توربوماشین ها
فصل اول: مقدمه

میلاد نادری
t.me/Hydrodynamic
www.lecturenote.blog.ir
دانشکده مهندسی مکانیک و هوافضا

۱۳۹۹

مراجع درس

1-Shepherd D.G principlies of turbmachanirey ,Macmllan New York.1956

2-Sayers a T.Hydraulic & Compressible flow Turbomachines

3-Turton R.K .Principles of Turbomachinery .Champan & Hall 1995

4- Wislicenus.,G.F .Fluid Mecanics of Turbomachinary ,McGraw-Hill,

New York. 1947

5- Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, S.L. Dixon and C.A. Hall, 7th Edition, Elsevier Inc., 2014

بارم بندی درس

۱- تمرین ۲ نمره

۲- پروژه ۸ نمره

۳- پایان ترم ۱۰ نمره

نکته:

۱- این درس میان ترم ندارد.

۲- تحویل تمرین ها فقط در موعد مقرر امکان پذیر است.

۳- امتحان پایان ترم شامل ۳-۲ نمره سوالات مفهومی و ۸-۷ سوالات محاسباتی است

پروژه

۱-پروژه در قالب گروههای ۳ نفره انجام خواهد شد.
۲-دانشجویان تا یک هفته فرصت دارند گروه دلخواه خود را تشکیل دهند در غیر اینصورت انتخاب نفرات گروه به صورت رندوم خواهد بود.
۳- محوریت پروژه طراحی پمپ می باشد.
۴- برای هر گروه یک مدل پمپ با مشخصات معلوم در نظر گرفته میشود.
۵- برای موضوع درنظر گرفته شده می بایست یک دفترچه طراحی جامع تهیه شود.
۶- دفترچه طراحی می بایست به صورت تایپ شده و شامل معرفی اجزاء پمپ، سابقه پمپ ، نمونه های مشابه، هزینه نمونه های موجود و هزینه ساخت در کشور، امکانسنجی کامل ساخت، مراحل کامل طراحی و محاسبات (تحلیلی و عددی) ، استخراج نمودارهای کارکردی و ... باشد.

پروژه

۱-پروژه در قالب گروههای ۳ نفره انجام خواهد شد.
۲-دانشجویان تا یک هفته فرصت دارند گروه دلخواه خود را تشکیل دهند در غیر اینصورت انتخاب نفرات گروه به صورت رندوم خواهد بود.
۳- محوریت پروژه طراحی پمپ می باشد.
۴- برای هر گروه یک مدل پمپ با مشخصات معلوم در نظر گرفته میشود.
۵- برای موضوع درنظر گرفته شده می بایست یک دفترچه طراحی جامع تهیه شود.
۶- دفترچه طراحی می بایست به صورت تایپ شده و شامل معرفی اجزاء پمپ،نقشه های مکانیکی، ابعاد کامل، سابقه پمپ ، نمونه های مشابه، هزینه نمونه های موجود و هزینه ساخت در کشور، امکان سنجی کامل ساخت، مراحل کامل طراحی و محاسبات (تحلیلی و عددی) ، بررسی استانداردها،استخراج نمودارهای کارکردی و ... باشد.

مقدمه

- کلمه توربو (turbo) یا (turbines) کلمه ای لاتین به معنای چرخش ، چرخاندن بوده و به اجسام گردنده اتلاق می شود .

توربو ماشین : ماشینهای دوار یا گردنده
به عبارت دیگر به هر دستگاهی که بتواند با استفاده ازگردش محور ماشین از یک جریان مداوم سیال انرژی بگیرد ویا به آن انرژی بدهد اصطلاحاً توربو ماشین گویند

انواع توربو ماشین ها:
توربو ماشین ها مصارف مختلفی دارند که عمدهٔ آنها عبارتند از: آسیابهای آبی، آسیابهای بادی ، انواع پروانه ها، فن های مختلف، انواع پمپ ها ، کمپرسورها ، توربین های هیدرولیکی، گازی و بخاری که با اخذ انرژی از سیال برای تولید برق، گردش یک موتور، انجام کار و... یا دادن انرژی به سیال با بالا بردن فشار یا جابجا کردن سیال مورد استفاده قرار می گیرند.

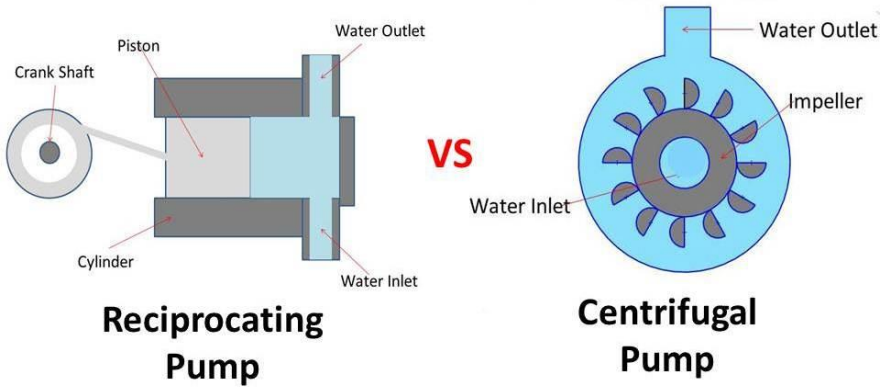
انواع ماشین هایی که در تبادل انرژی با سیال می باشند:
۱) توربو ماشین ها (Turbomachines)
۲) ماشین های رفت وبرگشتی (Reciprocating machines)
۳) ماشین های دوار (Rotary machines)

توروبوماشین ها و ماشین های رفت و برگشتی

تفاوت توربو ماشین ها با ماشین های رفت و برگشتی

در توربو ماشین ها عامل انتقال انرژی بین سیال و ماشین ،حرکت دورانی محور (مجموعه پره ها و شفت) است ولی در ماشین های رفت و برگشتی تغییر مکان خطی پیستون عامل انتقال انرژی است یعنی انتقال سیال از یک محل به محل دیگر بدون اینکه دوران محور نقشی داشته باشد، صورت می گیرد.

اما تفاوت اصلی بین این دو ماشین در حالت سیال هنگام توقف است. در توربو ماشین در یک لحظه توقف حالت سیال تغییر می کند ولی در ماشین های دیگر حالت سیال مثل لحظهٔ قبل از توقف است.

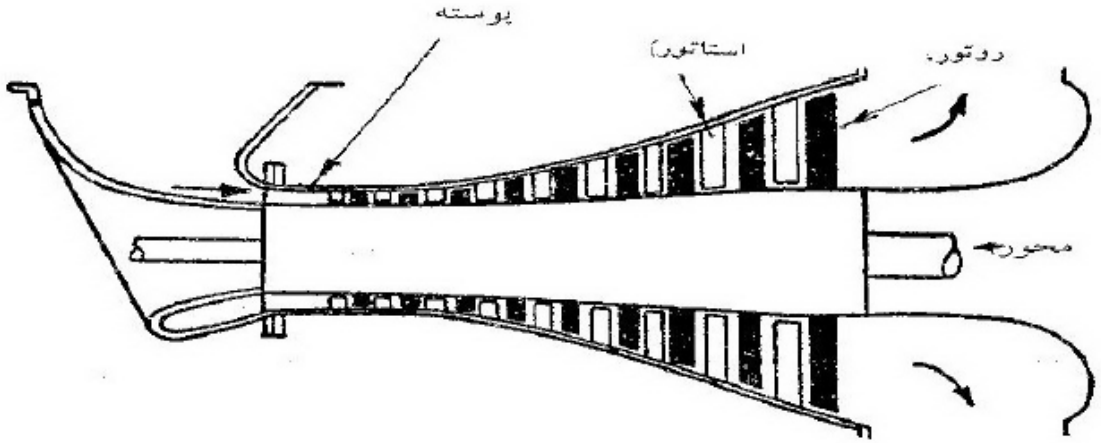


توروبوماشین ها و ماشین های رفت و برگشتی

پمپ رفت و برگشتی	پمپ سانتریفیوژ
از نوع جابجایی مثبت بوده و به وسیله پیستون حرکت میکند.	یکی از انواع پمپ های دینامیکی است که از انرژی جنبشی ایمپلر استفاده میکند.
تخلیه سیال از این پمپ به صورت پیوسته نیست	تخلیه سیال از این پمپ به صورت پیوسته است
فشار تاثیری بر دبی جریان در این پمپ ها نمیگذارد	در این پمپ ها با افزایش فشار، دبی جریان کاهش می یابد
برای سیالات با ویسکوزیته پایین استفاده می شوند.	برای پمپاژ سیالات با ویسکوزیته بالا استفاده میشوند.
ویسکوزیته سیال تاثیری بر نرخ تخلیه نمیگذارد .	در این پمپ ها نرخ تخلیه با ویسکوزیته سیال نسبت معکوس دارد.

اجزای توروبوماشین ها

اجزاء تشکیل دهندهٔ توربو ماشین :



۱) **قسمت دوار (رانر،روتور،propeler،impeler)** : این قسمت در تمام توربو ماشینها وجود دارد و در امتداد حرکت سیال قرار می گیرد و می توان گفت مهمترین بخش توربو ماشین است.

۲) **قسمت ثابت(استاتور)** : معمولاً برای تغییر جهت دادن به سیال و یا انتقال سیال به روتور استفاده می شود.

۳) **محور** : برای انتقال انرژی به روتور یا از روتور به روتور وصل می شود.

۴) **محفظه (بدنه)** : پوسته ای که قسمت های دیگر درون آن قرار می گیرند و نقشهای مهمی دارد که مهمترین نقش آن کنترل فشار است. هنگامی که تغییرات فشار موجب انجام کار می شود ، اگر اختلاف فشار زیاد نباشد محفظه یا پوسته لازم نیست مانند پنکه سقفی و یا در چرخ پلتون که پوسته داریم اما فشار را کنترل نمی کند.

تقسیم بندی توربو ماشین ها از نقطه نظر های مختلف

الف) از نظر انتقال انرژی یا قدرت:

۱) تولید کننده قدرت (**Power generatin**): یا مولد قدرت مثل توربین ها

۲) جاذب قدرت(**Power absorbtion**): یا مصرف کننده قدرت مثل پمپ ها و کمپرسورها

۳) انتقال دهندهٔ قدرت (**Power transmition**): نه قدرت تولید می کند نه مصرف، بلکه انتقال دهنده قدرت است مثل: کلاچ روغنی.

ب) از نظر نوع سیال:

۱) سیال تراکم ناپذیر: مانند آب، روغن که دانسیتهٔ این نوع سیال در ماشین ثابت است که به این نوع توربو ماشین ها، هیدرولیکی می گویند.

۲) سیال تراکم پذیر: مانند هوا، بخار و دیگر گازهای مختلف با دانسیتهٔ متغیر که به این نوع توربو ماشینها، نوعاً حرارتی گویند.

تقسیم بندی توربو ماشین ها از نقطه نظر های مختلف

ج) از نظر جهت جریان سیال: مسیرحرکت سیال درداخل ماشین :

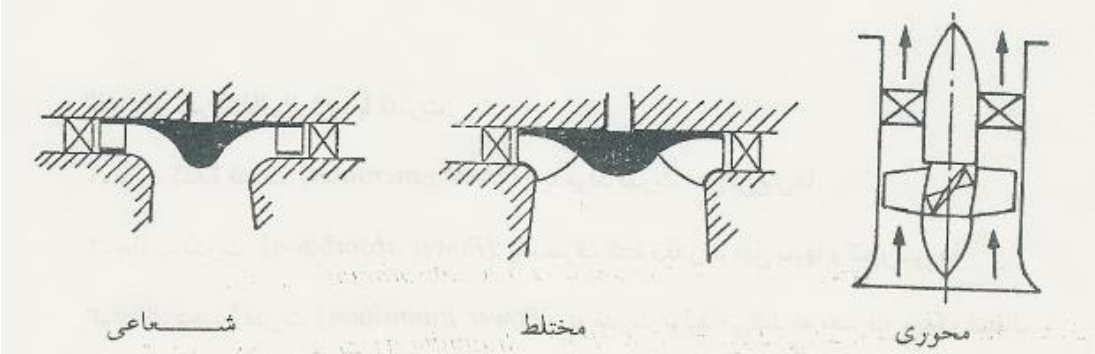
وقتی صحبت از جریان است منظور ورودی یا خروجی نیست بلکه زمانی که سیال روی پرهٔ روتور قرار دارد مورد نظر است لذا با توجه به این امر انواع جهت ها عبارتند از:

۱) جریان محوری : یعنی سیال در امتداد محور چرخش روتور حرکت کند. نظیر توربین کاپلان یا پمپ ملخی

۲) جریان شعاعی: سیال در جهت عمود بر محور روتور خارج یا وارد می شود. نظیر: توربین ها، پمپ ها و کمپرسورهای شعاعی

۳) جریان مختلط: حالتی بین دو حالت فوق است یعنی جریان سیال دارای دو مؤلفهٔ محوری و شعاعی است مانند توربین فرانسیس که مختلط است.

نکته: در پمپ ها و کپرسورها میتوان به جای کلمه شعاعی از لفظ سانتریفیوژ کرد اما در توربین ها از همان لفظ شعاعی استفاده باید کرد



تقسیم بندی توربو ماشین ها از نقطه نظر های مختلف

د) از نظر نوع تحول درجه عکس العمل:

۱) بازتابی **(Reaction)** : سیال در طول پرهٔ متحرک یا روتور در یک سیستم بسته و توأم با تغییر فشار در روتور جریان دارد. نظیر توربین کاپلان، پمپ وکمپرسور جریان محوری

۲) ضربه ای **(impulse)** : جریان سیال به صورت جت و بدون تغییر فشار به روتور برخورد می کند. نظیر چرخ پلتن، چرخ کورتیس (در مرحلهٔ اول توربین بخار وجود دارد).

ه) مقدار سلول یا طبقات :

- ماشین یک طبقه : فقط یک روتو استاتوردارد
- ماشین چند طبقه : دارای چندین روتورواستاتور به تعداد طبقات دارا می باشد.

مزایا و ساختمان توربوماشین ها

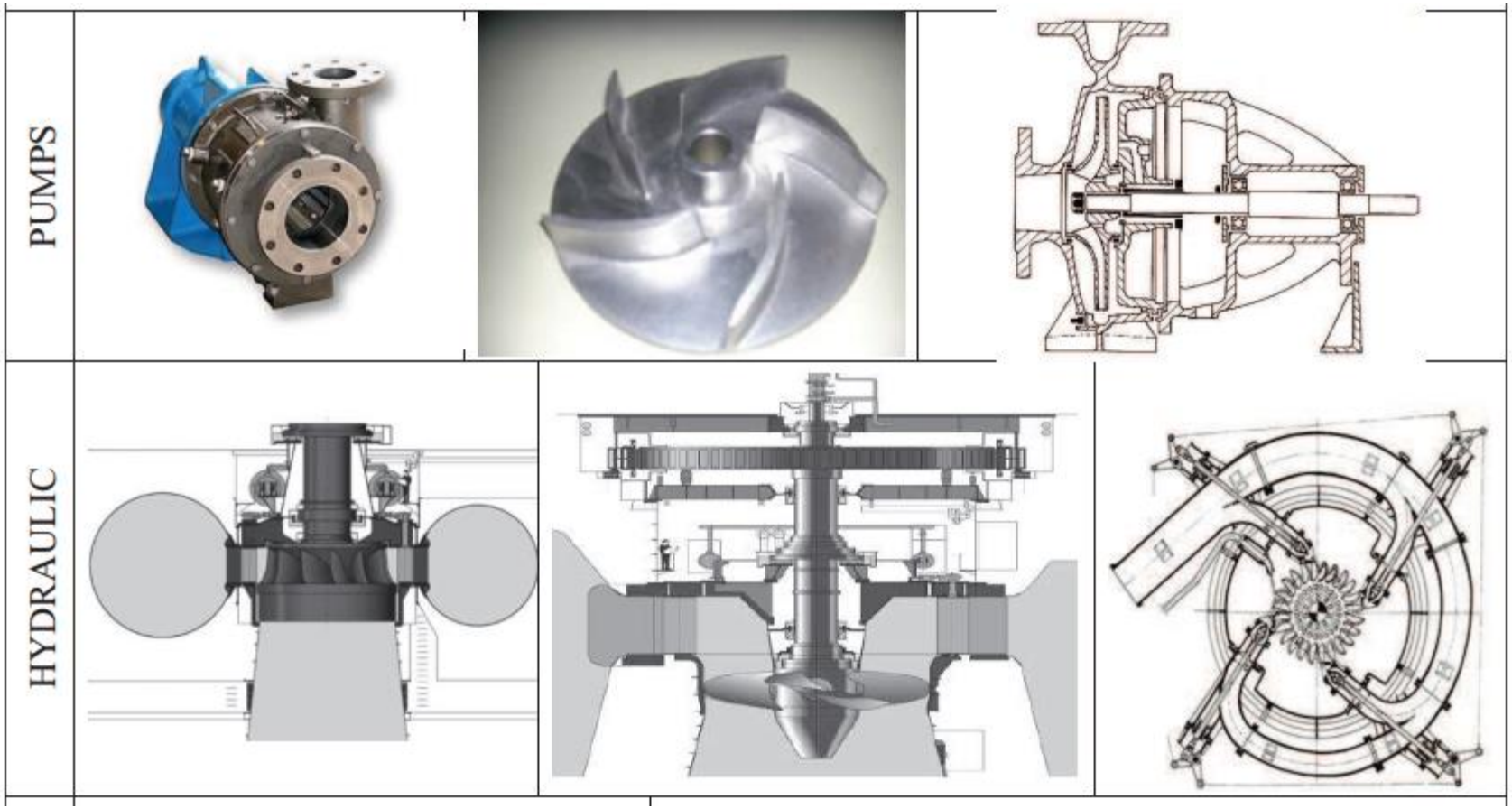
الف) مزایای توربوماشین ها

- ✓ انتقال قدرت بالادرحجم و وزن کم در مقایسه با سایر ماشین ها
- ✓ داشتن بازده بالا
- ✓ عدم نیاز به تبدیل حرکت رفت و برگشتن به دورانی
- ✓ قیمت ارزان ماشین نسبت به قدرت مفید تولیدی
- ✓ دایمی بودن تبادل انرژی بین ماشین و سیال

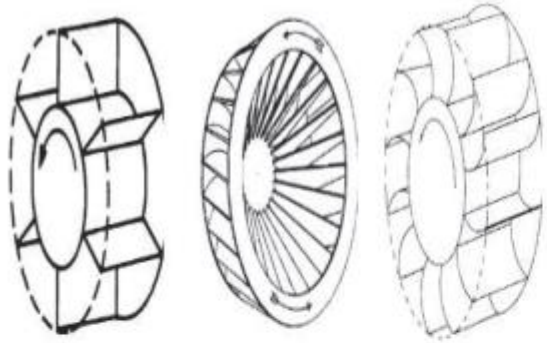
ب) ساختمان توربوماشین ها

- ✓ هدایت کننده
- ✓ چرخ
- ✓ دیفیوزر یا نازل
- ✓ جمع کننده

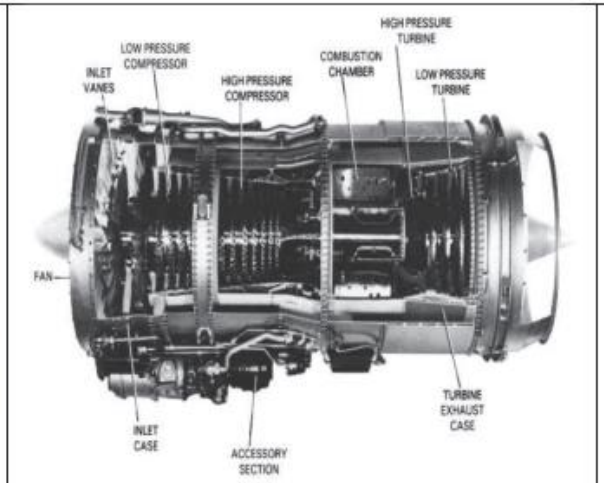
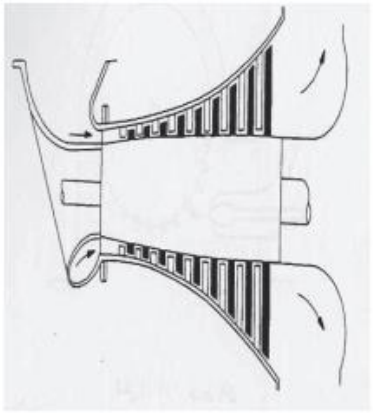
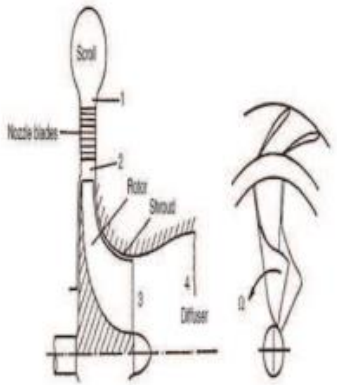
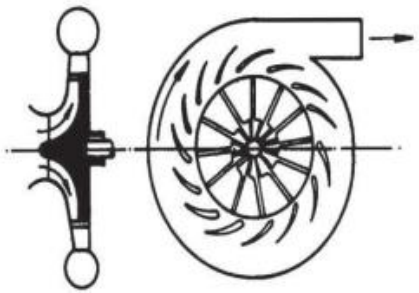
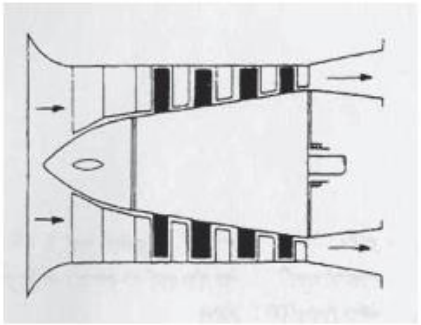
توربوماشین های تراکم ناپذیر



توربوماشین های تراکم ناپذیر

FANS			
WIND TURBINES			

توربوماشین های تراکم پذیر

GAS TURBINES			
COMPRESSORS			

توربوماشین های تراکم پذیر

STEAM TURBINES