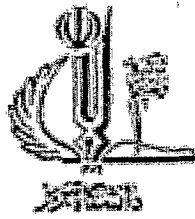


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

97207



دانشگاه تبریز

دانشکده فنی مهندسی مکانیک

گروه مهندسی مکانیک

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی

عنوان

تحلیل انرژی سرمایه‌های هوای ورودی به توربین گازی با استفاده از سیستم‌های تبرید جذبی

استاد راهنما

دکتر سید محمد سید محمودی

استاد مشاور

مهندس فرامرز رنجبر

پژوهشگر

وحید زارع

تیرماه ۱۳۸۷

۹۶۳۵۶

۱۶۱۲۵ / ۱۳۸۷

موسسه اطلاعات ایران
کتابخانه مرکزی
تهران

تشکر و قدردانی

شکر و سپاس خداوند عزوجل را شایسته است که داده‌هایش نعمت است و نداده‌هایش حکمت!

لازم می‌دانم از تمامی عزیزانی که در انجام این رساله یاریم نمودند تقدیر و تشکر کنم:

از استاد ارجمند جناب آقای دکتر سید محمد سید محمودی به خاطر راهنمایی‌های ارزنده در مسیر پیشبرد این رساله تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از استاد محترم جناب آقای مهندس رنجبر به خاطر مساعدت و مشاورت‌های مفیدشان در انجام این پایان‌نامه صمیمانه سپاسگزارم.

از خانواده عزیزم که همواره با حمایت‌های بی‌دریغشان تکیه‌گاه شایسته‌ای برایم بوده‌اند و همین‌طور از همسر و خانواده محترم ایشان که همواره حامی و مشوق من بوده‌اند تقدیر کرده و زحمات آنان را ارج می‌نهم.

شایسته است از دوستان و همکلاسی‌هایم مخصوصاً آقای مهندس علیرضا علیزاده و خانم مهندس گروسی و کلیه اساتید و مسئولین محترم دانشکده مکانیک که در طول تحصیل مرا مورد لطف و مساعدت خویش قرار داده‌اند تشکر و قدردانی نمایم.

نام خانوادگی: زارع

نام: وحید

عنوان پایان نامه: تحلیل انرژی سرمایش هوای ورودی به توربین گازی با استفاده از سیستم‌های تبرید جذبی

استاد راهنما: دکتر سید محمد سید محمودی

استاد مشاور: مهندس فرامرز رنجبر

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی مکانیک گرایش: تبدیل انرژی

دانشگاه: تبریز دانشکده: فنی مهندسی مکانیک تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۷/۴/۱۸ تعداد صفحه: ۱۴۹

واژه‌های کلیدی: انرژی، برگشت‌ناپذیری، توربین گازی، بازیاب، تبرید جذبی

چکیده: بازده سیکل‌های توربین گازی به علت خروج گازهای گرم (حدود 500°C تا 600°C) از توربین پایین است. از سوی دیگر کار ویژه و بازده توربین‌های گازی وابستگی شدیدی به دمای هوای ورودی داشته و با افزایش دمای هوای ورودی عملکرد سیکل به شدت افت پیدا می‌کند. به منظور بازیافت مقداری از انرژی موجود در گازهای خروجی از توربین می‌توان از بازیاب استفاده کرد اما گازهای خروجی از بازیاب نیز دارای مقدار نسبتاً زیادی انرژی بوده و در صورت تخلیه به اتمسفر این انرژی هدر می‌رود. به منظور استفاده بیشتر از این انرژی می‌توان گازهای خروجی را وارد ژنراتور سیکل تبرید جذبی نموده و بدین ترتیب دمای هوای ورودی کمپرسور را کاهش داد.

در این پایان‌نامه ابتدا توربین گازی ساده و توربین گازی با بازیاب از دیدگاه قانون اول و دوم ترمودینامیک مورد مطالعه قرار گرفته و تأثیر پارامترهای مختلف در کار ویژه و بازده قانون اول سیکل‌ها و نیز برگشت‌ناپذیری و بازده قانون دوم سیکل‌ها و همچنین اجزای سیکل بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد بیشترین برگشت‌ناپذیری در محفظه احتراق رخ داده و همچنین انرژی موجود در گازهای خروجی سهم زیادی در اتلاف انرژی کل دارند.

سپس سیکل تبرید جذبی تک‌اثره لیتیوم‌بروماید- آب به منظور سرمایش هوای ورودی به کمپرسور دو چرخه، مورد تحلیل قرار گرفته و تأثیر پارامترهای مختلف روی عملکرد این سیکل نیز بررسی شده است.

در نهایت با ترکیب سیکل تبرید جذبی و سیکل توربین گازی تأثیر سرمایش هوای ورودی به کمپرسور هر دو سیکل (ساده و دارای بازیاب) تا 10°C مورد مطالعه قرار گرفته است.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد به ازای هر 10°C کاهش دمای هوای ورودی، کار ویژه حدود $0.7\% - 0.3\%$ و بازده قانون اول و دوم حدود $0.2\% - 0.5\%$ افزایش می‌یابد. مقدار این افزایش در نسبت فشارها و دماهای محیط بالاتر و نیز دماهای ورودی توربین کمتر، بیشتر است.

همچنین نشان داده شد درصد بسیار ناچیزی از اتلاف انرژی سوخت ورودی به سیکل تبرید جذبی تعلق داشته و با افزودن سیکل تبرید به سیکل توربین گاز، نسبت اتلاف انرژی کل به کار ویژه خروجی کاهش یافته است.

با محاسبه انرژی مورد نیاز سیکل تبرید و انرژی قابل حصول از گازهای خروجی نتیجه شد گازهای خروجی توانایی تأمین انرژی مورد نیاز را داشته و تنها بخش کوچکی از انرژی موجود در گازها در سیکل تبرید مصرف می‌شود. در نهایت به منظور برآورد هزینه نصب چیلر جذبی، مطالعه موردی روی توربین گازی GE Frame 6B انجام شده و تناژ تبرید به ازای دمای محیط 40°C حدود 21.8MW محاسبه شد که با رساندن این دما به 10°C در ورودی کمپرسور توان تولیدی حدود 8.19MW افزایش خواهد یافت.

نتایج بدست آمده در این پایان‌نامه با نتایج موجود در مراجع توافقی قابل قبولی را نشان می‌دهد.

بخش اول : بررسی منابع

	فصل اول : مقدمه	
۳	۱-۱ پیشگفتار	
	فصل دوم : پیشینه پژوهش	
۶	۱-۲ پیشگفتار	
۸	۲-۲ روش‌های بهبود عملکرد سیکل توربین گازی	
۹	۱-۲-۲ استفاده از بازیاب	
۹	۲-۲-۲ باز گرمایش	
۱۰	۳-۲-۲ استفاده از بازیاب و بازگرمایش	
۱۱	۴-۲-۲ استفاده از خنک‌کن میانی	
۱۱	۵-۲-۲ استفاده از بازیاب و خنک‌کن میانی	
۱۲	۶-۲-۲ استفاده از بازیاب به همراه خنک‌کن میانی و بازگرمایش	
۱۲	۷-۲-۲ چرخه توربین گازی با بازیاب شیمیایی	
۱۳	۸-۲-۲ سیکل توربین گازی با تزریق بخار	
۱۴	۹-۲-۲ سیکل تبخیری	
۱۵	۱۰-۲-۲ چرخه توربین هوای مرطوب	
۱۶	۱۱-۲-۲ سیکل ترکیبی	
۱۷	۱۲-۲-۲ خنک‌کاری پره‌های توربین	
۱۸	۱۳-۲-۲ سرمایش هوای ورودی به کمپرسور	
	۳-۲ مروری بر تحقیقات انجام شده در استفاده از تبرید جذبی برای سرمایش هوای ورودی به توربین گازی	
۲۶	۴-۲ نرم‌افزار EES و قابلیت‌های آن	
۴۱	فصل سوم : قانون دوم ترمودینامیک و مبانی تحلیل انرژی	
	۱-۳ پیشگفتار	
۴۳	۲-۳ مبانی تحلیل انرژی	
۴۳	۳-۳ برگشت‌ناپذیری	
۴۴	۴-۳ تحلیل حجم کنترل به روش انرژی	
۴۵	۱-۴-۳ انرژی همراه با انتقال کار	
۴۵	۲-۴-۳ انرژی همراه با انتقال حرارت	
۴۵	۳-۴-۳ انرژی همراه با انتقال جرم	
۴۶	۵-۳ انرژی جریانی	

۴۷	۶-۳ بازده قانون دوم
۴۹	۷-۳ معیارهای عملکرد
۴۹	۸-۳ رابطه گوی-استودلا

بخش دوم: مبانی و روش‌ها

فصل چهارم: تحلیل انرژی سیکل توربین گازی

۵۲	۱-۴ پیشگفتار
۵۲	۲-۴ مدل‌سازی سیکل توربین گازی
۵۳	۳-۴ تحلیل انرژی اجزای سیکل
۵۳	۱-۳-۴ تحلیل انرژی کمپرسور
۵۳	۲-۳-۴ تحلیل انرژی محفظه احتراق
۵۴	۳-۳-۴ تحلیل انرژی توربین
۵۵	۴-۳-۴ تحلیل انرژی بازیاب
۵۵	۵-۳-۴ بررسی تأثیر سرمایه‌ش پره‌های توربین بر عملکرد سیکل
۵۷	۶-۳-۴ تحلیل کلی سیکل از دیدگاه قانون اول
۵۷	۴-۴ تحلیل انرژی اجزای سیکل
۵۷	۱-۴-۴ تحلیل انرژی کمپرسور
۵۷	۲-۴-۴ تحلیل انرژی محفظه احتراق
۵۸	۳-۴-۴ تحلیل انرژی توربین
۵۸	۴-۴-۴ تحلیل انرژی بازیاب
۵۸	۵-۴-۴ تحلیل کلی سیکل از دیدگاه قانون دوم
۵۹	۵-۴ فرضیات
۵۹	۶-۴ بررسی صحت مدل‌سازی
۶۱	۷-۴ بررسی نتایج
۶۱	۱-۷-۴ نتایج حاصل از تحلیل انرژی
۶۱	۱-۱-۷-۴ نتایج حاصل از تحلیل انرژی سیکل SGT
۶۵	۲-۱-۷-۴ نتایج حاصل از تحلیل انرژی سیکل RGT
۷۰	۳-۱-۷-۴ مقایسه دو سیکل SGT و RGT از دیدگاه قانون اول
۷۱	۲-۷-۴ نتایج حاصل از تحلیل انرژی
۷۱	۱-۲-۷-۴ نتایج حاصل از تحلیل انرژی سیکل SGT
۷۸	۲-۲-۷-۴ نتایج حاصل از تحلیل انرژی سیکل RGT
۸۵	۳-۲-۷-۴ مقایسه دو سیکل SGT و RGT از دیدگاه قانون دوم
۸۹	۸-۴ نتیجه‌گیری

فصل پنجم: تحلیل انرژی سیکل تبرید جذبی تک‌اثره لیتیوم‌بروماید-آب

۹۱	۱-۵ پیشگفتار
۹۱	۲-۵ طرز کار سیستم‌های تبرید جذبی
۹۲	۳-۵ توصیف کلی سیکل تبرید جذبی
۹۴	۴-۵ تحلیل انرژی سیکل تبرید جذبی
۹۷	۵-۵ تحلیل انرژی سیکل تبرید جذبی
۹۹	۶-۵ تحلیل کلی سیکل تبرید جذبی از دیدگاه قانون دوم
۹۹	۷-۵ بررسی صحت مدل‌سازی
۱۰۰	۸-۵ فرضیات
۱۰۰	۹-۵ بررسی نتایج
۱۰۸	۱۰-۵ نتیجه‌گیری
	فصل ششم : تحلیل انرژی استفاده از سیکل تبرید جذبی جهت سرمایش هوای ورودی کمپرسور
۱۱۰	۱-۶ پیشگفتار
۱۱۰	۲-۶ بررسی تأثیر دمای هوای ورودی کمپرسور
۱۱۰	۳-۶ تأثیر خنک‌کاری هوای محیط تا $10^{\circ}C$ در ورودی کمپرسور
۱۱۱	۱-۳-۶ سیکل SGT
۱۱۸	۲-۳-۶ سیکل RGT
۱۲۳	۴-۶ بررسی تأثیر تغییر چگالی هوا در اثر سرمایش
۱۲۴	۵-۶ مقایسه عملکرد سیکل توربین گازی با وجود و عدم وجود سرمایش هوای ورودی
۱۲۵	۱-۵-۶ سیکل SGT
۱۲۷	۲-۵-۶ سیکل RGT
۱۳۰	۶-۶ محاسبه بار سرمایش مورد نیاز جهت سرمایش هوای ورودی
۱۳۳	۷-۶ مطالعه موردی سرمایش هوای ورودی به یک توربین گازی مشخص
۱۳۸	۸-۶ نتیجه‌گیری

بخش سوم : نتایج و بحث

	فصل هفتم : نتایج کلی و پیشنهادات
۱۴۱	۱-۷ نتیجه‌گیری
۱۴۱	۱-۱-۷ نتایج تحلیل سیکل‌های SGT و RGT
۱۴۲	۲-۱-۷ نتایج تحلیل سیکل تبرید جذبی
۱۴۲	۳-۱-۷ نتایج حاصل از سرمایش هوای ورودی کمپرسور
۱۴۳	۲-۷ نظرات و پیشنهادات
۱۴۴	مراجع

فهرست جداول

- جدول (۱ - ۲) کیفیت آب مورد نیاز برای روش مه‌سازی
- جدول (۲ - ۲) نتایج حاصل برای سیکل ترکیبی سه‌فشاره
- جدول (۳ - ۲) نتایج حاصل برای سیکل ترکیبی دوفشاره با سیستم تبرید جذبی
- جدول (۴-۲) مشخصات سیکل مورد مطالعه
- جدول (۵ - ۲) مقایسه عملکرد سیکل ساده، سیکل با سرمایش جذبی، سیکل با سرمایش جذبی و تزریق بخار
- جدول (۱-۳) روابط تجربی برای محاسبه آگرژی شیمیایی سوخت‌های متداول
- جدول (۱-۴) مقایسه نتایج بدست آمده از تحلیل انرژی با مقادیر اسمی توربین‌های موجود
- جدول (۲-۴) مقایسه نتایج بدست آمده از تحلیل آگرژی با داده‌های موجود در مراجع
- جدول (۳-۴) نسبت فشارهای مربوط به $(w_{net})_{max}$ سیکل توربین گازی در هر TIT
- جدول (۴-۴) نسبت فشارهای مربوط به $(\eta_{II})_{max}$ سیکل SGT در هر TIT
- جدول (۵-۴) نسبت فشارهای مربوط به $(i_{reg})_{min}$ در هر TIT
- جدول (۶-۴) نسبت فشارهای مربوط به $(\eta_{II})_{max}$ سیکل RGT در هر TIT
- جدول (۷-۴) مقادیر نسبت فشار مربوط به برابری بازده دو سیکل SGT و RGT
- جدول (۱-۵) مقایسه نتایج بدست آمده برای سیکل تبرید جذبی با نتایج موجود
- جدول (۱-۶) میزان بهبود عملکرد سیکل SGT با کاهش دمای ورودی کمپرسور در $TIT = 1250^{\circ}C$
- جدول (۲-۶) میزان بهبود عملکرد سیکل SGT با کاهش دمای ورودی کمپرسور در $TIT = 1400^{\circ}C$
- جدول (۳-۶) میزان بهبود عملکرد سیکل RGT با خنک‌کاری هوای ورودی در $TIT = 1250^{\circ}C$
- جدول (۴-۶) میزان بهبود عملکرد سیکل RGT با خنک‌کاری هوای ورودی در $TIT = 1400^{\circ}C$
- جدول (۵-۶) مقایسه نتایج بدست آمده از مدل‌سازی با مقادیر اسمی توربین گازی Frame 6B مدل PG6561B

فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۲) سیکل باز توربین گازی
- شکل (۲-۲) سیکل بسته توربین گازی
- شکل (۳-۲) توربین گازی با بازیاب حرارتی
- شکل (۴-۲) توربین گازی با بازگرمایش
- شکل (۵-۲) توربین گازی با بازیاب حرارتی و بازگرمایش
- شکل (۶-۲) توربین گازی با خنک‌کن میانی
- شکل (۷-۲) توربین گازی با خنک‌کن میانی و بازیاب
- شکل (۸-۲) توربین گازی با خنک‌کن میانی، بازیاب و بازگرمایش
- شکل (۹-۲) سیکل توربین گاز با بازیاب شیمیایی
- شکل (۱۰-۲) سیکل توربین گاز با تزریق بخار
- شکل (۱۱-۲) تأثیر تزریق بخار در توان خروجی
- شکل (۱۲-۲) سیکل تبخیری
- شکل (۱۳-۲) سیکل توربین هوای مرطوب
- شکل (۱۴-۲) سیکل ترکیبی
- شکل (۱۵-۲) تأثیر دمای محیط در توان خروجی و نرخ گرما
- شکل (۱۶-۲) سرمایه‌گذاری تبخیری با استفاده از مدیا
- شکل (۱۷-۲) سیستم خنک‌کن تبخیری با استفاده از مدیا
- شکل (۱۸-۲) سرمایه‌گذاری تبخیری به روش مه‌سازی
- شکل (۱۹-۲) سرمایه‌گذاری هوای ورودی با استفاده از سیستم تبرید مکانیکی
- شکل (۲۰-۲) سرمایه‌گذاری هوای ورودی به روش تبرید مکانیکی با ذخیره یخ
- شکل (۲۱-۲) سرمایه‌گذاری هوای ورودی به روش تبرید مکانیکی با ذخیره آب سرد
- شکل (۲۲-۲) مقایسه تأثیر سرمایه‌گذاری تبخیری و سرمایه‌گذاری جذبی هوای ورودی در بازده
- شکل (۲۳-۲) الف) تغییرات دماهای بی‌بعد خروجی کمپرسور و توربین بر حسب دمای ورودی کمپرسور، ب) تغییرات توان بی‌بعد مصرفی کمپرسور و توان تولیدی بر حسب دمای ورودی کمپرسور
- شکل (۲۴-۲) طرحواره سیکل ترکیبی و دیاگرام انرژی برای سیستم سه‌فشاره بدون سرمایه‌گذاری هوای ورودی و سیستم دوفشاره با سرمایه‌گذاری هوای ورودی با سیکل تبرید جذبی
- شکل (۲۵-۲) طرحواره سیکل توربین گاز با تزریق بخار و سیستم تبرید جذبی
- شکل (۲۶-۲) تغییرات توان خروجی و بازده سیکل بر حسب دمای ورودی کمپرسور
- شکل (۲۷-۲) طرحواره سیکل توربین گازی بازگرمایشی با خنک‌کن میانی و بازیاب همراه با سرمایه‌گذاری هوای ورودی به روش تبرید جذبی و پس‌خنک‌کاری تبخیری
- شکل (۲۸-۲) نمودار دما-آنترپی بدون در نظر گرفتن افت فشار در تجهیزات گرمایشی
- شکل (۲۹-۲) طرحواره سیکل توربین گازی با سرمایه‌گذاری هوای ورودی به وسیله چیلر جذبی

- شکل (۲-۳۰) تغییرات توان خروجی سیکل ترکیبی با چیلر جذبی بر حسب دمای ورودی کمپرسور
- شکل (۲-۳۱) طرحواره نصف نیروگاه سیکل ترکیبی با چرخه تبرید جذبی
- شکل (۴-۱) سیکل توربین گازی با بازیاب
- شکل (۴-۲) سرمایش پره‌های توربین توسط هوای خروجی از کمپرسور
- شکل (۴-۳) کار ویژه سیکل SGT بر حسب دمای محیط در نسبت فشارهای مختلف
- شکل (۴-۴) بازده سیکل SGT بر حسب دمای محیط در نسبت فشارهای مختلف
- شکل (۴-۵) کار ویژه سیکل SGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۶) بازده سیکل SGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۷) مصرف سوخت سیکل SGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۸) دمای گازهای خروجی از توربین سیکل SGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۹) منحنی عملکرد سیکل SGT دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۱۰) کار ویژه سیکل RGT بر حسب دمای محیط در نسبت فشارهای مختلف
- شکل (۴-۱۱) بازده سیکل RGT بر حسب دمای محیط در نسبت فشارهای مختلف
- شکل (۴-۱۲) کار ویژه سیکل RGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۱۳) بازده سیکل RGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۱۴) مصرف سوخت سیکل RGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۱۵) دمای گازهای خروجی از توربین سیکل RGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۱۶) دمای گازهای خروجی از بازیاب سیکل RGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۱۷) بازده سیکل RGT بر حسب نسبت فشار با تأثیرپذیری بازیاب
- شکل (۴-۱۸) منحنی عملکرد سیکل RGT دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۱۹) مقایسه کار ویژه دو سیکل SGT و RGT دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۲۰) مقایسه بازده دو سیکل SGT و RGT دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۲۱) بازده قانون دوم سیکل SGT بر حسب دمای محیط در نسبت فشارهای مختلف
- شکل (۴-۲۲) برگشت‌ناپذیری سیکل SGT بر حسب دمای محیط در نسبت فشارهای مختلف
- شکل (۴-۲۳) برگشت‌ناپذیری در کمپرسور سیکل SGT بر حسب نسبت فشار
- شکل (۴-۲۴) بازده قانون دوم کمپرسور سیکل SGT بر حسب نسبت فشار
- شکل (۴-۲۵) برگشت‌ناپذیری در محفظه احتراق سیکل SGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۴-۲۶) بازده قانون دوم محفظه احتراق سیکل SGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۲۷-۴) برگشت‌ناپذیری در توربین سیکل SGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۲۸-۴) بازده قانون دوم توربین سیکل SGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۲۹-۴) مقادیر انگرژی موجود در گازهای خروجی از توربین سیکل SGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۳۰-۴) برگشت‌ناپذیری سیکل SGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۳۱-۴) بازده قانون دوم سیکل SGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۳۲-۴) برگشت‌ناپذیری سیکل RGT بر حسب دمای محیط در نسبت فشارهای مختلف

شکل (۳۳-۴) بازده قانون دوم سیکل RGT بر حسب دمای محیط در نسبت فشارهای مختلف

شکل (۳۴-۴) برگشت‌ناپذیری در محفظه احتراق سیکل RGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای

شکل (۳۵-۴) بازده قانون دوم محفظه احتراق سیکل RGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۳۶-۴) برگشت‌ناپذیری در توربین سیکل RGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۳۷-۴) بازده قانون دوم توربین سیکل RGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۳۸-۴) برگشت‌ناپذیری در بازیاب بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۳۹-۴) مقادیر انگرژی موجود در گازهای خروجی از بازیاب بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۴۰-۴) برگشت‌ناپذیری سیکل RGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۴۱-۴) بازده قانون دوم سیکل RGT بر حسب نسبت فشار دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۴۲-۴) بازده قانون دوم سیکل RGT بر حسب نسبت فشار با تغییرات تأثیرپذیری بازیاب

شکل (۴۳-۴) مقایسه بازده قانون دوم دو سیکل SGT و RGT دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۴۴-۴) مقایسه اتلاف انگرژی کل در دو سیکل SGT و RGT دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۴۵-۴) مقایسه بازده قانون اول و دوم سیکل SGT دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۴۶-۴) مقایسه بازده قانون اول و دوم سیکل RGT دردهماهای مختلف ورودی توربین

شکل (۴۷-۴) دیاگرام جریان انگرژی برای سیکل SGT در شرایط کار ویژه ماکزیمم

شکل (۴۸-۴) دیاگرام جریان انگرژی برای سیکل RGT در شرایط کار ویژه ماکزیمم

شکل (۵-۱) اثر تبرید در ظرف سمت چپ به علت فرآیند جذب در ظرف سمت راست ، (ب)

فرآیند جداسازی مبرد در ظرف سمت راست به علت جذب گرما

- شکل (۲-۵) سیکل تبرید جذبی ساده
- شکل (۳-۵) سیکل تبرید جذبی با مبدل حرارتی
- شکل (۴-۵) برگشت‌ناپذیری سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای ژنراتور
- شکل (۵-۵) بازده قانون دوم سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای ژنراتور
- شکل (۶-۵) برگشت‌ناپذیری اجزای سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای ژنراتور
- شکل (۷-۵) برگشت‌ناپذیری سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای اواپراتور
- شکل (۸-۵) بازده قانون دوم سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای اواپراتور
- شکل (۹-۵) برگشت‌ناپذیری اجزای سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای اواپراتور
- شکل (۱۰-۵) برگشت‌ناپذیری سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای کندانسور
- شکل (۱۱-۵) بازده قانون دوم سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای کندانسور
- شکل (۱۲-۵) برگشت‌ناپذیری اجزای سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای کندانسور
- شکل (۱۳-۵) برگشت‌ناپذیری سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای جاذب
- شکل (۱۴-۵) بازده قانون دوم سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای جاذب
- شکل (۱۵-۵) برگشت‌ناپذیری اجزای سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای جاذب
- شکل (۱۶-۵) برگشت‌ناپذیری سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای گازهای ورودی به ژنراتور
- شکل (۱۷-۵) بازده قانون دوم سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای گازهای ورودی به ژنراتور
- شکل (۱۸-۵) برگشت‌ناپذیری اجزای سیکل تبرید جذبی با تغییرات دمای گازهای ورودی به ژنراتور
- شکل (۱-۶) سیکل توربین گاز با بازیاب و سیستم سرمایش جذبی
- شکل (۲-۶) منحنی عملکرد سیکل SGT با تغییرات دمای هوای محیط

- شکل (۳-۶) کار ویژه سیکل SGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1250^{\circ}C$
- شکل (۴-۶) بازده سیکل SGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1250^{\circ}C$
- شکل (۵-۶) برگشت‌ناپذیری سیکل SGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1250^{\circ}C$
- شکل (۶-۶) بازده قانون دوم سیکل SGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1250^{\circ}C$
- شکل (۷-۶) کار ویژه سیکل SGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1400^{\circ}C$
- شکل (۸-۶) بازده سیکل SGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1400^{\circ}C$
- شکل (۹-۶) برگشت‌ناپذیری سیکل SGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1400^{\circ}C$
- شکل (۱۰-۶) بازده قانون دوم سیکل SGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1400^{\circ}C$
- شکل (۱۱-۶) منحنی عملکرد سیکل RGT با تغییرات دمای هوای محیط
- شکل (۱۲-۶) کار ویژه سیکل RGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1250^{\circ}C$
- شکل (۱۳-۶) بازده سیکل RGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1250^{\circ}C$
- شکل (۱۴-۶) برگشت‌ناپذیری سیکل RGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1250^{\circ}C$
- شکل (۱۵-۶) بازده قانون دوم سیکل RGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1250^{\circ}C$

- شکل (۶-۱۶) کار ویژه سیکل RGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1400^{\circ}C$
- شکل (۶-۱۷) بازده سیکل RGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1400^{\circ}C$
- شکل (۶-۱۸) برگشت‌ناپذیری سیکل RGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1400^{\circ}C$
- شکل (۶-۱۹) بازده قانون دوم سیکل RGT برحسب دمای ورودی کمپرسور در $TIT=1400^{\circ}C$
- شکل (۶-۲۰) تغییرات چگالی هوا در اثر تغییرات دما
- شکل (۶-۲۱) نسبت اتلاف انرژی کل به کار ویژه خالص سیکل SGT برحسب نسبت فشار در $T_{amb}=25^{\circ}C$ و $TIT=1250^{\circ}C$
- شکل (۶-۲۲) نسبت اتلاف انرژی کل به کار ویژه خالص سیکل SGT برحسب نسبت فشار در $T_{amb}=25^{\circ}C$ و $TIT=1400^{\circ}C$
- شکل (۶-۲۳) نسبت اتلاف انرژی کل به کار ویژه خالص سیکل SGT برحسب نسبت فشار در $T_{amb}=40^{\circ}C$ و $TIT=1250^{\circ}C$
- شکل (۶-۲۴) نسبت اتلاف انرژی کل به کار ویژه خالص سیکل SGT برحسب نسبت فشار در $T_{amb}=40^{\circ}C$ و $TIT=1400^{\circ}C$
- شکل (۶-۲۵) نسبت اتلاف انرژی کل به کار ویژه خالص سیکل RGT برحسب نسبت فشار در $T_{amb}=25^{\circ}C$ و $TIT=1250^{\circ}C$
- شکل (۶-۲۶) نسبت اتلاف انرژی کل به کار ویژه خالص سیکل RGT برحسب نسبت فشار در $T_{amb}=25^{\circ}C$ و $TIT=1400^{\circ}C$
- شکل (۶-۲۷) نسبت اتلاف انرژی کل به کار ویژه خالص سیکل RGT برحسب نسبت فشار در $T_{amb}=40^{\circ}C$ و $TIT=1250^{\circ}C$
- شکل (۶-۲۸) نسبت اتلاف انرژی کل به کار ویژه خالص سیکل RGT برحسب نسبت فشار در $T_{amb}=40^{\circ}C$ و $TIT=1400^{\circ}C$
- شکل (۶-۲۹) دیاگرام جریان انرژی برای سیکل SGT با سرمایش هوای ورودی در شرایط کار ویژه ماکزیمم
- شکل (۶-۳۰) دیاگرام جریان انرژی برای سیکل RGT با سرمایش هوای ورودی در شرایط کار ویژه ماکزیمم
- شکل (۶-۳۱) بار سرمایش مورد نیاز جهت رساندن دمای هوای محیط به $10^{\circ}C$ در ورودی کمپرسور
- شکل (۶-۳۲) انرژی حرارتی مورد نیاز ژنراتور جهت رساندن دمای هوای محیط به $10^{\circ}C$ در ورودی
- شکل (۶-۳۳) انرژی حرارتی موجود در گازهای خروجی سیکل SGT در دماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۶-۳۴) انرژی حرارتی موجود در گازهای خروجی سیکل RGT در دماهای مختلف ورودی توربین
- شکل (۶-۳۵) تغییرات توان تولیدی سیکل مورد مطالعه با تغییر دمای هوای ورودی به کمپرسور
- شکل (۶-۳۶) بازده قانون اول سیکل مورد مطالعه برحسب دمای هوای ورودی به کمپرسور

شکل (۳۸-۶) ظرفیت سرمایش سیکل تبرید جذبی به منظور خنک‌کاری هوای ورودی به توربین گازی مورد مطالعه

شکل (۳۹-۶) تغییرات انرژی حرارتی مورد نیاز در ژنراتور سیکل تبرید برحسب تغییرات دمای محیط

شکل (۴۰-۶) انرژی حرارتی موجود در گازهای خروجی از توربین سیکل مورد مطالعه

علائم و اختصارات

سرعت جریان	C
گرمای ویژه فشار ثابت	C_p
نسبت جرمی هوای خنک‌کاری به هوای ورودی	Caf
اگرزژی	E
نسبت جرمی سوخت به هوا	f
تابع گیبس	G
تابع گیبس مولی ویژه	\bar{g}
شتاب گرانش	g
آنتالپی	h
آنتالپی تشکیل	h_f^0
برگشت‌ناپذیری	i
ارزش حرارتی پایین سوخت	LHV
جرم مولکولی	M
دبی جرمی	\dot{m}
تعداد مول‌ها	n
فشار	p
حرارت	Q
ثابت گازها	R
نسبت فشار	r_c
سیکل توربین گازی با بازیاب	RGT
آنتروپی	s
سیکل توربین گازی ساده	SGT
توربین بخار	ST
سیکل توربین گازی با تزریق بخار	STIG
دما	T

دمای ورودی توربین	TIT
دمای خروجی توربین	TOT
سرعت	V
کار	w
ارتفاع	z
علائم یونانی	
آگزرژی جریانی بر واحد جرم	ε
بازده	η
ضریب هوای نظری	λ
نسبت رطوبت	ω
چگالی	ρ
تولید آنتروپی	Π

زیرنویس‌ها

هوا	a
جاذب سیکل تبرید جذبی	abs
واقعی	act
هوا	air
محیط	amb
پره توربین	b
کمپرسور	c
محفظه احتراق	cc
شیمیایی	ch
کندانسور	cond
حجم کنترل	cv
سیکل	cycle
نقطه خروجی از بازیاب	EGT
خروجی	e
اوپراتور سیکل تبرید جذبی	eva
توربین گاز	GT
گاز	g
تولیدی - ژنراتور سیکل تبرید جذبی	gen
ورودی	i
برگشت‌ناپذیر	irr
جنبشی	k
مکانیکی	mech
خالص	net
نقطه خروجی از ژنراتور سیکل تبرید	OUT

پتانسیل	P
فیزیکی	ph
سیکل تبرید جذبی	RC
روتور توربین	r
بازیاب	reg
برگشت پذیر	rev
توربین	t
قانون دوم	II
ورودی کمپرسور	0
پلی تروپیکی	∞

بخش اول

بررسی منابع

فصل اول

مقدمه