



رهاورد انرژی (سهامی خاص)

مدیریت انرژی و خدمات مهندسی

(واحد تحقیق و توسعه)

تئوری سرمایه‌های هوای ورودی

به توربین گاز

www.rahavard-energy.com

تلفن : ۴۴۸۹۰۶۳۸ - ۴۶۰۱۰۶۸۹ (۰۲۱)

فکس : ۴۳۸۵۴۹۱۹ (۰۲۱)

ایمیل : info@rahavard-energy.com

تئوری سرمایه‌ش هوای ورودی به توربین گاز

در بررسی عملکرد توربین های گاز دو اصل مهم بایستی همواره مد نظر قرار گیرد:

- توان تولیدی توربین های گاز تابعی از گذر جرمی هوای مصرفی آنها می باشد.
- بدلیل وجود جریان صوتی و عدد ماخ یک در نازل های توربین و ایجاد شرایط خفگی جریان، گذر حجمی هوای ورودی به توربین همواره دارای مقداری تقریباً ثابت می باشد.

بررسی تاثیر دما و فشار هوای ورودی بر روی عملکرد توربین های گاز با استفاده از معادله حالت گاز

کامل بسادگی میسر می باشد.

$$P \cdot V = m \cdot R \cdot T \quad (1)$$

در معادله فوق:

P : فشار (Pa)

V : حجم (m^3)

m : جرم (kg)

R : ثابت گاز (kJ/kg.K)

T : دما (K)

معادله (۲) نشاندهنده فرم تغییر یافته معادله (۱) جهت بررسی اثرات دما و فشار بر عملکرد توربین های

گاز می باشد.

$$\dot{m} = \frac{P \cdot \dot{V}}{R \cdot T} \quad (2)$$

در معادله فوق مقدار گذر حجمی هوای ورودی به علت جریان صوتی (sonic) موجود در نازل های توربین

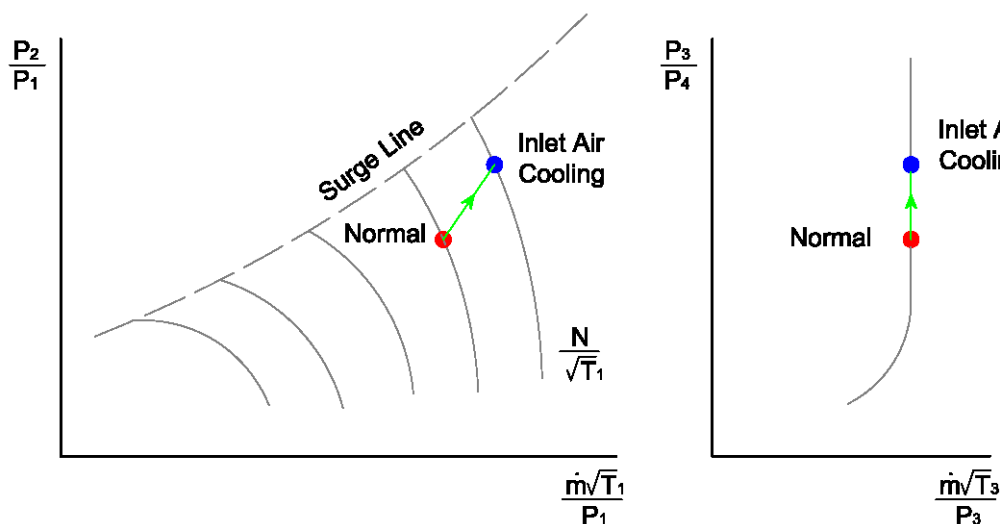
ثابت می باشد، بنابراین همانطور که مشاهده می شود، گذر جرمی هوای عبوری از توربین با فشار دارای

نسبت مستقیم و با دما دارای نسبت عکس می باشد. از سوی دیگر فشار هوای اتمسفر با ارتفاع از سطح دریا

نسبت عکس دارد.

با جمع بندی موارد فوق الذکر می توان اذعان داشت که قابلیت تولید توان توربین گاز با افزایش ارتفاع از

سطح دریا و افزایش دمای هوا دچار کاهش می شود.



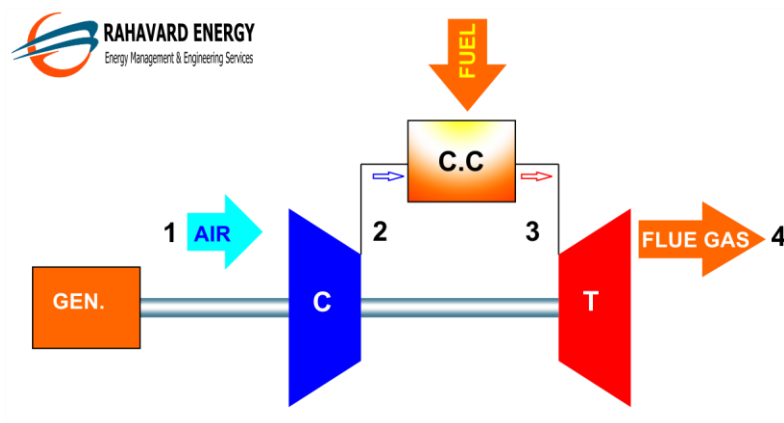
شکل ۱ : نمودار عملکرد کمپرسور و توربین

در شکل (۱) نمودار شماتیک عملکرد کمپرسور مشاهده می شود. در نمودار مذکور محور افقی گذر

جرمی تصحیح شده هوا (بر اساس دما و فشار هوای ورودی به کمپرسور) و محور عمودی نسبت فشار

کمپرسور می باشد. منحنی های موجود در شکل نیز نشاندهنده سرعت دورانی تصحیح شده محور توربین (بر

اساس دمای هوای ورودی به کمپرسور) می باشند.

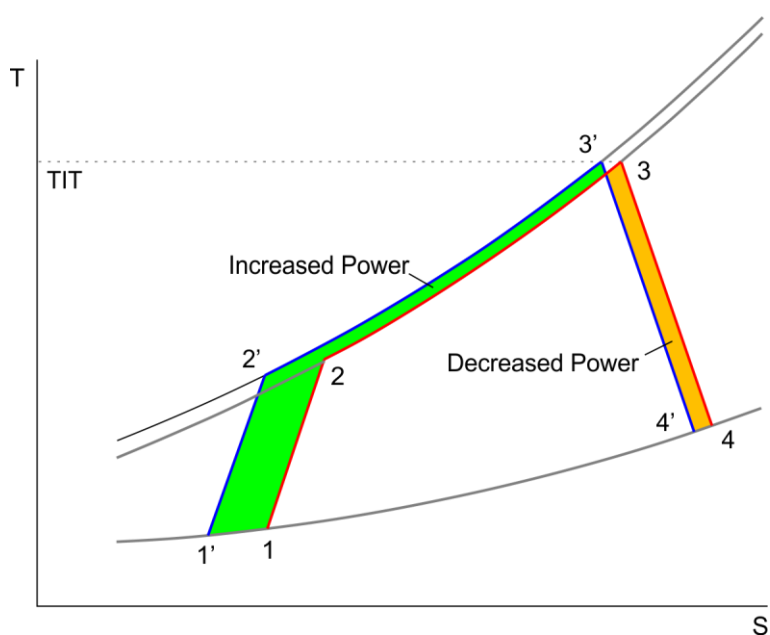


شکل ۲ : شماره گذاری نقاط مختلف سیکل برای تون

در شکل شماره (۲) نقاط شماره ۱ تا ۴ به ترتیب به ورودی کمپرسور، خروجی کمپرسور، ورودی توربین و

خروجی توربین اختصاص دارند. نقطه کاری سیستم پیش از به مدار آمدن سیستم سرمایه‌ش هوای ورودی به

رنگ قرمز نشان داده شده است. با کاهش یافتن دمای هوای ورودی (T)، با توجه به ثابت ماندن سرعت دورانی کمپرسور مقدار سرعت دورانی تصحیح شده افزایش می‌یابد، بنابراین نقطه کاری کمپرسور به منحنی سرعت تصحیح شده بزرگتر منتقل می‌شود. همانطور که در معادله (۲) مشاهده شد گذر جرمی هوای ورودی به کمپرسور با دمای هوا نسبت عکس دارد. بنابراین با کاهش یافتن دمای هوا مقدار گذر جرمی هوا افزایش می‌یابد و با توجه به اینکه گذر جرمی تصحیح شده متناسب با گذر جرمی هوا و جذر دما می‌باشد، اثر خالص کاهش دما، افزایش گذر جرمی تصحیح شده و انتقال نقطه کاری روی نمودار کمپرسور به سمت راست خواهد بود. از طرف دیگر با توجه به نمودار عملکرد توربین، از آنجا که توربین در بخش اعظم گستره کاری خود در شرایط Choke قرار دارد، مقدار گذر جرمی تصحیح شده توربین دارای مقداری ثابت خواهد بود و تغییر نقطه کاری فقط در امتداد بخش عمودی نمودار صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه دمای ورودی توربین (T_3) دارای مقداری ثابت می‌باشد، با توجه به ثابت بودن مقدار گذر جرمی تصحیح شده، با افزایش یافتن جرمی، فشار ورودی توربین نیز افزایش خواهد یافت. بنابراین با توجه به اینکه فشار خروجی توربین همواره دارای مقداری ثابت است، نسبت فشار توربین نیز افزایش خواهد یافت و نقطه کاری روی نمودار توربین به سمت بالا جابجا خواهد شد. با افزایش یافتن فشار ورودی توربین (P_3) فشار خروجی کمپرسور (P_2) نیز افزایش خواهد یافت و در نتیجه نقطه کاری روی نمودار کمپرسور به سمت بالا نیز حرکت خواهد کرد.



شکل ۳: تاثیر سیستم سرمایه‌ش هوای ورودی بر روی سیکل برایتون

در شکل (۳) اثرات سیستم سرمایه‌های ورودی بر روی نمودار دما - آنتروپی قابل مشاهده می‌باشد. در شکل مذکور نقطه (۱) نشان‌دهنده ورودی کمپرسور، نقطه (۲) نشان‌دهنده شرایط خروجی کمپرسور، نقطه (۳) نشان‌دهنده شرایط ورودی توربین و نقطه (۴) نشان‌دهنده شرایط خروجی توربین می‌باشد. در شکل مذکور سیکل کاری عادی توربین گاز با رنگ قرمز و سیکل کاری با سرمایه‌های ورودی با رنگ آبی نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، با کاهش یافتن دمای هوای ورودی، نقطه (۱) می‌بایست در امتداد خط فشار ثابت به سمت پایین (و چپ جابجا شود). با توجه به اینکه در اثر خنک شدن هوای ورودی نسبت فشار کمپرسور افزایش می‌یابد، شرایط خروجی کمپرسور به منحنی فشار بالاتری منتقل خواهد شد. پس از طی فرآیند احتراق دمای دود ورودی به توربین به همان مقدار سابق خواهد رسید، با این تفاوت که فشار ورودی توربین قدری بیشتر از مقدار سابق خواهد بود. با توجه به شکل مذکور واضح است که با خنک کردن هوای ورودی به کمپرسور، توان تولیدی به اندازه مساحت بخش‌های سبز رنگ افزایش و به اندازه مساحت بخش نارنجی رنگ کاهش خواهد داشت که با توجه به غالب بودن بخش‌های سبز رنگ، افزایش توان خالص حاصله مثبت خواهد بود.

شرکت رهاورد انرژی (واحد تحقیق و توسعه)

مدیریت انرژی و خدمات مهندسی

بررسی فنی-اقتصادی سامانه های خنک کاری

شرکت رهاورد انرژی با افتخار اعلام می نماید که با تکیه بر توان داخلی و نیز پشتیبانی همکاران خارجی خود، توانایی طراحی، نصب و راه اندازی انواع مختلف سیستم های خنک کن تبخیری و چیلری را دارا می باشد.

از این رو شرکت رهاورد انرژی به پشتوانه تجربه و دانش متخصصین خود، آمادگی خود را جهت بررسی فنی اقتصادی طرح های خنک سازی هوای ورودی توربین های گازی جهت افزایش ظرفیت در فصل گرم برای سایت های مختلف نیروگاهی در سطح کشور اعلام می دارد.

بررسی های انجام شده توسط کارشناسان این شرکت شامل بخش های زیر خواهد بود:

- بررسی بهترین نوع سیستم خنک کن مطابق مشخصات سایت، شرایط محیطی، مشخصات توربین گاز...
- محاسبه افزایش توان، راندمان، مصرف آب و گاز،....
- برآورد هزینه سرمایه گذاری اولیه
- برآورد در آمد ناخالص سیستم خنک کن
- برآورد هزینه های عملیاتی سیستم خنک کن
- برآورد هزینه تعمیرات و نگهداری
- محاسبه در آمد خالص سالانه
- محاسبه دوره بازگشت سرمایه

لطفا درخواست خود را از طریق ایمیل info@rahavard-energy.com و یا شماره تلفن ۰۲۱)۴۶۰۱۰۶۸۹ با کارشناسان ما در میان بگذارید.

