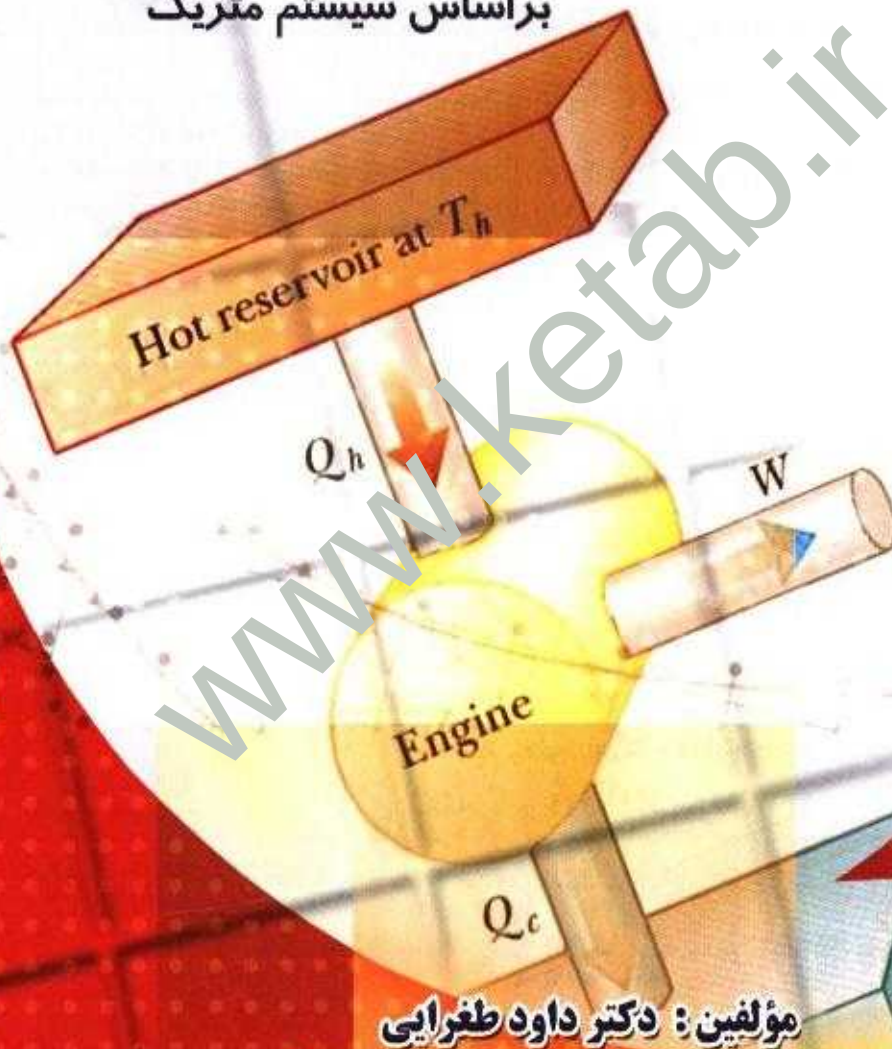


ترمودینامیک

(بر اساس کتاب اصول ترمودینامیک کلوز بورگنک و ریچارد سونتاگ)

ویرایش هفتم (جلد دوم)
بر اساس سیستم متریک



مؤلفین : دکتر داود طغرایبی

(استاد یار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر)

دکتر احمد رضا عظیمیان

(استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر)

دکتر آرشد کریمی پور

(استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد)

وضعیت فهرست نویسی فیبا

سرشناسه: طغرانی، داود، ۱۳۶۱ -

عنوان و نام پدیدآور: رهیافت حل مسأله در ترمودینامیک: (بر اساس کتاب اصول ترمودینامیک ک. بورگناکور - سونتاک) (ویرایش هفتم) (بر اساس سیستم متریک) / مؤلفین: داود طغرانی، احمد رضا عظیمیان، آرش کریمی پور.

مشخصات نشر: اصفهان: پویش اندیشه؛ نگین ایران، ۱۳۹۲.

مشخصات ظاهری: ۲ ج: مصورا، جدول، نمودار؛ ۲۲×۲۹ س.م.

شابک: ج ۱ - ۲۵۸ - ۵۲۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸؛ ج ۲ - ۸ - ۲۵۹ - ۵۲۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸؛

یادداشت: کتاب حاضر حل المسائل کتاب "اصول ترمودینامیک" ویرایش هفتم، "نوشته بورگناک و سانتاک است.

یادداشت: واژه نامه.

عنوان دیگر: اصول ترمودینامیک.

موضوع: ترمودینامیک.

موضوع: ترمودینامیک - راهنمای آموزشی (عالی).

موضوع: ترمودینامیک - مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی).

شناسه افزوده: عظیمیان، احمد رضا، ۱۳۴۰ -

شناسه افزوده: کریمی پور، آرش، ۱۳۶۰ -

شناسه افزوده: پور، آرش، ۱۳۶۰ -

شناسه افزوده: سانتاک، یچارد ادرین. اصول ترمودینامیک

رده بندی کنگره: ۱۳۹۲ ۵۲۴ ۲۶۵ T

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۴۰۲۱

شماره کتابشناسی ملی: ۳۴۶۷۲۹۷



انتشارات پویش اندیشه

Poyesh.andishe@gmail.com

نام کتاب: رهیافت حل مسأله در ترمودینامیک جلد دوم

مؤلفین: داود طغرانی - احمد رضا عظیمیان - آرش کریمی پور

ناشر: پویش اندیشه - نگین ایران

لیتوگرافی: آرمان - چاپ: کوپ - صحافی: بابک

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد - قیمت: ۱۱۰۰۰ تومان

چاپ: اول - سال ۱۳۹۲

قطع: رحلی تعداد صفحات: ۵۰۰

شابک: ۸ - ۲۵۹ - ۵۲۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸

آدرس مراکز بخش اصفهان: خیابان مسجد سید - خیابان پنج رمضان بالاتر از جهاد دانشگاهی

پلاک ۴۶ انتشارات پویش اندیشه کدپستی ۶۵۹۵۱ - ۸۱۳۷۸

تلفن: ۰۹۱۳۳۱۱۳۰۸۵

فکس: ۳۳۷۳۵۷۷

شماره حساب: ۳۳۶۳۲۱۸

خیابان آمادگاه - کوی فتح آباد - بخش کتاب علم گستر تلفن: ۲۲۱۹۹۷۹

هر گونه تکثیر، نسخه برداری، کپی برداری و فروش کپی های این کتاب با استناد به مواد ۲۳ و ۲۹ قانون حمایت از مؤلفان خلاف قانون، اخلاق و شرع بوده و مشمول قوانین مجازات اسلامی خواهد بود.

پیش‌گفتار

خداوند بزرگ را شاکریم که بار دیگر این فرصت بدست آمد تا جهت ارائه و آماده سازی منابع درسی دوره کارشناسی تلاشی صورت پذیرد و راه و مسیری روشن پیش روی دانشجویان قرار گیرد. امتیاز عمده این مجموعه در این است که مؤلفین سعی کرده‌اند که علاوه بر چکیده کاملی از درس ترمودینامیک به کلیه سؤالات انتهای فصل کتاب اصول ترمودینامیک بورگنکاک و سونتاک (ویرایش هفتم) پاسخ گویند. چکیده جمع آوری شده حاصل سال‌ها تجربه مؤلفین در زمینه تدریس این درس در دانشگاه است و می‌تواند به عنوان منبعی بسیار مناسب برای کنکور کارشناسی هم مورد استفاده قرار گیرد. این مجموعه در ۲ جلد به چاپ رسیده است. در جلد اول فصول اول تا دهم کتاب در ۲ جلد دوم فصول یازدهم تا هفدهم کتاب قرار داده شده است و در ابتدای هر جلد هم چکیده مربوط به آن فصول قرار داده شده است. در انتهای جلد دوم تست کنکور سراسری از سال ۶۹ تا ۹۱ همراه با پاسخ تشریحی قرار داده شده است تا این مجموعه بتواند به عنوان یک از کامل‌ترین مراجع برای دانشجویان مقطع کارشناسی در درس ترمودینامیک مورد استفاده قرار گیرد.

در اینجا جا دارد از کلیه همکاران انتشارات پویش اندیشه که در حقیقت آن‌ها با تلاش خود این مجموعه را به ثمر رسانده‌اند قدر دانی و تشکر نماییم. همچنین از دوست و همکار عزیز جناب آقای دکتر رسول کیایی که جهت تکمیل این کتاب ما را یاری رساندند قدر دانی می‌نماییم.

در پایان از محضر اساتید همکاران و دانش پژوهان محترم تقاضا می‌نمایم در صورت تمایل به ارائه پیشنهادات و نظرات سازنده و نیز ارتباط با مؤلفین از طریق ایمیل انتشارات اقدام فرمایند.

دکتر داود طغرایبی

✉ davoodtoghraie@gmail.com

دکتر احمد رضا عظیمیان

✉ azimian@ce.iut.ir

دکتر آرشن کریمی‌پور

✉ arashkarimipour@gmail.com

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

چکیده ترمودینامیک ۲	۱
فصل یازدهم: سیستم‌های توان و تبرید - با تغییر فاز	۶۵
فصل دوازدهم: سیستم‌های توان و تبرید - سیالات عامل کاری	۱۱۳
فصل سیزدهم: مخلوط‌های گاز ایده‌ال	۱۵۳
فصل چهاردهم: روابط خواص ترمودینامیکی	۱۹۵
فصل پانزدهم: احتراق	۲۳۹
فصل شانزدهم: تعادل فازی و شیمیایی	۲۸۹
فصل هفدهم: جریان تراکم‌پذیر	۳۲۱
آزمون‌های کارشناسی ارشد	۳۴۳

چکیده ترمودینامیک ۲

نکته: در دماهای پایین از سیال هایی مانند بئزن، فریون و... استفاده می شود.

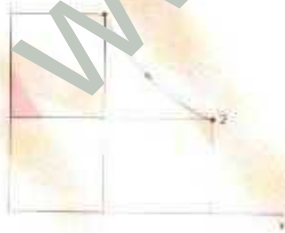
نکته: امروزه بیشترین توان تولیدی به نیروگاه های بخار مربوط است و این نیروگاه ها بسته به نوع سوختی که مصرف می کنند نیروگاه های اتمی، گاز طبیعی یا زغالی نامیده می شوند.

در یک فرآیند SSSF که از تغییرات انرژی های جنبشی و پتانسیل بتوان صرف نظر کرد، کار محوری بازگشت پذیر بر واحد جرم طاق رابطه زیر محاسبه می شود.

$$w_{rev} = - \int v dP$$

و کار جابجایی رزی بر واحد جرم برای یک سیال به صورت زیر محاسبه می شود.

$$w_{Boundary} = \int P dv$$



نکته: در سیکل های توان، فرآیند انتقال حرارت در بویلر و کندانسور، به صورت فرآیندهای فشار ثابت مدل می شود (بدون انجام کار). هم چنین فرآیندهای توربین و پمپ و کمپرسور به صورت ادیاباتیک مدل می شوند.

نکته: اگر فرض کنیم ۴ فرآیند مورد نظر بازگشت پذیر داخلی هستند، فرآیندهای توربین و پمپ ایزنتروپیک هستند و اگر کل سیکل در ناحیه دو فازی واقع شود سیکل حاصل یک سیکل کارنو است (چون در ناحیه دو فازی فرآیندهای فشار

سیکل قدرت بخار

تولید توان و تبرید دو مورد از کاربردهای مهم ترمودینامیک هستند و هر دو توسط سیستم هایی که در یک سیکل ترمودینامیکی کار می کنند انجام می شود.

سیکل های ترمودینامیکی را به دو دسته کلی می توان تقسیم بندی کرد: سیکل های قدرت و سیکل های تبرید.

نکته: وسایل یا دستگاه هایی را که برای تولید توان خالص خروجی به کار می روند موتور حرارتی گویند و سیکل های ترمودینامیکی که برای این منظور به کار می روند را سیکل های توان می نامند. به همین ترتیب وسایل و دستگاه هایی که برای تبرید به کار می روند را یخچال، تهویه مطبوع و یا پمپ حرارتی و سیکل های آن ها را سیکل های تبرید می گویند.

نکته: سیکل های ترمودینامیکی را بر حسب فاز سیال عامل (سیالی که در سیکل عمل می کند) به صورت سیکل های گازی و سیکل های بخار می توان دسته بندی کرد. در سیکل های گازی، سیال عامل در سرتاسر سیکل در فاز گاز باقی می ماند ولی در سیکل بخار در قسمتی از سیکل فاز بخار و در قسمت دیگر فاز مایع وجود دارد.

نکته: سیکل های بخار سیکل هایی هستند که در آنها سیال عامل به طور متناوب تبخیر و تقطیر می شود.

نکته: بخار آب متداول ترین سیال عاملی است که به علت بعضی مشخصه های مطلوب از قبیل هزینه پایین، قابلیت کاردهی و انتالپی بالای تبخیر در سیکل های توان مورد استفاده قرار می گیرد.



ثابت، فرآیندهای دما ثابت نیز هستند و در غیر این صورت سیکل کارنو نیست).

سیکل کارنو

سیکل کارنو بالاترین بازده را بین دو حد مشخص دمایی داراست و به عنوان یک سیکل ایده آل برای نیروگاههای بخار مد نظر است. اما این سیکل عدل مناسبی برای یک نیروگاه بخار نمی تواند باشد.

معایب سیکل بخار کارنو

(۱) در فرآیند اشباع، فشار ثابت به معنای دمای ثابت است و انتقال حرارت به صورت دما ثابت در یک فرآیند اشباع در یک سیستم دو فاز مشکل نیست. اما برای قرار گرفتن در ناحیه دو فاز و داشتن فرآیند فشار ثابت باید دما همواره زیر دمای بحرانی باقی بماند مثلاً برای (آب در دمای 374°C) و این باعث محدود شدن بازده حرارتی سیکل کارنو می شود و در صورت بالا بودن دمای ماکزیمم سیکل، انتقال حرارت در ناحیه یک فاز اتفاق می افتد و دیگر فرآیند دما ثابت نیست.

(۲) در انبساط ایزنتروپیک در توربین عیار بخار به شدت کاهش می یابد و رطوبت آن بالا می رود. برخورد قطرات مایع شده به پره های توربین باعث خوردگی و سایش آن ها می شود و بازده توربین را کاهش می دهد. در نیروگاه ها عموماً عیار بخار حول و حوش ۰/۹ است. هم چنین در نیروگاه ها سیال عاملی مطلوب است که شیب خط بخار اشباع آن تند تر باشد.

(۳) در تراکم ایزنتروپیک باید مخلوط مایع - بخار را متراکم کرده و آن را به مایع اشباع تبدیل کرد. در این مرحله دو مشکل وجود دارد: اول این که تا کنون وسیله ای ساخته نشده است که با دو فاز کار کند و ثانیاً کنترل فرآیند تراکم با حفظ کیفیت مطلوب آسان نیست.

نتیجه: سیکل کارنو نمی تواند به دستگاه های واقعی نزدیک باشد.

سیکل رانکین

نوع دیگری از سیکل های توان سیکل های بخار هستند. سیکل توان ایده آل بخار، سیکل رانکین است.

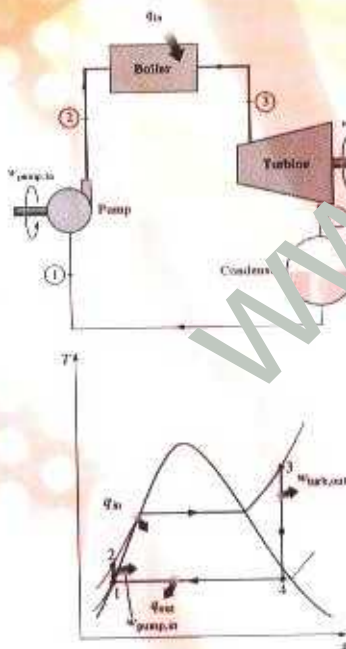
اجزای سیکل رانکین

الف) پمپ: آب به صورت مایع اشباع وارد آن شده و در یک فرآیند ایزنتروپیک با افزایش دما قدری کاهش حجم مخصوص خواهد داشت. یعنی در پمپ سیال با فشار و دمای پایین تبدیل به سیال با فشار بالا و دمای متوسط می شود.

ب) دیگ بخار (بویلر): آب به صورت مایع متراکم وارد بویلر شده و به صورت فوق گرم از آن خارج می شود. دیگ بخار اساساً یک مبدل حرارتی بزرگ است که در آن حرارت تولید شده از احتراق گازها، راکتور اتمی و ... در فشار ثابت به آب منتقل می شود. به دیگ بخار اغلب فوق گرم کننده هم (سوپر هیتر) اطلاق می شود.

ج) توربین: بخار فوق گرم وارد توربین می شود و به صورت انتروپی ثابت منبسط می شود و این انبساط باعث تولید کار محوری می شود و این کار محور متصل به ژنراتور را می چرخاند. مخلوط خروجی از توربین فشار و دمای پایینی دارد. اما کیفیت آن نیز نسبتاً بالا است.

د) کندانسور: یک مبدل حرارتی بزرگ است که حرارت را به یک محیط خنک کننده مانند دریاچه و ... دفع می کند. مخلوط خروجی توربین وارد کندانسور می شود و با انتقال حرارت انجام شده از آن به صورت کامل تقطیر شده و تبدیل به مایع اشباع می شود و وارد پمپ می شود. به کندانسور برج خنک کن نیز اطلاق می شود.



تحلیل انرژی سیکل رانکین

