



Namatek
True Education

www.namatek.com

Steam Turbine

توربین بخار

فهرست مطالب

۱. توربین بخار چیست؟
۲. اجزای توربین بخار
۳. انواع توربین بخار
۴. کاربرد توربین بخار
۵. مزایا و معایب

توربین بخار یکی از اساسی ترین اجزای تولید برق در دنیا است. این توربین که عمل تبدیل قدرت بخار به انرژی الکتریکی را انجام می دهد، بیش از ۹۰ درصد نیروی برق سالانه دنیا را تامین می کند. در ادامه این مقاله همراه ما باشید تا با نحوه کار و ویژگی های این توربین بیشتر آشنا شوید.

توربین بخار چیست؟

توربین بخار (Steam Turbine) یک دستگاه مکانیکی است که انرژی حرارتی را از بخار تحت فشار دریافت کرده و آن را به کار مکانیکی تبدیل می کند.

هنگامی که بخار داغ (در حالت گاز) از کنار پره های چرخان توربین عبور می کند، منبسط و سرد شده و انرژی خود را آزاد می کند. همین امر باعث چرخش مداوم تیغه ها می شود.

این توربین می تواند باعث راه اندازی ژنراتور و تولید برق شود. ترکیب توربین بخار و ژنراتوری که برای تولید برق به آن متصل است را توربوژنراتور می نامند. عملکرد توربین های بخار بسیار مشابه توربین های گازی است. با این تفاوت که در توربین های گازی ماده محرکه گاز و یا هوا است؛ در صورتی که در توربین های بخار از آب و بخار آب استفاده می شود.



توربین بخار اولین بار در سال ۱۸۸۴ توسط سر چارلز پارسونز (Sir Charles Parsons) اختراع شد که در آن مدل اولیه، توربین ۷/۵ کیلووات (۱۰ اسب بخار) برق تولید می کرد.

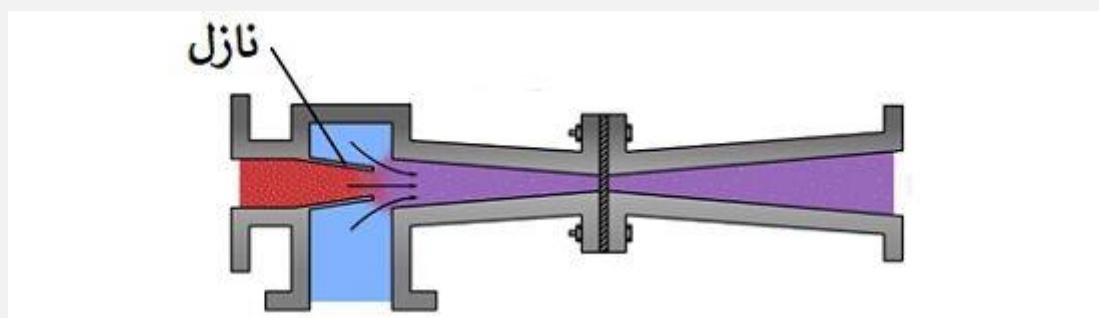
یک توربین بخار در ساده ترین مدل از بخش های مختلفی تشکیل می شود که در بخش بعد به توضیح آن ها خواهیم پرداخت.

اجزای توربین بخار

مهم ترین اجزای یک توربین بخار عبارت اند از:

• نازل

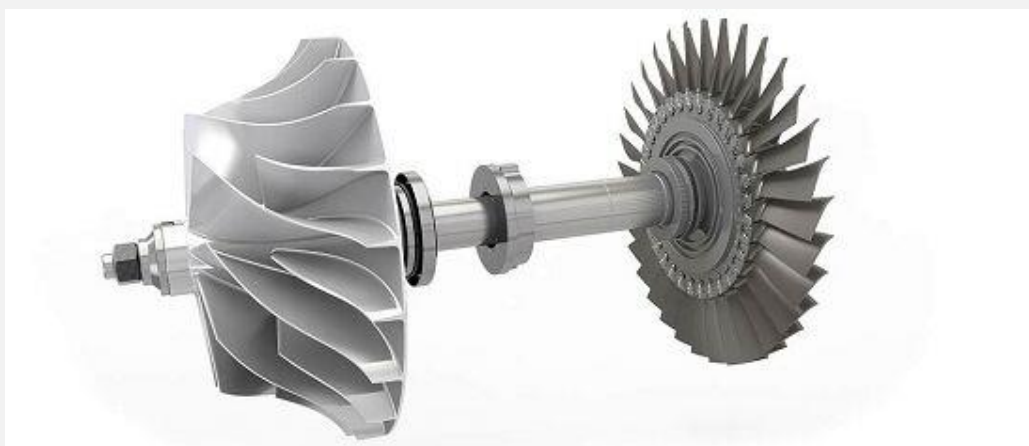
نازل یکی از بخش های مهم توربین است که شکل همگرایی دارد. بخار پرفشار از دیگ بخار به این نازل وارد می شود و در این بخش منبسط شده و بخاری با فشار بالا و سرعت نسبتا کم در ورودی نازل ایجاد می شود؛ اما به دلیل شکل نازل سرعت خروج بخار نسبت به ورودی افزایش یافته و از آن خارج می شود.



• روتور

روتور یا به عبارتی ساده تر چرخ روی شفت قرار می گیرد. از یک یاتاقان برای قرار گرفتن روتور روی شفت استفاده می شود تا چرخش به نرمی انجام شود. هر روتور به پره هایی مجهز است.

بخار پر سرعتی که از نازل خارج می شود با پره های روتور برخورد کرده و آن ها را به چرخش وا می دارد.



• پوشش محافظ

پوشش بخشی است که تمام بخش های توربین را در بر می گیرد و روتور و پره های آن را نیز می پوشاند.



• سیل

از سیستم سیل یا آب بندی مناسب برای جلوگیری از نشت بخار استفاده می شود. آب بند محیطی لایبرنت (Labyrinth) برای کاهش نشتی از سمت پرفشار به کم فشار توربین به کار می رود.

از حلقه های کربنی نیز بین پوشش محافظ و شفت برای آب بندی استفاده می شود.



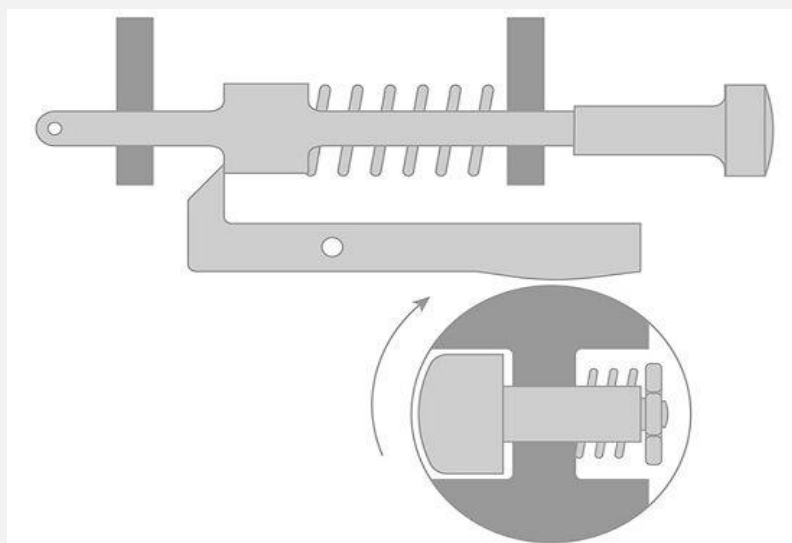
• سیستم گاورنر

این سیستم برای کنترل سرعت توربین استفاده می شود که از یک شیر تشکیل شده تا از این طریق جریان بخار کنترل شود. گاورنر با بررسی وضعیت شفت عمل می کند.



• سیستم توقف سرعت بیش از حد

این سیستم جریان بخار را در توربین و به کمک بستن سریع شیرها متوقف می کند.



انواع توربین بخار

توربین بخار را می توان با توجه به معیارهای مختلفی دسته بندی کرد:

• مراحل:

◦ تک مرحله ای

◦ چند مرحله ای ضربه ای و عکس العملی

• شارش بخار:

◦ محوری

◦ شعاعی

• تعداد شفت:

◦ تک شفتی

◦ چند شفتی

• روش کنترل:

◦ کنترل دریچه گاز

◦ کنترل نازل

◦ کنترل مسیر گذر

• افت حرارت:

◦ چگالشی با ژنراتور

◦ چگالشی با چند مرحله استخراج میانی

◦ فشار برگشتی

◦ تاپینگ

• شرایط بخار از ورودی به خروجی:

◦ کم فشار با نرخ فشار ۲-۱/۲

○ فشار متوسط تا نرخ ۴۰

○ فشار قوی نرخ بالای ۴۰

• کاربرد:

○ توربین ثابت با سرعت چرخش ثابت

○ توربین ثابت با سرعت چرخش غیرثابت

○ توربین غیرثابت با سرعت متغیر

اما یکی از اصلی ترین معیارهای تقسیم بندی توربین بخار بر حسب روش عمل بخار است که شرح آن در ادامه آمده است:

• توربین ضربه ای (Impulse Turbine)

در این توربین پره های چرخان مانند سطل های عمیق هستند و افت فشار فقط در نازل اتفاق می افتد. نازل ثابت و پره ها متحرک هستند.

بخار از طریق نازل منبسط شده و با سرعت به پره ها ضربه می زند و جهت آن ها را تغییر می دهد. نازل ها را می توان با فاصله ۵-۶ متری از هم قرار داد.

این ضربه تیغه ها را به جلو می راند و باعث چرخش روتور می شود. سرعت

تیغه ها حدود ۲۵۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ rpm می رسد. به این توربین ها توربین

De-Laval نیز می گویند.



• توربین عکس‌العملی (Reaction Turbine)

در این مدل فشار بخار به تدریج کاهش می‌یابد و دسته‌دومی از پره‌ها نیز به ساختار اضافه می‌شوند. پره‌های ثابت روی بدنه نصب شده و تیغه‌های متحرک روی روتور هستند.

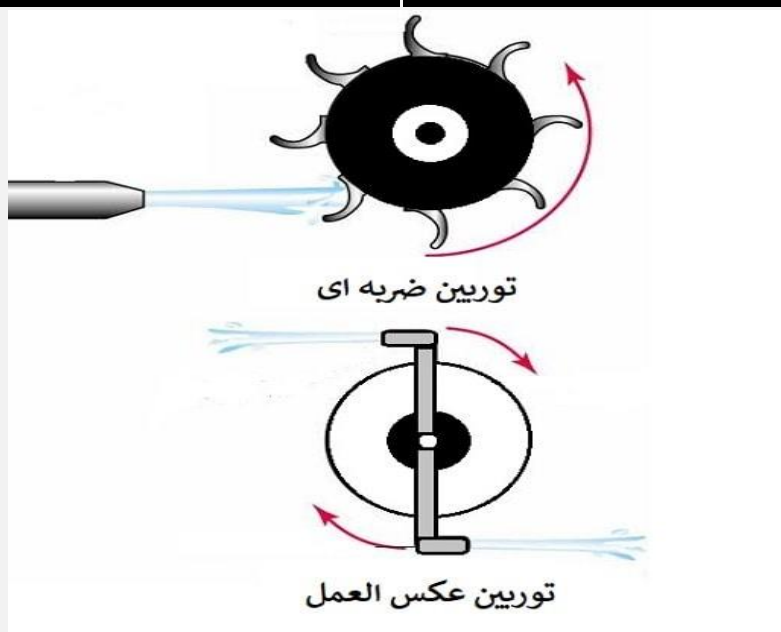
وجود این پره‌ها سبب سرعت بخشیدن به چرخش قبل از این که بخار انرژی و فشار خود را از دست بدهد، می‌شود. به این توربین Parsons Turbine نیز می‌گویند.



تفاوت توربین ضربه ای و عکس العملی

تفاوت دو نوع اصلی توربین بخار ضربه ای و عکس العملی را در جدول زیر مشاهده می کنید:

توربین ضربه ای	توربین عکس العملی
بخار در نازل منبسط می شود و فشار در زمانی که بخار از روی پره ها عبور می کند، ثابت است.	بخار تا حدی در نازل منبسط شده و بقیه فرآیند انبساط در پره های روتور انجام می شود.
پره ها متقارن هستند.	پره ها نامتقارن هستند.
فشار در هر دو انتهای پره های متحرک ثابت است.	فشار در انتهای تیغه های متحرک متفاوت است.
سرعت بخار بالا است.	سرعت بخار پایین است.
سرعت توربین بالاست.	سرعت توربین نسبتا پایین است.



کاربرد توربین بخار

کاربردهای توربین بخار بسیار متنوع است. همان طور که ذکر شد، این توربین ها تقریباً ۹۰ درصد برق جهان را تامین می کنند و تقریباً در همه نیروگاه های مدرن حضور دارند.

در ادامه با مهم ترین کاربردهای توربین بخار در صنایع مختلف آشنا می شویم:

- استفاده در صنایع شیمیایی برای تولید گرما و الکتریسیته برای کاربردهای گوناگون
- تولید برق در صنایع دارویی
- استفاده در کارخانه قند به دلیل عملکرد پایدار این نوع توربین ها
- استفاده به عنوان کمپرسور یا درایور پمپ در صنایع نفت و گاز
- استفاده در نیروگاه هایی که در مقیاس بزرگ اجرا می شوند



مزایا و معایب

از مزایای توربین بخار می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- توربین بخار یک موتور حرارتی دوار است و گزینه بسیار مناسبی برای به حرکت درآوردن یک ژنراتور الکتریکی می باشد.
- راندمان حرارتی توربین های بخار معمولا بالاتر از یک موتور رفت و برگشتی است.
- توان وزنی (نسبت توان به وزن) توربین بخار بیشتر از موتور رفت و برگشتی است.
- این نوع توربین قطعات متحرک کمتری دارد.
- گزینه بسیار مناسبی برای استفاده در نیروگاه های بزرگ هستند. این توربین ها در اندازه های ۱/۵ گیگاواتی (۲۰۰۰۰۰۰ اسب بخار) برای تولید برق ساخته می شوند.
- توربین های بخار آنتالپی (Enthalpy) بالایی دارند. (مخصوصا به صورت گرمای تبخیر)
- این توربین ها فقط در یک جهت حرکت می کنند و لرزش بسیار کمتری نسبت به موتورهای رفت و برگشتی دارند.
- این توربین ها قابلیت اطمینان بالایی دارند؛ مخصوصا در کاربردهایی که به توان خروجی بالا و پایدار نیاز است.



اگر چه این توربین ها مزایای زیادی دارند؛ اما همین ساختار سبب به وجود آمدن معایبی نیز می شود که در ادامه ذکر خواهیم کرد:

- هزینه نسبتا بالایی دارند.
- نسبت به توربین های رفت و برگشتی کارایی کمتری در عملیات بار دارند.
- نسبت به توربین های گازی و رفت و برگشتی زمان راه اندازی بالایی دارند.
- در مقایسه با توربین های گازی و رفت و برگشتی پاسخ خوبی برای تغییرات توان ندارند.

نتیجه گیری

در این مقاله با توربین بخار که یکی از معروف ترین تجهیزات تولید برق در جهان است آشنا شدیم. اساس کار این سیستم به کار گیری انرژی ذخیره شده در بخار و تبدیل آن به انرژی حرکتی و سپس تولید برق است. با نگاهی به مزایا و معایب توربین بخار می توان دریافت که استفاده از این توربین در کنار هزینه های بالای آن، روشی موثر و بدون ضرر در نیروگاه های تولید برق است که می تواند جایگزین روش های قدیمی تر شود.