

## مقایسه ۴ نوع پمپ جابه جایی مثبت روتاری

انتخاب مناسب یک پمپ جا به جایی مثبت روتاری همیشه کار آسانی نیست. این پمپ ها به چهار دسته متداول دنده داخلی، دنده خارجی، لوب و پره ای تقسیم می شوند ساختار اکثر پمپ های جابه جایی مثبت به گونه ای است که می توانند برای دامنه های بسیار وسیعی از کاربردها سازگار شوند اما برای یک کاربرد با شرایط خاص عملکرد یک نوع از پمپ های جا به جایی مثبت از انواع دیگر آن مطلوب تر خواهد بود.

مهم ترین موضوع در هر کاربردی شرایط پمپاژ است. معمولاً از قبل تعیین شده که برای این کاربرد باید از یک پمپ جا به جایی مثبت استفاده شود. به عنوان مثال می خواهیم که صرف نظر از اختلاف فشار موجود در سیستم دبی ثابتی از سیال را داشته باشیم، یا ویسکوزیته سیال به قدری زیاد باشد که استفاده از پمپ سانتریفیوژ غیرممکن شود. یا اینکه به اختلاف فشار زیادی نیاز داشته باشیم و موارد دیگر.

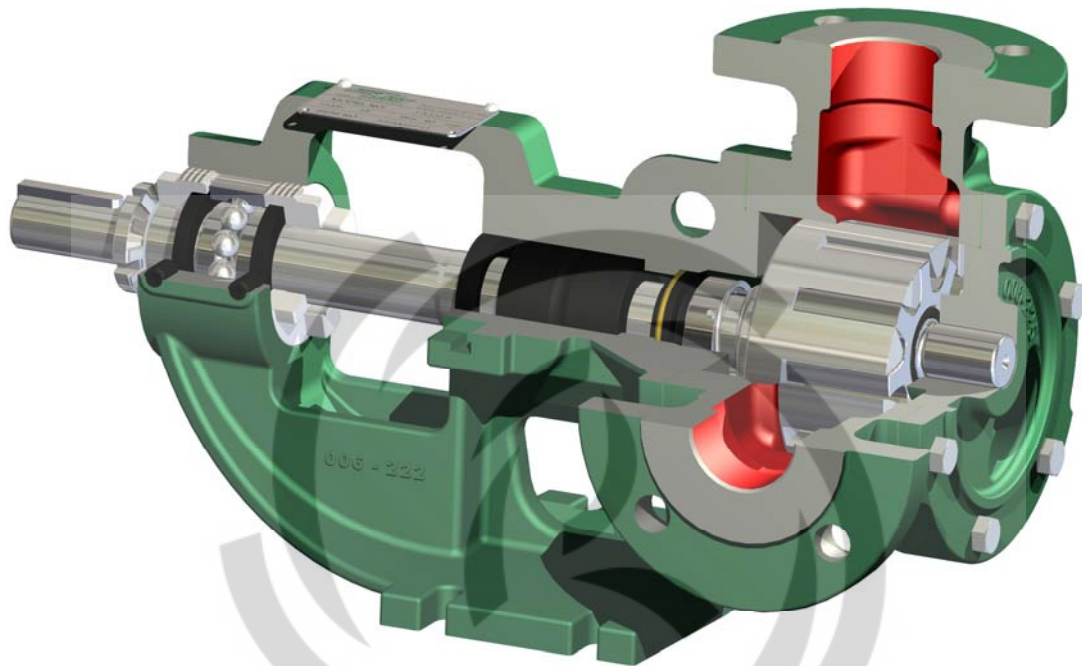
قبل از انتخاب پمپ باید شرایط ورودی، دبی مورد نیاز سیال، اختلاف فشار، دما، اندازه ذرات معلق در سیال و میزان سایش و خوردگی سیال به دقت بررسی گردد.

شرایط مکش مناسب یک شرط لازم برای عملکرد مناسب پمپ است. به دلیل خودمکش بودن پمپ های جا به جایی مثبت اغلب تصور می شود که شرایط مکش سیال اهمیتی ندارد اما این باور کاملاً اشتباهی است. هر پمپ جا به جایی مثبت به یک حداقل فشار ورودی نیاز دارد تا بتواند حفره های آغازین پمپ را پر کند. اگر این حفره ها به صورت کامل از سیال پر نشوند، دبی خروجی سیال کاهش می یابد. سازندگان پمپ حداقل فشار ورودی مورد نیاز را به مشتریان خود ارائه می کنند. در صورتی که ارتفاع مکش بالا یا شرایط خلا در سیستم وجود داشته باشد، برای مکش پمپ باید شرایط مناسبی اتخاذ شود.

### پمپ های دنده داخلی (Internal Gear)

پمپ دنده داخلی ماه و ستاره دارای یک دنده محرک بیرونی است که دنده داخلی یا دنده هرزگرد را می چرخاند (شکل ۱). دنده هرزگرد که از دنده محرک کوچک تر است روی یک پین ثابت می چرخد و درون دنده محرک ایفای نقش می کند. وقتی که دنده ها از هم فاصله می گیرند یک فضای خالی ایجاد شده و سیال به درون پمپ جریان می یابد. وقتی که دنده ها به هم نزدیک می شوند، حجم های محصور بین آنها کاهش یافته و سیال از درگاه خروجی به بیرون رانده می شود. سیال قادر است از طریق حفره های در حال انبساط در

دنده محرک و نواحی محصور با سری پمپ در طول دندانه ها وارد پمپ شود. هلالی پمپ که با سری پمپ به صورت یکپارچه است از جریان یافتن سیال از دهش پمپ به سمت مکش جلوگیری می کند.



شکل ۱- پمپ های دنده داخلی برای پمپاژ سیالات ویسکوز ایده آل هستند اما هنگام انتقال ذرات جامد آسیب می بینند.

دنده محرک توسط یک شفت که درون یک یاتاقان ژورنال یا بیرینگ قرار می گیرد چرخانده می شود. دنده هرزگرد شامل یک یاتاقان ژورنال است که روی یک پین ثابت درون سیال پمپ شونده در حال چرخش است. بسته به نوع آب بندی شفت، ممکن است بیرینگ های شفت روتور درون سیال پمپاژ شونده قرار گیرند. هنگام پمپاژ سیالات ساینده باید به این موضوع توجه شود تا از سایش بیرینگ جلوگیری شود.

سرعت پمپ های دنده داخلی در مقایسه با پمپ های سانتریفیوژ کمتر می باشد. معمولا سرعت حداکثر تا 1450rpm جهت سیالات غیر ویسکوز متداول هستند. برای پمپاژ سیالات با ویسکوزیته بالا و هنگامی که فشار ورودی سیال کم باشد این پمپ ها انتخاب خوبی هستند زیرا در سرعت های پایین عملکرد خوبی را از خود نشان می دهند.

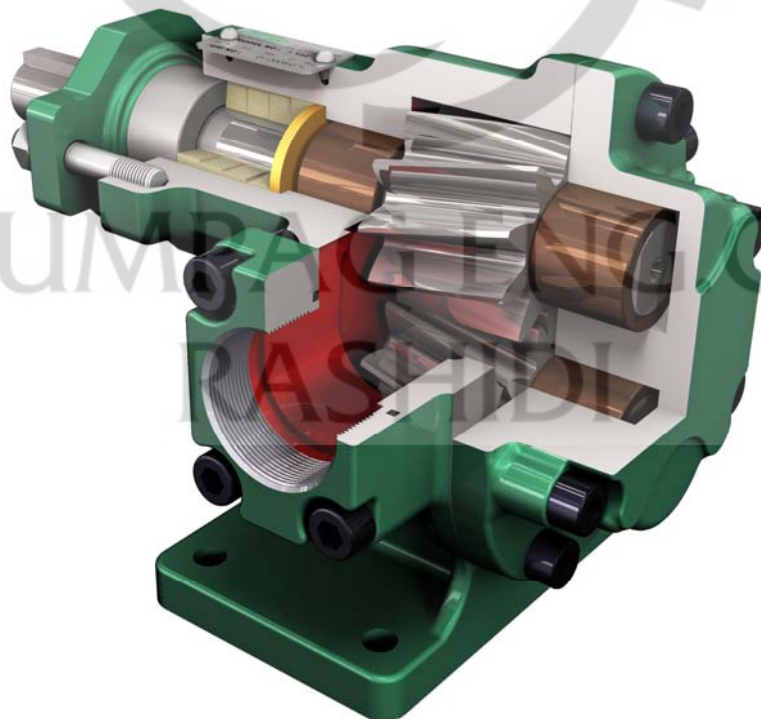
در هر دور چرخش یک پمپ دنده داخلی، دنده ها زمان تقریبا زیادی دارند تا از هم فاصله بگیرند بنابراین فضاهای بین دندانه ها فرصت کافی دارند تا از سیال پر شوند و حفره های خالی در بین دنده ها باقی نماند.

پمپ های دنده داخلی موفق شدند که سیالاتی با ویسکوزیته 1.320.000 Cst را با موفقیت پمپ کنند و در عین حال توانایی زیادی در پمپاژ سیالات با ویسکوزیته کم مثل پروپان و آمونیاک دارند.

پمپ های دنده داخلی با تلرانس های بسته ای ساخته می شوند و هنگام پمپاژ ذرات معلق درشت آسیب می بینند. این پمپ ها می توانند ذرات معلق کوچک را در جاهایی که سایش وجود دارد پمپ کنند اما سایش اجزا و کاهش کیفیت عملکرد به تدریج در پمپ اتفاق می افتد. بخشی از کاهش عملکرد پمپ را می توان با تنظیم لقی انتهایی پمپ بازیابی کرد. لقی انتهایی فاصله بین دنده روتور و سری پمپ می باشد.

## پمپ های دنده خارجی (External Gear)

عملکرد پمپ های دنده خارجی مشابه پمپ های دنده داخلی می باشد. در این پمپ ها مشابه پمپ های دنده داخلی دو دنده با هم درگیر شده و سپس از هم فاصل می گیرند تا جریان ایجاد شود (شکل ۲). اگرچه در پمپ های دنده داخلی دو چرخ دنده هم شکل در جهت خلاف یکدیگر می چرخند. هر چرخ دنده توسط یک شفت که از دو طرف یاتاقان بندی شده نگه داشته می شود. معمولاً، تمام چهار بیرینگ درون سیال پمپ شونده غوطه ور هستند.



شکل ۲- پمپ های دنده خارجی برای ایجاد فشارهای بالا (مثل هیدرولیک) به کار می روند.

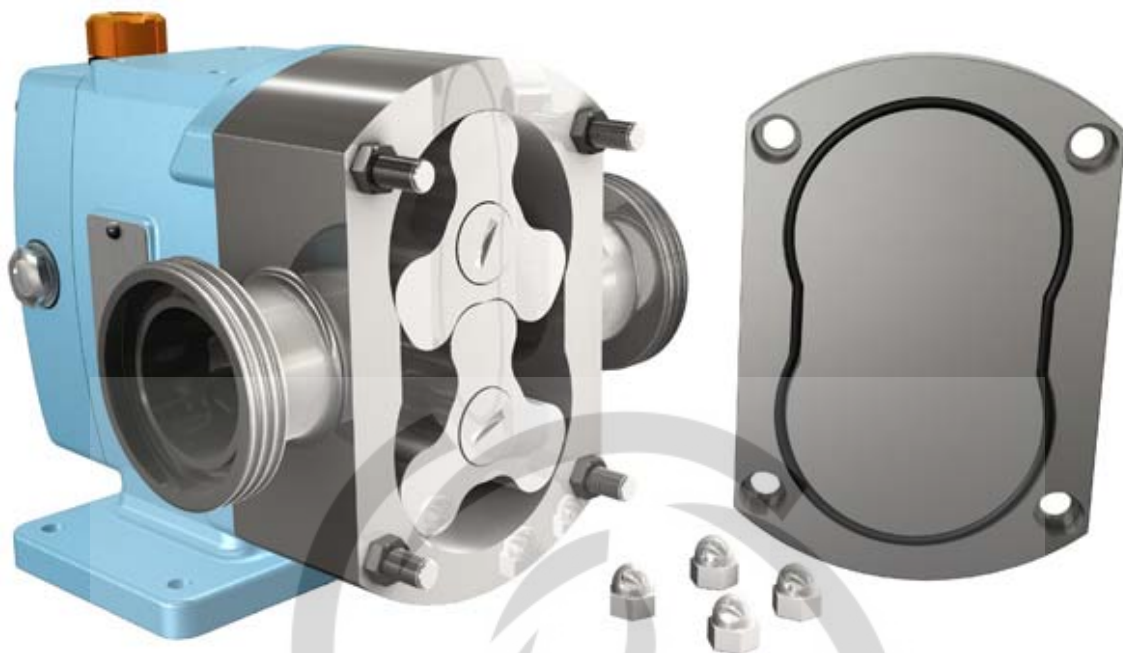
از آنجا که چرخ دنده های پمپ های دنده خارجی از دو طرف توسط یاتاقان ها نگه داشته می شوند، این پمپ ها برای ایجاد فشارهای بالا (مثل هیدرولیک) به کار می روند. ساختار پمپ های دنده خارجی به آنها اجازه می دهد تا نسبت به پمپ های دنده داخلی با تolerانس های بسته تری ساخته شوند. تاثیر ذرات معلق بر عملکرد این نوع پمپ قابل اغماض نیست. از آنجا که در هر دو طرف چرخ دنده ها لقی وجود دارد، نمی توان بعد از سایش در پمپ دوباره لقی را تنظیم نمود.

پمپ های دنده خارجی سیالات ویسکوز و رقیق را به خوبی انتقال می دهند اما برای مایعات غلیظ سرعت باید به نحو مناسبی انتخاب شود. دندانان چرخ دنده در مدت زمان کوتاهی از درگیری خارج می شود و سیالات ویسکوز باید بتوانند در همین زمان کوتاه فضای بین دندانان های چرخ دنده را پر کنند. به همین دلیل در هنگام انتقال سیالات ویسکوز سرعت پمپ باید به طور قابل ملاحظه ای کاهش یابد.

اگر شرایط مکش مطلوب نباشد این پمپ عملکرد مطلوبی نخواهد داشت. وقتی که فضای بین دندانان های چرخ دنده انبساط می یابد سیالات فرار در آنجا تمایل به تبخیر پیدا می کنند. با افزایش ویسکوزیته سیال گشتاور مورد نیاز پمپ افزایش می یابد و ممکن است استحکام پیچشی شفت پمپ در مقابل این افزایش گشتاور کافی نباشد. در صورت اهمیت میزان حداکثر گشتاور مجاز، سازنده پمپ باید مقدار آن را در اختیار مشتری قرار دهد.

## پمپ لوب (Lobe Pump)

در صنایع غذایی به وفور از پمپ های لوب استفاده می شود زیرا آنها قادر به انتقال ذرات جامد بدون آسیب دیدن هستند. اندازه ذرات جامد در پمپ های لوب می تواند به مراتب بیشتر از سایر پمپ های روتاری باشد. از آنجا که لوب های پمپ با یکدیگر در تماس نیستند و لقی بین آنها به اندازه دیگر پمپ های روتاری بسته نیست عملکرد این پمپ ها در هنگام انتقال سیالات رقیق افت می کند. تحمل بار در پمپ های لوب به خوبی پمپ های روتاری دیگر نیست و توانایی مکش آنها نیز پایین است. به منظور دستیابی به عملکرد مناسب در پمپاژ سیالات ویسکوز سرعت پمپ باید به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش یابد. کاهش ۲۵ درصدی و بیشتر از سرعت طراحی در زمان انتقال سیالات غلیظ معمول می باشد

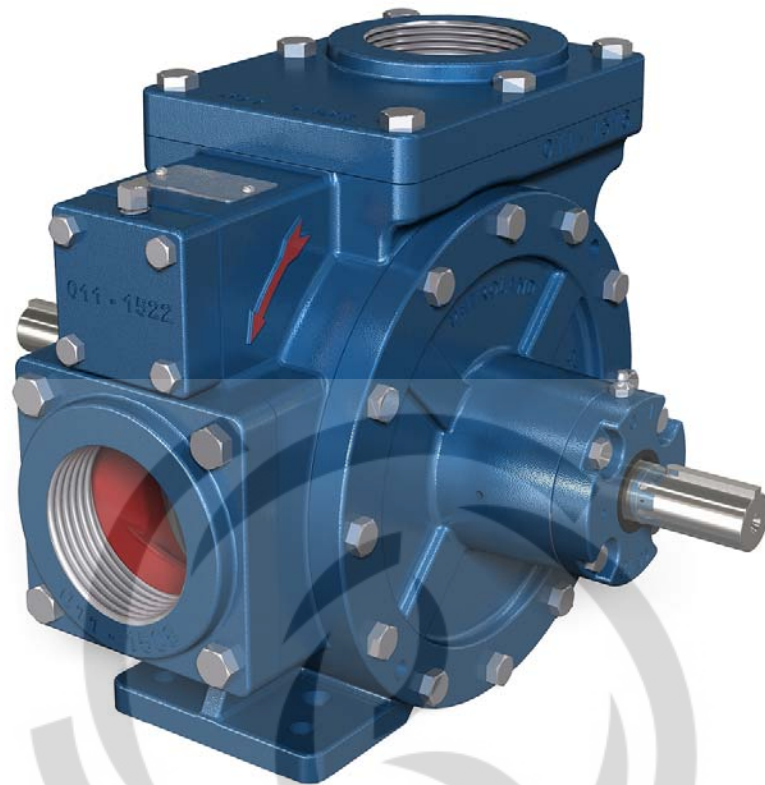


شکل ۳- لوب ها در پمپ لوب هیچ تماسی با هم ندارند زیرا حرکت آنها به کمک دنده تایم های خارجی تنظیم می شود. این پمپ ها برای سیالات رقیق مناسب نیستند.

تمیزکاری پمپ های لوب با گردش یک سیال درون آنها صورت می گیرد. اگر به دلایل بهداشتی باقی ماندن مواد در پمپ قابل قبول نبوده و یا موادی با رنگ ها و ویژگی های مختلف با هم مخلوط می شوند، بحث تمیزکاری پمپ اهمیت پیدا می کند.

### پمپ های پره ای (Vane Pumps)

عملکرد پمپ های پره ای لغزشی با سایر پمپ های دنده ای و لوب متفاوت است. یک روتور با شکاف های در جهت شعاعی در خارج از مرکز یک محفظه قرار می گیرد (شکل ۴). با چرخش روتور پره هایی که کاملاً درون شکاف ها فیت شده اند به بیرون و داخل می لغزند. حرکت پره ها به کمک نیروی گریز از مرکز، فشار هیدرولیکی و یا میله های فشاردهنده صورت می گیرد. عمل پمپاژ به کمک حجم های منبسط و منقبض شونده که توسط روتور، پره ها و محفظه پمپ محدود می شوند صورت می گیرد. عضو اصلی برای جلوگیری از نشتی بین درگاه های دهش و مکش پمپ پره ها هستند و معمولاً از یک ماده کامپوزیتی غیرفلزی ساخته می شوند. بوش های روتور می توانند درون سیال غوطه ور بوده و یا به صورت مجزا از سیال آب بندی شوند.



شکل ۴- پمپ های پره ای نسبت به انواع دیگر پمپ های جابه جایی مثبت قابلیت بهتری برای راه اندازی خشک دارند.

پمپ های پره ای معمولا در سرعت 1000rpm راه اندازی می شوند، اگرچه سرعت کارکرد آنها می تواند 1750rpm نیز باشد. این پمپ ها عملکرد مناسبی در پمپاژ سیالات رقیق که به آسانی بتوانند حفره های ورودی را پر کنند از خود نشان می دهند. عملکرد مکش این پمپ ها نیز نسبتا مناسب است. هنگام پمپاژ سیالات ویسکوز باید سرعت پمپ به طور قابل ملاحظه ای کاهش یابد تا حفره های ورودی کاملا پر شوند. در این کاربرد ها باید استحکام متریال پره ها بیشتر از حد معمول باشد.

از آنجا که در این پمپ ها تماس فلز با فلز وجود ندارد، معمولا برای سیالات رقیقی مثل پروپان یا حلال که قابلیت روانکاری ندارند استفاده می شوند. این پمپ ها نسبت به انواع دیگر پمپ های جابه جایی مثبت قابلیت بهتری برای راه اندازی خشک دارند. پمپ پره ای می تواند به صورت خشک کار کند اما پره های آن در معرض سایش قرار می گیرند. در انتقال مواد ساینده انتخاب پره و آب بند باید به دقت انجام گیرد. پمپ های پره ای مانند پمپ های دنده خارجی در هر دو طرف روتور و پره ها دارای لقی انتهایی ثابتی هستند. هنگامی که سایش اتفاق بیفتد لقی این پمپ ها مجددا قابل تنظیم نمی باشد، اما برخی از سازندگان صفحات انتهایی قابل تعویض

و یا قابل معکوس سازی را فراهم میکنند. لاینر محفظه راه ارزان قیمتی برای احیای عملکرد اولیه پمپ پس از سایش می باشد. برخلاف پمپ های لوب، پمپ های پره ای نمی توانند ذرات جامد را انتقال دهند.

راهنمای انتخاب پمپ روتاری						
	سایش	سیالات رقیق	غلیظ	ذرات جامد	راه اندازی خشک	اختلاف فشار
دنده داخلی	خ	خ	ع	ض	م	خ
دنده خارجی	ض	خ	خ	ض	م	ع
لوب	خ	م	ع	ع	م	خ
پره ای	ض	ع	م	ض	خ	م
ع=عالی    خ=خوب    م=متوسط    ض=ضعیف						