

مبانی تحلیل اگزرژی، اقتصادی و زیست‌محیطی در مهندسی

www.ketab.ir

تألیف:

دکتر حسین صیّادی

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

مهندس محمدحسن شاهوردیان

دکتر علی سوهانی



شماره ۵۲۰

سرشناسه: صیادی، حسین، ۱۳۵۰ -

عنوان و نام پدیدآور: مبانی تحلیل انرژی، اقتصادی و زیست محیطی در مهندسی تالیف حسین صیادی، علی سوهانی، محمدحسن شاهوردیان.

مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، انتشارات، ۱۴۰۱.

مشخصات ظاهری: ۲۹۵ ص. مصور، جدول.

شابک: 978-622-5234-05-5

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: کتابنامه: ص. ۲۹۱-۲۹۵.

موضوع: انرژی / Exergy

موضوع: ترمودینامیک / Thermodynamics

موضوع: انرژی - ریاضیات / Exergy -- Mathematics

موضوع: انرژی - کاربردهای صنعتی / Exergy -- Industrial applications

موضوع: تجزیه و تحلیل سیستم‌ها / System analysis

شناسه افزوده: سوهانی، علی، ۱۳۶۹ -

شناسه افزوده: شاهوردیان، محمدحسن، ۱۳۵۷ -

رده‌بندی کنگره: TJ۲۶۵

رده‌بندی دیویی: ۶۲۱/۰۴۲

شماره کتابشناسی ملی: ۹۰۰۴۶۴۶

press.kntu.ac.ir



ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

عنوان: مبانی تحلیل انرژی، اقتصادی و زیست محیطی در مهندسی

مؤلفان: دکتر حسین صیادی، مهندس علی سوهانی و مهندس محمدحسن شاهوردیان

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: بهمن ۱۴۰۱

شمارگان: ۲۰۰ جلد

چاپ: نقش آفرین

صحافی: گرنامی

قیمت: ۱۴۰,۰۰۰ تومان

تمام حقوق برای ناشر محفوظ است

خیابان میرداماد غربی - شماره ۴۷۰ - انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی - تلفن: ۸۸۸۸۱۰۵۲

میدان ونک - خیابان ولی عصر (ع) - بالاتر از چهارراه میرداماد - شماره ۲۶۲۶ - مرکز پخش و فروش انتشارات

تلفن: ۸۸۷۷۲۲۷۷ رایانه: press@kntu.ac.ir - تارنما (فروش برخط): press.kntu.ac.ir

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱ مروری بر برخی از مفاهیم اولیه ترمودینامیک	۲
۱-۱-۱ انواع سیستم‌ها	۲
۱-۱-۲ قوانین ترمودینامیک	۴
۱-۱-۳ انتروپی	۷
۱-۱-۴ معادلات حالت	۱۲
۱-۱-۵ قوانین مخلوط‌ها	۱۳
۲-۱ سوخت و احتراق	۱۵
۳-۱ سیکل‌های ترمودینامیکی	۱۸
۱-۳-۱ سیکل بخار	۱۹
۲-۳-۱ سیکل گازی	۲۸
۳-۳-۱ سیکل ترکیبی	۳۱
۴-۳-۱ سیکل تبرید تراکمی	۳۲
۴-۱ حداکثر کار قابل حصول از یک واکنش شیمیایی	۳۵
۵-۱ تعریف تابع گیبس	۳۶
۵-۱ جمع‌بندی	۴۱
تمرینات	۴۲
فصل دوم: مقدمه‌ای بر آگزرژی	۴۷
۱-۲ مروری بر قانون دوم ترمودینامیک	۴۷
۲-۲ بازگشت‌ناپذیری	۴۸
۳-۲ تعریف آگزرژی	۵۴

۴-۲ محیط	۵۶
۵-۲ مبانی تحلیل آگزرژی در سیستم‌های باز (حجم کنترل)	۵۸
۱-۵-۲ آگزرژی مرتبط با کار (تبادل کار)	۵۸
۲-۵-۲ آگزرژی مرتبط با انتقال حرارت	۵۹
۳-۵-۲ اجزای آگزرژی جریانی	۶۲
۴-۵-۲ آگزرژی غیرجریانی و مبانی تحلیل آگزرژی در سیستم‌های بسته (جرم کنترل)	۷۹
۶-۲ جمع‌بندی	۸۱
تمرینات	۸۲
فصل سوم: مبانی تحلیل آگزرژی	۸۵
۱-۳ مقدمه	۸۵
۱-۱-۳ معادله موازنه آگزرژی در سیستم بسته (جرم کنترل)	۸۵
۲-۱-۳ رابطه گوی-استدولا	۸۶
۲-۲ تحلیل آگزرژی برای سیستم‌های باز	۹۱
۱-۲-۳ موازنه آگزرژی در سیستم‌های باز (حجم کنترل)	۹۱
۲-۲-۳ معادله گوی-استدولا برای حجم کنترل	۹۲
۳-۲ تخریب و اتلاف آگزرژی	۹۷
۱-۳-۳ اثر مرز سیستم روی نوع تلفات آگزرژی	۹۷
۲-۳-۳ اقسام تخریب آگزرژی (بازگشت ناپذیری)	۱۱۰
۴-۳ معیارهای ارزیابی عملکرد ترمودینامیکی	۱۱۴
۱-۴-۳ راندمان آگزرژی (راندمان منطقی یا راندمان قانون دوم)	۱۱۴
۲-۴-۳ راهنمایی‌هایی برای تعیین راندمان آگزژتیک	۱۲۰
۳-۴-۳ سایر معیارهای ارزیابی عملکرد ترمودینامیکی (نسبت‌های تخریب و اتلاف آگزرژی)	
	۱۲۴

۵-۳	توصیه‌هایی جهت ارتقای عملکرد ترمودینامیکی سیستم‌های انرژی	۱۲۵
۶-۳	نمایش‌های تصویری در تحلیل انرژی	۱۲۹
۱-۶-۳	دیاگرام گراسمن	۱۲۹
۲-۶-۳	دیاگرام پای	۱۳۴
۷-۳	جمع‌بندی	۱۳۵
	تمرینات	۱۳۶
فصل چهارم: تحلیل انرژی در فرایندهای ساده		
۱-۴	فرایند انبساط	۱۳۹
۱-۱-۴	فرایند انبساط با هدف تولید کار (فرایند انبساط در نیروگاه‌ها)	۱۳۹
۲-۱-۴	فرایند انبساط احتشاقی در نیروگاه‌ها	۱۴۶
۳-۱-۴	فرایندهای انبساط در سیستم‌های با درجه حرارت پایین	۱۴۷
۲-۴	فرایند تراکم	۱۵۱
۳-۴	فرایند انتقال حرارت	۱۵۹
۱-۳-۴	بازگشت ناپذیری انتقال حرارت با اختلاف دمای محدود (ساده‌ترین حالت)	۱۶۰
۲-۳-۴	انتقال حرارت همراه با افت فشار	۱۶۱
۳-۳-۴	بازگشت ناپذیری خارجی ناشی از تبادل حرارتی با محیط	۱۶۴
۴-۳-۴	بازگشت ناپذیری ناشی از اختلاف دمای طولی در دیواره مبدل حرارتی	۱۶۵
۴-۴	فرایندهای اختلاط و جداسازی	۱۷۱
۱-۴-۴	اختلاط	۱۷۱
۲-۴-۴	فرایند جداسازی	۱۷۲
۵-۴	فرایندهای شیمیایی شامل احتراق	۱۷۳
۶-۴	جمع‌بندی	۱۸۵
	تمرینات	۱۸۶

پیش‌گفتار

هدف از تالیف این کتاب، ارائه بستری به منظور ارائه و توضیح مبانی تحلیل انرژی، اقتصادی و زیست‌محیطی در مهندسی است. کتاب حاصل نزدیک به دو دهه تحقیقات تیم پژوهشی است که به چاپ بیش از دویست مقاله در کنفرانس‌ها و ژورنال‌های معتبر علمی انجامیده‌است. آماده‌سازی کتاب به گونه‌ای انجام شده که برای استفاده دانشجویان، پژوهشگران، و اساتید گرانقدر دانشگاه مناسب باشد. تلاش شده کتاب به خودی خود، شامل همه موارد مورد نیاز باشد و خواننده را تا حد امکان از مراجعه به مراجع دیگر بی‌نیاز سازد. با این توجه، کتاب با فصل مقدمه، که در آن مفاهیم اولیه، از جمله آشنایی با سیکل‌های ترمودینامیکی بیان گردیده، آغاز شده‌است، و سپس در ادامه، در فصل دوم، مفاهیم اولیه انرژی از جمله قانون دوم ترمودینامیک، بازگشت‌ناپذیری و تعریف انرژی و محیط بیان شده‌اند و فصل، با معرفی صورت‌های جریانی و غیرجریانی انرژی و نیز یافتن حداکثر کار قبول حصول از یک واکنش شیمیایی ادامه یافته‌است.

مبانی تحلیل انرژی در فصل سوم بیان شده است؛ در جایی که معادلات مربوط به موازنه انرژی و محاسبه تخریب انرژی به تفصیل معرفی شده و در پی آن، چگونگی تحلیل انرژی در سیستم‌های باز و بسته به طور جداگانه مورد توجه قرار گرفته‌است. فصل سوم، همچنین، مباحث بیشتری در زمینه تحلیل انرژی، از جمله اتلاف انرژی و تفاوت آن با تخریب، و نیز معرفی معیارهای مختلف ارزیابی عملکرد سیستم از دیدگاه انرژی و نمایش‌های تصویری در تحلیل انرژی را نیز پوشش می‌دهد.

پس از آشنایی با مبانی تحلیل انرژی در فصل سوم، در فصل چهارم، به منظور آشنایی و تسلط بیشتر، تحلیل انرژی در فرایندهای پایه مورد مطالعه قرار گرفته‌است. در این راستا، فرایندهای گوناگونی، از جمله انبساط، تراکم، انتقال حرارت و اختلاط و جداسازی به طور مفصل و در حالت‌های مختلفی بررسی شده‌اند.

تحلیل‌های اقتصادی نقش بسیار مهمی در ارزیابی سیستم‌ها ایفا می‌کنند و از این رو، در فصل پنجم، به تحلیل انرژی اقتصادی که به نام تحلیل ترمواکونومیک (انرژی‌واکونومیک) نیز شناخته می‌شود، می‌پردازد. این کار، با معرفی و بحث بر روی موارد مختلفی از جمله هزینه‌گذاری انرژی، معادلات اصلی و کمکی در بالانس هزینه، متغیرهای گوناگون ترمواکونومیکی و پیشرفت‌های اخیر در زمینه تحلیل ترمودینامیکی صورت گرفته‌است.

افزون بر بحث‌های اقتصادی، نگرانی‌های روزافزون زیست‌محیطی باعث شده تا تحلیل‌های مربوط به این زمینه نیز با سرعت زیادی در میان پژوهشگران، طراحان و سیاست‌گذاران در عرصه‌های مختلف محبوبیت یابد. از این رو، در فصل ششم، مبانی تحلیل اگزورژو زیست‌محیطی (اگزورژوایر وایرومنت) معرفی و مطالعه می‌گردد. این فصل شامل مطالبی، از جمله ارزیابی چرخه حیات، نحوه تحلیل اگزورژوایر وایرومنت، و تحلیل اگزورژو اقتصادی-زیست‌محیطی است. سپس، در فصل آخر، یک جمع‌بندی از مباحث بیان شده، ارائه می‌گردد. در انتهای کتاب نیز، ضامم ارائه شده که در آن‌ها خواص فیزیکی و شیمیایی مواد پر کاربرد مورد استفاده، از جمله فرمول شیمیایی، جرم مولکولی و خواص بحرانی، جداول ترمودینامیکی، انتالپی تشکیل و تابع گیبس آورده شده است.

نحوه بیان مطالب در این کتاب به گونه‌ای است که برای هر مبحث، علاوه بر توضیحات، مثال‌های متعددی نیز حل شود تا خواننده با حل و بررسی این مثال‌ها، بر روی مباحث و نحوه استفاده از مفاهیم تسلط کامل یابد. همچنین، هر فصل شامل شماری مسئله حل نشده نیز هست که در پایان هر فصل موجود است و در طول تدریس درس در یک ترم تحصیلی، می‌تواند به عنوان سری تمرینات به دانشجو داده شود.

امید است که کتاب حاضر بتواند فرصت مناسبی را برای شناخت مفاهیم اگزورژی، اقتصادی و زیست‌محیطی به صورتی مطلوب برای دانشجویان، پژوهشگران و اساتید گرانقدر فراهم آورد، و بتواند به عنوان یک راهنمای مناسب مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، باعث خوشحالی فراوان خواهد بود تا با پیشنهادها و نظرات سازنده خود، ما را در بهبود و اصلاح کتاب برای چاپ در ویرایش‌های بعدی یاری نمایید.

حسین صیادی، علی سوهانی، و محمدحسن شاهوردیان

sayyaadi@kntu.ac.ir

راه ارتباطی:

alisohany@yahoo.com

mh.shahverdian@gmail.com