

تبرید

طراحی سیستم‌های سردکننده و سردخانه‌ها

ترجمه و تدوین

مهندس اصغر حاج‌سقّی

(استادیار دانشگاه علم و صنعت ایران)



انتشارات شهرآب



انتشارات
آینده سازان



انتشارات
شهر آب

مرکز پخش و دفتر مرکزی: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت)، کوچه بهشت آیین، پلاک ۳۶
کد پستی ۱۳۱۴۹۶۳۳۱ تلفن: ۶۶۴۹۹۹۹۰ نامبر: ۶۶۴۸۳۱۵۱

تبرید: طراحی سیستم‌های سردکننده و سردخانه

مؤلف : مهندس اصغر حاج‌سقطی

ناشر : شهر آب

ناشر همکار : اول

نوبت چاپ : ۱۳۹۸

تاریخ انتشار : ۲۲۰۰ نسخه

تیراژ : ۳۹۰۰۰ تومان

قیمت : ۳۹۰۰۰ تومان

لیتوگرافی : چاپ و صحافی : طرّفه

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۶۰۷-۶۶۶

تمام حقوق نشر و پخش این اثر برای انتشارات فنی حسینیان محفوظ است.
فهرست‌نویسی پیش از انتشار.

سرشناسه	حاج سسی، اصغر
عنوان و پدیدآور	تبرید: طراحی سیستم‌های سردکننده و سردخانه‌ها/ترجمه و تدوین اصغر حاج‌سقطی
مشخصات نشر	تهران: فنی همکار، ۱۳۸۰
مشخصات ظاهری	۲۳۲ ص: مصور، چم‌آلود
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۶۰۷-۶۶۶-۸
وضعیت فهرست‌نویسی: براساس اطلاعات فیبا.	
یادداشت	: کتابنامه.
یادداشت	۱۳۷۵ (۳۶۵ ص)
موضوع	سردسازی و دستگاه‌های سردکننده
موضوع	طراحی سیستم‌های سردکننده و سردخانه‌ها
رده‌بندی کنگره	۱۳۸۰ ۷۲۲/ح ۴۹۲ TP
رده‌بندی دیویی	۶۲۱/۵۶
شماره کتابشناسی ملی	۱۷۶۱۰۴-۸۰

مراکز پخش

فروشگاه مرکزی انتشارات شهر آب: تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، مجتمع فرهنگی فروزنده.

پلاک ۳۲۲ تلفن: ۶۶۹۶۱۱۰۰ نامبر: ۶۶۹۶۱۱۰۱

فروشگاه شماره ۲ انتشارات شهر آب: تهران، خیابان انقلاب، ضلع جنوب شرقی میدان، بازار بزرگ کتابه طبقه پایین

همکف، پلاک ۱۵ تلفن: ۶۶۴۹۷۵۳۶

فروشگاه آینده‌سازان: تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، مجتمع فرهنگی فروزنده، پلاک ۳۰۵

تلفن: ۶۶۴۱۷۳۱۶

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

پیشگفتار

سپاس فراوان ایزد یکتا را که توفیق داد تا بار دیگر گامی در راه خدمت به جامعه صنعت کشور عزیز ایران بردارد.

کچود کتابهای درسی که به زبان فارسی ترجمه و تألیف شده باشد مخصوصاً در رشته‌های علمی و فنی در کشور ما بسیار محسوس است. امروزه اکثر دانشگاهها اجباراً از کتابهای درسی سایر کشورها که به زبان خارجی نوشته شده است استفاده می‌نمایند غافل از اینکه اکثر این کتابها بر پایه تحولات قبلی و شرایط صنعتی همان کشور و با استاندارد خاصی نوشته شده و در کشور ما دیگر در درصد قابل استفاده نمی‌باشند. به علاوه دانشجویان و دانش پژوهان موقعی می‌توانند مطالب علمی و فنی را آسانتر تجزیه و تحلیل و جذب نمایند که این کتاب: اولاً به زبان مادری آنها نوشته شده باشد و در ثانی با توجه به نیاز جامعه و احتیاجات آینده کشورشان تدوین گردد.

البته نباید انتظار داشت کتابهایی که به زبان فارسی تهیه می‌شوند در مراحل اولیه بدون عیب و نقص باشند بلکه باید پس از تهیه، در رفع نقایص و اشکالات آنها کوشا بوده و برای نیل به هدف عالی، ملیت و زبان و مذهب خود را در حفا نمائیم.

در سالهای اخیر استادان غالب دانشگاهها به خصوص دانشگاه علم و صنعت ایران برای کمک به آموزش عالی کشور در ترجمه و تألیف کتب مخفف گمراهی مؤثری برداشته و در زمینه‌های مختلف علمی و فنی کتابهای سودمندی منتشر نموده‌اند. مؤلفان نیز که عضوی از اعضای هیئت علمی این دانشگاه می‌باشند همیشه سعی کرده است که به‌عنوان راه خدمت به آموزش فنی کشور همگام با سایرین مفید و مؤثر واقع گردد.

کتاب حاضر که عنوان آن سالها به نام درس تبرید در دانشکده‌های مکانیک تدریس می‌شد تنها یک ترجمه ساده نیست بلکه تجارب علمی و فنی چندین ساله مؤلف از دوران تحصیل و تدریس و نیاز جامعه کنونی و مسئله خودکفایی کشور در آینده، در ترجمه و تدوین آن مدنظر بوده است. به این منظور از چندین کتاب مختلف تبرید که در قسمت مراجع اسامی آنها ذکر شده است استفاده گردیده و فصولی که در جهت رفع نیاز مهندسين کشور در این

رشته مفید تشخیص داده شده انتخاب و ضمن ترجمه کتاب، توضیحات لازم اضافه و مطالب زائد نیز حذف گردیده است.

در این کتاب مطالبی که قابل ذکر می باشد انتخاب واحدهای اینچی است که آن هم به دلیل کتابها و منابع استفاده شده انگلیسی زبان که معمولاً در سیستم اینچی تدوین گردیده اند، و همچنین به علت عدم دسترسی به بدلول و منحنی های مورد نیاز در سیستم متریک بوده و برای رفع این مشکل جدول تبدیل واحد از هر اول کتاب درج شده و به سادگی قابل استفاده می باشد. با توجه به دقت و کوشش زیادی که در تهیه این کتاب بکار رفته است بدون شک مثل هر کتابی عاری از نقص و اشتباه نمی باشد، اما مؤلف مشتاق است که از راهنمایی مدبرانه استادان و دانشمندان، متخصصین این فن جهت اصرع و اصلاح اشتباهات و نواقص موجود برخوردار گردد تا چاپهای بعدی بدون اشتباه و تا حدودی کامل باشد.

در خاتمه از همکاری های آقای سید ابوالفضل حسینیان مدیر انجمن فنی حسینیان که در مراحل تهیه این کتاب ابراز داشته و چاپ و توزیع آنرا عهده دار شده اند صمیمانه تشکر می نماید.

.....	مقدمه مترجم	.....
.....	فهرست مطالب	.....
.....	تبدیل واحدها	.....
۱.....	تاریخچه و موارد استفاده تبرید	.....
۲.....	۱- تهیه غذا	.....
۵.....	۲- صنایع شیمیایی	.....
۵.....	۳- مصارف مخصوص	.....
۷.....	۴- مورد استفاده تبرید در تهویه ساختمانها	.....
۸.....	فصل اول - روشهای مختلف تبرید	.....
۸.....	۱-۱- افزایش درجه حرارت مورد	.....
۹.....	۱-۲- تغییر فاز	.....
۱۰.....	۱-۳- انبساط مایع	.....
۱۰.....	۱-۴- انبساط گاز ایده آل در جریان ثابت	.....
۱۳.....	۱-۵- مرحله تولید خلاء	.....
۱۵.....	۱-۶- انبساط یک گاز حقیقی	.....
۱۵.....	۱-۷- عملیات الکتریکی	.....
۱۸.....	فصل دوم - سیکل تراکمی تبخیری	.....
۱۸.....	۲-۱- مقدمه	.....
۱۸.....	۲-۲- سیکل کارنو در تبرید	.....
۱۹.....	۲-۳- ضریب عملکرد	.....
۲۰.....	۲-۴- مبرد	.....
۲۰.....	۲-۵- روش حصول ضریب عملکرد بیشتر	.....
۲۱.....	۲-۶- حدهای درجه حرارت	.....
۲۲.....	۲-۷- سیکل کارنو در پمپ حرارتی	.....
۲۳.....	۲-۸- استفاده از ماده تبخیر شونده در تبرید	.....
۲۵.....	۲-۹- تجدید نظر در سیکل کارنو	.....
۲۵.....	۲-۱۰- تراکم خشک و مرطوب	.....
۲۶.....	۲-۱۱- مرحله انبساط	.....

سیکل استاندارد تراکمی - تبخیری	۲۷
۲-۱۲- خواص میردها	۲۷
۲-۱۳- واحد ظرفیت در تبرید	۳۰
۲-۱۴- عملکرد سیکل استاندارد تراکمی - تبخیری	۳۰
۲-۱۵- مبدل‌های حرارتی در سیستم تبرید	۳۴
۲-۱۶- سیکل حقیقی تراکمی تبخیری	۳۶
فصل سوم - سیستم‌های چند مرحله‌ای	۵۵
۳-۱- مقدمه	۵۵
۳-۲- یک دن بخار میرد	۵۵
۳-۳- سرد کردن میرد	۵۷
۳-۴- سیستم یک اواپراتور و یک کمپرسور	۶۱
۳-۵- سیستم با دو اواپراتور و یک کمپرسور	۶۲
۳-۶- سیستم با دو کمپرسور و یک اواپراتور	۶۴
۳-۷- سیستم با دو کمپرسور و دو اواپراتور	۶۷
فصل چهارم - کمپرسورها	۷۱
۴-۱- کمپرسورهای متقارن	۷۱
۴-۲- کمپرسورهای نوع بسته	۷۲
۴-۳- راندمان حجمی کمپرسور	۷۳
۴-۴- عملکرد کمپرسور ایده آل	۷۶
۴-۵- قدرت مورد نیاز	۷۷
۴-۶- ظرفیت سرمائی	۷۸
۴-۷- قدرت و حجم میرد جریانی برای یک تن	۷۹
۴-۸- تأثیر فشار رانش (فشار خروجی از کمپرسور)	۸۰
۴-۹- عملکرد کمپرسور حقیقی	۸۲
۴-۱۰- راندمان حجمی حقیقی	۸۲
۴-۱۱- راندمان تراکم آدیاباتیکی	۸۳
۴-۱۲- ابعاد استاندارد	۸۴
۴-۱۳- درجات حرارت خروجی آدیاباتیکی	۸۶
۴-۱۴- طرح و ساخت	۸۷

۸۷	۴-۱۵- کنترل ظرفیت
۸۸	۴-۱۶- انواع کمپرسورهای دوار
۹۱	۴-۱۷- کمپرسورهای سانتریفوژ
۹۱	۴-۱۷- طرز کار
۹۱	۴-۱۸- مشخصات عملکرد
۹۴	فصل پنجم - کندانسورهای هوایی و آبی
۹۴	۵-۱- مقدمه
۹۴	۵-۲- کندانسورهای آبی
۹۶	۵-۳- کندانسورهای هوایی
۹۷	۵-۴- مدار رارت دفع شده
۹۷	۵-۵- انتقال رارت در دانه
۹۹	۵-۶- ضریب تقصیر
۱۰۰	۵-۷- ضریب لایه پوششی (ضریب بوی)
۱۰۱	۵-۸- ضریب فیلم قسمت اب
۱۰۱	۵-۹- لوله‌های پره دار
۱۰۲	۵-۱۰- طرح کندانسور
۱۰۷	فصل ششم - اواپراتورها
۱۰۷	۶-۱- مقدمه
۱۰۷	۶-۲- انواع اواپراتورها
۱۰۸	۶-۳- لوله‌های سرد با جریان طبیعی هوا
۱۰۸	۶-۴- اواپراتور مرطوب
۱۰۸	۶-۵- سردکن مایع (آب سردکن)
۱۱۰	۶-۶- کوئل انبساط مستقیم
۱۱۰	۶-۷- انتقال حرارت در زمان تبخیر
۱۱۱	۶-۸- طرق مختلف تبخیر (جوشیدن)
۱۱۲	۶-۹- تبخیر مبرد
۱۱۳	۶-۱۰- ضریب انتقال حرارت سمت سیال
۱۱۴	۶-۱۱- سطوح پره دار
۱۱۶	۶-۱۲- عملکرد کلی

۱۱۷	۱۳-۶- اواپراتورهاى کویلى با جریان طبیعی
۱۱۹	۱۴-۶- تغییرات فشار مبرد در اواپراتورها
۱۲۰	۱۵-۶- برفک زدن
۱۲۱	فصل هفتم - سیستمهای تبرید جذبی
۱۲۱	۱-۷- سیستم جذبی باماده جامد
۱۲۲	۲-۷- مواد شیمیایی سیستمهای جذبی
۱۲۲	۳-۷- سیستم جذبی (آب - آمونیاک)
۱۲۵	۴-۷- خواص محلول آمونیاک
۱۳۰	۵-۷- سیستم جذبی (برومورلیتیوم، آب)
۱۳۹	فصل نهم - لوله کشی و متعلقات آن
۱۳۹	مقدمه
۱۳۹	۱-۸- جریان آرام و متشنش
۱۴۰	۲-۸- افت فشار در جریان متشنش
۱۴۱	۳-۸- ضریب اصطکاک
۱۴۲	۴-۸- افت فشار در وصالها
۱۴۲	۵-۸- لوله کشی در سیستم تبرید (الکتروشیمی)
۱۴۶	۶-۸- جداول انتخاب لوله ها
۱۵۲	۷-۸- برگشت روغن
۱۵۲	فصل نهم - سردخانه ها
۱۵۲	مقدمه
۱۵۲	۱-۹- بار حرارتی دیوارها
۱۵۶	۲-۹- بار حرارتی تعویض هوا
۱۶۰	۳-۹- بار حرارتی محصول
۱۶۴	۴-۹- بار حرارتی از افراد - چراغها - موتورها و غیره
۱۶۶	۵-۹- روشهای کوتاه
۱۷۲	فصل دهم - سیستم تبرید ترموالکتریکی
۱۷۲	مقدمه
۱۷۲	۱-۱۰- تاریخچه سردکننده های ترموالکتریکی
۱۷۴	۲-۱۰- اثرات جریان در ترموکوپل ها

۱۷۶	۱۰-۳- اساس کار سیستم‌های سردکننده ترموالکتریکی
۱۷۸	۱۰-۴- دفع حرارت از سطح گرم
۱۷۸	۱۰-۵- مقایسه سیستم‌های سردکننده ترموالکتریکی و تبخیری
۱۷۹	۱۰-۶- نیمه هادی‌ها
۱۸۰	۱۰-۷- عملیات دستگاه‌های ترموالکتریکی
۱۸۱	۱۰-۸- قدرت لازم و تبدیل آن
۱۸۳	۱۰-۹- مقدار ولتاژ و آمپر لازم
۱۸۴	فصل یازدهم - راهنمای انتخاب دستگاه‌ها و طرح و ساخت سردخانه‌ها
۱۸۴	مقدمه
۱۸۴	انتخاب دستگاه‌های سردکننده
۱۸۵	الف - انتخاب اواپراتورها
۱۹۰	ب - محاسبه و انتخاب خندانسورها و واحد تقطیر
۱۹۲	راهنمای طرح و ساخت سردخانه‌ها
۱۹۲	۱- جلوگیری از تلفات هدایی
۱۹۵	۲- جلوگیری از تلفات جابجایی
۱۹۵	۳- جلوگیری از تلفات تشعشعی
۱۹۵	جلوگیری از تلفات متفرقه
۱۹۶	انتخاب عایق برای سطوح سردخانه‌ها
۲۰۲	مسائل نمونه حل نشده
۲۰۹	فهرست مراجع