

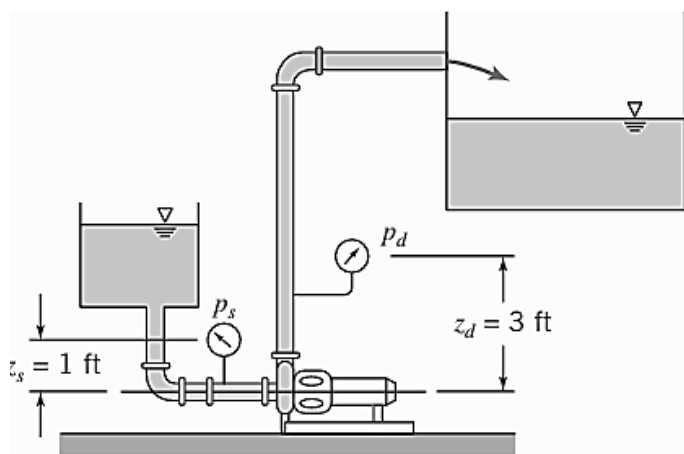
پروژه نهایی درس مکانیک سیالات ۱

استاد درس: دکتر بهزاد بقاپور تدریس یاران: محمدی، فرهادی، موسوی

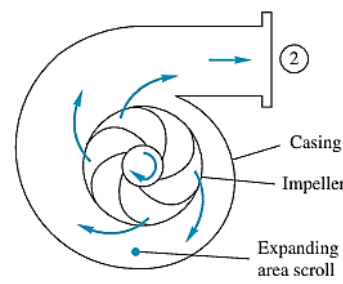
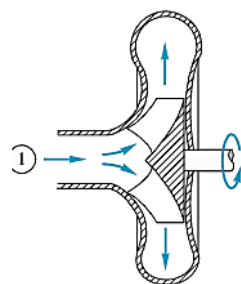
عنوان پروژه: پمپ سانتریفیوژ (گریز از مرکز)

• مقدمه

پمپ‌های سانتریفیوژ از پرکاربردترین تجهیزات انتقال سیال در صنایع مختلف مهندسی به‌شمار می‌روند. درک اصول عملکرد و مشخصه‌های عملکردی این پمپ‌ها نقش مهمی در طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های انتقال سیال دارد. این پروژه با هدف آشنایی دانشجویان با نحوه عملکرد پمپ‌های سانتریفیوژ، تحلیل منحنی‌های عملکرد، انتخاب پمپ مناسب، و بررسی مشکلات بهره‌برداری طراحی شده است.



(ب)



(الف)

در شکل الف، نمایی شماتیک از بخش‌های اصلی یک پمپ سانتریفیوژ نمایش داده شده است. در سمت چپ شکل الف (شماره ۱)، مسیر جریان سیال درون پروانه (Impeller) نشان داده شده که به وسیله دوران پروانه، انرژی جنبشی به سیال داده می‌شود. در سمت راست (شماره ۲)، نمای بالا از پمپ قابل مشاهده است که در آن اجزای اصلی شامل پروانه، محفظه حلزونی (Casing) و ناحیه مارپیچی با سطح مقطع در حال افزایش (Expanding Area Scroll) مشخص شده‌اند. این تصویر نحوه تبدیل انرژی مکانیکی به انرژی فشاری در پمپ‌های سانتریفیوژ را به خوبی نمایش می‌دهد و برای درک اصول عملکرد این نوع پمپ‌ها بسیار مفید است.

شکل ب، یک سیستم ساده شامل یک پمپ سانتریفیوژ را نشان می‌دهد که وظیفه انتقال سیال از یک مخزن منبع به یک مخزن مقصد را بر عهده دارد.

با توجه به توضیحات داده شده به مطالعه‌های موردی زیر توجه کرده و خواسته‌های مورد نظر را با دقت انجام داده و نتایج خود را گزارش کنید. مطالعه‌های موردی شامل ۳ قسمت کلی است که انجام همه موارد برای دانشجویان الزامی می‌باشد.

- مطالعه های موردی

۱- بخش اول

الف) با در نظر گرفتن حجم کنترل مناسب در پمپ، معادلات حاکم (معادلات بقا) را استخراج کنید.

ب) پارامترهای عملکردی زیر را با تحقیق از منابع مختلف به صورت کامل بیان کرده و روابط آن ها را بر حسب پارامترهای قابل اندازه گیری (چگالی، دبی حجمی، گشتاور، سرعت دوران) پمپ بیان کنید.

- توان هیدرولیکی
- توان مکانیکی
- هد پمپ
- سرعت مخصوص (specific speed)
- بازده هیدرولیکی پمپ
- بازده کلی پمپ

۲- بخش دوم

الف) به دست آوردن پارامترها و نمودارهای مورد نظر و تحلیل آن‌ها: (محاسبات را میتوانید به صورت دستی یا با استفاده از نرم افزارهای EES، اکسل، متلب و یا پایتون انجام دهید.)

در این بخش با توجه به سیستم جریان شکل (ب) که برای آزمایش یک پمپ سانتریفیوژ با یک سرعت اسمی مشخص مورد استفاده قرار می‌گیرد، دو سری دیتای مختلف در اختیار شما قرار داده شده است که با استفاده از آن‌ها باید خواسته‌های مورد نظر را به دست آورید:

❖ دیتاست اول:

- سرعت اسمی: ۱۷۵۰ دور بر دقیقه
- دمای آب: ۸۰ درجه فارنهایت
- قطر لوله‌های مکش و تخلیه: ۶ اینچ
- ارتفاع‌ها در شکل (ب) داده شده است.
- موتور الکتریکی با ولتاژ ۴۶۰ ولت، سه فاز تغذیه می‌شود و ضریب توان آن ۰/۸۷۵ و راندمان ثابت آن ۹۰ درصد است. (راهنمایی: راندمان مکانیکی ۱۰۰ درصد بوده و توان خروجی موتور الکتریکی همان توان ورودی مکانیکی به پمپ خواهد بود و برای موتور سه فاز با استفاده از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$P_{in} = \eta \sqrt{3} \times (\text{power factor}) \times \text{Voltage}$$

- دیتاهای اندازه‌گیری شده به صورت زیر هستند:

Flow rate (gpm)	Suction pressure (psig)	Discharge pressure (psig)	Motor Current (amp)
0	0.65	53.3	18.0
500	0.25	48.3	26.2
800	-0.35	42.3	31.0
1000	-0.92	36.9	33.9
1100	-1.24	33.0	35.2
1200	-1.62	27.8	36.3
1400	-2.42	15.3	38.0
1500	-2.89	7.3	39.0

۱-۱-۱- با توجه به جدول داده شده هد پمپ، توان هیدرولیکی و بازده کلی پمپ را به ازای دبی 800 gpm به دست آورید.

۱-۱-۲- برای دیتای داده شده نمودارهای هد پمپ، توان هیدرولیکی، سرعت مخصوص و بازده کلی پمپ را بر حسب دبی حجمی رسم کنید و رفتار هر کدام از نمودارها را تحلیل کنید. سعی کنید یک رابطه چندجمله‌ای روی منحنی‌های به دست آمده برازش کنید. (برازش منحنی را میتوانید با نرم افزارهای اکسل، متلب یا هر زبان برنامه نویسی دیگری انجام دهید.)

❖ دیتاست دوم:

- سرعت اسمی: ۱۱۰۰ دور بر دقیقه
- دمای آب: ۲۵ درجه سلسیوس
- قطر لوله های مکش و تخلیه: ۱۵ سانتی متر
- بر خلاف دیتاست اول، از اختلاف ارتفاع صرف نظر کنید.
- دیتاهای اندازه گیری شده به صورت زیر است: (دقت کنید در این قسمت به جای مقدار جریان موتور الکتریکی، مقدار توان گزارش شده است و نیازی به محاسبه مجدد آن نیست. همچنین دقت کنید که باید توان مکانیکی را نیز در این قسمت طبق خواسته مسئله در پایین محاسبه کنید).

Torque (N.m)	Flow rate (L/min)	Suction pressure (bar)	Discharge pressure (bar)	Motor Power (kW)
2.1	254	-0.08	0.06	0.52
2	228	-0.07	0.11	0.5
1.9	197	-0.05	0.18	0.48
1.7	163	-0.04	0.25	0.46
1.8	177	-0.05	0.21	0.47
1.7	155	-0.04	0.25	0.45
1.5	127	-0.03	0.29	0.42
1.5	129	-0.03	0.29	0.42
1.4	99	-0.02	0.32	0.4
1.2	75	-0.02	0.34	0.38
1.1	50	-0.02	0.35	0.36
1	27	-0.01	0.36	0.33
0.9	2	-0.01	0.36	0.31

۱-۲-۱- با توجه به جدول داده شده هد پمپ، توان هیدرولیکی، بازده هیدرولیکی و بازده کلی پمپ را به ازای دبی

197 L/min به دست آورید.

۱-۲-۲- برای دیتای داده شده نمودارهای هد پمپ، توان هیدرولیکی، توان مکانیکی، سرعت مخصوص، بازده بازده

کلی پمپ را بر حسب دبی حجمی رسم کنید و رفتار هر کدام از نمودارها را تحلیل کنید. سعی کنید یک

رابطه چندجمله ای روی منحنی های به دست آمده برازش کنید. (برازش منحنی را میتوانید با نرم افزارهای

اکسل، متلب یا هر زبان برنامه نویسی دیگری انجام دهید).

ب) انتخاب پمپ مناسب با استفاده از کدنویسی:

در این بخش هدف نوشتن یک کد ساده به زبان متلب یا پایتون است که بتواند بر اساس شرایط عملکردی مشخص شده توسط کاربر، پمپ مناسب را از میان پمپ‌های گریز از مرکز شرکت پمپیران پیشنهاد دهد. ورودی‌ها و خروجی‌ها به شرح زیر هستند:

▪ مشخصات ورودی:

- دبی حجمی: به متر مکعب بر ساعت (m^3/h)
- هد مورد نیاز: به متر (m)

▪ مشخصات خروجی:

- مدل پمپ مناسب (از خانواده‌های موجود در نمودار صفحه ۵ کاتالوگ، فقط برای دور موتور ۲۹۰۰ دور بر دقیقه)
- قطر پروانه
- بازده پمپ در نقطه کاری
- توان الکتریکی مورد نیاز موتور

▪ شرایط محدودکننده (در صورت توسعه برنامه برای دبی و هد بالاتر، امتیاز اضافه در نظر گرفته خواهد شد):

- مقدار دبی کمتر از ۴۰ متر مکعب بر ساعت
- مقدار هد کمتر از ۴۰ متر

نکات مهم در نوشتن کد:

داده‌های مربوط به منحنی خانواده پمپ‌ها (منحنی همپوشانی) و نمودارهای هد-جریان (براساس قطر پروانه)، بازده و توان، باید با استفاده از نرم‌افزار دیجیتایزر از نمودارهای کاتالوگ استخراج شده و به صورت فایل داده یا ماتریس در برنامه استفاده شوند. برای بدست آوردن بازده، از میان‌یابی بین نقاط استخراج شده از منحنی‌های بازده ثابت استفاده کنید.

در مورد انواع دیگر پمپ ها (نحوه عملکرد و کاربرد آن ها) توضیح دهید. (از توضیحات طولانی اجتناب کرده و سعی کنید برای هر نوع یک توضیح خلاصه و جامع ارائه کنید.)

• نحوه ارزیابی و ارائه

- ۱- گزارشکار را در فرمت استاندارد دانشگاه تحویل دهید و فصل بندی طبق فایل پروژه داشته باشد.
- ۲- برای ارائه نیازی به پاورپوینت نیست.
- ۳- کد خود را در گیتهاب قرار داده و آدرس آن را در لیست منابع، به عنوان منبع نخست ذکر کنید.
- ۴- اخلاق حرفه‌ای و آکادمیک را رعایت فرمایید و از هرگونه تقلب پرهیز کنید. (گزارشکار، کد، نتایج و...)

موفق باشید