



WHITE PAPERS

ASK-RD-ENG-063

R&D Department

ARYA SEPEHR KAYHAN (ASK) | SHAHID SALIMI INDUSTRIAL CITY, TABRIZ, IRAN

شرکت آریا سپهر کیهان با نام اختصاری ASK، طراح و تولیدکننده پمپ های گریز از مرکز و روتاری و ارائه دهنده راهکارهای بهینه سازی سیستم های فرایندی و پمپاژ می باشد.

توجه!

مقالات تخصصی با عنوان White Papers جهت افزایش دانش عمومی پمپ ها در بخش تحقیق و توسعه این شرکت نگارش شده است. استفاده از این مقالات رایگان می باشد و لازم است جهت استفاده از محتویات آن به موارد ذیل توجه فرمایید:

- 1- انتشار مجدد مطالب مقالات (به شکل اولیه و بدون تغییر در ساختار محتوایی و ظاهری) با ذکر منبع، بلامانع است.
- 2- استفاده تجاری از محتویات مقالات در نشریات مجاز نمی باشد.

سرعت مخصوص N_s

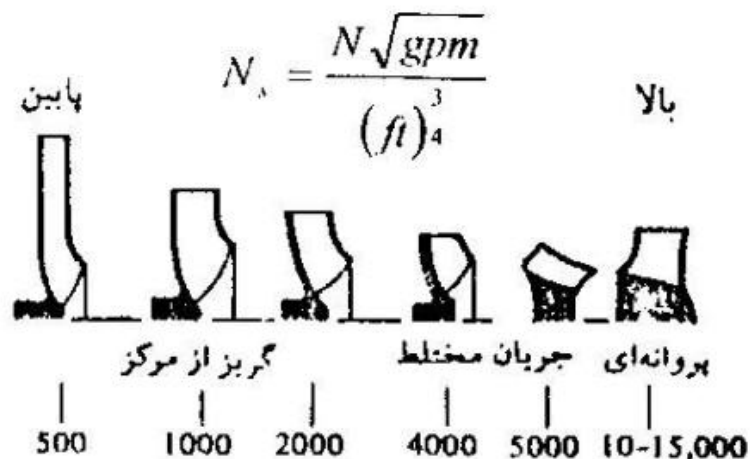
سرعت مخصوص

یکی از نقاط تمایز پره ها ، نحوه عبور مایع و خروج آنها از تیغه های پره است که به آن سرعت ویژه (N_s) می گویند این عدد به عنوان یکی از شاخصهای مورد استفاده طراحان پمپ برای تشریح هندسه پره ها و نیز طبقه بندی آنها بر اساس نوع طراحی و کاربردهای آنها به کار می رود . طبق تعریف ، سرعت ویژه (مخصوص) ، تعداد دور بر دقیقه ای است که در طول آن پره یک واحد حجم سیال (مثلاً متر مکعب) را در واحد زمان (مثلاً ثانیه) در یک واحد ارتفاع (مثلاً متر) تخلیه می کند .

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad (3-1)$$

سرعت مخصوص ، عددی بی بعد است که در فرمول فوق جهت محاسبه آن به کار می رود . مهندسیین طراح پمپ از N_s به عنوان ابزاری ارزشمند جهت بهبود و توسعه پره ها استفاده می کنند. باید توجه داشت که سرعت مخصوص در نقطه بهترین راندمان با قطر پروانه ماکزیمم محاسبه می شود. همچنین این عدد به عنوان شاخصی برای تعیین اینکه پمپ دارای طرح محفظه تک یا دوپل باشد به کار می رود .

N_s برای آنالیز و تحلیل پمپهای دچار مشکل و انتخاب یا خرید پمپ جدید می تواند سودمند باشد. با قرار دادن سرعت ، جریان و هد در فرمول N_s می توان شاخصی را برای طرح پره مورد نظر به دست آورد (شکل 3-1) .



شکل 3-1 : طراحی پروانه ها برای انواع پروانه ها بر حسب سرعت مخصوص

به علت تناسب پروفیل پره و ارتباط آن با N_s محاسبه شده ، باید این عدد را روی عملکرد و کار پمپ تأثیر گذار دانست .

در پره های تیغه شعاعی ($50 < N_s < 160$) هد به وسیله نیروی گریز از مرکز و یا طرح پره ایجاد می گردد که از این پره ها بیشتر در پمپ توربینهای عمودی چند طبقه استفاده می شود . همچنین این نوع پره ها به دلیل پهنتر بودن تیغه ، بیشتر برای تولید جریان و افزایش آن به کار می روند . پره های جریان محوری ($N_s > 160$) نیز تقریباً همیشه برای جریان با دبی بالا و هد پایین مورد استفاده قرار می گیرند .

با توجه به معادله سرعت مخصوص ، ملاحظه می شود که هر قدر سرعت دورانی و دبی پمپ زیادتر بوده و ارتفاع آن کم تر باشد سرعت مخصوص آن بیشتر خواهد بود ، در نتیجه سرعت مخصوص پمپ های محوری زیاد و سرعت مخصوص پمپ های گریز از مرکز کم می باشد . اگر یک پمپ گریز از مرکز با قطر پروانه D و عرض b را در نظر بگیریم ، با توجه به اینکه ارتفاع رانش پمپ متناسب با مربع قطر پروانه می باشد ، مقدار آن در مقایسه با دبی پمپ زیاد می باشد . در نتیجه پمپ های گریز از مرکز در راندمان های بالا با ارتفاع رانش زیاد و دبی نسبتاً کم و در نهایت با سرعت مخصوص پایین کار می کنند .

حال اگر ارتفاع رانش و دبی پمپی را ثابت نگه داشته و دور آن را زیاد کنیم باید شکل پره را تغییر دهیم . با افزایش دور و ثابت بودن ارتفاع رانش و دبی ، سرعت مخصوص زیاد می گردد . از طرفی با توجه به اینکه ارتفاع رانش متناسب با $(N^2 D^2)$ و دبی برابر $(2 \pi r_2 b_2 c_{m2})$ می باشد ملاحظه می شود که برای ثابت نگه داشتن ارتفاع رانش ، باید قطر پروانه به نسبت عکس دور کم گردد ، برای ثابت نگه داشتن دبی (با توجه به کاهش قطر) باید عرض پره b را افزایش داد ، در غیر این صورت سرعت شعاعی (C_u) افزایش یافته و موجب کاهش راندمان خواهد شد . به همین ترتیب با توجه به افزایش دور و ثابت ماندن ارتفاع رانش و دبی باید قطر را کم و عرض پره را زیاد نمود تا راندمان پمپ ثابت بماند ، از طرفی با کاهش بیش از حد قطر پروانه ، چرخش ۹۰ درجه سیال در ورود به پمپ در مسافت کوتاه موجب افزایش افت و کاهش راندمان خواهد شد که برای جلوگیری از این پدیده باید شکل پره ها را در دورهای بالاتر بصورت محوری تغییر داد تا راندمان پمپ زیاد گردد .

بطور کلی سرعت مخصوص رابطه بین ابعاد و مشخصه های چرخ توربوماشین را معین نموده و به عنوان یک مشخصه چرخ متحرک می باشد ، در نتیجه یکی از شرایط تشابه دو توربوماشین ، مساوی بودن سرعت مخصوص آنهاست . سرعت مخصوص در یک محدوده خاص دارای راندمان ماکزیمم برای توربوماشین بوده در عین حال یک پارامتر عمده در انتخاب نوع و طراحی توربوماشین است . بطور کلی شرط تشابه در توربوماشین های سیال غیر غابل تراکم ، علاوه بر تشابه هندسی بین دو ماشین این است که ضرایب ثابت زیر نیز بین آنها ، برابر باشد :

$$C_1 = \psi = \frac{gH}{N^2 D^2} \quad (3-2) \quad \text{۱- ضریب ارتفاع مانومتریک}$$

$$C_2 = \phi = \frac{Q}{ND^2} \quad (3-3) \quad \text{۲- ضریب دبی جریان}$$

$$C_3 = C_p = \frac{P}{\rho N^3 D^5} \quad (3-4) \quad \text{۳- ضریب توان}$$

$$C_4 = \text{Re} = \frac{\rho ND^2}{\mu} \quad (3-5) \quad \text{۴- عدد رینولدز}$$

$$C_5 = \eta \quad (3-6) \quad \text{۵- راندمان}$$

$$C_6 = N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad (3-7) \quad \text{۶- سرعت مخصوص}$$

$$C_7 = D_s = \frac{DH^{1/4}}{\sqrt{Q}} \quad (3-8) \quad \text{۷- قطر مخصوص}$$

در جدول (3-1) تقسیم بندی پمپ ها بر حسب سرعت مخصوص نشان داده شده است :

باید توجه داشت که اعداد ارائه شده در جدول ، تقریبی و بر اساس آزمایشات گوناگون ، بدست آمده است .

نوع پمپ	پمپ های شعاعی	پمپ های جریان مختلط	پمپ های جریان محوری
N_s	10...50	50...160	100...300

جدول 3-1

مثال (۱) : مطلوب است تعیین نوع پمپی که بتواند دبی ۲۰ لیتر بر ثانیه را به ارتفاع ۲۰ متر برساند . دور محور پمپ را ۱۴۵۰ دور بر دقیقه در نظر بگیرید .

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}} = \frac{1450\sqrt{0.02}}{(20)^{3/4}} = 21.68$$

در نتیجه نوع پمپ ، گریز از مرکز می باشد .

مثال (۲) : مطلوب است تعیین نوع پمپی که بتواند دبی ۵ لیتر در ثانیه را به ارتفاع ۵۰ متر برساند . سرعت محور پمپ ۱۴۵۰ دور بر دقیقه می باشد .

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}} = \frac{1450\sqrt{0.005}}{(50)^{3/4}} = 5.45$$

ملاحظه می شود که این سرعت مخصوص از کمترین مقداری که پمپ گریز از مرکز دارا می باشد ، کمتر است ، در نتیجه باید از پمپ گریز از مرکز چند مرحله ای استفاده نمائیم . حال اگر سرعت مخصوص این پمپ چند مرحله ای را در سیستم متریک ۱۰ انتخاب نمائیم ، حداقل تعداد طبقات پمپ خواهد شد :

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

$$10 = \frac{1450\sqrt{0.005}}{(H)^{3/4}} \Rightarrow H = 12.82$$

در نتیجه برای تعداد طبقات پمپ خواهیم داشت :

$$n = \frac{50}{12.82} = 3.9 \approx 4$$

یعنی حداقل تعداد طبقات چنین پمپی ۴ خواهد بود .