

تبرید صنعتی

دکتر مجتبی طحانی (عضو هیئت علمی دانشگاه تهران)
مهندس مسعود کاظمی



www.ketab.ir

سرشناسه	طحانی، مجتبی، ۱۳۶۳ -
عنوان و نام پدیدآور	تبرید صنعتی/مجتبی طحانی، مسعود کاظمی
مشخصات نشر	تهران: یزدا، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۵۵۲ ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۱۶۵-۵۰۷-۴
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
موضوع	سردسازی و دستگاه‌های سردکننده
موضوع	Refrigerating machinery
موضوع	تهویه مطبوع
موضوع	Air conditioning
شناسه افزوده	کاظمی، مسعود، ۲۲/۱۱/۱۳۶۱، نویسنده
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۷ ت ۳ ط ۴۹۲ TP۴۹۲
رده‌بندی دیویی	۶۲۱/۵۶
ساره کتابشناسی ملی	۵۱۴۷۰۸۸

تبرید صنعتی

دکتر مجتبی طحانی (عضو هیأت علمی دانشکده تهران)

مهندس مسعود کاظمی

ناشر: یزدا / چاپ اول: ۱۳۹۷ / قطع: وزیری / تعداد صفحات: ۵۵۲ / صفحه

آماده‌سازی قبل از چاپ: نشریه حرارت و برودت / مدیر تولید: قاسم

چاپ و صحافی: یزدا / شمارگان: ۳۰۰ نسخه / بها: ۵۰۰۰ تومان

ISBN: 978-600-165-507-4

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۵-۵۰۷-۴

دسترزدا و گروه دنتتریات

دفتر نشر و نمایشگاه دائمی: تهران، سیدخندان، خیابان ارسباران، کوچه‌ی ستاری، شماره‌ی ۲۲، ساختمان یزدا دورنگار: ۲۲۸۸۵۶۵۱ (۰۲۱) تلفن: ۵۰-۲۲۸۸۵۶۴۷ (۰۲۱)

توجه: به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۱/۱۱ و همچنین قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی مصوب سال ۱۳۵۰ تمام حقوق این اثر به هر نحو برای نشر یزدا محفوظ است. نشر و پخش تمام یا قسمتی از این کتاب بدون اجازه از ناشر، باعث پیگرد قانونی خواهد شد.

WWW.HVAC.IR / WWW.YAZDABOOK.COM

خرید آنلاین <

مقدمه مولفین

از دیرباز انسان در پی بهداری محمولات و ایجاد فضای تهویه مناسب جهت آسایش بوده است. سردسازی و ایجاد برودت در ماه‌های مختلف راهکاری جهت حفظ خواص محصولات و نیز تامین دمای آسایش انسان می‌باشد به همین منظور امروزه تجهیزات مدرن، تولید برودت در دماهای بسیار پایین را ممکن ساخته و پیسرفت تکنولوژی هزینة مصرفی این تجهیزات را بسیار کاهش داده و راندمان آن‌ها بسیار افزایش یافته است، از این رو تاسیسات تبرید و سیستم‌های برودت به صورت گسترده در بسیاری از صنایع و ساختمان‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. لذا در این کتاب با هدف شناسایی عملکرد چرخه‌های مختلف تبرید و تعیین بنیادی آن‌ها به معرفی سیستم‌های نوین تبرید از جمله سیستم‌های تبرید جذبی، سیستم تبرید اجکتوری و سیستم تبرید تراکمی - اجکتوری پرداخته شده و همچنین نمونه‌های بسیار مناسب جهت مطالعه و به کارگیری متخصصان و مهندسان رشته‌های مختلف ارائه گردیده است که منجر به موضوعات فصل‌های آن به شرح ذیل می‌باشد:

فصل اول به مفاهیم و تعاریف ساده و بیان کاربرد سیستم‌های تبرید پرداخته و روش‌های مختلف تبرید و کاربرد و اهمیت آنها را بیان می‌کند. در ادامه چرخه‌های مختلف ترمودینامیکی تبرید معرفی و تشریح می‌گردد و سپس سیستم‌های مختلف تبرید مانند سیستم تبرید تراکمی، جذبی، اجکتوری و پمپ گرمایی به صورت مختصر معرفی گردیده است.

فصل دوم به تشریح سیستم‌های تبرید تراکمی پرداخته است و اجزای اصلی سیستم تبرید تراکمی مانند کمپرسور، اواپراتور، کندانسور و شیر انبساط مورد بررسی قرار گرفته است و کاربرد، وظیفه و انواع هر یک از اجزا بطور کامل در این فصل بیان گردیده است و همچنین بدلیل نیاز بسیاری از مجریان تاسیسات، متخصصین و مهندسين در طراحی و اجرای این سیستم‌ها،

نحوه‌ی انتخاب و طراحی هر یک از تجهیزات مربوط به سیستم‌های تراکمی بطور جداگانه و همراه با مثال تشریح گردیده است.

فصل سوم انواع وسایل کنترل سیستم‌های تبرید تراکمی را معرفی می‌نماید. در این فصل به بررسی نحوه کنترل سیستم‌های تراکمی بخار و اجزای آن پرداخته شده است. مباحثی مانند کنترل دما و فشار در شرایط کاری و فیزیکی مختلف و تجهیزات مربوط به آنها و همچنین تجهیزات و کنترلرهای برفک‌زدایی و انواع آن در سیستم‌های تبرید تراکمی بیان و تشریح گردیده است.

فصل چهارم سیستم‌های پمپ گرمایی، نحوه کارکرد هر یک از آنها و چگونگی کاربرد آن در صنعت تبرید را مورد بررسی قرار داده است. در این فصل به معرفی و تشریح سیستم پمپ گرمایی پرداخته است و در ادامه این سیستم‌ها را دسته‌بندی و به توضیح هر یک از آنها می‌پردازد و در نهایت سیستم‌ها را دیگر تبرید به عنوان زیر مجموعه‌ی این سیستم معرفی و بیان می‌شوند. همچنین منابع حرارتی برای این سیستم‌ها و انواع آنها به عنوان جزء اصلی و مهم این بخش مورد تحلیل قرار گرفته است. نکات ارزش این فصل معرفی سیستم‌های پمپ گرمایی GSHP می‌باشد که در این فصل انواع این سیستم‌ها، انواع طراحی‌های مربوطه و قواعد عملکردی و اجرای هر یک بطور کامل تحلیل و تشریح گردیده است.

فصل پنجم به تشریح سیستم‌های جذبی و انواع آن پرداخته است، در این فصل اجزای هر یک از سیستم‌های مختلف تبرید جذبی معرفی و بیان می‌گردند. فرآیند انواع سیکل‌های مربوطه بیان و در ادامه زوج‌های مختلف میرد و جادب و جادب در صنعت معرفی می‌گردند. در این فصل نحوه عملکرد سیستم‌های اصلی و فرعی و اصول کلی این سیستم‌ها، کاربرد هر یک از آنها، مزایا و معایب هر یک و مقایسه و تفاوت آن با سیستم تبرید تراکمی بیان گردیده است. همچنین استانداردهای مورد نیاز چیلرهای جذبی به جهت آشنایی با قوانین مربوط به ساخت آن‌ها در این قسمت تشریح گردیده و در نهایت سیستم‌های تبرید جامد جذبی که هم‌اکنون از سیستم‌های نوین و پرکاربرد صنعت می‌باشد توضیحاتی ارائه گردیده است.

فصل ششم سیستم‌های تبرید اجکتوری که امروزه یکی از سیستم‌های جدید و کاربردی در صنعت تبرید می‌باشد را مورد تحلیل و بررسی قرار داده است. در ابتدا تعریفی از اجکتور ارائه و در ادامه به تشریح اجزا و ساختمان اجکتورها پرداخته شده است. در این فصل سیکل تبرید اجکتوری مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است و در ادامه موارد کاربرد اجکتورها، عملکرد آنها در سیستم، خصوصیات ساختاری و مزایا و معایب آنها مطرح گردیده است. در انتهای این فصل کولر ترکیبی تراکمی اجکتوری به عنوان یک سیستم نوین و کاربردی و مناسب در صنعت با کاهش مصرف انرژی چشم‌گیر معرفی و سیکل عملکرد آن به همراه مزایا و معایب سیستم تشریح

گردیده است.

فصل هفتم به تشریح ترمودینامیک سیستم‌های تبرید و روابط حاکم بر آن‌ها پرداخته است. در این فصل سیکل‌های مختلف ترمودینامیکی و سیستم‌های مختلف تبرید اعم از سیستم تبرید تراکمی، سیستم تبرید جذبی و سیستم تبرید اجکتوری مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. در این فصل سعی گشته است با ارائه و حل مسایل مربوط به هر یک از سیستم‌های تبرید، مخاطبین را با روابط ترمودینامیکی حاکم بر سیکل‌ها و روش حل هر یک از آن‌ها و همچنین استفاده از نمودارها و جداول مربوطه آشنا نماید.

فصل هشتم به معرفی و دسته‌بندی و نام‌گذاری میردها پرداخته است و ترکیب و خواص شیمیایی، پمپ میردها و مشخصات هر یک از آنها را بیان می‌نماید. در این فصل با توجه به اهمیت شناخت ساین‌ها در سیستم‌های تبرید به عنوان یک عامل موثر در عملکرد سیستم‌های برودتی میردها، مختلف به لحاظ کاربرد و خصوصیات مقایسه و تشریح می‌گردند. در ادامه مشخصات ترمودینامیکی، در یک از میردها بیان شده و در نهایت میردهای نوین و پرکاربرد و مناسب مورد استفاده در صنعت به همراه مشخصات معرفی، آنالیز و تشریح می‌گردد. فصل نهم به نحوه محاسبات بار برودتی، به صورت روش‌های تفصیلی و سریع پرداخته است. در این فصل عوامل موثر در تولید بار برودتی مانند بار حصول و بار دیوارها، بار تعویض هوا و حرارت ناشی از تجهیزات الکتریکی و غیره بیان گردیده است و روش‌های محاسبه بار برودتی و روابط و فرمول‌های حاکم بر آن تشریح می‌گردد. در ادامه روش محاسبه سریع بار سردخانه به همراه روابط مربوطه مطرح و تشریح می‌گردد.

فصل دهم یک پروژه نمونه با دو سیستم متفاوت اجرا و مقایسه شده است. در این فصل با معرفی اطلاعات اولیه به محاسبات بار برودتی مسئله پرداخته می‌شود و سپس با داشتن اطلاعات محاسباتی به طراحی و انتخاب تجهیزات مورد نظر سیستم به دو روش طراحی سیستم تبرید تراکمی و سیستم تبرید هوایی پرداخته و تشریح می‌گردد.

از نکات مهم و ارزشمند این کتاب می‌توان به معرفی و تشریح سیستم‌های تبرید نوین جذبی و اجکتوری و سیستم‌های ترکیبی اشاره نمود که این موضوع بدلیل توجه ویژه در صنعت و کاربرد مناسب آن و جایگزینی سیستم‌های مشابه، این کتاب بطور ویژه به آن پرداخته است. همچنین با مقایسه سیستم‌های تبرید تراکمی بخار و سیستم‌های جدید اطلاعات مفیدی در این زمینه آرایه گردیده است. از دیگر مواردی که در این کتاب دارای اهمیت است، معرفی میردهای نوین و مورد توجه صنعت تاسیسات و استفاده در سیستم‌های برودتی می‌باشد.

امید است مطالب این کتاب برای مخاطبین ارجمند مفید واقع شود و بتواند خدمت کوچکی در توسعه و تقویت این بخش از صنعت تاسیسات باشد.

فهرست

۵	مقدمه مولفین
۱۵	مفاهیم و کاربرد
۱۵	۱-۱ مقدمه
۱۶	۲-۱ تاریخچه سرمایش
۱۹	۳-۱ تعاریف، کاربرد و اهمیت سیستم‌های تبرید
۲۱	۴-۱ روش‌های مختلف تبرید
۲۲	۵-۱ موارد عمده و مخصوص استفاده از تبرید
۲۴	۶-۱ معرفی چرخه‌های ترمودینامیکی
۳۳	سیستم تبرید تراکمی بخار
۳۳	۱-۲ مقدمه
۳۴	۲-۲ تبرید و سیکل تراکمی بخار
۳۴	۳-۲ اصول کار سیستم‌های تبرید تراکمی بخار
۳۵	۴-۲ مزایا و معایب سیستم‌های تراکمی بخار
۳۹	۵-۲ اجزاء سیستم تبرید تراکمی بخار
۹۴	۶-۲ طراحی و انتخاب اجزاء سیستم تبرید تراکمی بخار
۱۱۳	کنترل سیستم تبرید تراکمی بخار

۱۱۳	۱-۳ مقدمه
۱۱۴	۲-۳ انواع وسایل کنترل
۱۲۰	۳-۳ سیستم تک اواپراتوری
۱۲۲	۴-۳ سیستم چند اواپراتور یک کمپرسوره (فقط با شیر انبساط حرارتی)
۱۲۲	۵-۳ سیستم‌های چند کمپرسوری (TEV)
۱۲۴	۶-۳ کنترل دما در سیستم تبرید تراکمی بخار
۱۲۶	۷-۳ کنترل تخلیه فشار به وسیله احساس فشار مکش
۱۲۷	۸-۳ کنترل هشداردهنده با استفاده از احساس فشار مکش
۱۲۸	۹-۳ کنترل حد فشار- پایین با استفاده از فشار مکش
۱۲۸	۱۰-۳ کنترل حد فشار بالا با استفاده از فشار بالای سیستم
۱۲۹	۱۱-۳ کنترل فن کمپرسور با استفاده از احساس فشار بالا
۱۳۱	۱۲-۳ کنترل دمای مبرد پس از پایان دادن به برفک‌زدایی
۱۳۴	۱۳-۳ احساس فشار روغن برای حفاظت روغن موتور
۱۳۵	۱۴-۳ سیستم‌های بی‌بازگشایی کمپرسور
۱۳۶	۱۵-۳ طراحی سیستم برای شرایط بار

۱۴۱ پمپ گرمایی

۱۴۱	۱-۴ مقدمه
۱۴۳	۲-۴ تاریخچه پمپ حرارتی
۱۴۳	۳-۴ تشریح پمپ‌های حرارتی
۱۴۸	۴-۴ استفاده بخشی پمپ حرارتی
۱۵۳	۵-۴ کاربردهای پمپ حرارتی در صنعت
۱۵۸	۶-۴ منابع حرارتی
۱۶۵	۷-۴ دسته‌بندی پمپ‌های حرارتی
۱۶۹	۸-۴ پمپ‌های حرارتی خورشیدی
۱۷۱	۹-۴ پمپ‌های حرارتی منبع یخ
۱۷۲	۱۰-۴ سیستم‌های اصلی پمپ حرارتی

۲۳۷ سیستم تبرید جذبی

۲۳۷	۱-۵ مقدمه
-----	-----------

۲۳۸	۲-۵ تاریخچه سیستم‌های تبرید جذبی
۲۳۹	۳-۵ تقسیم‌بندی سیستم‌های جذبی
۲۴۱	۴-۵ اجزاء سیستم و اصطلاحات فنی در سیستم‌های جذبی
۲۴۶	۵-۵ سیکل تبرید جذبی
۲۴۷	۶-۵ مقایسه چیلرهای جذبی و تراکمی
۲۵۱	۷-۵ تشریح انواع سیستم‌های جذبی
۲۶۴	۸-۵ چیلرهای جذبی گاز سوز
۲۷۱	۹-۵ پدیده کریستالیزاسیون
۲۷۴	۱۰-۵ نرخ ابررآء اصلی و فرعی چیلر جذبی
۲۸۷	۱۱-۵ خوردگی
۲۸۷	۱۲-۵ نیاز به خلا
۲۸۸	۱۳-۵ خواص محلول متدان چیلرهای جذبی
۲۸۹	۱۴-۵ دیگرام تعادل فشار، غلظت و (PTX)
۲۹۰	۱۵-۵ استانداردهای مورد نیاز چیلرهای جذبی
۲۹۳	۱۶-۵ معرفی سیستم‌های جذبی جامد
۲۹۷	سیستم تبرید اجکتوری
۲۹۷	۱-۶ مقدمه
۲۹۸	۲-۶ تاریخچه اجکتور
۲۹۹	۳-۶ تعریف اجکتور
۳۰۲	۴-۶ ساختمان اجکتور
۳۰۳	۵-۶ انواع اجکتورها
۳۰۶	۶-۶ اجکتورهای تقویت‌کننده
۳۰۷	۷-۶ خصوصیات بخار مصرفی
۳۱۰	۸-۶ موارد کاربرد اجکتورها
۳۱۲	۹-۶ بررسی سیکل تبرید اجکتوری
۳۱۴	۱۰-۶ عملکرد اجکتور
۳۱۴	۱۱-۶ خصوصیات اجکتورها
۳۱۶	۱۲-۶ مزایای اجکتورها
۳۱۶	۱۳-۶ معایب اجکتورها

۳۱۷.....	۱۴-۶ کاربرد اجکتور در کلر زنی آب.....
۳۱۷.....	۱۵-۶ کولر اجکتور تراکمی.....
۳۱۹.....	۱۶-۶ کولر هیبرید تراکمی اجکتوری.....

۳۲۳..... ترمودینامیک سیستم‌های تبرید.....

۳۲۳.....	۱-۷ مقدمه.....
۳۲۵.....	۲-۷ ترمودینامیک سیستم تبرید تراکمی بخار یک مداره.....
۳۳۵.....	۳-۷ ترمودینامیک سیستم‌های تبرید تراکمی بخار چندمداره.....
۳۵۲.....	۷ سیستم تبرید گازی یا هوایی.....
۳۵۶.....	۷ ترمودینامیک سیستم تبرید جذبی.....
۳۶۹.....	۶-۷ ترمودینامیک سیستم تبرید اجکتوری.....

۳۷۹..... مبردها.....

۳۷۹.....	مبردها.....
۳۸۰.....	۱-۸ دسته‌بندی مبردها.....
۳۸۸.....	۲-۸ نامگذاری مبردهای گروه R.....
۳۸۹.....	۳-۸ مقایسه مبردها.....
۳۹۴.....	۴-۸ خواص مطلوب مبردها.....
۳۹۶.....	۵-۸ مبردهای مایع.....
۳۹۷.....	۶-۸ باز یافت مبردها.....
۳۹۷.....	۷-۸ مواد خشک‌کن مبردها.....
۳۹۷.....	۸-۸ دی کلرودی فلورو متان (R-۱۲).....
۳۹۸.....	۹-۸ منو کلرو دی فلورو متان (R-۲۲).....
۳۹۹.....	۱۰-۸ آمونیاک (R-۷۱۷).....
۴۰۰.....	۱۱-۸ تأثیر بر ازن.....
۴۰۱.....	۱۲-۸ مبردهای نوین.....

۴۱۱..... محاسبات بار برودتی.....

۴۱۱.....	۱-۹ مقدمه.....
۴۱۲.....	۲-۹ عوامل موثر در تولید بار حرارتی.....
۴۱۳.....	۳-۹ محاسبات بار برودتی.....

بررسی پروژه نمونه..... ۴۲۳

۱-۱۰ اطلاعات پروژه..... ۴۲۳

۲-۱۰ محاسبات بار برودتی..... ۴۲۴

۳-۱۰ انتخاب تجهیزات سیستم تراکمی بخار..... ۴۲۲

۴-۱۰ طراحی و انتخاب تجهیزات سیستم هوایی..... ۴۴۴

پیوست‌ها..... ۴۴۹

پیوست ۱: جدول تبدیل واحد..... ۴۴۹

پیوست ۲: جدول ترمودینامیکی..... ۴۹۴

فهرست واژگان..... ۵۲۵

فهرست علائم..... ۵۵۱

منابع..... ۵۵۲