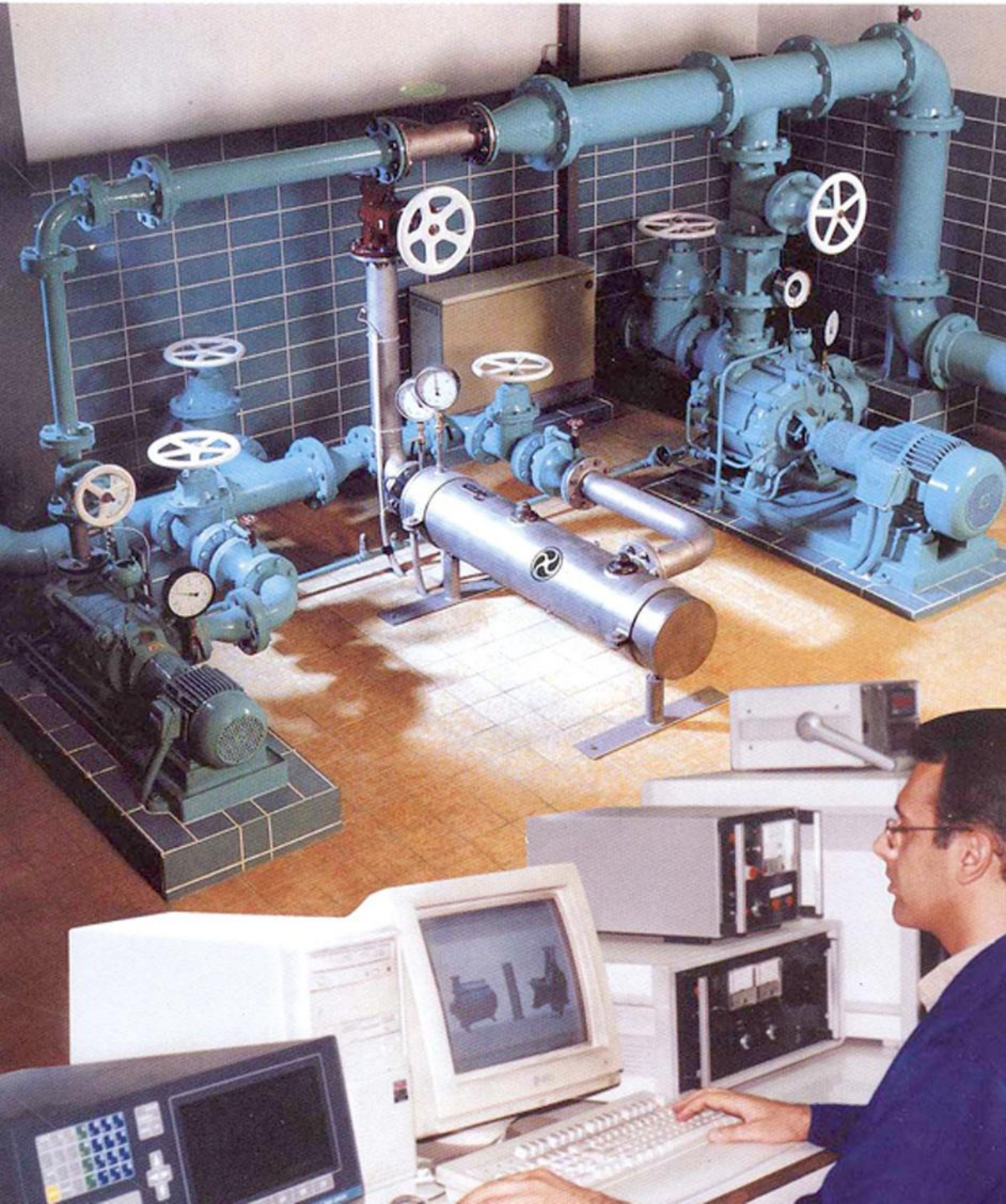
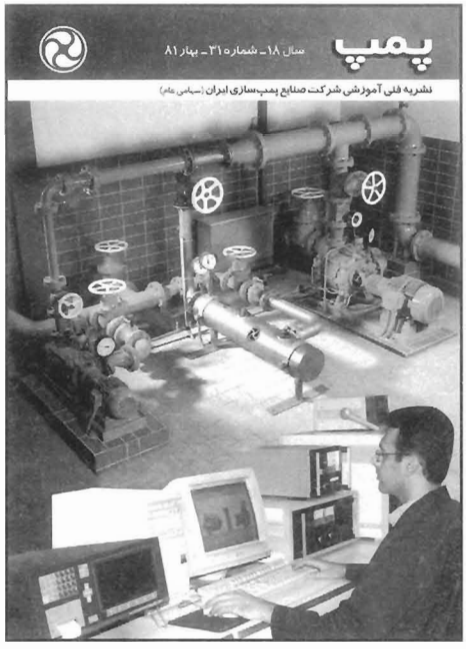
پمپ

سال ۱۸ ـ شماره ۳۱ ـ تابستان ۸۱

نشریه فنی آموزشی شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران (سهامی عام)



«به نام خداوند جان و خرد»



سال هیجدهم ـ شماره ۳۱ ـ تابستان ۱۳۸۱

پمپ

نشریه فنی و آموزشی صنایع پمپ سازی ایران

(سهامی عام)

صاحب امتیاز: شرکت صنایع پمپ سازی ایران
پمپیران (سهامی عام)
مدیر مسئول: دکتر میر بیوک احقاقی
سردبیر: مهندس اکبر اسماعیلی ترکانپوری
هیئت تحریریه: گروه مهندسین و متخصصین
شرکت صنایع پمپ سازی ایران
مسئول اجرائی: مهندس مسعود حدّاد
مسئول اشتراک و توزیع: غلامرضا اکبرپور
حروف نگار: حروفچینی کامپیوتری پیام
لیتوگرافی و چاپ: رنگین، آذرفام ـ طلوع

در این شماره می‌خوانید:

راهنمای کاربرد پمپ‌های نشار قوی (۲)
مهندس سید بهزاد مبین ۱
طبقه‌بندی پمپهای گریز از مرکز
مهندس محمد نبی..... ۱۴
حل مشکلات قبل از بازدید ایستگاه پمپاژ
مهندس مسعود حدّاد..... ۲۶
مطالعه روی عیب کشیدگی در قطعات چدنی پمپها (۱)
مهندس کریم حسن‌پور ۴۰
نیروهای محوری و شعاعی و نحوهٔ متعادل کردن آنها
مهندس دیار عصمتی ۵۱
فهرست مقالات در شماره‌های قبلی نشریه پمپ ۷۰

* «نشریه پمپ» از عموم پژوهشگران، صاحبنظران و استادان، مقاله ترجمه و گزارش می‌پذیرد * نقل و اقتباس مطالب و استفاده از «نشریه پمپ» با ذکر کامل منبع آزاد است * «نشریه پمپ» در رد، قبول، حذف، ویرایش و اصلاح مطالب آزاد است.

خواننده گرامی:

نشریه پمپ به همکاری و همیاری شما ارج نهاده و از مقاله‌های مفید شما استقبال خواهد نمود. لطفاً با ارسال نظرات و پیشنهادات سازنده و همچنین همکاری خود در تهیه مقالات علمی و فنی، ما را در ارایه هر چه بهتر مطالب و بالا بردن کیفیت نشریه یاری نمایید.

با تشکر ـ سردبیر

شرایط درج مقاله در نشریه پمپ

۱ – محتوای مقاله باید فنی، صنعتی و علمی بوده و به طریقی با طراحی، تولید و یا کاربرد پمپ مربوط باشد.

۲ – نام و نام خانوادگی و درجه تحصیلی، شغل و آدرس کامل مؤلف یا مترجم در صفحه اول مقاله قید شود همچنین شمارهٔ تلفنی که بتوان در موقع لزوم تماس حاصل نمود.

۳ – عنوان مقاله با در نظر گرفتن فواصل بین کلمات از دو سطر تجاوز ننماید.

۴ – مطالب ارسالی بایستی تایپ شود، در غیر اینصورت با خط خوانا در یک طرف کاغذ A4 نوشته و ارسال گردد.

۵ – تصویرها، شکلها و نمودارهای پیوست مقالات بر روی یک طرف کاغذ باشد.

۷ – توضیحات و زیر نویسها به صورت مسلسل شماره گذاری و در پایان مقاله ذکر شوند.

۸ – مراجع و مأخذ اصلی در تالیف و تدوین مطالب ارسالی باید دقیقاً مشخص و در پایان مقاله معرفی گردند.

۹ – مقالات ترجمه شده منظم به فتوکپی متون اصلی باشند.

۱۰ – مقاله ارسالی بایستی قبلاً در هیچ یک از نشریات داخلی چاپ نشده باشد.

۱۱ – مقالهٔ ارسالی برگشت‌داده نخواهد شد.

ضمناً چون صحت مطالب مقاله بعهده نویسندهٔ آن است لذا هرگونه تغییر و ویرایش در متن مقاله، جهت تایید نهایی نویسنده، قبل از چاپ ارسال خواهد شد.

نشانی نشریه: تبریز ـ قراملک ـ مجتمع ماشین سازی تبریز ـ صندوق پستی ۱۳۵–۵۱۸
شرکت صنایع پمپ سازی ایران ـ امور مهندسی ـ نشریه پمپ

دفتر مسئول اشتراک و توزیع ـ تلفن: ۸–۲۸۹۰۶۴۴–۰۴۱۱ داخلی ۲۴۵

پست الکترونیکی نشریه: pump@magiran.com

دسترسی اختصاصی به نشریه: http:/www.magiran.com/pump

راهنمای کاربرد پمپهای فشار قوی

مهندس سیّد بهزاد مبیّن

سرپرست طراحی امور مهندسی شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران

«قسمت دوم»

۶ـ بهره‌برداری

۶ـ۱ـ آماده‌سازی

۶ـ۱ـ۱ـ قبل از اولین راه‌اندازی اقدامات ذیل باید انجام شود.

ـ (اگر روانکاری باگریس انجام می‌شود بند الف لازم نیست)

الف ـ محفظه یاتاقان را باروغن سبک (از سوختها استفاده نشود) پر کنید وصبر کنید تا کاملاً تخلیه بشود روغن روانکاری را تا خط مشخصه روغن نما پر کنید. مقدار روانساز لازم در جدول ارائه شده است. در صورت استفاده از روغندان اتوماتیک آن را نیز نیمه پر کنید.

ب ـ تراز کوپلینگ را کنترل کنید.

ج ـ آببندی محور را کنترل کنید (ر.ک بند ۷ ـ ۲)

د ـ پمپ را پر نموده وشیر فلکه مکش را کاملاً باز کنید. محفظه پمپ ومحفظه آببندی مکانیکی را (در صورتی که نصب شده باشد) هواگیری نمایید. درصورتی که مخزن مکش بر پمپ سوار نیست باید در مسیر مکش سوپاپ وشیر یک طرفه وجود داشته باشد.

روتور پمپ را به آرامی بچرخانید. هنگامی که سیال بدون حباب از سوراخهای هواگیری خارج شد، آنها را ببندید.

هـ ـ بااستارت لحظه‌ای موتور، درستی جهت دوران روتور را کنترل کنید.

و ـ در صورتی که مسیر حداقل جریان، نصب شده باشد شیرفلکه آن را باز کنید (ر.ک بخش ۵ ـ ۲)

ز ـ اگر مسیر توازن به مخزن تغذیه متصل شده است شیر فلکه این مسیر را باز کنید.

۶ـ۱ـ۲ـ راه‌اندازی

الف ـ در صورت وجود تجهیزات جانبی آنها را راه اندازی نموده وشیر فلکه‌های این مسیرها را باز کنید. (فقط مسیرهای پاشش با فشار بالا را بعد از راه‌اندازی باز کنید) تجهیزات اندازه‌گیری فشار را هواگیری کنید.

ب ـ راه اندازی در سیستم بدون بار

ـ تجهیزات خروجی را ببندید (حداقل جریان باید به صورت تضمین شده برقرار باشد)

ـ محرک را روشن کنید.

ـ شیر فلکه خروجی را به تدریج باز کنید تازمانی که اختلاف فشار به مقدار مورد نظر (ثبت شده در برگ داده‌ها) برسد.

ج ـ راه اندازی در شبکه تحت فشار (در شرایطی که شیر یکطرفه در مسیر خروجی وجود ندارد)

ـ محرک را هنگامی که شیر فلکه خروجی باز است روشن کنید.

اخطار: اختلاف فشار نباید به طور محسوس به زیر نقطه طراحی سقوط کند. همچنین در سیستم‌هایی که نوسان فشار زیاد است نباید این کار انجام گیرد.

توجه: فشار سنج در طرف رانش مجموع اختلاف فشار وفشار مکش را نشان می‌دهد.

د ـ به آمپر سنج توجه کنید. مقدار آمپر نباید از مقدار ذکر شده در پلاک مشخصات موتور تجاوز کند. (حداکثر دفعات راه اندازی را به ۱۲ بار در ساعت محدود کنید).

۶ـ۲ـ خاموش کردن

الف ـ اگر در مسیر رانش شیر یکطرفه نصب شده است می‌توان از باز وبسته کردن شیر فلکه رانش در مواقعی که فاصله روشن وخاموش کردن کم است، صرف نظر کرد.

در توقف‌های طولانی وتعمیرات یا نبود شیر یکطرفه، حتماً لازم است که شیر فلکه مسیر رانش بسته شود.

ب ـ در صورت وجود مسیرهای پاشش[1] آنها را ببندید.

ج ـ محرکه را متوقف کنید. توجه کنید که روتور به نرمی از چرخش باز ایستد.

د ـ اگر پمپ در شرایط مکش کار می‌کند ویااگر نباید برای راه اندازی مجدد آماده باشد، شیر قطع و وصل در مسیر مکش نیز باید بسته شود.

هـ ـ اگر تجهیزات جانبی وجود داشته باشد شیر فلکه‌های مربوطه را ببندید، به جز مسیر خنک کاری که باید پس از خنک شدن پمپ بسته شود.

و ـ در حالتی که خطر رسوب کردن وجود دارد ویا هنگامی که پمپ به مدت طولانی از بهره برداری خارج می‌شود، پمپ ومحفظه‌های خنک کاری را تخلیه نموده و در صورت لزوم در مقابل نفوذ اجسام خارجی یا عوامل جوی حفاظت نمایید.

۶ـ۳ـ کنترل بهره برداری

۶ـ۳ـ۱ـ بررسی نقطه کار (نقطه طراحی)

این بررسی بخصوص در اولین راه اندازی باید انجام گیرد.

ـ سرعت دوران محور را اندازه‌گیری کنید.

ـ فشار سنج طرف رانش را بخوانید. فشار ورودی را در نظر بگیرید. با بدست آوردن اختلاف فشار ارتفاع پمپاژ از روابط زیر بدست می‌آید سپس با توجه به سرعت دوران این مقدار را با مقدار ذکر

---

1. Quench

شده در پلاک پمپ مقایسه نمایید .

$$\text{ارتفاع (m)} = \frac{\text{فشار (bar)} \times 10200}{\text{جرم حجمی سیال (kg/m}^3)}$$

$$\text{فشار (bar)} = \frac{\text{جرم حجمی سیال (kg/m}^3) \times \text{ارتفاع (m)}}{10200}$$

فشار نباید کمتر از مقدار ذکر شده باشد مگر در صورتی که آبدهی از مقدار ذکر شده تجاوز کند و یا جریان آب قطع و وصل شود.

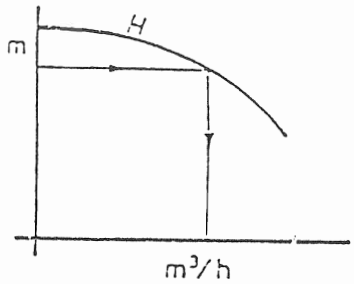
۶ـ۳ـ۲ـ تعیین آبدهی

مقدار آبدهی براساس ارتفاع از منحنی مشخصه پمپ بدست می‌آید.

ـ مقدار ارتفاع محاسبه شده را روی منحنی مشخص کنید. اگر منحنی مشخصه مربوط به فشار یک طبقه باشد، ارتفاع پمپاژ حاصلضرب تعداد طبقات در فشار مورد نظر است.

ـ محل تلاقی خط افقی رسم شده از این نقطه بامنحنی مشخصه را بدست آورید وباعمودکردن خطی از این نقطه، مقدار آبدهی در این نقطه کار بدست می‌آید.

- First of all find out the value calculated for the head on the characteristic curve sheet. * Then determine intersection of horizontal line with curve H. Finally the appropriate capacity can be read.



۷ـ عیب یابی

۷ـ ۱ ـ عیب یابی پمپ

۷ـ۱ـ۱ـ حرکت آرام وبدون ارتعاش پمپ در حال کار را بررسی کنید. به عادی بودن صدا توجه کنید.

در صورت وجود صدای ناآشنا وخطرناک، بلافاصله دستگاه رامتوقف کنید. علت را مشخص نموده و اشکال را رفع نمایید.

۷ـ۱ـ۲ـ هر چند وقت یکبار تراز کوپلنیگ را بررسی کنید. برای جلوگیری از خسارت بیشتر هرگونه نامیزانی را بلافاصله اصلاح نمائید.

۷ـ۱ـ۳ـ در صورت وجود تجهیزات جانبی آنها را کنترل کنید:

- تجهیزات اندازه‌گیری فشار، دما و آمپر را در فواصل زمانی مشخص کالیبره کنید.
- در خنک کاری، میزان جریان و یا دما و در گرمایش، دما و فشار را تحت کنترل نگهدارید.
- پاشش و آببندی را از نظر فشار، دما ومقدار جریان بررسی کنید.

۷ـ۱ـ۴ـ در صورت وجود پمپ‌های یدک، هر از گاهی آنها را راه‌اندازی کنید تا از عملکرد آنها در شرایط اضطراری اطمینان حاصل شود. در شرایطی که پمپ به مدت طولانی استفاده نمی‌شود پمپ را تخلیه نموده وبه روش مناسب حفاظت کنید.

۷ـ۱ـ۵ـ اگر عملکرد پمپ کاهش یابد، بدون آنکه تغییراتی در سیستم لوله کشی ویا مقاومت لوله‌ها (به علت گرفتگی در اثر رسوب) ایجاد شده باشد، این پدیده ممکن است ناشی از سایش قطعات داخلی پمپ باشد که دراین شرایط پمپ باید تعمیر شود.

۷ـ۱ـ۶ـ فشار در محفظه توازن باید همواره ثابت باشد. اگر فشار توازن در مقایسه با مقدار قبلی ۲ الی ۳ بار افزایش یابد احتمال تخریب تجهیزات توازن باید بررسی گردد. اغلب لازم است که قطعات مذکور تعویض شود. اما افزایش فشار توازن می‌تواند مربوط به افزایش مقاومت در لوله توازن، به علت رسوب گرفتگی باشد.

۷ـ۱ـ۷ـ در مورد پمپ‌های دارای بشقاب توازن نشانگرهای موقعیت روتور را حداقل ماهی یکبار بررسی کنید.

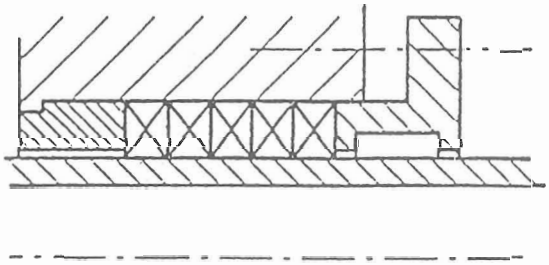
۷ـ۱ـ۸ـ توصیه می‌شود اطلاعات مربوط به عملکرد پمپ، روغنکاری وتعمیرات انجام شده را در دفترچه‌ای ثبت نمایید.

۷-۲- تعمیرات در آببندی محور (نوار آببندی)

مجموعهٔ نوارهای آببندی را می‌توان باآرایش مختلفی نصب کرد که به شرایط کار بستگی دارد و درهر مورد باید به نقشه مونتاژ یا نقشه مختص آببندی محور مراجعه نمود. حالت‌های ذیل بیشتر مطرح می‌باشد.

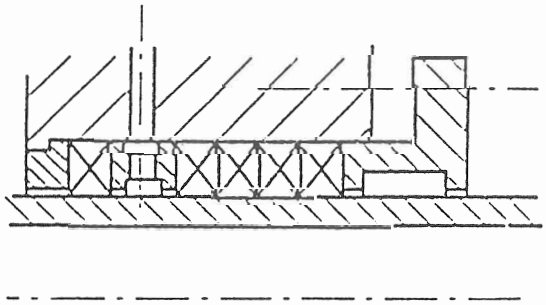
۷-۲-۱- آرایش ساده

تمام محفظه آببندی بانوارهای آببندی پر می‌شود. اضافه فشار در حد ۰/۱ الی ۰/۲ بار محدود بوده وسیال باید در حد کفایت خاصیت روانکاری داشته وکاملاً تمیز باشد.



۷-۲-۲- آرایش دارای رینگ خنک کننده

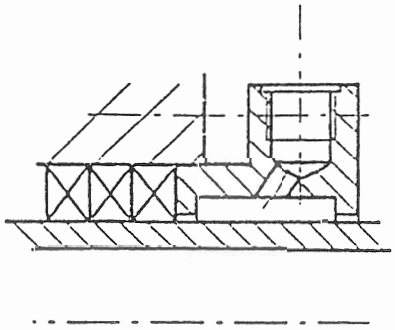
یک رینگ خنک کننده مابین نوارهای آببندی جاسازی شده وسیال آببندی وارد آن می‌شود. هنگامی که اضافه فشار کمتر از ۰/۱ بار است ویا اگر سیال مورد پمپاژ خاصیت روانکاری مطلوب نداشته ویا حاوی ذرات جامد یا رسوب گذار باشد، سیال آببندی از منبع خارجی تامین می‌شود. مقدار وفشار جریان باید قابل تنظیم باشد.



فشار سیال آببندی باید حداقل ۲ بار از فشار وارد بر آببند محور بیشتر باشد. مقدار آن درحدود ۰/۰۱۵ متر معکب در ساعت بوده ودمای سیال نشتی (مخلوط سیال مورد پمپاژ وسیال آببندی) از ۶۰ درجه سلسیوس تجاوز نکند.

۷-۲-۳- آرایش محفظه آببندی با خنک‌کاری

خنک کاری محفظه آببندی برای جلوگیری از تشکیل بخار به علت آزاد شدن فشار در اثر خروج از انتهای محور بخصوص هنگام پمپاژ سیالات داغ (مانند آب با دمای بیش از ۱۱۰ درجه سلسیوس) ضروری است.



مقدار و فشار (حدود ۰/۰۵ متر مکعب در ساعت، با ۰/۲ بار) باید باتجهیزات مناسب تنظیم شود. دمای مخلوط آب خنک کاری و آب نشتی حداکثر ۴۰ درجه سلسیوس بوده ونباید سیال خنک کاری به صورت اسپری از فضای بین قطعه عینکی ومحور به بیرون پاشیده شود.

در شرایط مطلوب جریان سیال خنک کاری، به آرامی از سوراخهای قطعه عینکی تخلیه می‌شود.

اگر دمای سیال ورودی به پمپ بیش از ۱۳۰ درجه سلسیوس باشد. باید برای محفظه آببندی مدار خنک کاری در نظر گرفته شود.

۷-۲-۴- روش کار

عملکرد محفظه آببندی به مقدار فشاری که از طرف سیال به نوارهای آببندی وارد می‌شود وابسته است فشار از همه جهات وارد شده ودر نتیجه نوار آببندی فضای بین محفظه آببندی وبوش روی

محور را به جز یک فاصله شعاعی کوچک پر می‌کند. بنابراین نشتی بین قطعات متحرک وثابت به شدت کم می‌شود. برای عملکرد مطلوب، روانکاری خوب ودفع حرارت ضروری است.

۷ـ۲ـ۵ـ سوار کردن نوارهای آببندی

پمپ‌ها معمولاً با آببندی مونتاژ شده تحویل می‌شوند. اگر نصب پمپ تا ۱۲ هفته انجام نشود، لازم است نوارهای آببندی در فاصله زمانی اندکی قبل از راه اندازی تعویض شود. قبل از سوار کردن نوارهای آببندی باید بوش محور ومحفظه آببندی تمیز شود و صافی سطح بوش روی محور کنترل شود. خارج از محوری بوش نیز اندازه‌گیری شود .انحراف تا 0.05mm مجاز است.

توصیه می‌شود به مقدار کافی نوارهای بریده شده درانبار موجود باشد. برای تهیه نوارها به جدول زیر توجه کنید:

اندازه محل نوار (mm)	ابعاد تجارتی mm	ابعاد تجارتی In	فرم داده شده به صورت h×b mm
8	7	5/16	8×6.1
10	9/7	3/8	10×0.2
12.5	12	7/16	12.5×11.5
16	15	5/8	16×14
20	20	7/8	20×20

طول برش نوار = (قطر خارجی بوش + ۱/۳ برابر ضخامت نوار) × ۳/۱۴

نوارهای فرم داده شده را یک به یک در محفظه آببندی وارد کنید خط برش حلقه‌ها باید نسبت به هم ۹۰ درجه چرخش داشته باشد.

در مواردی که رینگ خنک کننده نصب می‌شود باید یک یا دو حلقه نوار آببندی پیش از آن قرار گیرد. این موارد در نقشه یا پلاک آببندی محور مشخص می‌شود.

۷ـ۲ـ۶ـ نگهداری

نشت جزئی از نوارهای آببندی به منظور روانکاری وخنک کاری در حین کار کرد لازم است. نشت تقریباً یک قطره در ثانیه تاریزش جریان دائمی به قطر ۲ میلیمتر در دمای ۶۰ درجه سلسیوس عادی محسوب می‌شود.

برای بررسی کیفیت آببندی در مواردی که خنک کاری از منبع خارجی انجام می‌گیرد لازم است برای مدت کوتاهی ورودی سیال آببندی قطع شود. در مورد پمپ با محفظه خنک کاری هرگز آب خنک کاری را در زمان کار پمپ قطع نکنید.

در پمپ‌های بافشار خروجی کمتر از ۱۰ بار، اگر نشت زیاد باشد، قطعه عینکی را به تدریج سفت کنید اما کاملاً محکم نکنید. اگر نشتی باز هم قابل توجه بوده و سفت کردن قطعه عینکی منجر به داغ شدن سیال نشتی می‌شود، تمام نوارهای آببندی راتعویض کنید. در مورد پمپ‌هایی با فشار خروجی بیش از ۱۰ بار محکم کردن قطعه عینکی در زمان کار پمپ منجر به صدمه دیدن آن می‌شود. برای محفظه آببندی تجدید نوار شده باید یک دوره راه اندازی در نظر گرفت که طی آن مرتب بازبینی شود نشتی زیاد خود به خود پس از مدتی بر طرف خواهد شد.

۷ـ۲ـ۷ـ مواد آببندی

مواد نوارهای آببندی به مشخصات عملکرد ونوع سیال بستگی دارد. برای کلیه کاربردهای صنعتی و پمپاژ مواد غذایی ترکیب گرافیت ـ تفلون[1] کارآیی خوبی دارد. برای تعیین جنس مناسب در موارد خاص به کاتالوگ تولید کنندگان این محصول مراجعه شود.

۷ـ۳ـ آببندی محور با آببند مکانیکی

در آببندی محور با آببند مکانیکی از خروج سیال توسط دو صفحه موازی که روی هم

1- Graphite - PTFE (GFO - therad)

می‌لغزند جلوگیری می‌شود. این دو صفحه توسط فنر وفشار سیال به یکدیگر فشرده می‌شوند. صفحات آببند که یکی را حلقه ثابت ودیگری را متحرک می‌نامند توسط آببندهایی مانند اورینگ نسبت به قطعاتی که روی آنها سوار شده‌اند آببندی می‌شوند که درعین حال به عنوان نشیمن‌های الاستیک عمل می‌کنند.

برای عملکرد صحیح لازم است که فیلم سیال بین دوسطح تشکیل شود بنابراین سیال مورد پمپاژ باید شرایط ذیل را داشته باشد :

- خاصیت روانکاری کافی
- دمای بخار بالاتر از دمای کار
- عدم وجود ذرات در ناحیه رینگ‌های آببندی

اگر تجهیزات جانبی مانند، تمیز کاری، سیال آببندی، خنک کاری، گرمایش وفیلتر جداساز گریز از مرکز (در مورد سیالات حاوی ناخالصی) مورد نیاز باشد شرایط کارکرد وجزئیات مربوطه در نقشه‌های مونتاژ ونصب ذکر می‌شود.

زمان تعمیرات آببند مکانیکی را مشاهدات جانبی مانند نشتی یا دمای در پوش آببندی تعیین می‌کند. در شرایطی که سیال تمیز کاری در اطراف آببند چرخش دارد، دمای درپوش نباید بیشتر از دمای محفظه پمپ باشد. در مورد سرمایش وگرمایش به اطلاعات بخش مربوطه توجه کنید.

توجه: مقدار نامحسوس نشتی به میزان حداکثر ۱۰ سانتیمتر مکعب در ساعت غیر عادی نیست. در صورت نشت زیاد سیال (بیش از ۵۰ سانتیمتر مکعب در ساعت) لازم است که قطعه معیوب آببندی تعویض شود، مگر اینکه بتوان بالپینگ سطوح آببندی آنها را تعمیر کرد. قطعات آببندی مانند اورینگ‌ها و واشرها باید در هر بار باز و بسته کردن تعویض شود.

۷-۴- روانکاری

۷-۴-۱- یاتاقان‌های غلتشی با پوشش روغن یا رینگ روانکاری

۷ـ۴ـ۱ـ۱ـ یاتاقان‌های پمپ‌های گریز از مرکز اغلب با تنش‌های سنگین ناشی از کار مداوم و نیروهای قوی شعاعی و محوری مواجه هستند. کیفیت روغن عامل موثری در عمر طولانی و کارآیی، یاتاقان می‌باشد. روغن باید فاقد اجسام خارجی، اسید ورزین باشد.

۷ـ۴ـ۱ـ۲ـ در مورد یاتاقان‌های غلتشی افزایش درجه حرارت تاحد زیادی قابل‌قبول است اما برای ایجاد فیلم روانکاری مناسب روغن باید حداقل گرانروی mm^2/s ۱۲ داشته باشد.

گرانروی روغن را می‌توان مطابق جدول زیر انتخاب نمود:

حداقل نقطه ریزش ̊C	گرانروی سینماتیک mm^2/S 30 ̊C	40 ̊C	SAE	درجه‌گرانروی ISO	دما C° بدنه یاتاقان	مخزن روغن
185	25	45	20	VG 46	>50~ 75	>40~65
185	36	65	30	VG 68	>75~ 85	> 65~ 75

۷ـ۴ـ۱ـ۳ـ در مراحل اولیه پس از نصب پمپ یاتعمیر یاتاقان‌ها روغن را پس از ۱۰ الی ۱۵ ساعت کار، تخلیه ومحفظه روغن را تمیز کنید. اگر مقدار آلودگی، ذرات خارجی وآب در روغن ناچیز باشد، دفعات تعویض بعدی را میتوان مطابق جدول زیر انجام داد:

دفعات تعویض	دمای C° بدنه یاتاقان	مخزن روغن
هر ۱۲ ماه یک بار	>۵۰~۷۵	>۴۰~۶۵
هر ۶ ماه یک بار	>۷۵~۸۵	>۶۵~۷۵

۷ـ۴ـ۱ـ۴ـ در فواصل زمانی معین دمای مخزن روغن یامحفظه یاتاقان را کنترل کنید.

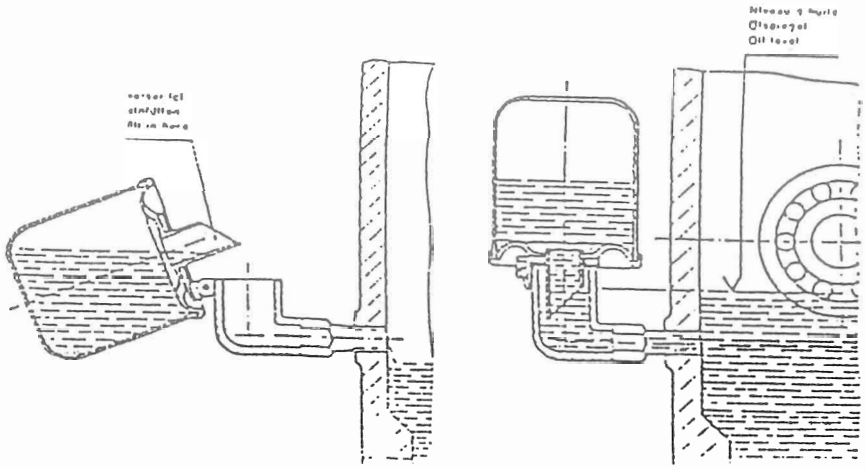
محل اندازه‌گیری / محدوده	پوسته خارجی محفظه یاتاقان در نزدیکی یاتاقان C°	روی حلقه خارجی یاتاقان C°	در مخزن روغن C°
در شرایط کار عادی	≤ ۸۰	≤ ۹۰	≤ ۷۰
اعلام خطر مدار الکتریکی	≥ ۹۰	≥۱۰۰	≥ ۸۰
خاموش شدن مدار	≥ ۱۰۰	≥ ۱۱۰	≥ ۹۰

۷ـ۴ـ۱ـ۵ـ در پمپ‌های فاقد روغن زن اتوماتیک باید هرروز سطح روغن توسط سیخ روغن یاشیشه روغن نما کنترل شود.

۷ـ۴ـ۲ـ پرکردن روغن زن اتوماتیک

۷ـ۴ـ۲ـ۱ـ از سوراخ پرکردن روغن محفظه یاتاقان، مخزن روغن را پرکنید. فنجانی روغن زن را به عقب برگردانید تا زمانی که لوله ورودی روغن‌زن اتوماتیک شروع به پرشدن نماید. سپس فنجان روغن‌زن را با همان نوع روغن پرکرده و به جای خود برگردانید. این روش را تا زمانی که حداقل ۲/۳ فنجانی پرباقی بماند تکرار کنید. مقدار روغن فنجانی را به طور مرتب کنترل نموده و در صورت لزوم آن را پرکنید.

۷ـ۴ـ۲ـ۲ـ اگر سطح روغن در یاتاقان کاهش یابد لبه بالایی روغن زن ومخزن روغن خالی می‌شود، در اثر ورود هوا روغن از فنجانی روغن زن به مخزن روغن جریان می‌یابد. تاوقتی که سطح روغن به میزان قبلی برسد ومسیر ورود هوا به فنجانی مسدودشود.



۷ـ۴ـ۳ـ تعویض روغن

روش ذیل را در هنگام تعویض روغن رعایت کنید:

۱ـ پمپ را خاموش کنید.

۲ـ ظرفی زیر سوراخ تخلیه روغن قرار دهید تاتمام روغن تخلیه شده جمع آوری شود. موقعیت سوراخهای تخلیه روغن و اندازه آنها در نقشه‌های نصب یا کاتولوگ پمپ‌ها مشخص می‌شود.

توجه: در یاتاقان‌های هوا خنک، سوراخ تخلیه روغن محفظه یاتاقان ممکن است زیر کلاهک بادبزن قرار گیرد که لازم است کلاهک نیز باز شود.

۳ـ در پوش‌ها را باز کنید تا روغن تخلیه شود. سپس در پوش‌ها را محکم سر جای خود ببندید.

۴ـ محفظه یاتاقان را باروغن تازه پر کنید وبه روشی که در بند ۷ـ۳ـ۲ ـ گفته شد روغن زن اتوماتیک را نیز پر کنید.

۵ـ کلاهک بادبزن را به جای خود ببندید.

۶ـ روغن تعویض شده را بارعایت قوانین بهداشت محیط امحاء کنید (هرگز آن را در مسیر فاضلاب نریزید.)

ادامه دارد...

طبقه‌بندی پمپهای گریز از مرکز

مهندس محمّد نبیی

سرپرست طراحی مکانیکی امور مهندسی شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران

طبقه‌بندی پمپهای سانتریفوژ (گریز از مرکز)

پمپهای گریز از مرکز در محدوده وسیعی کاربرد دارند که شامل تأمین آب و آبرسانی، تأمین بخار آب نیروگاههای برق، کنترل سیل، تصفیه و انتقال فاضلاب، صنایع غذایی، صنایع شیمیایی و پتروشیمی، صنایع تبدیلی، تأسیسات خانگی، معادن، میکسرها، کنترل‌های محیطی نظیر حرارت، رطوبت و سرعت هوا، کشتی‌ها، هواپیماها، موتورهای سنگین و غیره می‌باشد.

بخاطر محدوده وسیع کاربری پمپهای سانتریفوژ (گریز از مرکز) این نوع پمپها در اشکال

مختلف با ویژگیها و قدرتهای متفاوت ساخته می‌شوند، در حالت کلی این پمپها را در سه دسته میتوان طبقه‌بندی نمود.

۱ـ از نظر مشخصات ساختمانی[1]

۲ـ از نظر عملکرد[2]

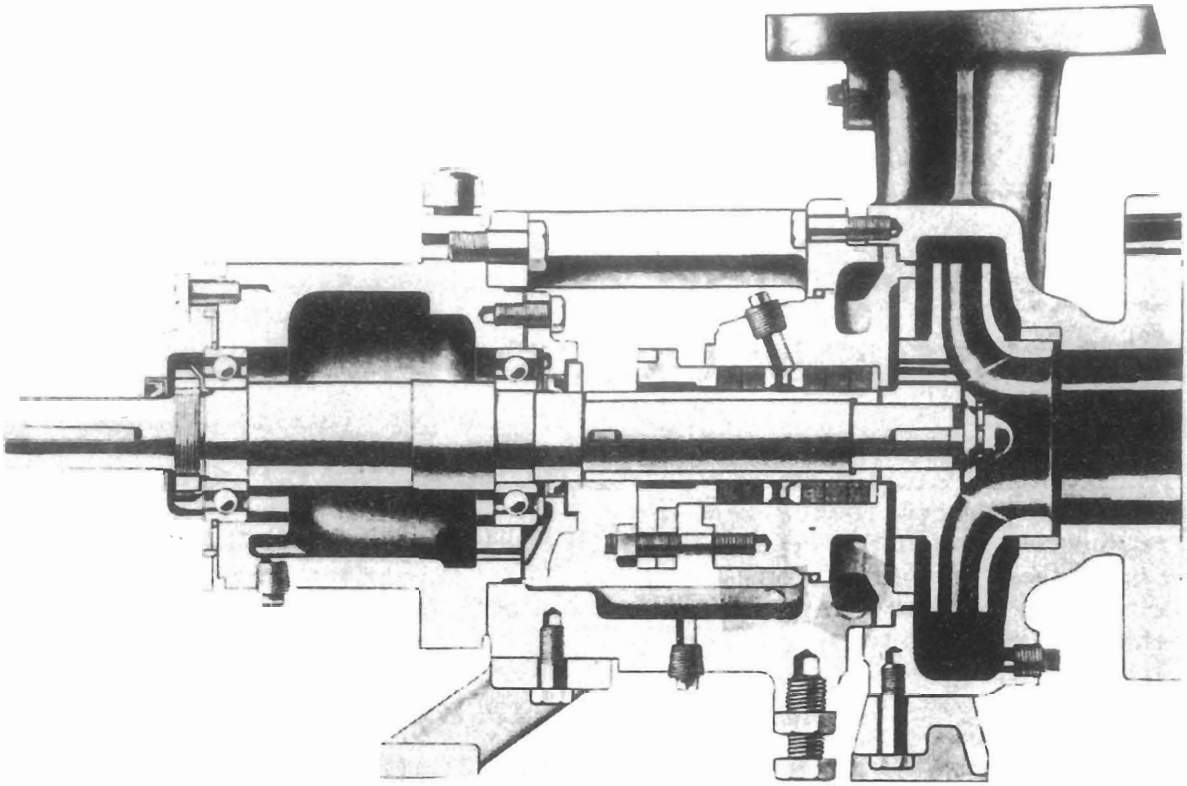
۳ـ سرعت مخصوص[3]

مشخصات ساختمانی

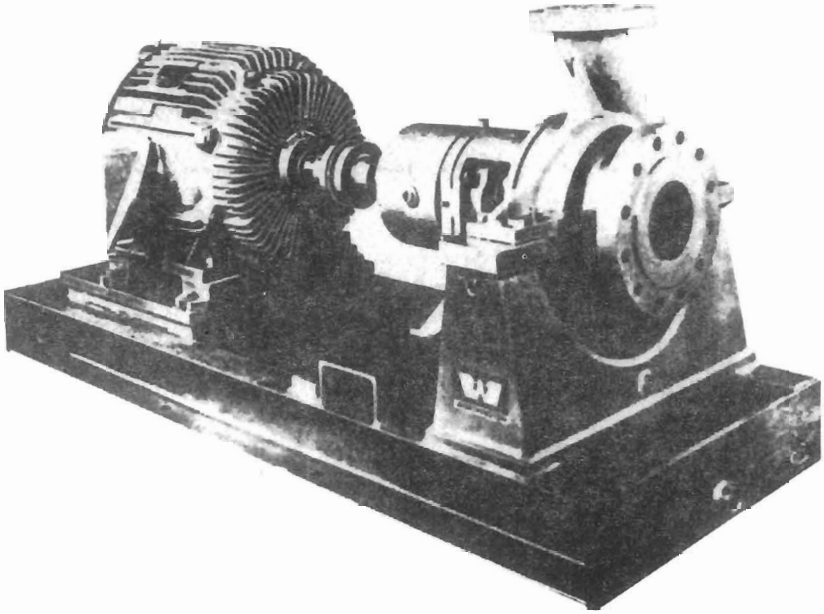
- یک پمپ ممکن است شامل یک پروانه با محفظه حلزونی ریخته‌گری شده با شیپوره رانش[4] و شیپوره مکش[5] باشد. شکل‌های (۱) الی (۶)
- ممکن است شامل تعدادی پروانه که بر روی یک شفت مونتاژ شده و در داخل یک محفظه دو قسمتی عمل می‌کنند. شکل (۳)
- ممکن است شامل تعدادی پروانه که بر روی یک شفت واقع شده‌اند و در داخل محفظه‌هایی معادل تعداد پروانه‌ها بعنوان یک واحد عمل می‌کنند. شکلهای (۸) و (۹)
- محور می‌تواند در حالت افقی شکلهای (۱) الی (۴) و (۶) الی (۸) و یا بحالت عمودی شکلهای (۵) و (۱۱) الی (۹) دوران نماید.
- محفظه هر پمپ می‌تواند شامل یک پاساژ (Volute) یا یک دیفیوزر باشد شکل (۸) و (۹)
- شیپوره مکش ممکن است هم مرکز با خط محور پمپ شکل‌های (۱) و (۳) و یا عمود بر محور باشد. شکل (۴)
- پروانه ممکن است به فرم با صفحات جانبی[6] (پروانه بسته[7]) شکل (۱۲) و یا به فرم با یک صفحه جانبی (پروانه نیم باز[8]) شکل (۱۳) ریخته‌گری گردد.
- پروانه ممکن است دارای یک شیپوره مکش شکل‌های (۱) الی (۸) دو شیپوره مکش (دو مکشه) باشد. شکل (۶)

این فهرست می‌تواند زیادتر هم باشد ولی اغلب پمپهای گریز از مرکز نهایتاً متعلق به یک گروه از فهرست ذکر شده می‌باشند.

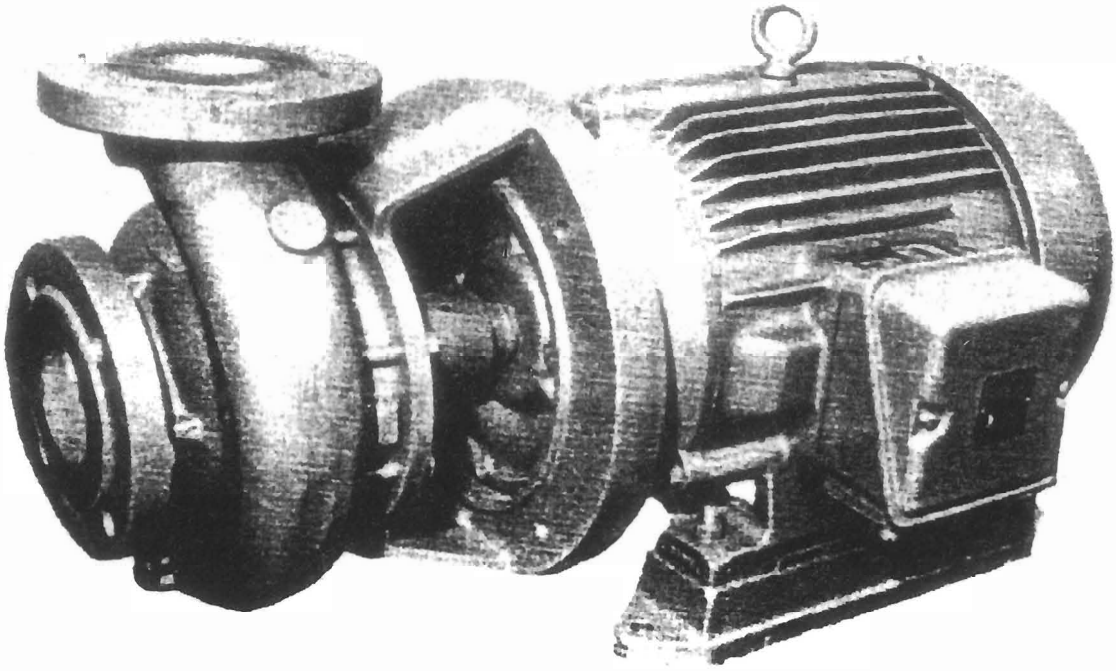
1- Structural Features
2- Function
3- Specific Speed
4- Discharge Nozzle
5- Suction Nozzle
6- shrouds
7- Closed Impeller
8- Semi-Open Impeller



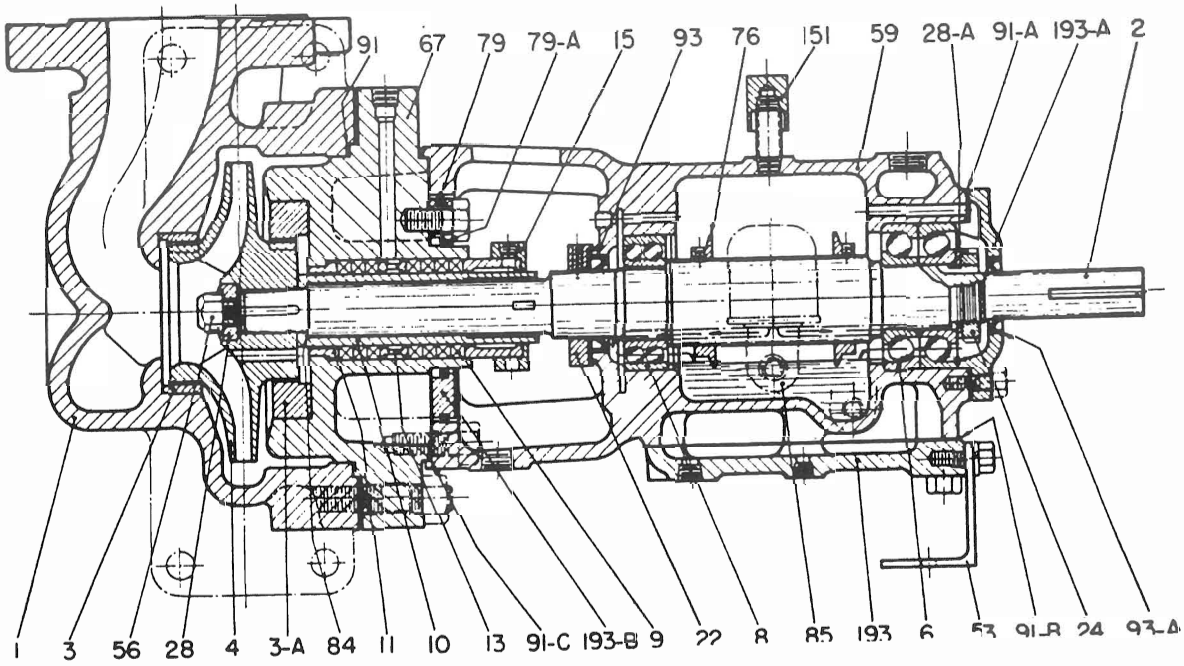
شکل ۱ـ پمپ افقی یک طبقه با مکش مرکزی



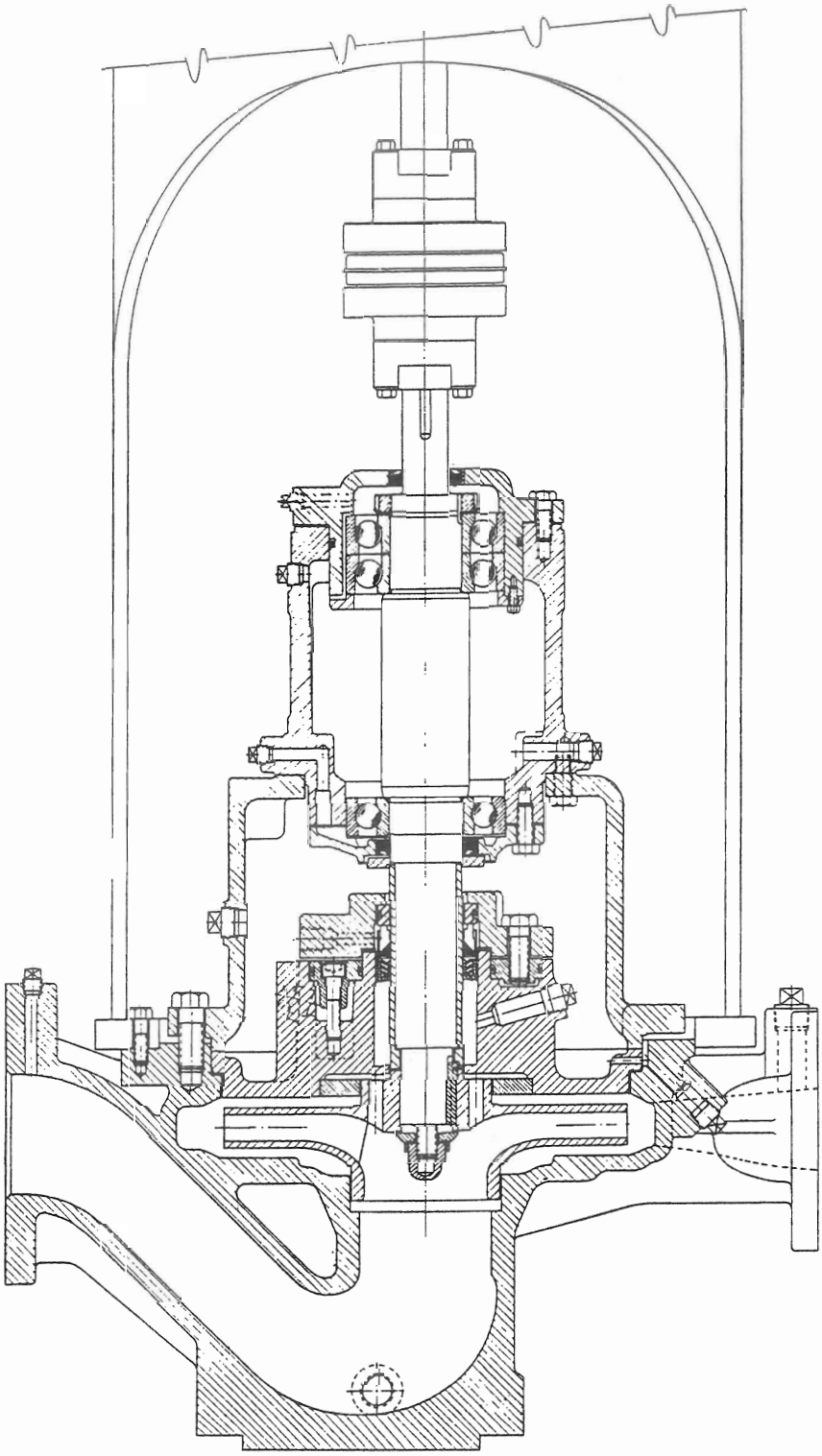
شکل ۲ـ پمپ افقی یک طبقه



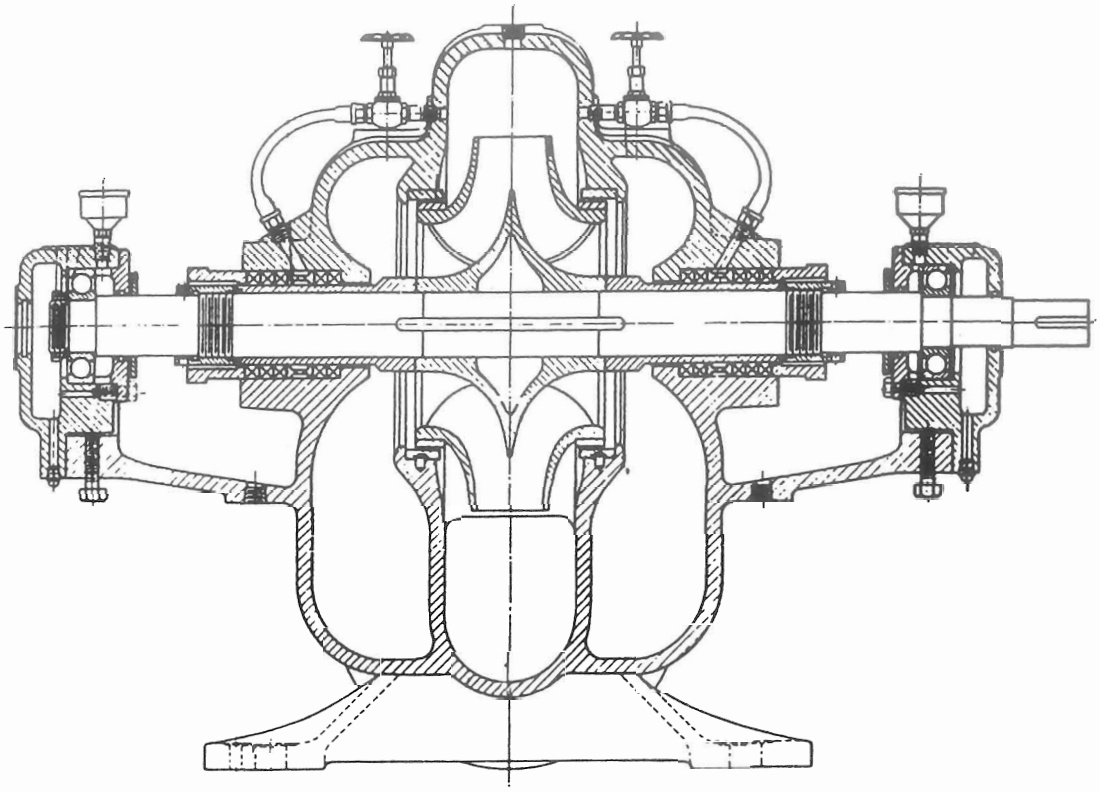
شکل ۳ـ پمپ یک پارچه



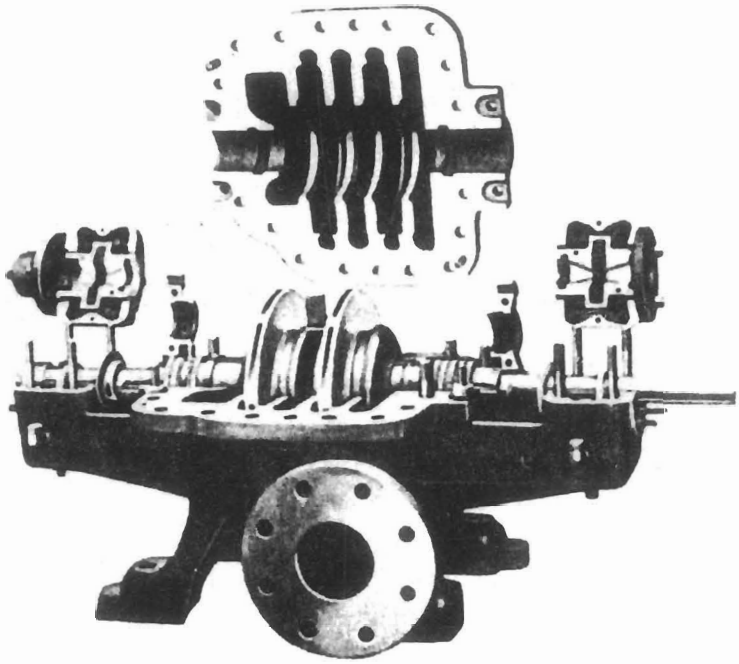
شکل ۴ـ پمپ افقی یک طبقه با مکش جانبی



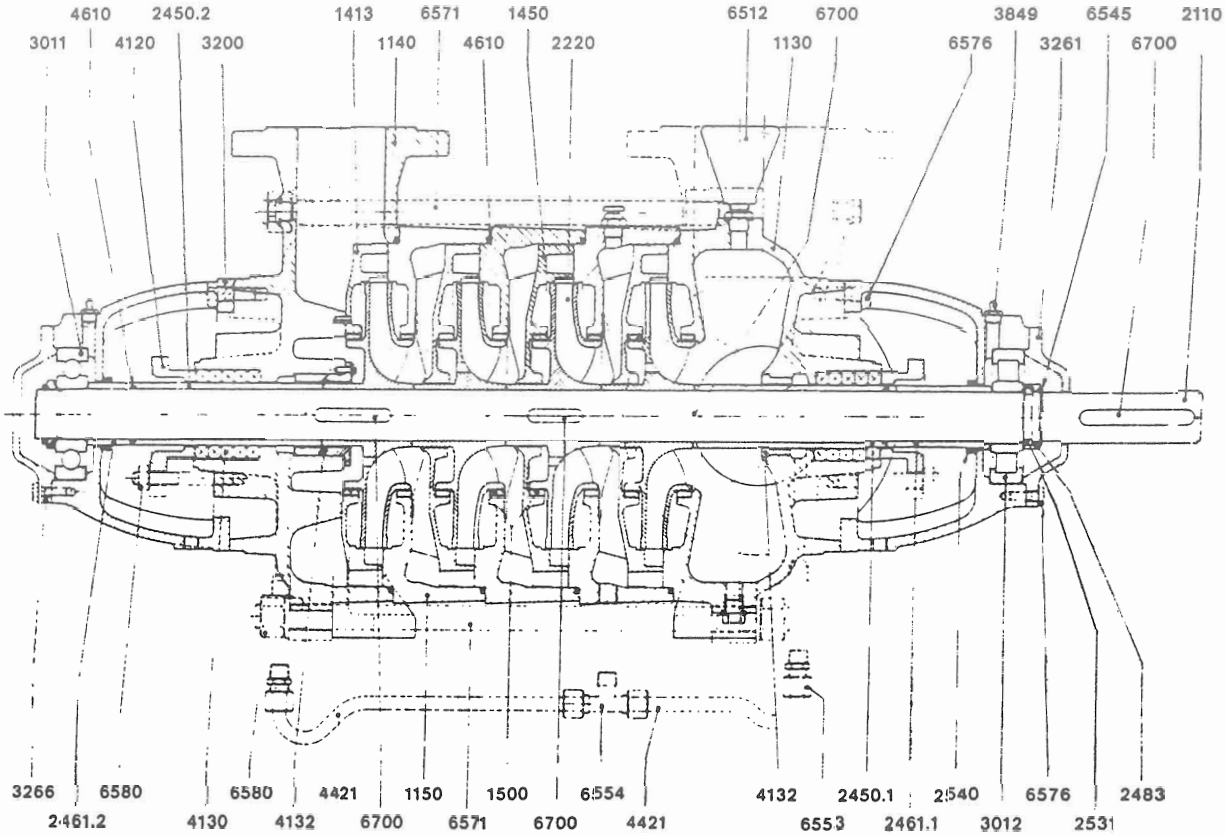
شکل ۵ـ پمپ یک طبقه عمودی خطی



شکل ٦ـ پمپ دو مکشه افقی



شکل ۷ـ پمپ چند طبقه با محفظه دو تکه



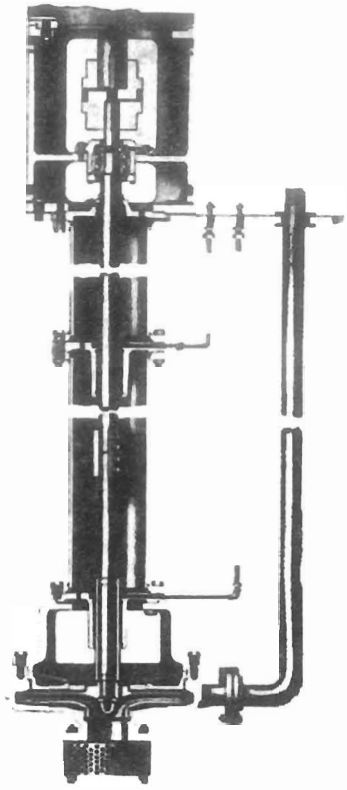
شکل ۸ـ پمپ فشار قوی چند طبقه

عملکرد[1]

در اکثر موارد ویژگی‌های ساختمانی پمپ با توجه به داده‌هایی که برای پمپ تعریف می‌شود، بدست می‌آید. بعنوان مثال وقتی آب را می‌خواهیم از قسمت عمیق پمپاژ نمائیم، پمپ شناور توصیه می‌گردد. شکل (۹) این نوع پمپها را می‌توان در داخل چاههای عمیق با قطر کم جاگذاری نمود که دارای آبدهی زیادی هم می‌باشند.

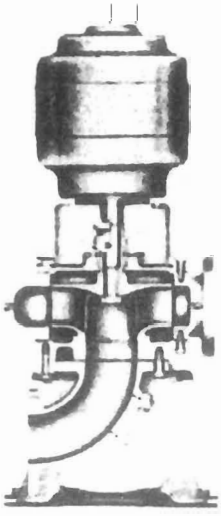
1- Function

شکل ۹ـ پمپ چند طبقه
سرچاهی شفت و غلافی

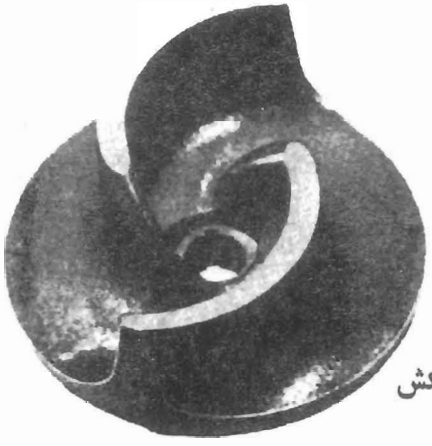


شکل ۱۰ـ پمپ
چاهک تر

شکل ۱۲ـ پروانه بسته برای یک پمپ لجن‌کش



شکل ۱۱ـ پمپ
چاهک خشک



شکل ۱۳
ـ پروانه نیمه باز
برای یک پمپ لجن‌کش

وقتی پمپی بخواهد برای پمپاژ آب گرم بکار رود، معمولاً محفظه پمپ در مرکزش قرار می‌گیرد شکل (۲) تا تفاوت (اختلاف) ناشی از انبساط حرارتی پمپ و موتور را خنثی نماید.

پمپهای عمودی عمدتاً برای انتقال جریان مایعات بکار می‌روند. شکل (۱۰) این پمپها معمولاً بصورتی قرار می‌گیرند که محفظه پمپ بصورت شناور در داخل مایع و موتور بالاتر از سطح مایع در سطح زمین قرار می‌گیرد.

-جهت پمپاژ مایعاتی که حاوی ذرات جامد معلق می‌باشد، اغلب پمپهای با پروانه دارای پاساژهای عریض یا بصورت نیم باز بکار می‌رود شکل (۱۲) و (۱۳) تا ضایعات چسبندگی و گرفتگی به حداقل برسد.

بعضی مواقع کاربری پمپی که باید انتخاب شود بستگی به شرایط خاصی از آببندی دارد. بعبارت دیگر مسیر جریان از مواد خاصی که از عمل خوردگی یا سائیدگی مایع مورد پمپاژ جلوگیری می‌کند ساخته می‌شوند.

سرعت مخصوص[1]

این موضوع با یک مثال بهتر توضیح داده می‌شود. فرض می‌کنیم به پمپی نیاز داریم که دارای آبدهی 1000 گالن در دقیقه با ارتفاع[2] 200 فوت می‌باشد. بخاطر پدیده کاویتاسیون سرعت ورودی با توجه به سرعت عملکرد پمپ نمی‌تواند از حد معینی بیشتر باشد.

قطر خارجی پروانه پمپ براساس ارتفاع (هد) مطلوب انتخاب می‌شود. برای رسیدن به ارتفاع 200 فوت، یک پروانه‌ای که با سرعت 1770 دور در دقیقه دوران می‌کند، دارای قطر خارجی حدود 16 اینچ خواهد بود. در سرعت دورانی 3560 دور در دقیقه پروانه بقطر حدود 8 اینچ همان

1- Specific speed

2- Head

ارتفاع را تأمین خواهد نمود.

در پمپی که برای ارتفاع 200 فوت در سرعت دورانی 1770 دور در دقیقه طراحی شده است فاصله شعاعی بین نوک داخلی و خارجی پره‌ها معادل $\frac{(16-4)}{2}=6$ اینچ می‌باشد. در پمپهای با دور بالا، فاصله شعاعی بین نوک داخلی و خارجی پره‌ها معادل $\frac{(8-4)}{2}=2$ اینچ خواهد بود. در پمپهایی با دور پائین‌تر این فاصله شعاعی سه برابر نسبت به پمپهای با دور بالا بیشتر خواهد شد.

همانطور که اشاره گردید، انتقال انرژی از پره به مایع نه تنها بستگی به فرم پره و سرعت محیطی دارد بلکه به مقدار سطح پره پروانه هم دارد. جهت مقایسه سطح پره پروانه با دور بالا با پره پروانه دور پائین باید پره عریض‌تر ساخته شود. در اینصورت محفظه حلزونی نیز بزرگتر خواهد شد و در نتیجه تغییرات دیگری هم در طراحی نیاز خواهد بود. این تغییرات در منحنی مشخصه پمپ نیز اثر خواهد گذاشت. در نتیجه ملاحظه می‌شود که طراحی و عملکرد پمپ به میزان زیادی به نسبت بین سرعت کارکرد، آبدهی جریان طراحی و هد (ارتفاع) بدست آمده دارد.

در عمل، این نسبت با عنوان «سرعت مخصوص» مشخص گردیده و با فرمول زیر در سیستم امریکایی (U.S.) نشان داده می‌شود.

$$N_s = \frac{N \times Q^{0.5}}{H^{0.75}} \qquad (۱)$$

که در فرمول فوق :

N : سرعت دورانی پمپ برحسب دور در دقیقه (R.P.M)

Q : گذر حجمی[1] بر حسب گالن در دقیقه (G.P.M)

H : ارتفاع برحسب فوت (Feet)

1- Flow rate

اگر بخواهیم سرعت مخصوص را در سیستم متریک نشان دهیم معمولاً گذر حجمی (Q) را برحسب مترمکعب بر ثانیه (m^3/sec) و ارتفاع (H) بر حسب متر (m) نشان داده می‌شود و در نتیجه نسبت سرعت مخصوص در سیستم متریک و امریکایی بشرح زیر خواهد بود.

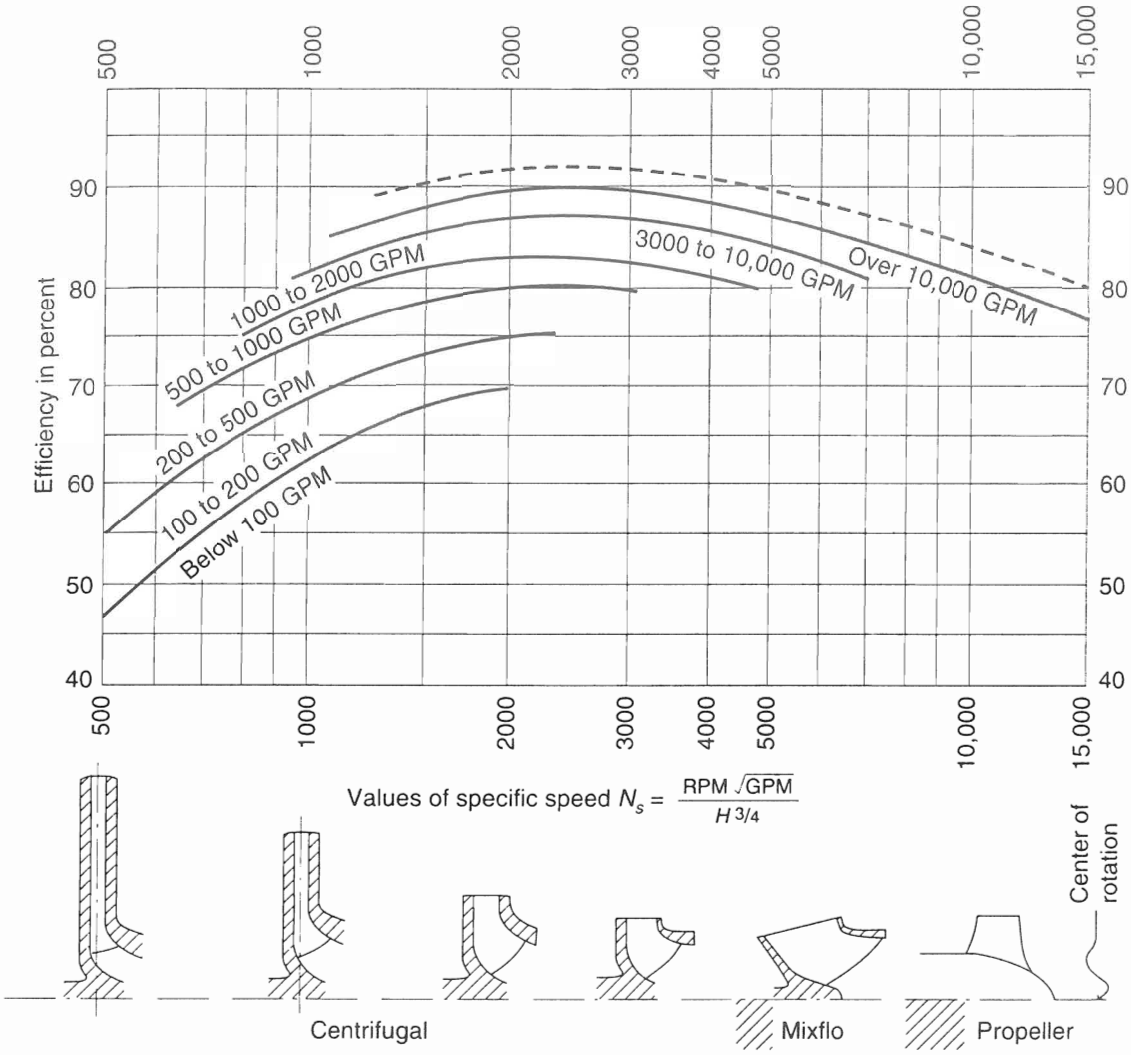
$$N_s\ (U.S.) = 51.64\ N_s\ (metric) \qquad (۲)$$

فرمول فوق نشان می‌دهد که یک نسبت معین بین سرعت مخصوص پمپ با منحنی مشخصه و قدرت پمپ می‌باشد. شکل (۱۴) نشان میدهد که چگونه مشخصات هندسی، راندمان و منحنی ارتفاع ـ گذرحجمی با سرعت مخصوص تغییر می‌کند.

به این نکته باید اشاره شود که داده‌های نشان داده شده در شکل (۱۴) حدود نیم قرن پیش تهیه گردیده‌اند و مطالعات و تجربیات فراوان در این مدت بیانگر این است که منحنی‌ها نه تنها قابل قبول بوده بلکه بسیار مطلوب هم می‌باشند. این مسئله با این همه مربوط به طراحی پمپهای گریز از مرکز می‌شود و موضوع مبحث می‌باشد.

عموماً اطلاعات نشان داده شده در شکل (۱۴) همیشه بهترین حالت نمی‌باشند، با این همه آنها نشان دهنده خوبی در مورد تأثیرات سرعت مخصوص در مشخصه‌های هندسی پروانه می‌باشند.

اطلاعات داده شده در شکل (۱۴) برای خریدار یک پمپ گریز از مرکز بسیار مفید می‌تواند باشد. در نظر بگیریم یک خریدار در نظر دارد یک پمپ با سرعت مخصوص 2000 با گذر حجمی 4000 گالن در دقیقه و راندمان 81% انتخاب کند. با مراجعه به شکل (۱۴) ملاحظه می‌نماید که راندمان پمپ با این گذر حجمی در حد مطلوب نخواهد بود بنابراین به جستجوی خود ادامه می‌دهد.



تأثیر سرعت مخصوص، پروفیل پره و گذر حجمی بر راندمان پمپ

حال در نظر بگیرید خریداری به پمپی با سرعت مخصوص 2000 و گذر حجمی 200 گالن در دقیقه نیاز داشته باشند کارخانه سازنده اگر راندمان پمپ فوق را 81% اعلام نماید، خریدار باید تردید نماید. زیرا با مراجعه به منحنی‌های شکل (۱۴) ملاحظه می‌نماید که راندمان در این حالت بسیار پائین می‌باشد، و می‌تواند در اینصورت از سازنده بخواهد که در آزمایشگاه راندمان ذکر شده را در عمل نشان دهد.

Reference:

Yedidiah , S.:Centrifugal Pump Users Guidebook ,CHAPMAN & HALL , PP.19-28, 1996

حل مشکلات قبل از بازدید ایستگاه پمپاژ

مهندس مسعود حدّاد

کارشناس طراحی مکانیکی شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران

آمادگی برای بازدید ایستگاه پمپاژ

با دانستن اینکه پمپی بطور صحیح کار نمی‌کند در اولین مرحله باید سئوالات متعدد و متنوعی مطرح گردد. علت بسیاری از مسائل را غالباً می‌توان قبل از بازرسی خود ایستگاه تعیین نمود.

[سوال در مورد] ایستگاه پمپاژ، تجهیزات و کاربرد آنها

۱ـ مورد استفاده پمپ برای چه سیالی است؟ آیا برای پمپاژ آب بکار می‌رود، یا به منظورهای صنعتی، یا برای سایر مقاصد بکار می‌رود؟

۲ـ خواص مایع مورد پمپاژ چیست؟ آیا مایع خالص است یا شامل ذرات جامد هم می‌باشد؟ دمای مایع چقدر است؟ خواص شیمیایی آن چیست؟

۳ـ تیپ و اندازهٔ پمپ چیست؟ اگر ممکن است نقشه برش پمپهای بکار رفته را فراهم نمائید. گاهی مطالعه این اطلاعات می‌تواند آشکار سازد که، پمپ برای کاربرد مذکور مناسب نمی‌باشد، یا اینکه شرایط کار پس از نصب پمپ تغییر یافته و غیره.

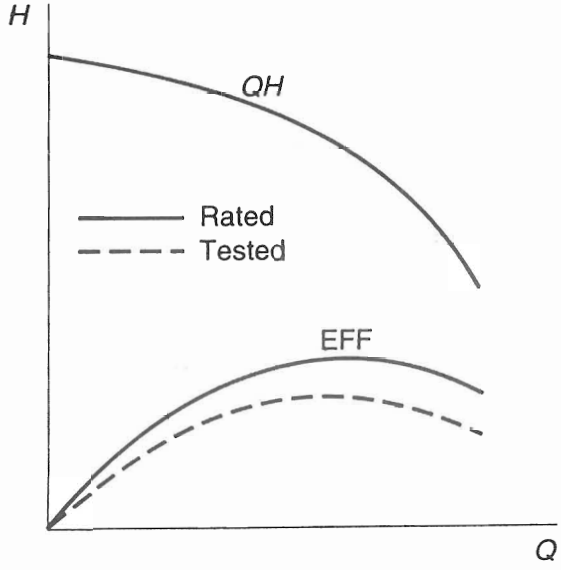
۴ـ در مورد ایستگاه سوال کنید. آیا بیش از یک پمپ وجود دارد؟ اگر چنین است آیا بصورت موازی کار می‌کنند یا بصورت سری و اینکه آیا پمپ کمکی وجود دارد؟ در صورت امکان نقشه‌ای از

ایستگاه را درخواست نمائید که نشاندهندهٔ طرح چاهک مکش، لوله‌کشی و غیره باشد.

جواب این سوالات می‌تواند آشکار سازد که اشکالات در طرح چاهک مکش، موقعیت نصب پمپها یا در طراحی لوله‌کشی است.

شکایت

اگر شکایت از این باشد که پمپ مطابق مشخصات خود، کار نمی‌کند، علت مشکل را می‌توان به سادگی با مقایسه مشخصات کاری با مشخصات کارکرد واقعی، تعیین نمود. تعدادی مثال بشرح زیر آورده شده است.



شکل ۱ـ راندمان پمپ کم است.

پمپ مطابق منحنی H و Q کار می‌کند ولی راندمان کمی دارد شکل (۱)

راندمان کم ممکن است یک مسئله مکانیکی باشد و در اثر موارد ذیل بوجود آید که عبارتند از: سایش قطعات چرخنده به قطعات ثابت، رینگهای آببندی سفت یا آببند مکانیکی سفت، فشار هیدرولیک زیاد بر آببند یا نوارهای آببند (در سیستم پمپاژ تحت فشار) یا یاتاقانهای معیوب پمپ یا موتور.

علت دیگر ممکن است ساییدگی در اثر عدم هم راستایی پمپ و محرک و در اثر راه‌اندازی نزدیک به سرعت بحرانی یا ناشی از تغییر شکل پوسته توسط سیستم لوله‌کشی یا تنشهای شاسی باشد. علت دیگر ممکن است خمیدگی محور باشد.

دلایل تقریباً بی‌شمار است. در حالت کلی چنین نموداری اشاره به اشکال مکانیکی در پمپ یا مجموعه پمپ و محرک دارد. برای مثال ممکن است قطر محل آببندی پروانه نسبت به قطر داخلی رینگ سایشی، خارج از مرکز باشد و یا اینکه پروانه نسبت به محل آببندی خود خارج از مرکز باشد. هر یک از این موارد ممکن است موجب سایش رینگهای سایشی در محل تماس شود که در نهایت موجب مصرف زیاد انرژی می‌شود. اگر سطح آببندی پروانه با قطر داخلی رینگ سایشی جفت و جور نباشد، وقتی که پروانه روی پیشانی محور سفت می‌شود ممکن است محور پمپ را خم کند. محور خمیده ممکن است موجب مصرف زیاد توان در محفظه آببندی و همچنین گرم شدن بیش از حد یاتاقانها شود.

علت دیگر می‌تواند سوار کردن نادرست یاتاقانها باشد. این پدیده اغلب موجب می‌شود یاتاقانها هنگام کارکردن داغ شده و توان زیادی را مصرف کنند. در پمپی که محفظه یاتاقان بدون خنک‌کاری است، این پدیده را بسادگی با لمس محفظه می‌توان تشخیص داد. ولی وقتی محفظه با پوشش خنک‌کاری تجهیز شود، تا وقتی که یاتاقانها بطور کامل تخریب نشوند، مسئله می‌تواند مخفی باقی بماند.

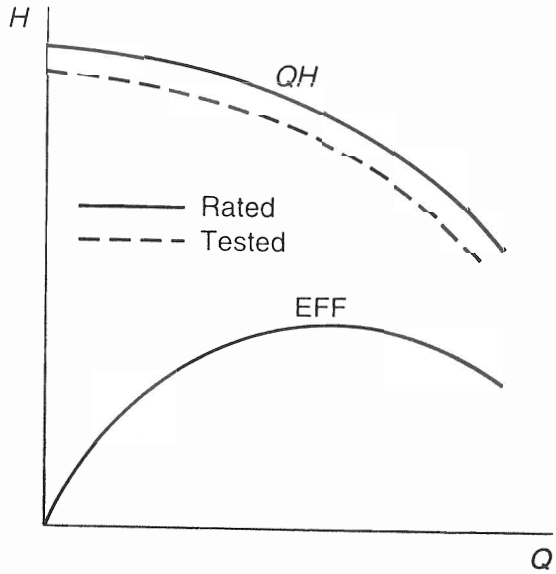
دیگر منبع صدمات مکانیکی، تشدید بین سرعت کار پمپ و فرکانس طبیعی شالوده (فونداسیون) پمپ می‌باشد. این پدیده، پمپ را مرتعش نموده و در عین حال سیستم لوله‌کشی نسبتاً پایدار باقی می‌ماند. در نتیجه، لوله‌ها، محفظه مرتعش را تحت تغییر شکلهای مداوم قرار می‌دهد که به نوبه خود موجب سایش بین قطعات ثابت و متحرک پمپ می‌شود.

منبع دیگر مصرف توان، لقی زیاد در انتهای محفظه آببندی است. برخی از نوارهای گرافیتی ممکن است در فاصله بین محور و محفظه آببندی گیر کنند و تلفات اصطکاکی را افزایش دهند.

مورد مشابه نیز زمانی اتفاق می‌افتد که فضای استوانه‌ای که نوارهای آببندی در آن قرار گرفته است نسبت به محور خارج از مرکز باشد. این پدیده باعث می‌شود که نوارهای آببندی در یک طرف محور نسبت به طرف دیگر آن بیشتر فشرده‌تر شود. وقتی که محور دوران پیدا می‌کند؛ اختلاف فشار موجب می‌شود نوارهای آببندی حرکت کرده و توسط محور خورده شوند که به نوبه خود موجب افزایش توان می‌شود.

همچنین مصرف زیاد توان می‌تواند زمانی اتفاق بیافتد که محفظه یاتاقان نسبت به محفظه یاتاقان طرف پمپ، خارج از مرکز باشد و یا محفظه آسیب دیده یا ترک خورده باشد.

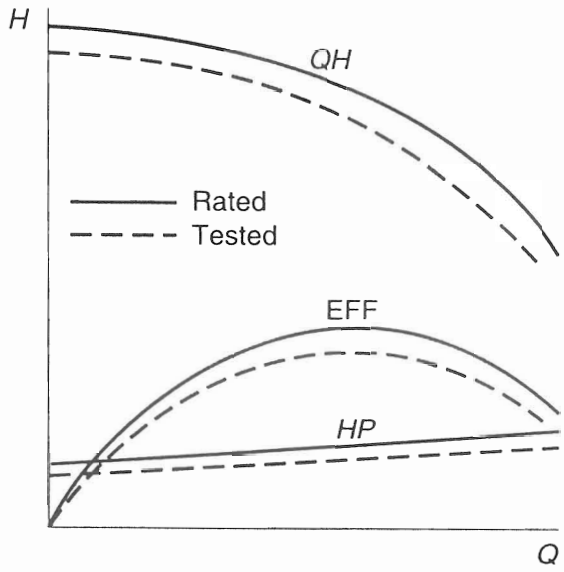
همچنین این مسئله ممکن است زمانی رخ دهد که در قسمت ایجاد تعادل (به هر صورت که طراحی شده باشد) اشکال بوجود آید (مثلاً سوراخهای تعادل گرفته شده، موجب افزایش فشار مکش می‌شود) در هر دو مورد یاتاقان ممکن است تحت نیروهای محوری زیاد قرار گیرد که به نوبهٔ خود موجب افزایش توان مصرفی می‌شود.



شکل ۲ـ ارتفاع آبدهی پمپ کم است.

ارتفاع آبدهی کم است ولی راندمان صحیح می‌باشد شکل (۲)

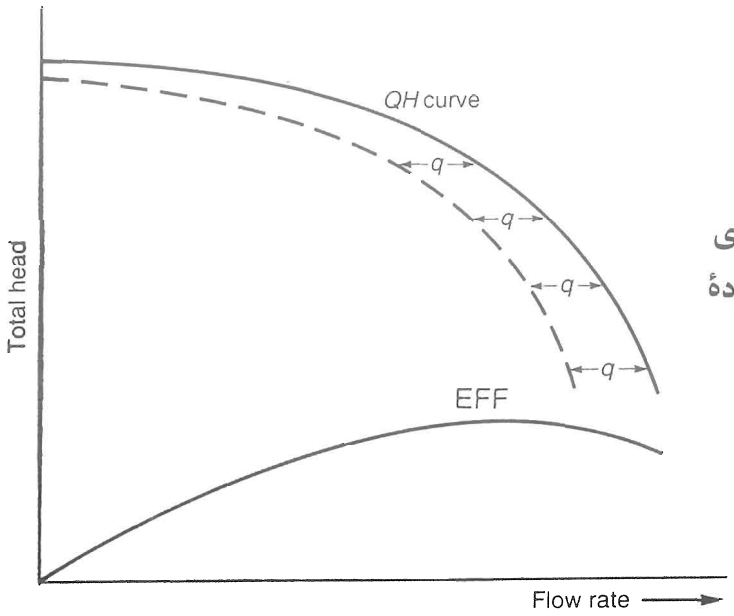
آبدهی کمتر با راندمان طبیعی نشانگر این است که یا پمپ در سرعتی کمتر از سرعت تعیین شده می‌چرخد یا اینکه قطر خارجی پروانه بیشتر از میزان تعیین شده تراش داده شده است. در برخی موارد این پدیده مربوط به پروانه معیوب یا تخریب شده می‌باشد. برای مثال ممکن است عرض کانالهای پروانه در نتیجه اشکالات ریخته‌گری کمتر از میزان طبیعی باشد. یا در اثر ضرب‌دیدگی، صفحات جلویی و عقبی پروانه به طرف داخل خمیده شده باشد.



شکل ۳ـ آبدهی، راندمان و مصرف توان پمپ کم می‌باشد.

آبدهی، راندمان و مصرف توان، کم می‌باشد شکل (۳)

آبدهی، راندمان و مصرف توان کم نشانگر این است که بخشی از چشم پروانه گرفته شده یا مانعی در بالادست جریان پروانه وجود دارد و یا مسیر آب زبر است. این پدیده همچنین ممکن است در اثر طراحی نادرست چاهک مکش یا لقی زیاد بین رینگهای سایشی پروانه و محفظه بوجود آید. برای پمپی با پروانه باز این اشکالات نشانگر این است که لقی زیادی بین پره‌های پروانه و صفحه سایشی وجود دارد.



شکل ۴ـ تفاوت بین منحنی‌های آبدهی نامی و واقعی در محدودهٔ ظرفیت آبدهی ثابت است.

تفاوت بین منحنی‌های آبدهی نامی و واقعی در محدودهٔ ظرفیت آبدهی، ثابت است شکل(۴)

این تفاوتها معمولاً نشانگر لقی نسبتاً زیاد بین رینگهای سایشی پروانه بسته و یا لقی نسبتاً زیاد بین صفحه سایشی و پره‌های نیمه باز پروانه می‌باشد. میزان اختلاف q بین میزان نامی و حقیقی جریان در نتیجهٔ نشت زیاد، با توجه به این لقی‌هاست. این تفاوت متناسب با افزایش نشتی از سطح داخلی رینگهای سایشی است.

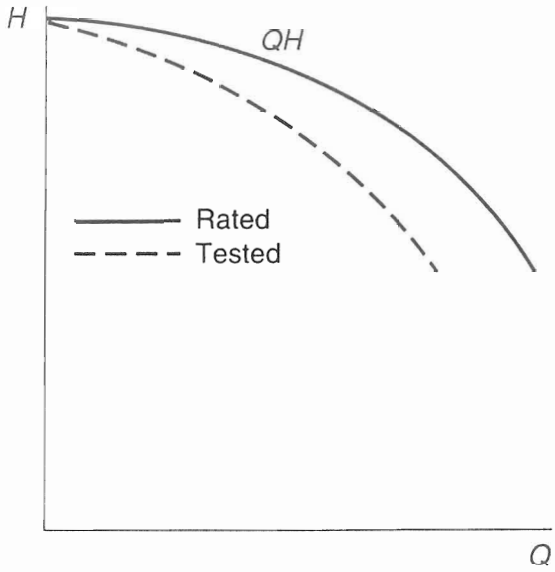
با اینکه چنین تغییری در منحنی نشان دهندهٔ لقی زیاد است، عکس این حالت همیشه درست نمی‌باشد. حتی در شکل (۴)، q فقط در مقادیر زیاد آبدهی ثابت است. در نقطه نزدیک فلکه بسته این اختلاف خیلی بیشتر می‌شود.

چنین حالتی برای لقی‌های بزرگتر صحیح است، از جمله وقتی رینگ سایشی یا صفحه سایشی نباشد.

علت این امر این است که در مقادیر بسیار کم جریان در لقی‌های بسیار بزرگ، میزان جریانی که بطور معکوس به ورودی پروانه نشت می‌کند، به همان ارتفاع میزان جریانی است که توسط پمپ

منتقل می‌شود.

وقتی که آن مقدار از مایع به درون ورودی پروانه نشت می‌کند، به طرز قابل توجهی بر جریان باقی مانده سیال تأثیر گذاشته و در نتیجه بعلت تغییر میزان جریان، ارتفاع کاهش می‌یابد. در چنین مواردی شبیه شکل (۳) تغییر در عملکرد، مشاهده خواهد شد.

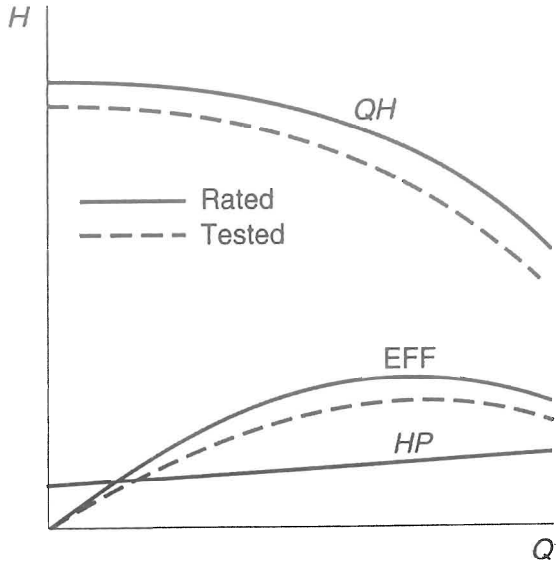


شکل ۵ـ ارتفاع آبدهی در Q=0 ثابت است ولی با افزایش آبدهی ارتفاع کاهش می‌یابد.

ارتفاع در نقطه فلکه بسته بدون تغییر می‌ماند ولی با افزایش آبدهی بسرعت کاهش می‌یابد. شکل (۵)

این مسئله نشانگر وجود مانع در مسیر جریان مایع در محلی از پایین دست پروانه است. مقاومت موانع با مجذور شدت جریان افزایش می‌یابد. در نقطه فلکه بسته میزان جریان صفر است. در نتیجه ارتفاع بدون تغییر می‌ماند. در جریانهای زیاد بعلت افزایش مقاومت نسبت به جریان، ارتفاع بسرعت کاهش می‌یابد.

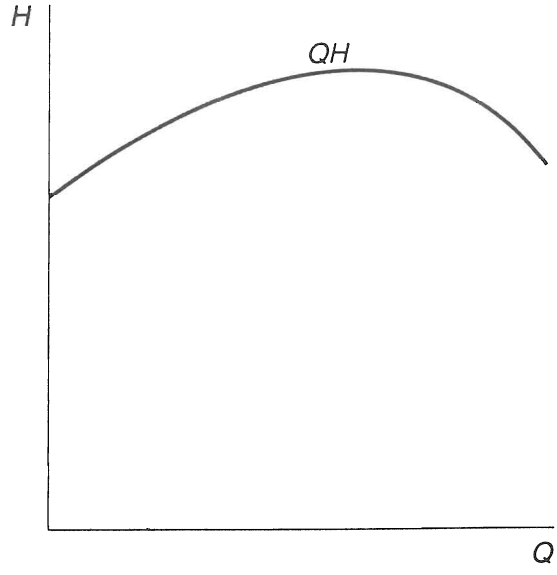
همچنین اگر سطح گلویی محفظه حلزونی یا گذرگاه بین پره‌های هادی دیفیوزر کوچکتر ساخته شده باشد، چنین پدیده‌ای بوجود می‌آید.



شکل ٦ـ آبدهی و راندمان پمپ کم است.

آبدهی و راندمان کاهش می‌یابد ولی مصرف توان مطابق منحنی است. شکل (۶)

کاهش آبدهی و راندمان همراه با توان لازم ثابت، معمولاً نشانگر وجود مانعی در مسیر جریان یا زبری زیاد مسیر آب در فاصله بین پروانه و نقطه‌ای است که اندازه‌گیری فشار انجام می‌شود. در این مورد پروانه بطور طبیعی کار می‌کند و توان مورد انتظار را نیز مصرف می‌کند. کاهش ارتفاع و راندمان پس از خروج سیال از پروانه اتفاق می‌افتد.

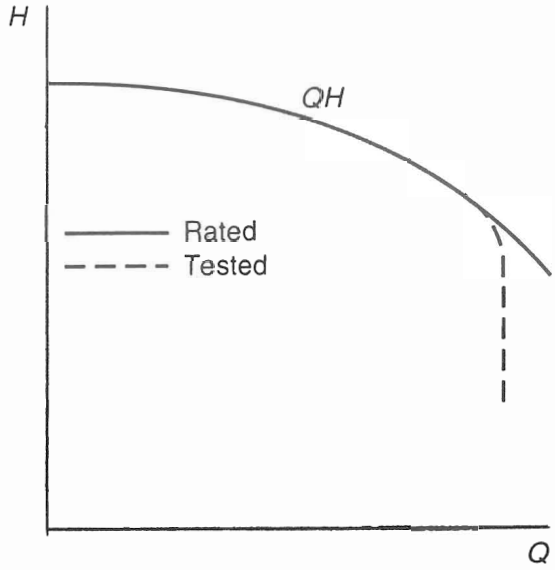


شکل ۷ـ ارتفاع و میزان جریان همزمان افزایش می‌یابد.

فشار [ارتفاع] و جریان همزمان افزایش می‌یابد. شکل (۷)

افزایش فشار مطابق با افزایش میزان جریان در پمپهایی با پروانه‌های دو مکشه متداول است. این پدیده معمولاً دلالت بر این امر دارد که پروانه بطور معکوس بر روی محور سوار شده است. گاهی این مسئله زمانی اتفاق می‌افتد که پمپ در جهت معکوس دوران کند، که در این صورت ارتفاع فلکه بسته بسیار پایینتر از مقدار تعیین شده می‌باشد.

این مسئله می‌تواند در پمپهای چند طبقه‌ای اتفاق بیافتند که در آنها بطور همزمان از پروانه‌های راست‌گرد و چپ‌گردی استفاده می‌شود که از لحاظ ساختمانی و مواد، یکسان هستند (برای تعادل نیروی محوری). در این حالت ممکن است که پروانه‌های چپ‌گرد در طبقاتی سوار شوند که اصولاً می‌بایست پروانه‌های راست‌گرد سوار شوند و برعکس.



شکل ۸ـ منحنی ارتفاع و آبدهی قبل از رسیدن به انتهای منحنی حقیقی، دچار شکستگی شده است.

منحنی ارتفاع و آبدهی واقعی قبل از اینکه به انتهای منحنی حقیقی برسد دچار شکستگی می‌شود. شکل (۸)

منحنی که قبل از رسیدن به انتهای منحنی دچار شکستگی می‌شود بعلل زیر بوجود می‌آید:

ـ کم بودن NPSH موجود در اثر انتخاب نادرست پمپ

ـ ارتفاع کم مایع در چاهک مکش

ـ کاهش در ارتفاع مایع هنگام کار

ـ وجود مانع در لوله مکش

ـ گرفتگی صافی مکش

ـ گرفتگی یا سفت شدن سوپاپ مکش

همه این عوامل موجب افت ارتفاع مایع وارد شده به پمپ می‌شود، و در نتیجه میزان NPSH موجود را کاهش می‌دهد.

سایر علتهای ممکن شامل موارد ذیل می‌باشد، ابعاد یا اندازهٔ نادرست مخزن مکش، وضعیت نادرست ورودی به خط مکش در مخزن، وضعیتهای زودگذر طی شروع بکار و توقف، و ارتعاشات ناشی از لقی دریچه سوپاپ که موجب بروز حفره‌زایی (کاویتاسیون) می‌شود.

سایر عوامل می‌تواند موجب آشفتگی در کارکرد پمپ می‌شود.

پمپ بطور مناسبی شروع به کار می‌کند ولی آبدهی آن به تدریج کاهش می‌یابد.

کاهش تدریجی در آبدهی نشانگر این است که هوا به درون لوله مکش یا به درون پمپ نفوذ می‌کند یا مایع مورد پمپاژ شامل میزان زیادی گاز محلول است. وقتی مایع به چشم پروانه که فشار آن کمتر از مخزن مکش است، وارد می‌شود، بخشی از گاز محلول آزاد شده و در ورودی پمپ حبس می‌شود و مانعی بر سر راه جریان مایع بوجود می‌آورد که نتیجه آن کاهش آبدهی می‌باشد.

پمپ بصورت رضایت‌بخشی شروع بکار می‌کند ولی آبدهی آن کاهش یافته و سپس به وضعیت عادی برمی‌گردد.

وقتی آبدهی کاهش یابد و سپس به وضعیت عادی برگردد، نشانگر این است که حجم کوچکی از هوا در خط‌مکش حبس شده است.

وقتی که پمپ در وضعیت کاری قرار می‌گیرد، هوا از موقعیت قبلی خود توسط جریان مایع حمل شده و به چشم پروانه آورده می‌شود. اگر میزان هوا در محل اصلی حبس هوا خیلی زیاد نباشد، فقط بخشی از ورودی پروانه مسدود خواهد شد. این پدیده اجازه می‌دهد مقدار معینی از مایع از درون پمپ عبور نماید ولی مقدار مایع کمتر از حالت عادی خواهد شد. در عین حال مایع جاری ممکن است هوای حبس شده را حمل نموده و پمپ به وضعیت عادی برگردد.

آبدهی پمپ بطور متناوب کاهش یافته و دوباره به حالت عادی برمی‌گردد.

وقتی که آبدهی بطور متناوب کاهش یافته و دوباره به حالت عادی برمی‌گردد، ورودی پروانه پمپ ممکن است زیر سطح مایع مخزن مکش قرار گرفته باشد و پمپ مایع را بیشتر از میزان جریانی که وارد مخزن مکش می‌شود، پمپاژ نماید. در چنین حالتی سطح مایع در مخزن مکش بطور مداوم پایین می‌آید تا به زیر ورودی مکش پمپ برسد. این وضعیت به هوا اجازه می‌دهد تا وارد چشم پروانه شده و بنابراین آبدهی پمپ را کاهش داده یا متوقف می‌کند.

وقتی آبدهی پمپ کمتر از میزان مایعی شد که به مخزن مکش وارد می‌شود، سطح آب آنقدر بالا می آید که به چشم پروانه برسد. در این حالت پمپ به وضعیت عادی کار خود برمی‌گردد [سیال را پمپاژ می‌کند] و این چرخه تکرار می‌شود.

صدای برخورد ساچمه با فلز

صدای برخورد ساچمه با فلز نشاندهنده حفره‌زایی (کاویتاسیون) می‌باشد. اگر صدا از ورودی پمپ باشد، ممکن است پمپ در ارتفاع بیشتری نسبت به سطح آب مخزن مکش قرار گرفته باشد، ممکن است مانعی در لوله مکش وجود داشته باشد و یا ممکن است پمپ قادر به تأمین NPSH موجود نباشد و غیره.

وقتی این صداها از قسمت رانش پمپ به گوش آید به این معنی است که پمپ میزان جریان بسیار زیادی را پمپاژ می‌نماید که به نوبه خود موجب حفره‌زایی در گلوی محفظه حلزونی یا در ورودیهای پره دیفیوزر می‌شود. این پدیده ممکن است نتیجهٔ کاهش زیاد فشار در لوله خروجی باشد که در اثر شکستگی یا گسیختگی لوله یا اتفاقی مشابه، پدید آمده است.

ارتعاش

ارتعاش ما را در مقابل این سوالات قرار می‌دهد که آیا پمپ و محرک آن پس از نصب در فونداسیون هم محور شده‌اند یا نه. سایر سوالات شامل موارد زیر است:

آیا یاتاقانها بیش از حد گرم می‌شوند؟ آیا ارتعاش فقط از پمپ است یا پمپ و محرک هر دو مرتعش می‌شوند؟ مورد آخر ارتعاش پمپ و محرک نشانه آن است که پمپ و محرک در یک راستا نیستند.

اگر صدا از خط لوله باشد ممکن است به شل بودن صفحهٔ شیر یا رزونانس مشکوک شویم. اگر همهٔ اجزاء ساختمانی یا تمام ایستگاه پمپاژ ارتعاش نماید، احتمال رزونانس وجود دارد. از سویی ارتعاش خطوط لوله و قطعات ساختمانی ممکن است ناشی از قرار گرفتن پمپ یا ساختمان در معرض تنش از طرف لوله‌ها باشد.

گهگاهی پمپ صحیح عمل نمی‌کند.

نشانه‌های کاویتاسیون که فقط گهگاهی اتفاق می‌افتد به پرسشهای زیر منجر می‌شود. تغییرات سطح آب در مخزن مکش، امکان ورود الیاف و نخاله به لوله مکش، احتمال اینکه دمای سیال حین پمپاژ به صورت گذرا افزایش یابد.

اگر ایستگاه پمپاژ بیش از یک پمپ دارد و مشکل فقط زمانی اتفاق می‌افتد که چندین پمپ، بطور همزمان کار کنند سوال بعدی این خواهد بود که آیا پمپها مایع را از چاهک مکش مشترک مکش می‌کنند. در این حالت ممکن است مشکل ناشی از طرح نامناسب چاهک بوده یا موقعیت نامناسب مکش پمپ از چاهک مکش باشد. این پدیده منجر به سوالات بیشتری در رابطه با ابعاد چاهک مکش و چگونگی ورود مایع به چاهک می‌شود.

اگر مشکل زمانی بروز می‌کند که یک پمپ یا بیشتر پمپها کار نمی‌کنند و همه پمپها سیال خود را از یک کلکتور مکش می‌کنند، احتمال دارد که هوا از طریق سایر پمپهایی که در حال کار نیستند به درون کلکتور نشت کند.

سایر اطلاعات مفید قبل از بازدید ایستگاه پمپاژ

چگونه، کی و تحت چه شرایطی، اشکال در کارکرد پمپ آشکار شده است؟ اگر شکایت در مورد این است که پمپ با میزان کارکرد تعیین شده فاصله دارد، می‌بایست توصیف دقیقی از روشی که این نتیجه را حاصل نموده، تقاضا شود.

این روش ممکن است آشکار سازد که منبع شکایت یک اشتباه ساده یا تست غیرقابل اعتماد است. این روش همچنین موجب برانگیختن سوالاتی در مورد تجهیزات بکار رفته، روش کالیبراسیون، موقعیت درپوشهایی که فشارسنج به جای آنها نصب شده، و غیره بشود.

آیا مراحل اصلاح روش انجام شده است؟ نتیجه این اقدامات علتهای احتمالی اشکال گزارش شدهٔ را محدود می‌نماید.

چه تجهیزاتی، ابزارهایی، ماشینهای‌افزاری، اسباب جابجایی و افراد ماهری در ایستگاه در دسترس می‌باشند؟ پاسخها کمک می‌کنند تا تعیین کنیم چه کارهای مقدماتی می‌بایست قبل از بازدید ایستگاه انجام شود.

این مقدمات ممکن است شامل اضافه نمودن سوراخهای روزه‌داری برای متصل کردن فشارسنج، مهیا نمودن تجهیزاتی برای اندازه‌گیری میزان جریان، اندازه‌گیری توان مصرفی و کنترل دقت ابزارها، باشد.

همهٔ این اطلاعات و هرگونه جزئیات اضافی که ممکن است در طی جمع‌آوری اطلاعات مطرح شود، کمک می‌کند که تعیین کنیم چه اقداماتی را قبل از بازدید از ایستگاه پمپاژ انجام دهیم. بررسی مرحله به مرحله اطلاعات فوق ممکن است به حد کافی برای تعیین اشکال موجود مستدل باشد و متخصص پمپ را قادر سازد بهترین پیشنهاد را برای رفع مشکل، ارائه نماید. حتی اگر منبع اشکال از جزئیات گزارش شده معلوم نگردد، تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده به متخصص پمپ کمک می‌کند تستها و آزمونهای بیشتری را پیشنهاد کند که احتمال دارد مشکل را حل کند.

اگر بررسی مرحله به مرحله جزئیات ناموفق باشد، مرحله بعدی بازدید از ایستگاه پمپاژ می‌باشد.

Reference:

Yedidiah , S.:Centrifugal Pump Users Guidebook ,CHAPMAN & HALL ,PP. 273,1996

مطالعه روی عیب «کشیدگی (Sink)» در قطعات چدنی پمپها

مهندس کریم حسن‌پور

سرپرست متالورژی شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران

«قسمت اول»

خلاصه

اکثر قطعات پمپ مانند پروانه، بدنه، پایه یاتاقان، بوش روی محور و اسپایدر از جنس چدن می‌باشند. عیب کشیدگی در این قطعات خیلی معمول می‌باشد. عیب کشیدگی پدیده‌ای است که در ریخته‌گری کمتر قابل درک است و معمولاً با عیب انقباضی (shrinkage) یا مک‌گازی (blow) به اشتباه یکی گرفته می‌شود.

عیب کشیدگی ناشی از تأثیر فزاینده واکنش متقابل چندین پارامتر در ریخته‌گری می‌باشد. این پارامترها اولاً به مشخصات فلزی مانند خواص شیمیائی، دما، درجه جوانه‌زنی و ثانیاً به خواص قالب مانند صلبیت قالب، سیستم راهگاهی و تغذیه‌گذاری و ثالثاً به مشخصات ماهیچه مثل نحوهٔ خروج گاز، رنگ و وزن ماهیچه برمی‌گردد و نهایتاً این عیب می‌تواند ناشی از خواص طراحی مانند وزن و مدول حجمی قطعه باشد.

یکصد و سی پنج آزمایش روی چهار نوع قطعه ریخته‌گری با چهار نوع ماسه ماهیچه‌گیری و سه نوع ترکیب شیمیائی برای رویت واکنش پارامترهای بالائی در پیدایش این نوع عیب انجام شده است و یک مدل ریاضی برای این منظور تهیه شد که ضریب جدیدی بنام «S» را معرفی می‌کند.

این ضریب اکثر واکنش‌های متقابل تمام پارامترها را دربرمی‌گیرد و در پیش‌بینی احتمال حضور این عیب، بطور دقیق عمل می‌نماید. ضریب «S» قادر است در جلوگیری از این عیب نقش منطقی و قابل قبولی را بازی می‌کند.

مقدمه

عیب کشیدگی (Sink) معمولاً در تمام قطعات چدنی پمپ رایج می‌باشد. این قطعات شامل پروانه، بدنه، پایه یاتاقان، بوش روی محور، اسپایدر و... می‌باشد. عیب کشیدگی حفره‌ای است که معمولاً تمام مشخصات عیب انقباضی را دارا می‌باشد ولی معمولاً در قسمتهایی از قطعه اتفاق می‌افتد که با ماهیچه در تماس می‌باشد و اکثراً در نقاط ضخیم قطعه بروز می‌نماید.

علت اساسی انقباض حجم قطعه است که از تبدیل حالت مایع به حالت جامد در قالب اتفاق می‌افتد. سایر عوامل فرعی نیز مهم می‌باشند. این عوامل روی اندازه، ظاهر و موقعیت عیب تأثیر می‌گذارند. از عوامل اصلی دیگر وجود گاز است که از قالب و ماهیچه متصاعد می‌شود همچنین فشار محیط، آنالیز فلز و تغییر شکل دیواره قالب از عوامل اصلی بشمار می‌روند.

عیب کشیدگی اساساً وقتی اتفاق می‌افتد که آلیاژ معمولاً از نوع یوتکتیک باشد و مذاب با دمای بالا در قالب ریخته‌گری شود مخصوصاً وقتی که تغذیه ناکافی در قطعه منظور شود و ضخامت قطعه در اطراف ماهیچه زیاد باشد.

این عیب معمولاً در ترکیب هیپریوتکتیک (hypereutectic) نیز، بعلت انبساط بالای قالب ناشی از رسوب گرافیت‌های کیش (گرافیت نوع C) اتفاق می‌افتد.

در حالی که عیب کشیدگی ناشی از ماهیچه باشد حفره‌ای تشکیل می‌شود و گاز یا هوا (با فشار محیط) به آن منطقه رسیده و با حفره انقباضی واکنش انجام داده و نهایتاً به عیب کشیدگی منجر می‌گردد.

رایج است که کلمه انقباض (shrinkage) و بعضی وقتها مک گازی (blowhole) معادل عیب کشیدگی در نظر گرفته می‌شود ولی این تشابه بهیچوجه صحیح نمی‌باشد.

حفره‌های انقباض واقعی در چدن سفید، چدن خالدار (mottled) و چدن کم کربن ظاهر می‌شود. لذا اصطلاح انقباض کاذب یا عیب کشیدگی ترجیح داده می‌شود.

چندین عامل اصلی در پیدایش عیب کشیدگی مؤثرند و این عوامل روی همدیگر تأثیر متقابل دارند ضروری است روی تأثیر آنها برای جلوگیری از این عیب، مطالعه و تحقیق انجام شود.

۲ـ عوامل مؤثر در عیب کشیدگی

کارهای تحقیقاتی که بوسیله BCIRA بشرح زیر طبقه‌بندی شده است علت ایجاد عیب کشیدگی شناخته شده‌اند.

- دمای بالای باریزی
- صلب نبودن قالب
- رضایتبخش نبودن آنالیز چدن یا درجه جوانه‌زنی
- عدم تغذیه‌گذاری
- ناکافی بودن سیستم راهگاه گذاری و تغذیه گذاری

شایسته است دو عامل مهم زیر به این لیست اضافه شود:

- خواص ماهیچه
- شکل هندسی قطعه ریخته‌گری

تأثیر درجه حرارت بالای باریزی می‌تواند بدو طریق اعمال شود، اول با افزایش دمای باریزی مقدار انقباض افزایش می‌یابد. در ثانی دمای بالا باعث تغییر شکل در قالب شده و تصاعد

گاز را موجب می‌گردد. بنابراین باید مذاب را حدالامکان در پایین‌ترین دما ریخت تا نه تنها عیب کشیدگی رفع شود بلکه منجر به سایر عیوب نیز نگردد. اهمیت صلبیت قالب برای ریخته‌گران نیازی به تأکید ندارد. برای تولید قطعات سالم، صلب بودن قالب ضروری است.

۱-۲- آنالیز آلیاژ و مشخصات انجماد

در مورد چدن خاکستری، انبساط ناشی از تشکیل گرافیت تحول یوتکتیکی و همچنین مقدار آن، انقباض مرحله انجماد را جبران می‌نماید. در این حالت انبساطی که در داخل لایه‌های سطحی قطعه منجمد شده اتفاق می‌افتد باعث پس زدن مذاب از قسمت مرکزی شده و در نتیجه حفره‌ای ایجاد می‌شود. این حفره با مذاب باقیمانده پر نمی‌شود زیرا ارتباط تغذیه آن قسمت با شبکه صلب کریستال‌های دندریتی قطع می‌گردد.

عیب کشیدگی مطمئناً وقتی آشکار می‌شود که چدن با ترکیب تحول هیپریوتکتیکی در درجه حرارت بالاتر بارریزی شود و قسمتهای ضخیم قطعه دارای سیستم تغذیه ناکافی باشد همچنین این عیب با ترکیب هیپریوتکتیکی که دارای بالاترین مقدار انبساط می‌باشد، اتفاق می‌افتد.

چدن خاکستری بنابر مشخصات انجماد، در محلهایی که انقباض ناشی از انجماد نتواند جبران شود، بصورت مقعّر خود را نشان می‌دهد.

انبساط چدنهایی با کربن بالا و کم استحکام زیر ۳۰/۰۰۰psi، در موقع انجماد بعلت وجود گرافیت زیاد، بیشتر از انقباض‌شان می‌باشد، در این مورد استثناء می‌باشند.

وقتی احتمال عیب کشیدگی در قطعه وجود دارد مقدار کربن و سیلسیم را تا حدی که مشخصات مکانیکی اجازه می‌دهد، افزایش دهید.

نسبت کربن به سیلسیم (C/Si) را تا مقدار $\frac{1.75}{1}$ نگهدارید. افزایش مقدار عناصر آستینت‌زا

مانند منگنز، نیکل، مس و قلع در جلوگیری از عیب کشیدگی مفید خواهد بود.

باید در نظر گرفته شود چدنهایی با کربن معادل ثابت ولی با کربن و سیلسیم متغیر دارای خواص یکسان نمی‌باشند، برای مثال کربن بیش از دو برابر کربن معادل در جلوگیری از ایجاد انقباض مؤثرتر است.

۲-۲- مشخصات ماهیچه

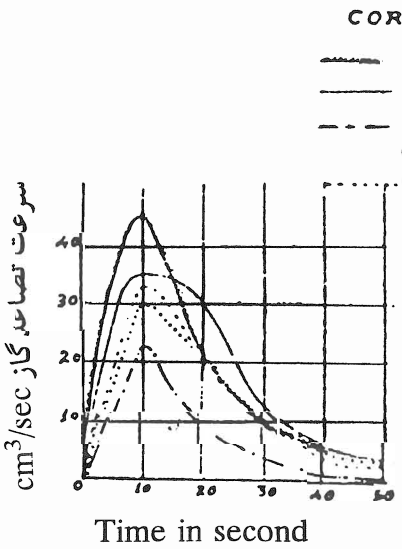
عیب کشیدگی در تماس مذاب با ماهیچه تشکیل می‌شود و مشخصات ماهیچه بطور یقین در ظهور این عیب مؤثر می‌باشد.

مشخصات ماهیچه شامل:

- تصاعد گاز ماهیچه
- هواگیری ماهیچه
- شکل هندسی ماهیچه می‌باشد.

آقای Worman کار هایی روی ایجاد گاز ماهیچه و روشهای جبرانی برای حذف عیوب ناشی از گاز ماهیچه انجام داده است.

شکل ۱- یافته‌های او را در مورد تصاعد گاز برای چسبهای مختلف نشان داده است.



شکل ۱- مقایسه تصاعد گاز ماهیچه‌ها با چسب‌های مختلف

او همچنین فرمولی را به شرح زیر برای محاسبه فشار ایجاد شده توسط گاز ماهیچه ابداع نموده است:

$$P = \frac{k \cdot (St-Sg) \cdot g \cdot d \cdot c}{St \cdot p}$$

P = فشار بر حسب PSI

St = سطح تماس مذاب با ماسه (in^2)

Sg = سطح گاز ماهیچه ایجاد شده در ماهیچه

g = گاز ایجاد شده cm^3/gm

d = وزن مخصوص g/cm^3

c = درصد ماهیچه از هم پاشیده شده

p = قابلیت از هم پاشیدگی $cm^4/g-min$

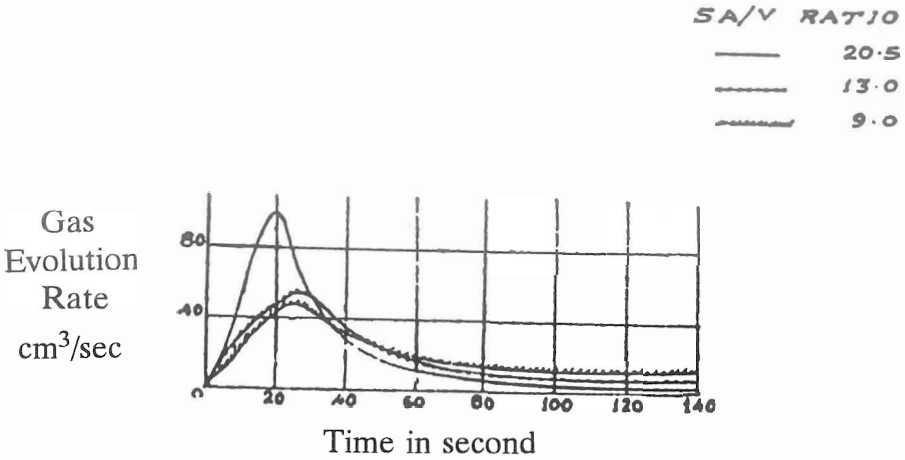
k = ضریب تبدیل (1.0185)

چهار اینج مکعب مذاب چدن برای ایجاد یک PSI گاز ماهیچه کافی است. بنابراین فرمول آقای Worman قادر است مقدار گاز بهینه را برای جلوگیری از فشار زیاد محاسبه نماید که سرعت تصعید آن در ظهور عیب کشیدگی نقش مهمی دارد، همچنین سطح گاز ماهیچه نقش مهمی را ایفا می‌کند.

عیب کشیدگی در سال ۱۹۴۷ (البته نه به این نام) در انتشارات AFS گزارش گردیده و یادآور شده بود که ایجاد سیستم خروج گاز از قالب و کم کردن چسب ماهیچه باعث جلوگیری از این عیب خواهد بود.

شکل هندسی ماهیچه هم نقش مهمی دارد و مقدار گاز ایجاد شده با نسبت سطح به حجم ($\frac{S_A}{V}$) آن رابطه مستقیم دارد چنانکه در شکل (۲) مشاهده می‌شود هر چه این نسبت بزرگتر باشد

عیب کشیدگی بیشتر خواهد بود و در این شکل کارهای انجام شده توسط آقای Worman نشان داده شده است.



شکل ۲ـ اثر نسبت سطح به حجم ماهیچه در ایجاد گاز

ماهیچه همچنین در خروج حرارت از قطعه تأثیر مستقیمی دارد.

تحقیقات نظری نشان می‌دهد سطوحی که با ماهیچه در تماسند حرارت را از فلز مذاب جذب می‌کنند و در همان زمان از سوختن چسب ماهیچه که بعنوان یک سوخت عمل می‌نماید، ظرفیت حرارتی محیط بالا می‌رود و در نتیجه جریان حرارتی معکوس شده و بسمت سطوح دیگر قطعه ریخته‌گری که مستعد جذب حرارت هستند پراکنده می‌شود.

۳ـ۲ـ شکل هندسی قطعه ریخته‌گری

عیب کشیدگی در قسمتهای ضخیم قطعه روی می‌دهد. بنابراین شکل هندسی قطعه نقش مهمی ایفا می‌نماید.

طراحی خاص در قسمتهایی که ذاتاً دارای مدول حجمی بالایی هستند یا مستعد تغذیه‌گذاری موضعی می‌باشند باید انجام شود تا از این عیب جلوگیری شود.

ساندرز (Sanders) مطالعاتی روی بی‌اثرسازی، محیط قالبگیری و مدول حجمی $(\frac{V}{S_A})^2$ قطعه نسبت به خروج حرارت از مذاب فلزات مختلف انجام داده است.

او فرمول زیر را برای پیدا کردن زمان انجماد چدنهایی با ترکیب شیمیایی یوتکتیکی برای قطعاتی با شکل هندسی ساده پینشهاد کرده است.

$$T_f = \frac{2.76}{K^2} \times \frac{(V)^2}{S_A}$$

T_f = زمان انجماد به ساعت

K^2 = برای قطعات کره، مکعب و استوانه‌ها ۴/۳۶۸
برای قطعات میلگرد، مقاطع چهارگوش ۳/۶۸۶

V = حجم قطعه ریختگی (in^3)

S_A = سطح قطعه ریختگی (in^2)

K = ضریب متغیر شکل (in/hr)

T_f (زمان انجماد) از اهمیت بالائی برخوردار است مخصوصاً وقتی که با زمان خروج گاز از ماهیچه مقایسه شود. بسیار جالب خواهد بود که به ارتباط ما بین این دو زمان و رفتار متقابل آنها در بوجود آمدن عیب کشیدگی پی برده شود.

زمان انجماد بستگی به توان دوم $(\frac{V}{S_A})$ دارد و نقش شکل هندسی خیلی بارز می‌باشد. بعنوان مثال شکلهای غیرمنظم زمان انجماد زیادی دارند.

۳ـ عیب کشیدگی در قطعات پمپ

قطعات زیر در پمپ در معرض ایجاد عیب کشیدگی قرار دارند.

۱ـ پروانه

۲ـ پایه یاتاقان

۳ـ بدنه‌ها

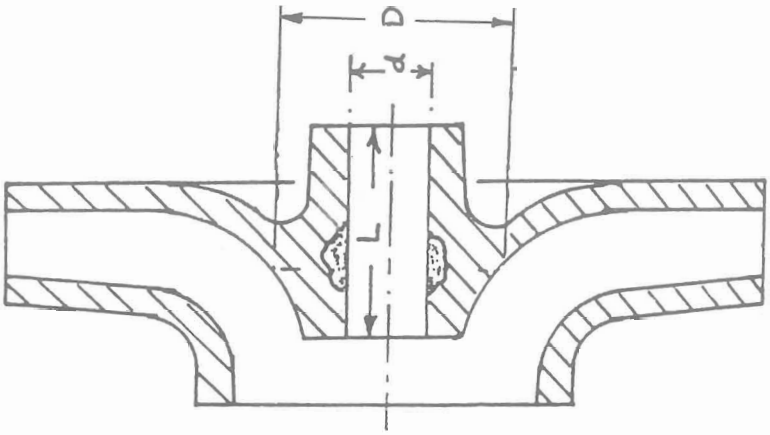
۴ـ بوش روی محور

۵ـ اسپایدر

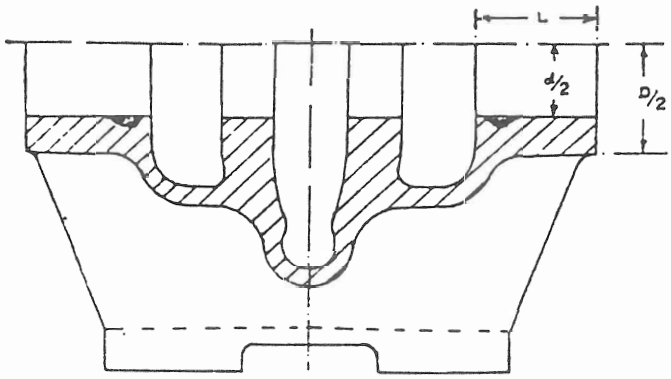
۶ـ قطعه واسطه (insert)

بسیاری از این قطعات در شکلهای ۳ تا ۸ نشان داده شده است. در این شکلها همچنین موقعیت امکان بوجود آمدن عیب کشیدگی نشان داده شده است.

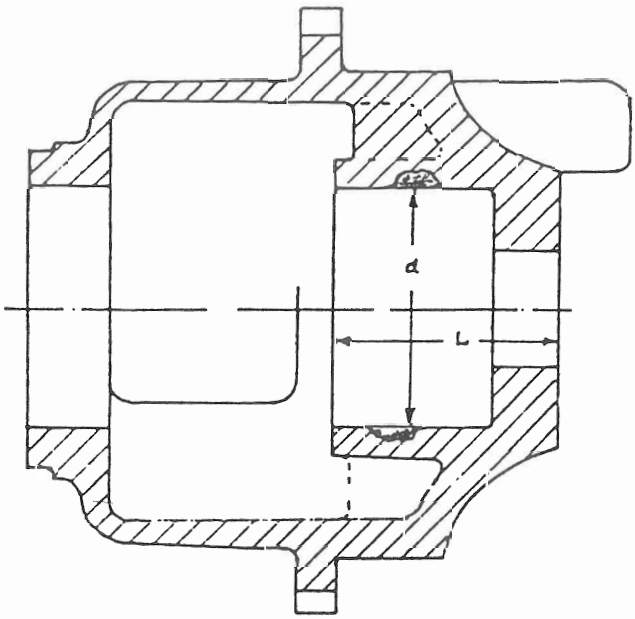
در بوجود آمدن عیب کشیدگی وزن قطعه، مدول حجمی قطعه و نوع ماهیچه و وزن ماهیچه تأثیر اصلی را دارند.



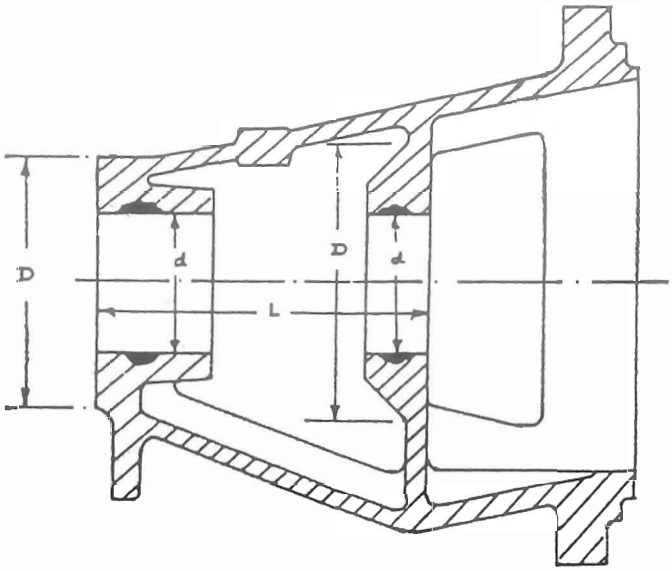
شکل ۳ـ عیب کشیدگی در پروانه پمپ



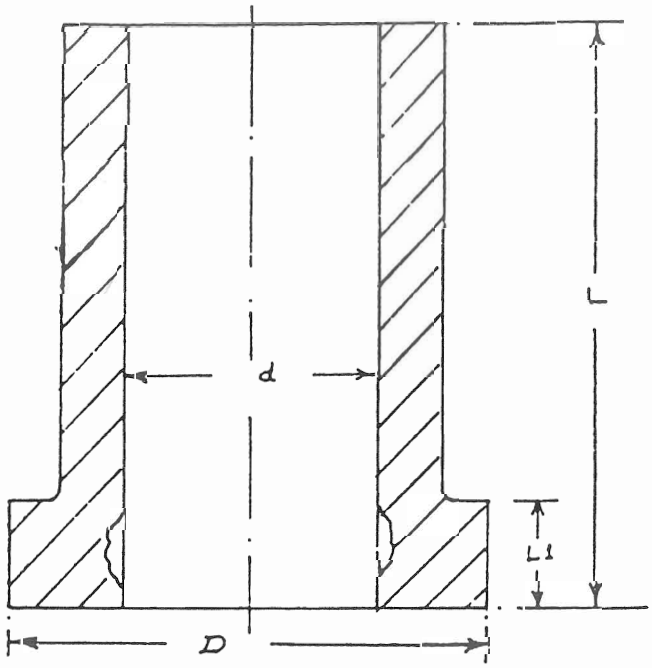
شکل ۴ـ عیب کشیدگی در پوسته پمپ



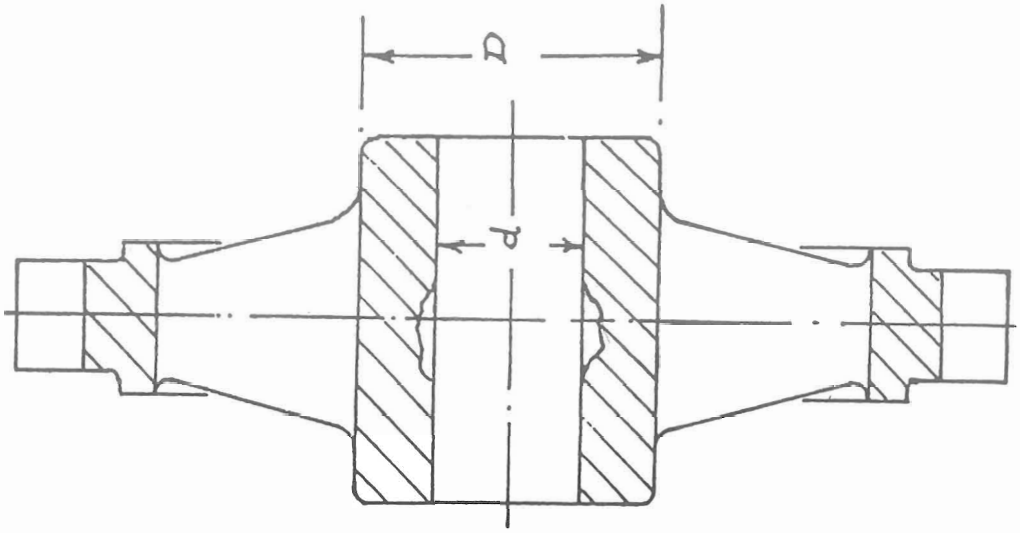
شکل ۵ـ عیب کشیدگی در قطعه واسطه پمپ



شکل ٦ـ عیب کشیدگی در قطعه پایه یاتاقان پمپ



شکل ۷ـ عیب کشیدگی در بوش روی محور پمپ



شکل ۸ـ عیب کشیدگی در قطعه اسپایدر پمپ

نیروهای شعاعی و محوری در پمپ‌های گریز از مرکز و نحوهٔ تعادل آنها

مهندس دیار عصمتی

کارشناس طراحی مکانیکی شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران

هنگامی که سیال موجود در پمپ توسط پروانه به حرکت درمی‌آید، ارتفاع سیال به اندازهٔ مشخص H_2 افزایش می‌یابد. این ارتفاع شامل یک ارتفاع فشار استاتیکی H_{P_2} و ارتفاع سرعت $\frac{C_2^2}{2g}$ می‌باشد که C_2 سرعت مطلق سیال در خروجی پروانه است.

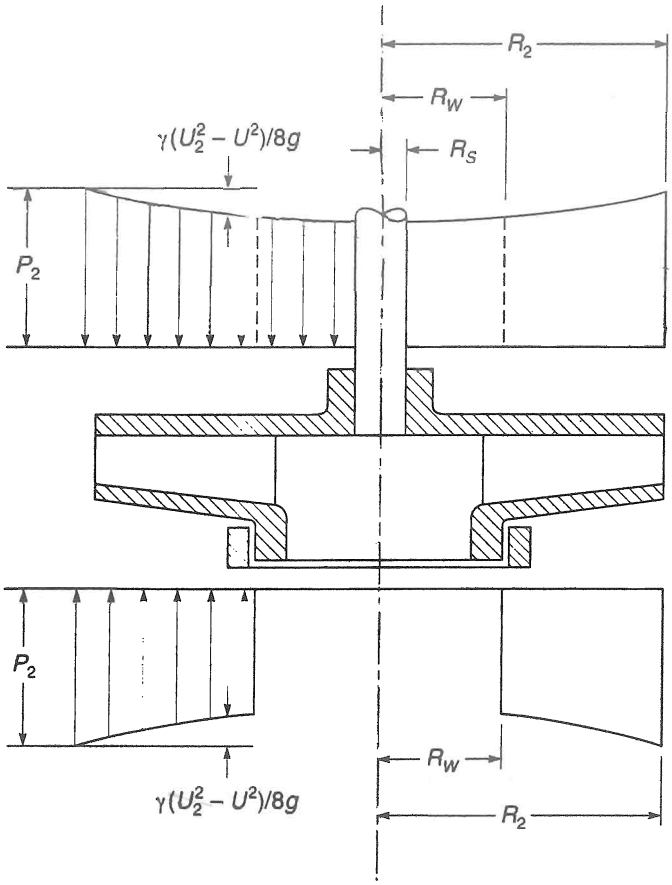
فشار در خروجی پروانه (P_2) برابر γH_{P_2} است که γ وزن مخصوص سیال می‌باشد. این فشار P_2 به همه جا، از جمله فضای بین صفحات جانبی پروانه و محفظه، وارد می‌شود که در حین حرکت چرخشی سیال موجود در این فضا، فشار وارد به صفحات جانبی متناسب با شعاع‌ها تغییر می‌کند. در مقاصد علمی، می‌توان فرض کرد که سیال بین صفحات جانبی و محفظهٔ با سرعتی معادل نصف سرعت زاویه‌ای پروانه، گردش می‌کند و بنابراین توزیع فشار روی دیواره‌های یک پروانه بسته را با معادلهٔ زیر می‌توان تقریب زد:

$$\frac{P_2 - \gamma(U_2^2 - U^2)}{8g} \qquad (۱)$$

در رابطهٔ بالا U_2 سرعت محیطی در خروجی پروانه و $U=R\omega$ سرعت محیطی در هر شعاع دیگر است.

در نتیجه می‌توان، اثر گردش سیال ما بین صفحات جانبی و محفظه را به صورت توزیع فشار

روی صفحات جانبی پروانه مطابق شکل (۱) نشان داد.



شکل ۱ـ توزیع فشار روی صفحات جانبی یک پروانهٔ بسته

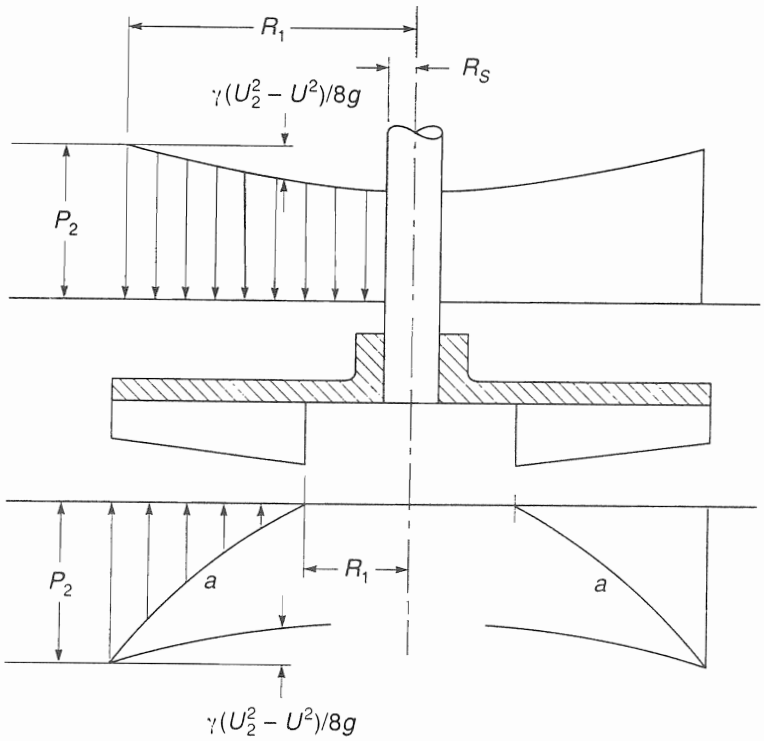
مطابق شکل، در طرف توپی پروانه (طرف محور) فشار سیال بر سطحی که از شعاع خارجی R_2 تا شعاع محور R_s را پوشش می‌دهد، وارد می‌شود و در طرف مکش، فشار P روی سطحی وارد می‌شود که فقط تا شعاع رینگ سایش R_w ادامه دارد.

در نتیجه، در طرف توپی پروانه نیرویی متعادل نشده به سطح بین R_s و R_w وارد می‌شود. مقدار این نیرو برابر است با:

$$T = 2\pi \int_{R_s}^{R_w} PRdR. \qquad (۲)$$

نیروی محوری در پروانهٔ نیمه باز

نیروی محوری وارد به طرف توپی یک پروانهٔ نیمه باز، دقیقاً برابر نیروی وارد به یک پروانهٔ بسته می‌باشد، شکل (۲). ولی در پروانه‌های نیمه باز، نیروی وارد به طرف مکش کوچکتر است. در پروانه‌های بسته، همچنانکه مشاهده شد، نیروی وارد بر سطح بین R_2 و R_w در دو طرف پروانه، برابر ولی در جهت مخالف هم بودند اما در پروانه‌های نیمه باز فشار در طرف مکش مطابق منحنی شکل (۲) توزیع می‌شود.



شکل ۲ ـ توزیع فشار محوری روی پروانهٔ نیمه باز

شکل منحنی، وابستگی زیادی به طرح کانالهای آب در پروانه دارد. در تئوری می‌توان شکل منحنی را از افزایش ارتفاع سیال در کانال‌های پروانه (با استفاده از معادلهٔ 7-1 مرجع) بدست آورد. در واقع، فشار بین این کانالها در هر شعاعی ثابت نیست و در طول کمانهای داده شده بین دو پرهٔ متوالی تغییر می‌کند. (معادله 9-1 مرجع)

متعادل کردن نیروی محوری

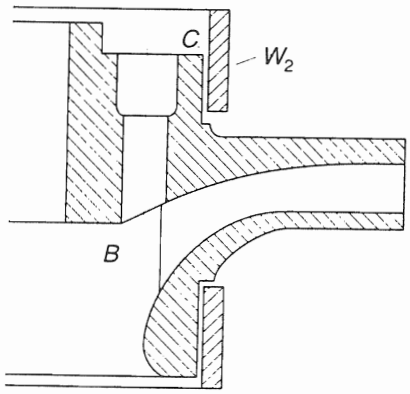
استفاده از یاتاقانهای کفگرد معمول‌ترین روش جهت جبران نیروی محوری می‌باشد. در بیشتر موارد این روش کارآترین نوع متعادل کردن است ولی گاهاً به دلیل نیاز به استفاده از یاتاقانهای بزرگ و سنگین، هزینهٔ ساخت پمپ افزایش یافته و آن را قابل ملاحظه می‌سازد.

در بعضی موارد دیگر، ممکن است نیروی محوری به قدری بزرگ باشد که فقط با استفاده از یاتاقانهایی با طرح خاص بتوان آن را متعادل کرد، که در این روش هم باز هزینه پمپ بالا رفته و آن را غیراقتصادی می‌کند.

بنابراین در حالتهای مختلف، بسته به شرایط موجود، روشهای مختلف متعادل کردن نیروی محوری بکار گرفته می‌شود.

متعادل کردن نیروی محوری در پمپ یک طبقه

معمول‌ترین روش تعادل در پروانه‌های یک طبقه تعبیهٔ رینگ سایش دوم W_2 در پشت پروانه (مطابق شکل ۳) و ایجاد سوراخهای تعادل B جهت ایجاد ارتباط بین فضای C و چشم پروانه‌ها، است.

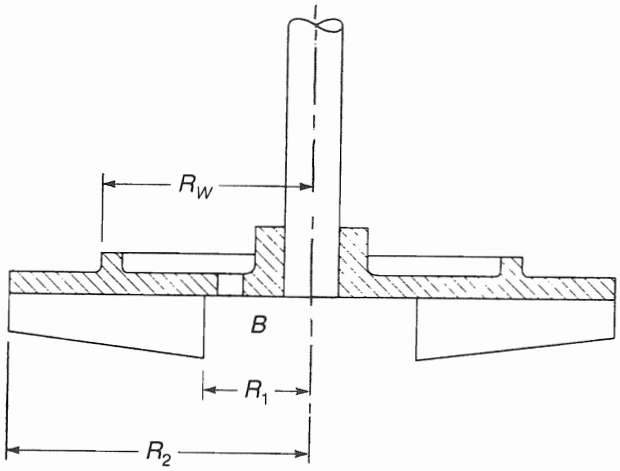


شکل ۳ـ متعادل کردن نیروی محوری با یک رینگ سایش پشتی W_2 و سوراخهای تعادل B

این فرایند بر این فرض استوار است که سوراخهای تعادل B فشار مابین فضای C و چشم پروانه را برابر می‌سازد. بنابراین، اگر رینگ سایش دوم W_2 را با شعاعی برابر با رینگ سایش طرف مکش، تعبیه کنیم، به یک تعادل کامل دست پیدا می‌کنیم.

ولی در عمل، این کار به طور کامل انجام نمی‌شود. لقی‌های اجتناب‌ناپذیر موجود بین سطوح ثابت و گردشی رینگهای سایش موجب نشت جریان سیال از طرف فشار این رینگها به قسمت چشم پروانه می‌شود. در طرف مکش، نشت جریان به طور مستقیم وارد چشم پروانه می‌شود اما در طرف توپی، ابتدا سیال از طرف فشار به فضای C راه پیدا کرده و از آنجا از طریق سوراخهای B به قسمت چشم پروانه وارد می‌شود. فشار در فضای خالی C با در نظر گرفتن افت فشار در سوراخهای B، باید بیشتر از چشم پروانه باشد. بنابراین، معمولاً با انتخاب ابعاد و تعداد سوراخ تعادل مناسب، می‌توان این اختلاف فشار را در حد قابل قبول نگه داشت.

در پروانه‌های نیمه باز توزیع فشار متفاوت است و نیروهای محوری در طرفین صفحات

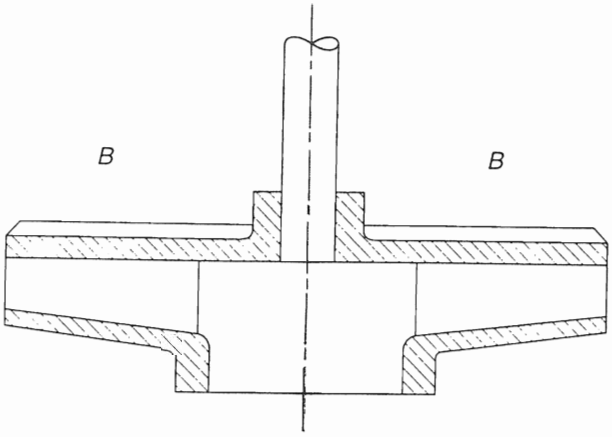


شکل ۴ـ متعادل کردن پروانهٔ نیمه باز با رینگ سایش

جانبی پروانه کاملاً متفاوت هستند. جهت جبران این تفاوت نیرو، شعاع R_w رینگ سایش شکل (۴) باید به اندازهٔ کافی بزرگ باشد به طوری که نیروی محوری حاصل از فشار سیال روی سطح باقیمانده بین شعاع‌های R_2 و R_w در طرف توپی، مخالف و برابر نیروی محوری وارد شده به طرف مکش پروانه بین شعاع‌های R_2 و R_1 باشد شکل (۴).

ولی وجود تیپ‌های مختلف پروانه باعث بروز مشکلاتی خواهد شد، به این صورت که، معمولاً یمیها با تراش پروانه‌های مختلفی به بازار عرضه می‌شوند و اگر رینگ سایش پروانهٔ نیمه باز برای نیروی محوری حاصله از پروانه‌ای با قطر کامل طراحی شود، این رینگ عدم تعادلی قابل ملاحظه را، در صورت استفاده از پروانهٔ تراش خورده، بوجود می‌آورد. یک روش جلوگیری از بروز چنین مسائلی، متعادل کردن نسبتاً کامل بار محوری روی پروانه بدون تراش است و باید حواشی پروانه‌های تراش خورده نیز در نظر گرفته شود.

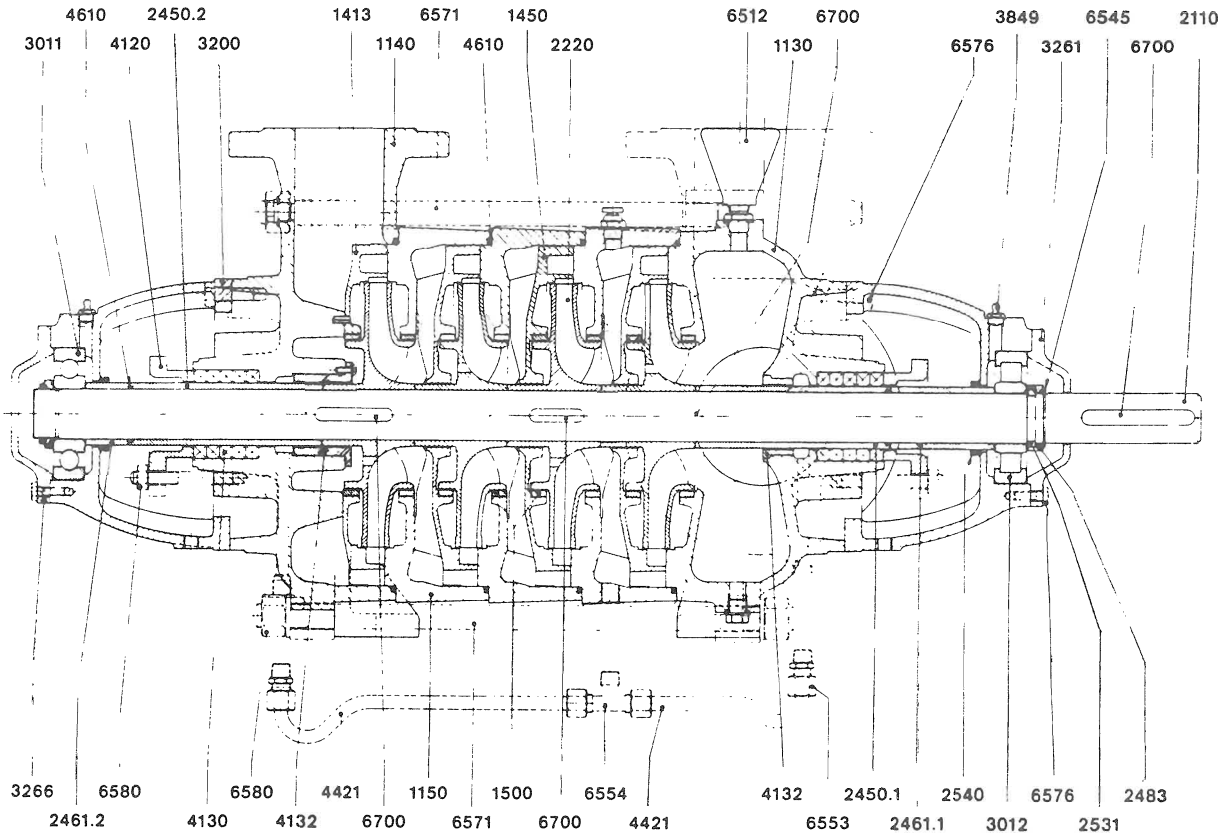
روش دیگر کاهش نیروی محوری، تعبیهٔ پروانه با پره‌های پشتی می‌باشد شکل (۵). چنین روشی مخصوصاً برای پمپ‌های حامل سیالات ساینده مناسب می‌باشد. این پره‌ها همچنین باعث



شکل ۵ـ متعادل کردن نیروی محوری با پره‌های پشتی B

دور نگهداشتن ذرات جامد از راهگاه محفظهٔ آببندی می‌شود. در پروانه‌های نیمه باز، پره‌های پشتی باعث سهولت نگهداری تعادل نیروی محوری وارد به دو طرف پروانه در محدودهٔ گسترده‌ای از تراش پروانه‌ها خواهد بود. این پره‌ها معمولاً باعث افزایش توان مصرفی پمپ شده لذا راندمان پمپ را پائین خواهد آورد.

در نهایت، نیروی محوری پمپهای یک طبقه را می‌توان با طراحی پروانه‌های دومکشه، خنثی نمود. در تئوری چنین روشی یک تعادل کامل را بوجود می‌آورد ولی در عمل این تعادل محوری ممکن است با کم دقتی‌های حین ساخت و یا نامناسب بودن خط‌مکش و یا هر دو، مختل شود.



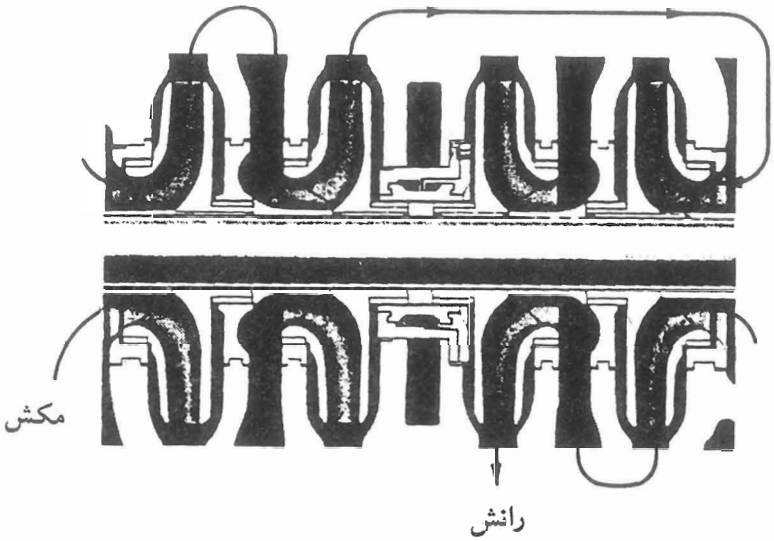
شکل ٦ـ تعادل نیروی محوری در پمپ چند طبقه

متعادل کردن نیروی محوری در پمپهای چند طبقه

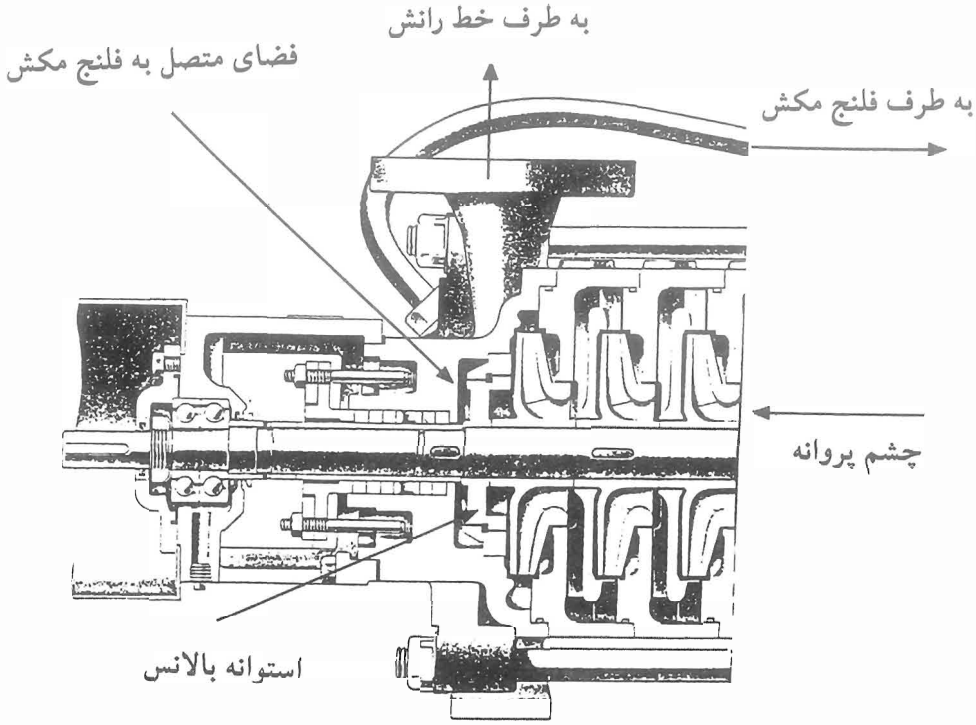
یک روش جهت تعادل نیروی محوری در پمپ چند طبقه، متعادل کردن تکی هر کدام از پروانه‌های با تعبیهٔ رینگ سایش می‌باشد شکل (۶). روش دیگر استفاده از ترتیب پشت به پشت پروانه‌ها، مطابق شکل (۷) است. با داشتن چند جفت پروانه و اعمال این روش، نیروی محوری به طور کامل خنثی خواهد شد.

تعادل نیروی محوری در پمپ چند طبقه

ولی چنین ترتیبی مستلزم وجود راهگاههای پیچیده‌ای بین هر طبقه با دیگری می‌باشد. این کار افت‌های هیدرولیک را افزایش داده و به ریخته‌های پیچیده و متعاقب آن به افزایش هزینه‌های تولید ریخته‌هایی با کیفیت، نیاز دارد.



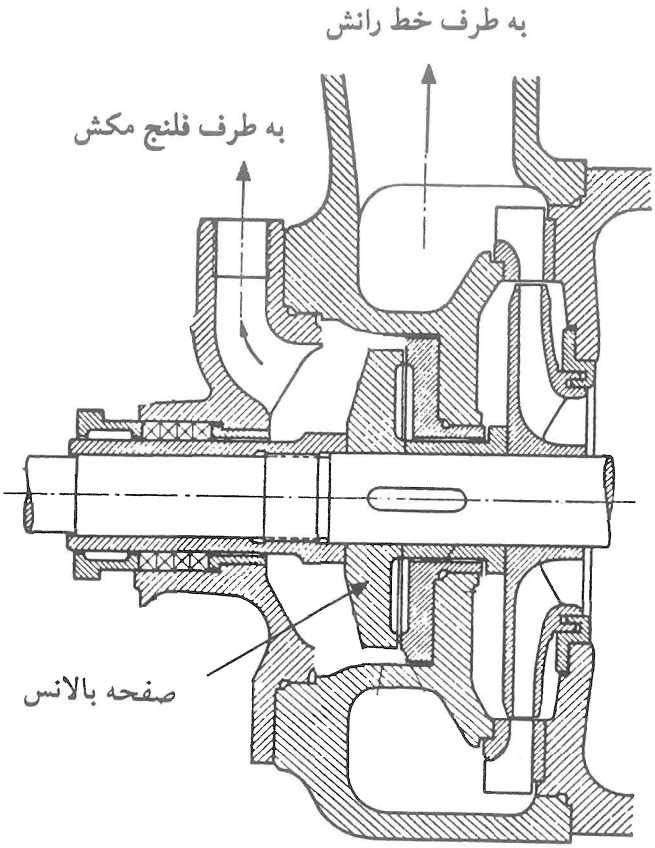
شکل ۷ـ تعادل نیروی محوری با پروانه‌های پشت به پشت



شکل ۸ـ متعادل کردن نیروی محوری با استوانهٔ بالانس

نقطهٔ ضعف چنین روشی وجود پروانه‌های راست‌گرد و چپ‌گردی است که از خارج کاملاً شبیه به هم هستند. این مسئله ممکن است، منجر به اشتباهات پرهزینه در طول مونتاژ یا دمونتاژ شود.

روش دیگر متعادل کردن نیروی محوری استفاده از پیستون بالانس شکل (۸) یا صفحهٔ بالانس است. در چنین حالتی نیروی محوری توسط یک استوانه یا صفحه جذب می‌شود. این وسیله در معرض کل فشار تولید شده توسط پمپ، بر روی یکی از پیشانی‌های خود، خواهد بود. پیشانی دیگر این وسیله در معرض فشار مکش در ورودی پروانهٔ اول خواهد بود.



شکل ۹ـ متعادل کردن نیروی محوری با صفحهٔ بالانس

مقایسه روشهای استفاده از رینگهای تعادل تکی و وسیلهٔ بالانس تکی

اضافه کردن یک عدد رینگ سایش به هر پروانه شکل (۶)، تلفات ناشی از نشت سیال از بین لقی موجود در رینگهای اضافی را افزایش می‌دهد.

از روابط حاکم بر نشتی، مقدار Q_L نشت از بین این لقی را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$Q_L = KA\,[2g\,H_d]^{0.5} \qquad (۳)$$

که :

K = یک ضریب که مقدار آن به نسبت طول به عرض لقی بستگی دارد.

A = سطح عبور جریان (سطح لقی)

H_d = اختلاف فشار ارتفاع در دو طرف لقی

کل توان مصرفی اضافی ناشی از نشت در لقی‌های رینگ سایشی برابر است با n برابر تلفات اضافی ناشی از نشت در یک طبقه:

$$L = \gamma\ (nH)QL \qquad (۴)$$

که :

n = تعداد طبقات

H = ارتفاع تولید شده توسط یک طبقه

حال فرض کنیم به جای این که هر پروانه به صورت تکی متعادل شود، از استوانهٔ بالانس با همان قطر و عرض لقی رینگهای سایش پشتی، استفاده شود، در این صورت نشت ناشی از این استوانه بالانس برابر خواهد بود:

$$QL_t = KA[2gnH_d]^{0.5} = QL[n]^{0.5} \qquad (۵)$$

و این رابطه نشان می‌دهد که توان مصرفی اضافی از نشت استوانهٔ بالانس برابر $n(H)QL_t$ است و یا:

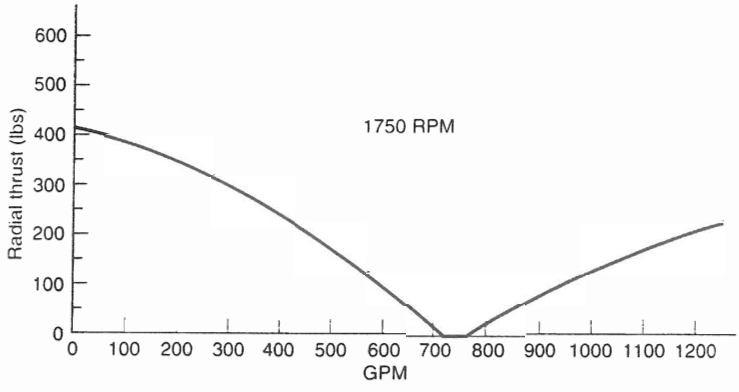
$$L_c = \gamma(nH)QL[n]^{0.5} \qquad (۶)$$

و در نهایت توان مصرفی ناشی از نشت در استوانهٔ بالانس $(n)^{0.5}$ برابر حالتی است که هر پروانه به صورت تکی بالانس شود. ولی استفاده از وسیلهٔ بالانس تکی مزایای ویژه‌ای دارد که عبارت است از مونتاژ راحت‌تر یک وسیله در انتهای پمپ به جای مونتاژ تکی در هر پروانه و مسائلی چون دمونتاژ، تعمیرات یا تعویض قطعات (رینگهای سایش). موارد اشاره شدهٔ فوق باعث افزایش هزینه‌های تعمیر و نگهداری می‌شوند.

نیروی شعاعی

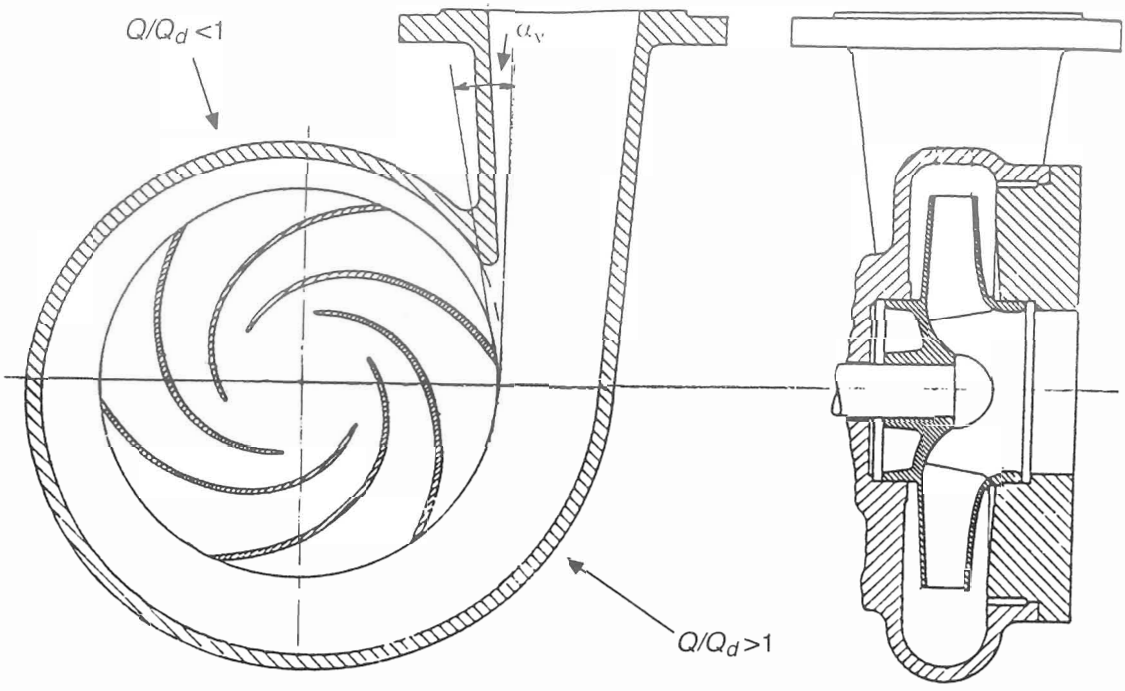
علاوه بر نیروی محوری، سیال پمپ شده نیرویی در جهت عمود بر محور پمپ به پروانه وارد می‌کند. مقدار این نیرو به ابعاد پمپ و فشار تولید شده توسط پمپ و همچنین پارامترهای دیگری چون طرح شکل محفظه و نسبت آبدهی پمپ Q به آبدهی نامی Q_d (که پمپ برای این آبدهی طراحی شده است) بستگی دارد.

در صورتی که پمپ از نوع تک حلزونی معمولی باشد، کمترین مقدار نیروی شعاعی در نسبت آبدهی $\frac{Q}{Q_d}=1$ خواهد بود و با افزایش انحرافات، مقدار نیروی شعاعی نیز افزایش می‌یابد. شکل (۱۰)



شکل ۱۰ ـ نیروی شعاعی روی یک پروانهٔ 6×4in در آبدهی‌های مختلف

در نسبت‌های آبدهی $\frac{Q}{Q_d} < 1$، جهت نیرو معمولاً جائی بین ۳۰ درجه و ۱۰۰ درجه نسبت به گلوئی محفظه می‌باشد. بطوریکه در شکل (۱۱) با پیکان A نشان داده شده است. در نسبتهای آبدهی بزرگتر از یک $\frac{Q}{Q_d} > 1$ نیرو معمولاً خلاف جهت نشان داده شده، می‌باشد.



شکل ۱۱ـ محفظهٔ اصلاح نشده استفاده شده بوسیله Worster در آزمایشهایش (α_v زاویهٔ بین محیط پروانه و منحنی حلزونی است)

عملاً پمپهای گریز از مرکز به ندرت در آبدهی‌های بزرگتر از نسبت $\frac{Q}{Q_d}=1$ استفاده می‌شوند. در چنین مواقعی، چنانکه از شکل (۱۰) پیداست، نیروی شعاعی در حالت خفگی به بیشترین مقدار خود می‌رسد. همچنانکه پیش‌تر اشاره شد، مقدار نیروی شعاعی می‌تواند با شکل هندسی محفظه، تغییر کند. بنابراین، با مطالعهٔ اثرات کیفی، پارامترهای طراحی مختلف روی مقدار نیروی شعاعی، در صنعت پمپ بر ارتباط مقدار نیروی محوری با سطح خروجی پروانه (B_2D_2) (شکل۱۲) و ارتفاع تولید شدهٔ H_0 در نقطهٔ خفگی پمپ، موافقت شده است.

در ایالت متحده، قابل قبول‌ترین رابطه برای بیان نیروی شعاعی

$$T_0 = \frac{KB_2D_2H_0S}{2.31} \qquad (۷)$$

است.

به طوریکه:

T_0 = کل نیروی نقاطعی در نقطهٔ خفگی پمپ به پوند

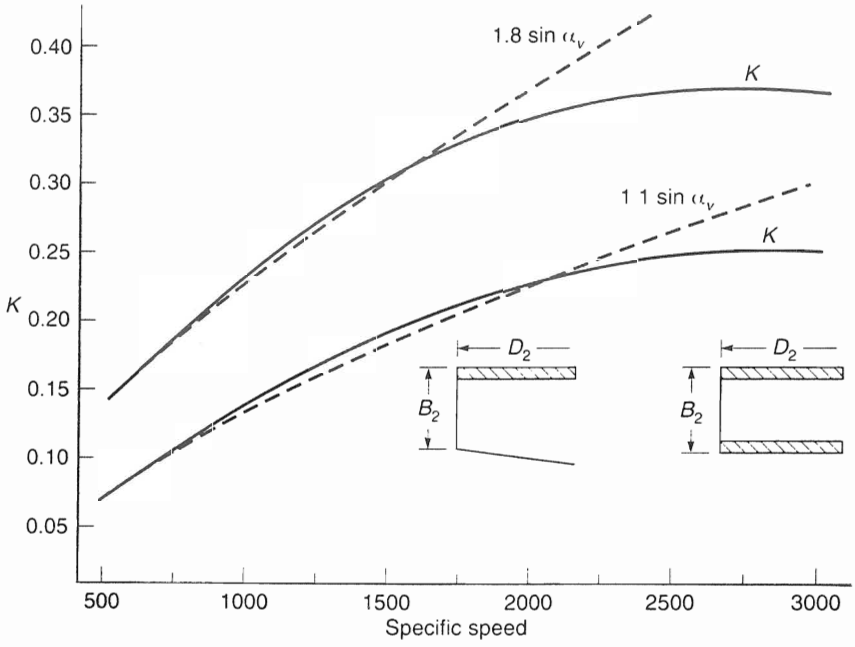
B_2 = عرض خروجی پروانه به فوت (شکل ۱۲)

D_2 = قطر خارجی پروانه به فوت

K = یک ضریب مخصوص برای طرح‌های داده شده (شکل ۱۲)

H_0 = کل ارتفاع در نقطه خفگی به فوت

S = وزن مخصوص سیال



شکل ۱۲ ـ مقایسه بین مقادیر K منتشر شده توسط انستیتوهیدرولیک در سال ۱۹۶۵ و بدست آمده از رابطهٔ (۸)

اثرات شکل هندسی محفظهٔ روی نیروی شعاعی

تجربه به ما می‌آموزد که مقدار ضریب K متناسب با سرعت مخصوص، افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، این ضریب با نسبت $\frac{Q^{0.5}}{H^{0.75}}$ افزایش می‌یابد. اثر افزایش این نسبت روی شکل هندسی یک حلزونی، افزایش در زاویهٔ حلزونی α_v شکل (۱۱) می‌باشد که مطابق رابطهٔ زیر بیان می‌شود:

$$K = L \sin s\, \alpha_v \qquad (۸)$$

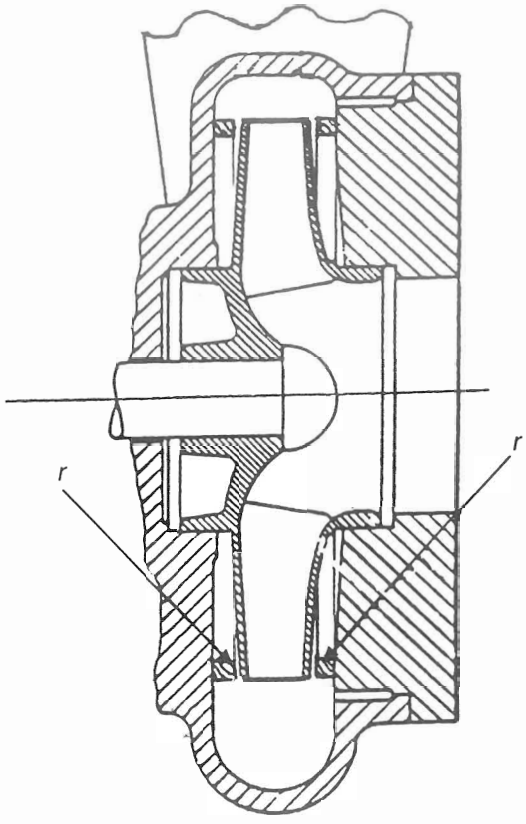
L ضریبی است که مقدار آن بستگی به یک سری اشکال هندسی بمپ دارد.

استپانوف نموداری تهیه و تنظیم کرده که در آن تغییرات کلی مقدار α_v نسبت به سرعت ویژه پمپ ترسیم شده است.

با استفاده از داده‌های استپانوف، مقادیر محاسبهٔ شدهٔ K از رابطه (۸) روی داده‌های تجربی منتشر شده توسط انستیتوهیدرولیک در ۱۹۶۵، تأثیر داده شده است.

به طوریکه می‌توان در شکل (۱۲) مشاهده کرد، توافق نسبتاً کاملی بین داده‌های محاسبه شده و داده‌های توصیه شدهٔ انستیوهیدرولیک تا سرعت ویژهٔ حدود ۲۰۰۰، وجود دارد.

ولی، مشکل اینجاست که نیروی شعاعی علاوه بر موارد فوق به پارامترهای هندسی دیگری از محفظه نیز بستگی داد و داده‌های شکل (۱۲) می‌تواند تنها راه آسانی باشد برای اینکه، چه چیزی را از یک طرح داده شده بتوان پذیرفت. اثرات شکل هندسی محفظه بر روی نیروی شعاعی به خوبی توسط آزمایشهای اجرا شدهٔ Worster، توضیح داده شده است. بعد از اندازه‌گیری نیروی شعاعی وارد شده بر پروانهٔ در حال کار در محفظهٔ حلزونی معمولی شکل (۱۱)، دورینگ r جهت کاهش لقی‌های محوری روی هر دو طرف پروانه، در داخل محفظه نصب شده‌اند. آزمایشهای متعاقب آن اثبات کرده است که این تغییرات باعث افزایش نیروی شعاعی به اندازهٔ ۳ الی ۴ برابر حالت اصلاح نشدهٔ محفظه می‌شود شکل (۱۳).



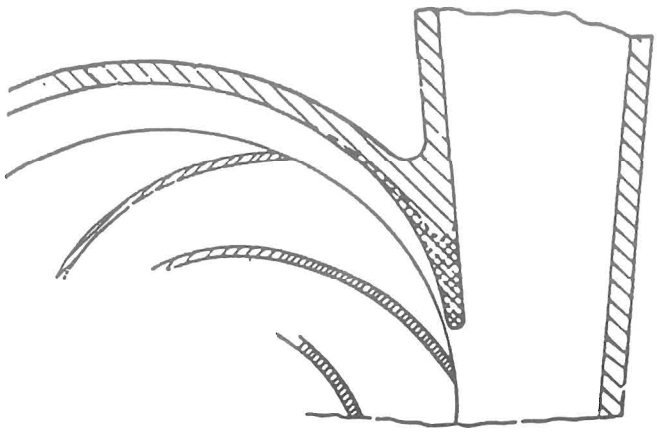
شکل ۱۳ـ محفظهٔ با لقی محوری کاهش یافته

سپس موادی جهت کاهش فاصله بین زبانه حلزونی و پروانه، به زبانه (گلوئی) اضافه شده بود شکل (۱۴). این تغییرات نیروی شعاعی را حدود ۱۰ برابر افزایش داده بود.

این آزمایشها مشخص کرد که می‌توان نیروی شعاعی را با افزایش لقی‌های بین پروانه و زبانهٔ محفظه، کاهش داد.

مطالب بیشتری را می‌توان در مورد اثرات شکل هندسی محفظه و لقی‌های شعاعی روی نیروی شعاعی بوسیلهٔ آزمایشهای اجراء شده توسط Agostinelli و همکاران یاد گرفت.

نیروی شعاعی تولید شده روی یک پروانه در یک سرعت کاری داده شده، با چهار محفظهٔ متفاوت آزمایش شد.



شکل ۱۴ـ محفظه با لقی شعاعی کاهش یافته

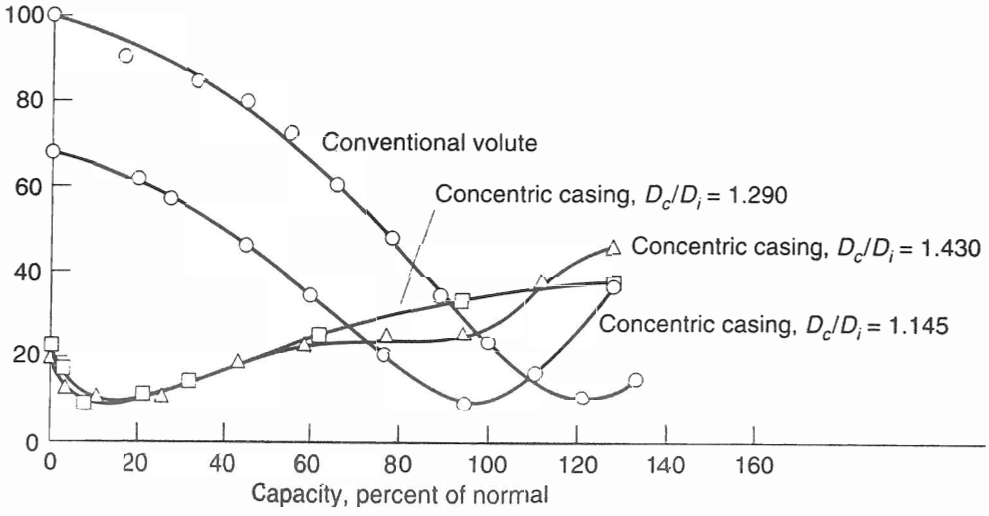
یکی از آنها یک محفظهٔ حلزونی معمولی بود و سه عدد دیگر محفظه‌های دایره‌ای متحدالمرکز با عرض مشابه ولی دارای نسبت قطر محفظه به قطر پروانه‌های $\frac{D_c}{D_i}$ مختلف بودند. شکل (۱۵) نتایج این آزمایشها را نشان می‌دهد. ابتدا این آزمایشها نتایج بدست آمده از معادلهٔ (۸) را تصدیق می‌کرد که یک محفظهٔ متحدالمرکز (برای حالتی که زبانهٔ حلزونی برابر صفر است) نیروی شعاعی کمتری را نسبت به یک حلزونی معمولی تولید می‌کند. همچنین یک نمای جالب از اثرات فاصلهٔ شعاعی بین پرهٔ پروانه و محفظه را آشکار می‌سازد.

با یک محفظهٔ دایره‌ای، وقتی که نسبت قطر محفظهٔ D_c به قطر پروانه D_i برابر $\frac{D_c}{D_i}=1.145$ است، نیروی شعاعی در نقطهٔ خفگی تقریباً 60% نیروی شعاعی تولید شده در محفظهٔ حلزونی است. ولی تغییرات نیروی شعاعی با تغییر شدت آبدهی طوری است که تفاوت چندانی با حالت محفظهٔ حلزونی ندارد.

وقتی که $\frac{D_c}{D_i}$ به مقدار 1.129 افزایش می‌یابد، نیروی شعاعی در نقطهٔ خفگی به حدود 25% نیروی شعاعی تولید شده در محفظهٔ حلزونی متعارف افت پیدا می‌کند. ولی تغییرات نیروی شعاعی

با نسبت شدت آبدهی، یک شکل کاملاً متفاوت از شکل محفظهٔ حلزونی معمولی یا یک محفظهٔ دایره‌ای با نسبت قطری 1.145 بوجود می‌آورد.

افزایش بیشتر نسبت $\frac{D_c}{D_i}$ از 1.290 به 1.430 تغییراتی جزئی در مقادیر و توزیع نیروی شعاعی را نشان داده است.



شکل ۱۵ـ نیروی شعاعی در یک پروانه با چهار محفظهٔ متفاوت

با وجود مشابهت‌های درونی در تجهیزات تست و روشهای استفاده شده در کالیبراسیون ابزارهای مورد استفاده در طول این آزمایشها، مؤلف، نتیجه گرفته است که اختلاف در نتایج تست دو محفظهٔ مذکور ممکن است بوسیلهٔ خطاهای تست بوجود آمده باشند.

تست با سه محفظهٔ دایره‌ای به این نتیجه منتهی می‌شود که لقی شعاعی بین پروانه و محفظه می‌تواند نیروی شعاعی را تنها تا نقطهٔ مشخص، تحت تأثیر قرار دهد.

روش‌های دیگر در کاهش نیروی شعاعی

یک روش عمومی جهت اجتناب از نیروهای شعاعی بیش از حد، دوراهه کردن داخل حلزونها می‌باشد که زبانه‌هایشان در کنار هم با زاویهٔ °۱۸۰ قرار می‌گیرند.

هر حلزونی برای نصف آبدهی تولیدی پمپ طراحی می‌شود و خروجی آنها در داخل یا انتهای گلوئی رانش با هم ترکیب می‌شوند. به این روش اصطلاحاً دوحلزونی گفته می‌شود. در تئوری، چنین محفظه‌ای باید یک تعادل عالی در همهٔ آبدهی‌ها بوجود آورد ولی عملاً، طراح باید همیشه اختلافهای اجتناب‌ناپذیر مشخصی را در داخل شکل هر حلزون یا طول پاساژهای دیفیوزر، در نظر بگیرد.

در نتیجه، طرح دو حلزونی معمولاً حدود 10 تا 2% نیروهای شعاعی شده بوسیلهٔ یک طرح تک حلزونی را باقی می‌گذارد.

مرجع: centrifugal pump user guidbook

«فهرست مقالات در شماره‌های قبلی نشریه پمپ»

نشریه شماره ۱: نیروی محوری و تعادل آن در پمپهای سانتریفوژ یک طبقه ـ آشنایی با تکنولوژی NC ـ ضربهٔ قوچی آب در خطوط انتقال مایعات و ایستگاههای پمپاژ ـ روش انتخاب پمپهای سانتریفوژ برای مصارف آبرسانی (۱) ـ الکتروموتورهای شناور و کاربرد آنها

نشریه شمارهٔ ۲: نیروی شعاعی در پمپهای سانتریفوژ ـ محاسبه ایستگاه پمپ ـ روشهای جلوگیری از خوردگی در پمپها ـ روش انتخاب پمپهای سانتریفوژ برای مصارف آبرسانی (۲) ـ افتهای موضعی در خطوط انتقال آب ـ تاثیر شرایط کار بر مشخصات پمپهای سانتریفوژ

نشریه شمارهٔ ۳: روشهای نوین ماشینکاری ـ کنترل خودکار ایستگاههای پمپاژ (۱) ـ روش انتخاب تجهیزات الکتریکی پمپهای شناور ـ کابل و کابل کشی (۱) ـ محدودیتهای کاربردی انواع پمپهای آب در رابطه کاویتاسیون، خوردگی، ساییدگی و موقعیت نصب ـ تاریخ تکامل پمپ (۱)

نشریه شمارهٔ ۴: کاویتاسیون ـ قنات ـ پمپهای صنایع اتمی ـ علل از کار افتادگی مته‌ها

نشریه شمارهٔ ۵: کاربرد عددی طراحی پروانه یک پمپ گریز از مرکز ـ پمپهای دنده‌ای (۱) ـ محاسبه ظرفیت تولید و موجودی انبار ـ مواد ابزارهای برشی ـ محاسبه ارتفاع مکشی در تلمبه‌های سانتریفوژ

نشریه شمارهٔ ۶: کاربرد مدلهای هیدرولیک در طراحی و آزمایش پمپها ـ پمپ‌های دنده‌ای (۲) ـ تلمبه‌های باد (۱) ـ مینیمم کردن ارتعاش مکانیکی در کوپلینگ ـ ارتعاشات لوله ها

نشریه شمارهٔ ۷: نصب و نگهداری پمپها ـ پمپهای دوار ـ استفاده از محرک تسمه‌ای در پمپها ـ تلمبه‌های باد (۲) ـ براده برداری با سرعت برش زیاد در آلیاژ آلومینیم ـ راهنمای عیب یابی و تعمیر پمپهای گریز از مرکز

نشریه شمارهٔ ۸: آبدهی پمپ ـ مفاهیم تلرانس و انطباقات در صنعت ـ ضوابط تعیین ابعاد صحیح چاهک مکشی الکتروپمپها ملخی شناور نحوه انتخاب تلمبه‌های سانترویفوژ ـ راهنمای الکتروپمپهای سیرکولاتور

نشریه شمارهٔ ۹: بحثی پیرامون پمپهای ملخی و مقایسه عملکرد و منحنی مشخصه آنها با پمپهای گریز از مرکز ـ سرو صدا در توربوپمپها و ایستگاههای پمپاژ ـ کاربرد محرکهای سرعت متغییر در پمپهای سانتریفوژ ـ پمپاژ با جریان دوفاز (۱) ـ انتخاب جنس قطعات پمپ برای پمپاژ سیالات مختلف

نشریه شمارهٔ ۱۰: سایش فلزات و روشهای جلوگیری آن (۱) ـ پمپاژ جریان دو فاز (۱) ـ پمپ مکش‌زا و کاربرد آن در آبرسانی ـ پمپ توربین ـ تکنیکهای اندازه‌گیری در پمپهای سانتریفوژ

نشریه شمارهٔ ۱۱: مختصری پیرامون آببندی‌های مکانیکی ـ انواع برنزها و مواد یاتاقانی برنزی ـ پمپهای صنایع نفت متالوژی پودر ـ جدول عیب و روش رفع آن

نشریه شمارهٔ ۱۲: اصول فیزیکی پمپهای سانتریفوژ ـ چدنها ـ متالورژی پودر ـ نقش کامپیوتر در ...

نشریه شمارهٔ ۱۳: کوپلینگ ـ آببندی پروانه ـ پلاستیکهای صنعتی و کاربرد آنها در صنعت پمپ‌سازی ـ کاربرد مواد کربنی گرافیتی بعنوان یاتاقان

نشریه شمارهٔ ۱۴: و NPSH و طراحی ورودی پمپ‌ها ـ خوردگی و نیروگاهها و ایستگاههای پمپاژ ـ انتقال فرآوری مواد غذایی ـ کاربرد مواد کربنی گرافیتی بعنوان یاتاقان ـ گزارش پیرامون امکان تولید چدنهای مقاوم به سایش

نشریه شمارهٔ ۱۵: سیستمهای پمپاژ با لوله‌های فرعی ـ انتخاب پمپ ـ محفظه‌های آببندی پمپها ـ مطالعه عملکرد سیستمهای پیچیده پمپاژ در آبرسانی ـ بررسی امکان ساخت پمپهای مناسب کار در آب دریا

نشریه شمارهٔ ۱۶: سیستمهای اندازه‌گیری و انتقال اطلاعات مربوط به سطح مایعات ـ روش بهینه نمودن تعمیرات اتفاقی ماشین‌آلات ـ فرآیند راه‌اندازی الکتروپمپ‌ها ـ کاربرد موادگرافیتی به عنوان یاتاقان و آببند ـ بررسی و تجزیه و تحلیل کارایی یک موتور القایی تکفاز با گشتاور راه‌اندازی زیاد.

نشریه شمارهٔ ۱۷: عملکرد پمپ‌های دور متغییر ـ گشتاور راه‌اندازی در پمپهای سانتریفوژ ـ مهندسی‌برینگها ـ کاربرد پمپ در صنایع شیمیایی

نشریه شمارهٔ ۱۸: صرفه جوئی در هزینه‌های احداث ایستگاه پمپاژ ـ آنالیز رفتار پمپهای سانتریفوژ در عمل ـ مواد خنک کننده در عملیات براده برداری ـ نقش پاشش پلاسمایی در صنعت پمپ سازی ـ مواد مورد مصرف در آببندی مکانیکی

نشریه شمارهٔ ۱۹: پمپاژ سیالات ویژه ـ کیفیت سطوح ـ موارد مصرف در آببندی مکانیکی ـ شیرهای کنترل راه دهنده

ویژه نامه: آزمایشات «تأیید پمپ» در پمپهای گریز از مرکز ـ نوارهای آببندی ـ پمپهای موتور بسته ـ بهینه سازی و کاربردهای آن در طراحی موتورهای القائی ـ کاویتاسیون و عوامل موثر آن ـ عناوین مقالات چاپ شده در نشریات پمپ ـ منحنی‌های مشخصه کلی پمپهای تولیدی شرکت پمپ سازی ایران

نشریه شمارهٔ ۲۰: اندازه‌گیری و دبی‌آب در کانالهای روباز با استفاده از سرریز ـ بارهای هیدرولیک در پمپهای گریز از مرکز (۱) ـ کارکرد پمپها در شرایط سخت ـ پمپهای عمودی (۱) ـ ارتباط کاویتاسیون و سرعت ویژه پمپ

نشریه شمارهٔ ۲۱: بارهای هیدرولیک در پمپهای گریز از مرکز (۲) ـ خستگی در محورها ـ آببندی محور ـ پمپهای عمودی (۲) ـ اورینگ‌های الاستومری در آببندهای مکانیکی

نشریه شمارهٔ ۲۲: مواد کربنی ـ گرافیتی تهیه شده از منابع رزینی (۱) ـ اورینگهای الاستومری در آببندهای مکانیکی (۲) ـ کوپلاژ (۱) ـ یاتاقانهای سرامیک (sic) ـ مسائل مکانیکی در طراحی پمپ (۱)

نشریه شمارهٔ ۲۳: پمپهای گریز از مرکز را بشناسیم (۱) ـ مسائل مکانیکی در طراحی پمپ (۲) ـ کوپلاژ (۲) ـ اثر ویسکوزیته و گازهای محلول روی انتخاب نوع پمپ ـ استاندارد مربوط به چدنهای خاکستری ـ راه اندازی و بررسی مشکلات پمپ های جابجائی معین در هنگام کار

نشریه شمارهٔ ۲۴: پمپهای گریز از مرکز را بشناسیم (۲) ـ یاتاقانهای هیدرودینامیک ـ نصب پمپ ـ یاتاقانهای غلتشی

نشریه شمارهٔ ۲۵: مشخصات مکش پمپ‌های گریز از مرکز (۱) ـ منحنی‌های مشخصه پمپ و شبکه (۱) ـ ملاحظات اقتصادی در فرآیند تراش فلزات ـ بررسی عملکرد موتورهای القایی سه فاز تغذیه شده از شبکه تکفاز ـ عیب یابی سیستمهای پمپاژ و پمپ (۱)

نشریه شمارهٔ ۲۶: مشخصات مکش پمپ‌های گریز از مرکز (۲) ـ منحنیهای مشخصه پمپ و شبکه (۲) ـ عیب‌یابی سیستم پمپاژ پمپ (۲) ـ بررسی نیروهای برشی در تراش فلزات ـ بررسی عملکرد موتورهای القائی سه فاز تغذیه شده از شبکه تکفاز

نشریه شمارهٔ ۲۷: راهنمای کاربرد پمپهای گریز از مرکز فشار پائین (۱) ـ بوستر پمپها (۱) ـ تستهای غیر مخرب NDT ـ پمپهای غیر فلزی ـ رونکاری و اصول آن در یاتاقانهای هیدرودینامیکی (کفگرد و ژورنال) اندازه‌گیری تجربی کاویتاسیون در پمپها

نشریه شمارهٔ ۲۸: راهنمای کاربرد پمپهای گریز از مرکز فشار پائین (۲) ـ بوستر پمپها (۲) ـ روانکاری و اصول آن در یاتاقانهای هیدرودینامیکی کفگرد و ژورنال (۲) ـ تجزیه و تحلیل اشکالات آببندهای مکانیکی

نشریه شمارهٔ ۲۹: روانکاری و اصول آن در یاتاقانهای هیدرودینامیکی و کفگرد و ژورنال (۳) ـ مسائلی با یاتاقانها ـ میزانکاری ماشینهای دوار ـ پمپهای گریز از مرکز ـ

نشریه شمارهٔ ۳۰: راهنمای کاربرد پمپهای فشار قوی (۱) ـ پمپهای دینامیکی ـ هواگیری و راه‌اندازی پمپها ـ خانکشی ـ مواد و سازگاری در ساختمان پمپهای گریز از مرکز ـ انتخاب و آرایش پمپها (۲)