روشهای کنترل فشار تقطیر چیلرهای آب خنک

از : حمید دارابی
مدرس و کارشناس تأسیسات

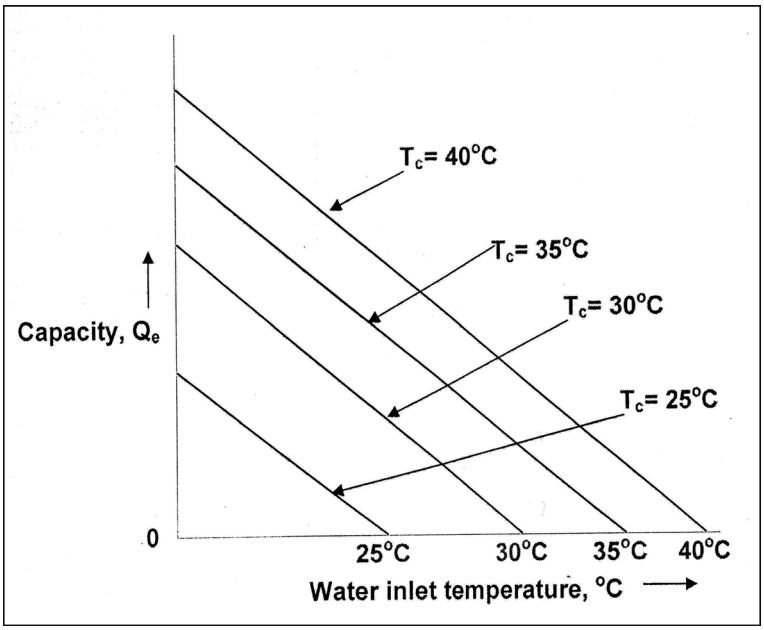
مقدمه

در سیستمهای تبرید و تهویه‌مطبوع کاهش دمای محیط و همزمان کاهش فشار تقطیر کمپرسور (condensing pressure) ظرفیت شیر انبساط ترموستاتیکی را کاهش داده و این پدیده در مورد دستگاههایی که کندانسور آنها آبی است و با برج خنک‌کن کار می‌کنند موجب کاهش ظرفیت سرمادهی دستگاهها خواهد شد.

برای درک بهتر این موضوع به نمودار ۱ توجه کنید که عملاً کاهش دمای تقطیر موجب اُفت ظرفیت سرمایی دستگاه شده و تعادل سیستم را به هم خواهد زد، زیرا ظرفیت شیر انبساط ترموستاتیکی به اختلاف فشار دو طرف آن بستگی دارد و هرچقدر این اختلاف فشار بیشتر باشد ظرفیت آن افزایش پیدا خواهد کرد. به خوبی می‌دانید که فشار ورودی شیر انبساط رابطه مستقیم با دمای تقطیر دارد؛ اگر فشار ورودی به شیر انبساط در اثر کاهش دمای آب کندانسور کاهش پیدا کند تعادل شیر انبساط به هم خورده و این خطر وجود خواهد داشت که شیر انبساط تبدیل به یک عنصر ساده شده و کارایی خود را در سیستم تبرید از دست بدهد و فقط قطعه‌ای برای عبور مایع مبرد در سیکل تبرید خواهد بود.

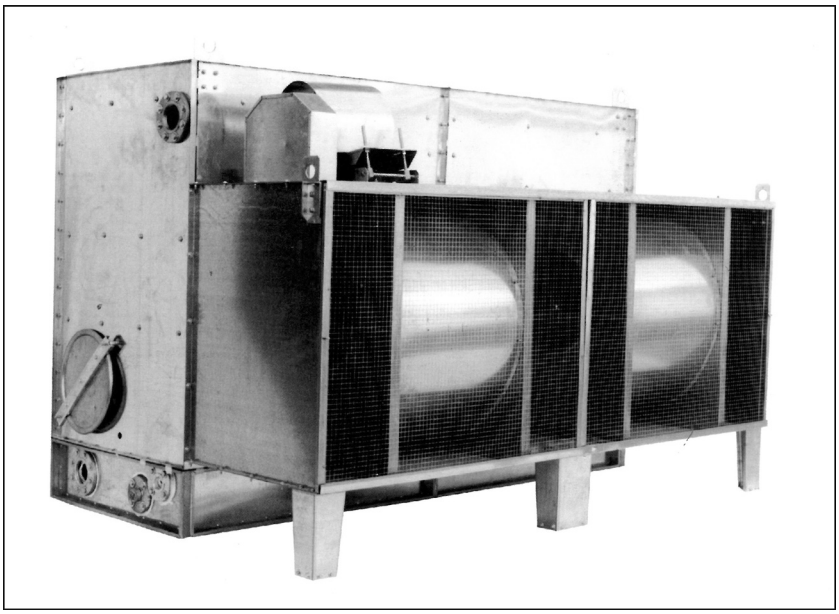
به طور مثال در سیستمی که مبرد آن از نوع R-22 می‌باشد در صورتی که به دلیل کاهش دمای محیط، فشار رانش کمپرسور به مرز ۱۸۰ پوند بر اینچ مربع برسد و تحت این شرایط دبی آب کندانسور ثابت باشد، کارکرد دستگاه وارد مرحله خطرناکی شده و در صورتی که کاهش فشار رانش همچنان ادامه داشته باشد علاوه بر کاهش ظرفیت سرمایی دستگاه، اختلاف فشار بین ورودی و خروجی شیر انبساط کم شده و عملکرد آن دچار مشکل خواهد شد.

تجربه نشان داده است که هنگام



نمودار ۱ : اثرات کاهش دما بر ظرفیت سرمادهی یک سیستم تبرید

کارکرد یک چیلر آب خنک در طی شبانه روز ممکن است در بعضی از ساعات دمای هوا کاهش یافته و در صورت ادامه کار برج خنک کن با حداکثر ظرفیت تحت این شرایط، آب ورودی بـــه کندانسور چیلر اُفت دما پیدا کرده و به مرز ۲۶ درجه سانتیگراد می‌رسد که همانگونه که قبلاً ذکر شد این امر موجب کاهش فشار تقطیر و اختلال در عملکرد شیر انبساط سیستم تراکمی خواهد شد. در این راستا باید تدابیری اندیشید تا هنگامی که هوا خنک شده و سیستم تراکمی در حال کار می باشد از کاهش بیش از حد دمای آب ورودی به کندانسور دستگاه جلوگیری به عمل آمده و همواره دمای آب ورودی به کندانسور مطابق توصیه شرکت سازنده و در حد متعارف نگه داشته شود تا چیلر آب خنک در شرایط پایدار و با حداکثر راندمان به کار خود ادامه دهد. از این رو در ایران شرکتهای سازنده چیلر با توجه به تغییرات دما در فصول بهار و پاییز روشهایی را جهت کنترل دمای آب خروجی از برج خنک کن به کار می برند که در ادامه به تشریح آنها خواهیم پرداخت.



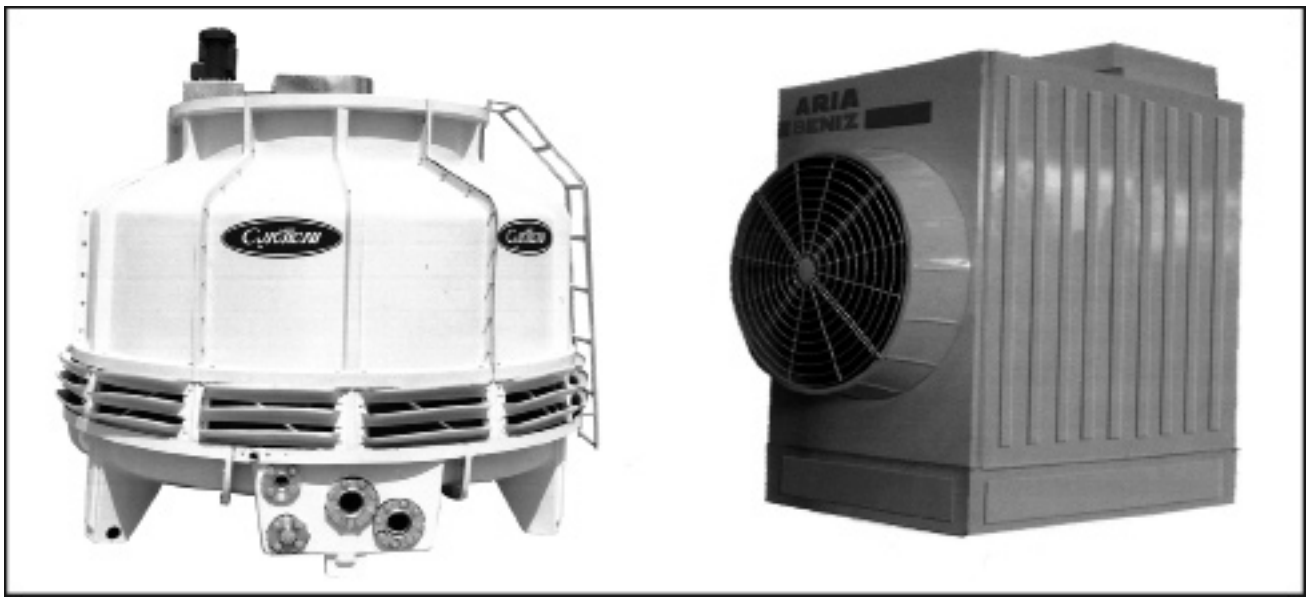
شکل ۱ : برج خنک کن دارای دو واحد بادزن سانتریفوژ که در هنگام تغییرات دما می توان یک واحد آن را با ترموستات روشن و خاموش نمود.

۱- روشن و خـــامـــوش کـــردن بادزنهای برج خنک‌کن

ساده ترین راه کنترل دمـــــای آب ورودی به کندانسورهای دستگاههـــای آب خنک روشن و خاموش کـــردن بادزنهای برج خنک کن است (شکل ۱). در این روش با کاهش دمـــــای آب ورودی به کندانسور، تـــوسط تـــرموستات بادزنهای بـــرج خنک کن را خـــــاموش می کنند تا دبی هوای عبوری از سطوح انتقال حرارت (Fill Packing) بـــرج خنک کن کاهش پیدا کند که این امر باعث بالا رفتن فشار رانش کمپـــرسور و کارکرد دستگاه در شرایط مطلوب خواهد شد. این روش برای چیلرهایی توصیه می شود که برج خنک کن آنها دارای چندین بادزن بوده و ترموستات با تغییر دمای محیط فقط بخشی از بادزنها را روشن و خاموش کند و تحت هیچ شرایطی تمامی بادزنها متوقف نشوند، چون به دلیل قطع کامل جریان هوا از روی سطوح انتقال حرارت، نوسان تغییرات فشار رانش غیـــرمعقول و دستگـــاه از حـــــالت تعادل خارج خـــواهد شد.

۲- کنتـرل سرعت بادزن برج خنک کن بـــا الکتروموتور دوسرعته

در این روش می توان به منظور بهبود عملکرد فشار رانش کمپرسور به جای روشن و خاموش کردن بادزن از الکتروموتورهای دو سرعته استفاده کرد. چگونگی کنترل در این حالت مشابه روش قبلی است با این تفاوت کـــه از یک ترموستات دو مرحله ای استفاده می شود و یک مرحلهٔ کنترل اضافـــه شده است. پـــایداری فشار رانش در ایـــــن روش بهتر صورت می گیرد.



شکل ۲ : دو نمونه برج خنک کن که نصب کنترل دور متغیر برای آنها بهترین گزینه است.

۳- کنترل سرعت بادزن با استفاده از کنترل دور (INVERTER)

این روش برای کنترل ظرفیت برجهای خنک کن به خوبی جواب داده است، زیرا دمای آب خروجی برج خنک کن با تغییرات ناچیز تحت کنترل بوده و همواره فشار رانش کمپرسور در محدوده ثابتی پایدار شده و سیستم شرایط مطلوبی خواهد داشت. در این روش حسگر، دمای آب ورودی به کندانسور را اندازه گرفته و سیگنالی را به کنترل دور (INVERTER) ارسال می‌کند و کنترل دور، سرعت دوران بادزن برج خنک کن را در شرایطی قرار خواهد داد که همیشه دمای آب ورودی به کندانسور ثابت بماند.

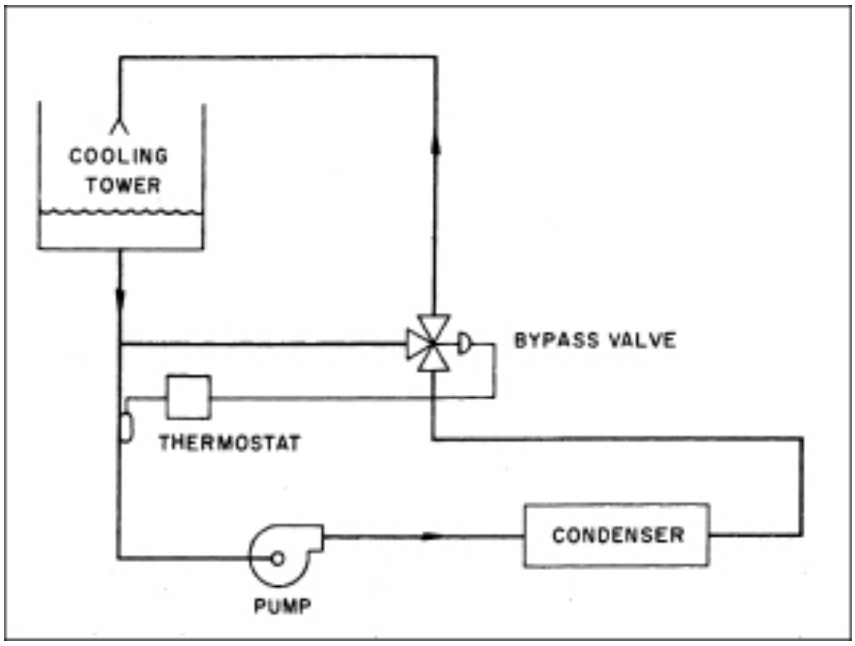
این روش کنترل برای برجهای خنک کن که دارای یک واحد بادزن می‌باشند توصیه می‌شود. در حال حاضر شرکتهای سازنده برج خنک کن نوع FRP این روش کنترل را برای تولیدات خود به صورت یک روش استاندارد تعبیه و به مشتریان پیشنهاد می‌کنند. در شکل ۲، دو نمونه برج خنک کن که نصب کنترل دور متغیر برای آنها توصیه می‌شود نشان داده شده است.

هنگام استفاده از محرکهای دور متغیر برای برجهای خنک کن باید به موارد زیر توجه کرد :

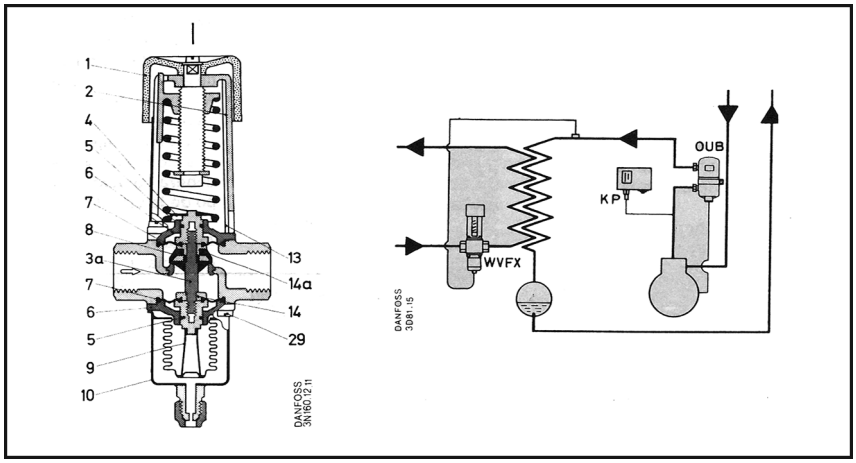
- بادزن دستگاه در محدوده سرعت بحرانی خود کار نکند.
- چنانچه از گیربکس برای بادزن برج خنک کن استفاده شده است، قبل از نصب کنترل دور متغیر، با شرکت سازنده مشورت نمایید.
- استفاده از سیستم کنترل دور متغیر برای الکتروموتورهای کوچک صرفهٔ اقتصادی ندارد.
- سیستمهای کنترل دور متغیر باید دارای مکانیزمی باشند تا چنانچه به هر دلیل دچار مشکل شوند بتوان بادزن برج خنک‌کن را بطور موقت به روش معمول به کار انداخت. در این حالت بادزنها تنها می‌توانند به صورت روشن و خاموش مورد استفاده قرار بگیرند.
- و بالاخره در سیستمهای کنترل دور متغیر لازم است یک حداقل سرعت تعریف شود زیرا کارکرد الکتروموتورها در سرعت کمتر از این مقدار موجب داغ شدن سیم پیچ و در نهایت منجر به سوختن الکتروموتور خواهد شد. در این راستا توصیه می‌شود با شرکتهای سازنده الکتروموتور مشورت شود.

۴- نصب شیر سه راهه موتوری در مدار آب برج خنک‌کن

در این روش مطابق شکل ۳ از یک شیر سه راههٔ موتوری برای کنترل دمای آب ورودی به کندانسور استفاده می‌شود. همان طور که در این شکل مشاهده می‌کنید شیر سه راهه موتوری در مسیر لوله برگشت آب کندانسور به سمت برج خنک‌کن نصب می شود. این شیر در شرایط عادی باز است و راه بای‌پاس آن (NO) بسته است. هنگامی که دمای آب ورودی به کندانسور کاهش پیدا کند به تدریج راه بای پاس باز شده و اجازه می‌دهد آب برگشت از کندانسور به جای ورود به برج خنک‌کن، مجدداً از طریق راه بای‌پاس (NO) بـــه سمت کندانسور هدایت شود. بدین صورت بـــا افزایش بار در کندانسور، آب در کندانسور گرم شده، دمای آن بالا می رود و فشار تقطیر کمپرسور افزایش پیدا می‌کنـــد که در این حالت مسیر بای پـــاس (NO) بسته می‌شود و جریـــان آب بـــه برج خنک کـــن بـــرقـــرار می‌گردد.



شکل ۳ : موقعیت نصب شیر سه راهه موتوری در مدار آب برج خنک کن



شکل ۴ : یک نمونه شیر دو راهه و روش نصب آن در مدار تبرید با کندانسور آبی

۵- استفاده از شیر دو راهه کنترل دبی آب کندانسور

شیر دو راهـــه کنتـــرل (Pressure-controlled water valve) گزینه مناسبی برای کنترل فشار تقطیر مینی چیلرهای سیستمهای تهویه مطبوع و واحدهای کوچک سردخانه بـــا کندانسور آبی می‌باشد. در صورتی که چندین مینی چیلر دارای یک برج خنک‌کن مشترک باشند، تهیه و نصب شیر دوراهه برای کنترل دبی هـــر یک از کندانسورها کارکرد آنها را در شرایط متعـادل و پایدار تضمین نموده و همواره فشار رانش کمپرسور هر یک از مینی چیلرها را به صورت جداگانه تحت کنترل خواهد داشت. شیـــر دو راهه مطابق شکل ٤ تحت تـــأثیر فشار کندانسور بطور خودکار دبی آب کنـــدانسور را کنترل می کنـد و دقت عملکـــــرد آن بـــرای واحدهای کوچک تهویـــه مطبـــوع و تبـــریـــد تـــأیید شده است. ■