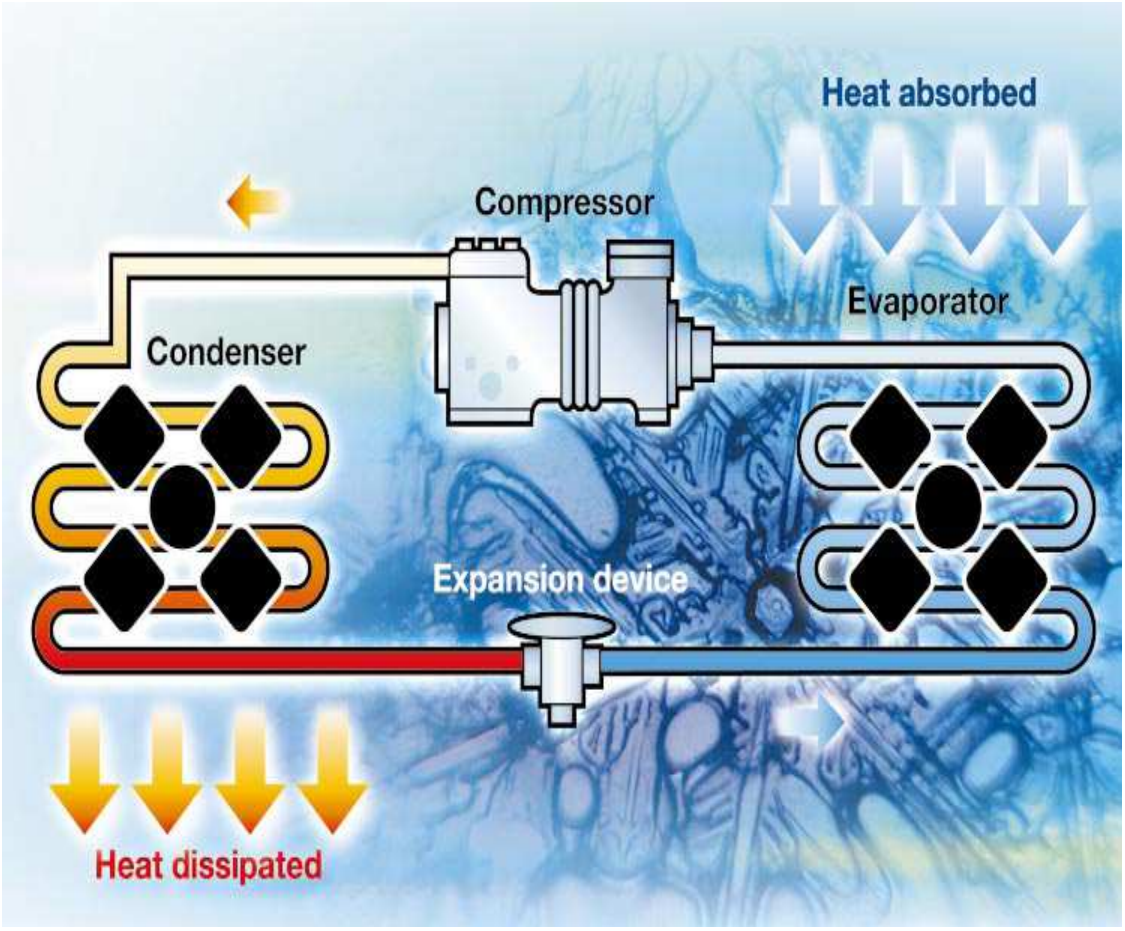



# اصول کارکرد و نگهداری چیلرهای تراکمی

## شرح سیستم تبرید تراکمی :

در کلیه سیستمهای سرد کننده تراکمی از وجود یک نوع ماده سرمازا (مبرد) در یک مدار بسته و نفوذ ناپذیر استفاده می‌شود.

در این سیستمها عمل سردکردن به طور پیوسته و متوالی انجام می‌گیرد (تکرار یک سری عملیات یکنواخت را یک سیکل می‌نامند).

تمام سردکننده‌ها براساس یک سیکل معین عمل می‌کنند. در سرد کردن با عملیات مکانیکی، از یک کمپرسور برای متراکم کردن گازی استفاده می‌شود و به این ترتیب سیکل حاصله را سیکل تراکمی و گاهی سیکل تراکمی تبخیری می‌نامند.

بکار بردن نام سیستم تراکمی به این علت است که عمل تراکم بخار و تبدیل آن به مایع سرمازا، بوسیله کمپرسور و کندانسور انجام می‌گردد و بدین ترتیب انتقال انرژی حرارتی حاصل می‌شود.

ماده سرمازا در یک قسمت از سیکل، حرارت محیط خود را جذب کرده و در قسمت دیگر آن را دفع می‌کند. به عبارت دیگر کمپرسور، گاز سرمازا را در وضعیتی قرار می‌دهد که حرارتی را که قبلاً و از محیطی با فشار کم جذب کرده بود پس بدهد.

چون کمپرسور حرارت را از محیطی به محیط دیگر انتقال می‌دهد به این دلیل گاهی آن را پمپ حرارتی نیز می‌نامند.

یک سیستم سردکننده از یک قسمت فشار قوی و یک قسمت فشار ضعیف تشکیل می‌شود که حرارت را از سمت فشار ضعیف گرفته و در سمت فشار قوی دفع می‌کند. مثلاً از داخل یخچال حرارت گرفته شده و در هوای خارج دفع می‌شود که این عمل را می‌توان به کار اسفنجی که آبها را از یک جا جذب کرده و در جای دیگر با فشار دادن آن دفع می‌کند، تشبیه کرد.

به طور کلی برای انتقال حرارت از محلی به محل دیگر وجود اختلاف درجه حرارت لازم است و در یک سیکل تبرید برای کسب این اختلاف درجه حرارت، به یک قسمت فشار قوی (زیاد) (دفع کننده حرارت) و یک قسمت فشار ضعیف (پایین) (جذب کننده حرارت) نیاز می‌باشد.

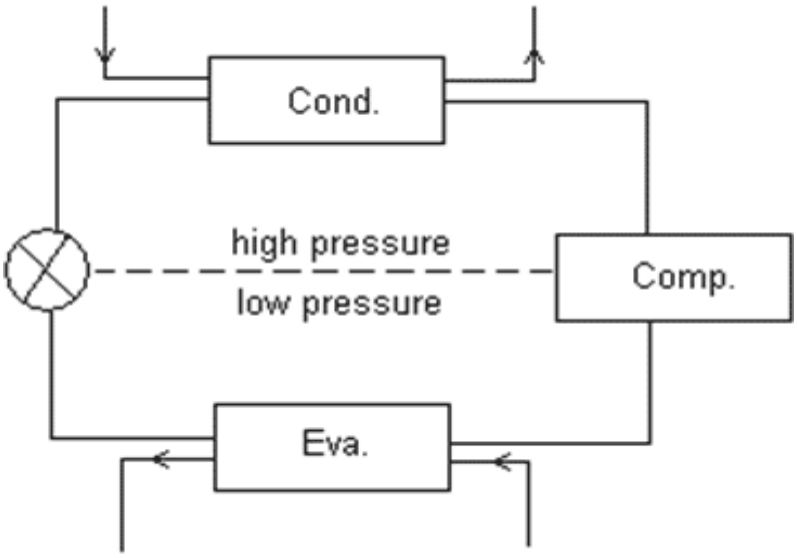
## قسمت فشار ضعیف (Low Pressure Side):

ماده مبرد یک دوره (سیکل بسته) را مرتباً تکرار می‌نماید، به این ترتیب که از شیر انبساط حرکت کرده و به طرف اواپراتور می‌رود و بعد، از طریق لوله مکش به کمپرسور وارد می‌شود. از شیر انبساط تا ورودی کمپرسور را قسمت فشار ضعیف می‌نامند و مقدار فشار این قسمت، به نوع سیستم و دمای ورودی اواپراتور و محیط سرد بستگی کامل دارد.

بایستی در نظر داشت که فشار از خروجی شیر انبساط تا کمپرسور ثابت است و این قسمت را قسمت با فشار پایین یا قسمت ضعیف (Low-Side) سیستم می‌نامند و چون اواپراتور به تنهایی مهمترین قسمت از قسمت فشار ضعیف است به این مناسبت اصطلاح فشار پایین یا ضعیف اغلب به کویل اواپراتور اطلاق می‌شود.

فشار در قسمت پایین گاهی اوقات (Back Pressure) یا فشار عقب نیز نامیده می‌شود یعنی فشاری که در عقب کمپرسور است که گاهی اوقات آن را فشار مکش می‌نامند (Suction Pressure).

در تعقیب کار سیکل، کمپرسور گاز با فشار کم را می‌گیرد و تحت فشار قرار می‌دهد تا به حد فشار کندانسور برساند. این فشاری است که در این فشار می‌بایستی با دمای کندانسور، کلیه گاز تبدیل به مایع می‌شود.




## قسمت فشار، قوی (High – Pressure - Side):

کمپرسور ، لوله خروج گاز از کمپرسور، کندانسور ، مخزن مایع مبرد و لوله حامل مایع مبرد که قسمت باقیمانده از سیستم تبرید می‌باشند به نام قسمت با فشار زیاد یا قسمت (High Pressure) یا (High Side) نامیده می‌شود.

عملاً کارتر کمپرسور با محفظه روغن محتوی گاز با فشار کم است ولی معمولاً کمپرسور را جزء قسمت با فشار زیاد محسوب می‌دارند. شیر انبساط و کمپرسور در واقع سر حد تقسیم این دو قسمت هستند. بنابراین چنانچه فشارسنج را در هر نقطه از قسمت بالا و یا قسمت پایین سیستم قرار دهیم فشار بالا و فشار پایین را به ما نشان می‌دهد.

## سیکل ماده مبرد در سیستم تراکمی

### الف ـ سیکل دما (Temperature Cycle):

اگر چنانچه فشار اواپراتور طوری باشد که ماده مبرد در ۹۰℃- به جوش آید در هر نقطه‌ای از اواپراتور که در ان مایع مشاهده شود، دمای آن هم همین مقدار خواهد بود.

می‌بایستی کاملاً در نظر داشت که هر چه تدریجاً به انتهای کویل نزدیک‌تر می‌شویم با این که مقدار جذب گرما تدریجاً زیادتر می‌شود مقدار دما تغییر نخواهد کرد. گرما باعث تبخیر مایع داخل کویل شده و در هر نقطه‌ای از اواپراتور در همین دما به جوش می‌آید (زیرا در تمام قسمت اواپراتور فشار ثابتی موجود است). در انتهای اواپراتور پس از این که آخرین قطره مایع تبخیر شد از آن به بعد گاز شروع به جذب گرما کرده و دما از نقطه غلیان ماده مبرد بالاتر می‌رود و در این موقع این گاز به حالت گاز مافوق داغ (Super Heat) در می‌آید که بخاری است با دمای بالاتر از نقطه غلیان. این بخار ممکن است ۲ تا ۳ درجه سانتی‌گراد سوپر هیت شود. یعنی از ۹۰℃- تا ۶۰℃- بالاتر رود. همان طوری که بخار از طریق لوله مکش به کمپرسور می‌رود اگر مقدار دیگری نیز گرما جذب کند بیشتر سوپر هیت خواهد شد و در صورتی که لوله مکش کاملاً عایق بندی شده باشد مقدار دمای سوپر هیت از ۵℃- بیشتر نمی‌گردد. معمولاً گاز را از داخل دستگاهی به نام مبدل گرمایی (Heat Exchanger) عبور می‌دهند که دمای آن تا ۳℃ بالا رود. بنابراین گاز در این دما با ۲kg/cm$^2$ فشار وارد کمپرسور می‌شود و در کمپرسور تحت فشار قرا رمی‌گیرد تا به فشار حدود ۱۰kg/cm$^2$ برسد که دمای تراکمی این بخار را تا ۹۰℃ بالا خواهد برود.

بنابراین، گازی که از کمپرسور خارج می‌شد دارای فشار ۱۰kg/cm$^2$ و دمای ۹۳/۳℃ (۲۰۰℉) خواهد بود که از طریق لوله فشار به طرف کندانسور رانده می‌شود. چون در لوله فشار مقداری از حرارت به خارج منتقل می‌شود، دمای گاز کاهش پیدا کرده ولی هنوز در حد بالاست و برای کاهش آن تا دمای کندانسور که معادل ۳۰℃ (۸۶℉) می‌باشد می‌بایست از مبدل حرارتی استفاده شود که در سیستمهای مختلف نوع مبدل فرق می‌کند. در کندانسور به علت دفع حرارت به خارج ماده مبرد می‌بایستی به مایع تبدیل شود. اولین قطره مایع که ظاهر شد دمای مایع از ۳۰℃ پایین‌تر نخواهد رفت. اگر چنانچه

مقداری مایع در پایین کویل کندانسور جمع شده باشد که تماسی با گاز نداشته باشد تا پایین‌تر از ۳۰°C (۸۶F) خنک می‌شود که در این موقع دمای مافوق سرد (Sub Cooled) عکس (Super heat) خواهیم داشت. اگر فرض کنیم که گاز تا ۳°C (۶F) به دمای مادون اشباع (Subcooled) رسیده باشد بنابراین دمای آن ۲۷°C (۸۰F) شده ولی هنوز ۱۰kg/cm² فشار دارد که در داخل مخزن مایع مبرد جمع می‌گردد. از این نقطه مایع توسط لوله حامل مایع به طرف شیر انبساط حرکت می‌کند و ضمناً امکان دارد که دمای مایع مبرد در لوله حامل مایع جزیی تغییر نماید.

در شیر انبساط موقعی که مایع مبرد از شیر عبور کرده و وارد کویل اواپراتور می‌شود دمای آن به همان نسبت که فشار آن از ۱۰kg/cm² به ۲kg/cm² تنزل می‌نماید، پایین خواهد آمد. و طبیعتاً ممکن است گاهی اوقات فشارها و دماهای سیستمهای سردکننده با مثال فوق که یک مثال عمومی و کلاسیک است تفاوت داشته باشد.

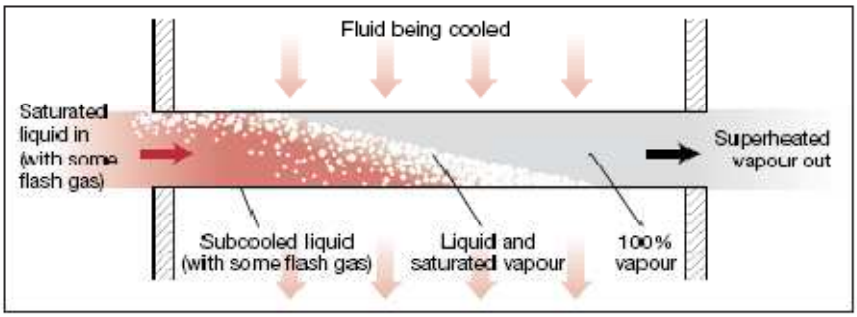



*Figure 6 Refrigerant flow in an evaporator tube (not to scale – diagrammatic only)*

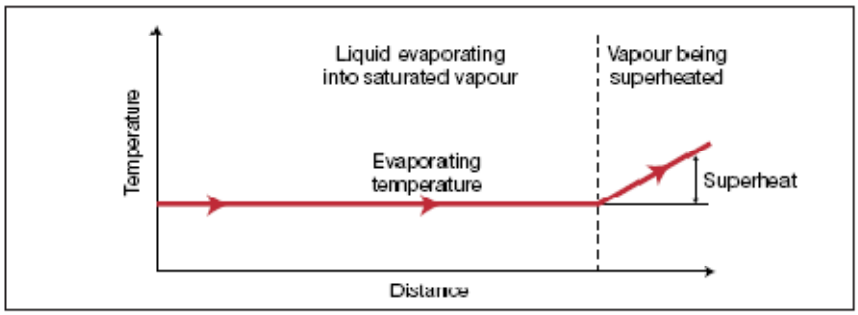



*Figure 7 Temperature graph of the refrigerant as it flows along the evaporator (shown for the case of a single substance, not a blend)*

**ب ـ سیکل گرما (Heat cycle):**

فشار و دما را به وسیله کنترلهای فشار و دما می‌توان در روی سیستم کنترل کرد. اما سیکل مهم دیگری وجود دارد که نمی‌توان مستقیماً اندازه‌گیری نمود و آن سیکل گرماست و پس از کسب اطلاعات در مورد فشار و دما می‌توان آن را از جدول به دست آورد که روش آن و جدول مربوط در حساب فنی آمده است.

اطلاعات در مورد سیکل گرما برای سیکل فوق با اطلاع از دمای اواپراتور و کندانسور کامل می‌گردد.

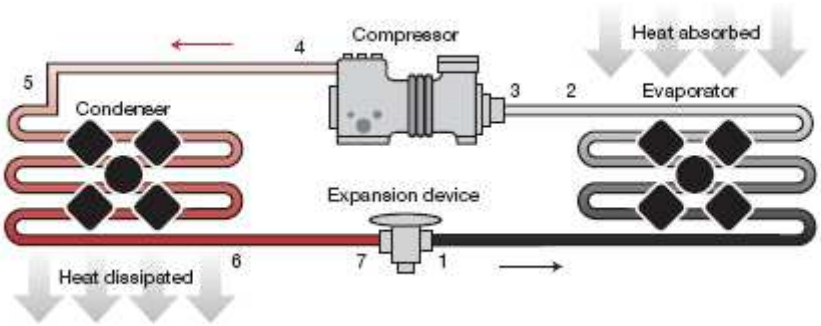
گرمای جذب شده را یا به ازای مقدار مبرد جریانی برحسب kj/kg و یا با تن تبرید محاسبه می‌نمایند. بنابراین اگر چنانچه سیستم را به ظرفیت یک تن تبرید در نظر بگیریم ۲۰۰min/Btu می‌بایستی توسط اواپراتور حرارت جذب گردد و این مقدار تدریجاً از سطح کویل اواپراتور جذب و در لوله مکش نیز چند درصد جذب حرارت صورت می‌گیرد.

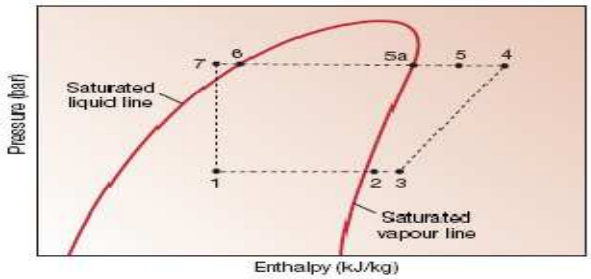
بخار یا گاز حاصله در اواپراتور به طرف کمپرسور رانده می‌شود و در کمپرسور از فشار ۲kg/cm$^۲$ به فشار ۱۰kg/cm$^۲$ می‌رسد. انرژی مکانیکی که در عمل تراکم به کار می‌رود به صورت گرما در گاز ذخیره می‌گردد.

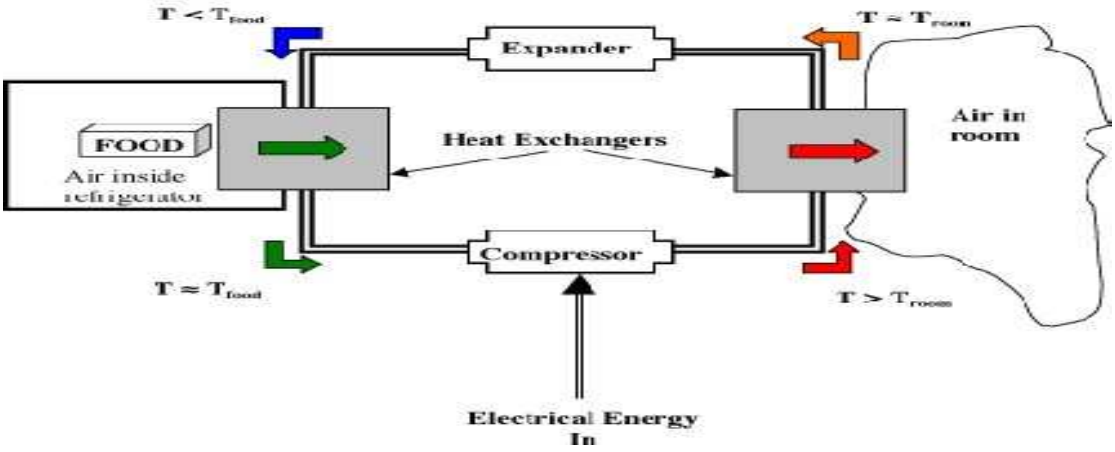
این حرارت ایجاد شده به اضافه حرارت جذب شده در اواپراتور می‌بایستی در کندانسور از گاز به خارج دفع گردد تا تبدیل به مایع شده و دو مرتبه آماده برای ورود به اواپراتور و طی نمودن سیکل جدید شد.

بایستی در نظر داشت که اواپراتور و کمپرسور هر دو به ماده مبرد گرما اضافه می‌نمایند و کندانسور این گرما را دفع می‌نماید و در نتیجه مجموع کلی گرمایی که می‌بایستی کندانسور دفع کند، مساوی است با گرمای جذب شده از اواپراتور به اضافهٔ گرمای حاصله در کمپرسور. بنابراین کلیه سیستم در واقع عمل پمپ کردن گرما را انجام می‌دهد به ترتیبی که گرما از اواپراتور با دمای پایین دریافت و با دمای بالا به کندانسور پمپ

می‌شود. این مقدار گرما به وسیله هوا یا آب در کندانسور دفع می‌گردد. هوا یا آبی که در کندانسور برای سردکردن یا جذب کردن گرما به کار می‌رود می‌بایستی قادر باشد کلیه گرمای گاز را که مجموع گرمای اواپراتور و کمپرسور است جذب نماید. واضح است هر قدر که ما سرمای بیشتری لازم داشته باشیم می‌بایستی قدرت مکانیکی بیشتری نیز مصرف کنیم. البته سرما توسط مایع مبردی که تبخیر می‌گردد ایجاد می‌شود نه توسط قدرت مکانیکی و قدرت مکانیکی برای این است که گرما را به محلی هدایت نماید که در آنجا به وسیله آب یا هوایی که با دمای معمولی است از سیستم خارج گردد. چون قدرت مصرفی بیشتر و مهمتر از دفع گرما توسط کندانسور با ارزش می‌باشد لذا عملاً مقدار سرمایی که تولید می‌شود نسبت به انرژی مکانیکی که مصرف می‌گردد مورد اهمیت است. و چون این مقدار بالاتر از صددرصد است پس نمی‌توان آن را به عنوان بازده به حساب آورد لذا آن را ضریب عملکرد (Coefficient Of Performance) نامیده و با (C.O.P) معرفی می‌گردد. بنابراین اگر ضریب عملکرد مثلاً ۶ باشد بدین معنی است که ۶ برابر سرما در مقابل مصرف یک برابر انرژی مکانیکی به دست آمده است.






- **پارامترهای اساسی در تعمیر و نگهداری سیستم های تبرید تراکمی**

تجزیه و تحلیل مسائل مربوط به سیکل تراکمی تبرید نیازمند فهم عمیق تغییرات فشار ، دما ، حجم گاز و فعل و انفعالات گرمایی مبرد در قسمتهای مختلف سیستم است . هر گونه اختلال در نحوه کارکرد سیستم می تواند ناشی از وجود نقص در یک یا گروهی از اجزای سیستم باشد . به همین دلیل لازم است که در صورت بروز اشکال ابتدا به بررسی عللی که وضوح بیشتری دارند بپردازیم .

هرکدام از اجزای سیستم وظیفه خاصی را به عهده دارند و بد کار کردن هریک از آنها بر عملکرد کل سیستم تراکمی تبرید اثر خواهد گذاشت . دستور العملهای ارائه شده در این فصل با هدف کمک به تعمیر کار در تحلیل مسائل و نقایص فنی سیستمهای تراکمی تبرید تهیه شده است .

## خط مشی کلی

هنگام بررسی مدار مبرد و یا مدار برقی سیستم های تراکمی تبرید ، نخستین کاری که باید انجام داد، کسب اطلاعات زیر است . این اطلاعات نشان می دهند که آیا دستگاه درست کار میکند یا نه و اگر درست کار نمی کند در کدام قسمت آن باید به دنبال عیب گشت .

۱- فشار رانش کمپرسور در حین کار دستگاه

۲- فشار مکش کمپرسور در حین کار دستگاه

۳- میزان شدت جریان برق

۴- ولتاژ

۵- میزان سیال (آب) گذرنده از اواپراتور در چیلرها و اختلاف دمای آب رفت و برگشت چیلد

۶- میزان سیال (هوا) گذرنده از اواپراتور در پکیج یونیت های برودتی و اختلاف دماهای مرطوب و خشک هوا در ورودی و خروجی هوا ( قبل و بعد کویل انبساط مستقیم)

۷- میزان سیال گذرنده (آب) از کندانسور و اختلاف دمای آب برج ورودی و خروجی از کندانسور در کندانسورهای آبی

۸- میزان سیال گذرنده (هوا) از کندانسور و اختلاف دمای هوای ورودی با دمای هوای خروجی آن در سیستم های کندانسور هوائی

## فشار رانش (Discharge Pressure)

آزمایش فشار رانش (Discharge Pressure) واحد تقطیر (Condensing Unit) درست به اندازه آزمایش فشار مکش (Suction Pressure) اهمیت دارد . اغلب اهمیت این موضوع را در ضمن بازدید ، نادیده می گیرند ، در حالی که ممکن است خود علت اصلی بروز عیب باشد . هیچ راه میان بر یا آسانی برای تخمین فشار رانش لازم وجود ندارند . چون مقدار آن تحت تاثیر عواملی مانند دور موتور ، دمای هوا یا آب خنک کننده کندانسور و فشار مکش است .

بالا بودن فشار در این حالت به معنی وجود هوا یا دیگر گازهای غیر قابل تقطیر در سیستم و لزوم هواگیری آن است . هواگیری باید از نقطه ای در نزدیکی قسمت فوقانی کندانسور انجام گیرد و معمولا جهت تخلیه کامل هوا یا سایر گازهای لازم است چند بار تکرار داد، چون گازهای غیر قابل تقطیر تنها در هنگام کار کردن کمپرسور از مبرد جدا هستند . حتی اگر هواگیری سیستم به نحو اصولی انجام گرفته باشد ، هنوز احتمال دارد با فشار رانش بیشتر از حد معمول کار کند ،

که ممکن است ناشی از کثیف بودن کندانسور هوایی یا رسوب گرفتگی کندانسور آبی باشد ، که در هر دو حالت باید کندانسور را کاملا تمیز کرد تا امکان تبادل گرما بین مبرد و هوا یا آب خنک کننده آن فراهم شود .

عامل دیگری که ممکن است موجب بالا رفتن فشار رانش شود ، وجود مبرد اضافی در سیستم است . در واحد های تقطیر هوایی (Air-Cooled Condensing Unit)، در صورت پر بودن رسیور و جمع شدن مقداری از مبرد در لوله های کندانسور ، سطح موثر کندانسور کاهش می یابد و فشار رانش بالا می رود . در واحد تقطیر آبی نیز در صورتی که سطح مبرد آن قدر بالا باشد که بتواند قسمتی از لوله کندانسور را در بر گیرد ، همین وضعیت ایجاد می شود .

بالا بودن فشار رانش در اغلب موارد ظرفیت سرمایی واحد های تقطیر(Condensing Unit) را به قدری کاهش می دهد که امکان برفک زدایی خودکار سیستم ، عملا از بین می رود . زیرا دراین موارد کمپرسور بی وقفه کار می کند و دوره های استراحت و خاموشی آن حذف می شود .

در واحد های تقطیر هوایی(Air-Cooled Condensing Unit) ، افزایش دمای هوای محیط باعث بالا رفتن فشار رانش می شود . در شرایط کار عادی ، دمای تقطیر حدود ۱۱ الی ۱۷ درجه سانتی گراد ( ۲۰ تا۳۰ درجه فارنهایت ) از دمای محیط بیشتر است . اگر این اختلاف دما از ۱۷ درجه سانتی گراد بیشتر باشد به معنی این است که سیستم با فشار رانش بیش از حد کار می کند .

با توجه به این مطالب ، فشار رانش بالا معمولا ناشی از یکی از دلایل زیر است :

۱. وجود هوا یا گازهای غیر قابل تقطیر در سیستم
۲. کار نکردن فن کندانسور در کندانسورهای هوائی و یا کار نکردن فن برج خنک کننده در کندانسورهای آبی
۳. کثیف بودن کندانسور هوایی یا رسوب گرفتگی کندانسور آبی
۴. وجود مبرد اضافی در سیستم

## فشار مکش (Suction Pressure)

هنگام بازبینی تاسیسات تراکمی تبرید مشاهده می شود که اغلب سیستمها با فشار مکش بسیار پایین تر از فشاری که کارخانه سازنده مشخص کرده است ، کار میکنند . این امر ناشی از تنظیم ناصحیح شیر های انبساط یا سایر کنترل ها می باشد . در اغلب اواپراتور هایی که در شرایطی که مبرد ورودی به اواپراتور بسیار کمتر از میزان مورد احتیاج آن است کار می کنند ، برگشت روغن به کمپرسور دچار اختلال و کویل اواپراتور مملو از روغن می شود . این امر موجب کاهش سطح روغن در محفظه کمپرسور می گردد و سیستم به خوبی روغن کاری نمی شود .

روش معمول برای اصلاح این وضعیت تنظیم مجدد میزان گرمایش مبرد در اواپراتور ، افزودن مبرد به سیستم و تنظیم صحیح شیر انبساط است .معمولا بعد از انجام این کار ها ، بازگشت روغن به محفظه میل لنگ از سر گرفته و اشکال بر طرف می شود.

کار با فشار مکش پایین همچنین باعث افزایش دمای رانش کمپرسور می شود .چون در این حالت ، کمپرسور ناچار به متراکم کردن بخار بیشتری خواهد بود که نتیجه آن افزایش دمای رانش است . اگر این دما از حد معینی تجاوز کند ، موجب تجزیه روغن موجود در مبرد و ذوب شدن بعضی از واشر ها و در نهایت بروز نشت در سمت فشار قوی سیستم خواهد شد .

دمای مکش کمپرسور معمولا در حدود۷/۲ درجه سانتیگراد با فشار مکش ۳/۱۳ بار برای فرئون ۱۲ و ۵/۲۵ برای فرئون ۲۲ است و در صورتیکه اواپراتور با بار سبک کار کند ، فشار مکش کاهش می یابد و اگر زیر بار سنگین قرار بگیرد ، فشار مکش افزایش خواهد یافت .

### عواملی که معمولا موجب کاهش فشار مکش می شوند عبارتند از :

۱. کار نکردن و یا بد کارکردن دمنده اواپراتور در پکیج یونیت های برودتی
۲. کثیف بودن یا گرفتگی مسیر هوا در اواپراتور در پکیج یونیت های برودتی

۳. کثیف بودن فیلتر هوا در پکیج یونیت های برودتی

۴. کمبود مبرد در سیستم

۵. معیوب بودن شیر انبساط

۶. خرابی یا بد کار کردن پمپ آب چیلد در چیلرها

۷. گرفتگی صافی پمپ های آب چیلد در چیلرها

**آزمایش سوپاپهای کمپرسور**

برای آزمایش سوپاپهای کمپرسور به ترتیب زیر عمل کنید :

۱. شیر سرویس مکش را ببندید .

۲. کمپرسور را روشن کنید و بگذارید تا هنگامی که فشار سنج مرکب ، خلا معادل با ۱۵ اینچ جیوه را نشان دهد ، کار کند .

۳. کمپرسور را خاموش کنید .

۴. شیر سرویس مکش را کمی باز کنید تا بخار موجود در خط مکش فشار را به صفر برساند و سپس شیر سرویس مکش را ببندید .

۵. اگر فشار روی فشارسنج شروع به افزایش کند وجود نشت در سوپاپ رانش قطعی است و کمپرسور باید تعویض شود .

۶. در صورتی که کمپرسور نتواند خلا معادل با ۱۵ اینچ جیوه ایجاد کند ، به معنی این است که سوپاپ مکش کمپرسور نشت دارد و کمپرسور باید تعویض شود .

**تخلیه گازهای غیر قابل تقطیر از سیستم**

هنگامی که سیستم برای اولین بار راه اندازی می شود و یا در مواقعی که آن را برای تعمیر باز می کنند ، این احتمال وجود دارد که هوا یا دیگر گازهای غیر قابل تقطیر به داخل آن نفوذ

کند . حضور این گازها در سیستم موجب بالا رفتن فشار رانش و کاهش ظرفیت سیستم می شود .

برای تخلیه گازهای غیر قابل تقطیر ابتدا کل مبرد موجود در سیستم را در سمت فشار قوی آن جمع آوری کنید ( قسمت "جمع آوری کل مبرد در سمت فشار قوی " را مطالعه فرمائید ) و سپس آن را به مدت ۲۰ دقیقه به حال خود بگذارید . هوا و دیگر گاز های غیر قابل تقطیر در قسمت فوقانی رسیور جمع می شود و می توان آنها را از طریق دهانه آزمایش فشار شیر سرویس رانش کمپرسور ، از سیستم بیرون راند .

جهت انجام این کار شیر سرویس رانش کمپرسور را اندکی باز کنید . بعد از تخلیه گازها شیر سرویس را ببندید و کمپرسور را ببندید وکمپرسور را روشن کنید . از آنجایی که ممکن است در حین هواگیری سیستم مقداری از مبرد آن به هدر برود لازم است بعد از اتمام عملیات میزان شارژ سیستم را نیز بازدید و در صورت نیاز اصلاح کنید .

**افزودن روغن به سیستم**

برای افزودن روغن به کمپرسور به این ترتیب عمل کنید :

۱. کل مبرد در سیستم را در سمت فشار قوی جمع آوری کنید .
۲. لوله مکش را از کمپرسور جدا کنید .
۳. روغن را از دهانه مکش کمپرسور تا خط میانی شیشه روغن نما به داخل آن بریزید . از ریختن روغن اضافی خودداری کنید .
۴. لوله مکش را دوباره به کمپرسور وصل کنید .
۵. کمپرسور را روشن کنید و بعد از ۲۰ دقیقه مجددا سطح روغن را بازدید کنید .

**جمع آوری کل مبرد در سمت فشار قوی**

جهت جمع آوری کل مبرد موجود در سیستم در سمت فشار قوی به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. شیر های سرویس مکش و رانش را به طور کامل باز کنید .
۲. ابتدا مطمئن شوید که فشار سنجها فشار بالا و پایین روی چند راهه آزمایش بسته شده اند و سپس انشعابات مربوط به این فشار سنجها را به کمک شیلنگ به دهانه های آزمایش فشار واقع بر شیر های سرویس رانش و مکش وصل کنید .
۳. شیر های سرویس را کمی باز کنید تا فشار سنجها تحت فشار قرار بگیرند .
۴. کمپرسور را روشن کنید .
۵. سرپوش دستگاه کنترل فشار مرکب را بردارید و به کمک یک شی ء غیر فلزی کنتاکتهای مربوط به کنترل فشار کم آن را بچسبانید (L.P.S را جمپر کنید) . این کار از خاموش شدن کمپرسور در فشار کمتر از فشار تنظیم شده دستگاه جلوگیری می کند .
۶. شیر قطع مایع مبرد را ببندید تا تمام مایع مبرد در سمت فشار قوی سیستم جمع شود .
۷. فشار سنج مکش را در حین کار کمپرسور زیر نظر داشته باشید . هنگامی که فشار مکش به صفر رسید ، کمپرسور را خاموش کنید . معمولا در این حالت فشار مکش مجددا افزایش می یابد . دوباره کمپرسور را روشن کنید و این عملیات را آن قدر تکرار کنید تا فشار مکش در هنگام خاموشی کمپرسور بین ۰.۰۷ تا ۰.۱۴ بار (۱تا۲ پوند بر اینچ مربع ) باقی بماند . در حالی که فشار مکش صفر است ، بعد از حصول اطمینان از بسته بودن درپوش انشعاب میانی چند راهه آزمایش ، شیر های آن را اندکی باز کنید تا فشار از سمت فشار قوی به سمت فشار ضعیف

سیستم منتقل شود و فشار مکش به حدود ۰.۰۷ تا۰.۱۴ بار برسد . سپس شیرهای چند راهه را ببندید . وجود کمی فشار مثبت در سمت فشار ضعیف سیستم مانع از نفوذ هوا و رطوبت به داخل این قسمت خواهد شد .

۸. شیرهای سرویس مکش و رانش را ببندید .

۹. حالا سمت فشار ضعیف سیستم آماده تعمیر است .

۱۰. فیلتر را بیرون آورید و به جای آن فیلتر نو قرار دهید .

۱۱. بعد از انجام سرویسهای لازم ، شیرهای سرویس مکش و رانش کمپرسور را باز کنید .

۱۲. کمپرسور را روشن کنید . در صورتی که عملکرد سیستم رضایت بخش است ، شیء غیر فلزی را از کنترل فشار کم جدا کنید . اتصالات نصب شده روی دهانه آزمایش فشار شیر های سرویس را باز کنید و در پوش دهانه ها را سر جای خود ببندید .

## شارژ کردن نمونه سیکل تبرید تراکمی

در سیستمهای هوایی ، مبرد اضافی در رسیور جمع آوری می شود و ممکن است سطح آن در این مخزن آن قدر بالا برود که مقداری از آن به داخل لوله های پایینی کندانسور برگردد . این امر سطوح موثر لوله ها و در نتیجه بازده گرمایی کندانسور را کاهش می دهد . کاهش بازده کندانسور به نوبه خود موجب بالا رفتن فشار رانش و در نتیجه کاهش ظرفیت سرمایشی سیستم خواهد شد . تشخیص دقیق اضافه شارژ بودن دستگاه کار مشکلی است . با این حال در صورتی که به این موضوع مظنون باشیم موثرترین راه ، تخلیه مقداری از مبرد تا هنگام ظهور علائم کمبود گاز و سپس افزودن مبرد تا هنگام ظهور علائم شارژ کامل است .

نشانه های کمبود مبرد عبارت اند از : پایین بودن فشار مکش ، مشاهده حباب و کف در شیشه رویت (S.G) و فش فش کردن شیر انبساط . کمبود مبرد موجب کاهش ظرفیت سرمایی سیستم تهویه مطبوع می شود .

بازبینی و آزمایش میزان شارژ مبرد در سیستمهایی که مجهز به شیشه رویت (S.G) هستند معمولا به صورت زیر انجام می گیرد : مشاهده تکه های بزرگ حباب نشان دهنده حضور مشترک بخار و مایع مبرد است و به معنی این است که سیستم به طور کامل شارژ نشده است و نیاز به مبرد بیشتری دارد .

در صورتی که سیستم به طور کامل شارژ شده باشد شیشه رویت کاملا شفاف به نظر می رسد ،یا اینکه گاه به گاه حبابهای ریزی مشاهده می شود . در واحدهایی که رسیور آنها دارای شیر آزمایش سطح مایع است به طریق زیر عمل کنید : ابتدا بگذارید کمپرسور به مدت ۲۰ دقیقه کار کند . سپس شیر را کمی باز کنید . خروج مایع مبرد از شیر و برفک زدن آن به معنی کافی بودن مبرد موجود در سیستم است . خروج گاز و یا مخلوطی از گاز و مایع مبرد نیز به این معنی است که سیستم کمبود مبرد دارد . سمت فشار قوی واحدهای تقطیر معمولا در کارخانه با مقداری کافی مبرد شارژ می شود و معمولا نیازی به افزودن مبرد ندارد . میزان مبرد مورد نیاز سیستم روی پلاک شناسایی آن قید می شود .

---

- **طرز راه اندازی و نگهداری چیلرتراکمی کندانسور آبی**

قبل از راه اندازی چیلرهای تراکمی کندانسور آبی نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد :

۱- اطمینان از اینکه برج خنک کننده آب دارد ، اگر برج آب نداشته باشد باید شناور و اتصال آب شهر به برج مورد آزمایش قرار گیرد.

۲- اطمینان از اینکه پمپ برج خنک کننده درست کار می کند . برای اطمینان پس از روشن کردن پمپ از داخل برج خنک کننده بازدید نمائید. باید از افشانک ها آب بحد کافی خارج شود و آب همه سطوح برج را پوشانده باشد.

۳- اطمینان از درست کار کردن فن ها :

الف- تسمه ها بحد کافی محکم باشد.

ب- یاطاقان های فن گریس کاری شده باشد.

ج- جهت گردش فن درست باشد.

۴- اطمینان از جهت صحیح گردش پمپ جریانی آبسرد .

۵- با ولتمتر اختلاف هر فاز برق ورودی به تابلو را اندازه گیری نمائید باید ۳۸۰ ولت کامل باشد.

- **حین کارچیلر به نکات زیر توجه نمائید :**

۱-درجه فشار زیاد چیلر ( رانش کمپرسور) بایستی بین ۱۸۰psi تا۲۲۰ باشد.

۲- درجه فشار کم چیلر (مکش کمپرسور) بایستی بین ۴۵psi تا۶۵ باشد.

۳- درجه فشار روغن حداقل ۲۰psi بیشتر از درجه فشار مکش باشد.

۴- سطح شیشه نشان دهنده مایع مبرد بایستی صاف و بدون حالت کف زدگی باشد .

۵- روغن داخل کمپرسور حدود ۱/۲ سطح شیشه روغن نما باشد و اگر از ۱/۴ سطح شیشه کمتر باشد روغن لازم را تامین نمائید .

## کنترل کننده‌های اساسی و مهم در سیکل تبرید تراکمی

## کلید کنترل فشار کم (L.P.S)

این کلید برای متوقف کردن موتور کمپرسور هنگامی که فشار مکش تا حدی پایین است که می‌تواند باعث انجماد آب در اواپراتور شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. انجماد در چیلرها زمانی اتفاق می‌افتد که ترموستات کنترل کننده درجه حرارت آب برگشتی عمل نمی‌کند و آب در داخل اواپراتور مرتباً سرد می‌شود و اگر چنانچه ترموستات ضد یخ (آنتی فریز) هم عمل نکند ، درجه حرارت آب اواپراتور پایین‌تر آمده و همزمان با سرد شدن آب مقدار مایع مبرد ورودی که از طریق شیر انبساط وارد اواپراتور می‌شود نیز کم می‌شود و در نتیجه فشار گاز در قسمت مکش کم خواهد شد . از طرفی کاهش فشار باعث می‌شود که دمای خط مکش نیز کم شود و باعث انجماد آب در اواپراتور گردد. با کم شدن فشار سطح روغن، مایع مبرد حل شده در روغن تبخیر می‌گردد و در نتیجه روغن را به حالت فوم (کف) در می‌آورد و لازم به ذکر است با تبخیر مایع مبرد حل شده در روغن، سطح روغن کف کرده و سبک می‌شود (وزن مخصوص آن کم و حجم مخصوص آن زیاد می‌شود) و با پایین رفتن پیستون و عمل مکش، روغن از کارتل خارج می‌شود که اولاً عملیات روغن کاری در قسمتهای متحرک کمپرسور مختل می‌گردد، ثانیاً گاهی این عمل آنقدر شدید است که روغن وارد سیلندر می‌شود و به علت عدم تراکم‌پذیری روغن در سیکل تراکم باعث شکسته شدن سوپاپ مکش و در نتیجه صدمه به کمپرسور می‌شود. برای جلوگیری از خطرات یاد شده در سیمستهای تهویه مطبوع و تبرید، از کلید کنترل فشار کم استفاده می‌کنند. طرز کار آن بدین صورت است که توسط یک لولهٔ ارتباطی، قسمت مکانیکی کلید فوق را به خط مکش کمپرسور ارتباط می‌دهند و از میکروسوئیچ آن در مدار الکتریکی کمپرسور استفاده می‌کنند. اگر فشار خط مکش از میزان تنظیم شده روی کلید کنترل فشار کم پایین تر رفت و مدار الکتریکی کمپرسور را قطع و از

ادامهٔ کار کمپرسور جلوگیری کند. زمانی‌که فشار خط مکش به اندازهٔ دیفرنشیال ست شده بالا رفت مدار الکتریکی مجدداً وصل و کمپرسور روشن خواهد شد.

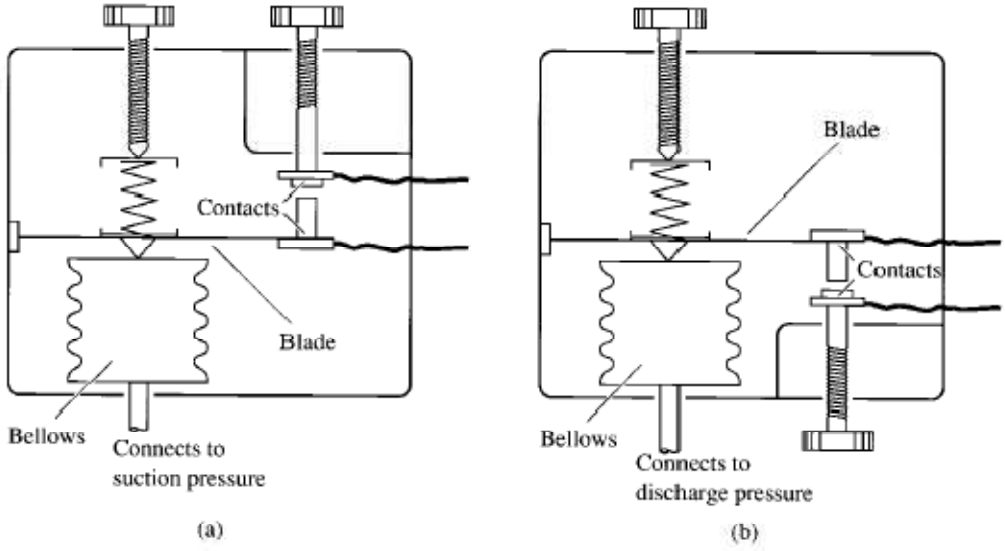



**FIGURE 11.15** (*a*) Low pressure control and (*b*) high pressure control.

## کلید کنترل فشار زیاد (H.P.S)

از این کلید برای متوقف کردن کمپرسور در هنگامیکه فشار دهش کمپرسور (Discharge) به واسطهٔ چگالش نامناسب، وجود گازهای غیرقابل تقطیر در سیستم، عدم تبادل حرارت در کندانسور و یا هر دلیل دیگری که باعث شود که فشار بالا برود مورد استفاده قرار می‌گیرد. بالا رفتن فشار بیش از حد باعث ضربه زدن به قطعات متحرکی مانند شاتون، پیستون و رینگهای کمپرس شده و کمپرسور صدمه می‌بیند علاوه بر آن بالا رفتن فشار سیستم ، موتور نیز باید گشتاور بیشتری تولید کند ولی چون محور چرخشی موتور و قدرت آن محدود بوده و از طرفی ولتاژ شبکه برق نیز در حد تقریباً ثابتی می‌باشد ، موتور برای جبران بار بیشتر می‌بایستی جریان بیشتری نیز از شبکه بگیرد که اگر چنانچه اُورلد نیز درست انتخاب نشده باشد و یا اینکه عمل نکند باعث سوختن الکتروموتور می‌گردد. همچنین افزایش فشار باعث گرم شدن بدنه سیلندر شده و

فیلم روغن از جدار سیلندر و پیستون جاروب می‌شود و بدنهٔ کمپرسور گرم می‌گردد که در نتیجه کاهش راندمان حجمی کمپرسور را به دنبال خواهد داشت.

برای جلوگیری از خطرات یاد شده و به منظور اطمینان بیشتر در برابر فشار رانش در کمپرسورهای بزرگ از کلید کنترل فشار زیاد استفاده می‌شود. و اگر چنانچه فشار تخلیه (دهش) از میزان تنظیم شدهٔ روی کلید بالاتر برود، میکروسوئیچ کلید فوق مدار الکتریکی کمپرسور را قطع و آن را بلافاصله خاموش می‌کند. ساختمان این کلید نیز دارای یک قسمت مکانیکی است که توسط لولهٔ ارتباطی، قسمت فانوسه را به خط دهش ارتباط می‌دهد و فشار خط رانش عیناً به فانوسه منتقل شده و در آنجا توسط مکانیزم مکانیکی به یک میکروسوئیچ (قسمت الکتریکی کلید را تشکیل می‌دهد) منتقل شده و کنتاکتهای میکروسوئیچ را که در حالت عادی بسته هستند را باز می‌کند و کمپرسور متوقف می‌شود. با پایین آمدن فشار به اندازه مقدار دیفرنشیال مجدداً سوئیچ بسته می‌شود و کمپرسور روشن می‌شود. از این کلید می‌توان در مدارات بعنوان تحریک کننده خودکار و یا به عنوان کلید حد (ایمنی) استفاده کرد. لازم به توضیح است مداراتی که به عنوان تحریک کننده (کنترل اتوماتیک) مانند کمپرسورهای هوای فشرده بکار می‌رود دارای رنج قطع و رنج دیفرنشیال می‌باشد. که در این حالت نقطهٔ قطع (رنج) را در فشاری بالاتر از فشار نرمال سیستم یا خط رانش یا فشار کار مخزن تنظیم می‌کنند و اگر به هر دلیلی فشار در سمت فشار زیاد (High Side) از مقدار ست شده بر روی کلید کنترل فشار زیاد بیشتر شود ، کمپرسور را بلافاصله خاموش می‌کند. با کاهش فشار به اندازهٔ مقدار دیفرنشیال این کلید، مجدداً پلاتینهای (میکروسوئیچ) آن وصل می‌گردد. لازم به ذکر است که به دلیل خطراتی که بر اثر افزایش فشار در سیکل تبرید تراکمی وجود دارد ، اگر چنانچه از این کلید (S.P.H) در سیستمهای تبرید تراکمی استفاده شود ، کارخانجات سازنده نوعی از این کنترل کننده را ساخته‌اند که پس از قطع مجدداً و بطور اتوماتیک وصل نخواهد شد.

یعنی در آن ضامنی به نام دکمه ریست طراحی نموده‌اند و تا این دکمه توسط اپراتور سیستم به حالت اولیه برنگردد ، کمپرسور روشن نمی‌شود. در شرایطی که کلید کنترل فشار زیاد فاقد دکمهٔ ریست باشد بایستی از یک رله معکوس کننده در مدار استفاده نمود. حسن این رله در این است که اگر چنانچه هر یک از کنترلهای حفاظتی (ایمنی) عمل کردند سیستم مجدداً روشن نخواهد شد تا اینکه کلید فرمان قطع و وصل گردد.

**مشکلاتی که بر اثر افزایش فشار در یک سیستم تبرید تراکمی به وجود می‌آید:**

افزایش فشار در سیستمهای تبرید تراکمی ، به خصوص عملکرد کمپرسورهای تبرید را با مشکلاتی مواجه می‌گرداند و در شرایط حاد خساراتی به سیستم وارد می‌کند که مهمترین آنها عبارتند از:

۱- افزایش فشار باعث می‌شود که جریان نامی کمپرسور نیز افزایش یابد و در نتیجه سیم پیچهای موتور کمپرسور بسوزد.

۲- افزایش فشار در کمپرسورها باعث افزایش درجه حرارت در کل سیستم می‌گردد و بدنه کمپرسور و سیلندرها گرم می‌شود و راندمان حجمی کمپرسور را کاهش می‌دهد. زیرا گاز مبرد ورودی به سیلندر بر اثر جذب حرارت از بدنه سیلندر بخار ورودی منبسط شده و در نتیجه جرم کمتری از گاز مبرد وارد سیلندر می‌شود. نتیجتاً حجم گاز مبرد ورودی از طریق لولهٔ مکش کاهش می‌یابد یعنی اینکه توان بیشتری به ازای واحد ظرفیت برودتی معین لازم است و کمپرسور بایستی کار بیشتری انجام دهد.

۳- افزایش فشار در سیستم باعث افزایش درجه حرارت در سیکل می‌شود و قطعات کمپرسور گرم می‌شوند در نتیجه فیلم روغن بین سطوح متحرک، شسته

شـــده و قـــدرت جـــدا نگهداشـــتن ســـطوح اصـــطکاکی را نخواهـــد داشـــت (ویســـکوزیته روغن کم می‌شود) .

علاوه بر آنچـه گذشـت روغـن کـه بـه عنـوان عامـل آب‌بنـدی بـین سـطوح رینگهـا ، سـوپاپها و جداسـازی قسـمت فشـار کـم و فشـار زیـاد بکـار مـی‌رود ، عمـل گازبنـدی را بـه خـوبی انجـام نمی‌دهد و گاز در سیکل تراکم از بین آنها فرار می‌کند.

**محل نصب و طریقه تنظیم کلید کنترل فشار زیاد**

همانطوریکـه قـبلاً نیـز اشـاره شـد در کمپرسـورهای رفـت و برگشـتی، روی سرسـیلندر محـل نصب کنترلهای فشـار کـم و زیـاد مشـخص گردیـده و بهتـر اسـت کـه کلیـد کنتـرل فشـار زیـاد بدون شـیر قطـع کـن روی سرسـیلندر و محـل اتصـال کـه بـا حـرف (H) مشـخص اسـت نصـب گردد و بهتر اسـت هـر تعـدادی کمپرسـور کـه در یـک سیسـتم کـار مـی‌کننـد مجهـز بـه کلیـد کنتـرل فشـار زیـاد (H.P.S) اختصاصـی گردنـد. تنظـیم کلیـد کنتـرل فشـار زیـاد بسـتگی بـه نـوع سیسـتم، فشـار کـار کندانسـور، نـوع کندانسـور (هـوایی، آبـی، تبخیـری) و از همـه مهمتـر نـوع مبـرد جریـانی در سـیکل دارد و بطـور کلـی مـی‌تـوان گفـت کـه فشـار قطـع (Cut Out) بستگی به فشـار تقطیـر گـاز در کندانسـور دارد و مـی‌تـوان بـا توجـه بـه فشـار تقطیـر در درجـه حرارت متوسط محیط یا سـیال خنـک کننـدهٔ کندانسـور و نـوع مـاده مبـرد کلیـد کنتـرل فشـار زیاد را تنظیم نمود.

## کلید اطمینان فشار روغن (O.P.S)

ایـن کنتـرل کننـده را مـی‌تـوان همـراه بـا کمپرسـورهایی کـه روغنکـاری قسـمتهای متحـرک و سـطوح اصـطکاکی آنهـا بـا فشـار پمـپ روغـن انجـام مـی‌شـود بکـار بـرد. زیـرا کمپرسـورها نیـز هماننـد هـر ماشـین مکـانیکی دیگـری کـه از قطعـات ثابـت و متحرکـی چـون: پیسـتون، میـل

لنـگ، سـوپاپهای مکـش و رانـش، شـاتون، گـژنپین، رینگهـای کمپـرس و سـایر متعلقـات دیگـر سـاخته شـده اسـت، نیـاز بـه روانکـاری و انتقـال حـرارت از بـین سـطوحی کـه امکـان تمـاس مسـتقیم بـا گـاز برگشـتی را ندارنـد (ماننـد یاطاقانهـای ثابـت و متحـرک) اگـر چنانچـه حـرارت حاصل از اصـطکاک بـین قسـمتهای ثابـت و متحـرک منتقـل نگـردد، قطعـات آن دفرمـه شـده و در شرایط حاد گریپاژ می‌کننـد. لـذا لازم اسـت کـه در حـین کـار ایـن قطعـات بـا فشـار معینـی روغنکاری گردند. این عمل توسط پمپ روغن (Oil Pump) انجام می‌شود.

بنـابراین لازم اسـت کـه فشـار روغنکـاری کنتـرل گـردد کـه هرگـاه و بـه هـر دلیلـی فشـار روغنکـاری از مقـدار لازم کمتـر شـد کمپرسـور خـاموش شـود. فشـار لازم بـرای روغنکـاری کمپرسـورها متفـاوت بـوده و بهتـر اسـت طبـق دسـتورالعمل کارخانـۀ سـازندۀ کمپرسـور و پیشنهاداتی که همـراه بـا عملیـات شـارژ روغـن، مقـدار روغـن و یـا فشـار لازم جهـت روغنکـاری توصیه شود اجرا گردد. تنظیم کلیـد کنتـرل فشـار روغـن اغلـب توسـط سـازندگان کنتـرل فشـار روغن انجام مـی‌گیـرد و از دسـتکاری بـی‌مـورد نیـز بایسـتی پرهیـز نمـود. چـون عملیـات روغـن کـاری توسـط پمـپ روغـن در شـروع کـار تـا رسـیدن بـه دور نهـایی کمپرسـور مـدت زمـانی (هرچنـد کوتـاه) طـول مـی‌کشـد تـا روغـن را در مـدار جریـان انـدازد ، بنـابراین کنتـرل فشـار روغن نیـز بایـد بـا تـأخیر زمـانی مـدار را کنتـرل نمایـد و بـا توجـه بـه ایـن مطالـب بایـد کلیـد کنترل فشـار روغـن طـوری طراحـی و سـاخته شـود کـه براسـاس اخـتلاف فشـار بـین مکـش و دهش اویل پمپ و تـأخیر زمـانی عمـل کنـد. ایـن کنتـرل کننـده بـه همـین علـت از دو قسـمت الکتریکی و مکـانیکی تشـکیل شـده اسـت. قسـمت مکـانیکی توسـط دو لولـۀ ارتبـاطی کـه یکـی از آنها فشار مکش اویل پمپ را به کلیـد متصـل مـی‌کنـد و لولـۀ دیگـر فشـار دهـش اویـل پمـپ را به کلید ارتباط می‌دهد ، تشکیل گردیده است .

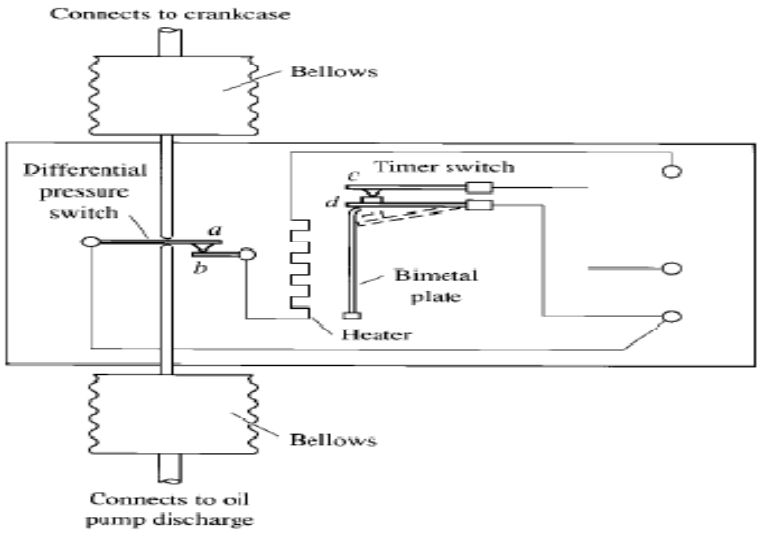



**FIGURE 11.17** Oil pressure failure control.

## کلید کنترل فشار مرکب

بسیاری از سازندگان کنترلهای فشار، دو کلید کنترل فشار کم (L.P.S) و کلید کنترل فشار زیاد (H.P.S) را در یک مجموعه قرار می‌دهند. قسمت فانوسه‌ایی دو کلید کاملاً مجزا بوده و هر کدام به محل اتصال مربوط به خود نصب می‌شوند ولی بدلیل سری قرار گرفتن کنترلهای مذکور در مدار الکتریکی کمپرسور، میکروسوئیچ آنرا با هم سری نموده و از سه ترمینال خروجی پیش‌بینی شده روی کلید که برای فرمان دادن به بوبین کنتاکتور کمپرسور استفاده می‌شود.

## کنترل کنندهٔ جریان آب

در تأسیسات تهویه مطبوع، برای اطمینان از جریان آب در اواپراتورهای آبی و یا کندانسورهای آبی و بطور کلی در کویلهای حرارتی و یا برودتی که خطر انجماد آب و یا افزایش درجه حرارت و افزایش فشار وجود دارد از کلید کنترل جریان آب استفاده می‌گردد. کاربرد دیگر این کلید در سیستمهای اطفاء حریق و برای راه‌اندازی پمپهای

آتش‌نشانی است که می‌توان از فلوسوئیچ به عنوان یک کلید استارت و فرمان اتوماتیک به پمپ‌های آتش‌نشانی استفاده نمود.

لازم به ذکر است که در کندانسورها و اواپراتورهای آبی این کنترل کننده بعنوان کلید ایمنی و حفاظتی بکار گرفته می‌شود. زیرا اگر آب در اواپراتور جریان نداشته باشد مشکلاتی در سیستم به وجود می‌آید که عبارتند از:

۱- عدم جریان آب در اواپراتور باعث می‌شود که درجه حرارت آب (آب راکد شده) در اواپراتور کاهش یابد و بتدریج منجمد گردد و به دنبال آن لوله‌های اواپراتور دفرمه شده و اگر سرد کردن ادامه داشته باشد باعث ترکیدن لوله‌های اواپراتور شده و گاز سیستم تخلیه می‌گردد.

۲- عدم جریان آب در اواپراتور و یا حتی کاهش دبی جریان آب باعث می‌شود که ظرفیت برودتی سیستم نسبت به آب اواپراتور بیشتر گردد و مایع مبرد تماماً، تبخیر نشود. در چنین شرایطی مایع مبرد به کمپرسور وارد می‌شود که علاوه بر رقیق کردن روغن امکان ورود مایع مبرد به سیلندر نیز وجود دارد و به علت عدم تراکم‌پذیری مایعات به قطعات مکانیکی صدمه وارد شود.

همچنین عدم جریان آب در کندانسورهای آبی مشکلاتی از قبیل:

۱- عدم جریان آب در کندانسور باعث افزایش فشار شده و کمپرسور جریان الکتریکی زیادی را مصرف می‌کند و به سیم‌پیچها آسیب می‌رساند.

۲- عدم جریان آب در کندانسور باعث می‌شود که گاز داغ تقطیر نشود و فشار در اواپراتور نیز افزایش یابد.

۳- عدم جریان آب در کندانسور آبی باعث می‌شود که سوپاپ اطمینان روی کندانسور عمل کند و مقدار زیادی از مبرد درون سیکل به اتمسفر تخلیه (پرت) گردد.

برای جلوگیری از مشکلات فوق این کلید در مدار فرمان کمپرسور بایستی به گونه‌ای قرار گیرد که هرگاه جریان آب قطع شد بلافاصله کمپرسور را خاموش کند.