

به نام یزدان پاک

مبانی و اصول

مهندسی نیروگاه

و تجهیزات اصلی آن

هادی الهیاری

فاطمه نام آذر

ویراستار: سید محمد مهدی مادر شاهیان

سرشناسه: اله یاری. هادی. ۱۳۶۲-

عنوان و نام پدیدآور: مبانی و اصول مهندسی نیروگاه و تجهیزات اصلی آن/هادی اله یاری، فاطمه نام آور؛ با حمایت مالی شرکت پرداد پترو دانش؛ ویراستار سید محمد مهدی مادرشاهیان.
مشخصات نشر: تهران: نشر سارگل؛ ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری: ج. ۲: مصور جدول: نمودار .

شابک: ج. ۱: 978-600-8046-05-9؛ ج. ۲: 978-600-8046-06-6؛ دوره: 2-978-600-8046-04-2

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است

یادداشت: کتابخانه

موضوع: نیروگاه

شناسه افزودن نام آور، فاطمه، ۱۳۶۹-، همکار

شناسه افزوده: شرکت مهندسی پرداد پترو دانش

رده بندی کنگره: ۹۵-۲۱۰۷ م TK1۰۷۸/د

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۴۸۳

شماره کتابشناسی ملی: ۳۰۱۵۰۷

این کتاب با حمایت مالی شرکت خدمات مهندسی و آموزشی پرداد پترو دانش (پیتک) به چاپ رسیده است.



نام کتاب: مبانی و اصول مهندسی نیروگاه و تجهیزات اصلی آن (جلد اول)

نویسندگان: هادی اله یاری، فاطمه نام آور

ویراستار: سید محمد مهدی مادرشاهیان

طراح جلد: فرزانه قاندي

ناشر: سارگل

چاپ: مرکز چاپ پیتک

نوبت چاپ: اول- بهار ۱۳۹۵

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

شابک دوره: ۲-۰۴-۸۰۴۶-۶۰۰-۹۷۸

شابک ج. ۱: ۹-۰۵-۸۰۴۶-۶۰۰-۹۷۸

قیمت جلد اول: ۳۲۰۰۰ تومان

هرگونه حق چاپ و تکثیر برای نویسندگان و شرکت خدمات مهندسی پیتک محفوظ است.

مقدمه مولف:

ایده نگارش این کتاب به نخستین سال های حضور نگارنده در گروه مینا، زمانی که به عنوان کارشناس نصب توربین بخار در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد و در ادامه به عنوان کارشناس دفتر فنی در نیروگاه شیراز مشغول به کار بود باز می گردد. زمانی که از یک سو فقدان و یا حداقل کمبود یک مرجع کامل فنی در زمینه تجهیزات و سیستم های مختلف نیروگاهی احساس گردید و از سوی دیگر مشاهده گردید که بخش عمده تجربیات و بازخوردهای به دست آمده در مراحل مختلف طراحی، ساخت، راه اندازی و بهره برداری نیروگاه، به علت عدم وجود بستر مناسب برای ثبت و اصلاح احتمالی، از بین می روند. پس از حضور نگارنده در ستاد شرکت مینا به عنوان کارشناس، مطالعات و پیشنهاد فنی، ایده مذکور و احساس نیاز به نگارش مرجع فنی کامل نیروگاه تقویت گردید. در نگارش کتاب، این هدف در نظر بوده است که دانشجویان و همکاران محترمی که در زمینه انواع نیروگاه های حرارتی و تجدیدپذیر فعالیت می نمایند بتوانند اطلاعات جامع، کاربردی و روزآمد مربوط به حیطه فعالیت را در حداقل زمان و به صورت مدون در اختیار داشته باشند. به طور خلاصه این کتاب نتیجه چندین سال فعالیت در بخش های فنی نیروگاهی و حداقل سه سال تحقیق در مدارک فنی انواع مختلف نیروگاه ها و اجزا مختلف آنها می باشد. از ۸۰۰ مرجع معتبر بین المللی منتشر شده پس از سال ۲۰۰۶ می باشد. تحقیق و تالیف این کتاب سبب ارتباط با مولفین چندین مرجع معتبر بین المللی و سازندگان تجهیزات نیروگاهی مختلف گردیده و در موارد نادر اصلاحی که در حین تالیف این کتاب به نویسندگان این مراجع ارائه شده است، از سوی ایشان پذیرفته شده و در رایش بعدی مراجع مذکور اعمال خواهد گردید.

امید است گامی که برداشته شده در خدمت به جامعه مهندسان کشور عزیزمان مفید واقع گردد و از همه سروران استدعا دارد که نظرات اصلاحی خود را جهت بهبود کتاب از نگارنده دریغ نفرمایند.

مسیری که پیموده شد، بدون کمک برخی دوستان و همکاران به ویژه جناب آقای دکتر اسکندری که به طور قطع از متخصصین کم نظیر در زمینه توربین گاز است، میسر نمی گردد.

در پایان نیز از حمایتی که جناب آقای مهندس آذرمینا معاون محترم مهندسی بخش برق مینا، در راستای چاپ این کتاب مبذول داشتند، تشکر می نمایم.

هادی اله یاری

اطلاعات تماس:

پست الکترونیکی: alahyaari_h@mapnagroup.com

تلفن: ۰۲۱-۲۴۷۱۱۴۸۲-۲۳۱۵۱۴۸۲

نمابر: ۰۲۱-۲۴۷۱۲۸۰۷

درباره کتاب:

نیروگاه و تولید توان الکتریکی، یکی از جنبه‌های مهم علوم مهندسی در دنیای امروز است و بخش قابل توجهی از مصرف انرژی در هر کشور، توسط نیروگاه‌هایی تولید می‌شود که عملکرد آن‌ها از نظر توان تولیدی، بهره‌وری، مانورپذیری و قابلیت اطمینان، دارای اهمیت بسیاری است. در شرکت خدمات مهندسی و آموزشی پیتک نیز، از ابتدا، مهندسی نیروگاه به عنوان یکی از زمینه‌های اصلی فعالیت شرکت، مورد نظر قرار گرفته است. در کنار برگزاری صدها دوره تخصصی مهندسی نیروگاه در صنایع و نیروگاه‌های کشور و همین‌طور مشارکت در پروژه‌های مهندسی، نشر متون مهندسی مرتبط با نیروگاه، یکی از برنامه‌های اصلی شرکت بوده است. کتاب پیش رو که تالیف آقای مهندس هادی الهیاری و سرکار خانم مهندس فاطمه نام‌آور است، یکی از جامع‌ترین و مفیدترین مراجع فنی در این زمینه است. در حال حاضر متون مختلفی با موضوع نیروگاه، در کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ لیکن کتاب پیش رو از چندین منظر دارای تمایز است. اول آنکه توسط کارشناسانی مجرب با تجربه فنی و زمینه‌های مهندسی، طراحی و نصب تجهیزات نیروگاهی تالیف گردیده بنابراین در نگارش آن، از پرداختن به حاشیه‌های فنی و غیر ضروری پرهیز گردیده و تلاش شده است، با آمیختن تجربیات طراحی و عملیاتی با متون مرجع بین‌المللی، به مرجعی قابل استفاده برای مهندسان و دانشجویان کشور تبدیل شود. دوم آنکه در نگارش آن بیش از ۵۰۰ مرجع معتبر بین‌المللی مورد استفاده قرار گرفته که غالباً توسط شرکت‌های معتبر بین‌المللی در زمینه طراحی و ساخت نیروگاه و در سال‌های اخیر منتشر شده است. آخر آنکه علاوه بر بررسی چرخه‌های نیروگاهی، به معرفی و بررسی تجهیزات اصلی نیروگاه‌های گازی، بخار و سیکل ترکیبی می‌پردازد. در کنار این، با نگاهی بر انواع روش‌های کاهش آلایندگی و تجربیات نیروگاه‌های نوین و انرژی‌های تجدیدپذیر دارد که می‌تواند در آینده‌ای نزدیک، جایگزین بسیاری از نیروگاه‌های فسیلی جهان گردد. شرکت خدمات مهندسی پیتک، به منظور ارتقاء بیشتر خوانندگان با مولف و امکان استفاده از تجربیات ایشان، در کنار انتشار کتاب، به برنامه‌ریزی برگزاری سمینارها و دوره‌های اختصاصی مهندسی نیروگاه و تجهیزات آن در دفتر آموزش شرکت اقدام نموده است. در پایان، امید آن می‌رود، کتاب پیش رو که حاصل تجربیات و زحمات چندین ساله مولف در سال‌های اخیر است، مورد استفاده مهندسان نیروگاه و دانشجویان رشته‌های مهندسی قرار گیرد.

احسان اله سعادت

مدیر دپارتمان مهندسی نیروگاه

شرکت خدمات مهندسی و آموزشی پیتک

درباره پیتک:

شرکت خدمات مهندسی و آموزشی پیتک (پرداد پترو دانش) در سال ۱۳۸۸ توسط گروهی از کارشناسان نیروگاه و صنایع نفت و گاز بنیان نهاده شد. هدف اصلی از تاسیس آن، مشارکت در پروژه‌های طراحی و مشاوره مهندسی نیروگاه و نفت و گاز و در کنار آن برگزاری دوره‌های تخصصی در صنایع مختلف کشور بوده است. در حال حاضر بسیاری از صنایع معتبر کشور در حیطه‌های نفت، گاز، پتروشیمی، نیروگاه، خودرو، ذوب و استخراج فلزات و دیگر صنایع کشور از خدمات مهندسی، مشاوره و آموزش این شرکت بهره برده‌اند. پیتک افتخار آن را دارد که برای اولین بار، دوره جامع آموزش مهندسی نیروگاه، شامل بیش از ۴۵۰ دوره تخصصی در زمینه‌های طراحی، ساخت، راهاندازی، بهره‌برداری و تعمیرات را تدوین و ارائه نموده است. بسیاری از این دوره‌ها در صنایع مختلف نیروگاه کشور برگزار گردیده است. علاوه بر دوره‌های تدوین شده در مجموعه جامع آموزش نیروگاه، آموزش‌های بده استخدام و ارتقا برخی از نیروگاه‌های کشور نیز توسط دپارتمان مهندسی نیروگاه پیتک انجام گرفته است. این مسیر تجربه و دانش بالای مدرسان مجرب و کارآزموده این صنعت مورد استفاده قرار گرفته است.

علاوه بر آن دپارتمان مهندسی و تحقیق توسعه شرکت نیز در بسیاری از پروژه‌های صنعتی کشور به ارائه خدمات طراحی، شبیه‌سازی و بهینه‌سازی اقدام نموده است. بیست کامپیوتر از این پروژه‌ها بر روی پایگاه اینترنتی شرکت، قابل مشاهده است.

علاوه بر مهندسی نیروگاه که یکی از زمینه‌های اصلی فعالیت شرکت است، دیگر دپارتمان‌های تخصصی پیتک نیز به ارائه خدمات مهندسی، آموزش و مشاوره در صنایع کشور اقدام نموده‌اند. در حال حاضر بسیاری از صنایع و مراکز آموزشی و پژوهشی کشور از خدمات آموزش و مشاوره دپارتمان‌های تخصصی دینامیک سیالات محاسباتی (CFD)، مهندسی نفت و گاز، پتروشیمی و مهندسی دریا بهره می‌برند.

در نهایت، در سال ۱۳۹۳ مرکز نشر پیتک، به منظور انتشار محتوای علمی و آموزشی کشور تاسیس گردید و تاکنون کتاب‌های اصول شبیه‌سازی CFD و اصول و مبانی مهندسی و تجهیزات نیروگاه در دو جلد توسط پیتک منتشر شده‌است و کتاب‌هایی نیز در آینده در زمینه‌های مختلف مهندسی چاپ خواهد شد.

اطلاعات تماس:

وبسایت: www.ptecgroup.ir

پست الکترونیکی: info@ptecgroup.ir

تلفن: ۰۲۱-۸۸۹۸۲۴۰۸

تلفن: ۰۲۱-۸۹۷۸۸۳۳۴

فهرست

۲۱	مقدمه
۳۹	فصل اول
۳۹	۱-۱ انواع سوخت ها
۴۳	۲-۱ سوخت جامد
۴۴	۱-۲-۱ زغال بخت
۴۶	۱-۱-۲-۱ زغال سنگ آنتراست یا خالص
۴۷	۲-۱-۲-۱ زغال سنگ بری
۴۷	۳-۱-۲-۱ زغال سنگ نارس
۴۸	۴-۱-۲-۱ زغال سنگ لیگنیت یا قهوه‌ای
۴۸	۵-۱-۲-۱ ترکیبات شیمیایی زغال سنگ
۵۰	۲-۲-۱ سوخت هسته‌ای
۵۲	۱-۲-۲-۱ معادله جرم و انرژی انیشتین
۵۳	۲-۲-۲-۱ واحد جرم و الکترون ولت در هسته
۵۵	۳-۲-۲-۱ تشعشعات هسته‌ای
۵۷	۴-۲-۲-۱ هسته برانگیخته شده و تابش اشعه گاما(γ)
۵۸	۵-۲-۲-۱ واکنش هسته‌ای
۵۹	۶-۲-۲-۱ واکنش شکست هسته‌ای
۶۰	۱-۶-۲-۲-۱ قابلیت شکست و عناصر دارای این ویژگی
۶۱	۲-۶-۲-۲-۱ عناصر مستعد شکست هسته‌ای
۶۲	۳-۶-۲-۲-۱ اورانیوم طبیعی

۶۳	۱-۲-۲-۴ زنجیره شکست هسته ای
۶۷	۱-۳ سوخت مایع
۶۹	۱-۳-۱ نفت خام
۷۶	۱-۳-۲ سوخت سنگین یا مازوت
۸۲	۱-۴ گاز طبیعی
۸۵	۱-۵ فرایند احتراق
۸۶	۱-۵-۱ معادله میزان هوای لازم در احتراق
۹۰	۱-۵-۲ احتراق سوخت های داغ
۱۰۰	۱-۵-۳ احتراق سوخت های مایع و وجود رطوبت و میعانات گازی بر آن
۱۰۸	۱-۵-۳-۱ روش های تصفیه گاز طبیعی
۱۱۵	۱-۵-۳-۲ ترکیب بندی سیستم های گرانشی تصفیه گاز طبیعی
۱۱۹	۱-۵-۴ انواع خوردگی به دلیل آلاینده های موجود در سوخت
۱۲۵	۱-۵-۴-۱ خوردگی داغ سولفور (خوردگی داغ نوع دوم)
۱۲۸	۱-۵-۴-۲ خوردگی اکسید وانادیوم (خوردگی داغ نوع اول)
۱۲۹	۱-۵-۴-۳ اکسید شدن خالص
۱۳۰	۱-۵-۴-۴ خوردگی دما پایین
۱۳۰	۱-۵-۴-۵ روش های تصفیه سوخت
۱۳۷	۱-۵-۴-۵-۱ افزودنی های رایج در تصفیه سوخت
۱۴۱	فصل دوم
۱۴۱	۲-۱ نیروگاه بخار
۱۴۵	۲-۲ فشار ورودی سیال عامل سیکل و تغییر آن
۱۴۶	۲-۳ دمای ورودی سیال عامل سیکل و خشک کردن بخار

۴-۲	تأثیر شرایط بخار ورودی به توربین در بازده سیکل رانکین	۱۴۷
۵-۲	فرایند گرمایش مجدد بخار در سیکل رانکین	۱۴۹
۶-۲	بازیابی حرارت	۱۵۲
۱-۶-۲	سیکل باز بازیاب حرارت	۱۵۴
۲-۶-۲	سیکل بسته بازیاب حرارت	۱۵۴
۷-۲	بازگشت ناپی‌ری‌های داخلی سیکل رانکین	۱۵۸
۸-۲	بازگشت ناپی‌ری‌های خارجی سیکل رانکین	۱۵۹
۹-۲	سیکل‌های با بویلر OTU یا بویلر بنسون	۱۶۱
۱۰-۲	تأثیر شرایط محیطی بر بازده نیروگاه‌های بخار سیکل رانکین	۱۶۷
۱-۱۰-۲	تأثیر دما	۱۶۷
۲-۱۰-۲	تأثیر ارتفاع	۱۶۸
۳-۱۰-۲	تأثیر رطوبت	۱۶۸
۴-۱۰-۲	تأثیر سوخت	۱۶۹
۱۱-۲	روش‌های افزایش بازده نیروگاه‌های بخاری	۱۶۹
۱۲-۲	بازتوانی نیروگاه‌های بخار	۱۷۲
۱-۱۲-۲	بازتوانی کامل	۱۷۳
۲-۱۲-۲	بازتوانی موازی	۱۷۴
۳-۱۲-۲	جمعیه هوای داغ یا تاپینگ	۱۷۵
۴-۱۲-۲	گرمایش آب تغذیه ورودی به بویلر یا بوستینگ	۱۷۷
۵-۱۲-۲	میزان بهبود بازده نیروگاه بعد از بازتوانی	۱۷۸
۱۳-۲	نحوه انتخاب توربین گاز جهت بازتوانی	۱۷۹

فصل ۳.....	۱۸۳
۱-۳ سیکل برایتون.....	۱۸۳
۲-۳ نیروگاه گازی (سیکل ساده).....	۱۸۴
۱-۲-۳ سیکل ساده برایتون تولید مجدد و با یک شفت.....	۱۹۵
۲-۲-۳ سیکل ساده با دو شفت.....	۱۹۹
۳-۲-۳ ترکیب میانی چند شفته.....	۲۰۰
۴-۲-۳ سیکل گرمایش مجدد.....	۲۰۱
۵-۲-۳ سیکل ساده برآمون با یک کن میانی و گرمایش و تولید مجدد.....	۲۰۳
۶-۲-۳ سیکل بسته.....	۲۰۵
۳-۳ تاثیر تغییر شرایط محیطی و پارامترهای ورودی بر بازده توربین گاز.....	۲۰۶
۱-۲-۳ دما.....	۲۰۶
۲-۲-۳ تغییر ارتفاع محل نصب.....	۲۰۷
۳-۲-۳ رطوبت.....	۲۰۸
۴-۲-۳ افت فشار در ورودی و خروجی توربین گاز.....	۲۰۹
۵-۲-۳ فعالیت در بار جزئی.....	۲۱۱
۶-۲-۳ نوع سوخت.....	۲۱۱
۱-۶-۳-۳ گاز طبیعی.....	۲۲۰
۲-۶-۳-۳ گازهای با ارزش حرارتی بالا.....	۲۲۲
۳-۶-۳-۳ سوخت های با ارزش حرارتی متوسط.....	۲۲۲
۴-۶-۳-۳ سوخت های با ارزش حرارتی پایین.....	۲۲۳
۵-۶-۳-۳ سوخت های مایع.....	۲۲۴
۷-۳-۳ دمای سوخت ورودی به توربین گاز.....	۲۲۶

۲۲۷	۸-۳-۳ فشار سوخت ورودی
۲۲۸	۴-۳ روش های افزایش بازده سیکل ساده و توربین گاز
۲۳۰	۱-۴-۳ ارتقا اصولی و پایه ای توربین گاز
۲۴۷	۲-۴-۳ بهبود بازده با استفاده از پوشش عایق حرارتی در توربین
۲۴۹	۳-۴-۳ بهبود بازده با استفاده از پوشش عایق حرارتی در کمپرسور
۲۵۰	۴-۴-۳ افزایش میان جریان هوا
۲۵۲	۵-۴-۳ تزریق آب یا بخار به محفظه احتراق
۲۵۶	۶-۴-۳ سرمایه‌های هوا و ...
۲۵۹	۱-۶-۴-۳ سیستم تبخیری
۲۶۴	۲-۶-۴-۳ سیستم پاشش مه
۲۶۷	۳-۶-۴-۳ سیستم خنک کن چیلری
۲۷۲	۷-۴-۳ گرمایش سوخت ورودی
۲۷۲	۱-۷-۴-۳ تمیزی و پاک بودن سوخت گاز
۲۷۳	۲-۷-۴-۳ کیفیت سوخت
۲۷۴	۸-۴-۳ افزایش توان توربین گاز با اصلاح سیستم کنترل توربین گاز
۲۷۶	۵-۳ پارامترهای موثر در تعمیرات و نگهداری و عمر قطعات
۲۷۷	۱-۵-۳ تعداد دفعات روشن شدن توربین گاز و ساعات کارکرد آن
۲۸۴	۲-۵-۳ نوع سوخت
۲۸۵	۳-۵-۳ دمای ورودی به توربین گاز
۲۸۷	۴-۵-۳ تزریق آب یا بخار به محفظه احتراق
۲۸۸	۵-۵-۳ تخمین زمان تعویض قطعات اصلی توربین گاز
۲۹۱	۶-۳ آلیاژ های مورد استفاده در قسمت داغ توربین گاز

۲۹۵	فصل چهارم
۲۹۵	۱-۴ نیروگاه سیکل ترکیبی
۳۰۵	۲-۴ بازده حرارتی نیروگاه های سیکل ترکیبی
۳۰۶	۳-۴ تاثیر افزایش بازده توربین گاز بر روی بازده سیکل ترکیبی
۳۱۱	۴-۴ بهینه سازی بویلر بازیاب
۳۱۸	۵-۴ سیکل ترکیبی تک فشاره
۳۲۱	۱-۵-۴ پارامترهای اصلی در طراحی سیکل تک فشاره
۳۲۱	۱-۵-۴-۱ فشار
۳۲۵	۲-۵-۴-۱ دما
۳۲۶	۳-۵-۴-۱ دمای پینچ و ابروج
۳۲۷	۴-۵-۴-۱ افت فشار در سمت آب و بخار
۳۲۸	۵-۵-۴-۱ افت فشار در سمت گاز داغ
۳۲۹	۶-۵-۴-۱ فشار کندانسور
۳۲۹	۶-۴ سیکل ترکیبی دو فشاره
۳۳۲	۱-۶-۴ پارامترهای اثر گذار در طراحی سیکل دو فشاره
۳۳۲	۱-۶-۴-۱ فشار بخار فوق اشباع
۳۳۴	۲-۶-۴-۱ دمای بخار فوق اشباع در سیکل دو فشاره
۳۳۵	۳-۶-۴-۱ نقطه پینچ
۳۳۶	۴-۶-۴-۱ فشار کندانسور
۳۳۷	۵-۶-۴-۱ دمای دود خروجی از توربین گاز
۳۳۸	۷-۴ سیکل سه فشاره
۳۴۱	۱-۷-۴ پارامترهای اصلی در طراحی سیکل سه فشاره

۳۴۱	۴-۷-۱-۱ فشار بخار
۳۴۲	۴-۷-۱-۲ دمای بخار فوق اشباع
۳۴۳	۴-۷-۱-۳ نقطه پینچ
۳۴۳	۴-۸ سیکل گرمایش مجدد
۳۴۷	۴-۸-۱ پارامترهای اصلی در طراحی سیکل گرمایش مجدد
۳۵۰	۴-۹ استفاده از آب اضافی در بویلر بازیاب
۳۶۲	۴-۱۰ اثرات شرایط محیطی محل نصب بر روی توان و بازده
۳۶۲	۴-۱۰-۱ تاثیر دما
۳۶۶	۴-۱۰-۲ تاثیر فشار هوا و ارتفاع محل نصب
۳۶۸	۴-۱۰-۳ تاثیر رطوبت در دمای ثابت
۳۶۸	۴-۱۰-۴ سیال خنک کننده کندانسور
۳۶۹	۴-۱۰-۵ سوخت
۳۷۱	۴-۱۰-۶ فشار کندانسور
۳۷۲	۴-۱۰-۷ نقطه پینچ
۳۷۲	۴-۱۰-۸ افت فشار جریان گاز در بویلر بازیاب
۳۷۳	۴-۱۰-۹ دمای گاز خروجی از توربین گاز
۳۷۳	۴-۱۰-۱۰ نحوه تغییر بار سیستم کنترل در سیکل ترکیبی
۳۷۴	۴-۱۰-۱۱ لغزنده کردن فشار بخار LP و IP در توربین بخار دو و سه فشاره
۳۷۹	فصل ۵
۳۷۹	۵-۱ نیروگاه برق آبی
۳۸۱	۵-۲ اجزا اصلی نیروگاه برق آبی
۳۸۴	۵-۳ تقسیم بندی نیروگاه های برق آبی

۳۸۴	۱-۳-۵ نیروگاه های ذخیره ای رایج ساخته شده در دره ها
۳۸۴	۳-۳-۵ نیروگاه کانالی منحرف کننده
۳۸۵	۴-۳-۵ نیروگاه تلمبه ذخیره ای
۳۸۶	۴-۵ انواع توربین های آبی
۳۸۸	۱-۴-۵ توربین ضربه ای
۳۹۰	۱-۱-۴-۵ توربین ضربه ای پلتون
۳۹۵	۲-۴-۵ توربین سس العملی
۳۹۶	۱-۲-۴-۵ توربین فرانسس
۳۹۹	۲-۲-۴-۵ توربین پروانه ای کان
۴۰۴	۵-۵ نحوه انتخاب توربین آبی
۴۰۷	فصل ۶
۴۰۷	۱-۶ نیروگاه هسته ای
۴۰۹	۲-۶ انواع راکتور
۴۱۱	۱-۲-۶ راکتور های آب سیک (LWR)
۴۱۲	۱-۱-۲-۶ راکتور های آب سیک تحت فشار (PWR)
۴۲۰	۲-۱-۲-۶ راکتور های آب سیک جوشان (BWR)
۴۲۱	۲-۲-۶ راکتور های آب سنگین (HWR)
۴۲۲	۱-۲-۲-۶ راکتور های آب سنگین تحت فشار (CANDU)
۴۲۵	۲-۲-۲-۶ راکتور های آب سنگین تولید بخار (SGHWR)
۴۲۵	۳-۲-۶ راکتور های با کاهنده گرافیت
۴۲۵	۱-۳-۲-۶ راکتور مگناکس
۴۲۷	۲-۳-۲-۶ راکتور های پیشرفته هوا خنک کن (AGR)

۴۲۸	۲-۳-۲-۶ راکتور های (RBMK)
۴۲۹	۴-۲-۶ راکتور های سریع زایا (FBR)
۴۳۲	فصل ۷
۴۳۲	۱-۷ نیروگاه های با موتور دیزل و اتو
۴۳۳	۲-۷ پیکر بندی نیروگاه های با موتور رفت و برگشتی
۴۳۷	۳-۷ دسته بندی موتورهای رفت و برگشتی احتراق داخلی
۴۴۰	۱-۳-۷ موتور های رفت و برگشتی احتراق داخلی اتوو
۴۴۲	۲-۳-۷ موتورهای رفت و برگشتی احتراق داخلی دیزل
۴۴۴	۳-۳-۷ موتورهای رفت و برگشتی احتراق داخلی دو زمانه و چهار زمانه
۴۴۷	۴-۳-۷ تقسیم بندی موتورهای دیزل و اتو بر اساس دور موتور
۴۴۹	۵-۳-۷ سیستم توربوشارژ
۴۵۰	۴-۷ بازده موتورهای رفت و برگشتی احتراق داخلی
۴۶۰	۵-۷ تاثیر شرایط محیطی بر بازده
۴۶۱	۱-۵-۷ دما و ارتفاع
۴۶۲	۲-۵-۷ کیفیت سوخت
۴۶۴	۳-۵-۷ رطوبت
۴۶۵	۴-۵-۷ فشار تزریق سوخت
۴۶۵	۶-۷ بازیاب انرژی در موتورهای رفت و برگشتی و استفاده از آن در پروژه های CHP
۴۶۷	۷-۷ آلاینده های موتورهای رفت و برگشتی
۴۷۱	فصل ۸
۴۷۱	۱-۸ تجهیزات اصلی نیروگاه حرارتی
۴۷۱	۱-۱-۸ سیستم فیلتراسیون

۵۰۹	۱-۱-۱-۱۲-۱ توری ها و دریچه های محافظ
۵۱۰	۱-۱-۱-۱۲-۲ فیلتر های جداکننده اینرسیال
۵۱۲	۱-۱-۱-۱۲-۳ فیلترهای جذب کننده رطوبت
۵۱۳	۱-۱-۱-۱۲-۴ فیلتر های اولیه
۵۱۴	۱-۱-۱-۱۲-۵ فیلترهای بازده بالا
۵۱۶	۱-۱-۱-۱۲-۶ فیلترهای خود تمیز شونده
۵۱۸	۱-۱-۱-۱۲-۷ فیلتر های روغنی
۵۲۱	۱-۲-۱-۲ توربو کمپرسور
۵۲۸	۱-۲-۱-۱ کمپرسور
۵۳۰	۱-۱-۲-۱ طراحی پره
۵۳۴	۱-۲-۲-۱ سرج کمپرسور
۵۳۶	۱-۲-۲-۳ واماندگی کمپرسور
۵۳۸	۱-۳-۱-۲-۱ واماندگی پره
۵۳۸	۱-۳-۱-۲-۲ واماندگی شعاعی
۵۳۹	۱-۳-۱-۲-۳ واماندگی موجی
۵۴۰	۱-۲-۱-۴ چوک یا خفگی کمپرسور
۵۴۰	۱-۲-۱-۵ انواع افت های کمپرسور
۵۴۱	۱-۲-۱-۶ اصول اولیه طراحی کمپرسور و گسترش آن
۵۴۳	۱-۲-۱-۷ مواد مورد استفاده در ساخت کمپرسور
۵۴۴	۱-۲-۲-۱ محفظه احتراق
۵۴۶	۱-۲-۲-۱ انواع شعله محفظه احتراق
۵۵۲	۱-۲-۲-۱-۱ محفظه احتراق دیفیوژن

۵۵۸	۱-۱-۲-۲-۱-۸ طراحی محفظه احتراق دیفیوژن
۵۶۰	۲-۱-۲-۲-۱-۸ محفظه احتراق پرمیکس
۵۶۸	۲-۲-۲-۱-۸ دمای شعله
۵۶۹	۳-۲-۲-۱-۸ انواع محفظه احتراق
۵۶۹	۱-۳-۲-۲-۱-۸ محفظه احتراق حلقوی
۵۷۰	۱-۳-۲-۲-۱-۸ محفظه احتراق کن
۵۷۱	۱-۳-۲-۲-۱-۸ محفظه احتراق کن - حلقوی
۵۷۲	۴-۳-۲-۲-۱-۸ محفظه احتراق سیلو
۵۷۳	۴-۲-۲-۱-۸ مهمترین پارامتر مورد در طراحی محفظه احتراق
۵۷۵	۵-۲-۲-۱-۸ آلاینده‌های محفظه احتراق
۵۷۶	۶-۲-۲-۱-۸ آلاینده‌های توربین گاز
۵۷۸	۱-۶-۲-۲-۱-۸ اکسیدهای نیتروژن
۵۸۸	۱-۱-۶-۲-۲-۱-۸ تاثیر شرایط محیطی بر میزان NO_x تولیدی
۵۹۰	۲-۶-۲-۲-۱-۸ مونوکسید کربن
۵۹۱	۳-۶-۲-۲-۱-۸ هیدروکربن محترق نشده UHC
۵۹۲	۴-۶-۲-۲-۱-۸ اکسیدهای گوگرد SO_x
۵۹۳	۵-۶-۲-۲-۱-۸ ریز آلاینده
۵۹۳	۳-۲-۱-۸ توربین
۵۹۵	۱-۳-۲-۱-۸ ساخت توربین جریان محوری
۵۹۹	۲-۳-۲-۱-۸ خنک کاری پره های توربین
۶۰۵	۳-۳-۲-۱-۸ طراحی سیستم خنک کاری پره توربین
۶۱۱	۴-۳-۲-۱-۸ پوشش لایه محافظ حرارتی در توربین (TBCs)

- ۶۱۵..... ۸-۱-۲-۵-۵ افت های توربین
- ۶۱۶..... ۸-۱-۳ بویلر
- ۶۱۹..... ۸-۱-۳-۱ تقسیم بندی بویلر ها بر اساس نوع سوخت مصرفی
- ۶۲۵..... ۸-۱-۳-۲ تقسیم بندی بویلر بر اساس نوع انتقال حرارت
- ۶۲۵..... ۸-۱-۳-۳ تقسیم بندی بویلرها بر اساس نوع گردش آب در بویلر
- ۶۲۸..... ۸-۱-۳-۴ تقسیم بندی بویلر ها بر اساس محتویات آب جریان یافته در آن
- ۶۲۹..... ۸-۱-۳-۵ تقسیم بندی بویلر بر اساس فشار کوره آن
- ۶۳۱..... ۸-۱-۳-۶ بویلر انتقال حرارت جابجایی
- ۶۳۵..... ۸-۱-۳-۷ بویلرهای تابشی
- ۶۳۹..... ۸-۱-۳-۸ بویلر بازیاب حرارت
- ۶۴۳..... ۸-۱-۳-۹ بویلر یک بار گذر
- ۶۴۸..... ۸-۱-۳-۱۰ طراحی چند مسیره
- ۶۵۰..... ۸-۱-۳-۲ استفاده از لوله های مارپیچ
- ۶۵۲..... ۸-۱-۳-۳ بویلر بنسوز عمودی
- ۶۵۴..... ۸-۱-۳-۱۰ اجزا اصلی بویلر
- ۶۵۴..... ۸-۱-۳-۱۰-۱ کوره
- ۶۶۴..... ۸-۱-۳-۱۰-۱-۱ مشعل
- ۶۷۰..... ۸-۱-۳-۱۰-۱-۱-۱ مشعل گازسوز
- ۶۷۲..... ۸-۱-۳-۱۰-۱-۲ مشعل با سوخت مایع
- ۶۷۸..... ۸-۱-۳-۱۰-۱-۳ مشعل دوگانه سوز
- ۶۷۹..... ۸-۱-۳-۱۰-۱-۴ مشعل زغال سوز
- ۶۸۲..... ۸-۱-۳-۱۰-۲ سطوح حرارتی تابشی

- ۶۸۵ ۳-۱۰-۳-۱-۸-۸ درام
- ۶۸۹ ۴-۱۰-۳-۱-۸-۸ قسمت فوق اشباع و گرمایش مجدد
- ۶۹۱ ۵-۱۰-۳-۱-۸-۸ کنترل کننده دمای بخار فوق اشباع
- ۶۹۳ ۶-۱۰-۳-۱-۸-۸ اکونومایزر
- ۶۹۹ ۷-۱۰-۳-۱-۸-۸ انواع فن های مورد استفاده در بویلر و نحوه انتخاب آن
- ۷۰۱ ۱-۲-۱۰-۳-۱-۸-۸ طبقه بندی انواع فن ها
- ۷۰۱ ۱-۷-۱-۳-۱-۸-۸ فن های گریز از مرکز
- ۷۰۵ ۲-۱-۷-۱۰-۳-۱-۸-۸ فن های جریان محوری
- ۷۰۷ ۲-۷-۱۰-۳-۱-۸-۸ نحوه انتخاب فن در بویلر
- ۷۰۹ ۳-۷-۱۰-۳-۱-۸-۸ آلودگی صوتی فن ها
- ۷۱۰ ۸-۱۰-۳-۱-۸-۸ سیستم گرمایش هوا
- ۷۱۶ ۹-۱۰-۳-۱-۸-۸ تمیز کاری بویلر و انواع سوت برور
- ۷۱۷ ۱-۹-۱۰-۳-۱-۸-۸ سوت بلاورهای مورد استفاده در دیوره کو
- ۷۲۰ ۲-۹-۱۰-۳-۱-۸-۸ سوت بلاورهای مورد استفاده در قسمت انتقال حرارت بجایه جایی بویلر
- ۷۲۵ ۳-۹-۱۰-۳-۱-۸-۸ سوت بلاورهای مورد استفاده در سیستم گرمایش بر روی دیود
- ۷۲۶ ۴-۹-۱۰-۳-۱-۸-۸ طراحی و نصب سوت بلاور ها
- ۷۲۸ ۱۰-۱۰-۳-۱-۸-۸ دودکش و روش انتخاب آن
- ۷۲۹ ۱-۱۰-۱۰-۳-۱-۸-۸ اثر دودکش
- ۷۳۳ ۲-۱۰-۱۰-۳-۱-۸-۸ نحوه انتخاب و تعیین ابعاد دودکش
- ۷۳۵ ۱۱-۳-۱-۸-۸ پارامترهای موثر بر بازده بویلر
- ۷۳۶ ۱-۱۱-۳-۱-۸-۸ دمای دود خروجی از بویلر
- ۷۳۶ ۲-۱۱-۳-۱-۸-۸ مشخصات سوخت

۷۳۸	۳-۱۱-۳-۱-۸ مقدار هوای اضافی
۷۴۰	۴-۱۱-۳-۱-۸ کیفیت آب ورودی به بویلر بر روی بازده بویلر
۷۴۲	۵-۱۱-۳-۱-۸ طراحی مناسب سیستم لوله کشی بر روی بازده بویلر
۷۴۴	۱۲-۳-۱-۸ آلیاژهای مورد استفاده در ساخت بویلر
۷۵۵	۴-۱-۸ توربین بخار
۷۶۲	۱-۴-۱-۸ الزامات تعادل بخار
۷۶۲	۲-۴-۱-۸ مروری بر انواع توربین بخار و کنترل آنها
۷۶۵	۳-۴-۱-۸ توربین بخار غیر چرخشی مستقیم
۷۶۶	۴-۴-۱-۸ توربین بخار غیر چرخشی اتوماتیک
۷۶۶	۵-۴-۱-۸ اصول اولیه کنترل بخار
۷۶۷	۶-۴-۱-۸ طراحی توربین بخار
۷۷۰	۷-۴-۱-۸ طراحی پوسته توربین بخار
۷۷۰	۸-۴-۱-۸ افت های توربین بخار
۷۷۱	۱-۸-۴-۱-۸ افت های ناشی از نشت بخار
۷۷۴	۲-۸-۴-۱-۸ افت های ناشی از اصطکاک و زبری سطح پره
۷۷۵	۳-۸-۴-۱-۸ افت های ایرودینامیکی
۷۷۸	۴-۸-۴-۱-۸ افت های ناشی از تغییر مقطع عبور بخار در هر مرتبه
۷۷۹	۹-۴-۱-۸ افت خروجی توربین بخار
۷۸۱	۱۰-۴-۱-۸ خوردگی در اثر وجود رطوبت در پره های توربین WDE
۷۸۳	۱۱-۴-۱-۸ سیستم آب بند یا تاقان های توربین SSC, GSC
۷۸۵	۱۲-۴-۱-۸ چوک شدن توربین بخار
۷۹۱	۵-۱-۸ سیستم خنک کن

۷۹۴	۱-۵-۱-۸ بدنه
۷۹۴	۱-۵-۱-۸ ۲-۵-۱-۸ فیل
۷۹۴	۱-۵-۱-۸ ۳-۵-۱-۸ تشک یا انباره آب سرد
۷۹۴	۱-۵-۱-۸ ۴-۵-۱-۸ جداکننده قطرات آب از بخار خروجی (دیربفت الیمیناتور)
۷۹۴	۱-۵-۱-۸ ۵-۵-۱-۸ ناحیه هوای ورودی
۷۹۵	۱-۵-۱-۸ ۶-۵-۱-۸ دمای هوا و اوره ها
۷۹۵	۱-۵-۱-۸ ۷-۵-۱-۸ نازا ها
۷۹۵	۱-۵-۱-۸ ۸-۵-۱-۸ فن ها
۷۹۵	۱-۵-۱-۸ ۹-۵-۱-۸ برج خنک کن
۷۹۶	۱-۵-۱-۸ ۱۰-۵-۱-۸ سیستم خنک کن یک بار
۷۹۷	۱-۵-۱-۸ ۱۱-۵-۱-۸ سیستم خنک کن تبخیری
۷۹۸	۱-۵-۱-۸ ۱-۱۱-۵-۱-۸ سیستم خنک کن تبخیری جریان مک
۸۰۳	۱-۵-۱-۸ ۲-۱۱-۵-۱-۸ سیستم خنک کن جریان طبیعی
۸۰۵	۱-۵-۱-۸ ۱۲-۵-۱-۸ سیستم خنک کن خشک (هوا خنک)
۸۰۷	۱-۵-۱-۸ ۱-۱۲-۵-۱-۸ سیستم های هوا خنک با جابجایی مکانیکی
۸۱۲	۱-۵-۱-۸ ۲-۱۲-۵-۱-۸ سیستم های خنک کن خشک غیر مستقیم (هالر)
۸۱۵	۱-۵-۱-۸ ۱-۲-۱۲-۵-۱-۸ اثر باد بر روی برج های خنک کن جریان طبیعی
۸۱۹	۱-۵-۱-۸ ۱۳-۵-۱-۸ سیستم خنک کن خشک-تر (هیبریدی)
۸۲۰	۱-۵-۱-۸ ۱۴-۵-۱-۸ بازده برج خنک کن
۸۲۱	۱-۵-۱-۸ ۱-۱۴-۵-۱-۸ ظرفیت
۸۲۲	۱-۵-۱-۸ ۲-۱۴-۵-۱-۸ رنج
۸۲۲	۱-۵-۱-۸ ۳-۱۴-۵-۱-۸ اپروچ

۸۵۱	۲-۱-۹ نیروگاه بادی
۸۵۴	۱-۲-۱-۹ توربین باد مدرن
۸۵۷	۲-۲-۱-۹ تقسیم بندی توربین باد
۸۵۹	۳-۲-۱-۹ روتور
۸۶۴	۴-۲-۱-۹ بخش راننده
۸۶۵	۵-۲-۱-۹ ژنراتور
۸۶۵	۶-۲-۱-۹ سیستم تاسل و یاو
۸۶۶	۷-۲-۱-۹ برج و فونداسیون
۸۶۶	۸-۲-۱-۹ کنترل
۸۶۶	۹-۲-۱-۹ پیش بینی انرژی خروبینی توربین باد
۸۶۹	۱۰-۲-۱-۹ توربین های باد نصب شده دریا
۸۷۱	۱۱-۲-۱-۹ اثرات زیست محیطی نیروگاه های بادی
۸۷۴	۳-۱-۹ نیروگاه خورشیدی
۸۷۴	۱-۳-۱-۹ خورشید
۸۷۶	۲-۳-۱-۹ استفاده از انرژی خورشیدی
۸۷۸	۳-۳-۱-۹ سیستم های تولید حرارت دما بالا
۸۸۲	۴-۳-۱-۹ تکنولوژی CSP
۸۸۴	۱-۴-۳-۱-۹ سیستم جمع کننده خطی - سهموی
۸۸۷	۲-۴-۳-۱-۹ سیستم جمع کننده برجی با دریافت کننده مرکزی
۸۸۹	۳-۴-۳-۱-۹ سیستم های جمع کننده بشقابی - سهموی وار
۸۹۰	۵-۴-۳-۱-۹ سیستم خطی فرسفل
۸۹۱	۴-۱-۹ نیروگاه های زمین-گرمایی

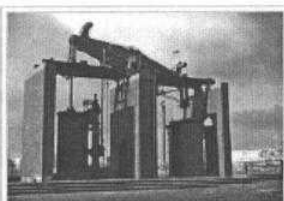
۸۹۹	۱-۴-۱-۹ تبدیل انرژی زمین گرمایی به انرژی برق
۹۰۰	۲-۴-۱-۹ حفاری چاه های حرارتی
۹۰۴	۳-۴-۱-۹ مخزن یا انباره حرارتی و آنالیز آب خروجی از آن
۹۰۷	۴-۴-۱-۹ انواع نیروگاه های زمین گرمایی
۹۰۸	۱-۴-۴-۱-۹ سیستم دودویی
۹۱۲	۲-۴-۴-۱-۹ سیستم بخار فلش تک فشاره
۹۱۸	۳-۴-۴-۱-۹ سیستم بخار فلش دو فشاره
۹۲۰	۴-۴-۴-۱-۹ سیستم بخار خشک
۹۲۱	۵-۴-۱-۹ نیروگاه های زمین گرمایی سیکل پیشرفته
۹۲۴	۶-۴-۱-۹ هزینه ساخت نیروگاه های زمین گرمایی
۹۲۹	فصل ۱۰
۹۲۹	۱-۱۰ اثرات زیست محیطی و سیستم های کنترل آلودگی
۹۲۹	۱-۱-۱۰ کنترل آلودگی
۹۳۱	۱-۱-۱-۱۰ کنترل آلودگی در نیروگاه های بخاری با سوخت مایع
۹۳۲	۱-۱-۱-۱-۱۰ کنترل آلودگی SOx
۹۳۴	۱-۱-۱-۱-۱-۱۰ روش حذف تر سولفور (WFGD)
۹۳۶	۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱۰ آلیاژ های مورد استفاده در ساخت WFGD
۹۳۷	۲-۱-۱-۱-۱-۱۰ روش حذف خشک سولفور (SDA)
۹۴۵	۲-۱-۱-۱-۱۰ کنترل آلودگی NOx
۹۴۹	۱-۲-۱-۱-۱-۱۰ روش SNCR
۹۵۳	۲-۲-۱-۱-۱-۱۰ روش SCR
۹۵۶	۳-۲-۱-۱-۱-۱۰ روش های کاهش آلودگی در نیروگاه های گازی و سیکل ترکیبی

۹۶۱	 ۴-۱-۱-۱-۱۰ کنترل NOx در نیروگاه های دیزل
۹۶۴	 ۳-۱-۱-۱-۱۰ کنترل آلاینده های ریز ذرات
۹۶۹	 ۴-۱-۱-۱-۱۰ حذف دی اکسید کربن از دود خروجی
۹۷۹	 ۲-۱-۱-۱۰ مصرف آب نیروگاه های حرارتی و تجدید پذیر
۹۸۶	 ۳-۱-۱-۱۰ آلاینده های صوتی نیروگاه

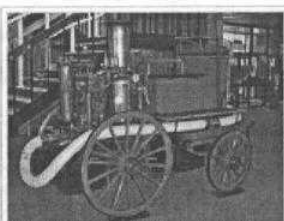
مقدمه

انرژی، استعداد یک سیستم برای انجام دادن کار خارجی است. تاثیر گذاری هر عامل بر محیط اطرافش به همین استعداد بستگی دارد. در میان تاثیر گذاران بر محیط، انسان از این امتیاز برخوردار است که می تواند با به کار بردن تمهیداتی، حامل های انرژی را به خدمت خود درآورد و از استعداد کارزایی آنها در راه های مطلوب خویش سو برد. انسان این مهم را با اختراع دستگاه های لازم تحقق بخشیده است. این دستگاه ها، واسطه ای هست که به خاصی از انرژی را به گونه دیگری تبدیل می کند به نحوی که از نظر کاربرد قابل استفاده و مطلوب باشد. ماشین های ساده مانند اهرم، چرخ و سطح شیب دار از دیرباز توسط بشر شناخته شده بودند و کار آنها ساده تغییر شکل انرژی مکانیکی حاصل از نیروی عضلانی بود. با گذشت زمان و متنوع شدن نیاز بشر به انرژی، انواع دیگری از ماشین ها که تبدیلات پیچیده تری را انجام می دادند اختراع شد. ماشین های جدید، علاوه بر آن که استفاده از انرژی عضلانی انسان را متنوع تر و کارآمدتر ساختند، توانستند منابع دیگری در بیرون از وجود انسان را نیز مهار کنند و به خدمت او در آورند. ماشین های بافندگی دستی، آسیاب های بادی و آبی و کشتی های بادبانی را می توان از این زمره ماشین آلات محسوب داشت. دستیابی بدین گونه منابع انرژی، گام بزرگی در راه فراهم کردن انسان از محدوده امکانات بدنی وی به شمار می رفت، ولی چون سیستم های به کار رفته نسبت به انرژی قابل حصول از آنها بسیار حجیم بودند، ماشین ها هم می بایست به همان نسبت، حجیم و بزرگ باشند و همین امر محدودیت های بسیاری را بر کم و کیف و کارایی ماشین ها تحمیل می کرد. اختراع ماشین بخار در سال ۱۷۶۴ میلادی توسط جیمز وات^۱ منشأ تحولی سریع در صنعت گردید. وجه تمایز این ماشین جدید با ماشین های قبلی در این بود که با حجم کم می توانست انرژی متراکم در سوخت را به انرژی از نوع دلخواه (مکانیکی) تبدیل کند. استفاده از ماشین بخار در وسایل نقلیه و کارخانه ها به سرعت رشد نمود. در کارخانه ها، با سود جستن از یک محور انتقال انرژی و با کمک تعدادی چرخ فلکه و تسمه، انرژی مکانیکی را از ماشین بخار دریافت و بین دستگاه های مصرف کننده توزیع می کردند و با این روش توانستند انرژی حاصل از ماشین بخار را مهار سازند. ماشین بخار تا ۱۴۰ سال پس از اختراع آن، یکه تاز میدان بود و در عین حال تلاش در راه دستیابی به ماشین های کارآمدتر ادامه داشت.

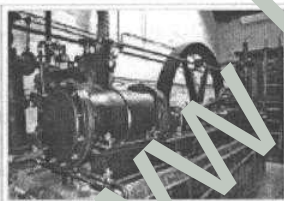
^۱ - جیمز وات James Watt متولد ۱۹ ژانویه ۱۷۳۶ (میلادی) - مرگ ۲۵ آگوست ۱۸۱۹) فیزیکدان و مخترع مشهور انگلیسی و پدر انقلاب صنعتی است. جیمز وات با تکمیل دیگ بخار خدمت بزرگی به فیزیک و مکانیک کرد. اختراع جگالنده بخار توسط وی موجب صرفه جویی زیادی در مصرف سوخت و گسترش استفاده از نیروی بخار شد.



An 1817 Boulton & Watt beam blowing engine, used in Netherton at the Ironworks of M W Grazebrook. Re-erected on the A38(M) in Birmingham, UK



Preserved British steam-powered fire engine - an example of a mobile steam engine. This is a horse-drawn vehicle: the steam engine drives the water pump



A mill engine from the 18th century, used in Bobbin Mill, Cumbria, England.

James Watt



Portrait of James Watt (1736-1819) by Carl Frederik von Breda

Born 19 January 1736
Greenock, Renfrewshire,
Scotland

Died 25 August 1819 (aged 83)⁽¹⁾
Handsworth, Birmingham,
England

Residence Glasgow then Handsworth,
Great Britain

Citizenship United Kingdom

Nationality Scottish

Fields Mechanical engineer

Institutions University of Glasgow
Boulton and Watt

Known for Improving the steam engine

Signature

شکل الف - جیمز وات تولید کننده اولین ماشین بخار

تاریخ استفاده از علم الکتریسیته (تاریخ صنعت برق غرب) را می توان تا قرن ششم قبل از میلاد به عقب کشاند، در آن عصر، کهربا و مغناطیس و برخی از خاصیت های این دو ماده شناخته شده بودند. به لحاظ علمی و کاربردی علم الکتریسته از سال ۱۷۸۵ میلادی زمانی که کولن^۱ قانون اصلی الکتریسته ساکن را کشف کرد،

^۱-شارل آگوستن دو کولن Charles-Augustin de Coulomb : زاده ۱۴ ژوئن ۱۷۳۶ در آنگولم فرانسه-مرگ ۲۳ اوت ۱۸۰۶ در پاریس (فیزیکدان فرانسوی). او را بیشتر برای پدیدآوردن قانون کولن -که درباره نیروی الکترواستاتیکی درباره کشش و دافعه می باشد، می شناسند.

آغاز می شود. از سال ۱۷۸۵ تا سال ۱۸۷۱ مدت زمانی بالغ بر ۸۶ سال طول کشید که گرام^۱ ماشین برقی خود را اختراع کند. ماشین های الکتریکی با جریان مستقیم نخستین ماشین هایی هستند که پس از پیل ولتا استفاده علمی از برق را توسعه داند.



Zénobe Gramme	
	
Full name	Zénobe Gramme
Born	27 April 1827 Jehay-Bodegnée, Belgium
Died	20 January 1901 (aged 74) Bois-Colombes, France
Resting place	Père Lachaise Cemetery
Nationality	Belgian
Occupation	electrical engineer
Known for	Gramme dynamo

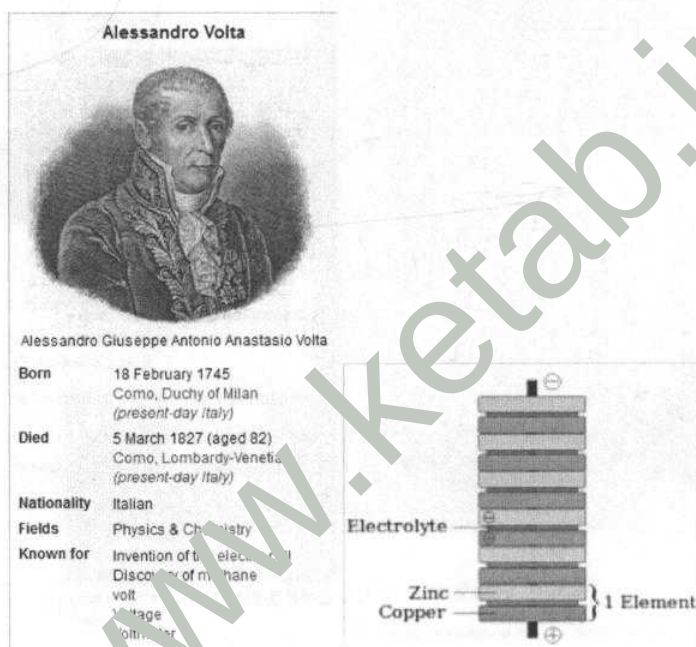
شکل ب-گرام و اولین ژنراتور ساخته شده

گرام ماشین القایی ابداع کرد که برای نخستین بار در صنعت به کار افتاد. این ماشین^۲ طور متقابل کار می کرد. گرام با شکلی که به کلکتور ابتکاری خود داد اصلاح و بهبود علمی بسیار مهمی پیدا کرد. گرام کاشف اصل تازه ای نبود، بلکه به وجه الهام در ضمن کار و بی توجه به روش های علمی تحقیق رنج شد نخستین موتور قابل استفاده واقعی را بسازد. از این رو، گرام را باید از جمله مخترعان زبردست و خوش شانس بر شمرد. گرام همراه با هیپولیت فانتن^۲ "شرکت ماشین های مانیتو الکتریک گرام" را به وجود آورد و موفق گردید، اختراع خود را به طور مستقیم وارد بازار کند.

۱-زنوب گرام Zénobe Gramme مخترع نروژی که در ۴ آوریل ۱۸۲۶ متولد شده و ۲۰ ژانویه ۱۹۰۱ وفات یافت و برای اولین بار دینام جریان مستقیم را اختراع نمود.

۲-Hippolyte fontaine

لازم به ذکر است پیش از آن در سال ۱۸۰۰ ولتا^۱ پیل الکتریکی را اختراع نموده بود. هر چند با اختراع پیل الکتریکی در سال ۱۸۰۰ میلادی، استفاده های عملی از انرژی الکتریکی در مواردی مانند تلگراف و تلفن آغاز شد. اما شروع استفاده وسیع از این نوع انرژی به بعد از اختراع ماشین گرام در سال ۱۸۷۱ میلادی، مربوط می شود که باید از نوع اولیه ژنراتور ها و موتورهای برقی امروزی محسوب داشت. با این احتساب، تاریخ صنعت برق به صورتی که مورد نظر ماست به ۱۴۰ سال پیش بر می گردد و با توجه به این مطالب نخستین مولد برق در حدود ۱۲ سال پس از اختراع ماشین گرام وارد ایران شده است.



شکل پ-ولتا و نمایی از پیل ساخته شده توسط او

۱-آلساندرو ولتا Alessandro Volta: متولد ۱۸ فوریه، ۱۷۴۵ و مرگ ۵ مارس، ۱۸۲۷ دانشمند نام‌دار ایتالیایی که در کومو در نزدیکی میلان ایتالیا به دنیا آمد و تونیس غربی ها سعی شده است تا به عنوان مخترع باتری معرفی شود (طبق بررسی های به عمل آمده روی باتری پارسیان که سالیان اخیر در منطقه بین‌النهرین کشف شده است مشخص شده است که در حقیقت این ایرانیان بوده اند که بیش از ۲۰۰۰ سال پیش باتری شیمیایی را اختراع کرده و در آن زمان از آن برای آبخاری فلزات استفاده می کرده اند. در پیل ساخته شده توسط ولتا از الکترودهای روی و مس به همراه الکترولیت اسید سولفوریک استفاده شده است.

بی تردید، پرسابقه ترین و نام آورترین فرد در میان بنیاد گذاران صنعت برق ایران را باید مرحوم حاج حسین امین الضرب دانست. او نخستین کسی بود که با کسب امتیاز نامه معتبر، اقدام به تاسیس کارخانه برق شهری در ایران کرد و با توجه به شرایط زمان، جمعیت و نیاز مصرف، مولدهای مناسب وارد کشور کرد و در تهران به کار انداخت. آن شادروان در سال ۱۲۴۶ ه.ش دیده به جهان گشود و در ۲۸ آذر ۱۳۱۱ در گذشت. دستگاه های مولد نیروی آن زمان یک ماشین بخار افقی تک سیلندر به قدرت تقریبی یکصد اسب بخار بود. مولد اولیه برق امین الضرب طبق استاندارد امروزی ۳۸۰/۲۲۰ ولت بوده که ۴۰۰ کیلووات برق تولیدی به وسیله قطع کننده محافظ الترانزور به شینه های توزیع اتصال داده می شد.

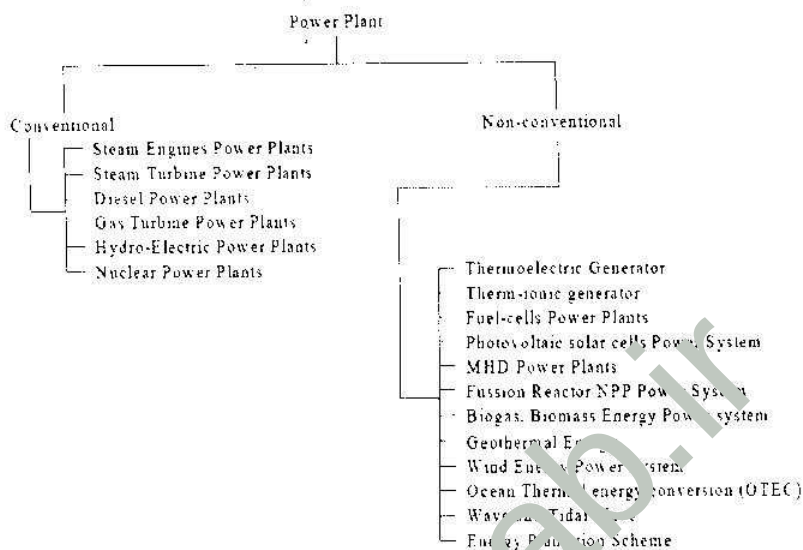
در این فصل به طور مختصر به شرح کتاب و اهداف آن پرداخته خواهد شد و در ادامه آن بخش های اصلی کتاب آورده می شود. لازم به ذکر است این کتاب، بیشتر بر تجربه های مهندسی استوار شده و در آن سعی شده است بیشتر از این دیدگاه، نگاه شود و به جنبه های آکادمیک و تئوری آن کمتر پرداخته شده است. بالطبع مقادیر فنی، مختلف تر شده در این کتاب جنبه تجربی داشته و ممکن است در نیروگاه های مختلف و در نقاط مختلف دنیا متفاوت باشد. ذکر این اعداد باعث ایجاد یک ذهنیت و یک تخمین درست در ذهن خواننده و مهندسین گرامی نخواهد شد. مقایسه ها و تحلیل های صورت گرفته قابل درک و نتیجه گیری باشد.

در همین ابتدا یادآوری می شود که تمامی ارقام مال، هزینه ها، سرمایه گذاری و تعمیرات و غیره ذکر شده در بخش های مختلف این کتاب، مربوط به کشورهای غربی علی الخصوص ایالات متحده آمریکا بوده و بالطبع این ارقام جهت استفاده در ایران نیازمند اصلاح و بازنگری است.

در فصل اول این کتاب ابتدا به دسته بندی انواع سوخت های رایج در نیروگاه ها پرداخته می شود و در فصل دوم به توضیح سیکل رانکین و نیروگاه بخاری پرداخته خواهد شد. از آنجا که نیروگاه های اتمی و بخش بخار نیروگاه های سیکل ترکیبی با سیکل رانکین کار می کند، توضیح در خصوص سیکل رانکین در بخش نیروگاه اتمی و سیکل ترکیبی حذف شده است. در فصل سوم سیکل برایتون و نیروگاه گازی رصیت داده شده است. در فصل چهارم نیروگاه سیکل ترکیبی و فصل پنجم نیروگاه آبی و فصل ششم نیروگاه اتمی، فصل هفتم انواع نیروگاه های با موتور رفت و برگشتی آورده شده است. در فصل هشتم به طور مبسوط به توضیح تجهیزات اصلی نیروگاه های برق مانند فیلتر هوای ورودی، توربین گاز، بویلر، توربین بخار و سیستم خنک کن پرداخته شده است. از آنجا که تعداد نیروگاه های جدید بسیار متنوع است، در فصل نهم به مهمترین این نیروگاه ها پرداخته شده است. نیروگاه های جدید مانند IGCC، زمین گرمایی، بادی و خورشیدی در این فصل آورده شده است. روش های افزایش بازده و نحوه بهبود این سیستم ها نیز در خلال بخش های مختلف کتاب توضیح شده است.

انواع نیروگاه‌هایی که در سطح جهان به صورت تجاری تولید برق می‌نمایند به صورت زیر است که از این بین در این کتاب به بیان ۱۰ نیروگاه اول لیست زیر پرداخته شده است.

۱. نیروگاه‌های بخاری
۲. نیروگاه‌های گازی
۳. نیروگاه‌های سیکل ترکیبی
۴. نیروگاه‌های اتمی
۵. نیروگاه‌های آبی
۶. نیروگاه‌های با نیروی محرکه دیزل و اتوو
۷. نیروگاه IGCC
۸. نیروگاه‌های بادی
۹. نیروگاه‌های خورشیدی
۱۰. نیروگاه‌های زمین‌گرمایی
۱۱. نیروگاه‌های تلمبه‌دخیره‌ای
۱۲. نیروگاه‌های جذر و مدی دریا
۱۳. نیروگاه‌های موجی (موج دریا)
۱۴. نیروگاه‌های مگینتوهیدرودینامیک MHD
۱۵. نیروگاه‌های بیوماس^۱



شکل ت-ت- تنوع منابع نیروگاه های قدیمی و جدید

برای اینکه به درجه اهمیت هر یک از نیروگاه های آبی ببریم، میزان تولید برق در جهان در سال ۱۹۹۸ در شکل های زیر آورده شده است. این میزان تولید برق از حدود ۳۱۰ گیگاهوات در سال ۱۹۹۸ به ۵۰۶۷ گیگاهوات در ۲۰۱۰ رسیده است. با توجه به شکل هایی که در ادامه می بینیم تولید برق توسط نیروگاه های بخاری و به خصوص با سوخت زغال سنگ بیشترین سهم در تولید برق در دنیا را به خود اختصاص داده است. بعد از آن نیروگاه های آبی در درجه دوم اهمیت و نیروگاه های هسته ای در درجه سوم تولید برق قرار دارند. استفاده از سوخت گاز طبیعی به دلیل پاک بودن و اثرات خوردندگی کم آن به شدت در حال رشد است که بعد از زغال سنگ منبع دوم تامین سوخت نیروگاه ها است. توضیح در خصوص انواع سوخت ها در فصل اول آورده خواهد شد.