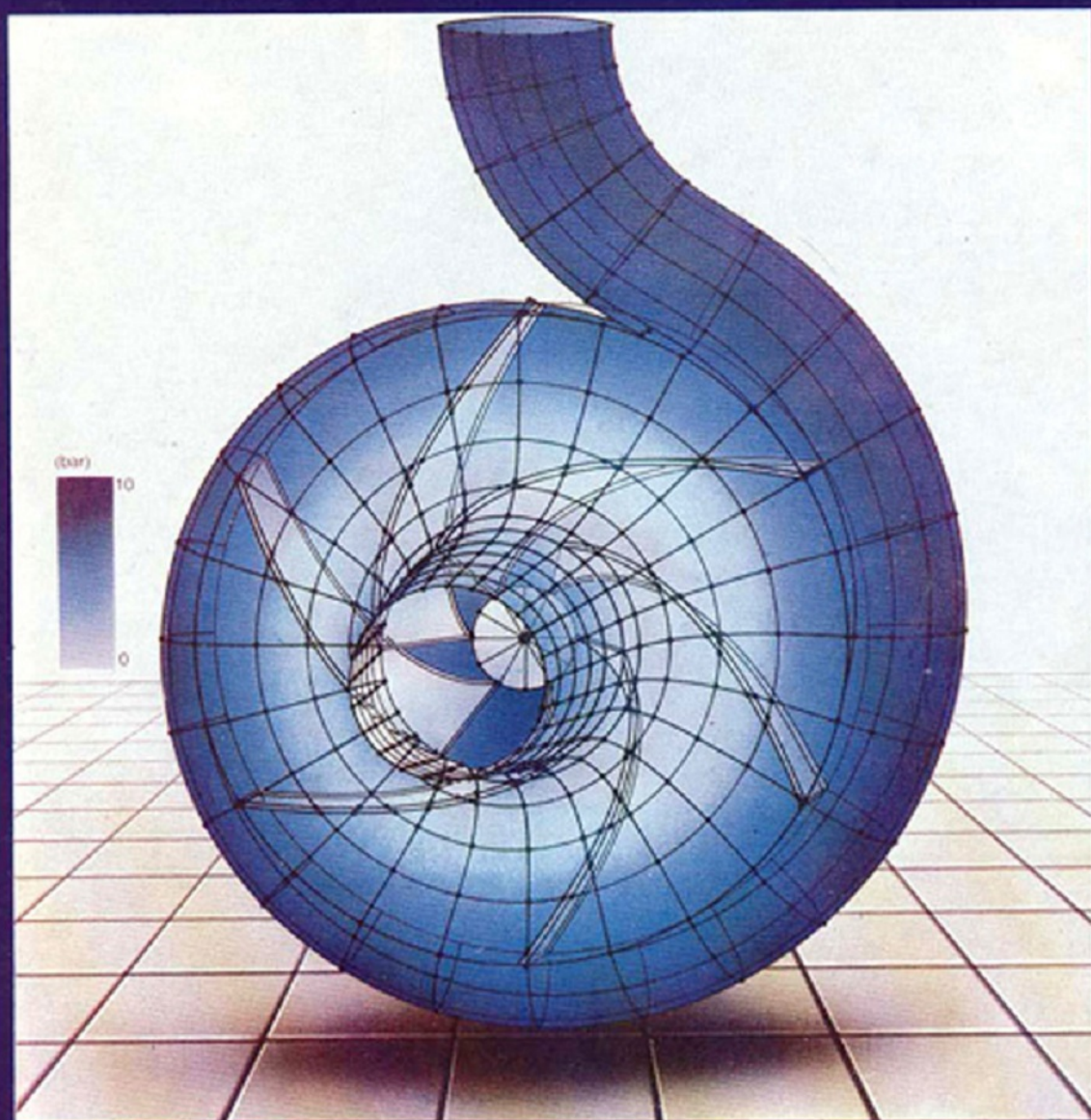


پمپ



نشریه فنی و آموزشی شرکت صنایع پمپ سازی ایران

پمپ

۹



پمپ ایران، همیشه.

نشریه فنی و آموزشی شرکت صنایع پمپ سازی ایران

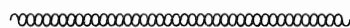


نشریه پمپ

نشریه فنی و آموزشی شرکت صنایع پمپ سازی ایران

هیئت تحریریه : گروه مهندسين و متخصصين شرکت صنایع پمپ سازی ایران

مدیر مسئول : مهندس حمداله سمندری



نشانی نشریه :

تبریز : قراملک مجتمع ماشین سازی تبریز ، صندوق پستی ۱۳۵-۵۱۸ شرکت صنایع پمپ سازی ایران

دفتر فنی ، تلفن ۴۲۹۵۴

تهران : خیابان ولیعصر ، نبش میرداماد ، برج های اسکان ، برج ب ، طبقه ۳ ، تلفن ۴۲۷۸۹۴۳

عکس روی جلد : نحوه توزیع فشار در داخل محفظه حلزونی پمپ های سانتریفوژ

بسمه تعالی

شرایط درج مقاله در نشریه پمپ

.....

- ۱- مطالب مقاله باید با یدفنی، صنعتی و علمی بوده و به طریقی با طراحی، تولید و یا کاربرد پمپ مربوط باشد.
 - ۲- مقاله ارسال قبل از درج نشریه داخلی چاپ نشده باشد.
 - ۳- مطالب ارسال حتی المقدور با بیستی ماشین شده باشد.
 - ۴- عنوان مقاله در نظر گرفتن فواصل بین کلمات از دو سطر تجاوز ننماید. نام نویسنده مقاله و عنوان شغلی و علمی آن در زیر عنوان مقاله ذکر گردد.
 - ۵- چکیده مقاله نباید از حدود یک صفحه ۴A تجاوز نماید و با بیستی حاوی نکات اصلی و نتایج مقاله باشد بطوریکه بتوان آن را جداگانه چاپ نمود.
 - ۶- در پایان مقاله لازم است که نتایج و فهرست منابع مورد استفاده ذکر گردد.
- ضمناً چون مسئولیت صحت مطالب مقاله بعهدہ نویسنده آن است، لذا هرگونه تغییر و ویرایش در متن مقاله جهت تأیید نویسنده قبل از چاپ ارسال خواهد شد.



بیتالی

فرم اشتراک نشریه پمپ

اینجا بنام..... شغل و نوع فعالیت اداری و علمی..... بنشانی (لطفاً آدرس کامل و دقیق قید شود)..... مایل به اشتراک نشریه پمپ میباشم و رسید بانکی پرداخت مبلغ ۱۰۰۰ ریال حق اشتراک یکساله را:

در تبریز حساب شماره ۵۰۰۵ بانک ملت شعبه مرکزی
در تهران و شهرستانها حساب شماره ۳۲۵۲۰۰۱۴ بانک تجارت شعبه فاطمی
ارسال می‌نمایم، تقاضای مرا ز شماره..... نشریه پمپ، بنشانی فوق ارسال گردد.

امضاء

برای دریافت مستمر نشریه پمپ، علاقمندان می‌توانند با پرکردن فرم فوق و ارسال آن به نشانی نشریه جزء مشترکین درآمده و آنرا دریافت دارند.

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>نویسنده</u>	<u>عنوان</u>
۵	مهندس میربیوک احقانی	<p>بحثی پیرامون پمپهای ملخی و مقایسه عملکرد و منحنی مشخصه آنها با پمپهای گریزاز مرکز</p>
۱۷	حمیده باستانی پاریزی	<p>سروصدا در توربو پمپها و ایستگاههای پمپاژ</p>
۲۷	مهندس حمداله سمندری	<p>کاربرد محرکهای سرعت متغییر در پمپهای سانتریفوژ</p>
۳۵	دکتر حبیب اله تدین	<p>پمپاژ با جریان دوفاز</p>
۴۷	غلامرضا داداش زاده افخم	<p>انتخاب جنس قطعات پمپ برای پمپاژ سیالات مختلف</p>

پمپ‌های ملخی و مقایسه عملکرد و منحنی

مشخصه آنها با پمپ‌های گریز از مرکز

مهندس میربیوک احق‌قی

شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران

خلاصه:

پس از معرفی پمپ‌های ملخی و ذکر مشخصات آنها، اشاره مختصری به منحنی مشخصه یک پمپ ملخی خواهد شد و مقایسه عملکرد یک پمپ ملخی با پمپ‌های گریز از مرکز بعمل خواهد آمد و در ادامه بحث با ذکر مسئله‌ای در رابطه با محاسبات پارامترهای پمپ ملخی و تجسمی از ابعاد این پمپ‌ها در ذهن خواننده شکل می‌گیرد و در پایان مسائل لازم جهت کاربرد این پمپ‌ها بیان می‌شود.

مقدمه:

آب، این عنصر حیاتی بخش که به وفور در سرزمین ما پیدا می‌شود به خاطر عدم استفاده اصولی و مدرن در اکثر مناطق کشور بدون استفاده باقی مانده است. در استان خوزستان که پتانسیل آبی زیادی وجود دارد و شاید از آب‌های سطحی کشور در این منطقه جاری است ولی در کنار آن زمینهای زیادی بدلیل داشتن کمی اختلاف ارتفاع بصورت لم‌بزرع و بدون کشت مانده است که کافی است با تولید ارتفاعی حدود ۱۰ الی ۲۰ متر بوسیله پمپ همه این زمینها را بصورت زمینهای قابل استفاده درآورد. و نیز در اکثر کارهای زهکشی و انحراف کردن سیلابها نیاز به پمپ‌های با هدپا ئین و آبدهی زیاد می‌باشد که این پمپ‌ها در زمرة پمپ‌های جریان محوری بوده و اصول و معادلات حاکم بر نحوه عملکرد آنها با پمپ‌های گریز از مرکز متفاوت می‌باشد. از آنجا ئیکه این پمپ‌ها در دنیا فقط بصورت سفارشی برای پروژه‌های خاصی تولید می‌شوند. لذا همه ساله از قبائل ملاحظه ئی با بت این پمپ‌ها از مملکت خارج می‌شود قیمت بسیار بالای این پمپ‌ها و لزوم استفاده وسیع آنها در کشور انگیزه‌ای بود که شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران را جهت مطالعه و تحقیق و تولید این پمپ‌ها تشویق نمود. و واد تحقیقات صنعتی این شرکت بدلیل اهمیت موضوع اقدام به طراحی و ساخت مدل‌های از این نوع پمپ‌ها نمود که ضمن طی مراحل آزمایش و گرفتن جواب مثبت هم‌اکنون تیپ‌های مختلفی از پمپ‌های جریان محوری و جریان مختلط در حال

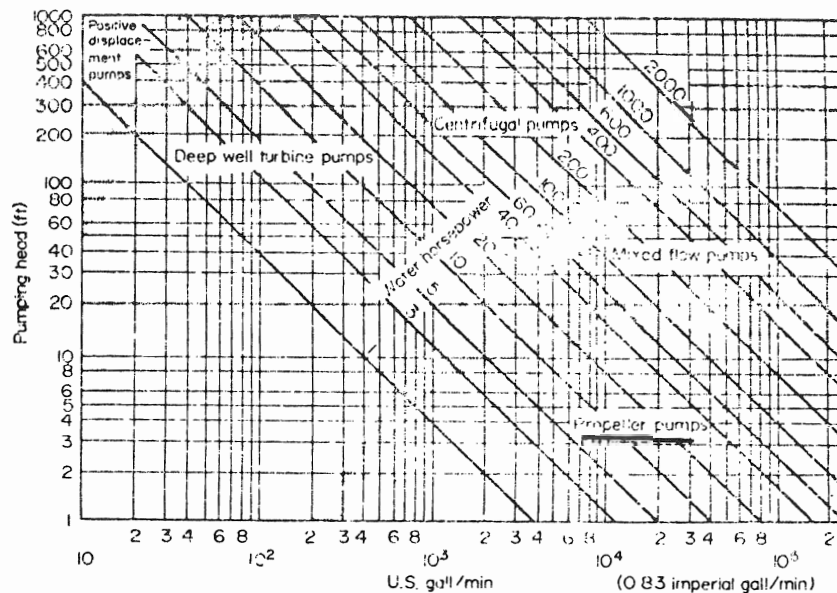
تولید می‌باشد.

جهت آشنایی بیشتر با کیفیت کارکرد پمپهای جریان محوری و پمپهای ملخی و مقایسه این پمپها با پمپهای گریزا مرکز و شناخت کلی این پمپها اقدام به نوشتن این مقاله می‌شود. امید است که سروران گرامی و صنعتگران و دست‌اندرکاران متعهد کشورمان جهت پربار نمودن تلاشمان از نظرات خویش ما را مطلع و آگاه سازند تا در انجام این خدمت موفق باشیم.

خصوصیات و معرفی پمپهای ملخی:

برای آبدهی‌های خیلی زیاد تا حدود $10\text{m}^3/\text{sec}$ و بیشتر و ارتفاع آبدهی کمتر از ۲۰ متر و انجام کارهایی مانند زهکشی، تخلیه فاضلاب، منحرف کردن سیلابها، آبیاری، جریان آب‌کندانسورها و امثال اینها از پمپهای مخصوصی استفاده می‌شود که با نامهای مختلف ملخی Propeller، جریان محوری axial flow.

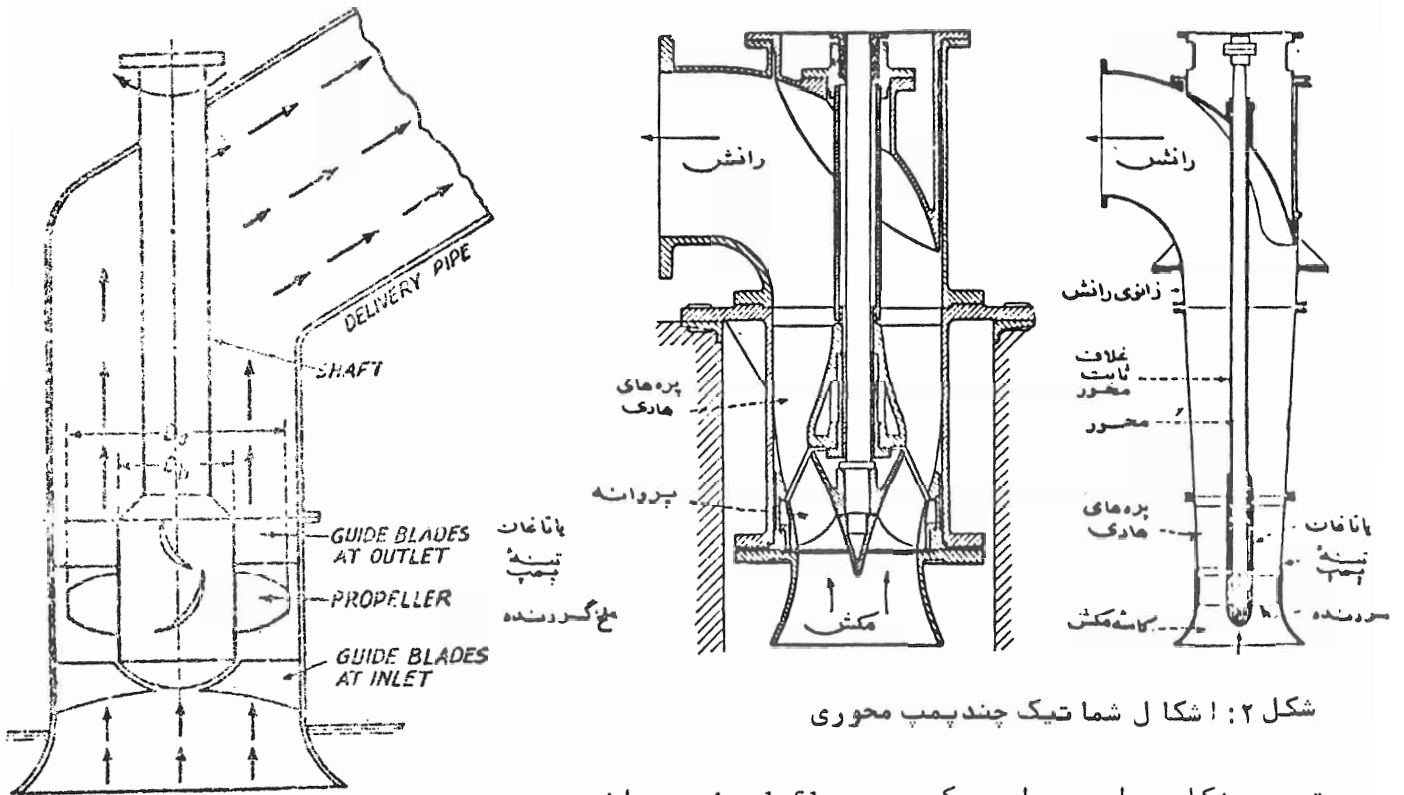
جریان مستقیم Straight flow، جریان مختلط mixed flow، نوع پیچی Screw type و مارپیچی Spiral type شناخته می‌شوند. جریان مایع در آنها اغلب محوری بوده ولی می‌تواند بصورت جریان مختلط نیز باشد نمونه‌هایی از این نوع پمپهای با قطر پروانه ۲۴ اینچ برای ارتفاع ۱۲ متر و آبدهی $2500\text{ lit}/\text{sec}$ و تیپ ۱۶ اینچی برای ارتفاع ۱۵ متر و آبدهی $500\text{ lit}/\text{sec}$ ساخته شده اند در تمام این طرحها پروانه پمپ با راست و به پروانه کشتیها شباهت دارد. در نمودار زیر موقعیت پمپ ملخی را نسبت به انواع دیگر کا ملا مشخص شده است.



شکل ۱: موقعیت پمپهای ملخی نسبت به پمپهای دیگر که طبق دیاگرام در قسمت دبی زیاد و ارتفاع کم می‌باشد.

قطعات و اجزاء اصلی پمپ ملخی:

پمپ ملخی از قسمتهای اساسی پروانه، دیفیوزر، لوله مکش، لوله آبد، لوله تخلیه تشکیل شده است و محور پمپ توسط یک موتور واقع در قسمت فوقانی پمپ بکار می افتد. تعداد دپره های پروانه متفاوت بوده و می تواند ۳ یا ۴ و یا گاهی بیشتر باشد. این پمپها را اغلب برای کار در حالت قائم طرح می کنند. بنا بر این جای اضافی اشغال نمی کنند و می توان آنها را مستقیماً در آب چاه قرار داد تا نیازی به هواگیری نباشد. روانکاری با آب یا روغن امکان پذیر است. پمپهای با محور مورب که برای انتقال حجم زیاد آب به داخل مخازن مصنوعی و یا دفع آبهای زهکشی بکار می روند از این نوع می باشند.



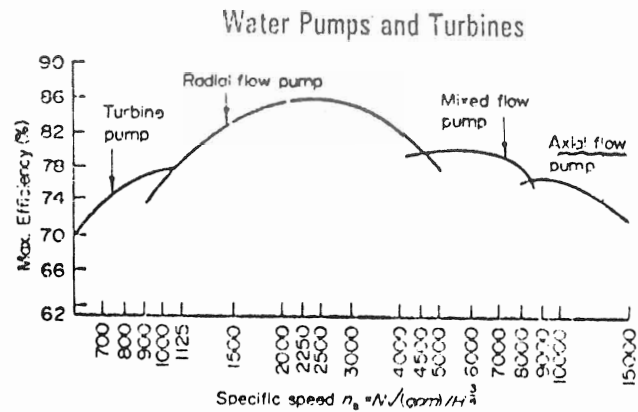
شکل ۲: اشکال شماتیک چند پمپ محوری

توجه: شکل وسط مربوط به یک پمپ mixed flow می باشد. سرعت مخصوص پمپهای ملخی و مقایسه آن با پمپهای دیگر:

سرعت مخصوص این پمپها در رده پمپهای سریع بوده و در حدود ۶۰۰-۱۲۰۰ می باشد، در حالی که سرعت واقعی دوران پروانه پمپ کمتر از انواع پمپهای روتودینامیک است علت این امر کمی ارتفاع آب دهی و زیاد بودن (دبی) آبدهی پمپ می باشد. همچنین نسبت قطر لوله آبد به قطر پروانه تقریباً یک می باشد یعنی پمپهای ملخی قطر پروانه با قطر لوله های مکش و رانش برابر است. با یستی یادآوری شود که سرعت مخصوص هر پروانه نوع آنرا مشخص می کند و وقتی که پمپی را برای کار با ظرفیت و ارتفاع و سرعت معین طرح می نماید از سرعت مخصوص استفاده می کنند:

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

معمولاً پروانه‌هایی که برای ارتفاع زیاد بکار می‌روند دارای سرعت مخصوص کمی هستند و برای ارتفاع کم، سرعت مخصوص پروانه زیاد انتخاب می‌کنند با افزایش سرعت مخصوص، پروانه با زترو نسبت دهانه مکش به قطر آن بیشتر می‌شود تا اینکه در پروانه‌های ملخی این نسبت به یک می‌رسد. این پمپ‌ها برای سرعت مخصوص بالایی بوده و ارتفاع آب‌برسانی آن کم است ولی ظرفیت آب‌دهی آن زیاد است و با عباد پروانه کوچک می‌شود.



شکل ۳: موقعیت پمپهای ملخی که در ردیف پمپهای با سرعت مخصوص زیاد در اندامان نسبتاً پائین می‌باشند.

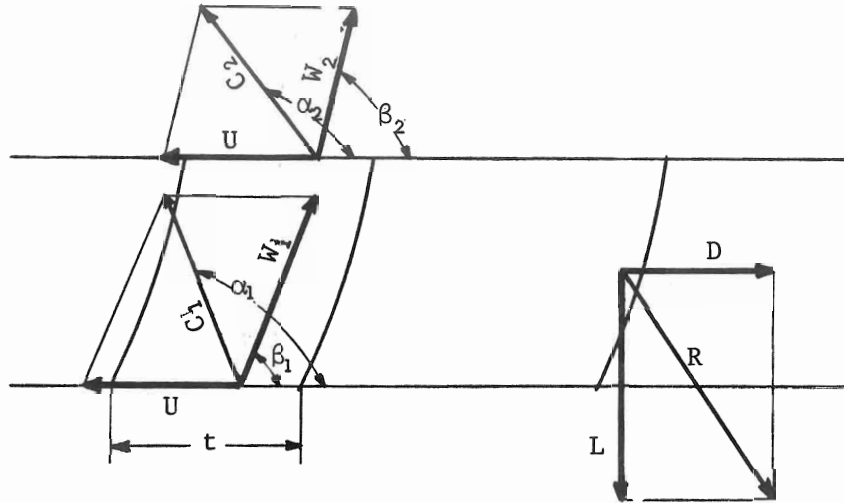
مقایسه پمپهای گریزا مرکز و ملخی از نظر نحوه تولید فشار برای سیال:

در پمپ گریزا مرکز اصولاً فشار مایع بوسیله نیروی گریزا مرکز تولید می‌شود در این پمپها، مایع از توپی پروانه وارد شده و بطور شعاعی به طرف محیط آن می‌رود. در پمپهای محوری جریان مایع از دو طریق تا مین می‌شود. قسمتی از فشار را ناشی از نیروی گریزا مرکز و بقیه آن با نیروی پرتاب یا فشار مستقیم پره‌ها تا مین می‌شود. (جریان مختلط برای پمپهای mixed flow) در این پمپ مایع در امتداد محور وارد آن می‌شود ولی مؤلفه جریان خروج مایع از آن هم در امتداد محور و هم در امتداد شعاع پروانه است (مختلط) قسمت اعظم فشار مایع را نیروی ناشی از نیروی بالابر پره‌های پروانه تا مین می‌کند. جریان پمپ در این پمپها بصورت چرخش در اطراف پره‌های پروانه می‌باشد پره‌های پروانه که پیچی شکل هستند با زاویه‌های معین نسبت به شفت قرار می‌گیرند، آب بوسیله پره‌های پروانه در اطراف محور به جریان می‌افتد و برخلاف پمپهای گریزا مرکز تغییر جهت نمی‌دهد. بلکه جهت کلی مایع در امتداد پمپ می‌باشد، حرکت مایع پیچی مایع نتیجه عمل دورانی پروانه است که ممکن است بوسیله تیغه‌های راهنمای مسیر جریان اصلاح گردد.

همانگونه که بالهای هواپیما نیروی بالابری را ایجاد می‌کنند در این پروانه‌ها هم نیروی بالابر در اثر اختلاف فشار ایجاد شده بوسیله دوران پروانه در مایع ایجاد می‌گردد. به همین جهت اصولاً قراردادن پمپهای

پروانه‌ای محوری در گروه پمپهای سانتریفوژ موجه نیست. زیرا در پمپهای محوری نیروی گریز از مرکز در تولید فشار نقشی ندارد. برای از بین بردن مؤلفه دورانی سرعت مایع که برابرش گردش پروانه بوجود می‌آید پره‌های مناسبی در مجرای رانش تعیین می‌گردد. عمل پمپ محوری عیناً عکس کار توربین از نوع کا پلان است.

محاسبه نیروی بالا بر نیروی مقاومت بر پره‌های ملخی. Calculation of lift and drag force.



جریان از میان پره‌های یک پمپ ملخی و نمایش مثلث سرعت‌های ورودی و خروجی سیال در شکل نمایش داده شده

سرعت انتقالی پروانه $U = W \cdot r$ ، $L =$ lift force ، $D \rightarrow$ Drag force

α زاویه سرعت مطلق با U و β زاویه سرعت نسبی با u و C سرعت مطلق سیال و W سرعت نسبی سیال

$$\Delta P = \frac{\gamma}{2g} (W_1^2 - W_2^2)$$

اختلاف فشار در پروانه

$$L = \Delta P \cdot t \cdot b = \frac{\gamma}{2g} (W_1^2 \cos^2 \beta_1 - W_2^2 \cos^2 \beta_2) = \frac{\gamma}{2g} (W_{u1}^2 - W_{u2}^2) t \cdot b$$

نیروی بالا بر طول پره b

$$D = Q_m (W_{u1} - W_{u2}) = Q_m (C_{u1} - C_{u2}) = \frac{\gamma}{g} t b C_m (W_{u1} - W_{u2})$$

$$= \frac{\gamma}{g} t b C_m (C_{u1} - C_{u2})$$

Q_m دبی متوسط از میان پره‌ها

t فاصله دو پره متوالی

$$R = \sqrt{D^2 + L^2}$$

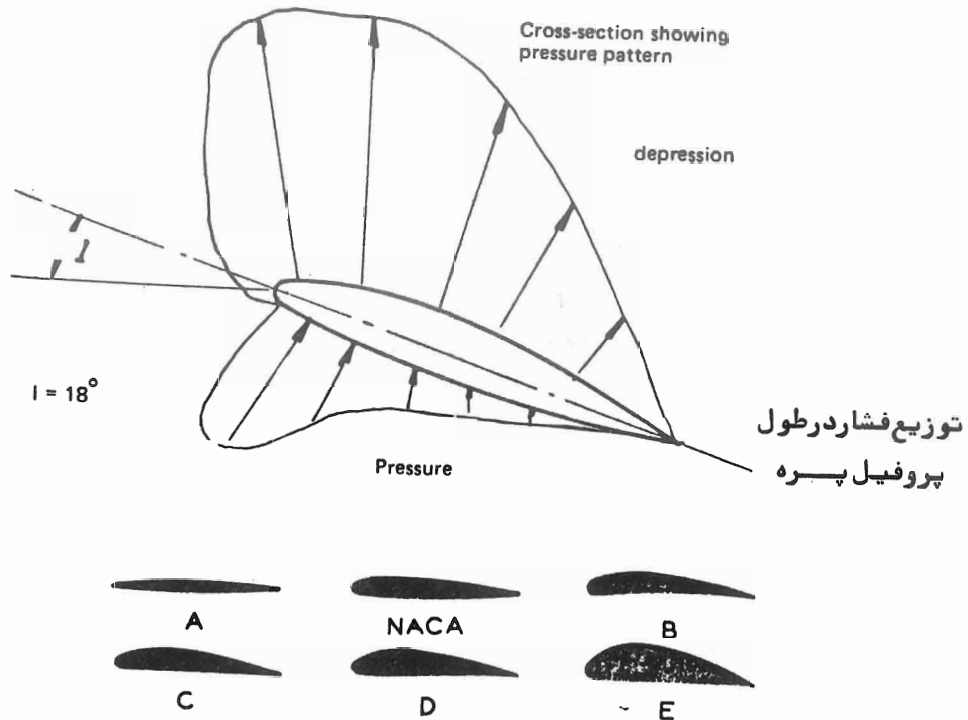
برآیند نیرو

مقادیر محاسبه شده نیروی D و L تئوری بوده و در عمل ضرایبی در نظر گرفته می‌شود که مطابق منحنی

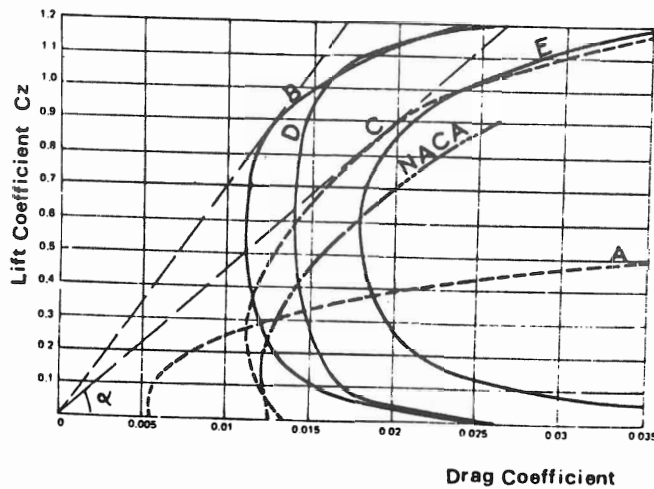
مفحه بعد می‌باشد .

توجه : منظور از زاویه α که بنا بر حمله سیال به پره‌ها نامیده می‌شود، زاویه بین وتر پروفیل پره و سرعت

نسبی سیال در روی پره موها شد .



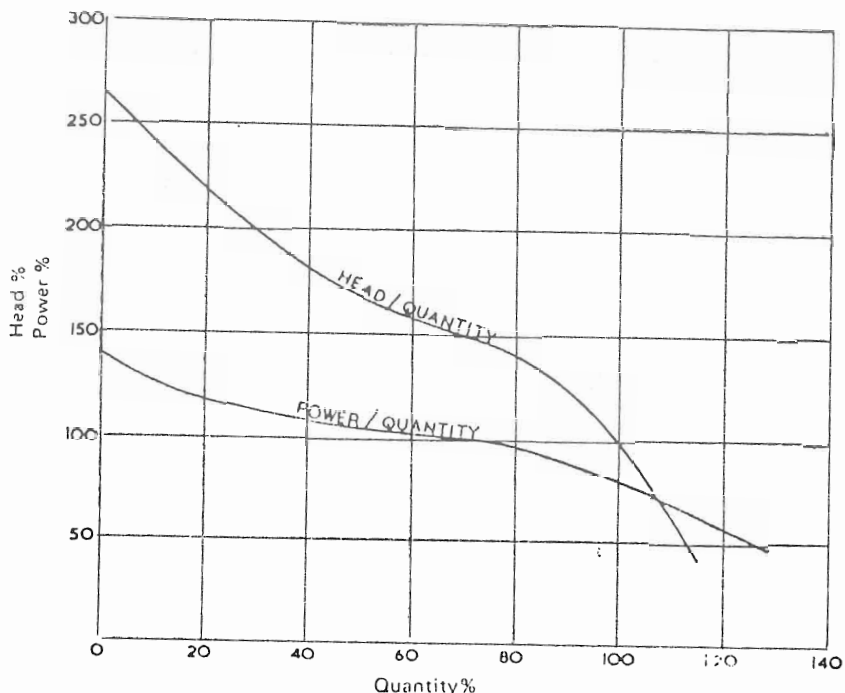
توزیع فشار در طول پروفیل پره



شکل ۴: ضرایب نیروی بالا بر نیروی مقاومت در انواع مختلف پره های پمپهای محوری .

منحنی مشخصه پمپ محوری :

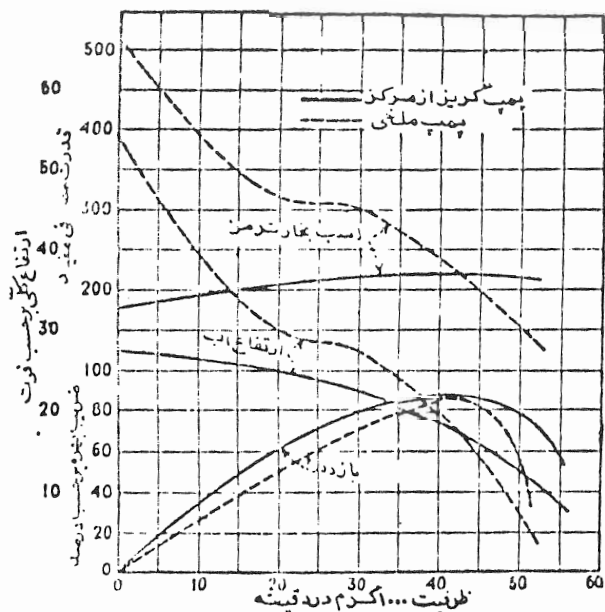
منحنی های مشخصه پمپهای ملخی (محوری) و مختلط با پمپهای گریزا مرکز اختلاف دارند. منحنی نمایش تغییر ارتفاع پمپ گریزا مرکز شیب زیادی ندارد. در صورتیکه در پمپ ملخی وقتی خروج آب با مقاومت مواجه شود، ارتفاع عیا فشار را نشان به سرعت افزایش میابد .



شکل ۵: منحنی مشخصه یک پمپ ملخی به ازای دبی واحد که بصورت درصد مشخص شده است.

مقایسه یک پمپ گریزا زمرکزویک پمپ ملخی با مشخصات یکسان در نقطه طراحی :

در شکل زیر یک پمپ گریزا زمرکز با $Q = 11/2 \text{ m}^3/\text{min}$ با $H = 5 \text{ m}$ با یک پمپ ملخی که همین مشخصات را دارد مقایسه شده است. وقتی که دو پمپ در شرایط عادی کار می‌کنند به هم شباهت دارند ارتفاع آب برسانی آنها در حدود 5 m و راندمان هر دوی آنها $\eta = 0.83$ می‌باشد و هر کدام 220 اسب بخار توان مصرف



شکل ۶: منحنیهای مشخصه یک تلمبه ملخی و یک پمپ گریزا زمرکز که هر دوی آنها برای آبدهی ۱۱۲۰۰ لیتر در دقیقه و ۵ متر ارتفاع عساخته شده اند.

میکنند. پائین ترا ز این نقطه شیب منحنی ارتفاع و با زدهی پمپ ملخی، تندتر از منحنی های پمپ گریزا مرکز است. وقتی که ظرفیت پمپها به علت بسته شدن مجرای رانش کم شود، فشار رانش تلمبه ملخی تا ۱۷ مترولی ارتفاع پمپ گریزا مرکز تا ۸ متر بالا می رود. در این حالت قدرت مصرفی پمپ گریزا مرکز به ۱۸۰ اسب بخار تنزل می یابد در صورتیکه پمپ ملخی در صورت بسته شدن مجرای رانش ۵۲۰ اسب بخار توان مصرف خواهد کرد. بدیهی است که ۱۳۰ درصد افزایش مصرف خطر بزرگی برای موتور محرک به شمار می رود. و آنرا زیر بار سنگینی قرار می دهد به این دلیل نمی توان آبدهی پمپ ملخی را با بستن شیر تخلیه یا تنگ کردن مجرای رانش کم کرد. ضریب با زدهی این در تلمبه فقط در شرایط کار عادی آنها با هم برابر است و در سایر موارد در اندامان پمپ گریزا مرکز بیشتر است.

معادله اولر در مورد پمپ ملخی :

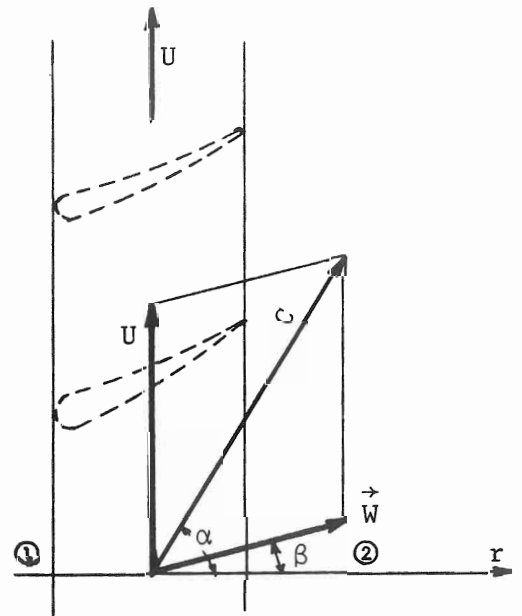
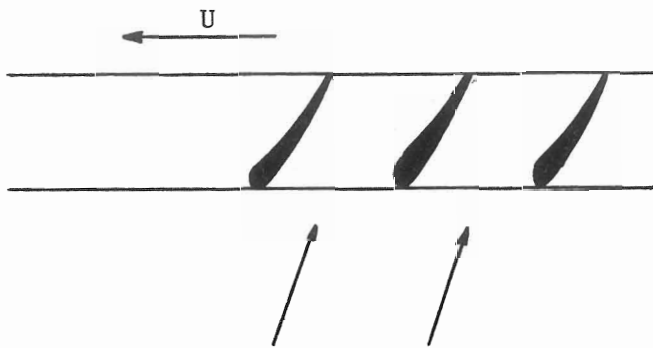
می توان معادله اولر را که برای ماشینهای آبی در مورد ارتفاع آبدهی بدست آمده در مورد پمپهای

محوری نیز تعمیم داد.

$$H_E = \frac{\eta}{g} (U_2 C_2 \sin \alpha_2 - U_1 C_1 \sin \alpha_1) = \frac{\eta}{g} \Delta(U C_u)$$

$$U_1 = U_2 \quad H_E = \frac{\eta}{g} U (C_2 \sin \alpha_2 - C_1 \sin \alpha_1)$$

چنانچه بتوان تغذیه پمپ را محوری در نظر گرفت در این صورت $\alpha_1 = 0$ بوده و رابطه فوق ساده می شود



$$H = \frac{\eta}{g} U C_2 \sin \alpha_2 = \frac{\eta}{g} U C_2 u_2$$

$$C U_2 = C_2 \sin \alpha_2 = U - W_2 \sin \beta_2$$

$$C_1 U = C_1 \sin \alpha_1 = U - W_1 \sin \beta_1$$

$$H = \frac{\eta}{g} U [(U - W_1 \sin \beta_2) - (U - W_1 \sin \beta_1)]$$

$$H = \frac{\eta}{g} U (W_1 \sin \beta_1 - W_2 \sin \beta_2)$$

از طرفی برای دو مقطع میانه ورودی و خروجی ایجاب می‌کند که سرعت‌های متوسط ورودی و خروجی برابر باشند.

$$C_{m1} = C_{m2} = C_m$$

$$C_1 \sin \beta_1 = C_m \tan \beta_1$$

$$C_2 \sin \beta_2 = C_m \tan \beta_2$$

$$H = \frac{\eta}{g} U C_m (\tan \beta_1 - \tan \beta_2)$$

توجه: برای تعداد محدود دپره‌ها و ضخامت طبیعتاً نه‌بسیار کوچک آنها، مثلث سرعت‌های ورودی و خروجی با آنچه که از طریق تئوری بدست می‌آید، عملاً "متفاوت می‌باشد".

جهت تجسم هرچه بیشتر از بعد قطعات یک پمپ ملخی نمونه‌ای را در قالب مثالی طرح می‌کنیم:

مثال: قطر پروانه یک پمپ ملخی برابر ۱/۲ متر و قطر توپی پروانه ۵/۵ متر می‌باشد و سرعت مخصوص پروانه ۳۳۵ rpm باشد. مطلوب است محاسبه زاویه پره‌های پروانه در ورودی نوک پره و در مجاورت توپی پروانه، فرض می‌شود که در ورودی گردابی تولید نمی‌شود.

$$D_2 \text{ قطر پروانه} \quad D_1 \text{ قطر توپی} \quad V_f = V_{f1} = \text{سرعت جریان در ورودی و خروجی}$$

$$D = 1.2 \text{ m} \quad H_m = 2.5 \text{ m} \quad N = 335 \text{ rpm}$$

$$D = 0.6 \text{ m} \quad V_f = V_f = 4.5 \text{ m/sec} \quad \theta = ? , N = ?$$

$$Q = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2) V_f = \frac{\pi}{4} (1.2^2 - 0.6^2) \times 4.5 = 3.817 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$N_s = \frac{N \sqrt{Q}}{H_m^{3/4}} = N = \frac{N_s H_m^{3/4}}{\sqrt{Q}} = \frac{335 (2.5)^{3/4}}{\sqrt{3.817}} = N = 340.8 \text{ rpm}$$

$$\theta = ? \text{ زاویه پره در نوک آن}$$

$$U_2 = \frac{\pi D_2 N}{60} = \frac{\pi \times 1.2 \times 340.8}{60} = 21,41 \text{ metres/sec}$$

$$\tan \theta = \frac{V_f}{U_2} = \frac{4.5}{21.41} = 0.210 \quad \rightarrow \quad \theta = 11^\circ, 52' \text{ زاویه نوک پره}$$

توجه: زاویه θ در واقع زاویه سرعت نسبی سیال با سرعت محیطی در خروجی پروانه می‌باشد.

زاویه پره در مجاورت تویی

$$U_1 = \frac{\pi D_1 N}{60} = \frac{\pi \times 0.6 \times 340.8}{60} = 10.7 \text{ m/sec}$$

$$\tan \phi = \frac{V_f}{U_1} = \frac{4.5}{10.7} = 0.42 \quad \phi = 22^\circ, 49'$$

دریا یا ن جهت را همثابتی موارد زیر را در نظر می‌گیرد :

- ۱- توان مورد نیاز از این پمپ‌ها با افزایش ارتفاع بالادهی بطور مستقیم بالا می‌رود و بنا بر این باید موتوری انتخاب شود که در حداکثر ارتفاع آبدهی ممکن بتواند احتیاجات پمپ را از نظر نیروی محرکه تامین نماید.
- ۲- پروانه‌های این نوع پمپ برای کاهش دبی از طریق تنگ کردن و یا بستن لوله تخلیه مناسب نیست؛ لذا باید توجه کرد که پمپ بر طبق شرایط ماگزیمم باری که در آن کار خواهد کرد انتخاب شود.
- ۳- پروانه‌های این نوع پمپ برای مکش مناسب نیست؛ لذا لازم است که در موقع کار پمپ یعنی وقتی آب در حداقل ارتفاع در چاه قرار دارد کاسه (شیپوره مکش) پروانه در آب غرق شود.
- ۴- در سرعت زیاد دمای مایع در پمپ ممکن است فشار تا حد فشار بخار در درجه حرارت موجود پائین رفته و پدیده خلا زایی را باعث گردد. برای جلوگیری از بروز این حالت توصیه می‌شود عمق استغراق همواره در حد کافی نگهداشته شود. همچنین وقتی که ارتفاع ماژنومتریک از حد معین تجاوز نماید چون مقدار آبدهی پمپ کم می‌گردد لذا آب ورودی قادر به پر کردن کامل فضای بین پره‌ها نخواهد بود. و در نتیجه آب از پره‌ها جدا شده و حباب‌های از هوا و بخار آب در محل فضای خالی تولید شده و در زمان بسیا کوچک حباب‌های مذکور در اثر ضربات آب له شده و آب با نیروی بیشتری به پره‌ها برخورد کرده و ایجاد خوردگی در جدا پره‌ها توأم با صدا و لرزه می‌نماید.
- ۵- عمق فرورفتگی شیپوره مکش در آب باید با در نظر گرفتن ورود خلا زایی انتخاب گردد و برای جلوگیری از تشکیل جریان گرایبی در داخل چاه و یا منبع مکش داشتن حداقل عمق استغراق ضرورت دارد. با یستی که عمق آب (h) در بالای لبه کاسه مکش عموماً "بیشتر از ۱/۵ متر و در حدود ۱/۲ انتخاب گردد. در هر حال حداقل سطح آب در منبع مکشی باید در حدی باشد که پروانه کاملاً در داخل آب چاه غوطه ور گردد تا عمل هواگیری یا آبخورانی پمپ بطور طبیعی انجام گیرد. در صورت ایجاد گردابی در داخل منبع مکش می‌توان، با جایگذاری دیوارهای چوبی در اطراف لوله مکش و یا تیغه‌هایی در داخل منبع مکش، وقوع این پدیده جلوگیری نمود.

فاصله بین کناره‌های شیپوره مکش از جدا رهای جانبی حداقل باید برابر با $\frac{D}{2}$ بوده که معمولاً آنرا مساوی D در نظر می‌گیرند.

منابع:

1-CENTRIFUGAL PUMP BY KSB

2-CENTRIFUGAL PUMP BY HA,ANDERSON

3-IMPELLER PUMP BY STEPHEN LAZARKIEWIC

۴- ماشینهای آبی - دکتر حسن زاده

۵- کتاب پمپها - فرانک کریستال

سروصدادر توربو پمپها

وایستگاههای پمپاژ

حمیده باستانی پاریزی

شرکت صنایع پمپ سازی ایران

چکیده:

در این مقاله سعی خواهد شد تا در مورد سرو صدا و مسائل مربوط به آن در توربو پمپها مطالبی گفته شود. به این منظور ابتدا چند تعریف کلی در مورد صدا ارائه شده و سپس منابع تولید سرو صدا در توربو پمپها که بصورت عمده ناشی از دو عامل هیدرولیکی و مکانیکی هستند، بررسی خواهد گردید. برای مقایسه جدا ولی نیز در مورد میزان سرو صدا و استانداردهای مجاز آن در مناطق مختلف ارائه خواهد شد. در انتها توضیحی جداگانه در مورد ارتعاش در توربو پمپها که یکی از عوامل اصلی ایجاد سرو صدا در توربو پمپها و ایستگاههای پمپاژ می باشد، گفته می شود.

۱- مفاهیم کلی

هر منبع صوتی تولید یک سری امواج صوتی می نماید که برفشار محیط تا ثیر می گذارند. تغییرات ایجاد شده در فشار هوا، بر روی پرده گوش اثر گذاشته و عصب آنرا متاثر می سازد. تا ثیر عصب بر اثر این پدیده را صدا (صوت) می نامند.

صداها را می توان در سه گروه تقسیم بندی نمود:

– صدای ساده (آهنگ Tone): که فقط از یک نوسان سینوسی (یا یک فرکانس) تشکیل می شود.

– صدای موسیقی (طنین Timbre): متشکل از جمع چندین صدای ساده اصلی و هارمونیک آنها که فرکانس هریک ضریبی از فرکانس دیگری است.

– سرو صدا (Noise): این صدا از جمع چندین صدا با فرکانسهای مختلف تشکیل می گردد. بطور کلی سرو صدای ناشی از ماشین آلات از همین نوع سوم می باشد.

(قابل تذکر است که لفظ صدا و یا سرو صدا عموماً به تمام اصوات قابل شنیدن نیز اطلاق می گردد).

۲- تعاریف

یک صدا و یا یک سروصدا را با سه عامل زیر مشخص می‌نمایند :

– فرکانس

– فشار (قدرت، شدت)

– فرم‌پخش

الف- فرکانس

صدای ساده فرکانس قابل شنیدنی بین ۱۶ تا ۱۶۰۰۰ هرتس (سیکل ثانیه) دارد. معمولاً "دریک سرو صدا، احتمال یافت شدن کلیه فرکانس‌ها موجود است، لیکن بعضی از فرکانس‌ها بعلت تاثیرشان بر عصب‌گوش از اهمیت بیشتری برخوردارند.

ب- فشار (قدرت، شدت)

– فشار صوت (P) فشار متناوبی است که توسط منبع صوتی بر روی هوا وارد می‌آید. گوش انسان تغییرات فشار صوت را بصورت لگاریتمی احساس می‌کند. به عبارت دیگر افزایش فشار صوت از ۱ به ۲ میکروبار تقریباً اثری مشابه با افزایش آن از ۲۰ به ۴۰ میکروبار بر روی گوش انسان خواهد داشت. بدینجهت فشار P را به صورت تابعی لگاریتمی نسبت به یک فشار مبنا (P₀)، نشان داده و تحت عنوان سطح فشار صوتی، LP، تعریف می‌نمایند. فشار مبنا P₀ مربوط به آستانه شنیدن صوتی با فرکانس ۱۰۰۰ هرتس توسط گوشهای سالم می‌باشد که برابر با P₀ = ۲ × ۱۰^{-۴} μbar است. سطح فشار صوت از رابطه زیر بدست می‌آید :

$$LP = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

سطح فشار صوتی یک کمیت بدون بعد است، اما به افتخار مخترع تلفن (گراهام بل) آنرا بر حسب بل (Bel) و یا با واحد قابل استفاده دسی بل (dB) بیان می‌کنند.

مجموع سطح فشار صوتی چند صوت از رابطه زیر بدست می‌آید :

$$LP_{\text{کلی}} = 10 \log (10^{LP_1/10} + 10^{LP_2/10} + \dots)$$

که LP_۱، LP_۲، ...، فشارهای صوتی مربوط به هر یک از صوتها می‌باشد.

– قدرت صوت (W) : نسبت انرژی منتشر شده توسط صوت به زمان انتشار آن می‌باشد که متناسب با مجذور فشار صوت تغییر می‌کند. واحد قدرت صوت وات است. سطح قدرت صوت که با LW نشان داده می‌شود. از رابطه زیر بدست می‌آید :

$$LW = 10 \log \left(\frac{W}{W_0} \right)$$

W₀، قدرت صوت مبنا برای فشار صوتی ۲ × ۱۰^{-۴} میکروبار و برابر با ۱۰^{-۱۲} وات می‌باشد، واحد سطح

قدرت صوت نیز dB است.

– شدت صوت، (I)، قدرت صوت در واحد سطح است که از زاویه زیر بدست می آید:

$$I = \frac{W}{S} = W/m^2$$

سطح عبوری، سطح عمود بر راستای انتشار صوت تعریف می شود. اگر مانعی بر سر راه پخش صوت نباشد امواج بر روی یک کره حرکت می کنند، شدت صوتی که توسط انسان احساس می گردد، بستگی به فرکانس آن دارد. صدای با فرکانس پایین با پدای فشاری چندین برابر فشار صوتی با فرکانس ۱۰۰۰ هرتس با شدت بتواند به بلندی آن شنیده شود.

سطح شدت صوت نیز بصورت لگاریتمی با تابع زیر تعریف می گردد:

$$LI = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

I_0 شدت صوتی مبنا و برابر 10^{-12} وات/مترمربع می باشد. واحد سطح شدت صوت نیز دسی بل است.

در عمل سطح فشار و شدت صوت با یکدیگر برابر بوده، $LP = LI$ و بدینجهت هر دو این مشخصه ها را به

اختصاص صوت نیز می نامند. رابطه بین قدرت، سطح پخش و سطح صوت بصورت زیر می باشد:

$$LW = LP + 10 \log S$$

S، سطح پخش صوت است.

در جدول شماره ۱۴، سطح قدرت و سطح صوت برای تعدادی از منابع صوتی، جهت مقایسه، ارائه شده است.

جدول شماره ۱:

منبع صوتی	قدرت صوت W	سطح قدرت صوت $LW (dB)$	سطح صوت در فاصله ۱ متر $LP (dB)$
زمزمه کردن	10^{-9}	۳۰	۲۰
صحبت کردن	10^{-4}	۸۰	۷۰
وسایل الکتریکی منزل	10^{-5} تا 10^{-3}	۷۰ تا ۹۰	۶۰ تا ۸۰
موتور الکتریکی با قدرت ۱۰ کیلووات	3×10^{-3}	۹۵	۸۵
موتور الکتریکی با قدرت ۳۰۰۰ کیلووات	3×10^{-2}	۱۰۵	۹۵
توربوآلترنا تور با قدرت ۱۲۵ مگاوات	۱	۱۲۰	۹۴
تخلیه و هواگیری دیگهای بخار	10^4	۱۶۰	۱۵۰

ج – فرم پخش صوت

در هوای آزاد و بدون هیچ مانعی، پخش صوت بصورت کروی صورت می گیرد. لیکن هنگامیکه مانعی بر سر راه باشد، دیگر این مسئله صادق نیست. بعنوان مثال در ایستگاههای پمپاژ به علت وجود موانع زیاد بر سر راه پخش صوت، شدت صوت در مناطق مختلف یکسان است.

۳- منابع تولید سروصدا در ایستگاههای پمپاژ

بطور اختصار، سروصدای ایجاد شده در یک ایستگاه پمپاژ ناشی از چند عامل متمایز می‌باشد:

- ۱- سروصدای ایجاد شده توسط خود پمپ که در بخش بعد با تفصیل بیشتری شرح داده خواهد شد.
 - ۲- سروصدای ایجاد شده به توسط موتور محرک و اتصالات ارتباطی (مانند جعبه دنده‌ها و یا تسمه‌ها) که درصد زیادی از صدای موجود در ایستگاههای پمپاژ را تشکیل می‌دهند.
 - ۳- ارتعاشات حاصله از موتور پمپ.
 - ۴- ارتعاشات و سروصدای تولید شده در لوله‌ها و شیرها و اتصالات مربوطه.
 - ۵- سروصدای ناشی از پدیده‌های هیدرولیکی مانند ضربت قوچی آب.
- تمامی سروصدای ایجاد شده که در هوا منتشر می‌شوند، می‌توانند توسط عواملی نیز تقویت گردند. بعنوان مثال صدای پمپ می‌تواند توسط صدای موتور تقویت شود.
- بر طبق محاسبات آماری بطور تقریب 10^{-9} تا 10^{-6} قدرت محرک توربوپمپها بصورت قدرت صوت ظاهر می‌شود.

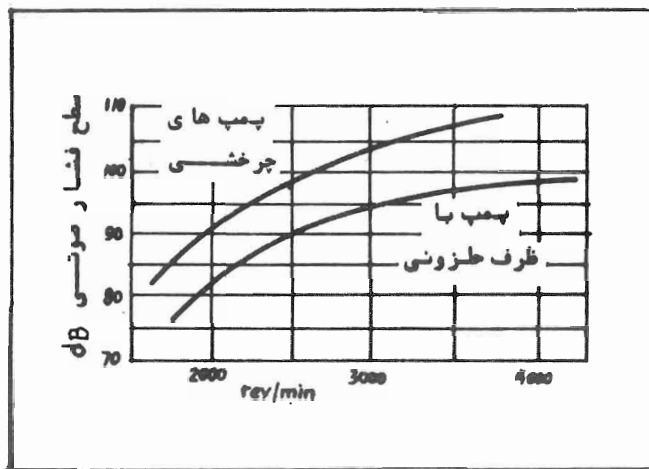
۴- عوامل ایجاد سروصدا در پمپهای سانتریفیوژ

بطور کلی، سطح صدای یک توربوپمپ به پارامترهای مختلفی بستگی دارد که عمده‌ترین آنها عبارتند از:

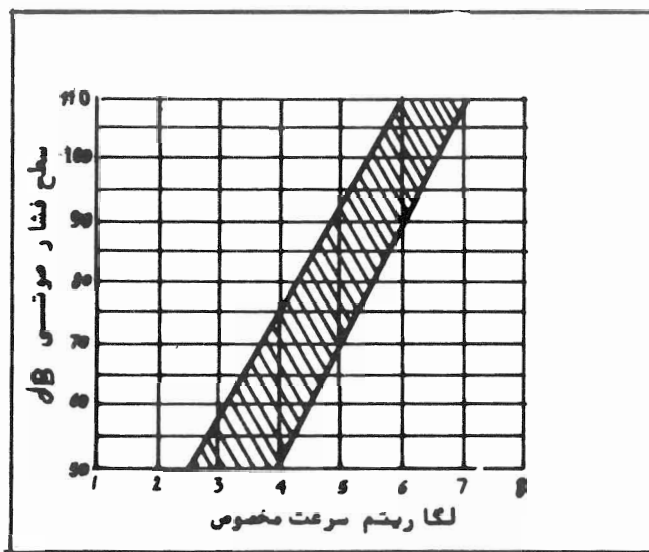
- نوع پمپ
 - اندازه پمپ
 - مشخصات کار پمپ (سرعت دورانی، دبی و ...)
 - نوع سیال عبوری از پمپ (ویسکوزیته، وزن مخصوص)
 - شرایط سیال در ورود به پمپ (سرعت، فشار و ...)
 - جنس مصالح ساخته شده پمپ
- در پمپهای سانتریفیوژ، انرژی مکانیکی توسط پره‌های چرخ به سیال منتقل می‌گردد. بعلاوه آنکه تعداد پره‌های چرخ محدود است، فشار تولیدی به پمپ بصورت نوسانی تغییر می‌کند و وجود پره‌های دیفیوزر نیز تا شیرمشارب برای پدیده دارد.
- این دو عامل، وجود جریانهای درهم، اصطکاک، جریانهای گردابی و جدا شدن لایه مرزی نیز بر نوسانات فشاری می‌افزایند. مجموعه این نوسانات بر پوسته پمپ و اتصالات لوله‌ها تا شیرگذاشته و بر اثر ارتعاش هوای مجاور، سروصدا تولید می‌شود.
- عبور پره‌های چرخ از جلوی قسمت‌های ثابت و از جمله پره‌های دیفیوزر نیز تولید سروصدا با طیف

فرکانسی با ریکی می‌کنند که این فرکانس‌ها بطور کلی بستگی به سرعت دورانی پمپ دارند. این سروصدای بیشتر در هنگام عدم توزیع یکنواخت فشار و سرعت و جدائی جریان در خروجی زیره‌ها بوجود می‌آید.

شرایط کار توربو پمپ نیز تا ثیر زیادی بر تولید صدا دارد. بطور معمول، هنگامی که پمپ در نقطه راندمان ماکزیمم خود کار کند، سطح صدای کمترین مقدار خود را خواهد داشت. در این میان سرعت دورانی و همچنین سرعت مخصوص پمپ افزایش می‌یابد. روند کلی این افزایش در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. در یک شرایط یکسان، کاهش سرعت به میزان نصف، می‌تواند سطح صدای تولیدی توسط پمپ را حدود ۱۰ تا ۱۲ دسی‌بل کاهش دهد.



شکل ۱



شکل ۲

شرایط ورودی نامناسب سیال به پمپ نیز، عامل معمولی و مهم ایجاد سروصدای در پمپ‌های

سانتریفوژ است. این شرایط بدمی تواند ناشی از وجود هوا در لوله مکش و همچنین بروز کا ویتا سیون باشد.

کا ویتا سیون که براثر کاهش NPSH، از حد میزان مجاز خود در ورود به پمپ، اتفاق می افتد تولید صدای متمایز، شدید و موجهای ضربه ای صوتی می نماید. تحت چنین شرایطی، سطح فشار صوتی به میزانی در حدود ۸ دسی بل افزایش می یابد.

جدا از عوامل یاد شده فوق که می توان آنها را بعنوان سروصدا های هیدرولیکی تولید شده در داخل پمپ نامید، یک سری ارتعاشات و صدای ناشی از عوامل مکانیکی نیز بر سطح صوتی پمپ تاثیر می گذارند اصطکاک دریا تا قانها، محفظه آبنندی و نیز نامتعادل بودن قسمت های چرخنده پمپ (که فرکانس اساسی صدای آن برابر با سرعت دورانی محور، دقیقه / دور، می باشد) موجب افزایش ارتعاش و در نتیجه سرو صدا می شوند. البته چنانچه پمپ بطور صحیح ساخته و نصب گردد و در شرایط مناسب مورد استفاده قرار گیرد، عوامل فوق تاثیر کمی در سروصدا خواهند داشت. (در مورد ارتعاش در توربو پمپها در بخش ۷ توضیحاتی داده خواهد شد).

۵- راههای کاهش سروصدا

مهمترین راه جلوگیری از سروصدا در محوطه پمپاژ، ایجاد نمودن شرایطی است که پمپها همواره در نزدیکی نقطه رانندمان ماگزیمم خود کار کنند. اقدامات دیگر برای کاهش سروصدا عبارتند از:

- اجتناب از کار پمپ در محدوده کا ویتا سیون
- انتخاب سرعت های کم سیال در لوله های رانش و مکش
- اجتناب از تغییر ناگهانی سطح مقطع لوله ها
- استفاده از زانوئی های با شعاع چرخش زیاد
- همراستایی دقیق محور پمپ، موتور و کوپلینگ
- استفاده از مواد جذب ارتعاش بین شاسی پمپ و فونداسیون
- نصب واحد بر روی میراکننده های ارتعاشی (Dampers)
- استفاده از وسایل جذب ارتعاش در محل اتصال لوله ها به پمپ
- طراحی دقیق تکیه گاهها به نحوی که انتقال سروصدا به حداقل ممکن برسد
- استفاده از بوش در محل عبور لوله ها از دیوار به منظور کاهش انتقال سروصدا
- در صورتیکه با تمامی تمهیدهای فوق باز سروصدا ی ایجاد شده توسط واحد الکترو پمپ از حد مجاز زیادتر باشد باید از دیوار و یا محفظه های عایق صدا حول پمپ و یا از گوشیه های ضد صدا جهت افرا د شاغل در محوطه استفاده نمود.

ع- استانداردها در مجاز سروصدای

در جدول ۲، مقادیر قابل قبول سطح فشار صوتی در مکانهای مختلف طبق استاندارد ISO به نظر

میرسد.

محل	سطح فشار صوتی ISO dB
محوطه منازل مسکونی	۳۵
سالن کنفرانس و کتابخانه	۲۵
اداره (اتاق ساکت)	۳۰
ادارات	۳۵
اتاق تایپ	۵۵
سالن فرمان	۶۵
سالن ماشین آلات	۸۵

جدول ۲

علاوه بر راهنمای فوق، ماگزیمم سطح مجاز صوتی برای مناطق مختلف نیز بر اساس راهنمای^۱ Talärm

در جدول شماره ۳ منعکس است.

منطقه	سطح فشار صوتی روز	سطح فشار صوتی شب
مناطق که فقط ساختمانهای تجاری یا صنعتی و منازل صاحبان ویاروسای آن مراکز وجود دارد	۷۰	
مناطق که در آنها فقط ساختمانهای تجاری وجود دارد	۶۵	۵۰
مناطق که در آنها ساختمانهای اداری و مسکونی مسای است	۶۰	۴۵
مناطق که در آنها ساختمانهای مسکونی اکثریت دارد	۵۵	۴۰
مناطق که فقط شامل ساختمانهای مسکونی میشود	۵۰	۳۵
آسایشگاهها، بیمارستانها	۴۵	۳۵
مناطق مسکونی که زلحاظ ساختمانها متصل به ساختمانهای صنعتی باشند	۴۰	۳۰

۷- ارتعاشات

هما نگونه که قبلاً نیز اشاره شد، ارتعاش یک منبع بوجود آورنده سروصدا در توربو ماشینها میباشند در اینگونه ماشینها بعلاوه حرکت دورانی یک سری اجزای، ارتعاشات جزئی ولی محسوس، اجتناب ناپذیر است که افزایش سرعت دورانی و دبی خروجی، سبب تشدید میزان آنها میگردد.

۷-۱- ارتعاش در توربو پمپهای افقی

محور توربو پمپهای افقی تحت اثر بارهای متناوبی قرار میگیرد که عبارتند از:

– پیچش ناشی از گشتاور منتقله

– خمش ناشی از بارهای استاتیکی (مانند وزن چرخ)

– بارهای محوری ناشی از نیروی هیدرولیکی محوری

– نیروی سانتریفوژ ناشی از شرایط عدم توازن قطعات چرخنده در هنگام دوران محور که این نیرو

از نقطه نظر تولید ارتعاشات مهمترین اثر را دارد.

بطور کلی در یک توربو پمپ، حتی اگر تمامی جرمهای چرخنده بطور کامل متوازن شده باشند، همواره برای وجود بارهای مرده، مقداری خیز استاتیکی یا خمش در محوری باقی میماند. در هنگام چرخش پمپ، این خیز سبب جابجایی مرکز ثقل و همچنین ایجاد شرایط نامتعادلی میگردد که خود باعث به وجود آمدن یک خیز دینامیکی، علاوه بر خیز استاتیکی می شود.

این عامل در هنگام دوران محور تولید یک سری ارتعاشات عرضی با دامنه بسیار کم می کند. که معمولاً توسط یا تا قانها تحمل می شود. دامنه موجهای ایجاد شده که با توجه به نحوه طراحی، میزان بارهای استاتیکی وارده و سرعت پمپ تعیین خواهد گردید، دارای حد مجازی است که این حد با توجه به میزان تجربه طراحی و روشهای ساخت موجود مشخص می شود.

سرعت بحرانی پمپ نیز در بروز ارتعاشات مؤثر است. سرعت دورانی بحرانی، سرعتی است که در آن فرکانس طبیعی سیستم و فرکانس دورانی آن در تشدید قرار می گیرند. در این حال کوچکترین عدم توازن قطعات چرخنده، موجب افزایش دامنه ارتعاش می شود. سرعت بحرانی به عواملی از قبیل:

– طول فاصله بین دو یا تا قان و نوع آنها

– جنس و قطر محور

– وزن چرخ و نوع اتصال آن به محور

– مشخصه های سیال روانساز (درجه حرارت، ویسکوزیته و . . .)

– میزان استحکام و خاصیت میرا کنندگی حلقه های آب بندی و آب بندها

– نوع و استحکام فونداسیون پمپ

بستگی دارد .

کمترین سرعت بحرانی به اولین سرعت و سرعتهای بعدی به ترتیب به دومین و سومین و سرعتهای بحرانی معروف هستند . محورهائی که سرعت دورانی آنها پائین تر از اولین سرعت بحرانی باشد ، محورهاى صلب (Rigid) و آنهاى که در بالاتر از اولین سرعت بحرانی خود دوران می نمایند ، محورهاى قابل انعطاف (Flexible) نامیده میشوند .

با افزایش قطر و یا کاهش فاصله بین دو تکیه گاه محور می توان سرعت بحرانی محور را افزایش داد . پمپهای با دور ۱۷۵۰ و کمتر معمولاً "پائین تر از سرعت بحرانی خود" کار می کنند . با آنکه کار در پائینتر از سرعت بحرانی ، از لحاظ مسائل مکانیکی مطلوب می باشد ، اما ممکن است از جنبه مسائل اقتصادی ، استفاده از محورهاى قابل انعطاف در برخی موارد ترجیح داده شود . بعنوان مثال پمپهای با سرعت دورانی بالای ۳۰۰۰ و پمپهای چند طبقه با فشار بالا ، در زمان راه اندازی و تا رسیدن به سرعت عادی از اولین سرعت بحرانی خود خواهند گذشت . اما بعلاوه آنکه زمان راه اندازی کوتاه بوده و در نتیجه زمان کارکرد پمپ در سرعت بحرانی بالطبع خیلی کوتاه تر است ، این مسئله لطمه ای بکار پمپ و محور وارد نخواهد کرد .

جداً از مسائل ذکر شده ، مهمترین منابع ارتعاشات محور ، بارهای نامتوازن دینامیکی هستند . گرچه تمامی سیستمهای چرخان به هنگام ساخت در کارخانه ، بطور استاتیکی متوازن میشوند . لیکن این مسئله به معنای توازن دینامیکی نیست . عدم توازن دینامیکی بعد از اتصال قطعات متوازن شده به محور بوجود می آید که اغلب نیز توسط آزمایشهای معمولی در کارخانجات قابل شناخت نیست . علاوه بر آن عدم توازن هیدرو دینامیکی نیز که در هنگام کار پمپ بوجود می آید ، در مرحله ساخت ماشین قابل شناخت و اندازه گیری نمی باشد .

۲-۷- ارتعاش در پمپهای عمودی

در پمپهای عمودی ، ارتعاشات به شدت با تغییر سرعت افزایش می یابند . واحدهای عمودی اغلب بلند و باریک هستند و پایه نگهدارنده آنها دارای فرکانس طبیعی پائین است . بنابراین ، عدم توازن جرمهای چرخان ، در یک راستا نبودن اتصالات ، یا تاوان بندی نامناسب و یا درهمی های هیدرولیکی میتواند بارهای دینامیکی متغییری بر روی سازه نگهدارنده آنها وارد نماید . علاوه بر آنکه با تغییر سرعت ، فرکانس این بارهای دینامیکی هم تغییر خواهد کرد .

بهمین جهت باید فرکانس و دامنه ارتعاشات حاصله در یک پمپ عمودی بدقت مورد آزمایش و اندازه گیری قرار گرفته و مناطق کاری خطرناک مشخص شوند .

منابع :

- 1-BASIC PRINCIPLES FOR THE DESIGN OF CENTRIFUGAL PUMP INSTALATIONS
SIHI GROUP 1980
- 2-PUMPING MANUAL EARRING R.H, 1984
- 3-PUMP HAND BOOK KARASSIK I.J.

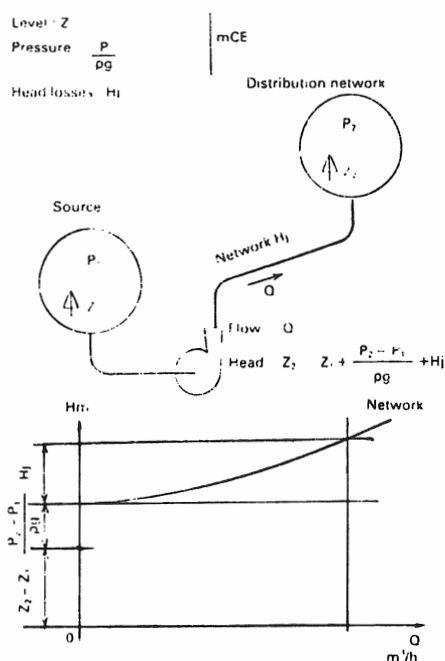
کاربرد محرک های سرعت متغیر

در پمپ های سانتری فوژ

مهندس حمدا له سمندری
شرکت صنایع پمپ سازی ایران

ایستگاه پمپاژ که در این مقاله مطرح می شود هم نطویکه در شکل شما تیک ۱ مشخص است، شامل سه قسمت اصلی زیر می باشد:

- ۱- منبع (Source) که در آن آب تحت ارتفاع هندسی Z_1 و فشار P_1 می باشد.
- ۲- شبکه توزیع (Distribution network) در اینجا آب منبع به فشار P_2 و ارتفاع هندسی Z_2 رسانده شده است.
- ۳- مدار هیدرولیکی (Hydraulic circuit) مداری است ما بین منبع برداشت و منبع توزیع که این مدار مقابله با نیروی رادرمقابل جریان آب باعث می شود، شامل افت های طولی و موضعی که متناسب با KQ^2 (حجمی از آب که در واحد زمان انتقال پیدا می کند و دبی نامیده می شود).



شکل ۱: شکل شما تیک ۱ یک ایستگاه پمپاژ

در نزدیکی منبع برداشت یک پمپ گریز از مرکز نصب می شود که در واقع ماشینی است جهت انتقال حجمی از آب (Q) در واحد زمان و دادن مقداری انرژی به آن تا جهت با لابردن ارتفاع آب به اندازه $(Z_2 - Z_1)$ و افزایش فشاری برابر با $(P_2 - P_1)$ و غلبه کردن بر اتلافات KQ^2 ما بین منبع برداشت و توزیع. این انرژی پتانسیل، جنبشی و اتلافات مسیر را بر حسب ارتفاع ستونی از آب بصورت زیر می توان

$$H = (Z_2 - Z_1) + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho g} + H_f (fQ^2) \quad \text{بیان نمود:}$$

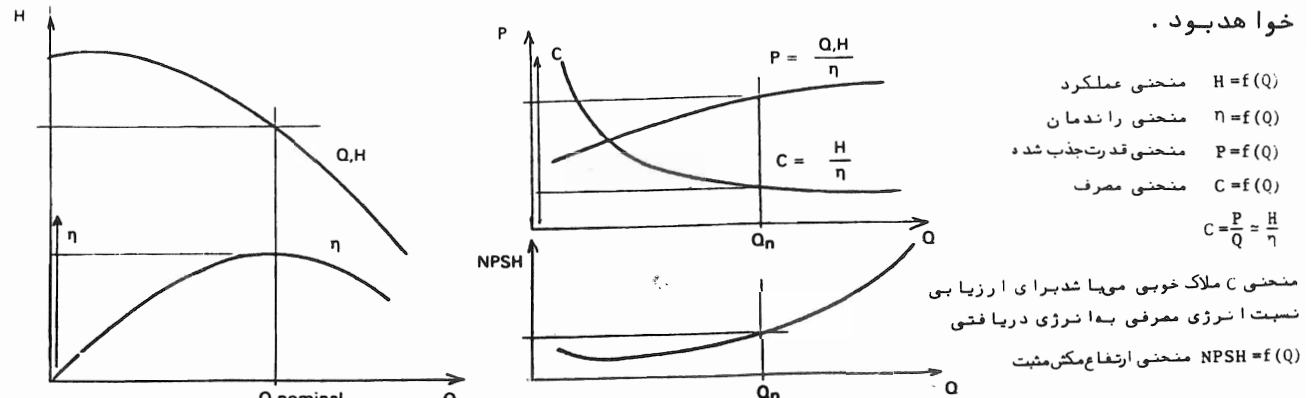
منحنی سهمی شکل که رابطه بین این ارتفاع و دبی پمپ را نشان می دهد منحنی عملکرد نامیده می شود.

عملکرد پمپ های گریز از مرکز با سرعت ثابت

در این نوع پمپها انرژی سیال در حین عبور از داخل چرخ که دارای پره های می باشد افزایش پیدا می کند. راندمان و عملکرد پمپ بوسیله یک سری از منحنی های مشخصه که برای سرعت ثابت داده شده بدست می آید. (شکل ۲)

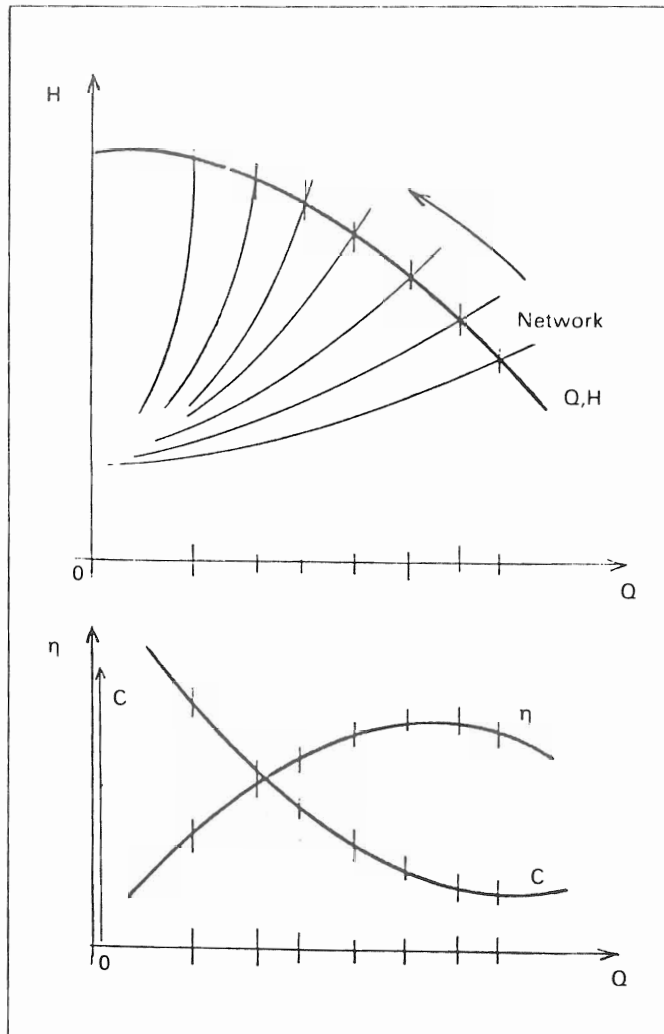
در دبی نرمال Q_n (دبی طراحی) منحنی راندمان در بهترین حالت می باشد بنابراین شکل هندسی قطعات پمپ (چرخ، دیفیوزر، محفظه حلزونی) طوری باید طراحی شوند که زاویه سیال در ورود و خروج آن چنان باشد که این دبی را بدهند، تحت این دبی اتلافات هیدرولیکی، سروصدا و ارتعاش در حد مینیمم خواهد بود و عملکرد پمپ تحت شرایط مطلوبی خواهد بود. وقتی که دبی پمپ از دبی طراحی تغییر می یابد راندمان پمپ افت پیدا کرده و سروصدا و ارتعاش با لافته، تنش های مکانیکی غیر نرمال (نیروی تر است شعاعی، خمش محور و غیره . . .) ظاهر شده و باعث عملکرد بد پمپ (گرم کردن یا تاقان، خرابی بوش روی محور و شکستن سایر اجزاء . . .) می شود.

مشخصات عملکرد یک پمپ گریز از مرکز از محل تلاقی منحنی مشخصه پمپ با منحنی مسیر بدست می آید تا حد ممکن باید سعی شود این محل تلاقی در حوزه راندمان های بالا باشد که در نمودار دبی نرمال Q_n خواهد بود.



شکل ۲: منحنی مشخصه پمپ گریز از مرکز در سرعت ثابت

برای بدست آوردن دبی های متفاوت از پمپی که دارای سرعت چرخشی ثابتی می باشد می توان منحنی مسیر را در نتیجه استفاده کردن از شیر کنترل تغییر داد که این مطلب اثر نامطلوبی روی راندمان و عملکرد پمپ خواهد گذاشت. (شکل ۳)



شکل ۳: اثرات استفاده کردن از شیر کنترل دبی در پمپهای سرعت ثابت.

همانطوریکه در شکل مشخص است در نتیجه بستن شیر فلکه و کم کردن دبی نقطه کار پمپ در روی

منحنی مشخصه در جهت فلش حرکت کرده و در نتیجه راندمان آن افت پیدا کرده و مقدار ج بیشتر خواهد شد.

واضح است برای محدود کردن عملکرد پمپ در ناحیه راندمان ماگزیمم می شود از مخازن به عنوان

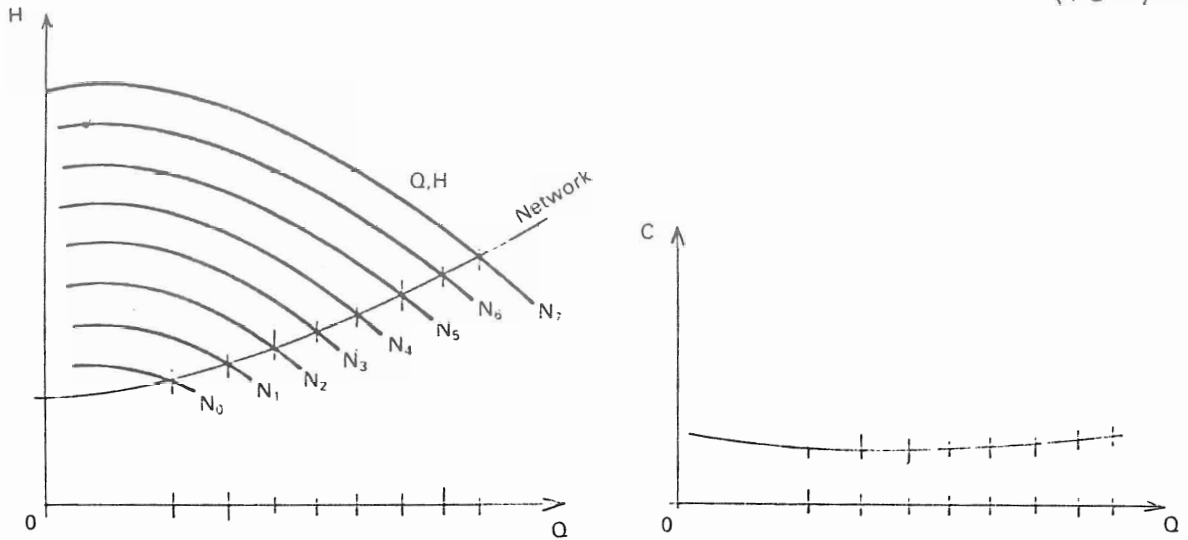
ذخیره در مدار استفاده کرد تا در مواقعی که دبی خروجی پمپ زیاد باشد مقداری از آب خروجی پمپ در

آن ذخیره شود و در موقع نیاز بیشتر، از آن برداشت شود ولی پمپ همواره در راندمان ماگزیمم خواهد بود

عملکرد پمپ گریز از مرکز با محرک سرعت متغییر

برای داشتن یک راندمان خوب و ایده آل، منحنی مسیر باید منحنی مشخصه را در حوزه با زدهی

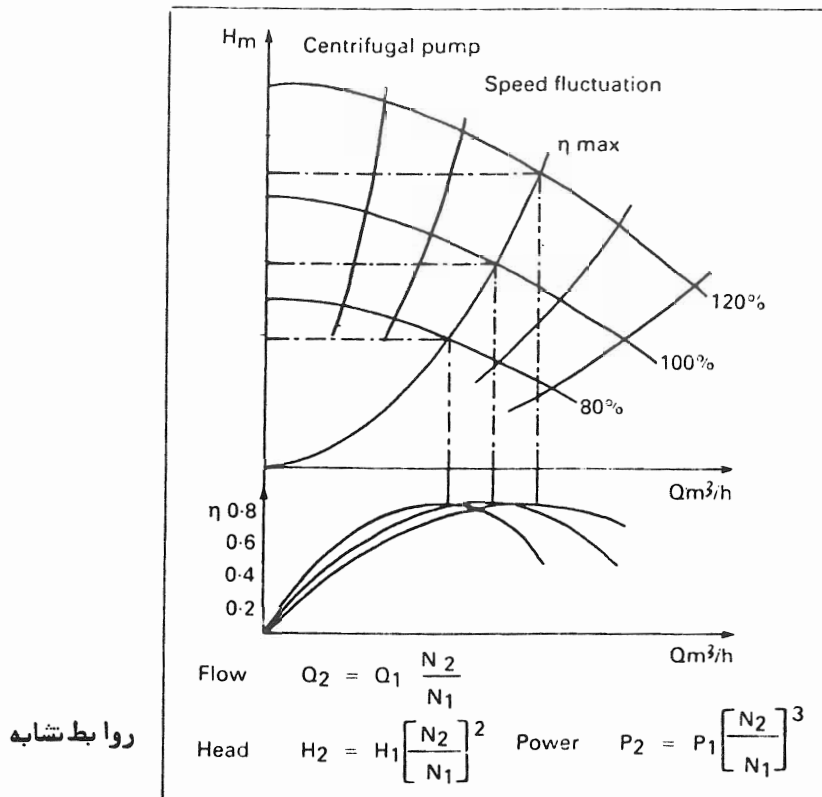
ا پتیمم قطع بکند ضمناً منحنی مصرف c نیز مطابق شکل ۴ در نتیجه تغییرات دبی تغییر چندانی نداشته باشد. (شکل ۴)



شکل ۴: منحنی قدرت مصرفی تحت شرایط ایده‌ال

این عمل فقط با تغییر سرعت مقدور می‌باشد و واقعاً قوانین تشابه در مورد این پمپ بکار برده

می‌شود. (شکل ۵)

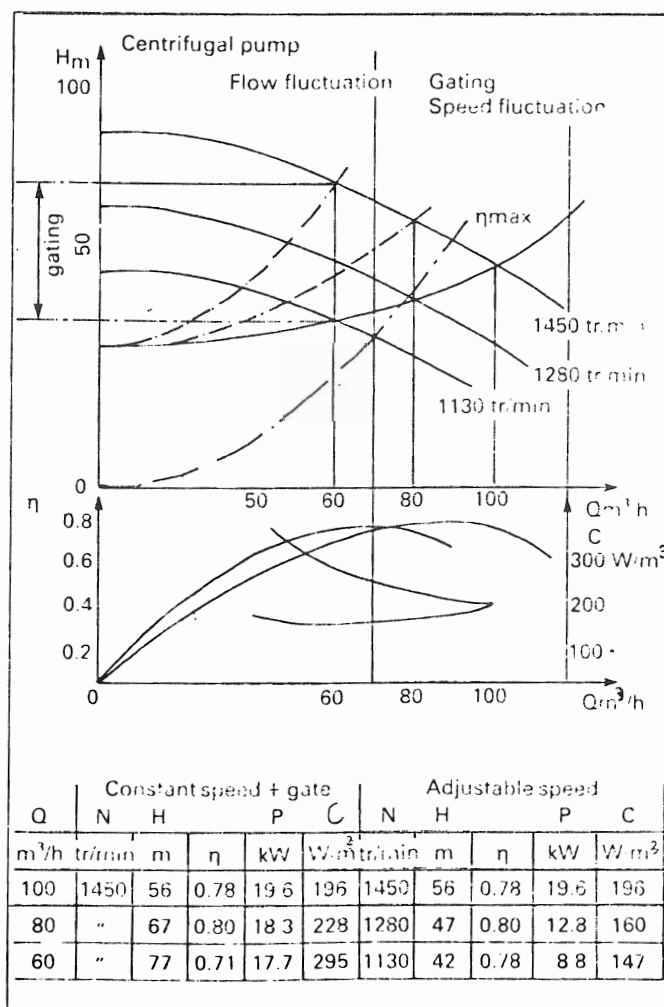


شکل ۵: تغییرات دبی با استفاده از روش تغییر سرعت

قوانین تشابه:

تغییرات دبی در پمپها با تغییر سرعت نسبت مستقیم دارد، هدر پمپها با نسبت توان دوم تغییر سرعت تغییر می‌کند.

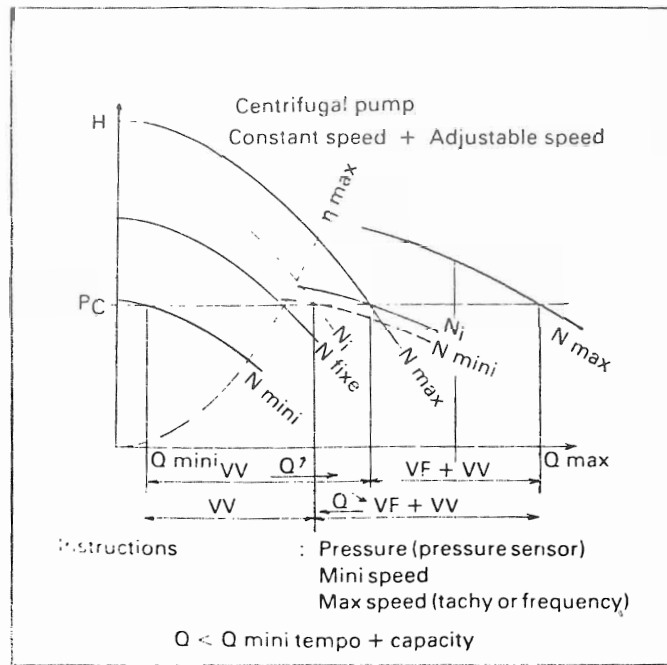
در شکل ۶ یک مثال از موارد استفاده از نیروی محرکه سرعت متغییر و مقایسه آن با کنترل دبی به وسیله شیر فلکه نشان داده شده است. همانطوریکه در جدول پائین شکل ۶ مشخص شده در نتیجه تغییر دبی از $100 \text{ m}^3/\text{hr}$ به 60 در حالت سرعت ثابت پارامتر c (منحنی مصرف) حدود 50% درصد افزایش پیدا می‌کند یعنی علی‌رغم اینکه دبی پمپ را کم کرده ایم ولی با زهم‌توان مصرفی در حد بالایی می‌باشد (از 19.6 kW به 17.7 kW رسیده است). ولی در حالت محرکه سرعت متغییر اگر دور را از 1450 RPM به 1130 برسانیم پارامتر c در حدود 25% درصد کاهش پیدا نموده و توان مصرفی از 19.6 kW به 8.8 kW خواهد رسید.



شکل ۶: مقایسه دور و روش کنترل دبی

در ایستگاههای دبی بالایی پمپ با سرعت دورانی متغییر را می‌شود بطور موثری با یک یا چند پمپ

سرعت ثابت نصب نمود . (شکل ۷)



شکل ۷: نمودار نصب پمپ سرعت متغییر به همراه پمپ سرعت ثابت.

حداً بالا و پایین تغییرات دبی در پمپ‌های سرعت ثابت با یددقت انتخاب شود تا در تا سیسات یک جریان پیوسته و آرامی باشد. بنا بر این برای بدست آوردن دبی‌های متفاوت یا با ید پمپ را تحت سرعت‌های متفاوت استفاده نمود و یا اینکه پمپ را عوض کرد تا در هر دو حالت را ندما ن در حد مطلوب باشد جدول یک تکنیک‌های مختلف کنترل سرعت را در محرک‌های سرعت متغییر نشان می‌دهد.

برای انتخاب پمپ با نیروی محرکه سرعت متغییر نسبت به پمپ سرعت ثابت نیاز به بررسی جوانب مختلف از جمله جوانب فنی مسئله (سیستم‌های کنترل، حوزه عملکرد پمپ و . . .) و از جنبه اقتصادی (مقدار صرفه‌جویی در انرژی - مبلغ سرمایه‌گذاری، نگهداری تا سیسات و . . .) می‌باشد.

بطور کلی بشرح زیر می‌توان مزایای استفاده کردن از پمپ با نیروی محرکه سرعت متغییر را بیان نمود:

- ۱- پایین آوردن کار تا سیساتی ایستگاه (کارهای ساختمانی)
- ۲- حذف کردن مخزن ذخیره و شیر کنترل
- ۳- اجتناب کردن از فشار زیاد در دبی‌های پایین
- ۴- تطابق بهتر سایز پمپ و انعطاف پذیری عملکرد پمپ
- ۵- پمپ در را ندما ن بالائی کار کرده و از لحاظ نیروهای شعاعی، سایش یا تا قان و ارتعاش و سروصدا

جدول ۱: روش‌های مختلف کنترل سرعت با محرک‌های مختلف

Speed variator	Technical	Drive		Speed		Comparison elements					Specific feature	
		direct	indirect	lower	higher	efficiency	investment	space taken	reliability	maintenance		environment
MECHANICAL belt friction	variable-dia pulleys		x		x	+	+	0	+	0	0	Limited speed variation
	Rollers/Discs		x		x	+	0	-	+	+	+	Limited speed and power
THERMAL Gas turbine Steam turbine Heat engine	Int. combustion	x			x	-	-	0	+	+	-	High speed revolution
	Ext. combustion	x			x	+	-	0	+	+	+	High speed of revolution
	Int. combustion	x			x	-	0	0	-	-	-	Stand-by autonomy
HYDRAULIC Coupler	Scoop turbine		x	x		-	-	-	+	+	+	Low efficiency (2/3 speed)
ELECTRIC Coupler D.C. engine Slip-ring a.c. engine Slip-ring a.c. engine Squirrel-cage induction a.c. engine	Electro-magnetic		x	x		-	+	-	+	+	-	Low efficiency (2/3 speed)
	Variable voltage	x			x	+	+	+	+	0	-	High overspeed
	Slip regulator	x		x		-	+	+	+	0	-	Limited at low powers
	Power feed-back	x		x		+	-	+	+	0	-	Adapted to high powers
	Variable frequency	x			x	+	0	+	+	+	+	Applied to submerged and explosion-proof engines – easy maintenance and limited overspeed

high points = + medium = 0 low = -

در حد پائین خواهد بود .

- ۶- نبودن فشار هیدرولیکی بالا با کنترل سرعت پمپ در لحظه استارت پمپ و خاموش کردن، بدین ترتیب استارت و خاموش کردن پمپ لحظه‌ای نبوده و به همراه تغییر سرعت به آرامی انجام خواهد گرفت .
- ۷- در نهایت فشار رودبی مورد نیاز را حتی تا مین شده و پمپ در نقطه مورد نیاز زکا خواهد کرد .

منابع :

- 1-JOURNAL OF WORLD PUMPS, JULY 1987
- 2-CENTRIFUGAL PUMP LEXICON KSB PUBLICATION 1975
- 3-STNEETER AND WYLIE "FLUID MECHANICS" MC GRAW-HILL BOOK COMPANY, 1975

پمپاژ با جریان دوفاز

(بخش ۱)

دکتر حبیب اله تدین

دانشیار دانشگاه تبریز

خلاصه:

○○○○○○○○○○○○○○○○○○

ابتدا بطور اختصار اصول کلی و قوانین اساسی پدیده حرکت دوفاز مایع-گاز مایع، جا مددر لوله‌ها مورد بحث قرار گرفته و نتایج بررسی‌هایی که تاکنون درباره چگونگی محاسبه افت بار انجام گرفته شرح داده شده است.

در ادامه نمونه‌هایی از پمپ‌های مورد استفاده برای انتقال مواد جامد معلق در مایع ذکر گردیده است.

۱- مقدمه:

○○○○○○○○○○○○○○○○○○

از زمان ساخت و توسعه پمپ‌های سانتریفوژ، خطوط لوله محتوی مایع برای حمل و انتقال مواد جامد بکار برده شده اند و در آن تعدادی که بدین وسیله حمل می‌شوند روز بروز در حال افزایش است. این مواد عبارتند از ماسه، خمیر کاغذ، زغال سنگ، مواد معدنی، فاضلاب و غیره. از طرفی در بسیاری از سیستم‌های هیدرولیکی انتقال توام فاز گازی یا بخارویک مایع با گاز در لوله صورت می‌گیرد. مثالهایی از این نوع نیز متعددند از جمله آنها می‌توان مخلوط بخار آب در لوله‌های بویلر، نفت و بخارهای آن در لوله‌ها، مخلوط مایع-گاز در سیستم‌های خنک‌کننده و حرکت توام بخار مایع در موارد وقوع پدیده کاویتاسیون را نام برد. عبور هوا بر روی جریان آب محتوی مواد جامد نیز می‌تواند نمونه‌ای از حرکت چندفاز باشد. بعنوان مثال سیستم فاضلاب با طرز کار مکش که در آن عبور هوا در مجاری مسدود فاضلاب باعث بحرکت درآوردن و انتقال مواد جامد می‌شود نمونه جالبی از این نوع حرکت می‌باشد. جریان چندفاز Multiphase flow به حرکت همزمان ذرات جامد-گاز-مایع در یک مجرا اطلاق می‌شود در حالی که حرکت دوفاز two-phase flow عبارتست از حرکت توام مایع-گاز و یا مایع-جامد. بررسی هیدرولیکی انواع حرکت چندفاز و دوفاز بویژه در سالهای اخیر بعلمت موارد کاربرد عملی آنها

آنها مورد توجه پژوهشگران هیدرولیک تجربی واقع بوده و تحقیقات مفصلی در این زمینه‌ها انجام گرفته و یا در حال انجام می‌باشد. در حال حاضر اطلاعات موجود در این قسمت بسیار پراکنده است، چه پژوهشگران مختلف نه تنها در نامگذاری انواع حرکت ثوابق ندارند بلکه رژیم‌های مختلف جریان را بصورت‌های گوناگون طبقه‌بندی نموده‌اند. بعنوان مثال بعضی از محققین حرکت دوفاز را فقط برای بخار و مایع از یک جسم بکار برده و حرکت مایع با گاز از جسم دیگر را حرکت دو مولفه‌ای می‌نامند و یا اینکه حرکت چندفاز را به تمام انواع حرکت دوفاز نیز اطلاق می‌کنند. در این مقاله از نظر سهولت مطالعه و جلوگیری از هرگونه ابهام طبقه‌بندی زیر اساس بررسی قرار می‌گیرد:

۱- حرکت دوفاز مایع-جامد (حرکت توأم مایع + ذرات جامد)

۲- حرکت دوفاز مایع-گاز (حرکت توأم مایع + گاز یا مایع + بخار)

۳- حرکت چندفاز مایع-جامد-گاز

هر کدام از انواع مذکور دارای اقسام مختلف بوده و از قوانین هیدرولیکی متفاوتی پیروی می‌کنند. حرکت دوفاز مایع-جامد

مخلوط ذرات جامد-مایع را در اصطلاح انگلیسی Slurry می‌گویند که در گذشته بسته به بزرگی قطر ذرات و چگونگی توزیع و قرار گرفتن آن در مایع به همگن و ناهمگن تقسیم می‌شوند. از مدت‌ها پیش چنین فرض می‌شد که اگر قطر ذرات کمتر از ۵ میکرون باشد این ذرات ریز و ظریف بصورت معلق در مایع مشاهده می‌شوند. و اگر غلظت آنها از یک حد اقل بیشتر باشد مخلوط، دارای رژیم جریان ناهمگن است. این تقسیم‌بندی در سال‌های اخیر مورد تجدید نظر قرار گرفته و بسته به بزرگی ابعاد ذرات و نحوه جریان، تقسیم‌بندی‌های جدیدی از طرف متخصصین هیدرولیک تجربی ارائه گردیده است.

در حال حاضر چهار رژیم جریان حرکت دوفاز جامد-مایع تشخیص داده می‌شوند که بصورت نمودارهای در شکل ۱ داده شده اند و عبارتند از:

– همگن Homogeneous

– ناهمگن Heterogeneous

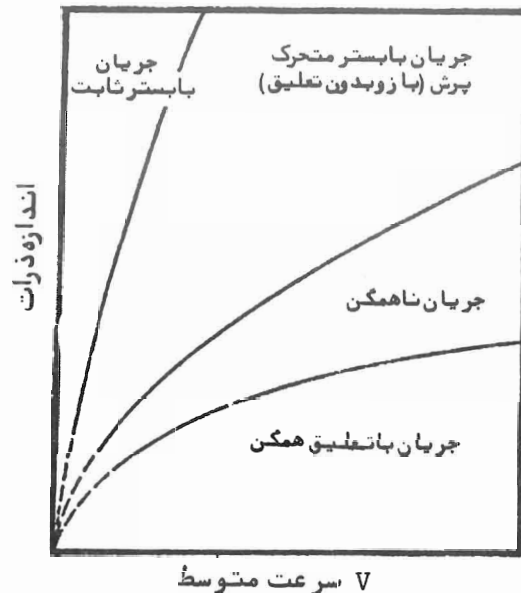
– با بستر متحرک و پرش Moving bed and saltation

– با بستر ثابت یا غیر متحرک Stationary bed

بعضی از مولفین نوع جریان با بستر متحرک و پرش را در ردیف ناهمگن بشمار می‌آورند و در حالی که عده‌ای و از جمله ایرج‌زندی بستر متحرک و پرش را مجزا از جریان ناهمگن می‌دانند. هریک از رژیم‌های جریان دارای تقسیمات فرعی دیگری نیز می‌باشند. هر چند مرز کاملاً مشخص و متمایزی بین اقسام فوق وجود ندارد ولی خواص هیدرولیکی جریان در هر مورد بسیار متفاوت از نوع دیگری می‌باشد. هرگاه در

جریان ابعاد ذرات جسم جامد متفاوت موجود باشد ممکن است انتقال بعضی از ذرات کوچکتر با جریان همگن و ذرات دیگر با جریان ناهمگن باشد.

ایرج زندی این نوع رژیم جریان را رژیم واسطه intermediate flow می نامند.



شکل ۱- نمایش کیفی رژیمهای مختلف جریان دوفاز زمايع- جامد

رژیم جریان همگن:

این رژیم نمایشگر جریانی است که در آن ذرات انتقال یافته بقدری کوچک باشند که سرعت سقوط ذرات در مقایسه با حرکت قائم سیال کوچک و نا قابل معنی باشد در این صورت توزیع قائم ذرات ته نشین تقریباً یکنواخت می باشد.

رژیم جریان ناهمگن:

رژیمی است که تمام ذرات جامد در حال تعلیق اندولی پروفیل تراکم ته نشین قائم یکنواخت نیست در این رژیم که معمولاً "ابعاد ذرات درشت ترند سیستمی تشکیل می شود که مایع حاصل، ویسکوزیته و سایر خواص فیزیکی خود را حفظ می کند، به عبارت دیگر هر یک بطور مستقل عمل می کنند. این رژیم جریان از نظر کاربرد مهم ترین نوع خود برای انتقال مواد جامد می باشد. زیرا از نظر اقتصادی، کل مواد جامد حمل شده نسبت به توان مصرف شده حداکثر است.

جریان با بستر متحرک (با در نظر گرفتن پرش):

عبارتست از تغییر شکل بستر در حین جریان در اثر ته نشین شدن مواد حمل شده در طول مجرا. حرکت با پرش عبارت از حرکت ذرات بصورت یک سلسله جهش های کوتاه و منقطع در طول مجرا و این حالتی است که ذرات نسبتاً بزرگ بوده و سرعت جریان کم باشد، اگر سرعت متوسط از حدی که برای وقوع رژیم ناهمگن

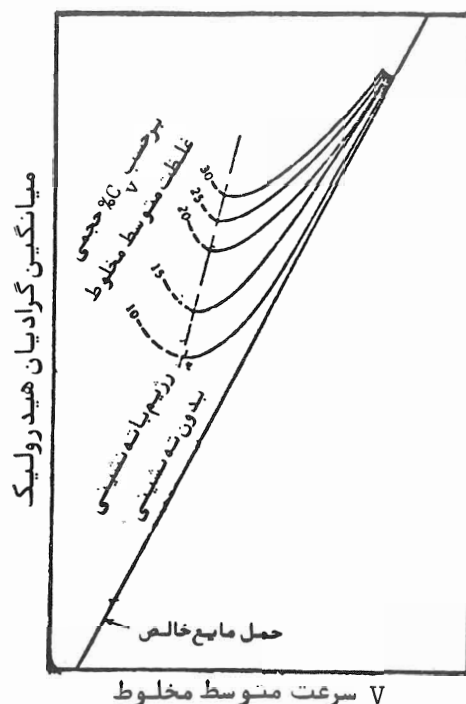
لازم است کمتر باشد، بعضی از ذرات معلق شروع به ته نشین شدن کرده ولی در کف لوله حرکت می‌کنند.

جریان با بستر غیر متحرک: Stationary bed

در سرعتی کمتر از آنچه که برای وقوع جریان با بستر متحرک لازم است بستری از مواده ته نشین شده در کف لوله تشکیل خواهد شد که دیگر دارای حرکت نمی‌باشد. حد دقیق این سرعت به روشنی معلوم نیست بسته به اینکه کدام یک از شرایط جریان غالب باشد قسمت بالای بستر که از مواده ته نشین شده تشکیل می‌گردد ممکن است مسطح و یا نا هموار باشد، اگر سطح بستر صاف باشد جدا ر لوله را می‌توان تقریباً مثل لوله مسطح و زبرد نظر گرفت و در این صورت افت با نسبتاً کم خواهد بود.

در مطالعه جریان دوفاز از نظر طراحی، موضوعاتی از قبیل محاسبه افت بار، تراکم مواده ته نشینی در رابطه با انسداد دویا کاهش ظرفیت لوله‌ها، فرسایش و اصطکاک ذرات قابل توجه است. از آنجا ئیکه مشخصات هیدرولیکی جریان برای هر رژیم متفاوت است پیش بینی و یا تشخیص رژیم جریان بمنظور محاسبه افت بار و قابلیت انتقال مواده مدبرای مجموعه معینی از شرایط موجود بسیار پراهمیت می‌باشد.

بطور کلی افت بار با افزایش C_p یعنی تراکم حجمی مواده ته نشینی افزایش می‌یابد. در این مورد رژیم همگن استثناء می‌باشد که در آن افت بار برای مواده ته نشینی با غلظت‌های متفاوت در سرعت‌های زیاد به افت بار نظیر آب خالص نزدیک می‌شود. منطقه‌ای که جریان نا همگن را از جهش جدا می‌سازد در واقع منطقه‌ای است که برای غلظت معین افت بار مینیمم است.



شکل ۲- افت بار و منحنی‌های نظری غلظت‌های مختلف

افت بار در رژیم همگن :

آزمایشات انجام گرفته توسط O. Brien و Folsom در لوله های بقطر ۲ و ۳ اینچ با ۹ اندازه دانه ماسه به قطر 0,17mm تا 1.7 mm نشان داده اند که تا غلظت حداکثر ۲۶% حجمی بالاتر از یک سرعت بحرانی از آن ΔH افت بار بر حسب ارتفاع مخلوط آب - جامد در هر لوله برابر مقداری است که با سرعت برابر در آب خالص مشاهده می شود. واضح است که افت فشار $\Delta P = \rho_m g \Delta H$ به تناسب وزن مخصوص افزایش می یابد (ρ_m جرم مخصوص مخلوط است). مؤلفین سرعتی را که در آن مخلوط شروع می کند تا افت بارش به مقدار قابل ملاحظه ای متفاوت از آب خالص گردد در سرعت بحرانی می نامند. جریان همگن موقعی بوقوع می پیوندد که سرعت ها بیشتر از سرعت بحرانی باشند.

Durand نیز بهمان نتایج قبلی رسیده است یعنی اینکه افت بار نظیر جریان همگن برابر است با افت بار جریان آب خالص که بصورت ارتفاع مخلوط بیان شود. [6]
Newitt و سایرین نیز بهمان نتایج Durand دست می یابند و با فرض اینکه ضریب مقاومت داری - وایسباخ برای مخلوط λ_m برابر است با λ آب خالص. نتیجه می گیرند که

$$\frac{i_m - i}{C_v \cdot i} = S - 1 \quad (1)$$

که در آن:

i_m = شیب خط پیرومتریک برای مخلوط.

i = شیب خط پیرومتریک برای آب خالص

$$C_v = \frac{Q_s}{Q + Q_s} = \text{غلظت حجمی دبی جامد}$$

$$Q_s = \text{دبی حجمی جسم جامد}$$

$$Q = \text{دبی حجمی مایع}$$

$$S = \frac{\rho_s}{\rho} = \text{چگالی جسم جامد نسبت به مایع}$$

$$\rho_s = \text{جرم مخصوص جامد}$$

$$\rho = \text{جرم مخصوص مایع}$$

با وجود این بررسی نتایج بدست آمده توسط ایشان نشان می دهد که با زاء سرعت های بیش از ۱/۶۸ m/s در مورد ماسه نوع A (با بعد متوسط ۰/۰۲ mm) $\frac{i_m - i}{C_v i} \approx 3$ که بزرگتر از $S - 1$ می باشد و برای ماسه از نوع B (با بعد متوسط ۰/۰۹۶ mm) در حدود $\frac{i_m - i}{C_v i} < S - 1$ خواهد بود.

Howard نیز نتیجه گرفت که مخلوط آب و ذرات ظریف جسم جامد (با بعد متوسط ۰/۰۱ mm) در غلظت های

کم (تا ۶ درصد حجمی) دارای همان مشخصات گرا دیان هیدرولیک آب خالص می باشد. همچنانچه غلظت ذرات از ۶ درصد متجاوز می شود، تأثیر غلظت مواد جامد در روی افت بار قابل توجه می گردد. Ansly نشان

می‌دهد چنانکه غلظت ذرات از ۶ به ۸ درصد افزایش می‌یابد ویسکوزیته حرکتی مخلوط نیز افزایش حاصل می‌کند. [6]

همایون‌فرد در آزمایشات خود چنین نتیجه گرفته است که افت بار مخلوط آب زغال سنگ (با ذرات کوچکتر از قطر 0.254 mm و غلظت وزنی کمتر از ۵% کمتر از آب خالص است. [9]

ایرج‌زندی با آزمایشات متعددی که در مورد مخلوط زغال سنگ، خاکستر، رس، کربن فعال در ۵ نوع لوله با بعد $\frac{1}{4}$ ، $\frac{3}{4}$ ، $1\frac{1}{4}$ ، 2 اینچ انجام داده به نتیجه مشابهی رسیده است. یعنی اینکه در غلظت‌های کم افت بار کوچکتر از افت بار آب خالص می‌باشد. در توجیه مطلب نیز چندین مکانیسم ممکن ارائه می‌دهد ولی ضابطه‌ای که بتوان بر اساس آن کاهش افت بار را تحت شرایط مختلف پیش‌بینی نمود بدست نمی‌دهد.

بطور کلی از جمع‌بندی نتیجه آزمایشاتی که تاکنون در این باره انجام گرفته می‌توان چنین نتیجه گرفت که جریان همگن توأم با ذرات بسیار ظریف جسم جامد اثر تخفیف دهنده افت بار داشته و گرا دیان هیدرولیک را کاهش می‌دهد ولی جریان همگن با ذرات کمی درشت‌تر را می‌توان همانند یک سیاله همگن در نظر گرفت و برای محاسبه افت بار در خط لوله از فرمول داریسی و ایسباخ استفاده نمود. در این صورت ضریب اصطکاک همان است که از دیاگرام مودی Moody بر اساس عدد رینولدز $Re = \frac{VD}{\gamma}$ به دست می‌آید.

v = میانگین سرعت D = قطر لوله γ = ضریب ویسکوزیته حرکتی مایع خالص
افت بار بصورت وزن مخصوص مخلوط مایع - جامد بیان می‌شود.

متأسفانه تا امروز روشی وجود ندارد که بکمک آن بتوان از قبل منطقه‌ای از حرکت دوفاز - مایع جامد همگن را که در آن گرا دیان انرژی کاهش می‌یابد با بدبا منطقه دیگر که گرا دیان انرژی تغییر نمی‌کند متمایز نمود. بطور خلاصه مراحل محاسبه افت و تعیین توان مورد نیاز پمپ بقرا زیر است:

۱- اندازه‌گیری ضریب لزجت حرکتی مخلوط مایع - جامد

۲- تعیین λ_m ضریب اصطکاک لوله از دیاگرام مودی بر اساس $Re = \frac{VD}{\gamma}$ ϵ/D زبری نسبی

۳- محاسبه افت بار از فرمول داریسی و ایسباخ $H = \lambda_m \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$ که در آن L طول لوله با منظر نمودن طولهای معادل نظیر افت‌های موضعی است.

۴- توان مورد نیاز انتقال مواد جامد از رابط زیر بدست می‌آید:

$$N = \frac{\rho_m g Q \Delta H}{1000 \eta} \quad (2)$$

که در آن:

N = توان مورد نیاز پمپ KW

$$m = \text{جرم مخصوص مخلوط مایع - جامد} \quad \text{Kg/m}^3$$

$$Q = \text{دبی حجمی مخلوط} \quad \text{m}^3/\text{sec}$$

$$\eta = \text{بازده پمپ}$$

$$g = \text{شتاب ثقل} \quad \text{m/s}^2$$

چون ممکن است افت بار با حضور ذرات بسیار ظریف در مخلوط مایع - جامد کاهش یابد، روش گفته شده در بالا ممکن است توان مورد نیاز را بیش از آنچه که واقعاً مورد نیاز است بدست دهد. معذالک همان طوری که در بالا نیز اشاره شد با اطلاعاتی که امروز در دست داریم نمی توان میزان کاهش افت ناشی از حضور مواد ظریف جامد را در مخلوط بدقت تعیین نمود.

افت بار در رژیم نا همگن :

بخاطر اهمیتی که این نوع حرکت از نظر اقتصادی دارا است مطالعات انجام یافته در این مورد بسیار گسترده تر از حالت قبل است. با این وجود تا کنون یک روش کلی و فرمول قطعی، که بتوان بکمک آنها افت بار را تحت شرایط مختلف جریان محاسبه نمود بدست نیا مده است. با این همه روش ارائه شده زیر که مبتنی بر قانون استوکس Stokes می باشد در این رابطه حا از اهمیت است.

هرگاه ذره ای جامد در داخل یک مایع در حال سکون سقوط کند موقعی به حداکثر سرعت خود W می رسد که وزن ظاهری آن برابر با مقاومت کششی باشد. در این صورت معادله نیروها که به قانون استوکس معروف است به رابطه زیر منجر می شود:

$$V(S-1) = C_D A \frac{W^2}{2g} \quad (3)$$

که در آن:

$$V = \text{حجم ذره جسم جامد}$$

$$S = \frac{\rho_s}{\rho} = \text{چگالی جسم جامد نسبت به مایع} \quad (\rho_s \text{ جرم مخصوص جامد، } \rho \text{ جرم مخصوص مایع})$$

$$g = \text{شتاب ثقل}$$

$$A = \text{مساحت تصویر جسم در صفحه عمود بر امتداد حرکت}$$

$$C_D = \text{ضریب مقاومت این ضریب برای اعداد رینولدز Reynolds کوچکتر از ۱ برابر است با}$$

$$C_D = \frac{Re}{24} \quad (4)$$

$$\text{که در آن } Re = Wd/\gamma \quad (\gamma \text{ ضریب لزجت حرکتی مایع و } d \text{ قطر لوله})$$

در حالت جریان ورقه ای یعنی موقعی که ویسکوزیته قابل توجه نباشد سرعت سقوط W برابر است با:

$$W = Kd^2(S-1) \quad (5)$$

در حالیکه اگر عدد رینولدز بیش از ۱۰۰۰ باشد منطقه متلاطم مقاومت کششی آغاز شده و بنا بر این ضریب C_D ثابت مانده و مستقل از عدد رینولدز می‌گردد. تحت این شرایط Condolios, Durand رابطه زیر را حالت کلی ارائه داده‌اند:

$$\frac{W}{\sqrt{gd_n}} = \sqrt{\frac{4}{3} (S-1) \frac{\Psi}{C_D}} \quad (6)$$

که در آن:

d_n = قطر اسمی ذره و یا قطر کره فرضی است که حجم آن برابر حجم ذره مورد نظر باشد.
 Ψ = ضریب شکل که نشان‌دهنده مقطع کره است به قطر d_n به بزرگترین مقطع ذره.
 بذیهی است در مورد ذره کروی شکل $\Psi=1$ و $dn=d$ بوده و در این صورت:

$$\frac{W}{\sqrt{gd}} = \sqrt{\frac{4}{3} (S-1) \frac{1}{C_D}} \quad (7)$$

هر دو رابطه (۶) و (۷) را می‌توان بصورت کلی زیر بیان نمود:

$$W = K\sqrt{d} \quad (8)$$

رابطه (۷) برای ذرات ماسه به چگالی $S=2/65$ بشکل زیر خواهد بود:

$$\frac{W}{\sqrt{gd}} = \frac{1.48}{\sqrt{C_D}} \quad (9)$$

طرف چپ روابط بالا به نحوی نشانگر عدد بدون بعد فرود Froude برای ته نشین می‌باشد. بر اساس تست‌های آزمایشگاهی معلوم شده است که از نظر هیدرولیکی رابطه واقعی مشخص‌کننده انتقال مواد جامد C_D/Ψ می‌باشد و این پارامتر متجربه تعریف پارامتر دیگری بنام C_D می‌شود که ضریب مقاومت ظاهری نام دارد و به شکل زیر بیان می‌شود:

$$\sqrt{C'_D} = \sqrt{\frac{gd}{W}} \sqrt{\frac{3}{4} \left(\frac{1}{S-1} \cdot \frac{C_D}{4} \right)} \quad (10)$$

از آنجائیکه C'_D تابعی از پارامترهای قابل اندازه‌گیری W و d می‌باشد بنا بر این به آسانی می‌توان آن را محاسبه نمود.

افت بار در رژیم‌ها همگن:

بررسی‌ها توسط Durand و همکارانش در آزمایشگاه هیدرولیک SOGREAH در گرونوبل Grenoble فرانسه روی ذرات ماسه به قطرهای ۰/۲ mm و ۲۵ mm در غلظت‌های ۲ تا ۲۳ درصد حجمی در لوله‌های در ۱/۵ اینچ تا ۲۸ اینچ انجام دادند. معادله زیر را برای محاسبه افت و تعیین ϕ_D ضریب افزایش افت بار بدست داده‌اند:

$$\phi_D = \frac{i_m - i}{i c_v} = k' \left(\frac{\sqrt{gD}}{V} \right)^3 \left(\frac{1}{\sqrt{C_D}} \right)^{1.5} \quad (11)$$

که در آن:

ϕ_D = ضریب افزایش افت با نسبت به ما یع خالص بعلت حضور مواد دجا دمعلق در آن.

i, i_m = به ترتیب شیب خط انرژی نظیر مخلوط و ما یع خالص

K' = ضریب تناسب در حدوده ۱۸

V = سرعت متوسط جریان در لوله

D = قطر لوله

C_v = غلظت حجمی جا مد در ما یع

با ملاحظه رابطه (۱۱) و قرار دادن $i_m = \frac{\Delta H}{L}$ و $i = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$ در آن رابطه زیر بدست می آید:

$$\frac{\Delta H}{L} = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} (1 + \phi_D C_v) \quad (12)$$

[10]

ایرج زندگی و Govatos با جمع آوری ارقام متعدد آزمایشگاهی مربوط به ذرات با چگالی $S = 2/65$

برای ضریب تناسب K ، رقم ۱۷۶ را بدست آورده اند.

معادله (۱۱) نشان می دهد که قانون تشابهی بصورت عدد فرود ظاهر می شود در حالی که مطالعات اخیر

در مورد ذرات بین ۱۲ و ۵۰ میکرون تشابه پیچیده تری را که در آن علاوه بر عدد فرود و عدد رینولدز نیز

دخالت دارد بدست داده است. در شکل ۳ مجموعه ای از منحنی های افت فشار برای ذرات جا مد به قطر

میکرون داده شده است این منحنی ها که برای رژیم جریان با ته نشین و بدون ته نشین با زاویه یک سری

غلظت های ثابت ترسیم شده اند. اثر غلظت بر روی مقدار افت فشار نشان می دهند.

ضابطه تعیین مواد جریان نا همگن و همگن:

بطور کلی تعیین ضابطه ای دقیق برای تشخیص دور رژیم جریان همگن و نا همگن بسیار دشوار است

زیرا همچنانچه سرعت متوسط افزایش می یابد توزیع تراکمی قائم موادته نشین به سمت یکنواخت میل

می کند. به عقیده Durand آب با جریان متلاطم محتوی ذرات رس، خاکسترو ذرات بسیار ریز زغال سنگ

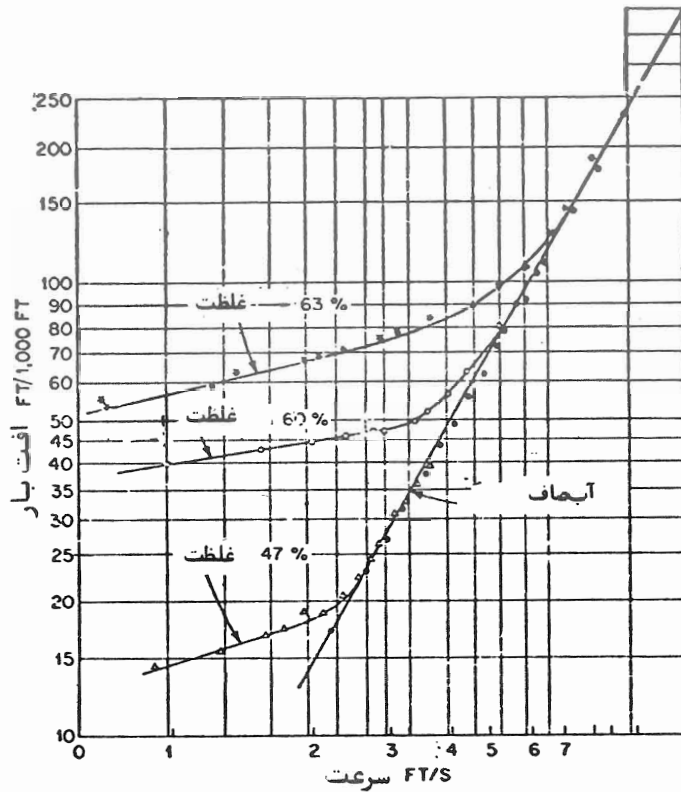
به ایجا دکوچکتر از ۳-۲ میکرون را می توان بعنوان جریان همگن و ذرات سیلت به ایجا ده ۵-۲۵

میکرون در آب بصورت مخلوط حد واسط بین همگن و نا همگن بررسی نمود.

Newitt و سایرین سرعت بحرانی V_H را بصورت زیر برای تقسیم جریان همگن از نا همگن بدست

داده اند.

$$V_H^3 = 1800 DW \quad (13)$$



شکل ۳- افت بار در جریان با رژیم نا همگن برای سرعت های مختلف بر حسب ارتفاع نظیر مخلوط مایع + جامد

که در آن

D قطر لوله، W سرعت ته نشینی است، این رابطه برپا به تست های آزمایشگاهی بدست آمده و نشان می دهد که برای دو نوع ذرات مورد آزمایش قرار گرفته مقدار $(i_m - i) / C_{vi}$ در رژیم جریان همگن به (S-1) نزدیک می شود.

Graf و Acaroglu برای این عقیده اند که هرگاه سرعت انتقال بطور قابل ملاحظه ای بیش از سرعت ته نشین باشد، تعلیق مواد را می توان همگن یا شبه همگن فرض نمود.

افت بار در جریان نهایی با بستر متحرک و پرش:

بطور کلی افت بار در لوله های با حامل مواد در بستر بیش از افت بار نظیر حد سرعت ته نشین است. Newitt و دیگران برپا به نتایج تست های آزمایشگاهی انجام گرفته بر روی زغال سنگ، MnO_2 و شن دارد رابطه زیر را با جریان با یک بستر لغزنده و یا جریان با پرش بدست داده اند:

$$\frac{i_m - i}{C_{vi}} = 66 (S-1) \frac{D}{V^2} \quad (14)$$

۵- پمپ‌های مورد استفاده :

در تعداد زیادی از تاسیسات صنعتی انتقال مایعات محتوی مواد جامد معلق از طریق شبکه لوله ضرورت پیدا می‌کند. پمپ‌های مورد استفاده برای این منظور بسیار متنوعند و کاربرد پمپ‌های سانتریفوژ همچنان در رأس همه انواع دیگر جای دارد. هرچند که معمولاً "کارخانجات سازنده این نوع پمپ‌ها نمی‌توانند دقیقاً منحنی عملکرد پمپ را برای انتقال مواد تعیین نمایند ولی ملاحظات اقتصادی و جنبه‌های تکنیکی دیگر استفاده از این نوع پمپ‌ها را متداول تر کرده است. معمولاً "پمپ‌های سانتریفوژ قادرند ذرات ریزدانه با تراکم تا ۴۰٪ را انتقال دهند. البته با زده مطلوب پمپ را نمی‌توان بخوبی تضمین نمود و تصور می‌رود که با زده بپمپ برای انتقال مواد جامد با غلظت ۴۰٪ حجمی در حدود ۶-۵ درصد باشد. از پمپ پیستونی و پمپ دیافراگمی نیز بطور گسترده‌ای در این مورد استفاده می‌شود.

پمپ فورانی Jet pump را نیز می‌توان برای همین منظور ولی تا حداکثر غلظت ۱۲٪ بکاربرد. در جدول ۱ که توسط Gandhi, Wasp و Kenny تهیه شده حدود کاربرد نوع پمپ داده شده است. [6]

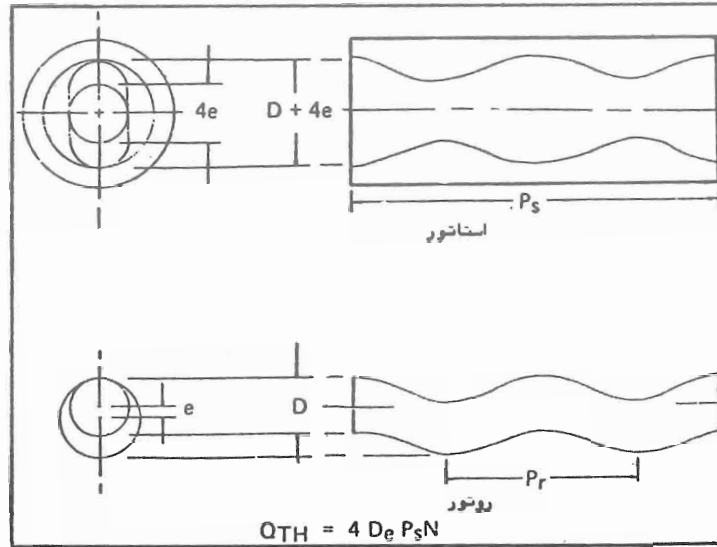
جدول ۱- حدود کاربرد پمپ‌های پلانجر، پیستون و سانتریفوژ برای جریان دوفاز مایع جامد

نوع پمپ	حداکثر فشار به اتمسفر	حداکثر دبی جریان مترمکعب در ساعت	بازده مکانیکی درصد	حداکثر ابعاد ذره mesh*
پلانجر	240-280	200	85-90	8
پیستون	175-210	600	85-90	8
سانتریفوژ	40-50	11000	40-75	8

* mesh عبارتست از تعداد سوراخ‌های موجود در هر اینچ مربع الک

در عین حال پمپ‌های نوع چرخشی هلیس با روتورویا پمپ‌های حفره‌ای فزاینده Progressive - cavity pumps - نیز در این مورد مناسب می‌باشند. این نوع پمپ‌ها مطابق شکل ۱۴ از یک روتور ساخته شده که بطور اکسانتریک در داخل محفظه‌ای حلزونی مضاعف حرکت می‌کند. طول استاتور دو برابر طول روتور است. این طرز قرار گرفتن باعث بوجود آمدن یک سری حفره‌های پی‌پی می‌گردد که همچنانکه روتور می‌چرخد در طول استاتور پیش روی می‌کند و چون سطح مقطع حفره استاتور صرف نظر از وضعیت قرار گرفتن آن ثابت است جا بجای روتور یک نواخت بوده و بنا بر این عاری از ارتعاش می‌باشد.

[4]



شکل ۴- پمپ چرخشی هلیس با روتور

ادامه مقاله که شامل حرکت دوفاز مایع - گاز می‌باشد در شماره آینده خواهد آمد.

منابع:

- [۱]- تدین حبیب الهه: سیستم‌های ضلاب با طرز کار مکش (پژوهش آزمایشگاهی) انتشارات دانشگاه تبریز تبریز ۲۱۴ سال ۱۳۵۵
- [۲]- تدین حبیب الهه: حرکت دوفاز سیال‌ها (مخلوط آب و هوا) مجله علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز شماره ۱ سال ۱۳۵۴
- [۳]- تدین حبیب الهه: ماشینهای آبی نشریه درسی دانشکده کشاورزی تبریز ۱۳۵۵ با تجدیدنظرهای بعدی
- [4]- CARTER G, AND DOLBY S, E: SOLUTIONS TO SLURRY HANDLING PROBLEMS WORLD PUMPS-DECEMBER 1985
- [5]- CONDOLIOS ELIE AND CHAPUS EDMOND: HYDRAULIC TRANSPORT OF SOLIDS SECTION 10-21-1 PUMP HANDBOOK EDITED BY I J, KARASSIK W, C, KRUTZSCH W, H, FRAZER AND J, P, MESSINA, MC, GRAW HILL BOOK CO, 1976
- [6]- HOMAYOUNFAR, F., FLOW OF MULTICOMPONENT SLURRIES, M.S. THESIS, UNIVERSITY OF DELAWARE, NEWARK, DELAWARE, 1965
- [7]- HSIEN W, SHEN: TRANSPORT OF SOLID LIQUID MIXTURES CHAP. 5, OF - CLOSED CONDUIT FLOW: EDITED BY M, HANIF CHANDHRY AND VUJICAYEV-YEVICH COPYRIGHT 1981 BOCKCRAFTERS TNC, CHELSEA, MICHIGAN, U, S, A
- [8]- MARTINELLI R, C, BOELTER L, M, K, TAYLOR T, H, M, THOMSEN E, G, AND MORRIN E, N: ISOTHERMAL PRESSURE DROP FOR TWO-PHASE TWO-COMPONENT FLOW IN A HORIZONTAL PIPE, TRANSACTIONS OF THE A.S.M.E FEB. 1944
- [9]- ZANDI IRAJ: ADVANCES IN SOLID-LIQUID FLOW IN PIPES AND ITS APPLICATIONS, PERGAMON PRESS, 1971
- [10]- ZANDI, I., AND GOVATOS, G, HETEROGENOUS FLOW OF SOLIDS IN PIPELINES, JOUR. HRD. DIV., AMER. SOC. CIV. ENGRS, VOL. 93-1867

انتخاب جنس قطعات پمپ برای

پمپاژ سیالات مختلف

غلامرضا دادش زاده افخم

شرکت صنایع پمپ سازی ایران

یکی از مسائل مهم در پمپاژ مایعات، انتخاب جنس مناسب برای قطعات بکار رفته در پمپ است. در این مورد هر چه دقت و بررسی بیشتری بعمل آید می‌تواند بسیاری از مسائل آینده را که شامل سرویس و تعمیر و نگهداری است، حل نماید و عمر پمپ بطور قابل ملاحظه افزایش یافته و کارکرد منظم و مرتب سیستم را تأمین نماید.

معمولاً جنس بکار رفته در اکثر پمپها چدن، برنز، آهن، فولادهای ضد زنگ، پلاستیک و سرامیک می‌باشد. این مواد نسبت به شرایط و خصوصیات سیال پمپ شونده انتخاب می‌گردد. برای تعیین پمپ مناسب یک سری اطلاعات مورد نیاز است که سفارش دهنده با ایستی در اختیار تولیدکننده پمپ قرار دهد تا سازنده بکمک اطلاعات داده شده بتواند پمپ مناسبی در اختیار مشتری قرار دهد.

نمونه اطلاعات مورد نیاز:

۱- نام سیال مانند آب دریا، آبهای آلوده، اسید یا بازها

۲- ماده خوردنده سیال مانند $CLH-SO_4H_2$

۳- PH سیال

۴- آلودگی‌های سیال که موجب خوردگی قطعات پمپ می‌شود مانند درصد خیلی کمی از مواد موجود در سیال که بصورت کاتالیزور عمل کرده و باعث خوردگی می‌گردد مانند سولفاتها، کلرها.

۵- وزن مخصوص سیال

۶- درجه حرارت سیال از ... تا ...

۷- فشار بخار در درجه حرارت بالا ماکزیمم مینیمم

۸- غلظت سیال

۹- مقدار هوای آزاد شده از سیال.

۱۰- گازهای دیگر موجود در سیال

۱۱- مواد جامد معلق در سیال: نوع جامدات، وزن مخصوص جامدات معلق، مقدار، اندازه و شکل هندسی آنها، کیفیت مواد جامد معلق از نرم تا سخت

۱۲- نوع سرویس، پیوسته یا نوبتی، مدار بسته یا باز، نوع استارت پمپ، وضعیت پمپ در حالت خاموشی و جود یا عدم وجودش در پمپ و انجام عمل شستشوی پمپ پس از خامه کار.

۱۳- مشخصات لوله که به پمپ وصل می شود مانند جنس لوله، دارا بودن لوله از عایق کاهش اصطکاک و جلوگیری از خوردگی

۱۴- وجود یا عدم وجود فلزات نامرغوب مانند Fe, Ni, Co در سیال

۱۵- اطلاعات قبلی از سیال مورد پمپاژ

۱۶- بررسی اقتصادی پمپ.

بعد از آگاهی از شرایط و خصوصیات سیال پمپ شونده، جنس قطعات پمپ با مطالعه و بررسی خواص شیمیایی و فیزیکی سیال، مقاومت قطعات در مقابل خوردگی و سایش و زنگ زدگی، تعیین و هزینه ساخت ارزیابی می گردد.

مؤسسات پژوهشی و علمی صنعتی غرب انتخاب جنس مناسب پمپ برای پمپاژ سیالات مختلف با استفاده از حروف اول مواد بکار رفته، طبقه بندی زیر را ارائه داده اند:

برنز استاندارد	SF	Stanelard and Bronze Fitted
تمام آهن	AI	All Iron
تمام برنز	AB	All Bronze
تیپهای ۴، ۵، ۶، ۷	AA	Types 4, 5, 6, and 7

علامت AA برای ساده ثبت کردن جدول استعمال شده است و اعداد ۴، ۵، ۶، ۷ مشخصه آلیاژهائی است که ممکن است بتنهایی یا بصورت گروهی بکار برده شوند. تیپ ۶ آلیاژهای توسعه یافته است و کارخانه های سازنده جهت استاندارد کردن آن تلاش می کنند. تیپهای ۴، ۵ برای تا مین مقاومت در مقابل خوردگی استعمال می شوند. تیپ ۷ شامل آلیاژهای ویژه ایست که رده وسیعی از مواد غیر آهنی را که کمتر از ۲۰٪ آهن دارند تشکیل می دهد شامل نیکل و کرم یا مولیبدن یا ترکیبی با درصد کمی از مس، تنگستن سیلیسیم و منگنز می باشد. این مواد برای سرویسهای مخصوص می باشد، بنا بر این کاربرد آنها مستلزم همکاری نزدیک بین مصرف کننده و تولید کننده پمپ است.

جدول انتخاب جنس قطعات پمپ برای سیالات مختلف

Liquid	Condition	Chemical Symbol	Specific Gravity	Materials Commonly Used
Acetaldehyde		CH ₃ CHO	0.78	AI
Acetate Solvents				AI SF AB AA
Acetone		CH ₃ COCH ₃	0.79	AI SF
Acetic Anhydride		(CH ₃ CO) ₂ O	1.08	AA 8
Acid, Acetic	Conc. Cold	CH ₃ COOH	1.055	AA 8
Acid, Acetic	Dil. Cold			AB AA 8
Acid, Acetic	Conc. Boiling			5 6 7 8
Acid, Acetic	Dil. Boiling			5 6 7 8
Acid, Arsenic		As ₂ O ₅		AA 8
Acid, Benzoic		C ₆ H ₅ COOH		AA
Acid, Boric	Aqueous Sol.	H ₃ BO ₃		AB AA 8
Acid, Butyric	Conc.	CH ₃ (CH ₂) ₃ CO ₂ H	0.96	AA
Acid, Carbolic	Conc. (M.P. 106° F)	C ₆ H ₅ OH	1.071	AI AA
Acid, Carboric	Aqueous Sol.			SF AA
Acid, Carbonic	Aqueous Sol.	CO ₂ + H ₂ O		AB
Acid, Chromic	Aqueous Sol.	CrO ₃ + H ₂ O		AA 8
Acid, Citric	Aqueous Sol.	C ₆ H ₈ O ₇ · H ₂ O		AB AA 8
Acids, Fatty (Oleic, Palmitic, Stearic, etc)				AB AA
Acid, Formic		HCOOH	1.2	5 6 7
Acid, Fruit				AB AA 10
Acid, Hydrochloric	Conc.	HCl	1.16 (20° Be)	7 8 12
Acid, Hydrochloric	Dil. Cold			6 7 8 10 12 13
Acid, Hydrochloric	Dil. Hot			7 8 12
Acid, Hydrocyanic		HCN	0.70	AI AA
Acid, Hydrofluoric	Anhydrous, with Hydro Carbon	HF + HC		10 14
Acid, Hydrofluoric	Aqueous Sol.	HF + H ₂ O		AB 10
Acid, Hydrofluosilicic		H ₂ SiF ₆		AB AA 8
Acid, Lactic		CH ₃ CHOHCOOH	1.249	AB AA
Acid, Mine Water				AI AA 8 14
Acid, Mixed				
Acid, Muratic	(See Acid, Hydrochloric)			
Acid, Naphthenic				AI AA 1
Acid, Nitric	Conc. Boiling	HNO ₃	1.41	2 3 6 8
Acid, Nitric	Dilute			1 2 3 4 5 6 8
Acid, Oxalic	Cold	C ₂ H ₂ O ₄ · 2H ₂ O		AA 8
Acid, Oxalic	Hot	C ₂ H ₂ O ₄ · 2H ₂ O		6 7 8
Acid, Ortho-Phosphoric		H ₃ PO ₄	1.36 - 1.4	5 6 7
Acid, Picric		(NO ₂) ₃ C ₆ H ₂ OH		AA 8
Acid, Pyrogallic		C ₆ H ₃ (OH) ₃		AA
Acid, Pyroligneous		H ₂ C ₄ O ₆	1.018/1.03	AB AA
Acid, Sulphuric	-77% Cold	H ₂ SO ₄	1.69/1.835	AI 6 7 8
Acid, Sulphuric	65/93% - 175 F			7 8
Acid, Sulphuric	65/93% - 175 F			6 7 8
Acid, Sulphuric	10/85%			6 7 8 11
Acid, Sulphuric	10%			AB 6 7 8 10
Acid, Sulphuric (Oleum)	Fuming	H ₂ SO ₄ + SO ₃		6 7 14
Acid, Sulphurous		H ₂ SO ₃		AB AA 11
Acid, Tannic		C ₁₂ H ₆ O ₆		AB AA 10
Acid, Tartaric		C ₄ H ₄ O ₆		AB AA 10
Alcohols				AB SF
Alum	(See Aluminium Sulphate and Potash Alum)			
Aluminium Sulphate	Aqueous Sol.	Al ₂ (SO ₄) ₃		6 7 8 10 11
Ammonia, Aqua		NH ₃ OH		AI
Ammonium Bicarbonate	Aqueous Sol.	NH ₄ HCO ₃		AI
Ammonium Chloride	Aqueous Sol.	NH ₄ Cl		5 6 7 8 10
Ammonium Nitrate	Aqueous Sol.	NH ₄ NO ₃		AI AA 10
Ammonium Phosphate	Aqueous Sol.	(NH ₄) ₂ HPO ₄		AI AA 10
Ammonium Sulphate	Aqueous Sol.	(NH ₄) ₂ SO ₄		AIAA
Ammonium Sulphate	With H ₂ SO ₄			AB 5 6 7 8 11
Aniline		C ₆ H ₅ NH ₂	1.022	AI SF
Aniline Hydrochloride	Aqueous Sol.	C ₆ H ₅ NH ₂ · HCl		7 8 12
Asphalt	Hot		0.98/1.4	AI 1
Barium Chloride	Aqueous Sol.	BaCl ₂		AI AA
Barium Nitrate	Aqueous Sol.	Ba(NO ₃) ₂		AI AA
Beer				AB 4
Beer Wort				AB 4
Beet Juice				AB 4
Beet Pulp				AB SF AA
Benzene	(See Benzol)			
Benzine	(See Petroleum ether)			
Benzol		C ₆ H ₆	0.88	AI SF
Bichloride of Mercury	(See Mercuric Chloride)			
Black Liquor	(See Liquors pulp mill)			
Bleach Solutions	(See type)			SF AB
Blood				
Boiler Feedwater	(See Water boiler feed)			
Brine Calcium Chloride	pH 8	CaCl ₂		AI
Brine Calcium Chloride	pH 8			AB 6 7 9 10
Brine Calcium & Magnesium Chlorides	Aqueous Sol.			AB 6 7 9 10
Brine Calcium & Sodium Chlorides	Aqueous Sol.			AB 6 7 9 10
Brine Sodium Chloride	Under 3° Salt Cold	NaCl	1.02	AI AB 9
Brine Sodium Chloride	Over 3° Salt Cold		0.2 1.20	AB AA 9 10
Brine Sodium Chloride	Over 3° Salt Hot			5 6 7 8 10
Brine Sea Water			1.03	AI SF AB
Butane		CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃	0.60 - 32 F	AI SF 14
Calcium bisulphite	Paper Mill	Ca(HSO ₃) ₂	1.06	5 6 7 11
Calcium Chlorate	Aqueous Sol.	Ca(ClO ₃) ₂ · 2H ₂ O		6 7 8 12
Calcium Hypochlorite		Ca(OCl) ₂		AI 6 7 8
Calcium Magnesium Chloride	(See Brines)			SF AB 9
Cane Juice				AI
Carbon Bisulphide		CS ₂		AI
Carbonate of Soda	(See Soda Ash)			
Carbon Tetrachloride	Anhydrous	CCl ₄	1.58	AI SF
Carbon Tetrachloride	Plus Water			
Caustic Potash	(See Potassium Hydroxide)			AB 4
Caustic Soda	(See Sodium Hydroxide)			5 6 7
Cellulose Acetate				
Chlorate of Lime	See Calcium Chlorate			5 6 7 8 11 12
Chloride of Lime	(See Calcium Hypochlorite)			SF AB 4
Chloride Water	(Depending on conc.)			AB AA 10
Chlorobenzene		C ₆ H ₅ Cl	1.1	6 7 8
Chloroform		CHCl ₃	1.5	
Chrome Alum	Aqueous Sol.	CrK(SO ₄) ₂ · 12H ₂ O		

Liquid	Condition	Chemical Symbol	Specific Gravity	Materials Commonly Used
Condensate	(See Water, Distilled)			
Copperas, Green	(See Ferrous Sulphate)			
Copper Ammonium Acetate	Aqueous Sol.			AI AA
Copper Chloride (Cupric)	Aqueous Sol.	CuCl		7 8 12
Copper Nitrate	Aqueous Sol.	Cu(NO ₃) ₂		AA
Copper Sulphate Blue Vitriol	Aqueous Sol.	CuSO ₄		AA 8 11
Creosote	(See Oil, Creosote)			
Cresol, Meta		CH ₃ .C ₆ H ₄ .OH	1.04	AI 6 7
Cyanide	(See Sodium Cyanide and Potassium Cyanide)			
Cyanogen	In Water	C ₂ N ₂ (gas)		AI
Diphenyl		C ₆ H ₅ .C ₆ H ₅		AI 14
Enamel				AI
Ethanol	(See Alcohols)			
Ethylene Chloride (Dichloride)	Cold	CH ₂ .ClCH ₂ .Cl	1.28	AB AA 10
Ferric Chloride	Aqueous Sol.	FeCl ₃		7 8 12
Ferric Sulphate	Aqueous Sol.	Fe ₂ (SO ₄) ₃		AA 8
Ferrous Chloride	Cold, Aqueous	FeCl ₂		7 8 12
Ferrous Sulphate (Green Copperas)	Aqueous Sol.	FeSO ₄		5 6 7 8 10 11
Formaldehyde		HCHO	1.075/1.081	AB AA
Fruit Juices				AB AA 10
Furfural		C ₅ H ₄ OCHO	1.16	AI AB AA
Gasoline			0.68/0.75	AI SF
Glaubers Salt	(See Sodium Sulphate)			
Glucose				SF AB
Glue	Hot			AI SF
Glue Sizing				AB
Glycerol (Glycerin)		C ₃ H ₅ (OH) ₃	1.262	AI SF AB
Green Liquor	(See Liquors, Pulp Mill)			
Heptane		C ₇ H ₁₆	0.69	AI SF
Hydrogen Peroxide	Aqueous Sol.	H ₂ O ₂		AA
Hydrogen Sulphide	Aqueous Sol.	H ₂ S		AA
Hydrosulphite of Soda	(See Sodium Hydrosulphite)			
Hyposulphite of Soda	(See Sodium Thiosulphate)			
Kaolin Slip	Suspension in Water			AI 14
Kaolin Slip	Suspension in Acid			6 7 8
Kerosene	(See Oil, Kerosene)			
Ketchup				AB AA
Lard	Hot			AI SF
Lead Acetate (Sugar of Lead)	Aqueous Sol.	Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ .3H ₂ O		5 6 7 10
Lead	Molten			AI 14
Lime Water (Milk of Lime)		Ca(OH) ₂		AI
Liquors - Pulp Mill				
Black				AI 5 6 7 9 10 14
Green				AI 5 6 7 9 10 14
White				AI 5 6 7 9 10 14
Pink				AI 5 6 7 9 10 14
Sulphite				5 6 7 11
Lithium Chloride	Aqueous Sol.	LiCl		AI
Lye, Caustic	(See Potassium and Sodium Hydroxide)			
Magnesium Chloride	Aqueous Sol.	MgCl ₂		6 7 8 12
Magnesium Sulphate (Epsom Salts)	Aqueous Sol.	MgSO ₄		AI AA
Manganese Chloride	Aqueous Sol.	MnCl ₂		AB AA 8
Manganous Sulphate	Aqueous Sol.	MnSO ₄ .4H ₂ O		AI AB AA
Mash				SF AB 4
Mercuric Chloride	Very Dilute Aqueous Sol.	HgCl ₂		5 6 7 8
Mercuric Chloride	Conc. Aqueous Sol.	HgCl ₂		7 8 12
Mercuric Sulphate	In H ₂ SO ₄			6 7 8 12
Mercurous Sulphate	In H ₂ SO ₄	Hg ₂ SO ₄	0.92	6 7 8 12
Methyl Chloride		CH ₃ .Cl	1.26	AI
Methylene Chloride		CH ₂ .Cl	1.028/1.035	AI 4
Milk				4
Milk of Lime	(See Lime Water)			
Mine Water	(See Acid, Mine Water)			
Miscella (20 Soybean Oil and Solvent)			0.75	AI
Molasses				SF AB
Mustard				AB AA 8
Naphtha			0.78-0.88	AI SF
Naphtha, Crude		(C ₁₀ H ₈) ₂ .H ₂ SO ₄	0.92/0.95	AI SF
Nicotine Sulphate				6 7 8 10
Nitre	(See Potassium Nitrate)			
Nitre Cake	(See Sodium Bisulphate)			
Nitro Ethane		CH ₃ .CH ₂ .NO	1.041	AI SF
Nitro Methane		CH ₃ .NO	1.139	AI SF
Oil, Coal Tar			1.04/1.10	AI SF
Oil, Coconut			0.905	AI SF AB AA 10
Oil, Creosote	Cold		1.04/1.10	AI SF
Oil, Crude	Cold			AI SF
Oil, Crude	Hot			14
Oil, Differential				AI SF AB
Oil, Fuel				AI SF
Oil, Kerosene			0.94	AI SF
Oil, Linseed				AI SF AB AA 10
Oil, Lubricating				AI SF
Oil, Mineral			0.90	AI SF
Oil, Olive			0.895	AI SF AB AA 10
Oil, Palm			0.917	AI SF
Oil, Quenching			0.92	AB AA 10
Oil, Rapeseed				AI SF AB AA 10
Oil, Soya Bean				AI SF
Oil, Turpentine			0.87	AI SF
Paraffin	Hot			AI SF
Perhydrol	(See Hydrogen Peroxide)			
Peroxide of Hydrogen	(See Hydrogen Peroxide)			
Petrol			0.68/0.75	AI SF
Petroleum Ether				AI SF
Phenol	(See Acid, Carbolic)			
Pink Liquor	(See Liquor, Pulp Mill)			
Photographic Developers				AA 17
Plating Solutions	(Varied and complicated, consult pump mfrs.)			
Potash	Plant Liquor			AB AA 9 10
Potash Alum	Aqueous Sol.	Al ₂ (SO ₄) ₃ .K ₂ SO ₄ .24H ₂ O		AB 5 6 7 8 9 10
Potassium Bichromate	Aqueous Sol.	K ₂ Cr ₂ O ₇		AI

Liquid	Condition	Chemical Symbol	Specific Gravity	Materials Commonly Used
Potassium Carbonate	Aqueous Sol.	K ₂ CO ₃		AI
Potassium Chlorate	Aqueous Sol.	KClO ₃		AA 3
Potassium Chloride	Aqueous Sol.	KCl		AB AA 10
Potassium Cyanide	Aqueous Sol.	KCN		AI
Potassium Hydroxide	Aqueous Sol.	KOH		AI AA 1 9 10 13
Potassium Nitrate	Aqueous Sol.	KNO ₃		AI AA 1
Potassium Sulphate	Aqueous Sol.	K ₂ SO ₄		AB AA
Propane		CH ₃ CH ₂ CH ₃	0.585 @ 48 F	AI SF 14
Pyridine		C ₅ H ₅ N	0.975	AI
Pyridine Sulphate				6 8 11
Rhodolene				SF
Resin (Colophony)	Paper Mill			AI
Sal Ammoniac	(See Ammonium Chloride)			
Salt Cake	Aqueous Sol.	Na ₂ SO ₄ + impurities		AB AA 8
Salt Water	(See Brines)			
Sea Water	(See Brines)			
Sewage				AI SF AB
Shellac				AB
Silver Nitrate	Aqueous Sol.	AgNO ₃		AA 8
Slop, Brewery			1.05	AI SF AB
Slop, Distillery				AB AA
Soap Liquor				AI
Soda Ash	Cold	Na ₂ CO ₃		AI
Sodium Bicarbonate	Aqueous Sol.	NaHCO ₃		AI AA 9
Sodium Bisulphite	Aqueous Sol.	NaHSO ₃		6 7 8 11
Sodium Carbonate	(See Soda Ash)			
Sodium Chlorate	Aqueous Sol.	NaClO ₃		AA 8
Sodium Chloride	(See Brines)			
Sodium Cyanide	Aqueous Sol.	NaCN		AI
Sodium Hydroxide	Aqueous Sol.	NaOH		AI AA 1 9 10 13
Sodium Hydrosulphite	Aqueous Sol.	Na ₂ S ₂ O ₂ ·2H ₂ O		AA 11
Sodium Hypochlorite		NaOCl		6 7 8 12
Sodium Hyposulphite	(See Sodium Thiosulphate)			
Sodium Meta Silicate				AI
Sodium Nitrate	Aqueous Sol.	NaNO ₃		AI AA 1
Sodium Phosphate:				
Monobasic	Aqueous Sol.	NaH ₂ PO ₄		AB AA
Dibasic	Aqueous Sol.	Na ₂ HPO ₄		AI AB AA
Tribasic	Aqueous Sol.	Na ₃ PO ₄		AI
Meta	Aqueous Sol.	NaPO ₃		AB AA
Hexameta	Aqueous Sol.	(NaPO ₃) ₆		AA
Sodium Plumbite	Aqueous Sol.			AI
Sodium Sulphate	Aqueous Sol.	Na ₂ SO ₄		AB AA
Sodium Sulphide	Aqueous Sol.	Na ₂ S		AI AA 11
Sodium Sulphite	Aqueous Sol.	Na ₂ SO ₃		AB AA 11
Sodium Thiosulphate	Aqueous Sol.	Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O		AA 12
Stannic Chloride	Aqueous Sol.	SnCl ₄		7 8 11 12
Stannous Chloride	Aqueous Sol.	SnCl ₂		7 8 11 12
Starch		(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n		SF AB
Strontium Nitrate	Aqueous Sol.	Sr(NO ₃) ₂		AI 4
Sugar	Aqueous Sol.			AB AA 9
Sulphite Liquors	(See Liquors Pulp Mill)			
Sulphur	In Water	S		AI AB 9
Sulphur	Molten	S		AI
Sulphur Chloride	Cold	S ₂ Cl ₂		AI 11
Syrup	(See Sugar)			
Tallow	Hot		0.895	AI
Tanning Liquors				AB AA 8 10
Tar	Hot			AI 14
Tar and Ammonia	In Water			AI
Tetrachloride of Tin	(See Stannic Chloride)			
Tetraethyl Lead		Pb(C ₂ H ₅) ₄	1.65	AI SF
Toluene (Toluol)		CH ₃ C ₆ H ₅	0.86	AI SF
Trichlorethylene		C ₂ HCl ₃	1.47	AI SF AB 4
Urine				AB AA
Varnish				AI SF AB 4 10
Vegetable Juices				AB AA 10
Vinegar				AB AA 8
Vitriol, Blue	(See Copper Sulphate)			
Vitriol, Green	(See Ferrous Sulphate)			
Vitriol, Oil of	(See Acid Sulphuric)			
Vitriol, White	(See Zinc Sulphate)			
Water, Boiler Feed High Makeup	Not evaporated pH: 8.5 pH: 8.5		1.00	AI See Chapter 26
Water, Boiler Feed Low Makeup	Evaporated, any pH		1.00	SF
Water, Distilled	High Purity		1.00	5% Cr 1 4 10
Water, Fresh				AB 4
Water, Mine	(See Acid Mine Water)			SF AB
Water, Salt and Sea	(See Brines)			SF
Whiskey				AI
White Liquor	(See Liquors Pulp Mill)			
White Water	Paper Mill			AI SF AB
Wine				AB 4
Wood Pulp (Stock)				AI SF AB
Wood Vinegar	(See Acid Pyroligneous)			
Wort	(See Beer Wort)			
Xylol (Xylene)		C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	0.87	AI SF AA
Yeast				SF AB
Zinc Chloride	Aqueous Sol.	ZnCl ₂		5 6 7 8
Zinc Sulphate	Aqueous Sol.	ZnSO ₄		AB 5 6 7

با توجه به جدول شماره ۱ تعیین مواد مناسب برای سیالات مختلف نیاز به آشنایی با خواص شیمیایی آنها است، برای شناخت این خواص با یک مشخص گردد مواد چون اسیدها و بازها چه فعل و انفعالاتی در برابر فلزات یا غیرفلزات از خود نشان می‌دهند، چون با پمپ‌ها این مواد قطعات پمپ مانند پروانه و پوسته پمپ در معرض آسیب پذیری می‌باشند از طرف دیگر مسئله اقتصادی هم مطرح است. از این نظر باید حتی الامکان سعی شود از مواد از آن قیمت و مقادیر کم و در مقابل خوردگی استفاده گردد.

پمپ‌هایی که در انتقال سیالات شیمیایی استعمال می‌شوند از آلیاژهای فولادی، پلاستیک، سرامیک شیشه و لاستیک سخت می‌باشند در بعضی مواقع با در نظر گرفتن قیمت تمام شده پمپ، آنرا از چدن ساخته با روکش ضد خوردگی قسمت‌هایی از آنرا که در معرض خوردگی قرار دارند، پوشش می‌دهند.

پوشش‌های ضد خوردگی که اکثراً از مواد شیمیایی مصنوعی مثل سیلیکون‌ها، اپوکسی‌ها و وینیل‌ها می‌باشند با وجود آوردن یک مانع غیرقابل نفوذ از خوردگی یک فلز ضعیف (از لحاظ خوردگی) و کم‌ارزش جلوگیری می‌کنند برای تعیین نوع پوشش و ضخامت آن برای حفاظت فلز در مقابل خوردگی، با یستی شرایط فیزیکی و شیمیایی سیال بدقت ارزیابی و پوششها نسبت به وضعیت و شرایط کارکرد پمپ و سیستم تعیین گردد. مانند کیفیت سرعت خوردگی با نوع مواد جامد معلق و مقدار آن در سیال، مقدار سرعت سایش، وضعیت تکانها و لرزشهای وارده به سیستم. کاربرد این پوششها بسیار آسان است. ابتدا سطحی که قرار است پوشش داده شود با یستی با مواد پاک کننده قوی و یا با اسید بدقت شستشوداده و برس زنی گردد تا سطح فلز کاملاً تمیز شود. بهترین روش تمیز کردن سطح شستشو با مواد پاک کننده و ماسه پاشی است که سطح تمیز و زبر با قابلیت چسبندگی عالی بین پوشش ضد خوردگی و فلز ایجاد می‌کند چند نمونه از این پوششها به اختصار شرح داده می‌شود.

الاستومرها :

مهمترین کاربرد این گروه، پوششهای ضخیم برای قطعاتی که در تماس با محیطهای بسیار خورنده قرار می‌گیرند، می‌باشند. لکن بعنوان پوشش نازک هم استعمال می‌شوند. الاستومرها از زینهای طبیعی و مصنوعی ساخته می‌شوند. شامل انواع پلاستیک، لاستیک طبیعی، نیوپرن، لاستیک پتادین، لاستیک بوتیل و لاستیک نیتریل می‌باشد. در مواردیکه سایش و ضربه خوردگی توأم با وجود داشته باشد استعمال این مواد بعنوان یک پوشش، مطلوب خواهد بود.

ترموستها :

کاربرد ترموستها نیاز به عملیات بعدی مثل پختن دارد، پوششهای ترموست محکم، قابل انعطاف و مقادیر در درجه حرارت‌های بالایی باشند و از مواد بسیار متداول بشمار می‌آید.

ترموپلاستیک ها :


پوششهای ترموپلاستیکی شامل وینیلها، پلی‌تیلن، وینیلیدن کلراید، روغنهای اشباع‌بنداز بکارگیری جهت سخت شدن نیاز به حرارت ندارند ولی در درجه حرارت‌های زیاد نرم می‌شوند. پیوستگی از گروه وینیلها و از مواد محافظ، مقاوم و نرم است، هم می‌تواند بصورت مایع برای تهیه پوششهای نازک استعمال شود، هم برای تهیه پوششهای ضخیم چسبنده به سطح فلزات بکار برده می‌شود. پیشرفت‌های اخیر در زمینه پوششهای شیمیایی نویدکنترل موثر خوردگی در سیستمهای انتقال سیالات و ماشینهای آبی است.

بطور کلی هشت عامل در انتخاب جنس پمپ تا شیرکالی دارد، درجه حرارت، فشار در هر طبقه، فشار خروجی ضریب با ریمپ، مقدار مواد جامد معلق در سیال، خاصیت خوردگی سیال، عمل الکتروشیمیایی ملاحظات ساختمانی پمپ.

انتخاب جنس مناسب برای مصارف نرمال و یا در شرایطی که با خصوصیات خنثی مثل آب پمپاژ می‌گردد، محدودیتهای فیزیکی و شیمیایی وجود ندارد. در این قبیل سیالات از پمپهای چدن یا برنزی که رزانترا زیمپهای مخصوص می‌باشد استفاده می‌شود. برای مصارفی که حالت اسیدی پائین تر از PH6 و یا بازی بیشتر از PH9، باشد انتخاب جنس قطعات با مراجعه به جدول زیر تعیین می‌گردد:

جدول شماره ۲ انتخاب جنس قطعات برای سیالات مختلف از PH ۱۴ تا مناسب می‌باشد.

PH سیال	جنس پمپ
۴-۵	فولادهای ضد زنگ
۶-۴	برنز
۹-۶	چدن
۱۴-۹	فولاد

جدول شماره ۳- PH اسیدها، بازها و مواد غذایی را مشخص می‌کند.

PH	مواد غذایی	PH	بازها	PH	اسیدها
2.9-3.3	آب میوه	11.6	آمونیاک N	2.4	اسید استیک N
2-4	نوشیدنی ملایم	7.3-7.5	پلاسمای خون	5	اسید آرسنیک
3.5-4.5	انگور	9.4	کربنات کلسیم	2.2	اسید سیتریک 0.1N
2.2-2.4	لیمو	12.4	آهک	2.3	اسید فرمیک 0.1N
6.3-6.6	شیر	14	هیدروکسید پتاسیم	0.1	اسید هیدروکلریک N
6.8-7.0	محصولات دریایی	11.6	کربنات سدیم 0.1N	5.1	اسید هیدروسینیک
4.0-4.4	گوچه فرنگی	14	هیدرواکسید سدیم N	2.4	اسید لاکتیک 0.1N
2.4-3.4	سرکه			0.3	اسید سولفوریک N

برای انتخاب جنس پمپ عدد PH نمی‌تواند در صد اطمینان بخش باشد، زیرا مقادیر فلزات را بوسیله مقادیر فلز در مقابل مواد شیمیایی مورد پمپاژ در مایعات و انفعالات مختلف و شرایطی که عملاً در انتقال مواد اتفاق می‌افتد ارزیابی و تعیین می‌کنند. اگرچه در انتخاب فلز مقادیر و ساخت پمپ مخصوص سرمایه‌گذاری اولیه بیشتری لازم است لکن پمپ مخصوص با طول عمر طولانی، مخارج اولیه را سریعاً جبران می‌کنند.

اغلب سیالات دارای ذرات جامد معلق هستند که مقدار آنها در مایعات مختلف متفاوت است. با زیاد شدن ذرات مقدار رسایش به تندی با لافته موجب خسارت و سایش قطعات می‌گردد. این ذرات دارای اشکال غیر هندسی بوده و لبه‌های تیز و برنده‌ای دارند. برای کاهش سایش از آلیاژهای مقاوم‌تر ساخته آنها اغلب 300HB با لامی‌روداستفاده می‌گردد. در مقابل سایش‌های کم‌تر در مقابل سایش‌های زیاد، از آنجا که سیالات مورد پمپاژ در صنعت و معدن دارای این ذرات می‌باشند بنا بر این قطعات پمپ در اثر سایش، چسبندگی و انسداد دزد تراز حالت معمولی استهلاک شده موجب از کار افتادن کل سیستم و خسارت مالی می‌گردد.

انتخاب جنس قطعات در این پمپها بستگی به نوع مواد معلق در سیال (شن، ماسه، کاغذ، چوب) دارد. عموماً آلیاژهای فولادی، چدنی، لاستیک سخت و پلاستیک در این پمپها کاربرد زیادی دارند. در صنایع غذایی نیز به علت لزجت محلول، دبی، ارتفاع و رواندمان پمپ در یک سرعت ثابت کاهش پیدا کرده، موجب افزایش قدرت جذبی و افت فشار در کل سیستم می‌گردد. زیرا ضریب اصطکاک با کاهش عدد رینولدز سیال افزایش می‌یابد در لزجت‌های بالای 500SSU پمپهای حجمی یا ماپیچی با جنس فولادهای ضد زنگ با درصد بالایی از نیکل کرم ساخته می‌شوند.

همچنین بخاطر حساسیت مواد منتقله و جلوگیری از آلودگی آن، قطعات پمپ‌های مواد غذایی از جنس آلومینیوم، سرامیک چینی، پلاستیک و آلیاژهای فولادی ساخته می‌شوند، با افزایش مقدار آلیاژ، مقاومت و هزینه آن نیز با لامی‌رود بویژه هنگامی که در آلیاژها از کبالت، تنگستن و مولیبدن استفاده شده باشد.

نهایتاً در صنایع پمپ‌سازی چدن و فولاد و آلیاژهای فولادی کاربرد زیادی دارند. این فلزات از نظر قابلیت ماشین‌کاری و ریخته‌گری آسانتر از سایر فلزات و آلیاژها بوده و در مقابل خوردگی و سایش مقاوم‌ترند. چدن از نظر هزینه تمام شده و تهیه مواد اولیه و ریخته‌گری بمراتب آسانتر و ارزانتر از سایر فلزات بوده و مصرف زیادی دارد. مقاومت خوردگی در مقابل محلولهای سرد خورنده و بازها ملایم است.

در صورتیکه سیال پمپ‌شونده قابل اشتعال و یا سمی باشد قطعات فولادی پیشنهاد می‌گردد. در

درجه حرارتها ی با لاوزمانیکه ترکیدگی و خوردگی موجب بوجود آمدن مسائلی میشود فولادهای کرم دار یا آلایا ژکرم نیکل مناسب میباشد. محلولهای غلیظ و با زهای قوی و محلولهای کلردار یا فولادهای با درصدی لائی از نیکل پمپا ژمی گردند.

در پمپهای حجمی فلزات بکار رفته بر حسب فشار موردنیا ز تعیین گردیده و اغلب قطعات چون سیلندر، پیستون، سوپاپ از چدن یا فولاد ساخته میشوند.

منابع:

- PUMP APPLICATION ENGINEERING BY TYLER GHICKS AND THEODORE W. EDWARDS,
- CENTRIFUGAL PUMPS BY H. H. ANDERSON,