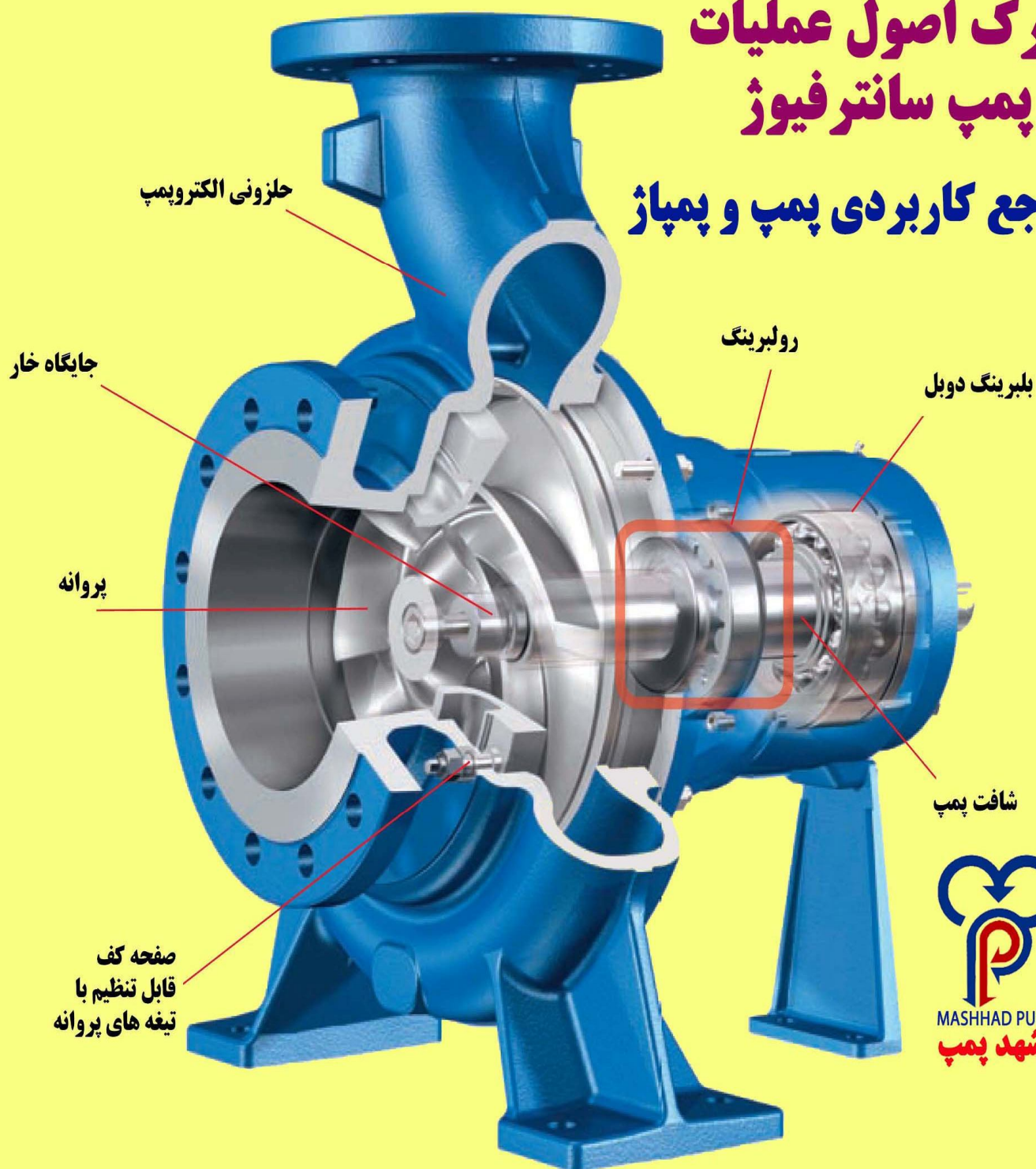


درک اصول عملیات پمپ سانترفیوژ

مرجع کاربردی پمپ و پمپاژ



www.mashhadpump.com
www.mptoos.ir
<http://mashhadpump.blogfa.com>
Email: pump.mp@gmail.com

درک اصول عملیات پمپ سانترفیوژ

با آغاز از مقدماتی مثل ارتفاع فشار و فشار، نویسنده ها نکات کاربردی را برای مشخصات و عملیات تهیه کرده اند که صرفه جویی در هزینه و پایایی را فراهم می کند.

پمپ های گریز از مرکز رایج ترین نوع پمپ سینتیک هستند و اغلب در کاربردهای با جریان متوسط تا بالا و ارتفاع فشار پایین به کار رفته اند. به عنوان جزء پرکار صنایع فرابری شیمیایی (CPI)، مالکیت، عملیات و نگهداری از گریز از مرکزها تقریباً همیشه اقتصادی تر از سایر انواع پمپ ها است.

پارامترهای مورد نیاز در مشخص سازی

مهندس فرابری معمولاً مسئول مشخص سازی شروط فرابری پمپ از جمله شرایط و ویژگی های فیزیکی مایع، و مهم تر از همه سرعت جریان، فشار، چگالی و ویسکوزیته است. سرعت جریان ظرفیت پمپ را تعیین می کند و ارتفاع فشار به چگالی و ویسکوزیته مایع بستگی دارد.

در کل، سرعت جریان مورد نیاز با متعادل سازی مواد و انرژی تعیین می شود. حاشیه های طراحی، معمولاً بین ۰-۲۵ درصد، به سرعت جریان تعادل ماده اضافه می شوند تا در بردارنده تغییرات غیرقابل انتظار در ویژگی ها یا شرایط باشند یا تضمین کنند تاسیسات کلی معیارهای عملکرد خود را برآورده می کند. همچنین، حفاظت حداقل جریان اغلب به صورت گردش مداوم اضافه می شود. معمولاً سرعت جریان مورد نیاز (از جمله حاشیه های طراحی) برای پمپ های گریز از مرکز در محدوده پایین آن قرار دارد. در این چنین مواردی، پمپ دسته بندی شده با اندازه حداقل برای سرویس پیوسته مشخص می شود و ظرفیت اضافی پمپ معمولاً با گردش از تخلیه به منبع مصرف می شود.

در طول مشخص سازی، فشار حداکثر پمپ در طول هر جنبه ای از عملیات، از جمله شروع به کار، خاموشی، ایجاد خواهد شد و شرایط آشفستگی تعیین می شود. فشار توقف در واقع فشار حداکثری است که پمپ تحت شرایط جریان صفر ایجاد می کند که منعکس کننده خروجی کاملاً مسدود شده می باشد. متغیرهایی که باید در زمان تعیین فشار طراحی در نظر بگیریم شامل:

- فشار حداکثر منبع (مثلا فرونشانی فشار مجرا)
- ارتفاع فشار حداکثر ایجاد شده توسط پمپ (یعنی ارتفاع فشار توقف)
- ارتفاع فشار استاتیک حداکثر سیال در خط مکش پمپ
- سرعت عملیاتی حداکثر پمپ (برای گرداننده های سرعت متغیر)
- احتمال دخالت اپراتور در طول دوره آشفستگی.

ارتفاع فشار h رایج ترین سنجش انرژی به کار برده شده در هر نقطه سیستم یا خود سیستم به عنوان یک کل است. این مورد به صورت زیر تعریف می شود:

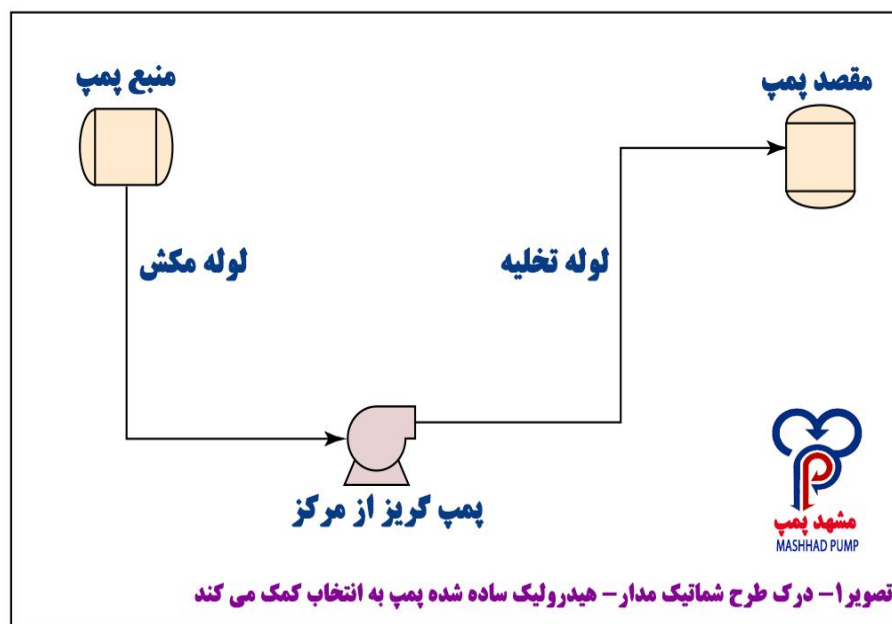
$$h = \frac{v^2}{2g} + \frac{2.31P}{S_g} + z \quad (1)$$

که در آن v = سرعت سیال (فوت/ثانیه)؛ g = شتاب گرانش (۳۲.۲ فوت/ثانیه مربع)؛ P فشار (psia)؛ S_g = گرانش ویژه؛ و z = ارتفاع بالا (+) یا پایین (-) پمپ (فوت).

انرژی که پمپ به مایع می رساند، ارتفاع فشار دینامیک کل، TDH، تفاوت ها در فشار، ارتفاع مایع و سرعت بین منبع و مقصد را در نظر می گیرد. به علاوه، TDH در بردارنده اتلاف های خط (اصطکاک) و افت فشار به واسطه تجهیزات و سایر موارد در مسیر جریان مایع است:

$$TDH = \frac{144 \times [P_2 - P_1 + \Delta P_f + \Delta P_{other}]}{\rho} + \frac{[V_2^2 - V_1^2]}{2g} + [Z_2 - Z_1] \quad (2)$$

که در آن P = فشار (psia)؛ ΔP_f = اتلاف اصطکاکی از طریق لوله گذاری (psia)؛ ΔP_{s} = اتلاف فشار به واسطه تجهیزات و روزنه های محدودیت جریان (psia)؛ Z = ارتفاع (فوت)؛ V = سرعت (فوت/ثانیه)؛ و ρ = چگالی (پوند/فوت مکعب). زیرنویس های ۱ و ۲ به ترتیب به منبع و مقصد اشاره دارد. تصویر ۱ چینش رایجی را نشان می دهد که می توان با استفاده از معادله ۲ شرح داده شود.



مزیتی برای اندازه گیری انرژی پمپ به صورت ارتفاع فشاری به جای فشار، وجود دارد. ارتفاع فشار به هر مایعی که در ظرفیت و سرعت مشابه دسته بندی شده باشد، تا وقتی که ویسکوزیته پایین باشد (معمولاً کمتر از ۱۰ سانتی پویز)، اعمال می شود. ارتفاع فشار ایجاد شده توسط پمپ ثابت باقی خواهد ماند (در سرعت جریان و سرعت داده شده)، حتی اگر تفاضل فشار و شروط نیرو تغییر کند.

معادلات ۱ و ۲ نشان می دهد که ویژگی های سیال اثر قابل توجهی بر ارتفاع فشار دارد. مخصوصاً، وقتی چگالی و ویسکوزیته افزایش یابد، میزان کار مورد نیاز برای گرداندن پمپ نیز زیاد می شود. به همین دلیل مهندس فرابری باید نه تنها مقادیر نرمال برای چگالی و ویسکوزیته را مشخص کند، بلکه باید مقادیر حداکثری که پمپ احتمالاً در طول موقعیت های افراطی با آن ها روبرو می شود، مثلاً در آشفتگی های شروع به کار، خاموشی یا فرابری، را نیز مشخص کند. همچنین، مهندس باید دمای عملیاتی حداکثر و این که آیا سیال ممکن است حاوی جامدات معلق یا گازهای محلول باشد یا نه را تعیین کند.

به علاوه، پمپ باید برای پرهیز از حفره زایی مشخص شود. حفره زایی وقتی روی می دهد که فشار مکش سیال پمپ شده زیر فشار بخار آن افت کند که منجر به شکل گیری حباب های بخار می شود. وقتی سیال در پمپ دوباره تحت فشار قرار می گیرد، این حباب ها می ترکند و منجر به ایجاد تورفتگی در پروانه و سایر اجزای پمپ می شوند. به علاوه، از آنجایی که بخار چگالی پایین تری از مایع دارد، حفره زایی منجر به کاهش ظرفیت و بازدهی پمپ می شود.

ارتفاع فشار مکش مثبت کل (NPSH) سنجش نزدیکی مایه به نقطه حباب خود (یا فشار بخار) است. NPSH در دسترس (NPSHA، فوت) به این صورت داده می شود:

$$NPSHA = \frac{[P_1 - P_{vp} - \Delta P_f] \times 144}{\rho} + [Z_1 - Z_{inlet}] \quad (3)$$

که در آن: P_{vp} = فشار بخار سیال پمپ شده (psia) و Z ورودی = ارتفاع خط مرکز نازل مکش پمپ (فوت) است. سایر متغیرها در معادله ۳ معنا و واحدهایی مشابه معادله ۲ دارد.

تضمین NPSH در دسترس کافی

تهیه کننده های پمپ NPSH مورد نیاز (NPSHR) را برای پمپ داده شده تعیین می کنند. NPSHR هر اتلاف ارتفاع فشار بالقوه ای که ممکن است بین نازل مکش پمپ و نازل روی دهد را در نظر می گیرد، بنابراین تضمین می کند که سیال به زیر فشار بخار خود افت نمی کند. NPSHA باید از NPSHR تعیین شده توسط تهیه کننده فراتر رود.

در صورتی که NPSHA به مقدار NPSHR یا زیر آن افت کند، گزینه های اندکی برای افزایش NPSHA در دسترس است. افزایش فشار منبع یا کاهش فشار بخار سیال (با خنک کردن) به ندرت امکان پذیر هستند. بنابراین، دو متغیر فرابری باقی می ماند که می توانند تنظیم شوند- ارتفاع فشار استاتیک و اتلاف های اصطکاک (تصویر ۳ را ببینید).

ارتفاع فشار استاتیک را می توان با سه روش بالا برد:

۱. افزایش ارتفاع نقطه منبع. این کار ممکن است در بعضی شرایط امکان پذیر نباشد (مثلاً تانک در یک شیب قرار دارد).
۲. ارتفاع ورودی پمپ را پایین بیاورید. این یک گزینه با جذابیت کمتر است زیرا پمپ ها معمولاً بالای سطح زمین قرار می گیرند و پایین آوردن ورودی ممکن است نیازمند آوردن نازل مکش به سطح زیرین باشد. این معمولاً منجر به پمپ بسیار هزینه برتر می شود.
۳. سطح سیال در مجرای مکش را بالا ببرید. قابل قبول بودن این رویکرد از شرکتی به شرکتی دیگر متفاوت است و نباید بدون در نظر گرفتن روندهای شرکت انجام شود.

اتلاف های اصطکاکی را می توان با افزایش قطر لوله کشی مکش پمپ و/ یا کاهش طول هم ارز خط مکش کاهش داد. در تاسیسات کشاورزی، اتلاف های اصطکاک باید کمینه باشد، بنابراین افزایش ارتفاع فشار استاتیک امکان پذیرتر است. کاهش اتلاف اصطکاک معمولاً برای خطوط مکش در تاسیسات موجود جذاب تر است که در آن ها توان عملیاتی بالای ظرفیت لوحه نام اصلی افزایش یافته است.

گزینه های کمی برای کاهش NPSHR پمپ وجود دارد که شامل استفاده از پمپ بزرگ تر، با سرعت پایین تر، پروانه مکش دوتایی، مساحت ورودی (چشمی) پروانه بزرگ تر، پمپ با اندازه بزرگ و القاکننده که پروانه ثانوی قرار گرفته در جلوی پروانه اول است، می باشد.

عملیات به صورت سری یا موازی

پمپ های گریز از مرکز در محدوده هایی از ارتفاع فشار و سرعت کار می کنند. عملیات خارج از این محدوده ها ممکن است نیازمند استفاده از پمپ تخصصی باشد. سایر گزینه ها برای انجام کارهای با ارتفاع فشار یا جریان بالا شامل استفاده از پمپ ها به صورت سری یا موازی است. وقتی به صورت سری عمل شود، ارتفاع فشارها اضافه می شوند و ظرفیت کل برابر با ظرفیت پمپ با کمترین ظرفیت می شود. در حالت موازی، ظرفیت های پمپ اضافه می شوند و ارتفاع فشار همه پمپ ها در نقطه ای برابر خواهد شد که مایعات تخلیه شده مجدداً با هم ترکیب می شوند. پمپ های موازی به دلایل متنوع، از جمله هزینه (دو پمپ کوچک تر ممکن است هزینه ای کمتر از یک پمپ بزرگ تر داشته باشند)، افزایش در اندازه تاسیسات موجود یا جبران فرابری با ظرفیت متغیر، به کار می روند. توجه کنید که پمپ های موازی باید مشخصات ارتفاع فشار مشابهی داشته باشند تا از مشکلات عملیاتی بالقوه پرهیز شود.

اغلب، مهندسان فرابری باید شروط توان موتور پمپ را در طول مراحل ابتدایی طراحی پروژه، پیش از انتخاب، تخمین بزنند. توان مفید (BHP) مرتبط با سرعت جریان Q (gpm)، ارتفاع فشار دینامیک کل TDH (فوت)، و گرانش ویژه S_g و بازدهی η است:

$$BHP = \frac{(TDH)(Q)(S_g)}{3,960\eta} \quad (۴)$$

بازدهی واقعی توسط تهیه کننده پمپ وقتی انتخاب پمپ نهایی صورت گرفته باشد، تعیین می شود. این مقدار معمولاً براساس تست های کارگاهی پمپ های قبلاً ساخته شده با مدل و اندازه مشابه است. تخمین مناسب می تواند با استفاده از نمودار موجود در کتابچه تعیین شود. در کل، بازدهی از مقدار پایین حدود ۱۰ درصد برای پمپ های گریز از مرکز کوچک تا مقدار بالای ۸۰ درصد برای پمپ با مدل خنک شونده بزرگ تغییر می کند.

مورد دیگر که باید در نظر گرفته شود نقص پمپ است. پمپ ها در سرویس های حساسی که به صورت مداوم کار می کنند باید یک جانشین آماده با کار داشته باشند. براساس میزان حساسیت سرویس، ممکن است تدارکات شروع به کار خودکار برای شروع حالت آماده باش براساس سنجش فشار تخلیه پایین، مورد نیاز باشد. پمپ جانشین می تواند خاموشی های تاسیسات را کاهش دهد و از هدررفت اقتصادی جلوگیری کند.

نکات مشخص سازی

با فرض این که ارتفاع فشار و جریان دسته بندی شده مشخص است، انتخاب مقدماتی می تواند برای پمپ هایی که در محدوده های نرمال عملیاتی قرار می گیرند، انجام شود، به صورتی که در تصویر ۲ (۱) نشان داده شده است. این روش انتخاب مقدماتی ارزیابی خوبی از نوع پمپی که مناسب شرایط فرابری مورد نیاز است را به دست می دهد. نوع پمپ خاص این که کدام مشخصات استاندارد ممکن است مورد نیاز باشد را نیز تحت تاثیر قرار خواهد داد. برخی مشخصات صنایع ملی برای پمپ های گریز از مرکز شامل:

- ASME/ANSI B73.1، “مشخصات پمپ های گریز از مرکز مکش انتهایی افقی برای فرابری شیمیایی” و ASME/ANSI B73.2M، “مشخصات پمپ های گریز از مرکز همراه استای عمودی برای فرابری شیمیایی”
- API-610، “پمپ های گریز از مرکز برای پتروشیمی، مواد شیمیایی پرکار و سرویس های صنعت گاز”
- PIP RESP73H-97، “استفاده از مشخصات ASME B73.1M-1991 در پمپ های گریز از مرکز مکش انتهایی افقی برای فرابری شیمیایی” و PIP RESP73V-97، “استفاده از مشخصات ASME B73.2M در پمپ های گریز از مرکز همراه استای عمودی برای فرابری شیمیایی”

API-610 استانداردهایی را تعیین می کند که پمپ قدرتمندتر و گران تری را ایجاد می کند. سیاست های شرکت های منفرد ممکن است مشخصات پمپ گریز از مرکز اضافی داشته باشد که آن ها هم باید برآورده شوند.

هر پمپ منحنی ویژه ای دارد که ارتفاع فشار، جریان، نیرو، NPSHR و بازدهی را برای اقطار پروانه ویژه آن واحد خاص مرتبط می کند (تصویر ۳ (۲)). این انتخاب قطر صحیح پروانه را به دست می دهد. در طول مشخص سازی، هدف انتخاب پمپی با نزدیک ترین نقطه رتبه دهی (یا طراحی) به نقطه بهترین بازدهی (BEP) است به صورتی که توسط تولیدکننده پمپ تعیین شده است.

قانون سرانگشتی انتخاب

راهنماهای کلی برای انتخاب درست به این شرح هستند:

- پمپ را براساس شرایط مجاز انتخاب کنید.
- BEP باید بین نقطه مجاز و نقطه عملیات نرمال باشد.
- منحنی مشخصات ارتفاع فشار/ظرفیت باید به صورت پیوسته وقتی جریان تا توقف کاهش می یابد (یا جریان صفر)، بالا رود.
- پمپ باید ظرفیت افزایش ارتفاع فشار در شرایط مجاز را با نصب پروانه بزرگ تر داشته باشد.
- پمپ نباید زیر سرعت جریان پیوسته حداقل تولیدکننده کار کند.

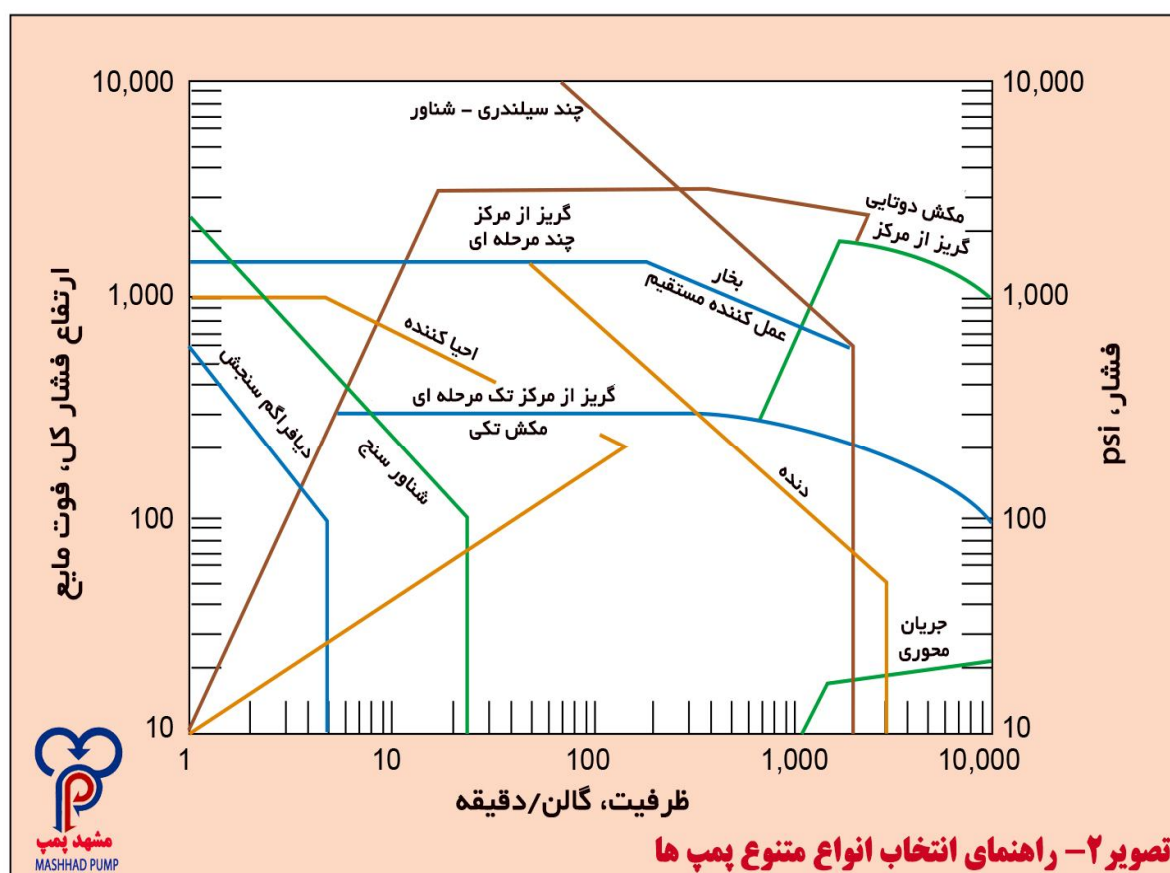
همان طور که با توجه به منحنی پمپ مشخص است، پمپ NPSHR ویژه ای دارد که براساس ارتفاع فشار و جریان تغییر می کند.

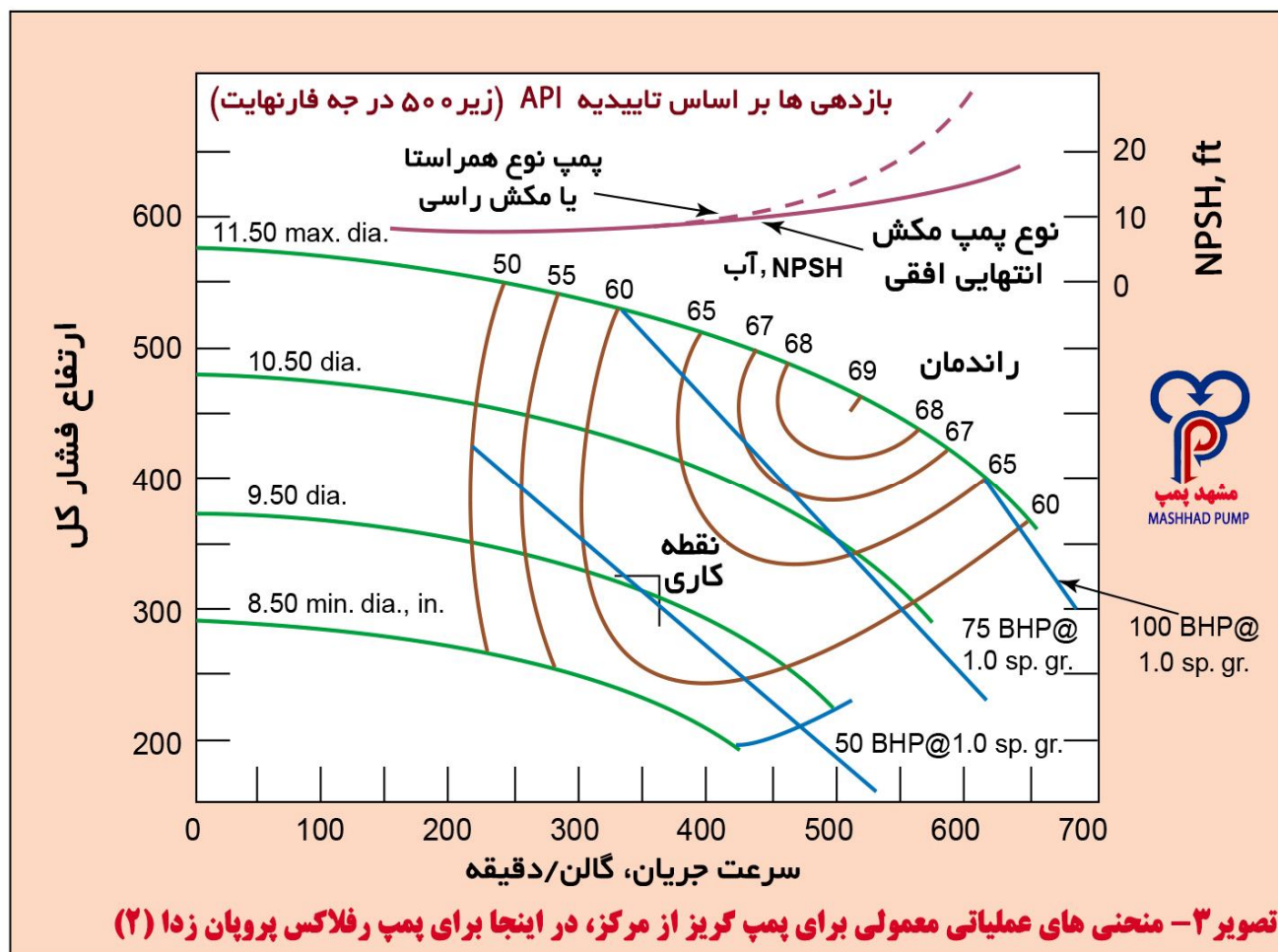
وقتی مدل و اندازه پمپ خاص از طریق اطلاعات فرابری اصلی تعیین شد، مواد سازه باید انتخاب شود. انتخاب به ویژگی های سیال مثل خوردگی یا فرساینده، و حضور گازهای محلول بستگی دارد. بیشترین دانش ممکن درباره ترکیب شیمیایی سیال به تضمین انتخاب مواد مناسب پمپ و عایق محور آن کمک می کند.

گرداننده ها و عایق ها

با اشاره به تصویر ۳، نیروی گرداننده مورد نیاز برای پمپ به ارتفاع فشار و جریان مرتبط است. انواع مختلف گرداننده ها شامل موتورهای الکتریکی، موتورهای احتراق داخلی، توربین های بخار و گاز و توربین های احیای نیروی هیدرولیک است. انتخاب گرداننده به بسیاری از فاکتورها از جمله نوع سرویس، در دسترس بودن بخار یا سوخت (برای توربین ها) و هزینه بستگی دارد. موتورها می توانند براساس نیرو، سرعت، اندازه چارچوب، دسته بندی ناحیه، جهت گیری و سایر ملاحظات تفاوت داشته باشند. مشخصات موتور باید شامل شروط مکانیکی و الکتریکی از جمله دسته بندی خطر ناحیه تعیین شده توسط آژانس حفاظت آتش ملی (NFPA) باشد. موتور باید به گونه ای اندازه دهی شود که شرایط عملیات حداکثر مشخص شده را برآورده سازد و باید بتواند شروط نیروی انتهای منحنی را برآورده سازد.

تصویر ۳ نشان می دهد که تعدادی از اقطار پروانه مختلف برای هر پمپ در دسترس است. انتخاب هندسه و نوع توسط شرایط عملیاتی و ویژگی ها و ترکیب مایع کنترل می شود. پروانه ای را انتخاب کنید که اجازه تغییرات آینده در قطر را بدهد. پمپ ها به ندرت در نقطه مجاز دقیق خود به کار گرفته می شوند. بنابراین، جریان یا ارتفاع فشار ممکن است نیاز به تغییر داشته باشد تا بازدهی پمپ را افزایش دهد یا تغییرات در شروط فرابری را مطابقت دهد.





قانون سرانگشتی کلی انتخاب پروانه ای است که یک سایز کوچک تر از سایز حداکثر برای چارچوب پمپ داده شده باشد تا بتواند بدون جایگزینی چارچوب با پروانه بزرگ تر تعویض شود.

مشکل رایج با دستگاه های چرخشی عایق کاری نفوذ محور به چارچوب است تا از نشت، در بسته بندی یا عایق مکانیکی، جلوگیری شود. بسته بندی اساساً در سرویس های بدون خطر مثل تاسیسات خمیر و کاغذ، به کار می رود که در آن ها نشت سیال یک مشکل ایمنی محسوب نمی شود. عایق های مکانیکی پرکاربردترین روش عایق کاری به کار برده شده هستند و باید به دقت انتخاب شوند. آیین نامه های زیست محیطی محلی نوع و چینی عایق برای سرویس خاص را تحت تاثیر قرار می دهد. نقص عایق، تا به حال، رایج ترین نوع نقص پمپ در CPI بوده است. با استفاده از برنامه های کنترل مناسب می توان پمپ را در محدوده پارامترهای طراحی نگه داشت و اگر لازم باشد، آن را متوقف کرد تا از صدمه غیرقابل تعمیر جلوگیری شود.

جایگزین نصب عایق یک پمپ بدون عایق، مثلاً پمپ محرک مغناطیسی، است. پمپ محرک مغناطیسی از کوپلینگ مغناطیسی دائم استفاده می کند تا گشتاور را به پروانه منتقل کند. این کار نفوذ محور/چارچوبی که باید عایق کاری شود را حذف می کند. عمل کوپلینگ-گشتاور بدون لغزش یا همزمان بدون نشت بالقوه به دست می آید. نوع دیگر پمپ بدون عایق، پمپ موتور قوطی شده (قرار گرفته داخل قوطی) است که در آن بخشی از مایع پمپ شده اجازه دارد به داخل موتور جریان یابد اما از بخش هایی مثل سیم پیچ ها یا عایق کاری به وسیله قوطی فلزی جدا شده است. هر دوی این پمپ ها باید در جایی مورد نظر باشند که آیین نامه های زیست محیطی نشت صفر را اعمال می کند.

سیستم فلاش عایق معمولاً در نظر گرفته می شود تا محیط تمیز بدون عایق حفظ شود. جامدات سیال فرابری برای عمر عایق مضر هستند و باید پیش از صدمه به عایق به بیرون فلاش شوند. تعدادی از تاسیسات و سیالات فلاش عایق مختلف وجود دارد و انتخاب طرح و سیال درست به نوع پمپ، شرایط عملیاتی آن، نوع سیال (هیدروکربنی، غیرهیدروکربنی، هیدروکربن اشتعالی)، دما، این که آیا خطرناک/بدون خطر است و غیره بستگی دارد. بهتر است با تهیه کننده های پمپ و عایق در زمینه عایق، طرح فلاش و سیال صحیح برای سرویس خاص همکاری شود.

کنترل و عملیات

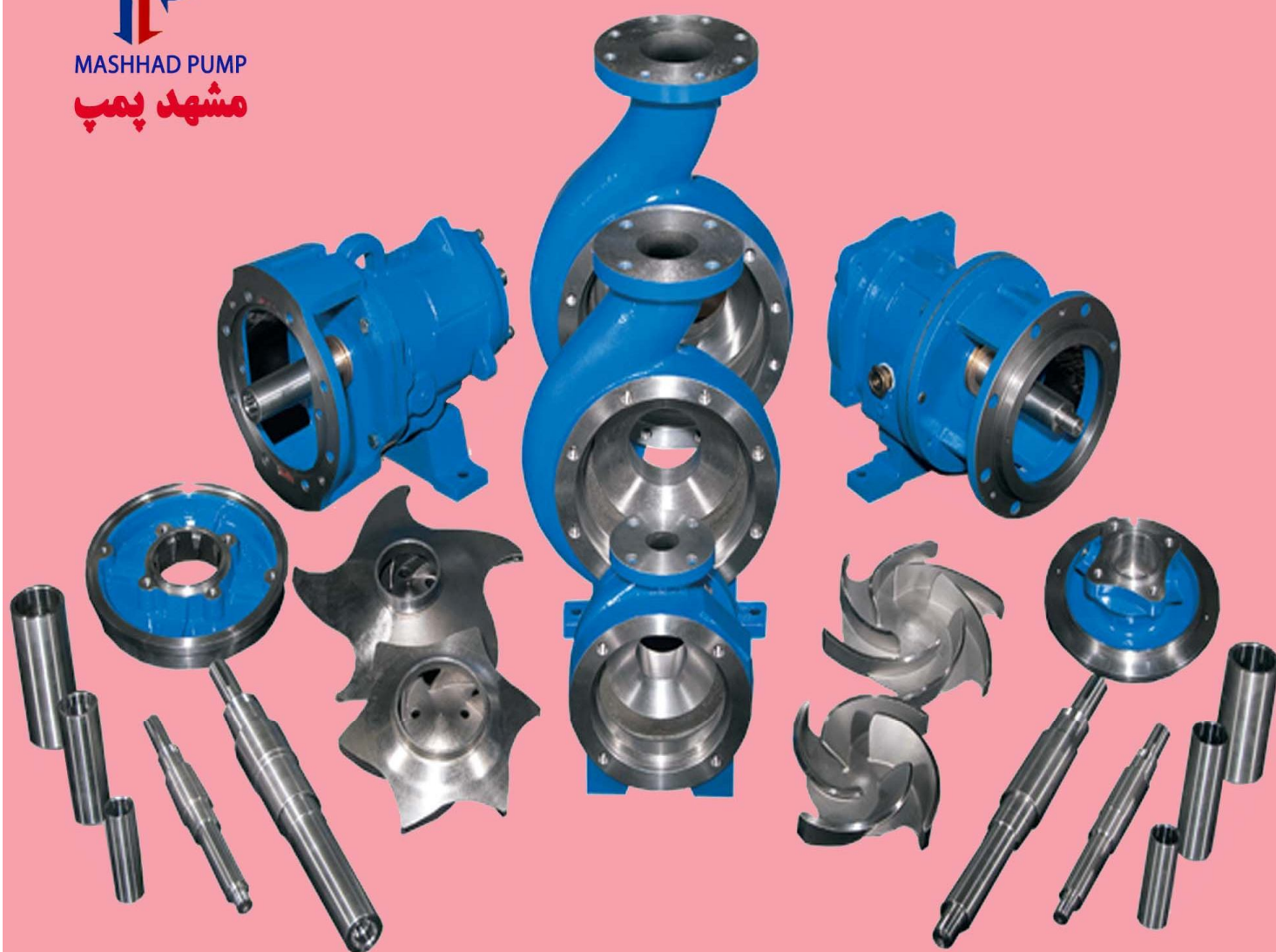
کنترل پمپ اغلب برای نگه داشتن سرعت جریان فرابری تعیین شده با خفه کردن تخلیه، روشن و خاموش کردن پمپ یا کنترل سرعت آن به کار می رود. خفه کردن با قرار دادن کنترل کننده جریان با یک دریچه کنترل روی خط تخلیه انجام می شود. هرچند، خطوط گردش مجدد ممکن است مورد نیاز باشند. کنترل روشن - خاموش با سوئیچ های تراز می تحقق می پذیرد که نوارهای مرده داخلی به کار رفته روی مجرای مکش برای روشن و خاموش کردن پمپ را دارا می باشند. تراز بالا پمپ را روشن خواهد کرد و تراز پایین آن را متوقف می کند. روشن و خاموش شدن های مکرر به پمپ و گرداننده صدمه می زند، بنابراین مجرای مکش باید به گونه ای اندازه دهی شود که مجموعه بزرگی از مایعات را در زمان استفاده این گزینه در بر گیرد. کنترل سرعت با استفاده از گرداننده سرعت متغیر وقتی ظرفیت پمپ ممکن است تا حد زیادی تغییر کند، به دست می آید. بسیاری از انواع، از جمله الکتریکی، الکترومکانیکی، مکانیکی و توربین های احیای نیروی هیدرولیک، در دسترس هستند. در انتخاب این نوع گرداننده پمپ، بهتر است با تهیه کننده هایی که می تواند در تعیین بهترین دستگاه برای استفاده کمک کند تماس بگیرید زیرا منحنی سیستم تعیین می کند آیا موتور سرعت متغیر باید به کار رود یا خیر.

پمپ های گریز از مرکز جریان کمینه مورد نیازی دارند که زیر آن پمپ می تواند مشکلات عملیاتی و صدمه شدیدی ایجاد کند. اگر مسیر تخلیه پمپ اولیه بتواند مسدود شود، خط گردش مجدد (پس زنی) برای مطابقت با جریان حداقل پمپ مورد

نیاز است. این چنین خطوطی می توانند برای جریان های پیوسته یا کنترل شده طراحی شوند. جریان های پیوسته در پمپ های کوچک تر رایج هستند و از منفذ محدودیت جریان در خط پس زنی برای بیرون رانی فشار به دست آمده از پمپ استفاده می کنند. جریان های کنترل شده معمولاً در سیستم های با ظرفیت بالاتر به کار می روند که در آن ها جریان پیوسته، کمینه منجر به هزینه های عملیات به صورت چشم گیر بالاتر یا انتخاب پمپ بزرگ تر می شود. جریان های کنترل شده اغلب اوقات با دریچه کنترل فشار تنظیم شونده خودکار روی دریچه تخلیه پمپ یا دریچه کنترل جریان و کنترل کننده با جریان حداقل پیکربندی شده به عنوان نقطه تنظیم، به دست می آیند.

انرژی تلمبه اضافی دمای سیال پمپ شده را بالا می برد. در کل، افزایش دما قابل چشم پوشی است، به جز وقتی که پمپ نزدیک حالت توقف کار می کند. به این دلیل، خط گردش مجدد جریان حداقل باید قرار گیرد تا خروجی خط به جای خط مکش پمپ به مجرا وصل شود، بنابراین به سیال زمان برای رها سازی حرارت اضافی را بدهد. اگر سیال به خط مکش اضافه شود، افزایش دما پراکنده نخواهد شد. مبدل گرمای کوچکی ممکن است در جلوی مکش پمپ وصل شود تا به نتیجه ای مشابه برای پمپ های با ارتفاع فشار نسبتاً بالا (~ 500 فوت) یا جابجایی سیالات حساس به گرما برسیم.

سوئیچ های فشار مکش پایین که در سیستم کنترل تاسیسات با هم ارتباط دارند وقتی فشار مکش زیر مقدار تعیین شده باشد، گاهی پمپ را وادار به گردش می کنند یا از شروع به کار آن جلوگیری می کنند. سوئیچ های فشار بالا می توانند روی تخلیه پمپ نصب شوند تا از فشار خروجی مجاز حداکثر (ارتفاع فشار غیرمجاز پمپ) تجاوز نشود. تحت این شرایط موتور معمولاً گردانده می شود یا از روشن شدن آن جلوگیری می شود. به همین صورت، سوئیچ های جریان پایین روی تخلیه برای هشدار و گرداندن موتور وقتی شرایط جریان پایین روی می دهد، به کار می روند. این به هم پیوستگی اغلب در طول شروع به کار پمپ کنار گذاشته می شود (به صورت دستی یا با تایمر) تا به جریان اجازه داده شود به نقطه عملیاتی نرمال برسد که در آن زمان کنارگذاری حذف می شود. در حال حاضر، به دلیل صحت افزایش یافته و تشخیص نقص ساده تر، صنعت در حال تغییر از سوئیچ ها به انتقال دهنده می باشد.



آدرس کارخانه: مشهد- کیلومتر ۵ بزرگراه آسیایی- کدپستی ۰۲۸ تلفن: ۰۵۱-۳۶۵۱۶۶۱۶