سامان پایا ایده

از: مهندس محمد هراتی

مرجع: SpiraxSarco

سیستم هوای فشرده در صنعت (قسمت دوم)

- **مقدمه :**

در قسمت پیشین در خصوص سیستم های هوای فشرده و کمپرسور، انواع و طریقه انتخاب آن ها مطالبی ارائه گردید. همچنین در مورد نحوه خنک کاری کمپرسور های کوچک مباحثی ارائه شد.در این مقاله ابتدا سیستم های خنک کاری در کمپرسور های بزرگتر مورد بررسی قرار می گیرد و در ادامه نحوه محاسبه میزان رطوبت موجود در هوا و پارامتر های وابسته به آن تحلیل می گردد.

- **سیستم خنک کاری کمپرسور های تک مرحله ای**

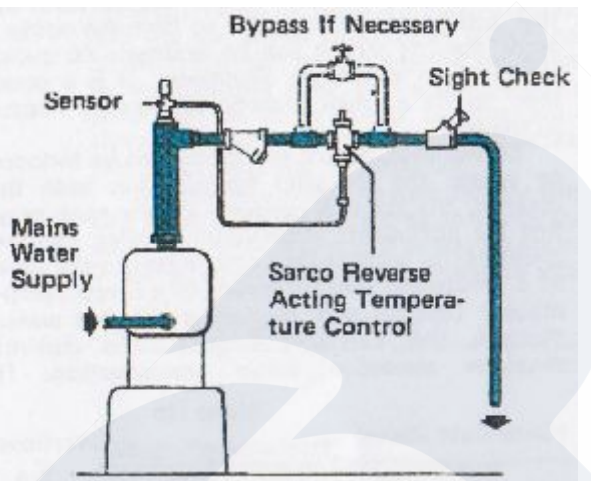
برای کمپرسور های تک مرحله ای بزرگتر، قدرت چرخش ترموسیفونی برای جدا کردن حرارت کافی نبوده و نیازمند به نصب یک پمپ سیرکوله به منظور افزایش سرعت آب می باشد.به منظور تعیین ظرفیت مخزن آب مورد نیاز باید با کارخانه سازنده کمپرسور مشورت گردد.در صورت عدم وجود اطلاعات کافی جدول ۱ را می توان به عنوان یک راهنمای ساده برای کمپرسور های تا فشار ۷ بار استفاده نمود.

Compressor Capacity dm^3/s free air	Tank Capacity litres	Compressor Capacity cfm free air	Tank Capacity gall
10	170	25	40
25	370	50	80
50	700	100	150
70	1020	150	225
100	1600	200	360
140	2200	300	480
200	3000	450	700
280	3800	600	850
350	4500	800	1000

جدول۱ : میزان ظرفیت مخزن آب سرمایش

روش متداول دیگری که به منظور سرمایش کمپرسور از آن استفاده می گردد، عبور مستقیم آب از میان کمپرسور می باشد(شکل۲).

استفاده از سیستم کنترل دما باعث خواهد شد که از سرمایش بیش از اندازه هوا، که باعث تشکیل کندانس در سیلندر های کمپرسور می گردد جلوگیری می نماید، همچنین باعث کاهش مصرف بیش از اندازه آب می گردد.



شکل ۲: استفاده مستقیم از آب به منظور خنک کاری کمپرسورتک مرحله ای

توجه به این نکته بسیار حائز اهمیت می باشد که سیستم کنترل آب سرمایش هیچگاه نباید بطور کامل بسته شود. درصورت اتفاق این امر، آب در اطراف سنسور بطور راکد مانده و دمای آنممکن است تا حدی پایین آید و این باعث خواهد شد که سنسور نصب شده در خروجی کمپرسور دمای پایین آب راکد مانده در بعد از کمپرسور را احساس نموده و هیچگاه فرمان باز شدن شیر صادر نگردد و در این حالت شیر همواره در حالت بسته خواهد ماند.

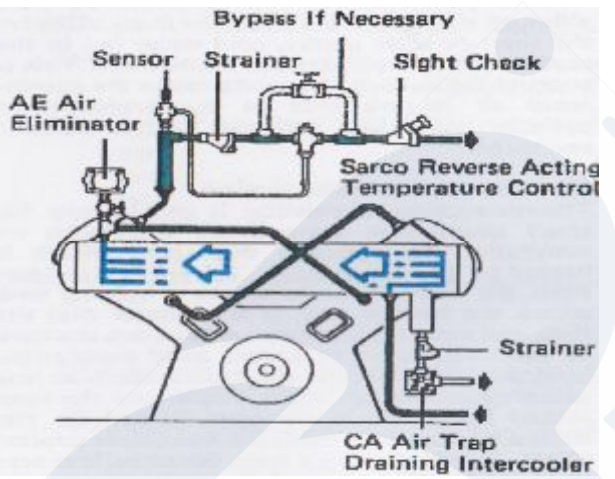
برخی از شیرهای کنترلی مجهز به قطعه ای می باشند که همواره باریکه ای از جریان را از میان شیر عبور می دهد، بدین ترتیب از پایین آمدن دمای آب جلوگیری می گردد. در صورت عدم وجود این قطعه باید از یک مسیر بای پس استفاده نموده و همواره شیر بای پس کمی باز بماند (شکل۲).

- **سیستم خنک کاری کمپرسور های دو مرحله ای**

در شکل ۳ نحوه چرخش آب خنک در یک کمپرسور دو مرحله ای که به یک اینتر کولر(خنک کن میانی) تجهیز گردیده به تصویر کشیده شده است، به منظور رسیدن به بهترین کیفیت هوا در خروجی اینتر کولر لازم است تا دمای هوا تا حد

امکان توسط آب خنک، در اینتر کولر کاهش یابد. این کاهش دما خود باعث جدا شدن مقداری رطوبت از هوا در دمای بالا می گردد.

با وجود اینکه دمای خروجی آب سرد از اینتر کولر در کمپرسور های ساخته شده در کارخانجات مختلف، متفاوت می باشد اما تقریبا همه آنها در ناحیه ۳۵ تا ۴۹ درجه سانتیگراد کار می کنند.



شکل ۲: استفاده مستقیم از آب به منظور خنک کاری کمپرسور دو مرحله ای

هنگامی که از آب شبکه به طور مستقیم برای سرمایش استفاده می گردد فشار آب ممکن است بالا بوده و نیز تقریبا همیشه دارای نوسان می باشد. نوسانات زیاد کنترل دما را با مشکل مواجه می نماید به همین منظور می توان از یک شیر فشار شکن برای ثابت نگه داشتن تا فشار ۱/۵ بار استفاده نمود.

با توجه به ارزش آب مصرفی در سیکل های باز، محاسبه مقدار مورد نیاز آب امری بسیار ضروری به نظر می رسد.

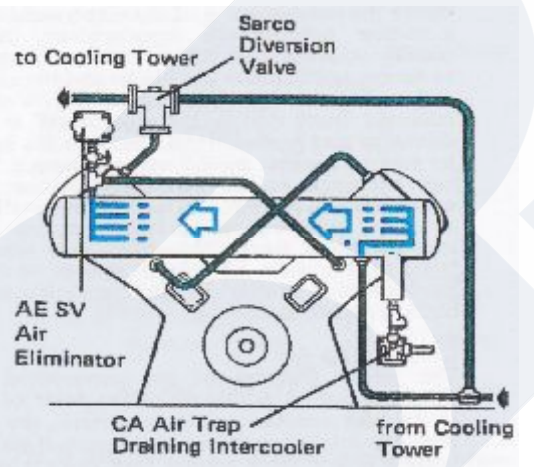
مقادیر ارائه شده در جدول ۱ کمترین مقدار مورد نیاز آب مصرفی برای کمپرسور های تک مرحله ای و دو مرحله ای را نشان می دهد.

البته در صورت استفاده از سیستم کنترل دما، مقادیر کمتر از این اعداد حاصل خواهد شد.

- **سیکل سرمایش بسته**

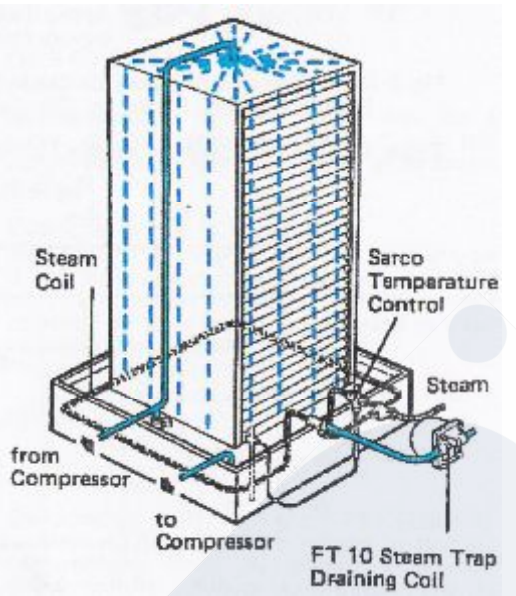
تا کنون در مورد سیستم خنک کاری کمپرسور های کوچک با استفاده از مخزن ذخیره آب و کمپرسور های تا حدی بزرگتر با استفاده از آب به طور مستقیم مطالبی ارائه گردید. همانطور که در شکل۲و۳ نشان داده شده است استفاده از یک سیستم کنترلی دما تا حد زیادی می تواند مصرف آب مورد نیاز در سیکل سرمایش را کاهش دهد.

اگرچه استفاده از خط لوله آب به عنوان یک روش پر مصرف مطرح می گردد اما بکار گیری آن برای کمپرسور های بزرگتر و نیز استفاده از یک سیکل سرمایش بسته مناسب به نظر می رسد.در این روش حرارت آب گرم شده، در برج خنک کن به محیط اطراف پراکنده می گردد (شکل۴).



شکل۴: سیکل سرمایش بسته

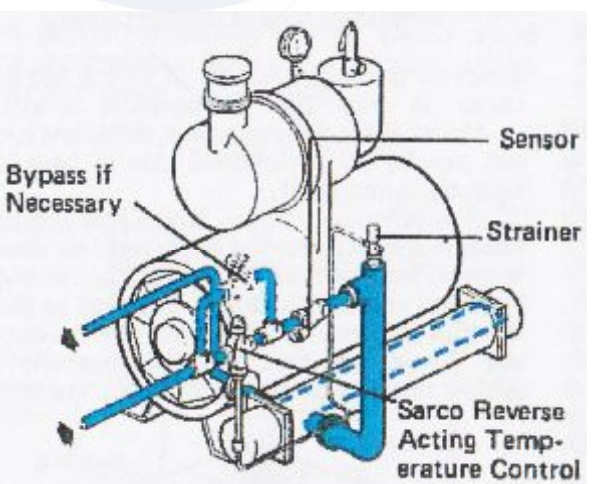
همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است در سیکل بسته از یک شیر کنترلی سه راهه استفاده شده است.
نکته مهمی که درباره برج های خنک کن باید در نظر گرفت شرایط کاری آنها در فصل زمستان می باشد که ممکن است آب درون برج یخ بزند که در این صورت باید حتما کمپرسور خاموش گردد.
مشکل یخ زدگی آب درون استخر برج خنک کن را می توان با عبور یک کویل بخار از درون آن مرتفع نمود(شکل۵).
سیستم کنترلی خط بخار مربوطه باید طوری طراحی گردد که شیر کنترلی آن زمانی که درجه حرارت آب درون استخر تا ۲ درجه سانتیگراد پایین آید، باز گردد. بنابراین هیچگونه بخاری تا زمانی که به آن نیازی نباشد مصرف نمی گردد.



شکل ۵ : سیستم کنترل دمای آب برج خنک کن

- **کمپرسور چرخشی**

سیستم خنک کاری این خانواده از کمپرسور ها با استفاده از روغن صورت می پذیرد. روغن معمولا به داخل محفظه کمپرسور تزریق می گردد و فضای بین پره و غلاف را آب بند می نماید. مقدار کمی از روغن کهبا هوا در تماس بوده توسط یک سپراتور در مسیر خروجی، از هوا جدا شده و پس از عبور از یک مبدل حرارتی به منبع ذخیره روغن باز می گردد.این مبدل حرارتی از آب به عنوان سیال خنک کن استفاده می کند. همانطور که در شکل(۶) نشان داده شده است، میتوان به آن سیستم کنترل دما را نیز افزود. اضافه نمودن این سیستم کنترلی باعث کنترل دما و نیز منظم نمودن جریان آب عبوری از مبدل می گردد.

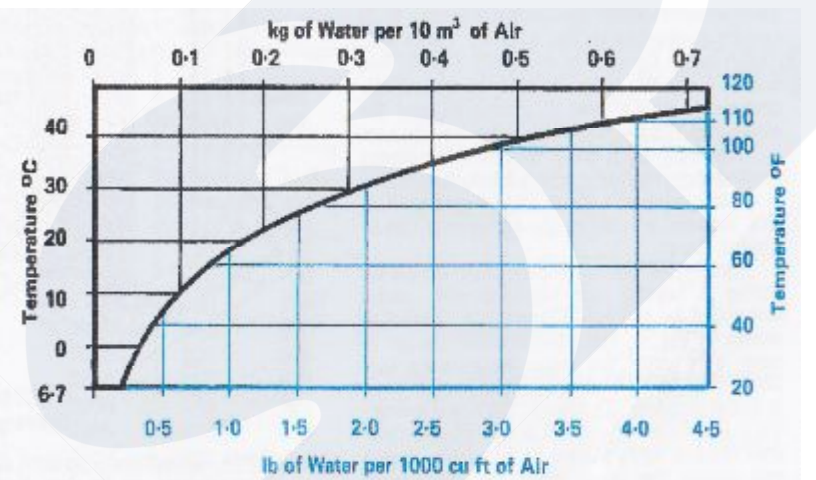


شکل ۶ : سیکل سرمایش در کمپرسور های روتاری

- **خنک سازی هوا**

هدف اصلی استفاده از کمپرسورها رساندن هوا به نقطه مصرف با بهترین شرایط از لحاظ تمیزی و خشک بودن آن با کمترین افت ایجاد شده در فشار هوا می باشد. وجود رطوبت در هوا باعث کاهش عمر بسیاری از تجهیزات از جمله شیرآلات کنترلی می گردد، بنابراین میزان رطوبت موجود در هوا باید بدرستی مورد بررسی قرار گیرد.

هوای اتمسفرهمیشه حامل میزانی از رطوبت می باشد و مقدار آن به رطوبت نسبی هوا بستگی دارد.رطوبت نسبی هوا در مناطق مختلف متفاوت می باشد و در مناطق با آب و هوای ابری و بارانی درصد رطوبت نسبی افزایش می یابد.مقدار آبی که توسط حجم واحد هوا حمل می گردد به دمای آن بستگی دارد.ظرفیت حمل رطوبت هوا با افزایش دما افزایش یافته و بالعکس آن نیز صادق است(نمودار۱). پارامتر دیگری که بر روی ظرفیت حمل رطوبت تاثیر بسزایی دارد، فشار می باشد که با افزایش آن میزان رطوبت کاهش خواهد یافت.



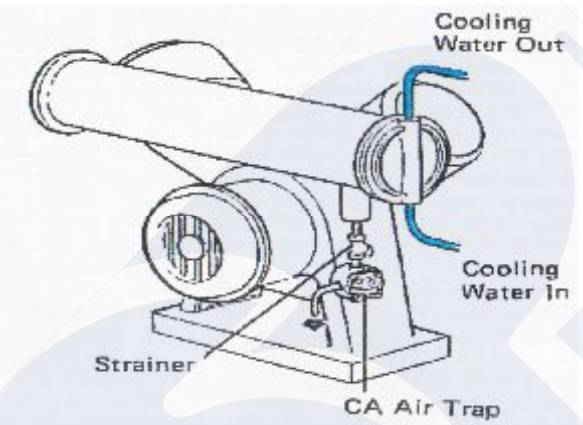
نمودار ۱ : میزان رطوبت موجو در هوا در رطوبت نسبی ۱۰۰٪

هنگامی که هوا وارد کمپرسور می گردد دو اتفاق خواهد افتاد. یکی اینکهتوانایی آن نسبت به نگهداشتن آب در اثر افزایشفشار کاهش خواهد یافت و دیگر اینکه بر اثر افزایش دمای هوا در فرایند فشرده شدن، توانایی هوا نسبت به نگهداشتن رطوبت افزایش خواهد یافت. بنابراین هوای فشرده ای که کمپرسور را ترک می کند قابلیت حمل تمامی رطوبت اولیه را خواهد داشت.

به منظور کاهش میزان رطوبت هوای فشرده شده می توان از فرایند سرد کردن در فشار ثابت استفاده نمود که این امر می تواند به وسیله یک خنک کن میای(Inter Cooler) و یا یک خنک کن پایانی (After Cooler) صورت پذیرد.

دمای بالای هوای فشرده شده بعد از کمپرسور ممکن است تا حدی بالا رود که باعث آتش گرفتن خود بخودی مقدار روغن گردد،در حالیکه برای هوای خنک شده تا حدود دمای محیطاین اتفاق نخواهد افتاد.

در کمپرسور های چند مرحله ای (Multi Stage) بین هر مرحله تراکم ازیک اینتر کولر استفاده می گردد. در پی این فرایند سرمایش مقداری از رطوبت هوا به صورت کندانس از هوا جدا می شود که باید به نحوی از اینترکولر خارج گردد زیرا که ورود کندانس به مرحله بعدی کمپرسور باعث ایجاد خرابی در پره های کمپرسورمی گردد، به این منظور می توان از یک تله هوا (Air Trap) برای تخلیه کندانس تشکیل شده استفاده نمود (شکل۷).



شکل ۷: نمونه ای از تله هوای نصب شده بعد از خنک کن پایانی

در ادامه یک مثال عملی به منظور نحوه محاسبه میزان رطوبت جدا شده در فرایند متراکم شدن هوا در کمپرسور آورده شده است:

مثال: می خواهیم میزان رطوبت خارج شده از یک متر مکعب بر ثانیه هوا در دمای۲۰درجه سانتی گرادو رطوبت نسبی ۷۰٪ که وارد یک کمپرسور شده و تا فشار ۷ بار در دمای ۲۵درجه سانتی گراد متراکم می گردد را محاسبه نماییم.

ابتدا از روی نمودار ۱ میزان رطوبت موجود در هوای ورودی کمپرسور را محاسبه می نماییم:

$$\frac{0.18 \times 70}{10 \times 100} =$$

حال با توجه به جدول ۲، پارامتر نسبت فشار را در فشار ۷ بار بدست آورده و با استفاده از آن حجم هوا را در این فشار محاسبه می نماییم.

$$\frac{1}{7.91} \times \frac{273+25}{273+20} = 0.128\ m^3$$

حال دوباره از روی نمودار ۱ میزان رطوبت هوا را در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد برای حجم ۰/۱۲۸ متر مکعب بدست می آوریم:

حال با کسر مقادیر رطوبت محاسبه شده در دو حالت دمای۲۰ و ۲۵ درجه سانتیگراد میزان رطوبت جدا شده از هوا را بدست می آوریم.

$$0.126 - 0.0$$

Gauge pressure bar	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18
Ratio of Compression	1.5	1.99	2.97	3.96	4.95	5.94	6.92	7.91	8.9	10.87	12.85	14.82	18.77

جدول ۲ : نسبت تراکم

علاقه مندان جهت کسب اطلاعات بیشتر می توانند با دفتر فنی شرکت سامان پایا ایده تماس حاصل فرمایند: ۴- ۲۶۲۱۸۵۲۳