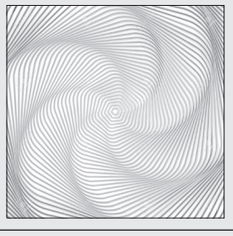
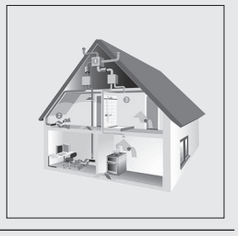
مطالعه مطالب بیشتر در کانال صنعت تهویه و تاسیسات
https://telegram.me/hvacmag

متعادل‌سازی اجزاء سامانه‌های تبرید

مترجم: وحید وکیل الرعایا

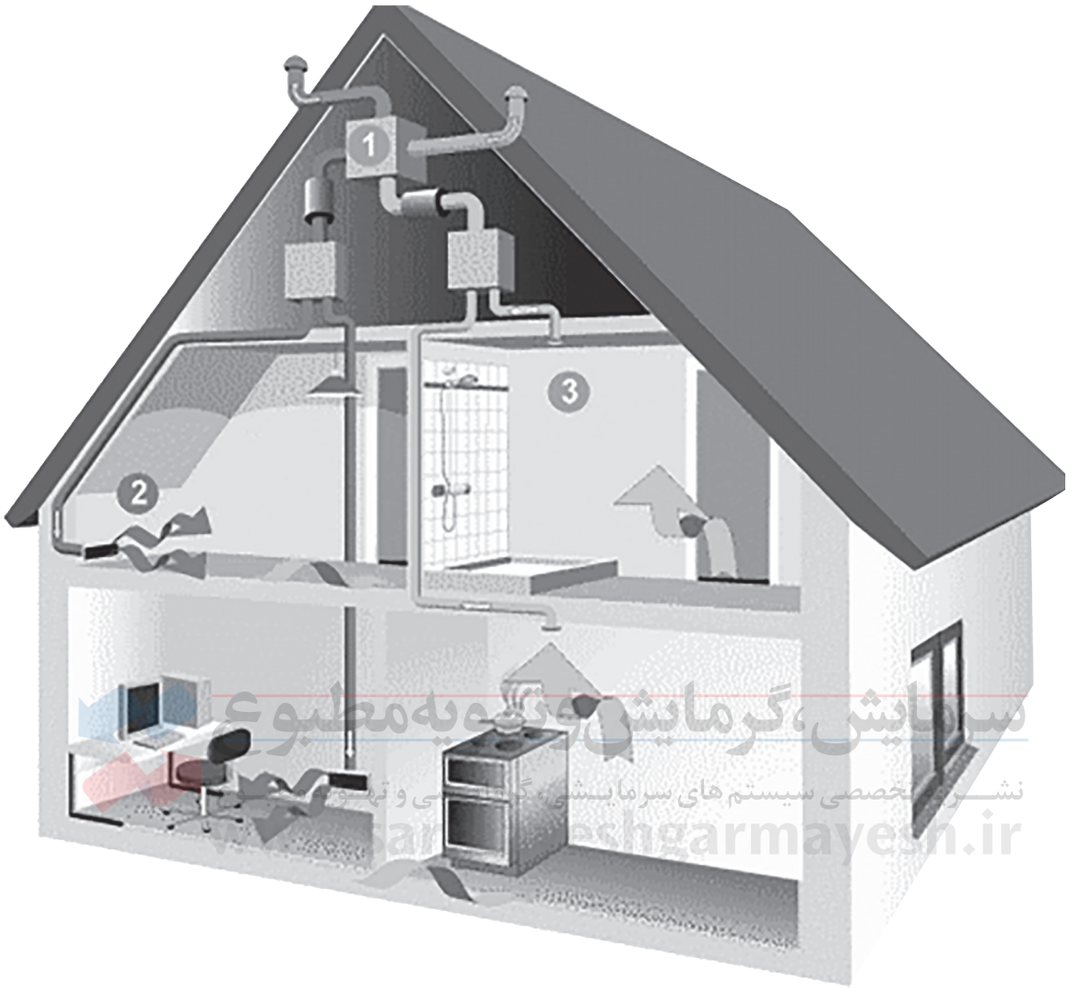
۱- مقدمه

در این مقاله که برگرفته از TC 10.1- سامانه‌های تبرید مهندسی متعارف[1] می‌باشد شیوه‌ها و اجزاء به‌کاررفته در متعادل‌سازی سامانه‌های اصلی تبرید مورد بررسی قرار می‌گیرند. مبرد، سیالی است که در یک سامانه تبرید، برای انتقال حرارت مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیال (مبرد) با جذب گرما در دما/ فشار پایین، گرما را در دما/ فشار بالاتری منتقل می‌سازد. انتقال حرارت می‌تواند موجب تغییر حالت کامل و یا جزئی مبرد اصلی گردد. انتقال انرژی، تابعی از ضرایب انتقال حرارت می‌باشد، که شامل، اختلافات دمایی و مقدار، نوع و پیکربندی (طرح) سطوح انتقال حرارت و در نتیجه شار حرارتی بر روی هر دو سمت تجهیز انتقال حرارت می‌باشد.

1- Custom Engineered Refrigeration Systems

سرمایش، گرمایش و تهویه مطبوع
نشریه تخصصی سیستم های سرمایش، گرمایش و تهویه مطبوع
www.sarmayeshgarmayesh.ir



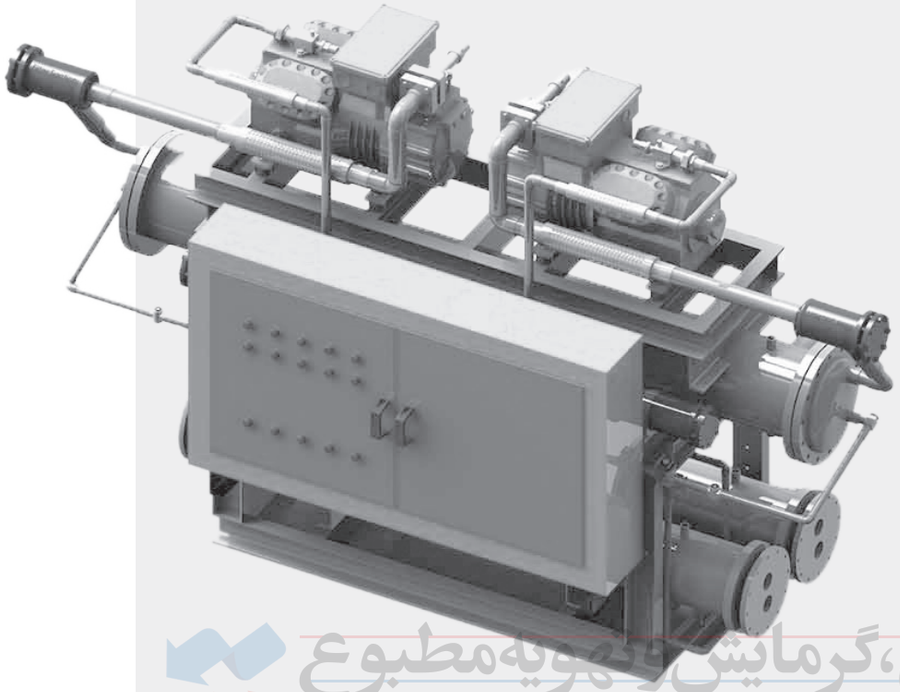
سرمایش، گرمایش و تهویه مطبوع
نشریه تخصصی سیستم های سرمایشی، گرمایشی و تهویه مطبوع
www.sarmayeshgarmayesh.ir

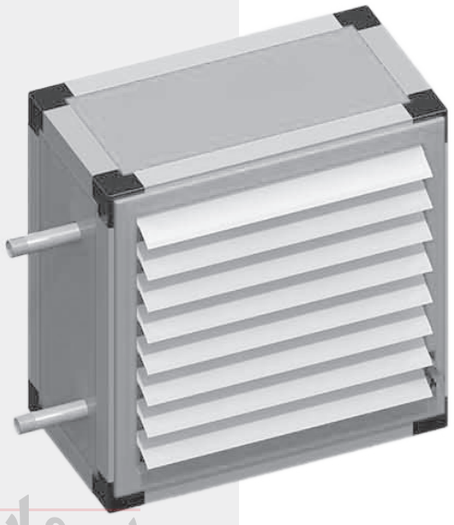
۲- سامانه تبرید

اصول کلی یک سامانه تبرید انبساط- مستقیم متداول به‌دین‌گونه است که یک تبخیرکننده با جذب گرما، مبرد ورودی را تبخیر می‌سازد، و محتوای گرمایی یا آنتالپی مبرد را افزایش می‌دهد و سپس یک کمپرسور، بخار ورودی از تبخیرکننده را از میان لوله‌های مکش به داخل می‌مکد و گاز مبرد را تا دما/ فشار بالاتری متراکم می‌سازد و بعد از آن، گاز مبرد از میان لوله تخلیه به یک چگالنده وارد می‌شود و در چگالنده، گاز مبرد با دفع گرما به یک عامل خنک‌کننده (برای مثال، مبردهای دیگر، هوا، آب، و یا اسپری هوا/ آب)، چگالیده می‌شود. سپس مایع چگالیده به ابزار کاهنده فشار تغذیه می‌گردد و مایع مذکور از طریق عبور سریع از میان ابزار کاهنده سرد شده و جریان آن نیز اندازه‌گیری می‌گردد. سپس مایع سرد مذکور مجدداً به تبخیرکننده برمی‌گردد.

برای کسب اطلاعات بیشتری در مورد سیکل اولیه و اصلی تبرید، به فصل دوم نسخه ۲۰۱۳ مرجع ASHRAE- **اصول بنیادی**[1] مراجعه فرمایید. به طور نظری، تراکم گاز، از یک خط آنتروپی- ثابت پیروی می‌کند. اما در عمل، تراکم آدیاباتیک به دلیل وجود اصطکاک و عدم‌کارآیی‌های دیگر کمپرسور رخ نمی‌دهد. بنابراین، خط تراکم واقعی تاحدی از خط تراکم نظری منحرف می‌گردد. توان ورودی به شفت کمپرسورف به مبرد افزوده می‌گردد، و تراکم ایجاد شده، موجب افزایش فشار، دما، و آنتالپی مبرد می‌شود.

1- fundamentals





سرمایش، گرمایش و تهویه مطبوع
نشـــریه تخصصی سیستم های سرمایـشی، گرمایـشی و تهـویه مطبـوع
www.sarmayeshgarmayesh.ir

در کاربردهایی با نسـبت تراکم زیاد (برای مثال، انجمـاد دما-پایین، کاربردهای چند- دمایی)، از چندین کمپرسـور متوالی برای تراکم کامل گاز مبرد استفاده می‌گردد. در سامانه‌های چند- مرحله‌ای، فوق‌گرم‌زدایی میان- مرحله‌ای گاز تخلیه کمپرسـور مرحله-پایین‌تر، از کمپرسـور مرحله- بالا محافظت می‌کند. همچنین مادون سردسـازی مبرد مایع، در شـرایط میان- مرحلـه‌ای و انتقال آن به تبخیرکننـده موجب بهبود بازده می‌گردد. یک چگالنده دما- متوسـط می‌تواند به عنوان یک ابزار آبشـاری عمل کنـد. یک مبرد دما -پایین فشار- بالا بر روی یک سمت سطح چگالنده آبشاری و از طریق دفع گرما به مبرد- فشار- بالایی که در سمت دیگر سـطح مذکور، در حال جوشش می‌باشد، چگالیده می‌شـود. بخار تولید شده، انرژی خود را به کمپرسور بعدی (یا کمپرسورهای بعدی) منتقل می‌سازد؛ گرمای تراکم نیز، به بخار افزوده می‌گردد و در یک فشار بالاتر، مبرد آخری (نهایی) بر روی سطح چگالنده نهایی چگالیده می‌گردد. گرما نیز به هوا، آب و یا اسپری آبی، دفع می‌شود.

KARAB
Experience of Water Supply
تولیـد کننده انـــواع بوستـر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR
ISO 9001.2008

دماهای اشباع تبخیر و چگالش نیز (چه در صورت استفاده از یک کمپرسور و یا چند کمپرسور)، فشارهای نهایی را در سراسر سامانه، در مقدار ثابتی حفظ می‌کنند.

به‌طورکلی کوچک‌ترین اختلاف میان دماهای تبخیری و چگالشی اشباع، منجر به کم‌ترین نیاز انرژی تراکمی کمپرسور می‌گردد. در صورت وجود شرایط لازم، استفاده از سرمایش و یا مادون سرمایش مبرد مایع می‌تواند موجب بهبود بازده و کمینه‌سازی مصرف انرژی گردد.

درجایی‌که فشارهای متوسط کارکرد سامانه، دارای تنظیم ویژه‌ای نیستند، کمپرسورها به‌طور خودکار در فشارهای مکش و تخلیه مربوطه، به عنوان تابعی از بازده‌های تراکمی و تغییرمکان نسبی‌شان، وابسته به الزامات بار و دما، متعادل می‌گردند. در این مقاله، شیوه به‌کاررفته برای تعیین نقاط تعادلی یک چیلر آب‌نمک متداول مورد بررسی قرار می‌گیرد، اما می‌توان نظریه مذکور را برای سامانه‌های تک و دو مرحله‌ای که دارای انواع مختلفی از تبخیرکننده‌ها، کمپرسورها و چگالنده‌ها می‌باشند نیز به کار برد.

۳- اجزاء

۳-۱- تبخیرکننده‌ها

تبخیرکننده‌ها می‌توانند از نوع مستغرق، انبساط- مستقیم و یا کویل‌های سرمایشی تغذیه- بالای مایع (بدون‌پره و پره‌دار) باشند. تبخیرکننده‌ها برای سرمایش هوا، گازها، مایعات و جامدات به‌کار می‌روند و همچنین برای چگالش مواد فرار، و انجماد محصولات.

تبخیرکننده‌های یخ- ساز، یخ را برای ذخیره انرژی سرمایشی و به‌قصد مصارف بعدی، بر روی هم متراکم می‌سازند. تبخیرکننده‌های صفحه- برجسته برای (۱) سرمایش لایه‌ای از مایع در حال ریزش، (۲) و برای سرمایش، چگالش و یا انجماد مواد فرار جریانی از سیال و یا (۳) برای سرمایش و یا انجماد محصول، از راه تماس مستقیم، مورد استفاده قرارگرفته و در دسترس می‌باشند. چیلرهای سیال صفحه- جوشی یا لحیمی نیز می‌توانند برای بهبود بازده و کاهش شارژ مبرد به‌کار روند.

یخ، موم و مواد غذای دیگر، پس از انجماد، از برخی از سطوح فریزرها، زدوده می‌شوند. بوردهای (تخته‌های) مدار الکترونیکی، محصولات مکانیکی و یا محصولات غذایی (در صورت مجوز) توسط غوطه‌وری مستقیم در مبردهای جوشان، تحت سرمایش فوری (فلش) قرار می‌گیرند. این موارد شامل برخی از کاربردهای متنوع و متضادی می‌باشند که طرح‌های نوآورانه و مواد متفاوتی را برای عمل‌کرد صحیح یک تبخیرکننده نیاز دارند.

۳-۲- کمپرسورها

کمپرسورها می‌توانند از نوع جابجایی- مثبت، جابجایی- پیستونی، پره چرخان، اسکرول، کمپرسورهای تک/ دو خشک‌کنه و اسکرو روان‌ساز- مستغرق

سرمایش، گرمایش و تهویه مطبوع
نشریه تخصصی سیستم های سرمایشی، گرمایشی و تهویه مطبوع
www.sarmayeshgarmayesh.ir

صنایع تهویه ادریسی
EDRISI
Air Conditioning Ind.
www.edrisico.ir

و کمپرسـورهای سـانتریفیوژ تک/ چندمرحله‌ای باشـند و در هر موردی که کنترل‌های ویژه‌ای موردنیاز باشـد، می‌توان کمپرسورهای مذکور را به‌صورت سری و یا موازی با یکدیگر، راه‌اندازی نمود.

درایـو کمپرسـورها می‌تواند از نـوع درزبند مسـتقیم، نیمه‌درزبند و یا محفظه- بازی با درزبندهای مکانیکی بر روی کمپرسـور باشـد. در درایوهای درزبند و نیمه‌درزبند، عدم کارآیی‌هـای (عدم بازده) موتور به‌صورت گرما، به مبرد اضافه می‌گردد. کمپرسـورهای محفظه- باز، به‌وسـیله موتور الکتریکی، مولدهای نیروی پیسـتونی سـوخت- سـوز و یا توربین‌های گازی و یا بخار راه‌اندازی می‌شوند. کلاچ، تسـمه‌ها، و چرخ‌دنده‌های کمکی نیز می‌توانند در درایو کمپرسور به‌کار روند.

۳-۳- چگالنده‌های آبشاری

چگالنده‌های آبشاری با مبردهای فشار- بالا، دما- پایین (نظیر R- ۲۳) بر روی سیکل تحتانی، و مبردهای دما- بالا (نظیر R- ۲۲، آزئوتروپ‌ها و مخلوط مبردها یا زئوتروپ‌ها) بر روی سیکل فوقانی به‌کار برده می‌شوند. چگالنده‌های آبشاری در شکل‌های متعددی شامل پوسته/ لوله، صفحه برجسته، کویل‌های غوطه‌ور، دو- کویله انبسـاط مستقیم، و مبدل‌های حرارتی صفحه- جوشی یا لحیمی ساخته می‌شوند. مبرد فشـار- بالای کمپرسور (های) سیکل تحتانی، در یک دمای متوسـط معین چگالیده می‌شـوند. یک مبرد فشار- پایین مجزا در سـمت دیگری از سـطح، و در دمایی تا حدی کمتر، تبخیر می‌گردد. بخار تشکیل‌شـده از مبرد ثانویه، توسط کمپرسـور (های) سیکل- بالاتر تا هنگام چگالـش آن در یک دمای بـالا، متراکم می‌گردد. درجایی‌که متعادل‌سـازی کمپرسـورهای چند مرحله‌ای برای کاهش دماهای تخلیه کمپرسور مرحله- بالاتر، ضروری باشـد، گاز مکش را در فشارهای میانی فوق‌گرم‌زدایی می‌کنند. همچنیـن فرایند فوق‌گرم‌زدایی موجب کاهش اثرات نامطلوب روغن و کاهش مصرف انرژی می‌گردد. فرایند مادون سرمایشـی موجـب بهبود اثر تبریدی خالص مبرد توزیع شده به تبخیرکننده دما- پایین‌تر- بعدی و کاهش مصرف انرژی سامانه می‌شود. سپس گرمای کلی توسط یک چگالنده دفع می‌گردد.

۳-۴- مادون‌سردکننده‌ها

مادون سـردکننده‌ها می‌توانند از نوع پوسته/ لوله، پوسته/ کویلی، صفحه جوشـی و یا دولوله‌ای باشند. تلفات اصطکاکی موجب کاهش فشار مایع مبرد ورودی به تبخیرکننده می‌گردد. مادون‌سـردکننده‌ها برای بهبود بازده سامانه و همچنیـن برای جلوگیری از تبخیر (تغییـر حالت) مبرد مایع، به دلیل افت فشـار اصطکاکی و افت فشـار ناشـی از حرکت قائم مبـرد در لوله‌ها، به کار می‌روند. مبردهای مخلوطی (زئوتروپ‌ها) برای ایجاد خزش دمایی[1] در سـمت

1- خـزش دمایی (temperature glide): در فشـار ثابت، اختلاف بین دمای بخار اشباع و دمای مایع اشباع را خزش دمایی مبرد می‌نامند.

سرمایش، گرمایش و تهویه مطبوع
مشاوره تخصصی سیستم های سرمایشی و گرمایشی و تهویه مطبوع
www.sarmayeshgarmayesh.ir

KARAB
Experience of Water Supply
تولیـد کننده انـواع بوسـتر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR
ISO 9001.2008

تبخیرکننده، به همراه طرح‌های کویلی یا لوله مارپیچی انبساط- مستقیم- داخل لوله‌ای به‌کار می‌روند. در این مورد، خزش دمایی از نقطه حبابی (نقطه جوش)[1] تا نقطه شـــبنم، موجب بهبود بازده و کاهش میزان سطح حرارتی مادون سردکننده می‌گردد. یک پوسته مستغرق برای تبخیر مبرد، تنها نیازمند استفاده از دمای نقطه شبنم بالاتری است.

۳-۵- کولرهای روان‌ساز

کولرهای روان‌ســـاز موجب رفع گرمای اصطکاکی، و بخشـــی از فوق‌گرمایش تراکمی می‌شوند. معمولاً گرما توسط آب، هوا و یا یک مبرد انبساط- مستقیم دفع می‌گردد.

۳-۶- چگالنده

چگالنده‌های به کار رفته برای دفع گرمای سامانه‌های تبرید، در طرح‌های استاندارد مختلفی نظیر پوسته/ لوله آب‌خنک و یا آب‌نمک- خنک و همچنین نوع پوســـته/ کویلی، صفحه/ قابی یا دو لوله‌ای دردســـترس می‌باشند. مدل‌های ریزش آبشاری و یا پاششی آب بر روی صفحه و یا کویل مارپیچی و چگالنده‌های کویلی/ پره‌دار هوا- خنک. چگالنده‌های خاص پمپ‌های گرمایی نیز در طرح‌های دیگری نظیر لوله/ زمینی و دســـته‌لوله غوطه‌ور و یا چگالنده‌های کویلی استوانه‌ای و مارپیچی مختلفی که حمام‌های جوشش و یا سیال‌های تک‌فاز را گرم می‌کنند، در دسترس می‌باشند.

۴- انتخاب نقاط تعادلی طراحی

بار تبرید در هر فشار انتخابی تبخیرکننده، خواص مبرد، دمای مبرد مایع ورودی به هر تبخیرکننده، و طراحی تبخیرکننده، ازجمله عواملی هســـتند که نرخ جریان مبرد مورد نیاز ســـامانه را تعیین می‌کنند. نرخ‌های جریان بیشـــتر مبرد که برای ســـرمایش مایع مبرد، فوق‌گرم‌زدایی و خنک‌کاری روان‌ساز کمپرسور (در صورت استفاده) استفاده می‌شوند، به دماهای تثبیت‌شده مبرد مایع و فشارهای میانی وابسته هستند.

برای یک مبرد، و نرخ جریان معین، افت فشـــار خط مکش، دمای گاز مکش، نســـبت فشـــار و جابجایی (میزان تغییر مکان) و بازده حجمی، عواملی هســـتند که اندازه و سرعت چرخش کمپرســـور جابجایی- مثبت را تعیین می‌کنند. در نرخ‌های جریان پایین، به‌ویژه در دماهای بسیار کم و در خطوط مکش طولانی، افزایش گرمای ورودی از طریق عایق‌بندی، می‌تواند موجب افزایش قابل توجهی در دمای مکش گردد. همچنین در نرخ‌های پایین جریان، یک محفظه کمپرسور، و پلنیوم مکش بزرگ و گرم می‌تواند قبل از تراکم مبرد، موجب گرمایش بیشتر آن شود. ازدیاد گرمای مذکور موجب افزایش جابجایی (تغییرمکان) مورد نیاز کمپرسور جابجایی- مثبت می‌شود. سازنده کمپرســـور باید ضرایب فوق گرمایشـــی مناسبی را برای اســـتفاده، توصیه کند. دمای نهایی گاز مکش ناشی از گرم‌شدگی خط مکش به وسیله روش تکراری، محاسبه می‌شود.

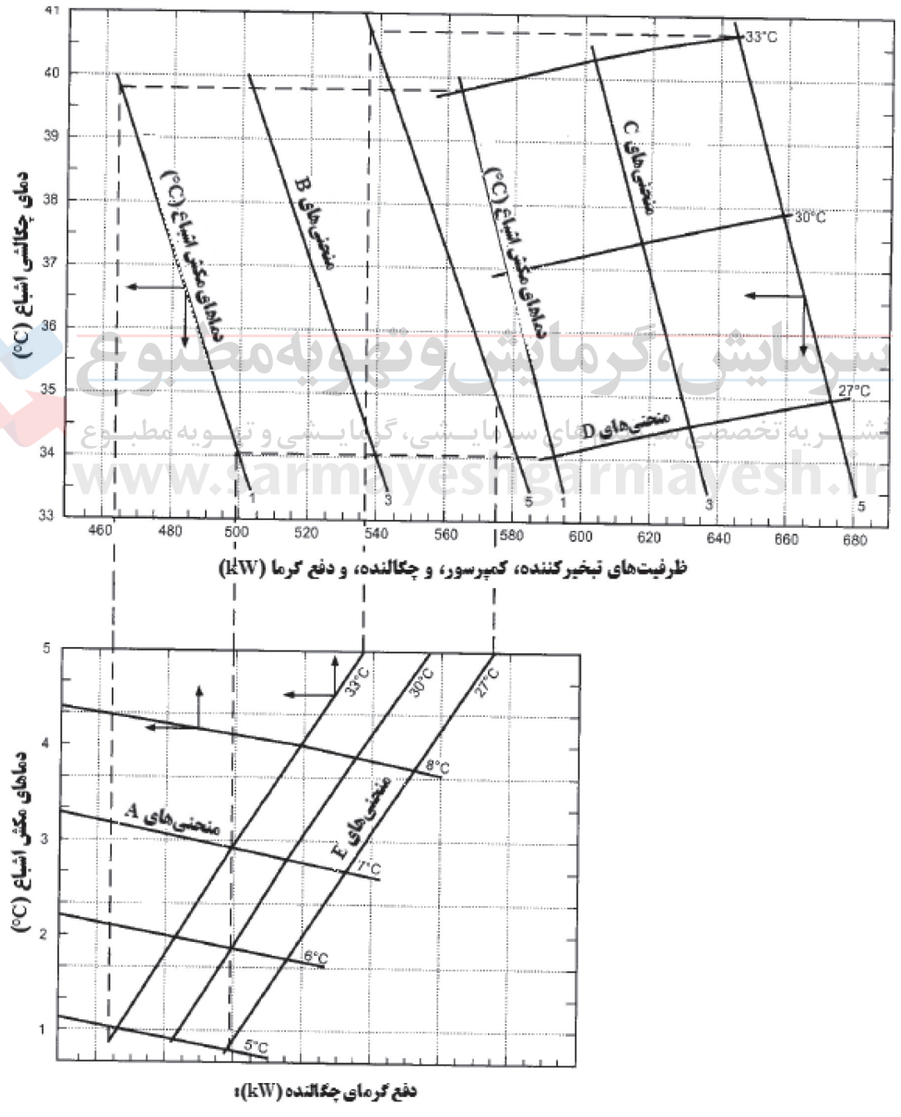
به دلیل فوق‌گرم‌شدگی بیشتر گاز مکش، نگرانی دیگری نیز در مورد مصرف بیشتر انرژی مورد نیاز تراکم مبرد، تا فشار تعیین شده چگالنده وجود دارد. این مورد را می‌توانید به‌وســـیله بررســـی دیاگرام آنتالپی/ فشار هر مبرد خاصی نظیر R-۲۲ که در شکل ۲ فصل ۳۰

1- نقطه حبابی (bubble point): در ترمودینامیک، نقطه حبابی، دمایی (در یک فشـــار معین) اســـت که اولین حباب بخار ناشی از گرمایش مایع متشکل از دو یا چند جزء، تشکیل می‌شود.

سرمایش گرمایش و تهویه مطبوع
www.sarmaveshgarmavesh.ir

صنایع تهویه ادریسی
EDRISI
www.edrisico.ir

نسـخه ۲۰۱۳ مرجع ASHRAE- اصول بنیادی[1] نشان داده شده است، مشـاهده فرمایید. با توجه به افزایش فوق‌گرم‌شدگی مکش در طـول محور افقی، شـیب‌های خطوط آنتروپی- ثابت تراکمی، کاهش می‌یابند. در نتیجه این مـورد، تغییر آنتالپی بزرگ‌تری برای ایجاد یک افزایش فشـار معین، نیاز می‌باشـد. در نتیجه برای یک جریان معین، توان مورد نیاز تراکم مبرد افزایش می‌یابد. در کمپرسـورهای سـانتریفیوژ، ظرفیت پمپاژ به قطر و سرعت چرخ کمپرسور، و به جریان حجمی و سرعت آکوستیک مبرد در ورودی مکش وابسته است. در صورت نیاز شدید فشار ترمودینامیکی، برای سرعت و جریان حجمی معین، کمپرسور سانتریفیوژ دست‌خوش جریان برگشتی و تغییر ناگهانی و سریع جریان می‌شود.



1- Fundamentals

KARAB Experience of Water Supply
تولیـد کننده انـواع بوسـتر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR ISO 9001.2008

شکل ۱: منحنی تعادلی چیلر آب نمک

کارآیی تاسیسات خنک‌سازی آب‌نمک با استفاده از کمپرسور پیستونی R-22 تک- مرحله‌ای با نرخ‌های جریان ثابت آب‌نمک و چگالنده

منحنی‌های A
ظرفیت کولر آب‌نمک درمقابل دماهای مکش اشباع (°C)، در سه دمای مختلف آب‌نمک.
منحنی‌های B
ظرفیت‌های کمپرسور درمقابل دماهای مکش و چگالشی اشباع (°C).
منحنی‌های C
دفع گرما از کمپرسور به چگالنده ازطریق مبرد کازی تخلیه،
درمقابل دماهای مکش و چگالشی اشباع (°C).
منحنی‌های D
دمای تغذیه آب خنک‌کننده و کارآیی چگالنده (kW)
درمقابل دماهای چگالشی اشباع (°C).
منحنی‌های E
کارآیی ترکیبی کمپرسور و چگالنده، در تناظر با کارآیی تبخیرکننده،
درمقابل دمای مکش اشباع (°C) در سه دمای ورودی آب خنک‌کننده مختلف.

شـــکل ۱ مجموعه‌ای از نمونه‌منحنی‌های نشان‌گر ظرفیت‌های بیشینه تبرید را برای تاسیسات خنک‌کننده آب‌نمک، نشان می‌دهد. در این نمونه (**شکل ۱**)، تنها یک نوع از کمپرسور جابجایی- مثبت، به‌همراه یک چگالنده آب- خنک موجود در یک سامانه تک‌مرحله‌ای عمل‌کننده در شرایط حالت- پایدار، نمایش داده شده است. شکل مذکور در واقع یک شیوه ترسیمی برای تشریح قانون اول ترمودینامیک، به همراه موازنه انرژی اعمال‌شده برای سامانه تبرید می‌باشد.

مجموعه‌ای از منحنی‌های تقریباً موازی (A)، ظرفیت کولر را در دماهای مختلف آب‌نمک، و درمقابل دمای مکش اشـــباع (شـــرایط فشـــاری) کمپرســـور، و با امکان افت‌های فشار خط مکش نشـــان می‌دهد. منحنی‌های B بیان‌گر ظرفیت‌های کمپرسور در شرایط تغییر دمای مکش اشـــباع و دمای چگالنده اشباع (شرایط فشاری) می‌باشـــند. منحنی‌های C، گرمای منتقل‌شده به چگالنده توسط کمپرسور را نشـــان می‌دهند. گرمای انتقالی مذکور، توســـط جمع ورودی گرمایی در تبخیرکننده، با انرژی منتقل‌شـــده به مبرد توسط کمپرسور محاســـبه می‌گردد. منحنی‌های D کارآیی چگالنده را در دماهای اشـــباع مختلف چگالنده و با توجه به تغییر دمای ورودی مقدار ثابتی از آب خنک‌کننده، نشان می‌دهد.

منحنی‌های E، کارآیی مجموع (ترکیبی) کمپرســـور و چگالنده را به عنوان یک «واحد چگالشی» در دماهای مکش اشباع مختلف و برای دماهای آب خنک‌کننده مختلف نشان می‌دهد. منحنی‌های مذکور به صورت متقاطع، از منحنی‌های C و D به‌پایین و به مجموعه‌ای از منحنی‌های کولر آب‌نمک، که توسط خط‌چین‌های کمکی، برای دماهای آب خنک‌کننده ۲۷ و ۳۳° C، ترسیم شده‌اند، متصل شده‌اند. مجموعه دیگری از خطوط کمکی (در شـــکل نشـــان داده نشده است) نیز برای آب خنک‌کننده ۳۰ ° C به‌کاررفته‌اند. برای تعریف بهتر و مناسب‌تر منحنی‌ها، تعداد خطوط کمکی به کار رفته را می‌توان بنا به ضرورت افزایش داد (معمولاً بیش از ۳ خط کمکی، به ازاء هر خط کارآیی واحد- چگالشی به کار نمی‌رود).

محل تقاطع منحنی‌های A و E نشـــان‌گر ظرفیت‌های بیشـــینه کل ســـامانه در شـــرایط ذکر شده در شـــکل می‌باشند. برای مثال، منحنی‌های مذکور نشان می‌دهند که سامانه مذکور برای سرمایش آب‌نمک تا دمای ۷°C در مکش (اشباع) ۲/۸° C و با استفاده از آب خنک‌کننده ۲۷°C، دارای ظرفیت ۵۳۲ کیلووات تبرید می‌باشد و همچنین دردمای آب خنک‌کننده۳۳° C، درصورتی‌که دمای موردنیاز آب‌نمک ۶° C و دمای مکش اشـــباع، ۱/۷ °C باشد، ظرفیت سامانه تا ۴۸۳ کیلووات تبرید کاهش می‌یابد. دمای چگالشی اشباع متناظر برای آب‌نمک ۶° C به همراه دمای مکش ۲/۸°C و با استفاده از آب ۲۷°C به‌طور ترسیمی بر روی خط کولر آب‌نمکی با ظرفیت ۵۳۲ کیلووات تبرید و برای تطابق با خط دمای مکش اشـــباع ۲/۸°C جدیداً ترسیم‌شـــده (موازی با خطوط ۱ و۳° C) طرح شـــده است. در این محل برخورد، یک خط افقی را برای تقاطع با مقیاس دمای چگالشـــی اشـــباع قائم در ۳۴/۲°C ترسیم کنید. دفع گرمای چگالنده از منحنی‌های C و در یک نقطه تعادلی معین، قابل تشخیص است.

معادله پایین شـــکل ۱ را می‌توان برای تعیین توان شفتی موردنیاز کمپرسور، برای هر نقطه تعادلی معین، به‌کار برد. می‌توان مجموعه

صنایع تهویه ادریسی
EDRISI
www.edrisico.ir

ششـــم منحنی‌ها را برای نمایش توان موردنیاز، به‌عنوان تابعی از ظرفیت، در مقابل دماهای مکش اشباع و دماهای چگالشی اشباع ترسیم نمود.

شیوه مشـــابهی را می‌توان برای محاســـبه کارآیی سامانه آبشـــاری به کار برد. برای ایجاد یک طرح متقاطع ترســـیمی از ســـامانه تبرید دما- بالای سیکل- فوقانی، می‌توان گرمای دفع شده در چگالنده آبشاری را به‌عنوان بار چیلر در نظر گرفت.

برای ســـرمایش هـــوا در تبخیرکننده (هـــا)، و برای دفع گرمای چگالنده به هوای محیط، و یا چگالنده‌های تبخیری، از شیوه‌های مشـــابهی استفاده کنید. در صورت آگاهی از مفاهیم اصلی ترکیب معادل انرژی مکانیکی و گرمایی، کارآیی کویل‌ها و تجهیزات انبســـاطی نظیر شیرهای انبســـاطی ترموستاتی را نیز می‌توان به صورت ترســـیمی رسم نمود. فصل دوم از نسخه ۲۰۱۳ مرجع ASHRAE- **اصول بنیادی**، اطلاعات بیشتری را ارائه می‌دهد.

شـــیوه مذکور، نقاط تعادلـــی طبیعی کمپرســـورها را در ظرفیت‌های بیشـــنه کاری‌شـــان نشـــان می‌دهد. برای بارهای چند مرحله‌ای، در چندین دمای عملیاتی خاص، روش معمول کنترل ظرفیت‌های کمپرسور، شامل کنترل فشار مکش و ابزار کنترلی ظرفیت کمپرســـور می‌باشد. در شـــیوه کنترلی اشاره شده، به‌جای تامین شـــرایطی برای تشخیص نقطه تعادلی هر کمپرسور، هم‌ســـازی عدم‌تطابق‌های قابلیت‌های متفاوت پمپاژ کمپرسورهای چند- مرحله‌ای انجام می‌گیرد.

می‌توان با توســـعه برنامه‌های کامپیوتری، از این برنامه‌ها برای تعیین نقاط تعادلی سامانه‌های پیچیده استفاده کرد. با این وجود، به‌دلیل تنوع و تفاوت موجود در کاربردها، کمپرسورها، و طرح‌های لوله‌کشی، بسیاری از طراحان، برای اجزاء و تجهیزات انتخاب‌شده، از داده‌های کارآیی ظرفیت فروشندگان تجهیزات و نقاط تعادلی طرح‌های ترسیمی استفاده می‌کنند. برنامه‌های کامپیوتری خاصی نیز برای اجزاء و تجهیزات ویژه، دردسترس می‌باشند که موجب تسریع این فرایند می‌گردند.

۵- موازنه جرم و انرژی

تحلیل با قاعده و نقطه- به- نقطه سامانه (شامل لوله‌کشی) برای محاســـبه افت‌های فشـــاری و افزایش گرمـــا، به ویژه در خطوط مکـــش طولانی، الزامی می‌باشـــد. به‌ویژه چگالنده‌های هوا- خنک معمولاً دارای افت‌های فشـــار بزرگی هســـتند، که باید برای برآورد یک تعـــادل واقع‌گرایانه، در تحلیل مورد نظر لحاظ گردند. ترســـیم نمودار جریان سامانه با فشارها و دماهای موردنظـــر، بارها، آنتالپی‌ها، نرخ‌های جریـــان و مصارف انرژی، می‌تواند به تشـــخیص تمامی عوامل و اجـــزاء تاثیرگذار، کمک کند.

همچنین موازنه کلی جرم و انرژی ســـامانه برای اجتناب از اشـــتباهات احتمالی، ضروری می‌باشد. کل سامانه تشریح‌شده توسط نمودار کامل جریان باید توسط خطوط نقطه‌چین محصور گردد. ورودی‌ها و خروجی‌های انرژی سامانه که تاثیر مستقیمی

سرمایش و گرمایش سرمایش
www.sarmayeshgarmayesh.ir

KARAB
Experience of Water Supply
تولیـد کننده انـــواع بوستـــر پمپ
WWW.KARABCO.COM
AGR
ISO 9001.2008

بر محتوای گرمایی مبرد دارند، باید خط نقطه‌چین مذکور را قطع کرده، و در معادلات موازنه انرژی وارد گردند. برآوردهای دقیقی از تاثیر افزایشی گرمای محیط ورودی به سامانه از طریق عایق‌بندی و تلفات گرمایی ناشی از خطوط تخلیه (در صورت بزرگی مقادیر آن‌ها) موجب بهبود جامعیت (فراگیری) موازنه انرژی و افزایش دقت در انتخاب تجهیزات می‌گردد.

بارهای چگالنده آبشاری و بارهای مادون‌سردکننده و یا فوق‌گرم‌زدایی منتقل‌شده توسط مبرد، جزء بارهای داخلی سامانه می‌باشند و نباید در موازنه کلی انرژی وارد گردند. کل انرژی ورودی به سامانه، برابر با کل انرژی خروجی از سامانه می‌باشد. درصورت عدم‌توازن انرژی (با روادارای‌های معقول) در محاسبات انجام شده، احتمالاً موردی (یک و یا برخی از انرژی‌های ورودی یا خروجی) از قلم افتاده است و یا اشتباهی صورت گرفته است که در هر دو مورد باید محاسبات مذکور تصحیح گردند.

شیوه پوش نقطه‌چین را می‌توان برای هر بخشی از سامانه به‌کار برد، اما تمامی انرژی‌های انتقالی بخش مذکور، که شامل آنتالپی‌ها، و نرخ‌های جریان جرمی جریان‌هایی هستند که پوش نقطه‌چین را قطع می‌کنند، باید در معادلات لحاظ گردند.

۶- کارآیی سامانه

ابزارهای اندازه‌گیری و حس‌گرهای مناسب، و شرایط صحیح موردنیاز سایت کاری، برای محاسبه یک موازنه انرژی دقیق و جامع سامانه درحال‌کار، به‌ندرت کفایت می‌کنند. چگالنده‌های آب- خنک و کولرهای روغن به‌کاررفته برای دفع گرما، و استفاده از درایوهای موتور الکتریکی (در صورت دردسترس بودن بازده موتور و منحنی‌های ضریب توان)، بهترین گزینه برای برآورد کارآیی واقعی اجزاء منفرد یک سامانه هستند. بارهای گرمایی تبخیرکننده را می‌توان از دفع گرمای اندازه‌گیری‌شده، و ورودی‌های انرژی مکانیکی ناشی از آن، و یا ورودی‌های الکتریکی اندازه‌گیری‌شده، به‌دست آورد. یک نمودار جریان جامع، به ممیزی میدانی (در محل نصب سامانه) سامانه کمک می‌کند.

ابزارهای تشخیصی جریان مواد سردکننده مختلف، با درجات دقت متفاوت برای اجرای اندازه‌گیری، از داخل و خارج لوله‌ها، دردسترس می‌باشند. در برخی از موارد، نرخ‌های جریان را می‌توان به‌سادگی توسط اندازه‌گیری وزن، و یا اندازه‌گیری توده‌ای از ماده سردکننده در طول یک دوره زمانی کوتاه، برآورد کرد.

ابزارهای اندازه‌گیری فشار و دما باید کاملاً کالیبره شوند، و همچنین باید دارای دقت کافی و مناسبی نیز باشند. برای کسب قرائت‌های همزمان جامع، استفاده از ابزارهای پایشی (اسکن‌کننده) دیجیتال کالیبره شده، بهترین نتیجه را دربر دارند. همیشه توان‌سنج‌های الکتریکی، قابل‌دسترس نیستند و در نتیجه ولتاژ و جریان هر قسمت از یک اتصال توان موتور، باید اندازه‌گیری گردد. افت‌های ولتاژ خطوط طولانی توان، در هنگامی‌که نقاط اندازه‌گیری ولتاژ، بسیار دورتر از موتور هستند، باید محاسبه گردد. منحنی‌های بار موتور در مقابل بازده و منحنی‌های ضریب قدرت باید برای تعیین خروجی موتور به سامانه، استفاده گردند.

چرخ‌دنده‌ها و درایوهای تسمه‌ای و یا زنجیری، موجب تلفات اصطکاکی و افت‌های توان سیم‌پیچی می‌شوند که باید در هر تحلیل منطقی و واقعی لحاظ شوند.

جریان‌ها و آنتالپی‌های گازهای خروجی احتراق موتور و یا توربین گازی، به‌علاوه ورودی‌های هوا و سرعت‌ها باید در نظر گرفته شوند. در این مورد، برای برآورد ورودی انرژی به داخل سامانه، باید به منحنی‌های کارآیی ارائه شده توسط فروشنده اتکا کرد.

لازمه محاسبه کارآیی توربین بخار، اندازه‌گیری‌های سرعت توربین، فشارها و دماهای بخار، و جریان جرمی مواد چگالیده و همچنین اعتماد به منحنی‌های کارآیی ارائه شده توسط فروشنده، برای تشریح صحیح شرایط مکانیکی جاری می‌باشد. معمولاً کارکنان تاسیسات مذکور، برای کسب داده‌های عملیاتی، در مقادیر کارآیی معین شده، دچار مشکل می‌شوند.

به دلیل تغییر دمای محیط، و حوزه وسیع اندازه‌گیری‌های موردنیاز جریان هوا، اندازه‌گیری دقیق دفع گرما از چگالنده‌های تبخیری و هوا- خنک و یا کولرها، بسیار مشکل می‌باشد. غالباً مهم‌ترین عوامل مشکل‌ساز، شامل تغییر وسیع و یا تناوبی (سیکلی) جریان‌های فرایند، دماهای فرایند، و بارهای تبرید محصول می‌باشند. بارگذاری نادرست گاز- داغ و تطابقات (یا در واقع تغییرات) پیوسته ظرفیت کمپرسور، موجب پیچیدگی تلاش‌های صورت‌گرفته، برای تحلیل منطقی می‌شوند.

پیش‌بینی و اندازه‌گیری کارآیی سامانه‌هایی که از مبردهای مخلوطی (زئوتروپ‌ها) استفاده می‌کنند، به‌دلیل تغییرات دمایی بین نقاط حبابی و نقاط شبنم، امری بسیار چالش‌برانگیز است.

با این وجود، شرایط آرمانی تقریباً حالت- پایدار بارها و جریان‌ها، با کمترین تغییرات، در برخی از مواقع، برای یک تحلیل منطقی کفایت می‌کند. سامانه‌های کنترل‌شده- کامپیوتری می‌توانند داده‌های لازم را برای تحلیل دقیق‌تر سامانه فراهم سازند. چندین مجموعه از داده‌های تقریباً همزمان در تمامی نقاط و در طول یک فاصله زمانی کوتاه، موجب بهبود دقت محاسبات کارآیی یک سامانه معین می‌شوند. در تمامی موارد، چگالنده‌هایی با پالایش مناسب و رفع آلودگی (به دلیل میزان روان‌ساز بیش از حد) مبرد تبخیرکننده‌ها، برای تعیین قابلیت‌های دقیق سامانه ضروری می‌باشند.

www.sarmayeshgarmayesh.ir

صنایع تهویه ادریسی
EDRISI
www.edrisico.ir