

مبانی مهندسی بازیافت و بهینه‌سازی انرژی سیستم‌های بخار

شامل شرح و مکانیسم عملکرد ماشین آلات و تجهیزات تولید، توزیع و مصرف انرژی بخار، انتخاب و کاربرد، اصول نگهداری، بهره‌برداری و صرفه‌جویی انرژی سیستم‌ها، بازیافت انرژی، ارزیابی و بهینه‌سازی انرژی

ویژه رشته‌های:

مهندسی مکانیک، مهندسی شیمی، مهندسی پتروشیمی، مهندسی انرژی و مهندسی صنایع



کاربردی در: تاسیسات حرارتی صنعتی، فرایندی، ساختمانی و تهویه مطبوع

تألیف: مهندس سیروس معینی

ویرایش: مهندس فیروز معینی

شماره کتابشناسی ملی: ۳۰۶۹۵۸۲

www.sharifpub.ir

مندرجات

۱۱.....	پیشگفتار:
۱۲.....	اصطلاحات:
۱۳.....	مقدمه:
۱۹.....	بخش اول / تولید بخار
۲۰.....	۱-۱ دیگ های بخار
۲۳.....	۲-۱ مدیریت واحد دیگ های بخار
۲۸.....	۳-۱ موارد مربوط به بهینه سازی سیستم دیگ های بخار
۷۰.....	۴-۱ دی اریاتور
۷۱.....	۱-۴-۱ دی اریاتورهای اتمسفریک
۷۳.....	۲-۴-۱ دی اریاتورهای تحت فشار
۷۴.....	۵-۱ سیستم کندانس و بازیافت کندانس
۸۷.....	۶-۱ مواردی که برگشت و استفاده از انرژی کندانس در تولید بخار انتخاب مناسبی نیست
۸۹.....	۷-۱ تانک کندانس
۹۰.....	۸-۱ پمپ های کندانس
۹۰.....	۱-۸-۱ پمپ های برگشت کندانس
۹۲.....	۲-۸-۱ پمپ های کندانس الکتریکی
۹۷.....	۳-۸-۱ پمپ های کندانس مکانیکی
۱۰۱.....	بخش دوم / بخار
۱۰۲.....	۱-۲ کلکتور بخار (Steam collector)
۱۰۴.....	۲-۲ خطوط بخار و کندانس
۱۲۵.....	۳-۲ صافی ها
۱۲۹.....	۴-۲ سپریتورها
۱۳۹.....	۵-۲ ضربه چکش (همرینگ)
۱۴۰.....	۱-۵-۲ علل و عوامل ایجاد ضربه چکش
۱۴۰.....	۲-۵-۲ مشکلات و نتایج سوء پدیده و ضربه چکش

۱۴۰	۲-۵-۳ اقدامات لازم به منظور پیشگیری و رفع مشکل ضربه چکش
۱۴۳	۲-۶ لوپ‌ها و درزهای انبساطی
۱۴۷	۲-۷ تلفات توزیع بخار
۱۴۷	۲-۸ عایق‌کاری تاسیسات فرایند و بهره‌وری سوخت
۱۵۲	۲-۹ شتی‌های بخار
۱۵۵	بخش سوم/ مصرف بخار
۱۵۶	مقدمه
۱۵۶	۳-۱ مخازن گرم‌کننده مواد
۱۵۸	۳-۱-۱ نکات مهم در مخازن ژاکت‌دار (Jacketed Pan)
۱۶۰	۳-۱-۲ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در خصوص بهینه‌سازی سیستم بخار مخازن ژاکت‌دار
۱۶۰	۳-۱-۳ نکات مهم در مخازن گرم‌کننده کویل‌دار (Strong tank)
۱۶۲	۳-۱-۴ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در مورد بهینه‌سازی سیستم بخار مخازن گرم‌کننده کویل‌دار
۱۶۲	۳-۱-۵ نکات مهم در تانک‌های فرآیندی (تخلیه سودی کنده‌ساز از قسمت فوقانی)
۱۶۳	۳-۱-۶ نکات مهم در تانک‌های فرآیندی (لوله تخلیه در زیر)
۱۶۶	۳-۱-۷ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در مورد بهینه‌سازی سیستم بخار تانک‌های فرآیندی
۱۷۰	۳-۲ مبدل‌های حرارتی
۱۷۲	۳-۲-۱ مبدل‌های حرارتی با بخار
۱۷۲	۳-۲-۲ مبدل‌های حرارتی پوسته -لوله‌ای
۱۷۸	۳-۲-۳ دو نکه در خصوص مبدل‌های حرارتی
۱۸۵	۳-۲-۴ مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای
۱۸۶	۳-۲-۵ مزایا و نکات مهم مبدل‌های صفحه‌ای
۱۸۷	۳-۲-۶ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در خصوص بهینه‌سازی مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای
۱۸۵	۳-۲-۷ علل ایجاد پدیده Stall در مبدل‌های حرارتی
۱۹۸	۳-۳ شیرهای هواگیر
۲۰۷	۳-۴ تبخیرکننده‌ها (اواپراتورها) Evaporators
۲۰۹	۳-۴-۱ نکات مهم در تبخیرکننده‌ها

۲۰۹.....	۲-۴-۳ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در مورد بهینه‌سازی تبخیرکننده‌ها
۲۱۰.....	۵-۳ Coppers
۲۱۱.....	۱-۵-۳ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در مورد بهینه‌سازی دستگاه Copper
۲۱۲.....	۶-۳ خشک‌کن‌ها(خشک‌کن‌های صنعتی)
۲۱۲.....	۱-۶-۳ خشک‌کن‌های با استفاده از هوای گرم
۲۱۳.....	۲-۶-۳ نکات مهم در خصوص کویل‌های بخار گرم‌کن هوا در خشک‌کن‌ها
۲۱۳.....	۳-۶-۳ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در مورد بهینه‌سازی سیستم خشک‌کن‌های مجهز به کویل بخار
۲۱۴.....	۴-۶-۳ سیلندرهای خشک‌کن دوار (Rotating cylinders)
۲۱۶.....	۵-۶-۳ نکات مهم در مورد خشک‌کن‌های دوار
۲۱۸.....	۶-۶-۳ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در مورد بهینه‌سازی سیستم خشک‌کن‌های دوار
۲۱۹.....	۷-۳ ظروف جوش آورنده و دیگ‌های پخت
۲۱۹.....	۱-۷-۳ Tilting Boiling Pan
۲۱۹.....	۲-۷-۳ نکات مهم در خصوص Tilting Boiling Pan
۲۱۹.....	۳-۷-۳ Pedestal Boiling Pan
۲۲۰.....	۴-۷-۳ نکات مهم در مورد دستگاه Pedestal Boiling Pan
۲۲۰.....	۵-۷-۳ ظروف جوشاننده(دیگ‌های پخت)
۲۲۰.....	۶-۷-۳ ظروف جوشاننده بدون حرکت (Fixed Boiling Pans)
۲۲۱.....	۷-۷-۳ نکات مهم در مورد ظروف جوشاننده بدون حرکت
۲۲۲.....	۸-۷-۳ ظروف جوشاننده قابل چرخش (Tilting Process Pan)
۲۲۳.....	۹-۷-۳ نکات مهم در مورد ظروف جوشاننده قابل چرخش
۲۲۳.....	۱۰-۷-۳ خلاصه‌ای از اقدامات و ارزیابی‌های مهم در مورد بهینه‌سازی ظروف جوشاننده و دیگ‌های پخت
۲۲۴.....	۱۱-۷-۳ Retorts
۲۲۴.....	۱۲-۷-۳ نکات مهم در مورد دستگاه‌های Retorts
۲۲۵.....	۱۳-۷-۳ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در خصوص بهینه‌سازی دستگاه‌های Retorts
۲۲۶.....	۸-۳ محفظه‌های بخار و اتو کلاوها Auto Clave
۲۲۷.....	۱-۸-۳ اتو کلاوهای صنعتی

۲۲۷.....	۲-۸-۳ اتوکلاوها و استریزه کننده‌های بیمارستانی
۲۲۸.....	۳-۸-۳ نکات مهم در اتوکلاوها و استریزه کننده‌های بیمارستانی
۲۲۹.....	۴-۸-۳ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در خصوص بهینه‌سازی محفظه‌های بخارواتوکلاوها
۲۳۰.....	۹-۳ پرس‌های گرم
۲۳۰.....	۱-۹-۳ نکات مهم در پرس‌های Multi-platen موازی
۲۳۱.....	۲-۹-۳ پرس‌های Multi-Platen سری
۲۳۲.....	۳-۹-۳ نکات مهم در پرس‌های Multi-Platen سری
۲۳۲.....	۴-۹-۳ پرس‌های لاستیک
۲۳۳.....	۵-۹-۳ نکات مهم در پرس‌های لاستیک
۲۳۳.....	۶-۹-۳ پرس‌های لباس (Garment Presss)
۲۳۴.....	۷-۹-۳ نکات مهم در پرس‌های لباس
۲۳۴.....	۸-۹-۳ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در خصوص بهینه‌سازی پرس‌ها
۲۳۵.....	۱۰-۳ اتوها (Calendar, Ironer)
۲۳۶.....	۱-۱۰-۳ نکات مهم در مورد اتوها
۲۳۶.....	۲-۱۰-۳ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در خصوص بهینه‌سازی اتوها
۲۳۷.....	۱۱-۳ Digesters
۲۳۷.....	۱-۱۱-۳ نکات مهم در مورد دستگاه Digester
۲۳۸.....	۲-۱۱-۳ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در خصوص بهینه‌سازی دستگاه Digester
۲۳۸.....	۱۲-۳ Hot Plates and Hot Tables
۲۳۹.....	۱-۱۲-۳ نکات مهم در سیستم Hot Plates and Hot Tables
۲۳۹.....	۲-۱۲-۳ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در خصوص بهینه‌سازی دستگاه (Hot Plates and Hot Tables)
۲۴۰.....	۱۳-۳ اجاق‌های بخار و صفحات داغ
۲۴۱.....	۱-۱۳-۳ نکات مهم در اجاق‌های بخار و صفحات داغ
۲۴۱.....	۲-۱۳-۳ اقدامات و ارزیابی‌های مهم در خصوص بهینه‌سازی اجاق‌های بخار و صفحات داغ
۲۴۲.....	۱۴-۳ رطوبت‌زن‌های بخار
۲۴۴.....	۱۵-۳ خطوط تریر (Tracer)

۲۵۲.....	۱۶-۳ ژاکت‌های بخار (Jacketed line)
۲۵۳.....	۱-۱۶-۳ نکات مهم در ژاکت‌های بخار
۲۵۵.....	۱۷-۳ سیستم‌های با مصرف مستقیم بخار
۲۵۵.....	۱-۱۷-۳ گرمایش مخازن توسط تزریق مستقیم بخار
۲۵۶.....	۲-۱۷-۳ عوامل موثر در کندانس شدن کامل بخار در داخل مایع، و افزایش راندمان
۲۶۲.....	۱۸-۳ تجهیزات گرمایشی ساختمان (سیستم‌های تهویه مطبوع)
۲۶۲.....	۱-۱۸-۳ لوله‌های گرم‌کننده هوا (Overhead Pipe coils)
۲۶۳.....	۲-۱۸-۳ یونیت‌های بخار (Unit heaters and air heater batteries)
۲۶۴.....	۳-۱۸-۳ اقدامات مهم در خصوص بهینه‌سازی یونیت‌هایترها
۲۶۴.....	۴-۱۸-۳ باتری‌های گرم‌کننده هوا Heater Battery
۲۶۵.....	۵-۱۸-۳ هواساز با کویل بخار
۲۶۷.....	۶-۱۸-۳ اقدامات مهم در خصوص ارزیابی و بهینه‌سازی هواسازها
۲۶۸.....	۷-۱۸-۳ رادیاتورهای بخار (Steam Radiator)
۲۶۸.....	۸-۱۸-۳ نکات مهم در مورد رادیاتورهای بخار
۲۶۹.....	۹-۱۸-۳ نکته مهم در مورد دستگاه‌های دارای چند رادیاتور یا یونیت‌هایتر به صورت سری
۲۶۹.....	۱۰-۱۸-۳ اقدامات مهم در خصوص ارزیابی و بهینه‌سازی رادیاتورهای بخار
۲۷۰.....	۱۱-۱۸-۳ گرم‌کننده‌های تشعشعی و استریپ‌ها (Radiant Panels and strips)
۲۷۱.....	۱۲-۱۸-۳ اقدامات مهم در خصوص ارزیابی و بهینه‌سازی گرم‌کننده‌های تشعشعی و استریپ‌ها
۲۷۱.....	۱۳-۱۸-۳ فن‌کویل‌های بخار
۲۷۲.....	۱۴-۱۸-۳ اقدامات مهم در خصوص ارزیابی و بهینه‌سازی فن‌کویل‌های بخار
۲۷۳.....	۱۵-۱۸-۳ چیلرهای جذبی
۲۷۴.....	۱۶-۱۸-۳ اقدامات مهم در خصوص ارزیابی و بهینه‌سازی سیستم بخار چیلرهای جذبی
۲۷۵.....	۱۹-۳ بخار فلاش و مخزن فلاش
۲۷۷.....	۲۰-۳ بازافت بخار فلاش
۲۸۰.....	۱-۲۰-۳ مثال‌های کاربردی در خصوص استفاده از بخار فلاش
۲۸۱.....	۲-۲۰-۳ نکات مهم در خصوص استفاده مناسب از بخار فلاش

۲۸۲.....	۳-۲۰-۳ اهمیت کنترل فشار بخار فلاش
۲۸۷.....	۳-۲۰-۴ نکات مهم در مورد تخلیه بخار فلاش مازاد به اتمسفر
۲۸۸.....	۳-۲۰-۵ اقدامات مهم بهینه‌سازی در خصوص بخار فلاش
۲۸۸.....	۳-۲۱-۳ صرفه‌جویی انرژی در فرایندها
۲۹۳.....	بخش چهارم / تله‌های بخار
۲۹۴.....	۴-۱ لزوم استفاده از تله بخار
۲۹۴.....	۴-۲ انواع تله‌های بخار
۳۰۷.....	۴-۳ موارد مربوط به بهینه‌سازی تله‌های بخار
۳۲۵.....	بخش پنجم / سیستم کنترل فرآیند
۳۲۶.....	۵-۱ سیستم کنترل
۳۲۷.....	۵-۲ شیرهای کنترل
۳۲۷.....	۵-۲-۱ مکانیسم و نحوه کنترل فرایند توسط شیر کنترل
۳۲۸.....	۵-۲-۲ شیرهای کنترل دو راهه نوع گلوب
۳۳۰.....	۵-۲-۳ طبقه‌بندی شیرهای کنترل از نظر نوع عملکرد
۳۳۱.....	۵-۲-۴ انواع شیرهای کنترل دما
۳۳۱.....	۵-۲-۵ شیرهای کنترل دمای خود عملکرد (ترموستاتیک)
۳۳۳.....	۵-۲-۶ انواع شیرهای کنترل دمای خود عملکرد (ترموستاتیک)
۳۳۳.....	۵-۲-۷ موارد استفاده از شیرهای ترموستاتیک (خودعملگر)
۳۳۵.....	۵-۲-۸ کنترلرها و سنسورها در سیستم‌های بخار
۳۳۹.....	۵-۲-۹ شیرهای کنترل فشار
۳۴۰.....	۵-۲-۱۰ اجرای مورد استفاده در ایستگاه تقلیل فشار
۳۴۱.....	۵-۲-۱۱ انواع شیرهای کنترل فشار
۳۴۷.....	۵-۲-۱۲ نکات مهم در خصوص انتخاب و نصب شیرهای تقلیل فشار و بهینه‌سازی ایستگاه‌های تقلیل فشار
۳۴۹.....	۵-۲-۱۳ نکات مهم در مورد نصب شیر بای پس به موازات تله‌های بخار (Bypass Valves)
۳۵۰.....	۵-۲-۱۴ شیرهای حفظ فشار (PMV)
۳۵۴.....	۵-۲-۱۵ اندازه‌گذاری شیرهای کنترل

۳۵۹.....	۵-۲-۱۶ اقدامات و ارزیابی های مهم در خصوص بهینه سازی شیرهای کنترل
۳۷۱.....	۵۱-۳ شیرهای اطمینان
۳۷۳.....	۵-۳-۱ اقدامات و ارزیابی های مهم بهینه سازی در خصوص شیرهای اطمینان
۳۷۴.....	۵-۴ شیرهای خلاء شکن
۳۷۷.....	۵-۵ شیر آلات قطع و وصل
۳۹۲.....	۵-۵-۱ اقدامات مهم بهینه سازی در خصوص شیر آلات بخار
۳۹۷.....	بخش ششم ایوست و منابع

پیشگفتار:

خداوند باری تعالی را شاکرم که بعد از تدوین دو کتاب با عناوین «بازرسی و ارزیابی تله‌های بخار» و «مبانی محاسبه و طراحی سیستم‌های بخار» توفیق تالیف کتاب حاضر را نیز به حقیر عنایت فرمود.

در کتابی که در پیش روی است، شرح کامل و مکانیسم عملکرد هر کدام از تجهیزات و ماشین‌آلات در هر بخش مربوط به تولید، توزیع و مصرف انرژی بخار به تفکیک و بصورت گام به گام آمده و سپس نکات مهم و اقدامات و اصول اساسی ارزیابی و بهینه‌سازی و بازیافت انرژی دستگاه‌ها و سیستم‌های مورد نظر با شرح لازم و ذکر مثال‌های کاربردی بیان گردیده است. همچنین تجهیزات جانبی از قبیل می اریاتور، تله‌های بخار، سیستم‌های کنترل و شیرآلات و اتصالات و غیره در جای خود بیان گردیده‌اند. در ضمن به کاربرد و اصول انتخاب تجهیزات در موارد مهم و مشکلات سیستم‌های بخار و کندانس از قبیل ضربه چکش و پدیده استال و غیره و راهکارهای رفع آنها و سایر نکات اجرایی، نگهداری و بهره‌برداری و صرفه‌جویی انرژی سیستم‌های بخار و کندانس اشاره شده است. شایان ذکر است در این کتاب موارد مربوط به سیستم کندانس و اصول بهینه‌سازی و بازیافت انرژی آن و بخار فلاش و سیستم‌های بازیافت بخار فلاش با نقشه‌های اجرایی و به صورت مفصل توضیح داده شده است.

مطالب این کتاب می‌تواند به عنوان یک مرجع آموزشی و کاربردی مورد استفاده مدیران انرژی و متخصصین بخار، مهندسین ناظر، مهندسین کنترل پروژه، تکنسین‌ها، دانشجویان و اساتید رشته‌های دانشگاهی بویژه رشته‌های مهندسی مکانیک، مهندسی شیمی و مهندسی انرژی و سایر دست اندرکاران تاسیسات بخار و انرژی قرار گیرد. به امید برداشتن گامی بلند و استوار در جهت بهینه‌سازی و بازیافت انرژی و صرفه‌جویی در مصرف سوخت صنایع و کاهش آلودگی محیط زیست و جلوگیری از اتلاف سرمایه‌های ملی و رشد اقتصادی و توسعه صنعتی کشور عزیزمان ایران. در خاتمه بر خود لازم می‌دانم از همسر و پدر و مادر عزیزم صمیمانه تشکر و قدردانی بنمایم. همچنین از همه عزیزان و دوستانی که مشوق بنده بوده‌اند و از مدیریت محترم انتشارات پژوهشی نوآوران شریف جناب آقای مجید ابراهیمی و همکار محترم‌شان سرکار خانم سلیمی که کار صفحه‌آرایی کتاب را بعده داشتند، کمال تشکر را دارم. دریافت نظرات ارزشمند خوانندگان گرامی و محترم، قطعاً موجب ارتقاء و رفع نواقص در چاپ‌های بعدی خواهد شد.

سیروس معینی

اصطلاحات:

اصطلاحات مترادف بکار رفته در این کتاب:

بویلر = دیگ بخار

آنتالپی آب اشباع = آنتالپی ویژه آب = گرمای آب اشباع = گرمای اشباع = گرمای محسوس = گرمای محسوس آب

آنتالپی تبخیر = آنتالپی بخار = آنتالپی ویژه بخار = گرمای نهان تبخیر = گرمای نهان بخار = گرمای نهان

بخار سوپرهیت = بخار فوق گرم = بخار فوق اشباع

بخار ریزشی = بخار ثانویه = بخار فلاش

چگالیده = کندانس = آب حاصل از تقطیر بخار = میعان

مخزن بخار ثانویه = مخزن فلاش = مخزن بخار ریزشی = مخزن تبخیر

تراپ = تله بخار = بخارگیر = دریچه بخار

پمپ ترپ = پمپ تله

IB = تله بخار سطلی معکوس

IBLV = تله بخار سطلی معکوس با هواگیر بزرگ یا موازی

IBT = تله بخار سطلی معکوس با هواگیر حرارتی

BM = تله بخار حرارتی بی متالی

F&T = تله بخار شناوری - حرارتی = تله بخار فلوتری = Ball Float

CD = تله بخار دیسکی = تله بخار ترمودینامیکی

TE = تله بخار حرارتی = تله بخار ترموستاتیک

DC = تله بخار سطلی معکوس با کنترل کننده چگالیده

پایه آبریز = ساقه آبریز = Pocket = Drip leg

حلقه های انبساط = لوپ های انبساطی = خم های انبساط

اتصال انبساطی = درز انبساطی = expansion joint

ضربه قوچ = ضربه چکش = ضربه آب = هم‌رینگ

جداکننده = سپریتور

شیر تقلیل فشار = شیر فشار شکن = شیر کاهنده فشار

مخزن بلودان = مخزن زیراب

مقدمه:

در عرصه رقابت جهانی در راستای مصرف کمتر و بهینه‌سازی انرژی و تولید هر چه بیشتر، کشورها، جوامع و صنایعی موفق تر خواهند بود که در این رقابت که شاید از دیدگاهی بتوان آن را مبارزه برای تنازع بقاء و ادامه فعالیت نامید، با تحقیقات و مطالعات، موفق به یافتن و پس از آن بکار بردن راه‌های جلوگیری از اتلاف انرژی شوند.

اتلاف انرژی بخار و هر نوع انرژی تولید شده از منابع فسیلی، علاوه بر خسارات مالی جبران‌ناپذیری که دارد زیان‌های غیرقابل‌انکاری نیز بر محیط زیست کشور ما و جهان وارد خواهد کرد.

بخار جهت گرمایش و انتقال حرارت در کاربردهای مختلف صنعتی و غیرصنعتی مورد استفاده و بهره‌برداری قرار می‌گیرد. به عنوان مثال تعدادی از کاربردهای اصلی و مهم بخار به شرح ذیل می‌باشد:

- ۱- در صنایع نساجی در قسمت رنگ‌ریزی به عنوان یکی از عمده‌ترین مصرف‌کننده‌های بخار برای گرم کردن آب در دیگ‌های رنگ‌رزی و گرم کردن لیکور و ...، در ریسندگی و بافندگی برای تهیه هوای گرم در تهویه نساجی و غیره
 - ۲- در صنایع شیمیایی و نفت به منظور ایجاد حرارت لازم جهت فعل و انفعالات شیمیایی، جهت تولید فرآورده‌های شیمیایی و نفتی و ...
 - ۳- در صنایع کاغذسازی برای خشک کردن کاغذ در سیلندرها، خشک‌کن، و نیز در مخازن پخت و پرس و اتوکلاوها جهت ساخت صفحات چوبی و مقوا و ...
 - ۴- در صنایع غذایی برای پخت مواد غذایی، تهیه شکر و شربت و کمپوت و نیز جهت خشک کردن غلات و ...
 - ۵- در صنایع لاستیک‌سازی و پلاستیک‌سازی در پرسها و اتوکلاوها برای ساخت قطعات پلاستیکی و لاستیکی
 - ۶- در صنایع لبنیات و فرآورده‌های شیری
 - ۷- در فرآیندهای بیوتکنولوژی و داروسازی در عملیات حرارتی و نیز استرلیزه کردن و مرطوب سازی هوای محیط و ...
 - ۸- در سیستم های تهویه مطبوع برای گرمایش
- اغلب از بخار استفاده نامناسب می‌شود و این امر سبب می‌شود که سیستم‌ها بد کار نموده و کارا نباشند. اغلب توجهی به نشستی اندک بخار از یک فلنج و یا فقدان عایق‌بندی در یک بخش، نشست بخار از یک تله بخار و یا تخلیه آب دیگ بخار بر اساس تجربه قبلی اپراتور نمی‌شود.

امکان دارد تجهیزات مصرف کننده بخار عملکرد بهینه لازم را به علت وجود هوا و یا کندانس که امکان دارد به خاطر خرابی تله بخار تخلیه نشده باشد، نداشته باشند. در این صورت تولید کاهش خواهد یافت.

سیستم بخار در صورت نگهداری مناسب، سالیان طولانی عمر نموده و بسیاری از شرایط سیستم به راحتی قابل مونیتورینگ می باشد. مدیریت با برنامه و مونیتورینگ تله های بخار به راحتی و با تجهیزات مدرن قابل انجام بوده و هر گونه نشتی یا انسداد بصورت اتوماتیک و به سرعت می تواند به اطلاع مهندسین و تکنسین های مربوطه برسد.

در صورت برگرداندن کندانس تشکیل شده در سیستم بخار به تانک تغذیه دیگ بخار، هزینه های سوخت دیگ ها و آماده سازی و سختی گیری آب مصرفی برای تولید بخار بطور محسوس کاهش خواهد یافت. همچنین با استفاده از مخزن فلاش می توان بخار فشار پایین را تولید و استفاده نمود.

بدینوسیله بخار فلاش و کندانس می توانند بازیافت حرارتی شده و بداخل دیگ برگردانده شوند و یا در فرایندهای دیگری استفاده شوند.

یک سیستم بخار با طراحی، نصب و تعمیرات و نگهداری خوب می تواند عمر مفیدی در حدود سی تا چهل سال داشته باشد. با طراحی خوب، خرابی ها و تعمیرات تقلیل خواهد یافت. علیرغم اینکه بکارگیری بعضی از روش های بهینه سازی نیاز به مقداری سرمایه گذاری اولیه دارند که البته میزان آن بستگی به دامنه و وسعت اقدامات بعمل آمده دارد، ولی این هزینه در مدت کوتاهی از طریق کاهش مصرف انرژی جبران خواهد شد.

۱- مختصری راجع به بخار آب

بخار آب:

با حرارت دادن آب و افزایش دمای آن و رسانیدن آب به دمای جوش در فشار خاصی، بخار تولید می شود که به آن بخار اشباع گویند. معمولاً از دیگ های بخار برای تولید بخار صنعتی و غیر صنعتی استفاده می گردد

انواع بخار:

بخار آب به دو دسته طبقه بندی می شود، بخار اشباع و بخار سوپرهیت

• **بخار اشباع:** بخار در دما و فشار اشباع، بخار اشباع خوانده می شود.

• **بخار سوپرهیت:** بخار در دمایی بالاتر از دمای اشباع، بخار سوپرهیت (بخار فوق گرم)

نامیده می شود. در صورت تماس بخار اشباع تولید شده در دیگ بخار با سطوح دمای

بالا تر (مبدل حرارتی)، دمای بخار به بالاتر از دمای اشباع افزایش خواهد یافت که به این بخار، بخار سوپر هیت یا فوق اشباع گفته می‌شود. این مبدل می‌تواند قسمت ثانویه ای در داخل بویلر بوده و یا بصورت سوپر هیت‌ر جداگانه باشد. سیال گرمکن نیز می‌تواند گازهای داغ خروجی مشعل بویلر بوده و یا از مشعل جداگانه‌ای تامین گردد.

• **درجه سوپر هیت:** به تفاوت دمای بخار اشباع و دمای افزایش یافته (دمای بخار سوپر هیت) درجه سوپر هیت گویند.

• قابل ذکر است برای اینکه بخار اشباع تبدیل به بخار سوپر هیت شود ابتدا باید کاملاً خشک شود. به عبارت دیگر سوپر هیت نمودن بخار تا زمانی که قطرات آب در آن وجود دارد ممکن نبوده و افزایش حرارت موجب تبخیر قطرات آب خواهد شد و بعد از تبدیل تمام قطرات آب موجود در بخار، گرمایش مجدد بخار موجب افزایش دمای بخار و ایجاد بخار سوپر هیت خواهد گردید.

دمای اشباع:

دمای اشباع دمایی است که در آن تبخیر تحت فشاری معین (فشار اشباع) صورت می‌گیرد.

مایع اشباع:

هر مایعی در دما و فشار اشباع، مایع اشباع نامیده می‌شود

مفهوم جدول بخار اشباع:

چگونگی ارتباط بین فشار، دما و گرمای مایع اشباع و گرمای نهان را می‌توان در جدول بخار اشباع (مانند جدول ۱)، دریافت. جدول بخار اشباع، بیان‌کننده خواص مختلف بخار اشباع در فشارهای متفاوت است.

جدول ۱: جدول بخار اشباع

	Col. 1 فشار گیج	Col. 2 فشار مطلق (psia)	Col. 3 دمای بخار (F°)	Col. 4 گرمای محسوس (Btu/lb)	Col. 5 گرمای نهان (Btu/lb)	Col. 6 گرمای کل (Btu/lb)	Col. 7 حجم ویژه مایع اشباع (cu ft/lb)	Col. 8 حجم ویژه بخار (cu ft/lb)
Inches of Vacuum	29.743	0.08854	32.00	0.00	1075.8	1075.8	0.096022	3306.00
	29.515	0.2	53.14	21.21	1063.8	1085.0	0.016027	1526.00
	27.886	1.0	101.74	69.70	1036.3	1106.0	0.016136	73.52
	19.742	5.0	162.24	130.13	1001.0	1131.0	0.016407	27.42
	9.562	10.0	193.21	161.17	982.1	1143.3	0.016590	15.14
	7.536	11.0	197.75	165.73	979.3	1145.0	0.016620	12.40
	5.490	12.0	201.96	169.96	976.6	1146.6	0.016647	10.06
	3.454	13.0	205.88	173.91	974.2	1148.1	0.016674	8.04
	1.418	14.0	209.56	177.61	971.9	1149.5	0.016699	6.80
	0.0	14.696	212.00	180.07	970.3	1150.4	0.016715	24.75
PSIG	1.3	16.0	216.32	184.42	967.6	1152.0	0.016746	23.39
	2.3	17.0	219.44	187.56	965.5	1153.1	0.016768	20.09
	3.3	20.0	227.96	196.16	960.1	1156.3	0.016830	16.30
	10.3	25.0	240.07	208.42	952.1	1160.6	0.016922	13.75
	15.3	30.0	250.33	218.82	945.3	1164.1	0.017004	11.90
	20.3	35.0	259.28	227.91	939.2	1167.1	0.017078	10.50
	25.3	40.0	267.25	236.03	933.7	1169.7	0.017146	9.40
	30.3	45.0	274.44	243.36	928.6	1172.0	0.017209	7.79
	40.3	55.0	287.07	256.30	919.6	1175.9	0.017325	6.66
	50.3	65.0	297.97	267.50	911.6	1179.1	0.017429	5.82
	60.3	75.0	307.60	277.43	904.5	1181.9	0.017524	5.17
	70.3	85.0	316.25	286.39	897.8	1184.2	0.017613	4.65
	80.3	95.0	324.12	294.56	891.7	1186.2	0.017696	4.23
	90.3	105.0	331.36	302.10	886.0	1188.1	0.017775	3.88
	100.0	114.7	337.90	308.80	880.0	1188.8	0.017850	3.59
	110.3	125.0	344.33	315.68	875.4	1191.1	0.017922	3.33
	120.3	135.0	350.21	321.85	870.6	1192.4	0.017991	3.22
	125.3	140.0	353.02	324.32	868.2	1193.0	0.018024	3.11
	130.3	145.0	355.76	327.70	865.8	1193.5	0.018057	2.92
	140.3	155.0	360.50	333.24	861.3	1194.6	0.018121	2.75
	150.3	165.0	365.99	338.553	857.1	1195.6	0.018183	2.60
	160.3	175.0	370.75	343.57	852.8	1196.5	0.018244	2.34
	180.3	195.0	379.67	353.10	844.9	1198.0	0.018360	2.13
	200.3	215.0	387.89	361.91	837.4	1199.3	0.018470	1.92
	225.3	240.0	397.37	372.12	828.5	1200.6	0.018602	1.74
	250.3	265.0	406.11	381.60	820.1	1201.7	0.018728	1.54
	300.0	317.33	417.93	393.84	809.0	1202.8	0.018896	1.16
	400.0	414.59	424.00	404.00	780.5	1204.5	0.019340	1.03
	450.0	465.28	437.20	417.20	767.4	1204.6	0.019547	0.93
	500.0	465.91	449.40	429.40	755.0	1204.4	0.019748	0.77
	600.0	486.21	471.60	471.60	731.6	1203.2	0.02013	0.50
	700.0	531.98	526.60	526.60	668.8	1195.4	0.02123	0.36
	800.0	567.22	571.70	571.70	611.7	1183.4	0.02232	0.28
	900.0	596.23	611.60	611.60	556.3	1167.9	0.02346	0.24
	1000.0	613.15	636.30	636.30	519.6	1155.9	0.02428	0.19
	1200.0	635.82	671.70	671.70	463.4	1135.1	0.02565	0.13
	1500.0	668.13	730.60	730.60	360.5	1091.1	0.02860	0.11
	1700.0	679.55	756.20	756.20	312.1	1068.3	0.03027	0.05
	2006.2	705.40	902.70	902.70	0.0	902.7	0.05053	

گرمای آب اشباع یا گرمای محسوس آب (h_f):

این پارامتر میزان انرژی لازم جهت افزایش دمای آب از میزان ۳۲ درجه فارنهایت تا دمای جوش در یک فشار خاصی می‌باشد. در واقع این مقدار گرما است که آب را از صفر درجه سانتیگراد به نقطه جوش می‌رساند.

گرمای نهان یا آنتالپی بخار (h_{fg}):