

بسمه تعالی

عنوان مقاله

پمپ های گریز از مرکز

و

کاویتاسیون در پمپ ها



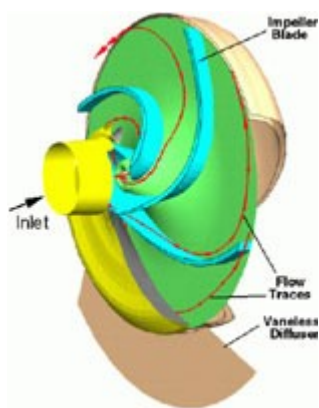
محقق : نادر دولت آبادی

3 خردادماه 1386

تاریخچه پمپ گریز از مرکز:

مطابق با نوشته های تاریخ نگار برزیلی Reti، یک ماشین آبکش یا لجن کش که بایستی به عنوان نمونه اولیه پمپ گریز از مرکز شناخته شود، در یک مقاله در ابتدای 1475 میلادی توسط مهندس ایتالیایی دوره رنسانس Francesco di Giorgio Martini به عرصه ظهور رسید. پمپ های سانتریفیوژ واقعی تا اواخر دهه 1600 توسعه نیافتند تا اینکه Denis Papin یک نمونه از آنرا با تیغه های صاف درست کرد و تیغه منحنی شکل توسط مخترع بریتانیایی John Appold در سال 1851 معرفی شد.

پمپ گریز از مرکز چگونه کار می کند:



یک پمپ گریز از مرکز بر اساس تبدیل انرژی جنبشی یک سیال جاری به فشار ایستا کار می کند. این نحوه عمل بوسیله قانون برنولی توصیف می شود. قاعده عملکرد پمپ گریز از مرکز را می توان با ملاحظه تاثیر تکان دادن یک سطل آب بر روی یک مسیر دایره ای شکل توسط یک طناب، نشان داد. نیرویی که آب را به کف سطل فشار می دهد، نیروی گریز از مرکز است. اگر یک سوراخ در کف سطل تعبیه شود، آب از طریق این سوراخ جریان می یابد. از این گذشته اگر یک لوله ورودی در بالای سطل تعبیه شود، جریان آب به بیرون سوراخ منجر به تولید یک خلاء موضعی در داخل سطل خواهد شد.

(شکل 1- شبیه سازی جریان سیال در پمپ)

این خلاء آب را از یک منبع در سمت دیگر لوله ورودی به داخل سطل خواهد کشید. بدین روش یک جریان پیوسته از منبع و به بیرون سطل بوجود می آید.

در رابطه با پمپ های گریز از مرکز، سطل و سرپوش آن متناظر با قاب پمپ، سوراخ و لوله ورودی متناظر با ورودی و خروجی پمپ هستند و طناب و بازو متناظر کار پروانه را انجام می دهد.

پمپ گریز از مرکز پمپی است که از یک پروانه گردان بمنظور افزودن فشار یک سیال استفاده می نماید. پمپ های گریز از مرکز عموماً برای جابجا کردن سیال از طریق یک سیستم لوله کشی کاربرد دارد. سیال در امتداد یا نزدیک محور چرخان وارد پروانه پمپ گشته و بوسیله این پروانه شتاب می گیرد و به سرعت به سمت بیرون و به داخل یک پخش کننده یا محفظه حلزونی جریان می یابد که از آنجا به درون سیستم لوله کشی پائین جریان خارج می گردد.

تیغه های روی پروانه بطور تصاعدی از مرکز پروانه پهن می شوند که سرعت را کاهش داده و فشار را افزایش می دهد. این امکان به پمپ گریز از مرکز اجازه می دهد تا جریان های پیوسته با فشار بالا ایجاد نماید.

دسته بندی پمپ های گریز از مرکز:

پمپ های گریز از مرکز را می توان به چند صورت دسته بندی نمود. یک نحوه دسته بندی بر اساس جریانی است که بوجود می آورند که متشکل از سه دسته هستند:

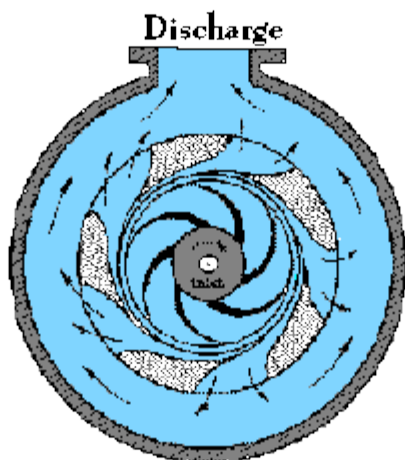
1- پمپ های جریان شعاعی: در نوع شعاعی فشار سیال کاملاً توسط نیروی گریز از مرکز تامین می شود. از این نوع پمپ در مواردی که می خواهند دبی خوبی در اختیار داشته باشند استفاده می شود.

2- پمپ های جریان مختلط: در این نوع پمپ، قسمتی از فشار توسط عمل بالابری یا راندن تیغه ها بر روی سیال صورت می گیرد و قسمتی دیگر بوسیله نیروی گریز از مرکز تامین می شود.

3- پمپ های جریان محوری:

در این پمپ ها فشار با عمل پیش رانی و بالابری تیغه ها بر روی سیال بوجود می آید.

در حالت کلی از پمپ های جریان محوری هنگامی که افزایش فشار لازم باشد استفاده می کنند و از پمپ های جریان شعاعی بمنظور تولید دبی سود می برند.



In a turbine-type pump, water leaving the impeller moves out through the curved passages between diffuser vanes.

دو جز اصلی پمپ های گریز از مرکز پروانه و تیغه هستند.

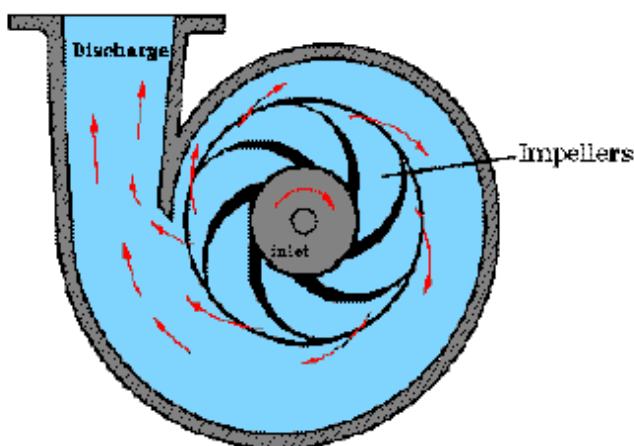
پروانه ها:

نقش پروانه هلد در پمپ گریز از مرکز تامین لازم برای سیال می باشد. در پمپ ها دو نوع پروانه پایه ای وجود دارند:

1- ماریچی

2- توربینی

پروانه های توربینی با تیغه های پخش کننده ای احاطه شده اند که مسیرهای



Volute-type centrifugal pump has no diffuser vanes or guides

<http://Hamkelasy.com>

پایگاه علمی همکلاسی

بتدریج پهن شوند ای فراهم می آورند تا سرعت آب را به آهستگی کاهش دهند. بنابراین هد سرعت به هد فشار تبدیل می شود.

(شکل 2 و 3- پمپ با تیغه های توربینی و ماریپیچی)

پروانه ماریپیچی با ویژگی نداشتن تیغه های پخش کننده مشخص می شوند. در عوض پروانه آن درون محفظه ای که حلزونی شکل است قرار گرفته و سرعت آب به دلیل ترک کردن پروانه کاهش می یابد که همراه با افزایش فشار می باشد.

انتخاب بین این دو نوع پروانه بسته به شرایط استفاده تغییر می کند. نوع ماریپیچی بدلیل ظرفیت بالا و هد مصرفی پائین در چاه های کم عمق معمولا ترجیح داده می شوند. نوع توربینی در چاه های آب عمیق استفاده می شود.

تیغه:



تیغه نقش راندن مایع به خروجی پمپ را دارد که سرعت را به فشار تبدیل می نماید. جزء تیغه در داخل پمپ که معمولا به پروانه متصل است به نوبه خود دارای شکل های گوناگونی است. دسته بندی شکلی تیغه ها را می توان به طور کلی به دو دسته تقسیم نمود:

1- صاف

2- ماریپیچ

که این دسته بندی نیز می تواند منجر به دسته بندی کلی در مورد پروانه ها گردد.

(شکل 4- نمونه ای از پروانه ماریپیچ و عملکرد آن)

مزایا و معایب استفاده از پمپ گریز از مرکز:

- از مزایای پمپ گریز از مرکز می توان به ویژگی تولید یک جریان هموار و یکنواخت اشاره نمود. برخی انواع پمپ های گریز از مرکز مقداری شن نیز پمپ می کنند و در کل مطمئن و دارای عمر کاری خوبی می باشند.
- از معایب این پمپ های می توان به از دست دادن سطح کیفی راه اندازی اشاره نمود که بعد از راه اندازی رخ می دهد. همچنین راندمان این پمپ ها وابسته به کار تحت هد و سرعت طراحی می باشد.
- در راه اندازی یک پمپ گریز از مرکز از آنجائیکه این پمپ ها از مکش استفاده می کنند قابلیت پمپ کردن هوا را ندارند. پس بعنوان یک نتیجه پمپ و لوله بایستی از آب پر باشند تا مشکلی در پمپ آب بروز نکند.

نابالانسی در پمپ های گریز از مرکز:

وقتی اجزاء چرخان پمپ نابالانس باشند، ارتعاش حاصل از عضو چرخان نابالانس می تواند ترسناک باشد. این ارتعاش می تواند موجب لرزش سطح زمینی که دستگاه روی آن قرار گرفته است شود، دستگاه های اطراف آن در جای خود تکان می خورند، پیچ های نگه دارنده شل می شوند و قطعات می شکنند. یک عضو چرخان نابالانس بر روی یاتاقان های خود نیرو اعمال می کند و آنرا از طریق سازه خود به بیرون منتقل می نماید و نهایتاً این نیرو به فندانسیون می رسد.

دلایل بروز نابالانسی:

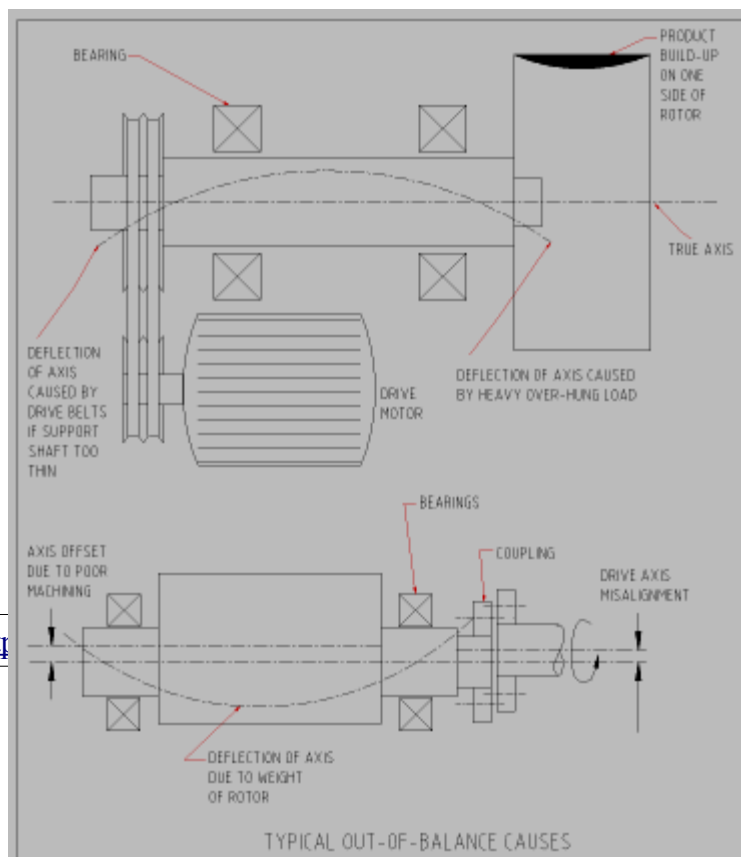
- 1- خمش یا قوس برداشتن بین یاتاقان های تکیه گاهی
- 2- وزن معلق تحت نیروی ثقل محور محرک را خمیده می کند
- 3- ماده یا سیال غیریکنواخت توزیع شده در روتور
- 4- قطعات هرز و لق شده بر روی روتور
- 5- قطرهای مختلف مرکز بر روی روتور که ناشی از ساخت می باشد و قطعات روی روتور هم مرکز نشده اند
- 6- هم تراز نبودن مسیر رانش با محور روتور
- 7- کوبلینگ های راننده لق از پشت هم پرش می کنند
- 8- از بین رفتن تیرانس های بین قطعات مونتاژ شده بر روی روتور
- 9- شانه ای های روی روتور خارج از میدان محور دوران ساخته شده اند
- 10- خلل و حفره های روی روتور
- 11- هم تراز نبودن یاتاقان

به محور نیرو وارد کرده و

آنها قوس می دهد

(شکل 5- انواع نابالانسی)

ها



<http://>

پایگاه علمی همکلاسی

کاویتاسیون:

کاویتاسیون را می توان رفتار خلل و حباب هایی دانست که در سیال بوجود می آیند. از نظر رفتاری کاویتاسیون



را می توان به دو دسته تقسیم بندی نمود:

1- کاویتاسیون غیر فعال (گذرا)

2- کاویتاسیون فعال

کاویتاسیون غیر فعال: فرایندی است که یک خلل یا حباب در سیال به سرعت از بین می رود و یک موج ضربه بوجود می آورد. این نوع کاویتاسیون اغلب در پمپ ها، پروانه های کشتی، پروانه های موتور و در بافت های آوندی گیاهان رخ می دهد. (شکل 6- اثر مخرب کاویتاسیون)

کاویتاسیون غیر فعال ابتدا در اواخر قرن نوزدهم توسط Lord Rayleigh وقتی از بین رفتن یک خلل کره ای را در یک سیال مشاهده نمود، بررسی شد. وقتی یک حجم مایع در معرض یک فشار کم کارامدی قرار می گیرد، مایع می ترکد و یک حفره تشکیل می دهد. این پدیده آغاز کاویتاسیون نامیده می شود و می تواند در پشت تیغه یک ملخ یا پروانه که به سرعت می چرخد یا هر سطح دیگری که در زیر آب با اندازه و شتاب کافی ارتعاش می کند، رخ دهد. چنین حباب کاویتاسیون با فشار کم درون مایع، به خاطر فشار بالاتر محیط از بین می رود. همانطور که حباب از بین می رود، فشار و دمای بخار درون آن افزایش می یابد. در نهایت حباب به کسر کوچکی از اندازه اصلی خود تبدیل می شود که در این نقطه گاز درون حباب به محیط مایع پراکنده شده و یک مقدار انرژی زیادی را به شکل موج ضربه صوتی و نور مرئی رها می سازد. در نقطه فروپاشی کلی دمای بخار درون حباب می تواند چندین هزار درجه کلوین و فشار آن چند صد اتمسفر باشد.

کاویتاسیون غیرفعال می تواند در حضور یک میدان صوتی نیز رخ دهد. حباب های گاز میکروسکوپی که عموماً در یک مایع حضور دارند بدلیل بکار گرفتن میدان صوتی مجبور به نوسان می شوند. اگر چگالی صوتی به مقدار کافی بالا باشد، حباب ها ابتدا از لحاظ اندازه رشد می کنند و سپس به سرعت فروپاشیده می شوند. بنابراین کاویتاسیون غیر فعال حتی اگر کاهش فشار مایع برای خلل مشابه مشاهده Rayleigh کافی نباشد، می تواند رخ دهد. حمام های فراصوتی معمولاً از کاویتاسیون غیرفعال حباب های گاز میکروسکوپی برای فرسایش چرک از مواد استفاده می کنند.

عمل کاویتاسیون بسیار شبیه به جوشش می باشد. اما تفاوتی که بین این دو فرایند وجود دارد بصورت زیر است. جوشش وقتی رخ می دهد که انرژی مایع به حدی برسد که بر فشار محیط غلبه کند و به عبارتی افزایش فشار دارد. اما در کاویتاسیون مایع افت فشار را تا حدی ادامه می دهد تا به فشار اشباع رسیده و شروع به تبخیر نماید.

کاویتاسیون فعال: فرایندی است که حباب های کوچک در یک مایع به نوسان در حضور یک میدان صوتی، وقتی شدت میدان صوتی برای فروپاشی کلی حباب ناکافی باشد، واداشته می شوند. این شکل از کاویتاسیون فرسایش بسیار کمتری نسبت به کاویتاسیون غیرفعال را سبب می شود و اغلب برای پاک کردن مواد ظریف مانند قطعات پنجره ای سیلیکون استفاده می شوند.

معایب کاویتاسیون در برخورد حباب های کوچک شده با دمای بسیار بالا و دارای موج ضربه با سطوحی مانند پروانه کشتی و پمپ ها می باشد.

کاویتاسیون :

- صدای زیادی تولید می کند
- اجزاء را تخریب می کند
- ارتعاشات تولید می نماید
- راندمان را کاهش می دهد.

مزایا:

بلوچود آنکه کاویتاسیون در بسیاری از محیط ها مطلوب نمی باشد اما همیشه بدین صورت نیست از کاویتاسیون نیز می توان سود برد. به عنوان مثال از کاویتاسیون در ابزارهای پاک کننده فراصوتی استفاده می شود. این ابزارها کاویتاسیون را با امواج صوتی تولید کرده و از فروپاشی حباب ها برای تمییز کردن سطوح بهره می گیرند. این کاربرد مفید نیاز به مواد شیمیایی مضر را در برخی موارد از بین می برند. همچنین از کاویتاسیون در برخی مایعات برای هموژنیزه کردن استفاده می کنند. و در نهایت در تصفیه و خالص سازی آب نیز می توان از کاویتاسیون بهره برد.

کاویتاسیون در پمپ ها و پروانه ها:

بیشترین جایی که کاویتاسیون رخ می دهد در پمپ ها، روی پروانه های کشتی می باشد. همانطور که یک تیغه پروانه در یک پمپ یا پروانه کشتی یا زیر دریایی در سیال حرکت می کند فشار در اطراف آن تیغه کاهش می یابد. با افزایش سرعت تیغه این کاهش فشار به جایی می رسد که فشار تبخیر سیال تامین می شود. در این حالت سیال تبخیر شده و حباب تشکیل می شود. حال کاویتاسیون رخ داده است. وقتی این حباب ها فروپاشی می شوند، امواج ضربه قوی در سیال بوجود می آید که قابل شنیدن است و حتی تیغه ها را از بین می برد. کاویتاسیون در پمپ ها به دو صورت رخ می دهد:

کاویتاسیون در مکش:

این کاویتاسیون بدلیل فشار کم در مکش رخ می دهد که سبب ایجاد حباب در ورودی پروانه پمپ گشته و تا خروجی پمپ ادامه می یابد. در خروجی بدلیل فشار زیاد سیال خروجی این حباب ها از بین می روند. در پمپ هایی که تحت این نوع کاویتاسیون عمل می کنند، مقدار زیادی از سطح پروانه ها از بین رفته و در نتیجه پمپ بطور ناگهانی از کار می افتد.

کاویتاسیون در خروجی:

در این نوع کاویتاسیون فشار خروجی پمپ بسیار بالا است و این بدلیل کار کردن پمپ در کمتر از 10 درصد راندمان آن می باشد. فشار خروجی بالا سبب برقراری یک چرخه از سیال درون پمپ می شود تا اینکه آن سیال را به جریان وادار سازد. همانطور که سیال در اطراف پروانه جریان می یابد در اثر سرعت سیال خلا ایجاد شده و حباب تشکیل می شود. در نتیجه کاویتاسیون موجب بروز اثرات مخرب در پمپ می گردد. این اثرات عبارتند از: از بین رفتن تیغه ها، از کار افتادگی کامل یاتاقان ها و آب بندهای پمپ تحت فشارهای بالا، در شرایط بحرانی تر می تواند محور پروانه را بشکند.

نتیجه گیری:

1- در راه اندازی پمپ های گریز از مرکز حتما باید به این نکته توجه داشت که لوله و پمپ از آب پر باشند، زیرا که این پمپ ها بدلیل ایجاد مکش نمی توانند هوای باقی مانده در لوله را پمپ نمایند. بهمین دلیل همیشه در راه اندازی شیر خروجی بسته است و شیر ورودی باز می ماند. از طرف دیگر آمپر راه اندازی پمپ کاهش می یابد و در نتیجه به موتور آسیبی نمی رسد.

2- در پمپ های گریز از مرکز اگر پمپ کردن دبی بیشتر از سیال مورد نظر باشد، از پمپ های نوع جریان شعاعی بهره میگیریم.

3-در پمپ های گریز از مرکز اگر فشار سیال دارای اهمیت باشد، از پمپ های محوری کمک می گیریم.

4-تیغه های منحنی شکل در درون پروانه پمپ راندمان بالاتری از تیغه های کاملاً صاف و شعاعی دارند.

5-نابالانسی در پمپ های گریز از مرکز به هر دلیلی که رخ دهد می تواند باعث آسیب رساندن به پمپ و مخصوصاً روتور و قطعات سوار شده بر روی آن گردد.

6-در پمپ ها از بروز کاویتاسیون باید جلوگیری نمود که این کار را می توان با روش های مذکور انجام داد:

-دور کردن خم ها و شیرها از محل ورودی پمپ تا میزان تجربی حداقل 3 برابر قطر لوله
-جلوگیری از پائین آوردن میزان کار پمپ تا کمتر از 10 درصد راندمان آن تا از ایجاد فشار بیش از اندازه در محلی بعد از پروانه پمپ جلوگیری شده و احتمال بروز خلاء و در نتیجه کاویتاسیون کم شود.

-در نظر گرفتن قطر مناسب لوله ورودی تا از افت فشار در قبل از ورودی پمپ و در نتیجه بروز خلاء و کاویتاسیون اجتناب نمود.

7-از کاویتاسیون می توان در جهت بهره گرفتن از آن استفاده نمود و نیاز به مواد شیمیایی مضر را در برخی موارد حذف نمود.

منابع: www.Wikipedia

www.uspto.gov

www.Grainger.com

www.Aerospace and electronics.com