Namatek
True Education

Net Positive Suction Head

www.namatek.com

آشنایی با NPSH

فهرست مطالب

۱. NPSH چیست؟

۲. هد خالص مثبت در دهانه مکش مورد نیاز (NPSH_R)

۳. هد خالص مثبت در دهانه مکش در دسترس (NPSH_A)

۴. راهکارهای کاهش NPSH-R

۵. راهکار های افزایش NPSH-A

www.namatek.com

برای انتخاب پمپ ها در مدارهای هیدرولیکی، ان پی اس اچ یکی از مهم ترین پارامترهای انتخاب می باشد. شناخت مفهوم و روش های محاسبه و تنظیم هد خالص مثبت در دهانه مکش از جمله ضروری ترین کارهای هر فرد مشغول در حوزه سیستم های دوار است.

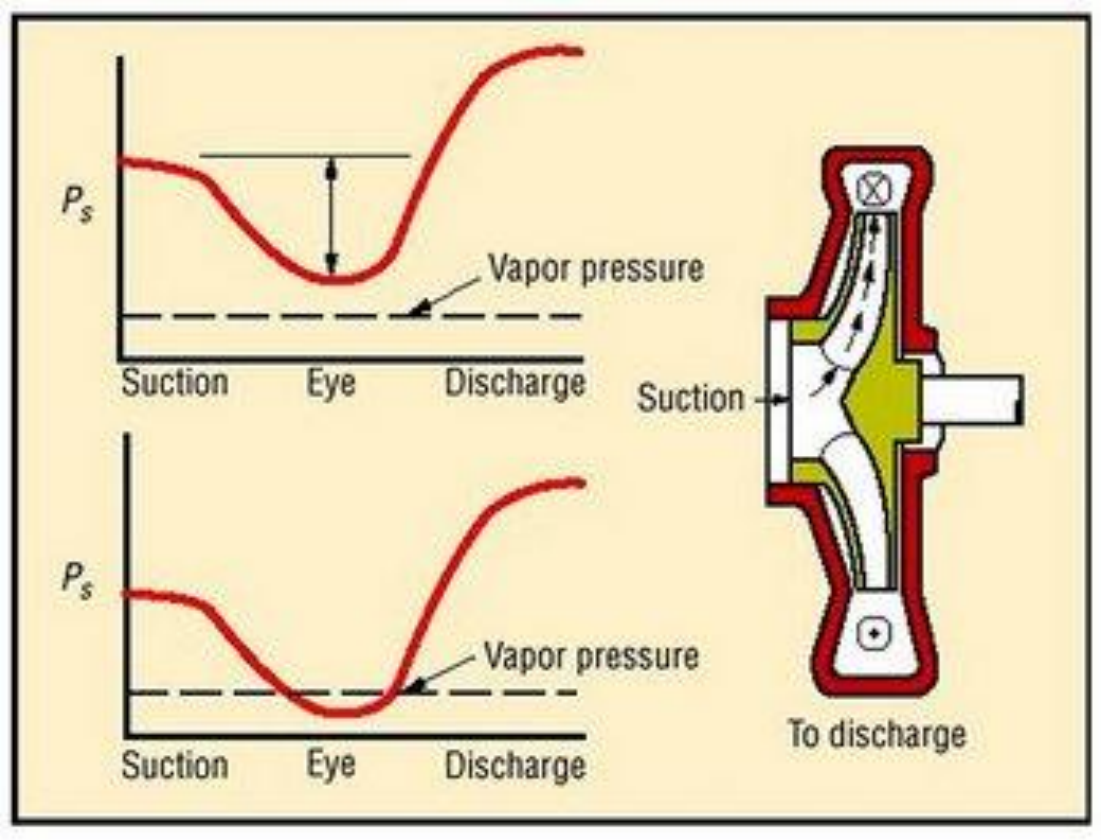
در این مقاله سعی داریم تا تمامی نکات مورد نیاز درباره این پارامتر پمپ ها را بررسی کنیم، همراه ما باشید.

#۱ NPSH چیست؟

در هنگام ورود سیال به چشم پروانه پمپ، کاهش سطح مقطع و در نتیجه کاهش فشار اجتناب ناپذیر است. حال اگر فشار سیال به حدی پایین رود که از فشار بخارش سیال در دمای پمپاژ کم تر شود حباب تشکیل می شود.

(این افت فشار مشابه شرایطی است که در یک Reducer اتفاق می افتد)

این حباب ها هنگام برخورد به پروانه و با افزایش فشار، از بین رفته و میکروجت حاصل از آن به پروانه پمپ آسیب می زند.



اصطلاح NPSH (ان پی اس اچ) یا همان هد خالص مثبت در دهانه مکش بیان کننده میزان هد (Head) یا تراز انرژی ای است که سیال باید داشته باشد تا در فاز مایع (تک فاز) باقی بماند. واحد اندازه گیری NPSHدر دستگاه SI برابر با متر (m) است.

هد خالص مثبت در دهانه مکش (Net Positive Suction Head) دارای دو وجه است:

۱. هد خالص مثبت در دهانه مکش مورد نیاز (NPSH-R)
۲. هد خالص مثبت در دهانه مکش در دسترس (NPSH-A)

#۲ هد خالص مثبت در دهانه مکش مورد نیاز (NPSH-R)

هد خالص مثبت در دهانه مکش موردنیاز عبارت است از مقدار ان پی اس اچ مورد نیاز پمپ که در صورت فراهم نمودن آن، عملکرد پمپ به صورت مطمئن و صحیح فراهم می شود. این مقدار بر اساس طراحی داخلی پمپ و پروانه، سرعت دورانی و سایر پارامترهای طراحی محاسبه می شود.
براساس آزمایشات و مشاهدات تجربی در پمپ های معمولی (به جز پمپ های دور بالا و انرژی بالا) تا حداکثر ۳ درصد افت هد در عمر پمپ تاثیر چندانی ندارد. بنابراین NPSH 3% به عنوان معیار مورد پذیرش طراحان پمپ های سانتریفیوژ و استانداردهای مرجع قرار گرفته است.

#۳ هد خالص مثبت در دهانه مکش در دسترس (NPSH-A)

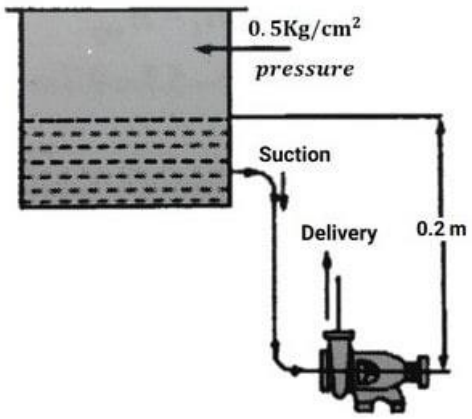
هد خالص مثبت در دهانه مکش در دسترس عبارت است از مقدار ان پی اس اچ فراهم شده در نازل مکش پمپ.

فرمول NPSH-A به صورت زیر می باشد:

$$NPSH_{ava} = \frac{P_{suction} - P_{vapor}}{\rho g}$$

#۳-۱ مثال هایی از محاسبه NPSH-A

NPSH-A در مداری با مخزن بالا دست تحت فشار



$$VaperPressure: V_{vap} = 0.45\ {}^{kg}/_{cm^2}$$

$$Pipe\ Losses: H_f = 1.5m$$

$$Specific\ Gravity = 0.8$$

$$Gage\ Pressure: P_g = 0.5Kg/cm^2$$

$$H_g in\ meters = \frac{0.5 \times 10.2}{0.8} = 6.4m$$

$$H_{st}\ in\ meters = +0.2m$$

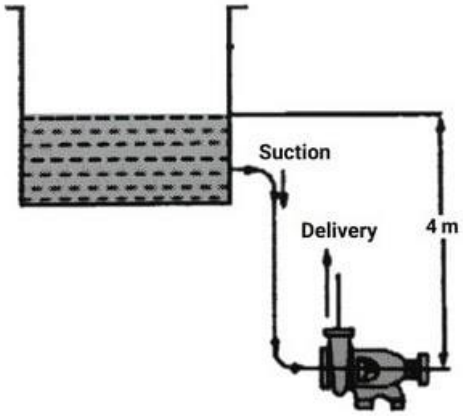
$$Atmospheric\ Pressure = \frac{10.325}{0.8} = 12.9$$

$$H_{vap} in\ meters = \frac{0.45 \times 10}{0.8} = 5.7m$$

$$NPSH_{ava}\ in\ meters = H_a + H_s + H_{st} - H_f - H_{vap} = 12.9 + 6.4 + 0.2 - 1.5 - 5.7$$

$$\rightarrow NPSH_{ava} = 12.3\ m$$

NPSH-A در مداری با مخزن بالا دست اتمسفریک



$$VaperPressure: V_{vap} = 0.45\ {}^{kg}/_{cm^2}$$

$$Pipe\ Losses: H_f = 1.5m$$

$$Specific\ Gravity = 0.8$$

$$Gage\ Pressure: P_g = 0\ Kg/cm^2$$

$$H_g in\ meters = \frac{0 \times 10.2}{0.8} = 0\ m$$

$$H_{st}\ in\ meters = +4m$$

$$Atmospheric\ Pressure = \frac{10.325}{0.8} = 12.9$$

$$H_{vap} in\ meters = \frac{0.45 \times 10}{0.8} = 5.7m$$

$$NPSH_{ava}\ in\ meters = H_a + H_s + H_{st} - H_f - H_{vap} = 12.9 + 0 + 4 - 1.5 - 5.7$$

$$\rightarrow NPSH_{ava} = 9.7\ m$$

#۲-۳ نتیجه گیری

با توجه به مطالب ذکر شده در مثال های بالا استنتاج می شود که هد خالص مثبت موجود در مکش پمپ به عوامل زیر بستگی دارد:

- فشار خارجی مخزن مبدا یا همان فشار خارجی
- ارتفاع سطح سیال از تراز مبدا
- افت مسیر (اصطکاکی، موضعی)
- فشار بخار سیال در دمای پمپاژ

پس برای افزایش NPSH-A باید مقادیر فشار خارجی و ارتفاع سطح سیال از تراز مبدا را افزایش و مقادیر افت مسیر و فشار بخار سیال در

دمای پمپاژ را کاهش داد. اما اجرای این اقدامات همواره ساده نبوده و محدودیت هایی را نیز به همراه دارد.

#۴ راهکارهای کاهش NPSH-R

قبل از پرداختن به راهکارهای کاهش مقدار NPSH-R لازم به ذکر است که مقدار آن نباید از حد معینی که توسط سرعت مخصوص در دهانه مکش تعیین می شود کم تر شود. علت این است که در این صورت دچار کاهش قدرت مکش پمپ خواهیم شد. برای کاهش NPSH-R راهکارهای رایج زیر استفاده می شود.

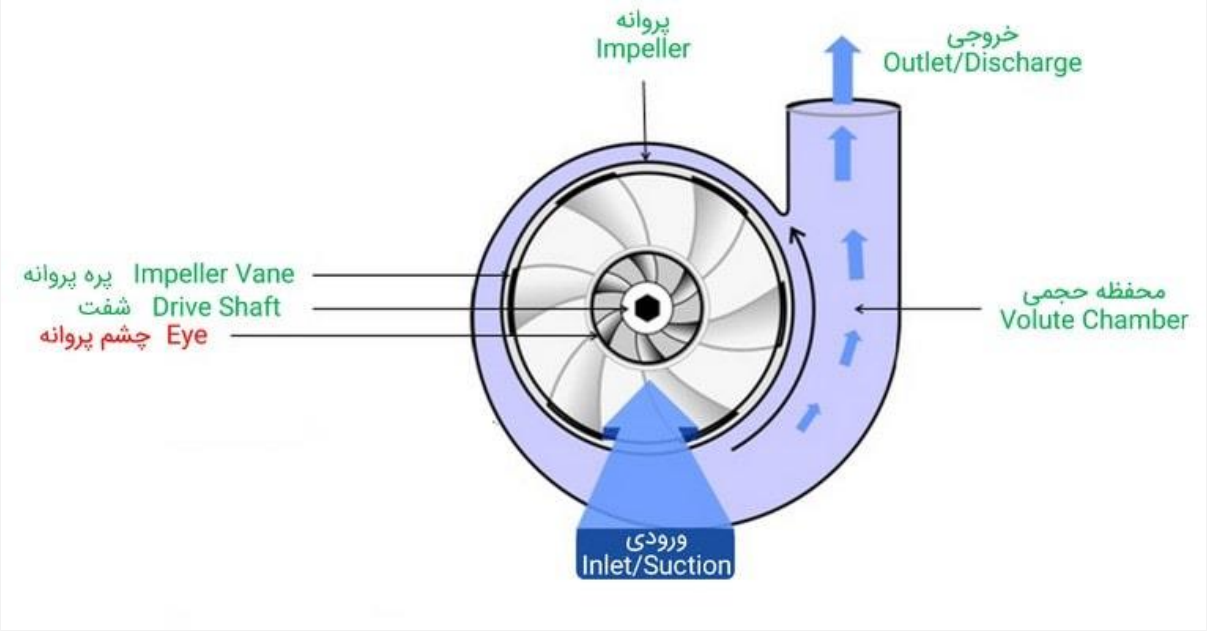
۱. کاهش دور دورانی پمپ
۲. استفاده از پروانه با چشم بزرگتر
۳. استفاده از پروانه دو مکشه
٤. استفاده از Inducer

#۴-۱ کاهش دور دورانی پمپ

با کاهش دور دورانی، سرعت سیال در چشم پروانه کاهش یافته و فشار استاتیکی افزایش می یابد.

#۲-۴ استفاده از پروانه با چشم بزرگتر

با افزایش مساحت چشم پروانه، سرعت سیال در یک دبی معین کاهش یافته و فشار استاتیکی افزایش خواهد یافت.

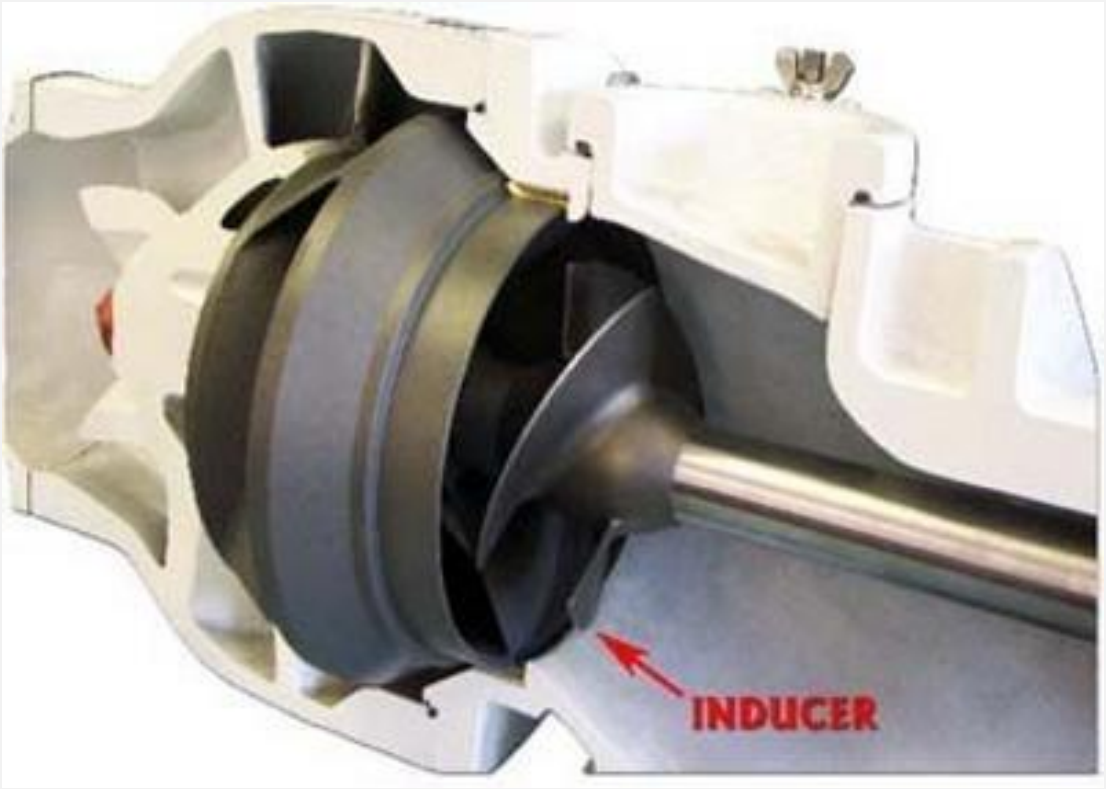


#۳-۴ استفاده از پروانه دو مکشه

با افزایش سطح ورود سیال به چشم پروانه سرعت کاهش یافته و فشار استاتیکی افزایش می یابد.

#۴-۴ استفاده از Inducer

در این شیوه از یک پروانه جریان محوری قبل از ورودی پمپ استفاده می شود تا فشار استاتیکی چشم پروانه تا حدی افزایش یابد.



#۵ راهکار های افزایش NPSH-A

برای افزایش مقدار NPSH-A یک پمپ از موارد زیر استفاده می شود:

۱. افزایش فشار خارجی
۲. افزایش ارتفاع سطح سیال مخزن نسبت به تراز مبدا
۳. کاهش افت مسیر (اصطکاکی و موضعی)
٤. کاهش فشار بخار سیال
۵. استفاده از پمپ بوستر
٦. استفاده از پمپ VS6

#۵-۱ افزایش فشار خارجی

این کار باید در مرحله طراحی پایه و یا حداکثر در مرحله طراحی تفضیلی، یعنی قبل از سفارش گذاری برای خرید مخرن، انجام شود. در صورتی که این مسئله پس از خرید تجهیزات به عنوان یک راهکار جهت افزایش هد خالص مثبت در دسترس در نظر گرفته شود، موارد زیر باید مورد بررسی دقیق (قبل از پیاده سازی این روش) قرار گیرند:

۱. احتمال دارد افزایش فشار مورد نیاز، از حد تحمل مخزن خریداری شده خارج باشد.
۲. حتی اگر فشار از نظر مکانیکی بلامانع باشد، باید از نظر فرآیندی نیز بررسی شود تا مطمئن شویم که افزایش فشار باعث انتقال جرم

میان گاز و سیال فرآیندی نشود. (گاز استفاده شده معمولا نیتروژن است)

۳. باید تنظیمات ملحقات حفاظتی-کنترلی آن (مانند شیرهای اطمینان) نیز دوباره و بر اساس فشار جدید انتخاب شوند.

#۲-۵ افزایش ارتفاع سطح سیال مخزن نسبت به تراز مبدا

با افزایش ارتفاع سطح سیال از تراز مبدا، مقدار NPSH-A افزایش می یابد. از طرفی می دانیم که ارتفاع سیال می تواند در حین کارکرد مخزن و به دلایل فرآیندی و عملیاتی از بالاترین سطح تا پایین ترین سطح ممکن متغیر باشد. به همین دلیل و برای پیشگیری از تاثیر مورد عنوان شده مقدار ان پی اس اچ در دسترس را در پایین ترین تراز ممکن (Low Low Liquid Level – LLLL) محاسبه می کنیم تا بدترین حالت را پوشش داده باشیم. از طرف دیگر افزایش ارتفاع پایین ترین تراز ممکن مخزن، معادل است با افزایش حجم سیالی که پمپاژ نمی شود (چون به محض رسیدن سیال به این تراز، پمپ خاموش می شود) که به حجم مرده معروف است. افزایش حجم مرده به معنی کاهش حجم مفید مخزن است که در حالت کلی مورد پذیرش نیست و در هر مورد مطالعاتی باید مورد محاسبه قرار گیرد.

#۵-۳ کاهش افت مسیر (اصطکاکی و موضعی)

باید تا حد امکان سعی کنیم که پمپ را به منبع تغذیه آن (مثلا مخزن بالادست) نزدیک کرده و از شیرآلات و اتصالات زانویی های کمتری و به عبارت دیگر از مقاومت های هیدرولیکی کمتری در سیستم لوله کشی استفاده کنیم. البته درصورتی که مشکلی برای سیال فرآیندی پیش نیاید، می توانیم با افزایش قطر لوله، میزان افت را کاهش دهیم.

#۵-۴ کاهش فشار بخار سیال

فشار بخار سیال در یک دمای معین نشانگر میزان توانایی مولکول های آن سیال برای فرار از سطح مایع در آن دما است. این پارامتر با دما رابطه مستقیم داشته و با افزایش دما، افزایش و با کاهش آن، فشار بخار سیال نیز کاهش می یابد. فشار بخار به صورت مطلق گزارش می شود، درنتیجه برای کاهش فشار بخار یک سیال، باید دمای آن را کاهش دهیم.

برای این منظور ۲ روش وجود دارد:

- استفاده از مبدل حرارتی در ورودی پمپ
- تزریق مایع سرد

لازم به ذکر است که در استفاده از هر شیوه باید به مزایا و معایب آن توجه نمود و با احتیاط عمل کرد.

در ادامه به بیان این دو روش به اختصار می پردازیم.

۱) استفاده از مبدل حرارتی در ورودی پمپ

با استفاده از مبدل حرارتی (آب خنک یا هوا خنک) می توان دما را در ورودی پمپ کاهش داد. باید دقت داشت که فشار بخار باید در حداکثر دمای سیال که در شرایط عادی مورد انتظار نبوده و جز دگرگونی های فرآیندی به حساب می آید، محاسبه شود.

۲) تزریق مایع سرد

بر اساس تجربه، استفاده از این روش در صورت امکان حتی در مقادیر کم اختلاط بسیار موثر شناخته شده است. مایع سرد استفاده شده باید با سیال فرآیندی سازگار باشد تا در ترکیب یا ترکیبات سیال اشکال ایجاد نشود.

#۵-۵ استفاده از پمپ بوستر

در شرایطی که تراز مثبت خالص فراهم آمده در دهانه مکش پمپ (به دلیل شرایط هیدرولیکی و دور کارکرد) برای برقراری حاشیه لازم و مناسب با مقدار NPSH-R کافی نباشد، می توان از پمپ بوستر استفاده نمود.

مناسب ترین گزینه برای تحقق این هدف هیدرولیکی پمپ OH3 است.

#۵-۶ استفاده از پمپ VS6

با استفاده از این پمپ در حقیقت فشار استاتیکی سیال بر روی چشم پروانه را افزایش می دهیم. این پمپ ها از نوع پمپ های ۲ پوسته ای هستند. پوسته اول همواره در محل نصب خود ثابت باقی می ماند. پوسته دوم نیز که از نوع دیفیوزری است در تولید فشار استاتیکی و هیدرولیک پمپ، شرکت می نماید.