پمپ های خلاء Vacuum pumps

حالتی از گاز که در آن فشار پایین تر از فشار اتمسفری است را خلاء نامند وهر قدر که فشار پایین تر باشد. اصطلاحا" گفته می شود که از خلاء بالاتری برخوردار هستیم در فشارهای پایین خواص گازها بوسیله فیزیک خلاء تحت تئوری سینتیک مولکولی گازها مطالعه می گردد.

فرضهای پایه و اصلی در فیزیک خلاء به قرار زیرند :

۱. مولکولهای گاز بطور مجزا حرکت میکنند.
۲. یک توزیع سرعت دائمی از مولکولهای گاز وجود دارد تعداد مساوی از مولکولهای گاز اغلب دارای سرعت مساوی می باشند.
۳. در انتقال مولکولهای گاز هیچ جهت غالبی وجود ندارد فضای مولکولهای گاز همگن است.
۴. دمای گاز متناسب با متوسط انرژی جنبشی مولکولهای آن است.
۵. گازها ضمن فعل وانفعال با سطوح جامد جذب آنها می گردد.

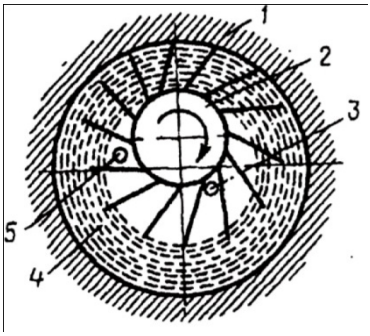
پمپ های خلاء عموما بر اساس مکانیزم عملکرد به پنج دسته زیر تقسیم می شوند:

۱. پمپ های خلاء رینگ مایع Liquidring pumps
۲. پمپ های خلاء روغنی(پروانه ای چرخشی) Rotary vanc pump
۳. پمپ های دورانی پیچشی Screw pumps
۴. پمپ های دورانی فکی لوپ Claw pumps
۵. پمپ های توربو ملکولی Turbo molecular pumps

پمپ های رینگ مایع Liquidring pumps

پمپ های رینگ مایع یا پمپ های پیستونی مایع که شمایی از آنها در شکل(۱) آمده است، متشکل از چرخ محرک*2* با تیغه های ثابت در پوسته استوانه ای*1* می باشند. ضمن چرخش چرخ و لذا تیغه های ثابت روی آن، مایع درون پوسته تحت تاثیر نیروی گریز از مرکز به جداره های پوسته فشرده می شود و رینگ مایع*4* را تشکیل می دهد. بین رینگ مایع و تیغه های پمپ المان هایی با اندازه های مختلف تشکیل می گردد که در ابتدا حجم آنها افزایش می یابد و گاز از طریق مجرای ورودی*3* وارد

پمپ می شود. پس از آن حجم المان ها افزایش یافته و گاز فشرده شده از طریق مجاری خروجی5، پمپ را ترک می کند. جهت پمپاژ ترکیب بخار آب و هوا از آب و جهت پمپاژ کلر از اسید سولفوریک غلیظ استفاده می گردد.



شکل(۱)- شمایی از یک پمپ رینگ مایع

از آنجا که پمپ های مورد بحث فاقد شیر و تجهیزات سوئیچینگ می باشند، شرایط طراحی و عملیاتی آنها ساده تر از پمپ های پیستونی است.

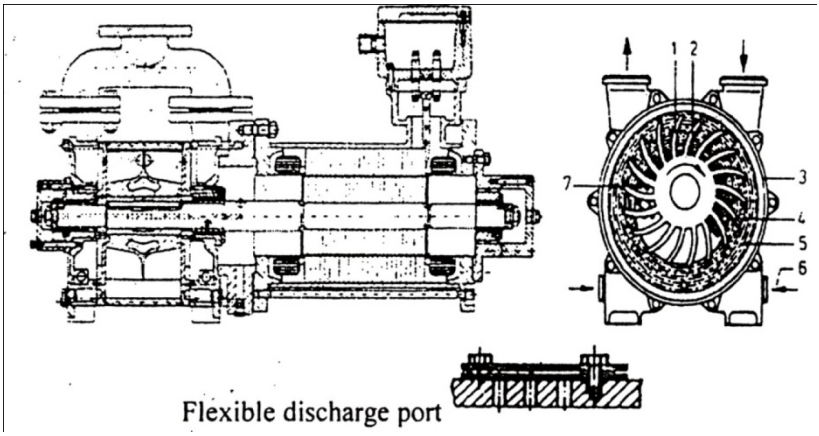
پمپ های رینگ مایع در دو نوع تک مرحله ای و دو مرحله ای ساخته می شوند و بسته به نحوه قرار گرفتن شافت پروانه در محفظه می تواند هم مرکز یا غیر هم مرکز(مثل شکل ۱) باشند. در این پمپ ها، بسته به جهت جریان های ورودی و خروجی نسبت به شافت پروانه، معمولا جریان شعاعی یا محوری خواهیم داشت. هرچند که پمپ های مورد بحث، چرخشی هستند اما از آنجا که مایع عملی شبیه به پیستون انجام می دهد، مشخصه های شبیه به پمپ های پیستونی دارند.

فشار نهایی پمپ های رینگ مایع به وسیله فشار بخار سیال کار تعیین می گردد. در پمپ های رینگ آب، فشار نهایی در محدوده $(2\text{-}3)\text{x}10^3\ pa$ سرعت پمپاژ در محدوده $25\text{-}500\ \frac{Lit}{Sec}$، وزن ویژه پمپ $10\ \frac{kg}{lit/sec}$ و مصرف ویژه انرژی به علت لزوم جابجایی مایع در پمپ حدود $100\ \frac{W}{lit/sec}$ می باشد. این پمپ ها قادرند تا در فشار اتمسفری راه اندازی گردند.

در پمپ های رینگ مایع تک مرحله ای می توان از طریق طراحی و آرایش مجراهای ورود و خروج به نسبت های فشاری متنوع دست یافت. به عنوان نمونه پمپ هایی که از آب ۱۵ درجه سانتیگراد به عنوان مایع رینگ استفاده می کنند و حاوی صفحات کنترلی و سوراخ های تهویه هستند، توان رسیدن به نسبت تراکم $\frac{1}{7}$ را دارند، منتهی ظرفیت آنها به طور قابل توجهی کم می گردد. معمولا در

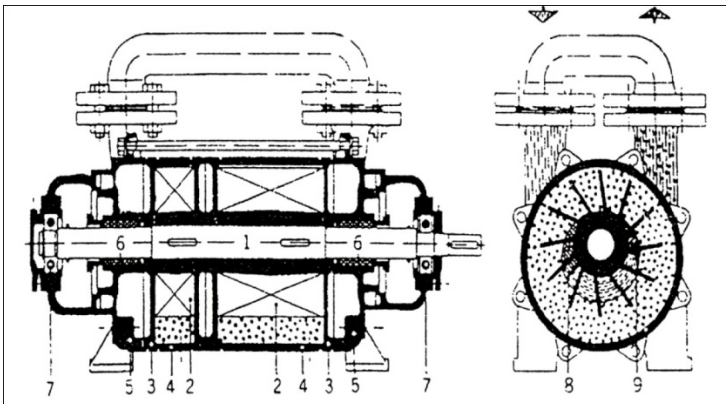
این موارد از شیرهای دیسکی استفاده می شود که در کنار مجرای تخلیه در صفحه کنترل قرار می گیرد و تنظیم کننده نسبت تراکم است. صفحه کنترل که یک المان انعطاف پذیر است، با باز و بسته کردن اتوماتیک منافذ تهویه در کل محدوده فشاری، از تراکم زیاد و جریان معکوس جلوگیری می کند. چنانچه در این پمپ ها از آب ۱۵ درجه سانتیگراد به عنوان رینگ مایع استفاده شود و نسبت تراکم بین فشارهای ورودی و تخلیه به صورت $\frac{1}{30.7}$ تنظیم گردد، به علت پدیده دفع گاز، فشار ورودی در محدوده 10-30 mbar قرار می گیرد. در شکل (۲) شمایی از یک پمپ تک مرحله ای آورده شده است.

جهت فشار های ورودی زیر 150 mbar ، می توان از یک پمپ دو مرحله ای به جای یک پمپ تک مرحله ای مجهز به مجاری تخلیه انعطاف پذیر استفاده نمود. شکل (۳) شمایی از این پمپ را نشان می دهد. در این پمپ، مجاری تخلیه فاقد شیر است و گاز خروجی از مرحله اول، به عنوان مکش مرحله دوم قرار می گیرد. بعلاوه، نسبت تراکم جزئی هر مرحله بسته به فشار ورودی متغییر بوده و نسبت تراکم کل پمپ برابر حاصلضرب دو نسبت تراکم جزئی خواهد بود. از طریق یک مجرای خروجی ثابت، نسبت تراکم کمتر از $\frac{1}{7}$ در هر مرحله بدست می آید. چنانچه در این پمپ ها از آب ۱۵ درجه سانتیگراد به عنوان رینگ مایع استفاده شود، می تواند در محدوده مکش 33-1013 mbar مورد استفاده قرار گیرد.



شکل (۲) – مقطع یک پمپ رینگ مایع تک مرحله ای با موتور سربسته

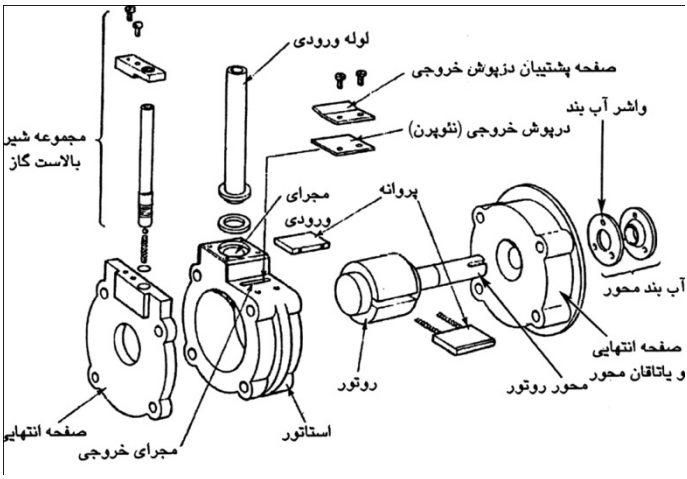
(1)پروانه،(2)توپی پروانه،(3)پوسته،(4)مجرای مکش،(5)رینگ مایع،(6)مایع عملیاتی،(7)مجرای تخلیه انعطاف پذیر



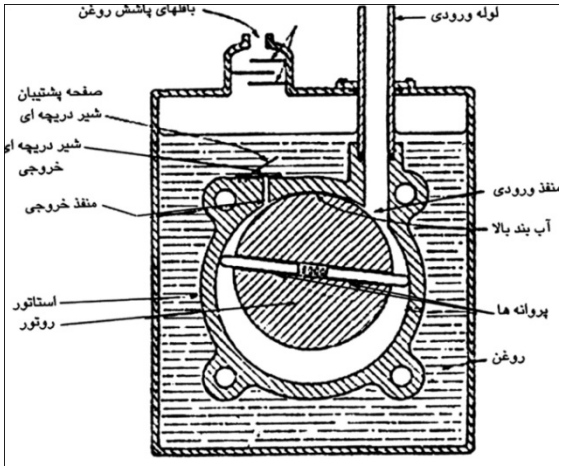
شکل (۳) - مقطع یک پمپ رینگ مایع دو مرحله ای: (1) شفت، (2) پروانه ها، (3) صفحات کنترلی، (4) قسمت میانی پوسته، (5) درپوش انتهایی، (6) آببند شفت، (7) بلبرینگ شفت، (8) مجرای مکش، (9) مجرای خروجی

پمپ های پروانه ای چرخشی Rotary vane pupmps

شکل(۴) قسمت های ضروری پمپ و شکل(۵) یک شماتیک عمودی از پمپ را نشان میدهد.



شکل(۴) –شمایی از قسمتهای ضروری یک پمپ پروانه ای چرخشی

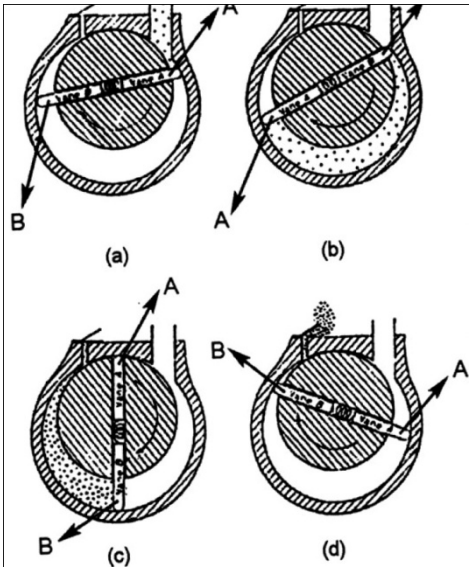


شکل(۵)- شماتیک عمودی از یک پمپ پروانه ای چرخشی

مطابق شکل، استاتور یک استوانه فولادی تو خالی است که دو سر آن توسط صفحاتی مناسب بسته می شود. مجراهای ورودی و خروجی روی این استوانه واقع هستند. مجراهای ورودی مستقیما توسط لاین بندی مناسب، به سیستم متصل می گردد و مجرای خروجی توسط یک شیر پوشش داده می شود. در پمپ های قدیمی، شیر خروجی یک صفحه فلزی است که می تواند به طور عمودی بین بیرون استاتور و یک صفحه به دام اندازنده، حرکت کند. در نمونه های جدیدتر پمپ، یک صفحه مربعی از لاستیک مصنوعی(معمولا نئوپرون) به وسیله یک لولا بین استاتور و یک صفحه کمکی فلزی مهار می شود.

روتور شامل یک استوانه فولادی واقع روی یک میله متحرک است که از درون یکی از صفحات انتهایی می گذرد. محور چرخش روتور با محور استاتور موازی است به طوری که در طول 0.001in با صفحه بالای استاتور تماس دارد(خط تماس بین دو قسمت مذکور واقع است.) این خط تماس تحت عنوان آببند بالا شناخته می شود. یک شکاف قطری در طول بدنه روتور قرار دارد که حامل پره است. این پره ها، صفحات فولادی مربع شکلی می باشند که در شکاف روتور به صورت لغزشی فیت شده و به وسیله فنرهایی از هم جدا نگه داشته می شوند، طوری که ضامن تماس دو انتهای گرد پره ها با دیواره استاتور می باشند. در پمپ های کوچک، کل مجموعه روتور – استاتور در یک روغن مناسب غوطه ور می شوند. در صورت لزوم ممکن است که مقادیر بیشتر روغن از یک مخزن به نواحی مناسب تزریق گردد.

شکل(۶) شمایی از نخوه عمل پمپ را نشان می دهد. مطابق شکل(۶)a همچنان که پره A از مجرای ورودی عبور می کند، سیستم به یک فضا(بین استاتور، روتور، پره a و آببند بالا) وصل می گردد که حجم آن ضمن چرخیدن پره به دور خود افزایش می یابد و از این رو یک کاهش فشار را درون سیستم ایجاد می کند. این عمل تا زمانی ادامه می یابد که پرهb شکل(۶)b از مجرای ورودی عبور کند. در این حالت حجم افزوده شده گاز بین دو پره است. هم اکنون مرحله تزریق کامل شده و گاز از دو منفذ ورودی و خروجی ایزوله می گردد. ادامه چرخش باعث جاروب شدن گاز ایزوله شده در اطراف حلقه می شود و تا زمانی که پره a مطابق شکل(۶)c از آببند بالا، حجم گاز کاهش می یابد.



شکل(۶) –شمایی از نحوه عمل یک پمپ پروانه ای چرخشی

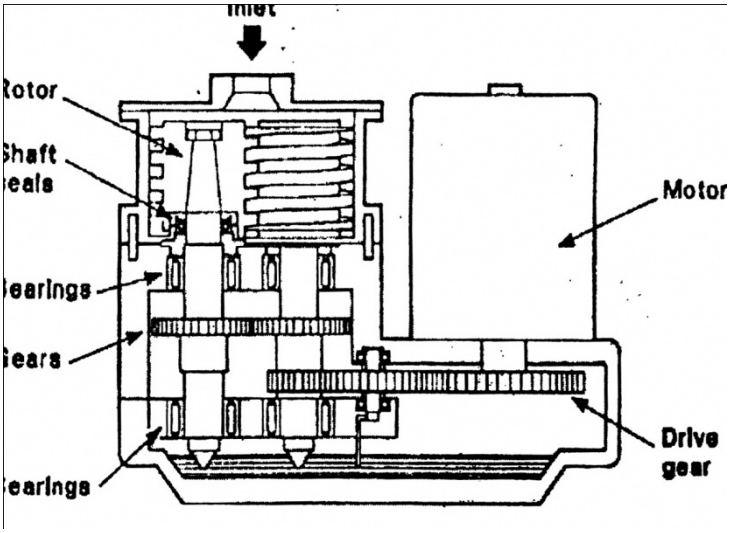
در نهایت فشار درون این محفظه به حدی بزرگ می شود(حدود 850 torr)که شیر خروجی را باز می کند و گاز به صورت اجباری از پمپ بیرون رانده می شود. مطابق شکل(۶)d ، در طی مراحل ایزوله شدن و خروج، مجددا گاز پشت پرهd به داخل پمپ کشیده می شود و وارد مرحله تراکم می گردد. در یک چرخش روتور، یک حچم گاز معادل با دو برابر آنچه در شکل(۶)b نمایش داده شده است، به وسیله پمپ جابجا می شود. از این رو، حاصلضرب این حجم و تعداد چرخش روتور در واحد زمان، سرعت حجمی گازی است که در پمپ می چرخد و آن را جابجایی پمپ می گویند.

می توان مشاهده نمود که تماس های بین پره ها و روتور با استاتور سه حلقه مجزا را تشکیل می دهد که معمولا هرکدام با فشار مختلفی است. به این دلیل سطوح بیرونی استاتور و همه سطوح روتور و پره ها به دقت ماشینکاری می شوند تا مسیرهای بالقوه نشتی مینیمم گردد. لذا باید دقت شود که مواد یا گازهای ساینده که باعث خوردگی یا خراش روی سطوح پمپ می شود، وارد پمپ نگردد. در ضمن باید در مدت تعمیر و جابجایی قطعات، دقت لازم را داشت.

به منظور کامل نمودن آببندهای تماس و روغنکاری آنها، مقادیر کنترل شده دقیق و ریز روغن وارد حلقه پمپ می شود و از آنجا از طریق کانال هایی به سطوح تماس هدایت می گردد. روغن علاوه بر نقش روانکاری و آببندی، کاربرد دیگری نیز دارد که عبارت از کامل کردن نسبت های تراکم خیلی بالای مورد نیاز در فشارهای ورودی پایین می باشد. قبلا به این نکته اشاره کردیم که در فشار های ورودی پایین، شیر خروجی به علت حجم مرده بین شیر و پیستون(یا پروانه) باز نخواهد شد. لذا چنانچه روغن کافی در تراکم- خروج موجود باشد، حجم مرده با روغن درون آن پر می شود و یا قبل از آن، گاز که حجم آن از حجم فضای مرده کمتر است، به فشار خروجی می رسد. با توجه به اینکه، حرکت پیستون، روغن و حباب های گاز را به سمت شیر خروجی می راند، اگر روغن کافی نباشد، نسبت تراکم مورد نیاز وصول نخواهد شد و چنانچه روغن اضافی باشد، حجم پمپ را که می بایستی به وسیله گاز اشغال شود، اشغال می کند. باید به این نکته اشاره کرد که فشار ورودی پایین تر مهمتر از مقدار روغن مورد نیاز است، زیرا سرعتی که با آن وارد می گردد، به وسیله فشار ورودی پوشش داده می شود. این عمل با ایجاد یک سوراخ در جداره استاتور به درون حلقه ورودی فراهم می گردد. سرعت جریان روغن در این سوراخ به طول و قطر سوراخ، ویسکوزیته روغن و در موارد خاص به اختلاف فشار درون سوراخ(فشار اتمسفری منهای فشار ورودی) بستگی دارد. بنابراین زمانی روغن با یک سرعت نسبتا بالا به حلقه پمپ وارد می شود که فشار ورودی پایین تر باشد و زمانی با سرعت پایین وارد می گردد که فشار ورودی بالا باشد. یکی از معایب وجود سوراخ روغنی در تماس با حلقه ورودی این است که در صورت خاموش شدن پمپ و رها شدن سیستم در یک فشار پایین، روغن به درون حلقه ورودی و از آنجا به داخل سیستم راه می یابد. جهت رفع این عیب، باید به محض خاموش شدن پمپ آن را به فشار اتمسفری باز کرد. برای این کار می توان از یک شیر دستی ورود هوا که روی پمپ قرار می گیرد و یا یک شیر الکترومغناطیسی که به محض قطع برق باز شود، استفاده نمود. در پمپ های توسعه یافته جدید، یک پمپ کوچک، روغن را به درون حلقه پمپ تزریق می کند. زمانی که پمپ خلاء کار نمی کند، پمپ روغنی همانند یک شیر از ورود روغن به درون سیستم جلوگیری می کند.

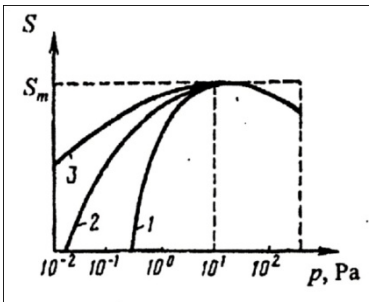
پمپ های دورانی پیچشی Screw pumps

پمپ های پیچوار در فشارهای بالا مورد استفاده قرار می گیرند و شمایی از آنها در شکل(۷) آورده شده است.



شکل(۷)- شمایی از یک پمپ پیچوار

در این پمپ ها یکی از روتورها به شکل یک پیچ با حدیده های متعدد می باشد و روتور دیگر دارای لبه هایی می باشد که درون روتور اول قرار می گیرند. طول قطعه کاری شافت بزرگتر از گام پیچ است. عملیات پمپاژ بوسیله حرکت نقطه تماس بین دو روتور در جهت محوری انجام می گیرد. این پمپها فاکتور های تراکم بالایی را تولید می کنند، اما از آنجا که اندازه آنها بزرگ است، جهت استفاده به صورت واحدهای چند مرحله ای مناسب نمی باشند. شکل(۸) چگونگی وابستگی سرعت پمپاژ یک پمپ دو روتوری را به فشار نشان می دهد. چنانچه ملاحظه می گردد، در محدوده فشار بالا سرعت پمپاژ افت می کند.



شکل(۸)- منحنی مشخصه یک پمپ دو روتوری

(1)یک مرحله ای،(2)دو مرحله ای،(3)سه مرحله ای بهمراه یک تله

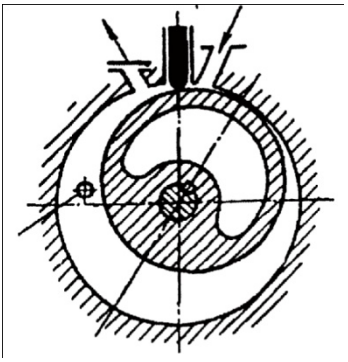
فشار نهایی پمپ های دو روتوری در ترکیب با پمپ های مولد خلاء ابتدایی(پشتیبان)، با احتساب فشار اشباع روغن های خلاء مورد استفاده جهت روغنکاری یاتاقانها ، $4x10^{-2}$pa می باشد. چنانچه از یک تله نیز استفاده گردد، فشار نهایی به 10^{-3} pa می رسد. فشار شکست پمپ های تک مرحله ای در محدوده 10^3pa - 10^2 است.

پمپ های دو روتوری با سرعت پمپاژ 5 - 5000 Lit/sec در دسترس هستند و مشخصه های ویژه این پمپ ها عبارتند از : 0.5-3 $\frac{Kg}{Lit/sec}$ و 6-30 $\frac{W}{Lit/sec}$، که البته برای پمپهای با سرعت پمپاژ بالا مصرف انرژی ویژه کمتر می باشد. ضمن عملیات پمپاژ در پمپ های حجمی خلاء، پدیده های نامطلوبی چون نفوذ بخار سیال کار به داخل حجم تحت پمپاژ، آلودگی پمپ ها با نواد پمپ شونده دارای فشار بخار بالا و افت سیال کار از طریق مجرای خروجی پمپ، وجود دارد. این پدیده های ناخواسته را می توان با نصب تجهیزات ویژه ای چون تله ها، جاذب های رطوبت، کندانسور ها، فیلترها و امثال آنها به حداقل رساند.

در فشارهای بالا(بیشتر از 100 pa)، جریان معکوس بخار سیال کار توسط جریان مقابل گاز پمپ شونده، جاروب می گردد و از این رو به سیستم های محافظتی نیاز نمی باشد. در فشار های پایین تر که مسیر پویش آزاد متوسط ملکولها بزرگتر از لوله مجرای ورودی پمپ است، بخارات سیال کار می تواند به سمت جلو به داخل جریان اصلی حرکت کند و سرانجام به داخل حجم تحت پمپاژ نفوذ نماید. چنانچه دمای پمپ بزرگتر از دمای حجم تحت پمپاژ باشد، جریان معکوس بخارات روغنی تا انتقال کل سیال پمپ به حجم تحت پمپاژ ادامه می یابد. در این موارد لازم است تا از دستگاه هایی چون تله استفاده گردد.

پمپاژ سیستم های خلاء با بخارات آب یا حلال های دیگر که فشار اشباع آنها در دمای اتاق بالاست، منجر به خطر آلودگی پمپ به مواد پمپ شونده می گردد. در این گونه موارد پمپ ها به دستگاه های بالاست گاز(شیر تعادل گاز) مجهز می گردند که در نتیجه آن نسبت تراکم بخار پایین می آید و از کندانس شدن آن در پمپ جلوگیری می شود. در پمپ های روتور غلطکی، دستگاه تعادل گاز، به شکل یک نشتی است که تامین کننده هوای اتمسفری به داخل محفظه کاری می باشد.

در شکل(۹) نمونه ای از وسیله مورد بحث جهت ورود گاز تعادل نشان داده شده است.



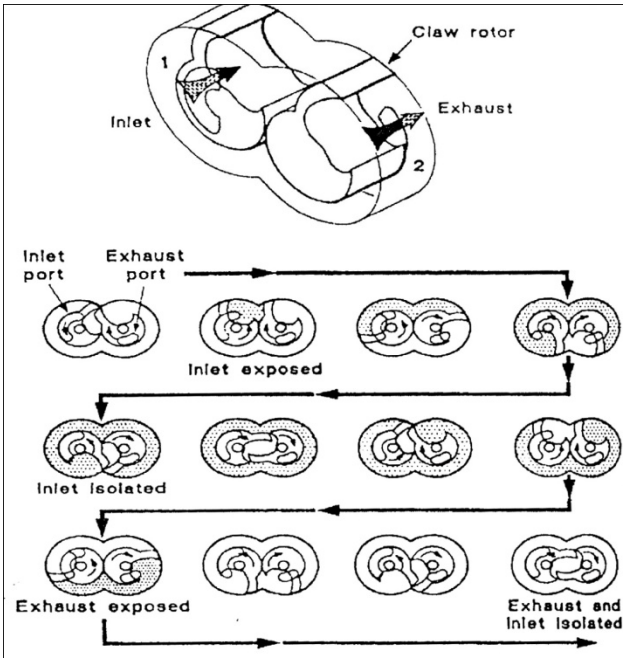
شکل(۹)- شمایی از یک پمپ مجهز به شیر تعادل گاز

مطابق شکل، بدنه پمپ حاوی یک منفذ(A) است که به اتمسفر راه دارد و در قسمت جلو روتور واقع شده است. ضمن چرخش روتور، این مجرا تنها در مرحله تراکم باز است و در مرحله مکش توسط قسمت جلو روتور بسته می شود و از این طریق از ورود هوای اتمسفری به محفظه و لذا سیستم تحت پمپاژ جلوگیری به عمل می آید. به منظور تنظیم مقدار گاز تعادل ورودی، منفذ(A) از طریق یک نشتی به اتمسفر متصل است. چنانچه نشتی بسته شود، پمپ در مد نرمال کار می کند. چنانچه از وسیله تعادل گاز استفاده شود، به علت انتقال گاز از محفظه تراکم به محفظه رقیق سازی، فشار نهایی پمپ ضعیف می گردد.

به منظور جلوگیری از ورود ذرات گرد و غبار به داخل پمپ، یک فیلتر در مجرای ورودی پمپ نصب می گردد که ذرات بیشتر از 10μm را به دام می اندازد. اتلاف سیال کار از طریق مجرای خروجی پمپ، توسط یک تله کاهش می یابد. جهت پمپاژ جریان های زیاد گاز، ممکن است که تله های مکشی کارایی مناسبی نداشته باشند و لذا در اینگونه موارد، از فیلترها و تله های بیرونی استفاده می گردد.

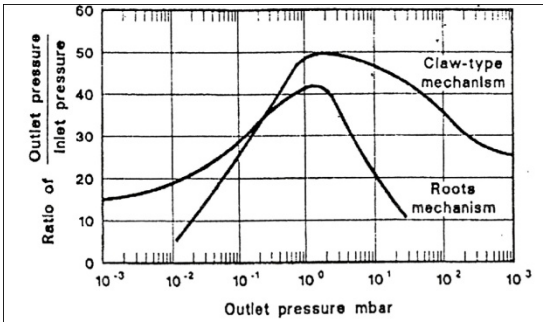
پمپ های دورانی فکی Claw pumps

شکل(۱۰) شمایی از مکانیزم پمپاژ را توسط این پمپ نشان می دهد. چنانچه ملاحظه می گردد، دو عدد روتور قلاب مانند توسط چرخ دنده هایی که در بیرون قرار گرفته اند، به طور همزمان و در خلاف جهت یکدیگر درون محفظه می چرخند. چرخ دنده ها و یا یاتاقانهای روتور روغنکاری می شوند، اما از آنجا که بیرون از محفظه پمپاژ قرار دارند، حجم جاروب شونده خشک است و از این رو این پمپ جزو پمپ های خشک می باشد. فاصله بین روتورها و جداره استاتور معمولا 0.1- 0.2 mm در نظر گرفته می شود. از آنجا که روتورها به صورت خشک می چرخند، لذا نشتی رو به عقب از طریق فاصله بین آنها و نیز با استاتور اتفاق می افتد که جهت کم کردن آن، شکل روتورها و مجرای ورود و خروج را طوری طراحی می کنند که شبیه شیر عمل نمایند. این موضوع باعث می شود تا در فشارهای بالا، نسبت نراکم این پمپ ها نسبت به پمپ های روتس خیلی زیادتر باشد.



شکل(۱۰)- شمایی از مکانیزم پمپاژ در پمپ های چنگکی و سیکل عملیاتی آن

شکل(۱۱) چنین مطلبی را نشان می دهد.



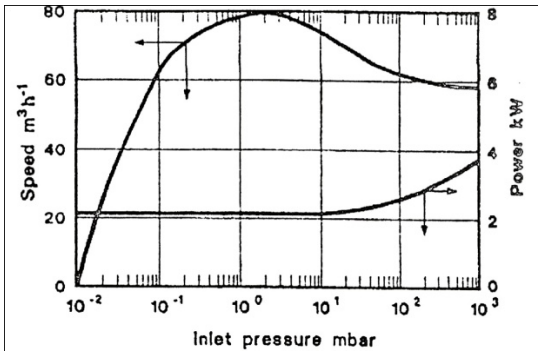
شکل(۱۱)- نمودار نسبت تراکم هوا با مکانیزم های یک پمپ چنگکی تک مرحله ای و یک پمپ روتس تک مرحله ای به صورت تابعی از فشار خروجی

یک مزیت دیگر این پمپ ها نسبت به پمپ روتس این است که تولید حرارت بین مراحل و در خروجی پمپ خیلی کمتر است و لذا در فشارهای بالاتر به سردسازی بین مرحله ای نیازی ندارند. همچنین باید به این نکته اشاره کرد که در فشارهای پایین، مصرف انرژی پمپ های چنگکی نسبت به روتس کمتر می باشد.

پمپ چندمرحله ای چنگکی، معمولا متشکل از سه یا چهار مرحله می باشند که در بعضی موارد، مرحله اول طراحی روتس را دارد. مزیت مرحله ورودی روتس این است که در فشارهای پایین، سرعت پمپاژ را تقویت می کند و این جایی است که نسبت تراکم آن هم تا حدودی بیشتر می باشد.

از آنجا که جعبه روغن و چرخ دنده ها با محفظه داخل پمپ تماس ندارند، لذا میزان آلودگی در این پمپ ها نیز همانند سایر پمپ های خشک مینیمم می باشد.

سرعت چرخش یک موتور دوقطبی از پمپ های چنگکی، 50Hz یا 60Hz می باشد. در شکل(۱۲) منحنی سرعت پمپاژ یک پمپ چندمرحله ای از این نوع به همراه مصرف انرژی آن آورده شده است.

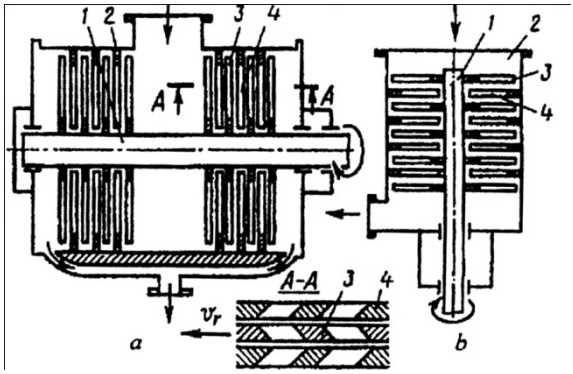


شکل(۱۲)- نمودار سرعت پمپاژ و مصرف انرژی یک پمپ چنگکی چهار مرحله ای در 50Hz اگر پمپ در 60Hz راه اندازی گردد، فشار نهایی تقویت می گردد و سرعت پمپاژ ۲۰٪ افزایش می یابد.

از لحاظ تجاری، این پمپ ها با سرعت پمپاژ 25-500 m3/h موجودند. البته چنانچه مرحله ورودی یک مرحله روتس باشد و به طور سری با پمپ های بوستر مکانیکی استفاده گردد، سرعت پمپاژ آنها به 1200 m3/h می رسد. محدوده فشار عملیاتی پمپ های چنگکی به همراه پمپ پشتیبان 1000 mbar می باشد.

پمپ های توربو مولکولی Turbo molecular pumps

این پمپ ها به دلایل متعددی چون تمیز بودن، سازگاری، قابلیت پیش بینی خلاء تولید شونده، سادگی عملیات و درجه گستردگی اعتبار از بعد عملیاتی به طور گسترده ای در تولید خلاء بالا و خیلی بالا مورد استفاده قرار می گیرد. در شکل(۱۳) شمایی از یک پمپ توربوملکولی مشاهده می شود.



شکل(۱۳)- شماتیک هایی از پمپ های توربو ملکولی با شافت افقی(a) و عمودی(b)

در فشارهای کمتر از 0.1 pa که مسیر پویش آزاد متوسط ملکولی ذرات بزرگتر از فاصله بین روتور و استاتور است (جریان ملکولی است)، برخورد ذرات به روتور در مقایسه با برخوردهای بین ملکولی غالب بوده که نتیجه آن یک فرایند پمپاژ کارا می باشد. در محدوده جریان ویسکوز (p>0.1 pa) ، عمل روتور به وسیله برخوردهای مکرر بین ذرات محدود می گردد و لذا یک پمپ توربو ملکولی قادر به پمپاژ از شرایط اتمسفری نمی باشد و لازم است تا از یک پمپ مولد خلاء به عنوان پشتیبان آن جهت تولید خلاء اولیه استفاده گردد.

مطابق شکل(۱۳)، پمپ های توربو از لحاظ چیدمان شافت موتور به دو دسته افقی و عمودی و بر اساس ساختار و شکل سطوح کاری به استوانه ای، مخروطی، دیسکی با جریان شعاعی، دیسکی با جریان محوری و نوع درام تقسیم می گردند.

چنانچه ملاحظه می گردد، چرخ های ثابت استاتور(4) روی بدنه(2) قرار دارند و بین آنها چرخ هایی (3) که روی روتور(1) ثابت شده اند، می چرخند. چرخ های روتور به شکل دیسک های شکاف دار می باشند و چرخ های استاتور، شکاف هایی قرینه با شکلی یکسان با چرخ های روتور دارند.

در چیدمان افقی روتور، جریان گاز پس از ورود به لوله ورودی پمپ، دو شاخه می گردد که مجددا در لوله خروجی ترکیب می شوند.

از آنجا که کانال های بین تیغه ها در یک پمپ توربو ملکولی شبیه یک پمپ کشش ملکولی عمل می کنند، لذا یک پمپ توربو ملکولی را می توان بصورت چندین پمپ کشش ملکولی سری در نظر گرفت.

اگر قطر چرخ گرداننده 200 mm باشد، فواصل محوری(بین چرخها) و شعاعی(بین بدنه و چرخ روتور یا بین روتور و چرخ های استاتور) می تواند در محدوده 1-1.2 mm باشد. این فاصله اعتبار عملیات را به طور قابل توجهی افزایش می دهد.

از محاسن پمپ های توربو ملکولی می توان به مواردی چون سرعت ویژه بالای 2Lit/sec به ازای 1 cm2 از سطح مجرای ورودی، محدوده گسترده فشار کاری(10^{-6} - 10 pa) راه اندازی سریع پمپ (5-10 min) و عدم آلودگی سیستم تحت پمپاژ در صورت استفاده از نیتروژن خشک جهت پاکسازی پمپ ضمن راه اندازی و خاموش کردن آن اشاره نمود.

یک عیب پمپ های مذکور ، روتور سرعت بالا با یاتاقان های روغنی سریع ساینده شونده یا ساپورت پیچیده روتور می باشد.