض روغن است. روغن تازه شفاف است، اما بعد از استفاده تیره می‌شود. هنگامی که روغن به رنگ کهربایی درآمد، باید آن را تعویض کنید. اگر رنگ روغن به رنگ های سیاه یا قرمز تیره برسد، ممکن است نشان دهنده پتانسیل خرابی پمپ و نیاز به تعمیرات اساسی باشد.

روغن با کارایی بالا تا بالاترین درجه خلوص تصفیه می‌شود و از عدم آلودگی و رقیق شدن آن اطمینان حاصل می‌کند. استفاده از روغن‌هایی با چسبندگی پایین توصیه نمی‌شود، زیرا می‌توانند سرعت پمپ، عملکرد نهایی خلاء و طول عمرکلی پمپ را کاهش دهند

تمیزکردن و اوراقی

عناصر پوشیدنی مانند واشرها، حلقه های O و آب بندی ها باید به طور منظم درهر پمپ پره چرخشی تعویض شوند. بدون این، قابلیت آب بندی پمپ کاهش می یابد و عملکرد آن شروع به بدتر شدن می‌کند. فرکانس تمیز کردن و اوراقی براساس اندازه پمپ تعیین می‌شود. پمپ های خلاء بزرگتر با سرعت پمپاژ ۴۰مترمکعب درساعت و بالاتر نیاز به نگهداری سالانه تمیزکردن و اوراقی دارند. پمپ‌های کوچک‌تر با سرعت پمپاژ تا ۲۸ متر مکعب در ساعت می‌توانند به مدت دو سال قبل از نیاز به تمیز کردن و اوراقی کارکنند.

تعمیرات اساسی

پمپ های پره چرخشی با استفاده از پره‌های گردان کار می‌کنند که به عنوان پره نیز شناخته می شوند. از آنجایی‌که این پره ها در اثر قرارگرفتن درمعرض گازهای فرآیندی درمعرض ساییدگی قرار می‌گیرند، نیاز به تعویض منظم دارند. توصیه می‌شود پره ها را درطول تمیزکردن و اوراقی تعویض کنید. برای پمپ های خلاء بزرگتر (۴۰ مترمکعب در ساعت و بالاتر)، معمولاً هر سه سال یکبار تعویض پره ها لازم است. برای پمپ های کوچکتر (تا ۲۸ مترمکعب در ساعت)، معمولاً هرچهارسال یک بار نیاز به تعویض است.

خنک نگه داشتن تجهیزات

یکی دیگر از جنبه های حیاتی نگهداری از پمپ خلاء پره چرخشی، اطمینان از خنک ماندن آن است. گرمای بیش از حد می‌تواند طول عمر موتور را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. اگر پمپ درفضای بسته کارمی‌کند، استفاده از فن می‌تواند به دفع گرما کمک کند. گرمای بیش از حد باعث کاهش چسبندگی روغن می شود که این امر توانایی پمپ را برای ایجاد خلاء موثر مختل می‌کند

تعویض فیلتر

جامدات و مایعاتی که وارد پمپ خلاء پره چرخشی می‌شوند، درصورتی‌که فیلتر به اندازه کافی کارنکند، می‌تواند منجر به خرابی پمپ شود. بنابراین، تعویض فیلتر همانطورکه دردستورالعمل سازنده مشخص شده است، مانند نحوه تعویض روغن بسیار مهم است.

نتیجه گیری

پمپ های خلاء با چرخاندن قسمت های متحرک در مقابل محفظه پمپ، سطوح کم فشار تولید می‌کنند. محبوبترین شکل پمپ خلاء جابجایی مثبت، پمپ خلاء پره چرخشی است. پمپ‌های پره چرخشی، جدا از اینکه پمپ های جابجایی مثبت هستند، می‌توانند به عنوان پمپ های خشک یا پمپ های روغنی ساخته شوند. به طور خلاصه، پمپ های خشک بدون استفاده از مایع کارمی‌کنند.

پمپ‌های مرطوب از آب‌بند/روغن‌کاری سیال برای کار استفاده می‌کنند، درحالی‌که پمپ‌های خشک برای ایجاد خلا به تحمل ابعاد داخلی بستگی دارند. پمپ‌های خلاء پره چرخشی ممکن است به طرق مختلف متفاوت باشند. از طرف دیگر ترکیبات مواد آنها معمولاً نسبتاً استاندارد شده است.

آنها به طورگسترده‌ای در موقعیت‌های مختلفی استفاده می‌شوند که نیازبه ایجادیک محیط یا خلاء مصنوعی تخلیه شده است. برخی از این موارد شامل استفاده از میکروسکوپ الکترونی، ساخت و طراحی وسایل الکترونیکی مانند ابررساناها، و استفاده از انواع خاصی از دستگاه های تحلیلی است.

تولید کنندگان و شرکت های برجسته پمپ خلاء پره چرخشی

- Vacuum Research Corporation
- Becker Pumps Corporation
- GlobalVac & Air
- Osaka Vacuum U.S.A., Inc.
- DEKKER Vacuum Technologies, Inc

