طراحی ماشین‌های دوار

انواع پمپ‌ها و روش عملکرد آن‌ها

جزوه را تا پایان مطالعه نمایید و به سوالات پایانی پاسخ کامل بدهید. پاسخ هایتان را تا 8 فروردین به واتساپ ارسال نمایید، پاسخ‌ها را به صورت دست‌نویس و با خط خوانا نوشته و تصاویر پاسخ‌ها را به صورت یک فایل کامل در واتساپ ارسال نمایید.
در پیام اولیه نام و نام خانوادگی و نام درس را قید کنید.
سوالات خود را در واتساپ، مطرح نمایید
09356332154

با تشکر سامان

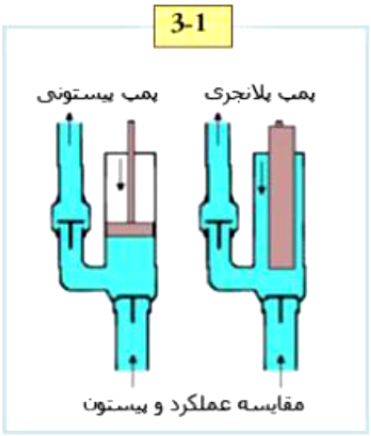
۳-۱ پمپ‌های جابجایی مثبت(Positive displacement pumps)

اگر برخی استثنائات را نادیده بگیریم، می‌توانیم بگوییم که پمپ‌هایِ جابجاییِ مثبت نسبت به پمپهای جنبشی حجم کمتری از سیال را در فشار بالا منتقل می‌کنند و در برابر، پمپ‌های جنبشی حجم بیشتری از سیال را با فشار پایین‌تر به پیش می‌برند.

پمپ‌های جابجایی مثبت را که کارشان جذب سیال در هر دور فعالیت پمپ است می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: رفت و برگشتی(reciprocating)، دَوَرانی(rotary)

پمپ‌های رفت و برگشتی شامل انواع پیستونی(piston pump)، پلانجری(plunger pump) و دیافراگمی(diaphragm pump) است؛ پمپ‌های دَوَرانی شامل پمپ‌های دنده‌ای(gear pump)، لوبیایی(lobe pump)، پیچی(screw pump)، پره‌ای(vane pump) و بادامکی(cam pump) است.

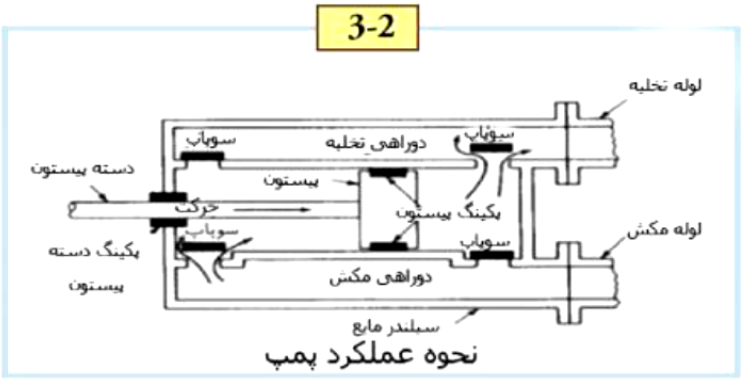
۳-۱-۱ پمپهای پیستونی و پلانجری(Piston & plunger pump)



پمپ‌های پلانجری از سایر پمپ‌ها قدیمی‌ترند. پمپ‌های پلانجری و پیستونی از سیلندری تشکیل شده که پیستون یا پلانجر در درون آن عقب و جلو می‌رود. در پمپ‌های پلانجری، پلانجر از میان یک سیل(Seal) که آب بندی شده می‌گذرد و به سیال(Seal) فشار وارد می‌آورد در صورتی که در پمپ‌های پیستونی سیل بر روی پیستون قرار گرفته است و همراه آن حرکت می‌کند و سیال را به سمت بیرون از سیلندر می‌راند.(شکل ۱-۳).

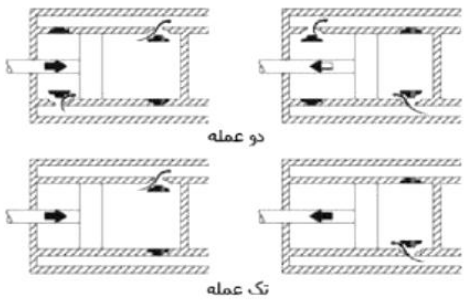
مکانیزم آنها به این ترتیب است که به محض حرکت پیستون به سمت بیرون، حجم موجود در سیلندر افزایش می‌یابد و سیال از طریق شیر ورودی یک‌طرفه به داخل سیلندر وارد می‌شود. با برگشت پیستون به داخل سیلندر حجم سیال موجود در سیلندر کاهش می‌یابد، فشار سیال افزایش می‌یابد و در نتیجه سیال از طریق شیر خروجی به بیرون رانده می‌شود. در پمپ‌های پیستونی سرعت پمپاژ از صفر تا ماکزیمم در نوسان است؛ به این ترتیب : زمانی که پیستون در نقطه‌ای قرار دارد که باید جهت حرکتش تغییر کند، سرعت پمپاژ صفر است و زمانی که پیستون به نیمه‌ی سیلندر رسیده باشد، سرعت پمپاژ در حداکثر است.

برای مشاهده عملکرد پمپ پیستونی به شکل۲-۳ دقت کنید.



چنانچه از دو سمت پیستون برای پمپاژ استفاده شود سرعت پمپاژ می‌تواند کاهش یابد. پمپ‌هایی که به این شیوه کار می‌کنند پمپ-های **دوعمله**(**double acting**) نامیده می‌شوند. (مقایسه پمپهای پیستونی دو عمله و تک عمله:(شکل۳-۳) اگر بیشتر از یک

3-3



پمپ پیستونی دو عمله در مقایسه با تک

سیلندر استفاده شود، سرعت پمپاژ بیشتر کاهش پیدا خواهد کرد؛ در مجموع می‌توان گفت که سرعت پمپاژ پمپ‌های پستونی با تغییر سرعت رفت و برگشت پیستون و یا تغییر در مسافتی که پیستون برای ضربه زدن طی می‌کند، کاهش و یا افزایش می‌یابد. پیستون ممکن است مستقیماً با بخار، هوای فشرده، روغن هیدرولیکی، یک رابط مکانیکی و یا بادامکی- که حرکت دَوَرانی یک چرخ گردان را به حرکت رفت و برگشتی تبدیل کند- به حرکت درآید.

دو نوع پمپ پیستونی وجود دارد: ۱- نوعی که برای سیالات با ویژگیهای متفاوت ساخته شده و پمپ هیدرولیکی نامیده می‌شود. ۲- نوعی که برای استعمال گاز و هوا بوده و به عنوان پمپ پنوماتیک شناخته می‌شود.(بوسیله انتگرال و دسته پمپ، پمپ روغن را تحت فشار رها می‌کند).

پمپهای پیستونی و پلاتجری معمولا کم ظرفیت هستند ولی فشار خروجی سیال را می‌توانند تا مقدار زیادی افزایش دهند. بنابراین از

3-4

یک پمپ پیستونی

این پمپها در

جاهایی که نیاز به جابجا کردن سیالی با حجم کم ولی فشار بالا باشد، استفاده می‌کنند. در ضمن باید به این نکته نیز توجه داشت که جریان سیال در این پمپها به صورت غیر یکنواخت می‌باشد. پمپ‌های پیستونی و پلاتجری گران قیمت هستند اما فوق العاده قابل اطمینان و بادوام هستند و به عنوان پمپ‌هایی که برای صدسال نیاز به تعمیر و تعویض ندارند مشهورند.

نکته بسیار مهم در مورد این پمپها آن است که هرگز نباید آنها را در حالی‌که شیر خروجی پمپ (dischsrge valve)بسته‌است روشن نمود. پمپهای پیستونی ازنظر "priming"(پرکردن و تخلیه پمپ) دارای کیفیت بالایی بوده اما محدودیت های زیادی نیز دارند که در اینجا به برخی از آنها اشاره می‌کنیم :

۱- این پمپ ها تحت فشار بالا نمی‌توانند عمل کنند در نتیجه عمر مفید آنها از برخی پمپها کوتاهتر است.

۲- جریان منحنی عملکرد آنها، اساسا مسطح(یکنواخت)است.

3-5

پمپهای دیافراگمی که با هوای فشرده کار می کنند.

۳- برای انتقال مواد قابل احتراق و سمّی مناسب به نظر نمی‌رسند.

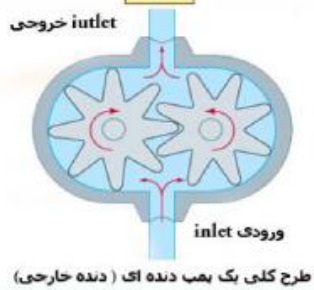
۳-۱-۲ پمپ‌های دیافراگمی(Diaphragm pumps)

عملکرد پمپ‌های دیافراگمی بسیار مشابه پمپ‌های پیستونی است با این تفاوت که در اینجا یک دیافراگم قابل انعطاف که حرکاتی منظم دارد جایگزین پیستون شده است. این دیافراگم‌ها این مزیت را دارند که در مقایسه با پمپ‌های پیستونی نیازی به پکینگ ندارند. دیافراگم ممکن است به شیوه‌ای مکانیکی از طریق پیستونی که بی واسطه به آن متصل است و یا یک سیال نظیر روغن یا هوای فشرده به حرکت درآید.پمپ‌های دیافراگمی مقدار خروجی متناوبی دارند و می‌توانند گازها، مایعات و یا ترکیبی از این دو را پمپ کنند؛ همچنین پمپ‌های دیافراگمی برای پمپ‌کردن مایعات حاوی ذرات جامد قابل استفاده‌اند. علاوه براین برای پمپ‌کردن مواد شیمیایی گران قیمت، سمی یا خورنده (فرسایشگر)- که ممکن است ازطریق پکینگ به بیرون ترشح کنند-استفاده می‌شوند. پمپ‌های دیافراگمی می‌توانند برای مدت طولانی بدون روغنکاری به فعالیت بپردازند.

۳-۱-۳ پمپ‌های دنده‌ای(Gear pumps)

یکی از رایج ترین انواع پمپ دنده‌ای در شکل ۶-۳ دیده می‌شود. در این پمپ یکی از دنده‌ها چرخان و دیگری آزاد است. خلاء موقتی از طریق چرخش این دنده‌ها که در ابتدا با هم درگیر نیستند ایجاد می‌شود که سیال را به درون پمپ می‌کشد. سپس سیال به قسمت

3-6



طرح کلی یک پمپ دنده ای (دنده خارجی)

مابین محفظه و دنده‌ها حرکت می‌کند. به محض درگیر شدن دنده‌ها با هم فشار بالایی ایجاد می‌شود که سیال را به سمت مسیر خروجی می‌راند.

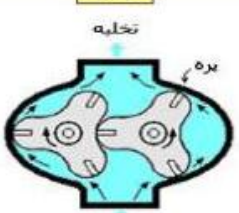
همانطورکه می‌بینید جهت تخلیه در پمپ دنده‌ای بستگی به جهت چرخش دنده‌ها دارد.یک پمپ دنده داخلی در شکل۷-۳ دیده

3-7

طرح کلی یک پمپ دنده

می‌شود. دنده‌ی چرخان درواقع روتوری است با دندانه‌های تیز که با دندانه‌های دنده ای هرزگرد و لنگ درگیر می‌شود. بخش هلال-شکل محفظه‌ی پمپ جریان سیال را بین دنده‌ی هرزگرد و روتور تقسیم می‌کند. این قبیل پمپ‌های دنده‌ای برای نرم‌کاری (اصطکاک زدایی) به کار می روند به همین دلیل برای پمپ‌کردن گازها وابسته به مایعات مناسب نیستند.

3-8



طرح کلی یک پمپ

این پمپ‌ها خروج ثابتی دارند و با کمی لرزش ناشی از چرخش روتور همراه هستند. فرسایش و خوردگی در آنها باعث بازگشت آب به درون پمپ می‌شود.به دلیل اینکه این پمپ‌ها قابلیت قفل‌کردن(جام شدن) دارند برای پمپاژ مایعات حاوی ذرات جامد مناسب نمی‌باشند و چون نیازی به سوپاپ یک طرفه ندارند می‌توان در پمپاژ بسیاری ازمایعات لزج از آنها استفاده کرد.

3-9

تصویری از دو پمپ لوبیایی

۳-۱-۴ پمپ‌های لوبیایی(lobe pumps)

پمپ‌های لوبیایی از نظر ظاهری بسیار به پمپ‌های دنده خارجی شباهت دارند. با این تفاوت که این پمپ‌ها روتورهایی دارند که به جای دنده‌ها با دو، سه و یا چهار lobe جایگزین شده‌اند و هر دو روتورآنها چرخان می‌باشند. پمپ‌های لوبیایی در مقایسه با پمپ‌های دنده خارجی لرزش بیشتری دارند و برای استفاده‌ی بلند مدت و مداوم مناسب نیستند. نوع دیگر این پمپ‌ها، کمپرسورهای لوبیایی (lobe compressor) هستند که در این قبیل کمپرسورها، هر روتور دو lobe داردو در پمپ‌کردن گازها از آنها استفاده می‌شود.

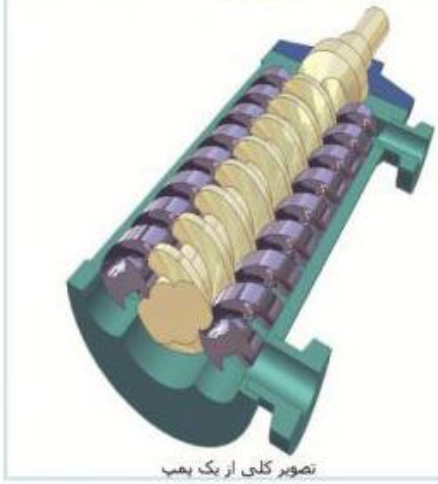
۳-۱-۵ پمپ‌های پیچی(Screw pumps)

در یک پمپ پیچی، یک روتور مارپیچ در یک محفظه‌ی ثابت می‌چرخد این محفظه به شکلی است که به هنگام دوران پیچ و حرکت سیال به سمت تخلیه، حفره‌ای در آن بوجود می‌آید. شکل‌گیری این حفره باعث ایجاد یک خلاء موقتی می‌شود که این خلاء، سیال را به درون پمپ می‌کشد. سپس سیال به سمتی که خلاء در آن موجود است(حفره) منتقل می‌شود. شکل محفظه طوری است که به

هنگام تخلیه‌ی پمپ حفره بسته می‌شود و با ایجاد فشار فزاینده‌ای سیال به مسیر خروجی رانده می‌شود. پمپ‌های پیچی می‌توانند سیالاتی حاوی بخار یا ذرات جامد را پمپ کنند. این پمپ‌ها خروجی ثابتی دارند و در عین‌حال لرزشی بسیار ناچیز، ناشی از چرخش روتور نیز دارند.

به دلیل اینکه پمپ‌های پیچی نیازی به شیرهای اطمینان ورودی و خروجی ندارند، قادرند مایعات بسیار لزج را نیز پمپ کنند. این پمپ-ها غول پیکر سنگین و گران قیمت هستند، اما در عین حال بسیار قوی و پرقدرت اند و عمری طولانی دارند.

3-10

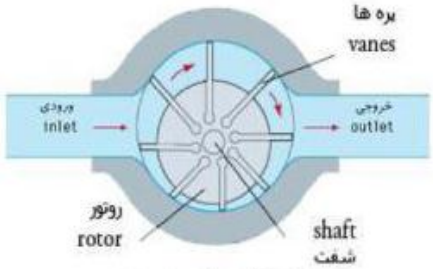


تصویر کلی از یک پمپ

۳-۱-۶ پمپ پره‌ای(Vane pump)

یک پمپ پره‌ای متغیر در شکل ۱۱-۳ دیده می‌شود، روتور این پمپ به صورت لنگ جاگرفته است. پره‌های مستطیل شکل در فواصل منظم و ثابتی نسبت به یکدیگر، حول سطح منحنی روتور قرار گرفته‌اند. تمام پره‌هادر درون یک شکاف(slot) قرار دارند طوری که می‌توانند آزادانه در این شکاف حرکت کنند. نیروی گریز از مرکز که حاصل از دَوَران شفت است پره‌ها را برای تشکیل یک سیل(seal) در برابر محفظه‌ی پمپ، به بیرون پرتاب می‌کند. با چرخش روتور، خلاء موقتی که در قسمت مکش پمپ ایجاد شده‌است سیال را به درون پمپ می‌کشد و بدین ترتیب سیال به سمت دیگر پمپ - در فضایی که بین روتور و محفظه قرار دارد-منتقل می شود و افزایش فشار در قسمت تخلیه، سیال را به سمت مسیر خروجی می‌راند. مقدار پمپاژ با تغییر درجه‌لنگی روتور قابل تغییر است. پمپ‌های پره‌ای نیازی به شیرهای اطمینان خروجی و ورودی ندارند. این قبیل پمپ‌ها قادرند سیالاتی را که حاوی بخار و گاز هستند پمپ کنند، اما برای پمپاژ مایعات حاوی ذرات جامد مناسب نیستند. نوعی کمپرسورهای پره-ای نیز وجود دارند که برای پمپ کردن گازها از آنها استفاده می‌شود.پمپ‌های پره‌ای خروجی ثابتی به همراه کمی لرزش ناشی از چرخش روتور دارند و درعین حال پرقدرت نیز می‌باشند.

3-11

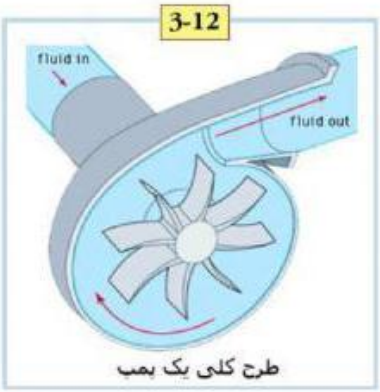


طرح کلی یک پمپ پره

۳-۲ پمپ‌های جنبشی(Kinetic pumps)

پمپ‌های جنبشی به دو دسته قابل تقسیم هستند:***گریز از مرکز یا سانتریفیوژی(Centrifugal) و جانبی(regenerative)***. در پمپ‌های جنبشی، به سیال سرعت داده می‌شود و بعداً مقدار قابل توجهی از این هد سرعت به هد فشار تبدیل می‌شود هرچندکه نخستین پمپ سانتریفیوژی در حدود سال ۱۸۶۰ معرفی شد اما پمپ‌های جنبشی تا قرن بیستم بسیار کم مورد استفاده بودند.

هرگاه جسمی به‌سرعت، حول محور خود به چرخش در آید، ذرات مرکزی آن جسم در اثر نیروی تولید شده به خارج پرتاب می‌گردند. این نیرو را نیروی گریز از مرکز گویند. پمپهای گریز از مرکز بر اساس این نیرو که در اثر چرخش پروانه بوجود می‌آید، کار می‌کنند. مایع پس از رهایی از پروانه ، از مجرایی می‌گذرد که انرژی سرعتی مایع به انرژی فشاری مبدل می‌گردد. به این ترتیب ، فشار مایع هنگام خروج بیش از فشار ورودی آن می‌باشد. پمپ‌های سانتریفیوژی شامل چند دسته‌ی جریان‌محوری، جریان‌شعاعی و جریان-ترکیبی هستند. عمدتاً پمپ‌های جریان شعاعی را بهترین نوع پمپ‌های سانتریفیوژی می‌دانند. رایجترین نوع پمپ‌های جریان



شعاعی، پمپ حلزونی(پیچکی) است که در شکل۱۲-۳ دیده می‌شود. در این پمپ‌ها، سیال در نزدیکی محور پروانه‌ای که با سرعت

بالا درحال چرخیدن است به پمپ وارد می‌شود و به صورت شعاعی از محفظه‌ی پمپ خارج می‌گردد.خلاء موقتی که ایجادشده به صورت مداوم سیال بیشتری را به داخل پمپ می‌کشد.پمپ‌های سانتریفیوژی حلزونی، قوی، کم‌صدا، قابل اعتماد و نسبتاً ارزان هستند. این پمپ‌ها از نظر ابعاد، کوچک و فشرده هستند. ساختار ساده‌ای دارند و نیازی به **شیر اطمینان** ورودی و خروجی ندارند. پمپ‌های سانتریفیوژی حلزونی می‌توانند مایعات حاوی ذرات جامد را پمپ کنند؛ اما وقتی مایعاتی را که حاوی مقدار کمی بخار هستند پمپ می‌کنند، مکش آنها به‌واسطه‌ی کاویتاسیون صدمه می‌بیند. پمپ‌های سانتریفیوژی اگر برای پمپ‌کردن مایعات غیرلزج استفاده شوند، عالی عمل می‌کنند. ولی ظرفیت آنها در صورتی که برای پمپ‌کردن ***مایعات گرانرو*** ***(viscous)*** استفاده شود به شدت کاهش می‌یابد.

نوع دیگر پمپ‌های سانتریفیوژی جریان شعاعی، پمپ‌های ***دیفیوزر*** **(Diffuser)** هستند. در این قبیل پمپ‌ها بعد از اینکه سیال پروانه را ترک کرد از درون حلقه‌ای که از پره‌های ثابت تشکیل شده است می‌گذرد. این پره‌ها سیال را **پخش می‌کنند** و سیال بیشتر کنترل شده‌ای را تدارک می‌بینند، به‌علاوه هد سرعت را بهتر از سایر پمپ‌ها به هد فشار تبدیل می‌کنند.

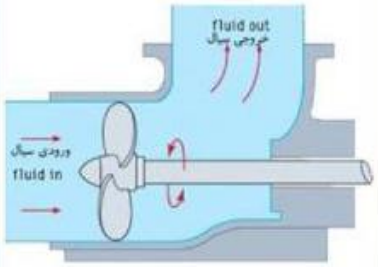
۳-۲-۱ پمپ‌های سانتریفیوژی جریان محور(Axial flow centrifugal pump)در پمپ‌های سانتریفیوژی جریان محور، روتور یک ملخ است.در این قبیل پمپ‌ها سیال به صورت موازی در راستای محور جریان می‌یابد (شکل۱۵-۳). پره‌های پخش کننده

3-15

طرح کلی یک پمپ سانتریفیوژ

در بخش تخلیه پمپ واقع شده‌اند و کار آنها حذف سرعت دَوَرانی سیال است که بوسیله‌ی ملخ ایجاد شده است. برای پمپ‌کردن گازها می‌توان از کمپرسورهای جریان محوری استفاده کرد. در پمپ‌های ترکیبی، سیال به دو طریقه‌ی محوری و شعاعی از محفظه‌ی

3-16



یک پمپ جریان

حلزونی تخلیه می‌شود.دامنه‌ی کاربرد پمپهای سانتریفیوژ بسیار وسیع است و درصنایع شیمیایی،کاغذسازی، صنایع غذایی ولبنیات، آب و فاضلاب، دفع مواد زائد، نفت و پتروشیمی و به کار می‌روند.

۳-۲-۱-۱ خصوصیات برجسته پمپهای سانتریفیوژی (Important features of centrifugal pumps)

۱- جریان تخلیه مایع در آنها آرام و یکنواخت است

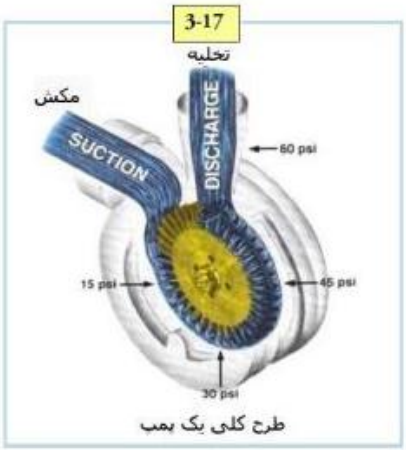
۲ - متنوع بودن این پمپها با خصوصیات فراوان و گوناگون

3 -رضایت بخش بودن راندمان

4 -مناسب برای کارکردن با موتورهای الکتریکی و موتورهای احتراقی

۵ - پایین بودن هزینه نگهداری

۶ - دامنه کاربرد آنها در پروژه های کشاورزی، صنعتی و آبرسانی فوق‌العاده بالاست زیرا از نظر دبی و ارتفاع تولیدی، وسعت زیادی را پوشش می‌دهند.



۳-۲-۲ پمپهای جانبی (regenerative)

پمپ های ریژنریتیو، توربین یا پمپ‌های جانبی نیز نامیده می‌شوند.دراین پمپ‌ها پروانه، پره‌هایی در هر دو سوی لبه‌هایش دارد که به صورت حلقوی در درون محفظه‌ی پمپ می‌چرخد. در این پمپ‌ها، سیال آزادانه از نوک پروانه تخلیه نمی‌شود بلکه دوباره به چرخه و جریان می‌افتد؛ این چرخه‌ی دوباره یا زایش مجدد سیال باعث افزایش هد می‌شود.

۳-۲-۲-۱ مقایسه بین پمپهای جنبشی و جابجایی
(comparison between displacement & kinetic pumps)

پمپ‌های جنبشی(دینامیکی) و جابجایی را از جهات گوناگون می‌توان با هم مقایسه کرد:

۱- حد اکثر انرژی (فشار) ایجاد شده توسط پمپ‌های دینامیک (سانتریفیوژ) محدود بوده و به هد معروف است که با بستن شیر خروجی به طور کامل (شدت جریان صفر) به وجود می‌آید، در حالی‌که حداکثر فشار پمپ‌های جابجایی با توجه به فشار سیستم تعیین می‌شود. یعنی پمپ فشار خود را تا جایی که مورد نیاز سیستم باشد می‌رساند.

۲- در پمپ‌های دینامیک انرژیِ افزوده شده ابتدا به سرعت تبدیل شده و سپس در حلزون و سر انجام در دیفیوزر به فشار تبدیل می‌شود در حالی که در پمپ‌های جابجایی، انرژی مورد نظر مستقیما به فشار تبدیل می‌شود.

۳-در پمپ‌های دینامیک انرژی بطور پیوسته و بدون انقطاع به مایع افزوده می‌شود در صورتی که در پمپ‌های جابجایی، انرژی در پریودهای معینی به مایع تزریق می‌شود.

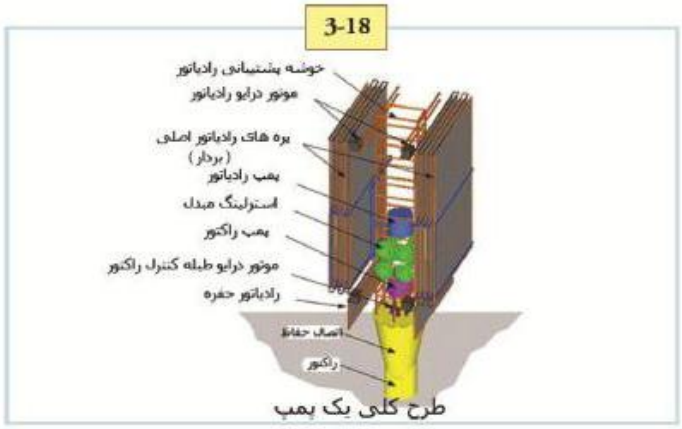
۴- اصولا پمپ‌های جابجایی برای مقادیر اندک جریان در فشارهای بالا و مایعات لزج به کار می‌رود و پمپ‌های دینامیک برای فشارهای متوسط و مقادیر زیاد جریان سیال، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-۳ پمپ‌های الکترومغناطیسی(Electromagnetic pumps)

این پمپ‌ها فقط قادرند سیالاتی را که رسانه‌های الکتریکی مناسبی هستند پمپ کنند. در این پمپ‌ها لوله‌ای که سیال را حمل می‌کند در میدان مغناطیسی واقع شده است ویک جریان الکتریکی در جهتی که سیال جریان دارد به داخل سیال وارد می‌شود و از آن

عبور

می‌کند (شکل ۱۸-۳). جریان و میدان مغناطیسی این قبیل پمپ‌ها ممکن است به شیوه‌های دیگری نیز ایجاد شوند، اما به هرحال



مکانیزمی که در طراحی آنها استفاده می‌شود بسیار شبیه به موتورهای الکتریکی است. پمپ‌های الکترو مغناطیسی برای پمپ‌کردن فلزات مایع- که در خنک کردن راکتورهای هسته‌ای کاربرد دارند- استفاده می‌شوند.

۳-۴ انواع دیگر پمپ‌ها(Other types of pumps)*مکنده‌های گاز(Gas lift)*

این پمپ ها برای بالا کشیدن مایعات از ته چاه مورد استفاده قرار می‌گیرند(در واقع گازهای فشرده‌ای که در نزدیکی ته چاه به

مایع تبدیل شده‌اند: شکل ۱۹-۳). نتیجه‌ی ترکیب گاز و مایع سبک‌تر شدن و شناوری بیشتر سیال است؛ به همین دلیل سیال به راحتی بالا می‌آید و تخلیه می‌شود.مکنده‌های گازی هیچ بخش متحرکی ندارند و می‌توانند برای پمپ‌کردن مایعاتی که حاوی ذرات جامدند استفاده شوند. مکنده‌های هوا و گاز در حال حاضر کمتر استفاده می‌شوند، اما در گذشته استفاده از آنها برای پمپ‌کردن آب، شورابه و نفت بسیار رایج بوده است.

۳-۴-۱ پمپ های ناقل خمیر مواد معدنی(Mineral Pulp carrier pumps)

بیشتر این پمپ ها از نوع تناوبی بوده و در کارخانه‌های قندسازی بکار می‌روند. این پمپها فاقد سوپاپهای ورودی بوده و سیال مورد نظر در اثر سنگینی خود به داخل پمپ کشیده می‌شود (عمق منفی).

۳-۴-۲ پمپ های آبکشی(Rinse pumps)

برای تخلیه آب چاهک از این پمپ‌ها استفاده می‌شود. چاهک را نباید با چاه فاضلاب اشتباه کرد. غلظت سیالاتی که در داخل چاهک قرار دارند به اندازه چاه فاضلاب نبوده وضمنا فاقد مواد مزاحم اضافی می‌باشند. در حقیقت چاهک را باید آب انباری دانست که در پایین‌ترین نقطه ساختمان حفر شده و آبریزی‌های کلیه دستشویی‌ها و غیره به آن سرازیر می‌شود. هر چند وقت یک بار، پمپ مخصوصی که در چاهک نصب شده به صورت خودکار روشن شده و آب موجود در آن را تا سطح معینی کاهش می‌دهد.

در ساختمان هایی که پایه آنها به طور کامل عایق بندی نشده، در فصل بارندگی برای تخلیه آبی که در زیر ساختمان جمع شده نیز از این پمپها بهره می‌گیرند. عملکرد این پمپها معمولا خودکار بوده و چون در آب غوطه‌ور هستند به هواگیری و راه‌اندازی اولیه نیازی ندارند. به قسمتی از بدنه این پمپها شناوری آویزان است که با بالا آمدن سطح آب باعث روشن شدن خودکار موتور می‌شود و به تدریج که سطح آب پایین می‌رود و به ارتفاع معینی که تقریبا آب چاهک خالی شده باشد می رسد مجددا باعث خاموش شدن موتور می‌شود.

۳-۴-۳ پمپهای آبیاری(Irrigation pumps)

پمپ‌هایی که به این منظور به کار می‌روند برای ارتفاع کم و ظرفیت‌های بالا طراحی می‌شوند. از این پمپ‌ها برای زهکشی، کنترل سیلابها و همچنین مقابله با بارندگی‌های ناگهانی نیز استفاده می کنند. از آنجا که پروانه این پمپها شبیه پروانه زیر دریایی‌ها می‌باشد به آنها پروانه ملخی هم گفته می‌شود. احتیاجات عمومی به این گونه پمپها باعث شده که آنها را به صورت یکپارچه و قابل حمل و نقل طوری بسازند که به سادگی در بالای جریانی از آب معلق بماند و یا از اسکلتی که در بالای جریان آب تعبیه شده آویزان گردند.

۳-۴-۴ پمپ کارواش(Carwash pump)

یکی دیگر از انواع پمپ ها به عنوان پمپ کارواش (شستشوی اتومبیل)شناخته می‌شود این پمپ پیستونی، بادوام و دارای قیمت مناسب بوده و برای شستشوی اتومبیل مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پمپها کارآمد و جمع و جور به نظر می‌رسند زیرا می‌توانند انرژی را ذخیره نمایند .

3-20

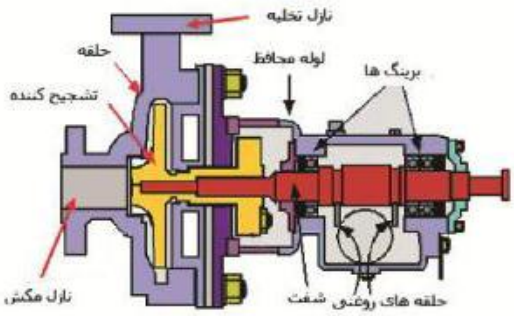
یک بمب

۴-۱ ساختار پمپهای سانتریفیوژ(Structure of centrifugal pumps)

پمپ سانتریفیوژی ساختار بسیار ساده‌ای دارد و در اساس شامل یک محفظهٔ پیچکی(۱) و یک پروانه (۲) است. این پروانه بر روی یک شفت (۵) سوار می‌شود. این شفت بوسیلهٔ یک یاتاقان(۷) حمایت و نگهداشته می‌شود و یاتاقان نیز به نوبهٔ خود ر محفظهٔ یاتاقان (۶) جاگرفته است.محرک اولیهٔ این پمپها عموما یک موتور الکتریکی، توربین بخار و یا یک موتور احتراقی درونسوز است که گشتاور را بواسطهٔ کوپلینگ به پمپ انتقال می‌دهد. همین که پروانه می‌چرخد سیالِ درونِ خود را شتاب می‌بخشد و جابجا می‌کند. در صورتی که پمپ به درستی طراحی و راه‌اندازی شده باشد سیال بیشتری برای گرفتن جای سیال قبلی به درون پمپ کشیده می‌شود. بنا براین می‌توان گفت که پروانه انرژی جنبشی را بواسطهٔ عمل مکانیکی به سیال انتقال می‌دهد. سپس این انرژی جنبشی بوسیلهٔ

محفظهٔ حلزونی شکل به انرژی فشار تبدیل می‌گردد. فشار سیال در درون محفظهٔ پمپ می‌بایست حفظ گردد؛ حفظ فشار سیال با استفاده از یک چیدمان مناسب

4-1



ساختار اساسی در یک پمپ سانتریفیوژی

سیل(Seal) (۴) صورت می‌گیرد. سیلها در محفظهٔ سیل (۳) نصب می‌گردند(تصویر ۱-۴).سرعت معمولی کار پمپها بین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ دور در دقیقه است.هرچند بعضی پمپها نیز هستند که می‌توانند در محدودهٔ سرعتی بین ۵۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰ دور در دقیقه کار کنند.

۴-۲ انواع پمپهای سانتریفیوژ(Types of centrifugal pumps)

پمپهای سانتریفیوژی(Centrifugal) را می‌توان به شیوه‌های گوناگونی طبقه‌بندی کرد. بعضی از مبانی تقسیمات آنها در زیر می‌آید:

۴-۲-۱ تقسیم بر اساس جهت محور پمپ

جهت محور پمپ ناظر به این است که محور شفت پمپ در چه حالت و وضعیتی است. محور می‌تواند عمودی یا افقی باشد(تصویر ۲-۴). به بیان دیگر محور دوران معین می‌کند که پمپ افقی است و یا عمودی.

منظور از تعداد مراحل، تعداد دستهٔ پروانه‌ها و دیفیوزرها در پمپ است. هر کدام از دسته‌ها یک مرحله را تشکیل می‌دهد و معمولا

4-2

پمپهای سانتریفیوژی(Centrifugal) یک مرحله‌ای، دو مرحله‌ای و یا چند مرحله‌ای(بیشتر از دو) هستند(تصویر ۳-۴).

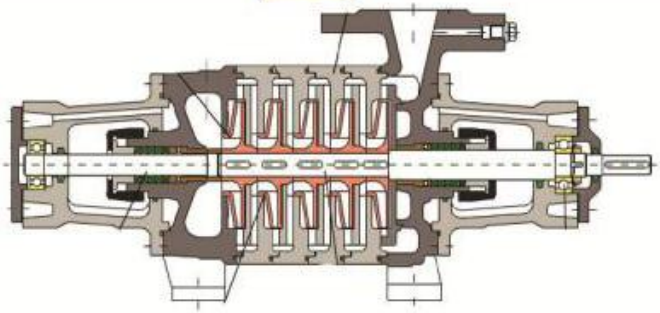
4-3

پمپ چند مرحله ای

۴-۴-۳تقسیم بر اساس جهت فلنج مکش(Divided according to the suction flange)

این نوع تقسیم بندی بر اساس جهت قرارگیری فلنج مکش پمپ صورت می‌گیرد. و می‌تواند افقی (از ته مکش کننده نیز گفته می-شود) یا عمودی (از بالا مکش کننده نیز گفته می‌شود) باشد(تصویر ۴-۴).

4-4

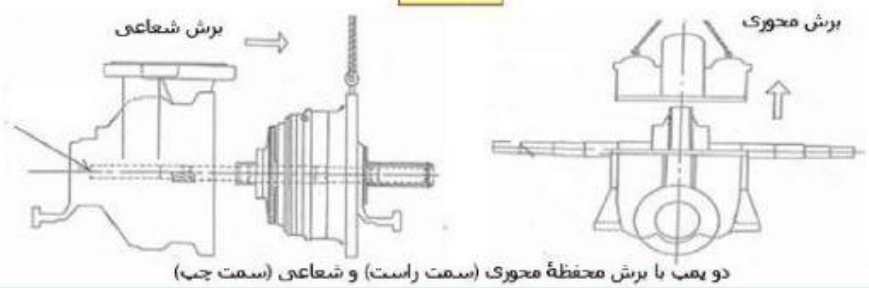


یک پمپ چند مرحله ای که فلنج مکش آن در انتهای پمپ قرار دارد.

۴-۲-۳ تقسیم بر اساس برش محفظه(Divided according cutting chamber)

مبنای این نوع تقسیم بندی برش محفظه است که می‌تواند درجهت شعاعی و قائم به محور شفت باشد و یا محوری و در موازات محور

4-5



دو پمپ با برش محفظهٔ محوری (سمت راست) و شعاعی (سمت چپ)

شفت باشد(تصویر ۵-۴). به بیان دیگر در این تقسیم بندی پمپها بر اساس نحوهٔ جداشدن بدنه ی خودشان طبقه بندی می‌شوند.

۴-۲-۴ تقسیم براساس نحوه قرارگیری یاتاقانها(Divided according bearing placement)

این تقسیم‌بندی ناظر به محل یاتاقانهایی است که روتور را نگه می‌دارند.در صورتی که روتور به شکلی توسط یاتاقان حمایت شود که شکل یک پایه را پیدا کند این نوع پمپها را پمپهای روتور معلق می‌نامند و اگر پروانه‌های روی روتور بوسیلهٔ یاتاقانهایی حفظ و حمایت شوند که در همان سمت قرار دارند پمپ را از نوع *یاتاقان در وسط* می‌نامند(تصویر ۶-۴).

4-6

پمپ از نوع یاتاقان در وسط

پمپ از نوع روتور معلق

۵-۲-۴ تقسیم براساس نحوه قرارگیری بر روی پایه (Divided according placement on base)

این تقسیم بندی ناظر به نحوهٔ قراگیری پمپ بر روی پایه است و پمپ ممکن است که در مرکز شاسی واقع شده باشدو یا بر روی یک

4-7

پمپی که در مرکز پایه قرار دارد.

پمپی که بر روی چهار پایه سوار است.

قالب چهارپایه‌ای شکل واقع شده باشد (تصویر۷-۴).

۶-۲-۴ تقسیم بنا بر اتصال شفت(Divided according shaft connection)

ویژگی اساسی پمپهای یک تکه یا اتصال نزدیک(Close Couple) نداشتن کوپلینگ بین موتور و پمپ است. شفت این پمپها بلند است و پروانه در یکی از دو سمت انتهایی آن بر روی پمپ سوار می‌شود. (monobloc) فلنجهای مکش و تخلیه پمپ های عمودی یک تکه در طول یک محور واقع شده است و می‌تواند بین خطوط لوله قرار گیرد.

۳-۴ مصارف پمپها(Pumps usage)

دسته بندی پمپها در بالا براساس ساختار و اجزای آنها صورت گرفته است. در صورتی که تولید پمپ ها نیز بر اساس مورد مصرفی که پمپهای برای آن طراحی می‌گردند، تفاوت می‌کند.

برخی مصارفی که پمپهای عمومی ممکن است داشته باشند عبارتنداز:

- پمپهای فرایندهای شیمیایی و نفتی - پمپهای نیروگاههای الکتریکی و اتمی
- پمپهای برجهای خنک کننده و فاضلابهای صنعتی و خانگی
- پمپهای صنایع کاغذ و مقواسازی
- پمپهای مواد دوغابی
- پمپهای سرعت بالا

۴-۴ اجزای پمپهای سانتریفیوژ(Components of centrifugal pumps)

اساسا در تمام انواع مختلف پمپهای سانتریفیوژی(Centrifugal) قطعات یکسانی وجود دارد اما بسته به طراحی و کاربرد خاص پمپ، ممکن است تفاوتهایی وجود داشته باشد. در ادامه به توضیح این اجزاء می‌پردازیم.

۱-۴-۴ پروانه(Butterfly)

پروانه در پمپهای سانتریفیوژی، دوران مکانیکی را به سرعت به سیال مبدل می‌کند. پروانه در واقع در حکم چرخ نخ ریسی است و به مانند آن در پمپ عمل می‌کند. پروانه در محلی که مکش واقع می‌گردد دارای یک چشمی ورودی است. سیال پس از مکش به درون پروانه، بوسیلهٔ پره‌ها از ورودی به خروجی پروانه هدایت می‌شود. زاویه و شکلی که پره‌ها طراحی می‌گردند به میزان جریان وابسته است. پره‌های هدایت کننده معمولا با صفحهٔ پشتی همراه هستند که اصطلاحا ***شرود* (Shroud)** یا کاور پشتی پروانه گفته می‌شود. به صفحهٔ جلویی که پره‌ها را در برگرفته است کاور جلویی گفته می‌شود. پروانه‌ها عموما ریخته‌گری می‌شوند و به ندرت ممکن است به پروانه‌هایی برخورد که جوشکاری شده باشند و یا دست ساز باشند.

پروانه‌ها ممکن است مشخصه‌ها و اشکال متفاوتی داشته باشند، نظیر پره‌های پشتی و سوراخهای بالانس که کارشان کمک به کاهش بار محوری است که توسط فشار هیدرولیکی ایجاد می‌گردد.

به منظور کاهش تلفات ناشی از چرخهٔ دوبارهٔ سیال و بهبود مقدار بازدهی پروانه، معمولا پروانه‌ها با رینگهای سایش‌پذیر تدارک دیده می‌شوند. این رینگها ممکن است در سمت جلویی پروانه و یا در هر دو سمت پروانه باشند. همچنین ممکن است که پروانه فاقد حلقه-های سایش پذیر باشد.

فرآیندریخته‌گری پروانه‌ها که در بالا به آن اشاره شد،اصلی‌ترین روش تولید پروانه است.پروانه‌های کوچک که در آبهای تمیز کاربرد دارند به دلیل نازکی لبه‌ها و کاور پروانه از جنس برنج و یا برنز ریخته می‌شوند. البته اخیرا استفاده از پلاستیک نیز مرسوم شده است.

در پروانه‌های بزرگتر و در غالب مصارف، نخستین جنس برای ریختن پروانه چدن است که برحسب استاندارد ASTM می‌بایست در کلاس A-48-40 باشد (حداقل مقاومت کششی آن 40000 Psi یا ۲۷۲۰ کیلوگرم در سانتی متر مربع باشد). این نوع پروانه برای

استفاده در مواردی است که حداکثر سرعت محیطی ۵۵ متر بر ثانیه باشد و حداکثر دما ۲۰ درجهٔ سانتیگراد باشد. زمانی که دما از ۲۰۰ درجهٔ سانتیگراد فراتر رود استفاده از کربن استیل کلاسWAC یا WCC A-216 توصیه می‌گردد.

۴-۴-۱-۱ انواع پروانه‌ها(Type Of Butterfly)

از نظر ساختار پروانه‌ها سه نوع عمده دارند که اساسا با تکیه بر داشتن و یا نداشتن پوشش وکاور تقسیم می‌گردند. این سه نوع

4-8

انواع پروانه ها به لحاظ ساختاری

عبارتند از: ***بسته ، نیمه باز، باز*** که در تصویر 8-۴ نشان داده شده است.

4-9

یک پروانه بسته

پروانه‌های بسته

پروانه‌های بسته از تعدادی پرهٔ شعاعی تشکیل می‌شوند (عموما ۳ الی ۷ عدد) که از دو طرف بوسیلهٔ یک پوشش لفافه‌ای که شرود نامیده می‌شود محصور شده‌اند(تصویر 9-۴). این پروانه‌ها یک رینگ سایش‌پذیر در چشمی مکش دارند و ممکن است که در پوشش پشتی نیز دارای یک رینگ فرسایشی باشند. معمولا پروانه‌های بسته‌ای که در قسمت پشتی رینگ ندارند دارای پرهٔ پشتی هستند. پمپهایی که از پروانه‌های بستهٔ دارای رینگ در هر دو طرف استفاده می‌کنند بازدهی بالاتری دارند.

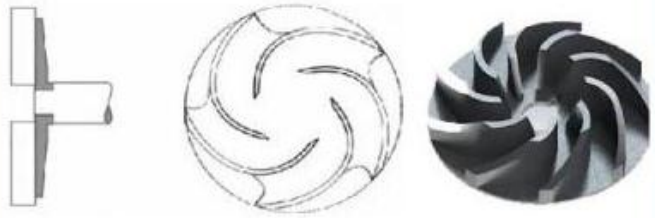
4-10

پروانه نیمه باز

پروانه‌های نیمه باز:

پروانه‌های نیمه باز به علت حذف اصطکاک دیسک از پوشش جلویی کاراتر هستند و زمانی که سیال، حاوی ذرات معلق و فیبری باشد مطلوب تر هستند. بار محوری ایجاد شده در پروانه‌های نیمه باز معمولا بالاتر از پروانه‌های بسته است.(تصویر ۱۰-۴)

4-11



پروانه باز از نوع دوم

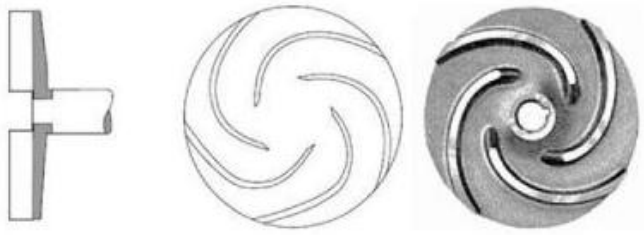
پروانه‌های باز:

با توجه به پوشش لفافه‌ای پشتی، این پروانه ها به سه نوع تقسیم می‌شوند. اولین نوع آنها که کاملا دارای انحنا است در تصویر ۱۱-۴ دیده می‌شود. در این نوع تقریبا لفافهٔ پشتی وجود ندارد و بنا براین بار محوری که توسط فشار هیدرولیکی ایجاد می‌شود کاملا از بین می‌رود.

نوع دوم این پروانه‌ها با عنوان پروانه‌های بازی که دارای انحنای تقریبی هستند شناخته می‌شوند. این نوع پروانه ها نسبت به نوع قبلی بار محوری بیشتری می‌بایست تحمل کنند اما در عوض بازدهی و هد بالاتری دارند.

نوع سوم این پروانه‌ها، پروانهٔ بازی است که کاملا پوشش لفافه‌ای در پشت دارد (تصویر ۱۲-۴). این نوع معمولا نسبت به پروانه‌های باز نوع اول دارای پنج درصد بازدهی بیشتر است اما در عوض توانایی تولید هد آن کمتر است.

4-12



پروانه باز با پوشش لفافه ای کامل در پشت (نوع سوم)

این نوع پروانه‌ها می بایست بار محوری بیشتری را در مقایسه با سایر پروانه‌های باز تحمل کنند. برای کاهش بار محوری در این پروانه‌ها از پره‌های پشتی استفاده می‌شود تا از فشارهیدرولیکی تولید شده توسط بار محوری کاسته شود.

پروانه‌های گردابی یا پروانه‌های بدون انسداد، نوع دیگری از پروانه‌های باز دارای پوشش لفافه‌ای کامل به حساب می‌آیند (تصویر ۱۳-

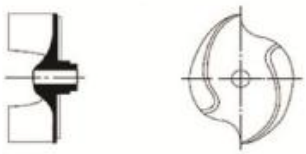
4-13

پروانه

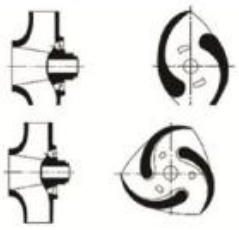
۴). این پروانه‌ها در مصارفی استفاده می‌شوند که ذرات معلق در سیال حجیم باشند و یا از نوع فیبر و کریستال باشند. پروانه‌های گردابی،انرژی را مستقیما به سیال نمی‌دهند و در عوض یک جریان گردابی ایجاد می‌کنند که این جریان گردابی انرژی را به سیال انتقال می‌دهد و یا آن را پمپاژ می‌کند. محل قرارگیری این پروانه معمولا در بالای پیچک حلزونی است و در نتیجه به ندرت نیروی شعاعی به آن وارد می‌شود.

بعضی از اقسام پروانه‌های بدون انسداد از نوع نیمه بازو بسته در تصویر ۱۴-۴ نشان داده شده است.

4-14



پروانه S شکل و بدون انسداد دو راهه



پروانه های بدون انسداد دو راهه و سه راهه

لازم به ذکر است که پروانه‌ها را بر اساس نوع پره‌ها نیز می‌توان دسته بندی کرد. از لحاظ شکل پره نوعی از پروانه‌ها به نام پروانهٔ فرانسیس از سایر پروانه‌ها متمایز است. سطوح پره‌های این پروانه دارای انحنای دوگانه است. در این نوع پروانه علاوه بر پره-های اصلی در درون چشمه پروانهٔ آنها نیز پره‌هایی تعبیه شده است.(تصویر۱۵-۴)

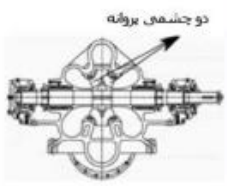
4-15

پروانه دو مکشه بسته از نوع فرانسیس

۴-۴-۲-۱ مکش پروانه (Suction butterfly)

عموما پروانه دارای یک چشمی و یا ورودی است که مکش سیال از درون آن صورت می‌گیرد. برخی پروانه‌ها با عنوان پروانه‌های تک مکشه نامیده می‌شوند. این پروانه‌ها فقط در یک سمت دارای حفرهٔ مکش هستند. پمپهایی که از پروانه‌های تک مکشه استفاده می‌کنند به دلیل اینکه جریان فقط در یک سمت پروانه قرار دارد، در معرض عدم تعادل بالاتری توسط بارهای محوری هستند.در برخی پمپهای خاص، میزان و مقدار جریان کاملا بالاست. در این موارد می‌توان به وسیله ی استفاده از یک پروانه که دارای دو چشمی مکش باشد جریان را مدیریت کرد. این پروانه‌ها در هر دو طرف دارای حفرهٔ مکش هستند. پمپهایی که پروانهٔ دو مکشه دارند NPSH-r کمتری نسبت به پروانه‌های تک مکشه دارند.عموما در صورتی که میزان جریان بالاتر از ۵۵۰ متر مکعب در ساعت یا به عبارتی ۱۵۳ لیتر در ثانیه باشد استفاده از یک پروانهٔ دو مکشی ضروری است (تصویر ۱۶-۴).

4-16



پمپ دارای پروانه دو مکشه

به سوالات ذیل پاسخ کامل دهید و پاسخ هایتان را تا 8 فروردین به واتساپ این شماره ارسال کنید/09356332154/ پاسخ‌ها را به صورت دست‌نویس و با خط خوانا نوشته و تصاویر پاسخ‌ها را به صورت یک فایل کامل در واتساپ ارسال نمایید.

با تشکر سامان

1- روش عملکرد یک پمپ سانتریفیوژ را در 5 سطر به همراه شکل توضیح دهید؟
2- انواع پمپ های سانتریفیوژ را بر اساس محل قرار گیری بیرینگ نام ببرید و هریک را جداگانه توضیح دهید؟
3- انواع پروانه پمپ را از لحاظ ساختاری نام ببرید و هر یک را جداگانه و با شکل توضیح دهید؟
4- وظیفه کوپلینگ در یک پمپ سانتریفیوژ را توضیح دهید و انواع کوپلینگ را نام ببرید؟
5- روش عملکرد gear pump را توضیح دهید؟