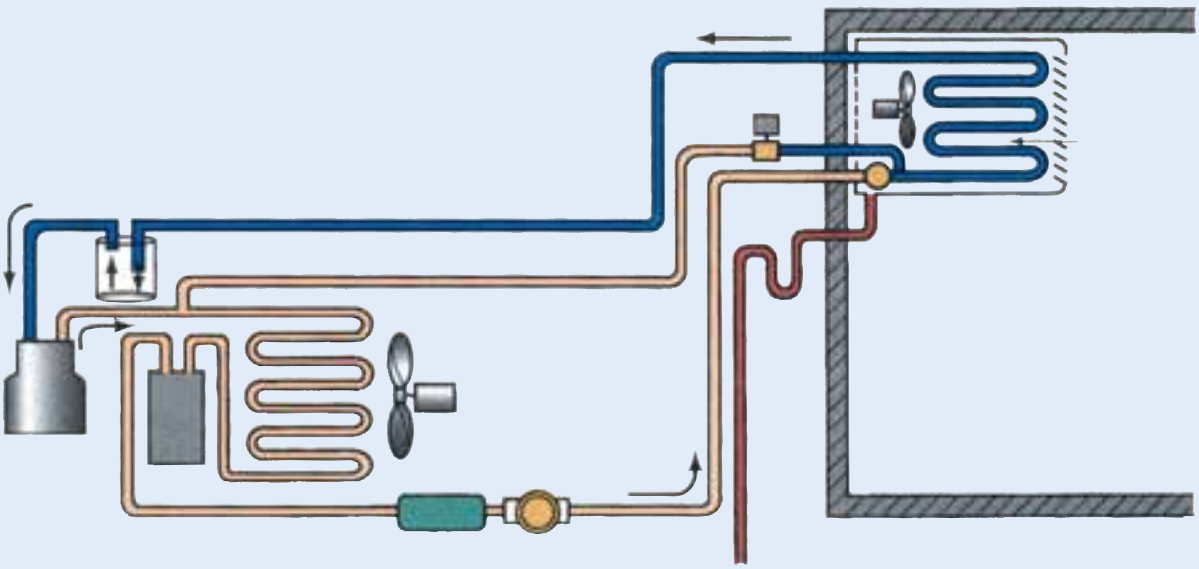
فصل ششم



فصل ششم

اواپراتورها

پس از پایان آموزش این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ انواع اواپراتور را توضیح دهد.

۲ــ چگونگی تقطیر در اواپراتورها را شرح دهد.

۳ــ فشار کاری اواپراتورها را تعیین کند.

۴ــ پخش‌کننده‌ها در اواپراتورها را توضیح دهد.

۵ــ جهت درست حرکت هوا از روی کویل اواپراتور را توضیح دهد.

۶ــ برفک‌زدایی یا دیفراست را شرح دهد.

۷ــ روش انتخاب یک نوع اواپراتور را شرح دهد.

۶ــ اواپراتورها

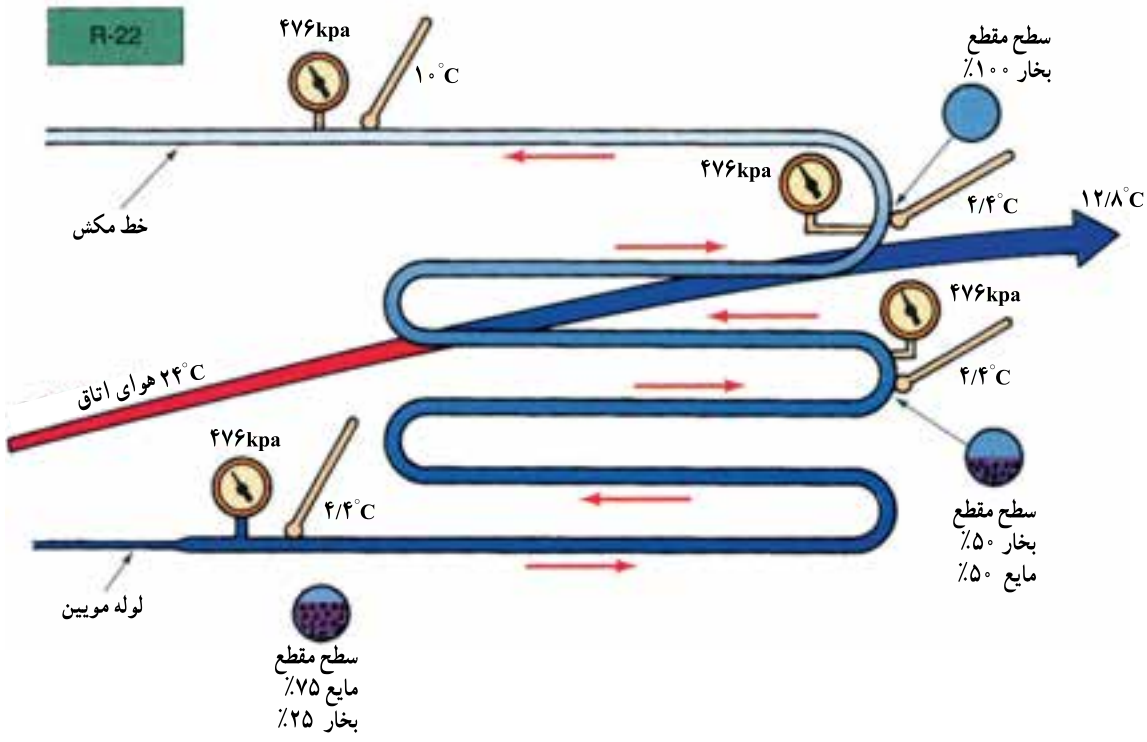
اواپراتور یکی از چهار قسمت اصلی دستگاه‌های سردکننده است. در اواپراتور ماده سرمازا در دمایی پایین‌تر از دمای محیط اواپراتور می‌جوشد و گرمای مواد و محیط داخل اواپراتور را جذب نموده و آنها را سرد می‌کند. اواپراتور می‌تواند برای سرد کردن هوا، آب یا هرنوع مایع و گازی به‌کاربرده شود.

در شکل ۱ــ۶ دمای جوش ماده سرمازا در اواپراتور ۴/۴°C است. مادهٔ سرمازا پس از عبور لوله مویین به‌صورت مخلوطی از ۷۵٪ مایع و ۲۵٪ بخار است. هرچه ماده سرمازا پیش‌تر می‌رود گرمای بیشتری جذب کرده و از مقدار مایع آن کاسته شده به‌مقدار بخار آن افزوده می‌شود به‌طوری که در ۹۰٪ از طول کویل ابتدای اواپراتور، ماده سرمازا به‌صورت مخلوطی از مایع و بخار است و دمای آن ثابت است، در ۱۰ درصد طول انتهای کویل ماده سرمازا به‌صورت ۱۰۰ درصد بخار است و با جذب گرما دمای آن بیشتر می‌شود و در انتهای کویل دمای آن ۱۰°C است و می‌گوییم ماده سرمازا سوپرهیت شده است.

۱ــ۶ــ انواع اواپراتور

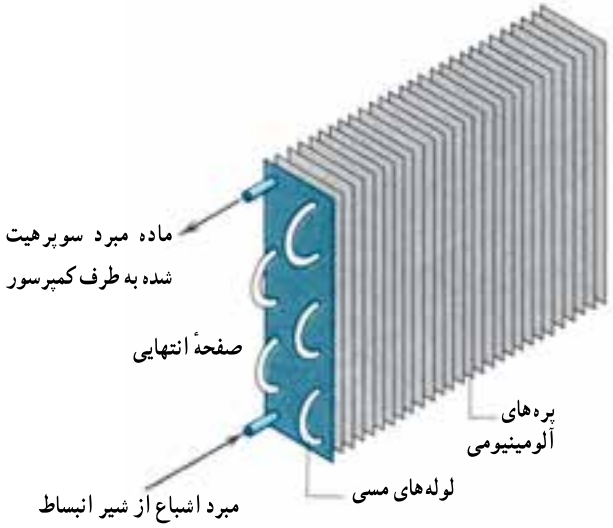
برای اواپراتورها دسته‌بندی‌های گوناگونی گفته شده است. اواپراتورها از نظر نوع تغذیه به دو دسته اواپراتورهای انبساط مستقیم یا خشک و اواپراتورهای پر تقسیم می‌شوند. از نظر چگونگی جریان هوا دو گونه‌اند با جریان اجباری هوا و با جریان طبیعی. همچنین اواپراتورها رامی‌توان به دو دستهٔ اواپراتورهای کویلی پره‌دار و اواپراتورهای کویلی بدون پره تقسیم کرد.

۱ــ۱ــ۶ــ اواپراتورهای کویلی پره‌دار : در این اواپراتورها ماده سرمازا در داخل لوله‌های مسی که به‌صورت کویل درآمده‌اند حرکت می‌کند. برای افزایش میزان تبادل گرما بین محیط پیرامون اواپراتور وماده سرمازا آنها را پره‌دار می‌نمایند. تعداد پره‌های (فین‌های) اواپراتورهای پره‌دار از ۷ تا ۱۴ پره در



شکل ۱ــ۶ــ جریان ماده سرمازا در کویل اواپراتور

ب) شکل واقعی



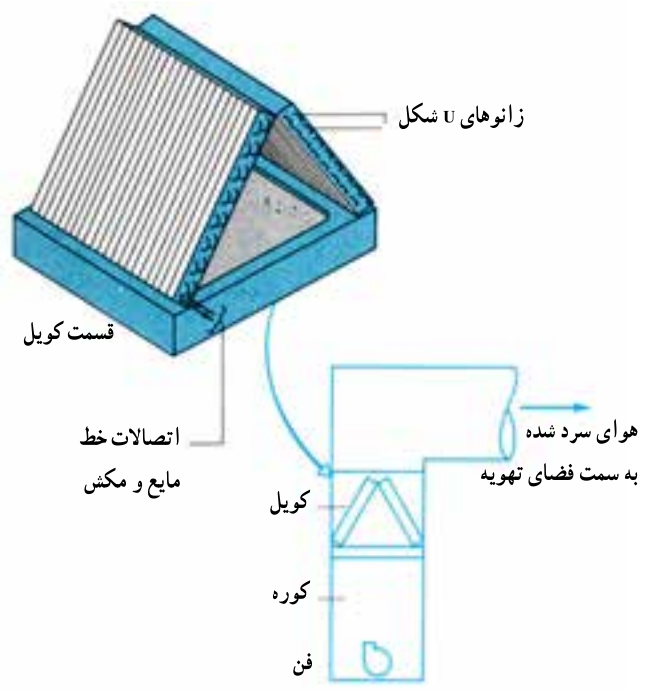
الف) شکل شماتیک

شکل ۲ــ۶ــ اواپراتور کویلی پره‌دار

هر اینچ است (شکل ۲ــ۶) . این اواپراتور معمولاً از نوع جریان اجباری می‌باشند.

با استفاده از این نوع اواپراتورها می‌توان در موقعیت‌های گوناگون هوا را سرد کرد و به‌وسیله کانال‌ها به فضاهای موردنظر که الزاماً نزدیک دستگاه سردکننده نباشند فرستاد. شکل ۳ــ۶ اواپراتور کویلی پره‌دار در یک دستگاه تهویه مطبوع را نشان می‌دهد. کندانسینگ یونیت در بیرون ساختمان و اواپراتور در داخل کابین دستگاه مطابق شکل نصب شده است.

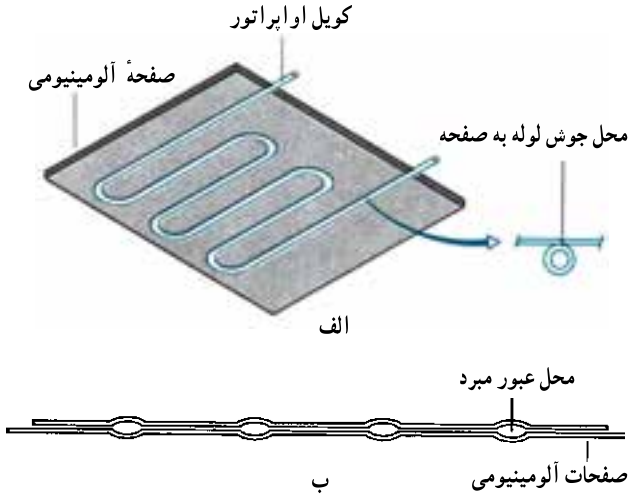
۲ــ۱ــ۶ــ اواپراتورهای کویلی بدون پره : اواپراتور کویلی بدون پره یا اواپراتورهای صفحه‌ای در شکل‌های گوناگون



شکل ۳ــ۶ــ اواپراتور کویلی فین‌دار(پره‌دار) با جریان اجباری هوا (فن‌دار)

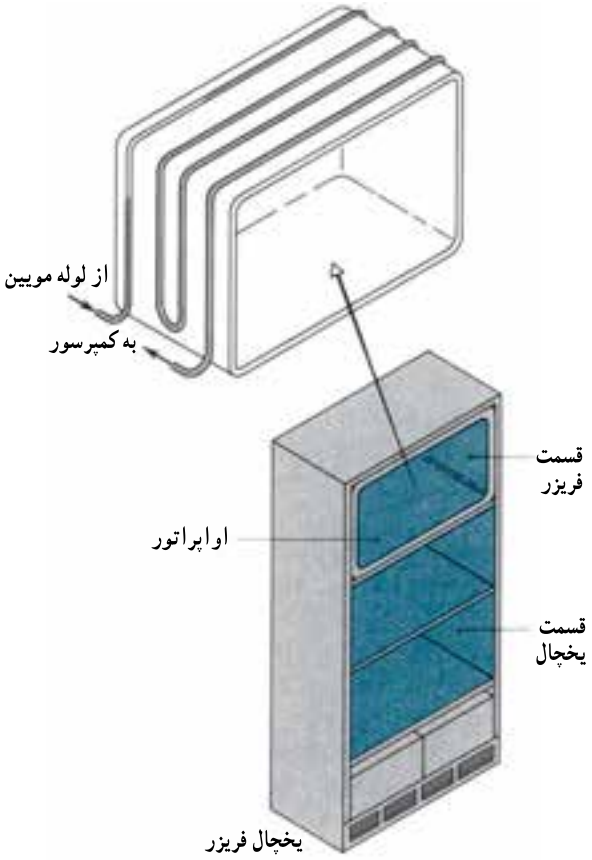
ساخته می‌شود. در این اواپراتورها انتقال گرما با جریان طبیعی هوا صورت می‌گیرد. از این اواپراتورها معمولاً در دستگاه‌های سردکننده خانگی مانند یخچال و فریزر استفاده می‌شود.

شکل ۴ــ۶ الف اواپراتور صفحه‌ای (کویلی بدون فین) را نشان می‌دهد که لوله حامل مادهٔ سرمازا به صفحه آلومینیومی جوش شده است و در شکل ۴ــ۶ ب دو صفحه آلومینیومی طوری به‌هم پرس شده‌اند که محل‌هایی برای جریان ماده سرمازا باشد.

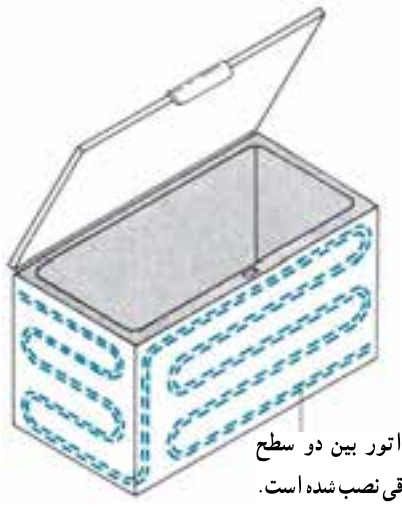


شکل ۴ــ۶ــ الف) اواپراتور کویلی بدون فین با جریان طبیعی هوا
ب) اواپراتور صفحه‌ای (پرس دو صفحهٔ آلومینیومی با شکل خاص)

شکل ۵ــ۶ جایخی یک دستگاه یخچال را نشان می‌دهد که اواپراتور صفحه‌ای به‌شکل جایخی فرم داده شده است. در اغلب فریزرهای صندوقی از اواپراتورهای صفحه‌ای استفاده می‌شود. (شکل ۶ــ۶)



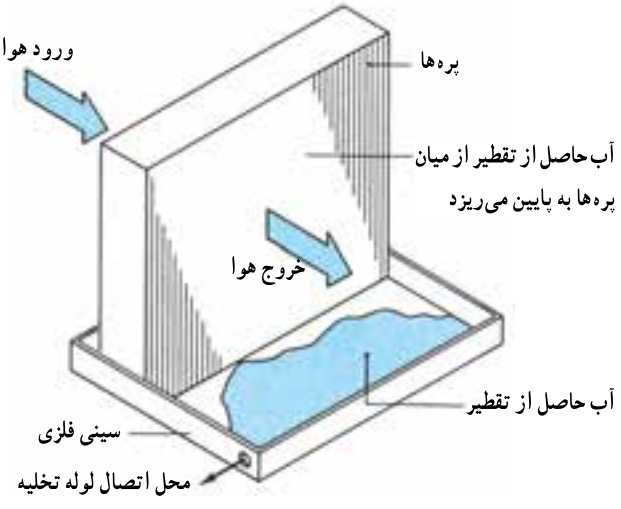
شکل ۵ ــ۶ــ اواپراتور کویلی بدون پره(فین) با
جریان طبیعی هوا (اواپراتور صفحه‌ای)



شکل ۶ــ۶ــ اواپراتور صفحه‌ای در دستگاه فریزر صندوقی

۲ــ۶ــ تقطیر در اواپراتورها

اگر شما یک لیوان آب یخ را روی میز بگذارید طولی نمی‌کشد که سطح خارجی لیوان مرطوب می‌شود. خیسی سطح خارجی لیوان همان بخار آب هوای اطراف لیوان می‌باشد که در اثر تماس با سطح سرد لیوان، تقطیر شده و تبدیل به قطرات آب می‌شود. وقتی که هوا به وسیله اواپراتور خنک می‌شود معمولاً عمل تقطیر رخ می‌دهد. اگر دمای سطح اواپراتور پایین‌تر از دمای انجماد آب باشد، آب تقطیر شده روی سطح اواپراتور (به‌صورت برفک) منجمد می‌شود. در اواپراتورهای صفحه‌ای در اثر کارکرد سیستم برودتی به‌تدریج به ضخامت یخ اضافه شده و قبل از این‌که ضخامت یخ به مقدار قابل‌توجهی برسد بایستی به‌طریقی از آن جدا شود. در اواپراتورهای فین‌دار با جریان اجباری هوا که در دمای پایین‌تر از نقطه انجماد کار می‌کنند بایستی در هر روز چندین مرتبه عمل ذوب برفک (دیفراست) انجام گیرد. در اواپراتورهایی که در دمایی بین $0^{\circ}C$ تا $10^{\circ}C$ کار می‌کنند آب حاصل از تقطیر بخار از میان پره‌ها پایین ریخته و در سینی کف اواپراتور جمع شده و به بیرون منتقل می‌شود (شکل ۷ــ۶). توجه کنید که از کویل یک اواپراتور به‌ظرفیت ۳تن تبرید بیش از ۷/۵ لیتر در ساعت آب تقطیر می‌شود.



شکل ۷ــ۶ــ آب حاصل از تقطیر در داخل سینی کف اواپراتور جمع شده سپس از طریق لوله تخلیه به بیرون منتقل می‌شود.

۳ــ۶ــ فشار کاری اواپراتور

دمای مبرد داخل کویل اواپراتور، مشخص‌کنندهٔ فشار داخلی آن می‌باشد. چنانچه دمای اواپراتور پایین‌تر از $1^{\circ}C-$ تا $3^{\circ}C-$ برسد سطح اواپراتور به اندازه کافی سرد می‌شود که آب تقطیر شده را منجمد نماید.

جدول ۸ــ۶ــ محدوده تقریبی فشار کار اواپراتور

فشار مکش نرمال	ماده مبرد	کاربرد
۱/۹ ــ ۲psi	R ــ۱۲	یخچال فریزر خانگی
۶۰ ــ ۷۰psi	R ــ۲۲	کولرهای گازی
۲۵ ــ ۳۵psi	R ــ۵۰۲	یخ ساز
۲۸ ــ ۳۰psi	R ــ۱۳۴a	کولر اتومبیل

در جدول ۸ــ۶ فشار کاری اواپراتورها برای کاربردهای متفاوت قید شده است. چنانچه برای سیستم تبریدی فشارمکش ذکر نشده باشد می‌توان با استفاده از جدول مبردها فشارمکش را انتخاب نمود.

اگر نیاز باشد که دمای کابین و محصول داخل آن به یک دمای پایین برسد بایستی دمای هوایی که برای سرد کردن کابین به‌کار برده می‌شود سردتر باشد و در ضمن اواپراتوری که می‌خواهد هوای سرد را از خود خارج کند خود بایستی سردتر از هوای خروجی باشد. به عبارتی دمای هوای خروجی از اواپراتور که برای سرد کردن کابین و محصولات داخل آن به‌کار برده می‌شود $5/5^{\circ}C$ سردتر از دمای کابین و دمای اواپراتور یا دمای مبرد داخل کویل $5/5^{\circ}C$ سردتر از دمای هوای سرد خروجی از اواپراتور باشد.

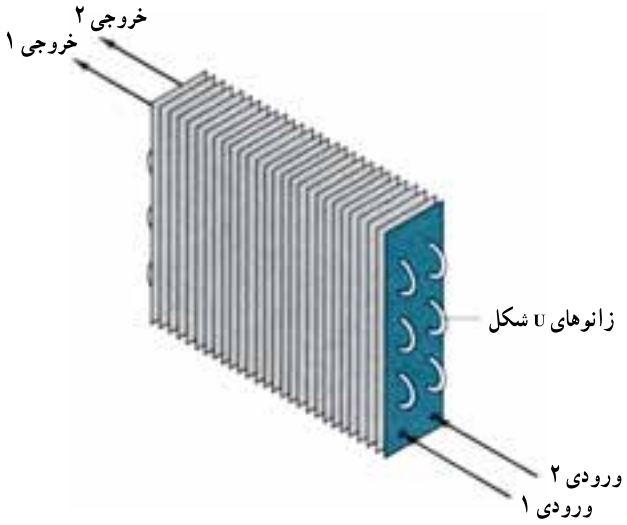
مثال : لازم است دمای یک کابین یخچال با استفاده از مبرد R ــ۱۳۴a به دمای $11^{\circ}C-$ برسد دمای داخل کابین برابر $11^{\circ}C-$ و دمای هوای سرد خروجی از اواپراتور برابر $16/5^{\circ}C-$ و دمای اواپراتور یا مبرد داخل کویل برابر $22^{\circ}C-$ می‌باشد. با استفاده از جدول (فشار و دمای اشباع مبردها) برای مبرد R ــ۱۳۴a فشار اشباع متناسب با دمای اشباع $22^{\circ}C-$ معادل ۰/۲۱barg (۳psi) بدست می‌آید.

مثال : سیستم تبرید با مبرد R ــ ۲۲ مربوط به یک سالن سردخانه که جهت نگهداری سیب درختی در نظر گرفته شده است موجود می‌باشد. مطلوب است فشار مکش کمپرسور در سیکل برودتی برحسب psig و barg. (دمای نگهداری سیب بین $0^{\circ}C$ تا $-1^{\circ}C$ می‌باشد که ما دمای $-1^{\circ}C$ در نظر می‌گیریم.)

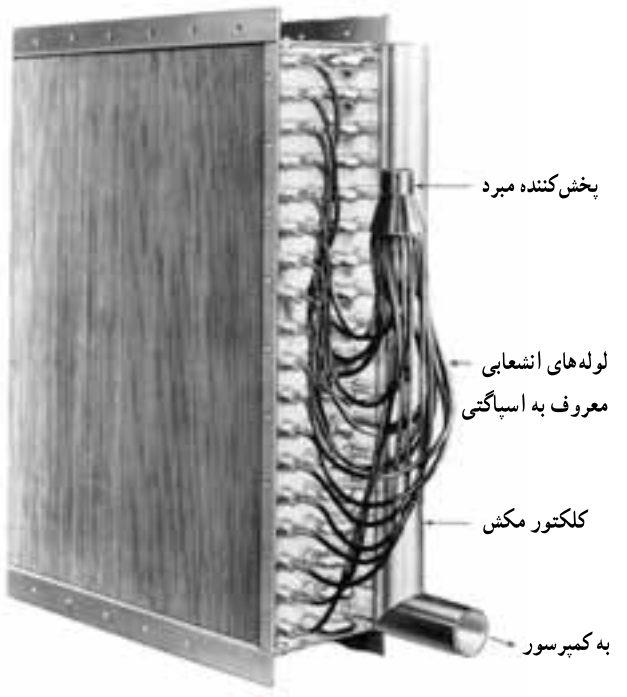
حل : دمای محصول معادل $-1^{\circ}C$، دمای هوای خروجی از اواپراتور $-6/5^{\circ}C$ و دمای اواپراتور یا مبرد داخل معادل $-12^{\circ}C$ می‌باشد از جدول مبردها برای مبرد R ــ ۲۲ فشار اشباع متناسب با دمای $-12^{\circ}C$ معادل ۲/۲۹barg (۳۳/۲psig) بدست می‌آید.

۴ــ۶ــ پخش‌کننده‌ها در اواپراتور

اگر کویل اواپراتور مانند شکل ۱ــ۶ تنها یک لوله خم شده باشد تمام ماده مبرد جریان ناچاراً بایستی از همان مسیر عبور نماید در کویل‌های بزرگ‌تر اجرای چنین کاری به‌خاطر افت فشار شدیدی که ایجاد می‌شود عملاً ممکن نیست. شکل ۹ــ۶ کویل اواپراتوری را نشان می‌دهد که دو مسیر رفت و برگشت دارد. ایجاد دو مسیر موازی در کویل اواپراتور بستگی به مقدار مبرد جریانی دارد. در اواپراتور با کویل بزرگ‌تر حتی ممکن است ۱۵ تا ۲۰ مسیر جدا از هم تعبیه شود (شکل ۱۰ــ۶). در اواپراتور با مسیرهای بیشتر برای پخش مساوی ماده مبرد جریانی از وسیله‌ای به‌نام پخش‌کننده[1] نظیر شکل ۱۱ــ۶ استفاده می‌کنند. در این سیستم‌ها مایع مبرد خروجی از مخزن ذخیره وارد شیر انبساط شده و به‌صورت مخلوط مایع و بخار، شیر انبساط را ترک کرده و قبل از ورود به کویل اواپراتور، وارد پخش‌کننده می‌شود. در داخل پخش‌کننده، ماده مبرد به‌صورت مساوی برای تمام مسیرها تقسیم شده و پس از جذب گرمای فضا نهایتاً در قسمت انتهای کویل به‌وسیله یک عدد جمع کننده (کلکتور) گاز مبرد جمع شده و به سمت کمپرسور هدایت می‌شود. استفاده از پخش‌کننده در اواپراتور باعث می‌شود که افت فشار در تمام مسیرها با هم مساوی شده و درنهایت افت فشار کلی در اواپراتور کم می‌شود.

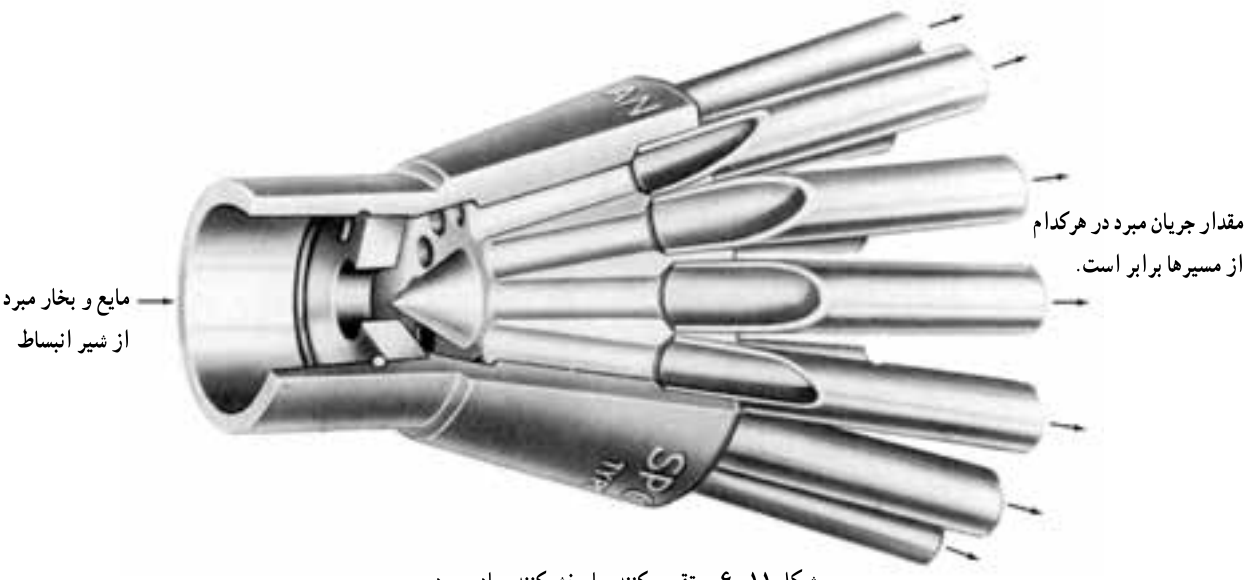


شکل ۹ــ۶ــ اواپراتور کویلی با دو مسیر رفت و برگشت مستقل



شکل ۱۰ــ۶ــ اواپراتور کویلی با چندین مسیر

۱ــ Distributer



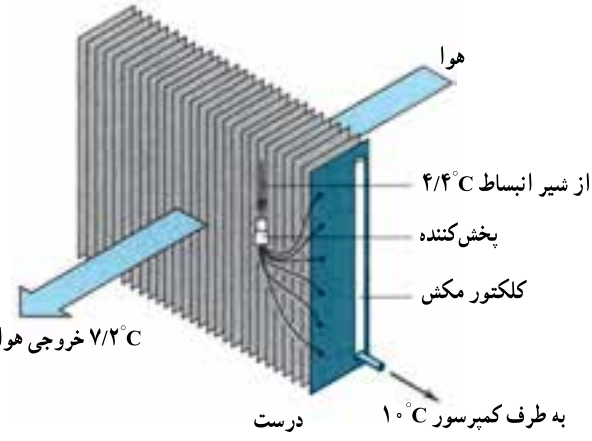
شکل ۱۱ــ۶ــ تقسیم‌کننده یا پخش‌کننده ماده مبرد

۵ــ۶ــ جهت جریان هوا از روی کویل اواپراتور

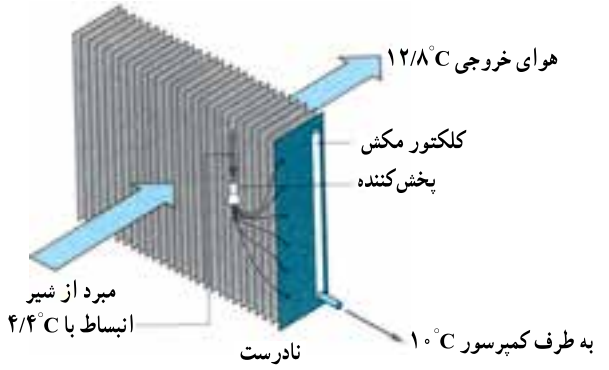
سمت ورودی و خروجی هوا از روی اواپراتور خیلی شبیه هم می‌باشند. بنابراین در موقع نصب آن باید توجه شود که برعکس قرار نگیرد زیرا موجب کاهش ظرفیت اواپراتور می‌شود. برای نصب صحیح کویل اواپراتور همیشه به‌خاطر بسپارید که هوای سرد در خروج از کویل بایستی با مبرد سرد در تماس باشد. شکل ۱۲ــ۶ روش درست جریان هوا از روی کویل و شکل ۱۳ــ۶ روش نادرست را نشان می‌دهد.

در شکل ۱۳ــ۶ با اواپراتوری که در $4/4^{\circ}C$ دمای مکش اشباع و $5/6^{\circ}C$ سوپرهیت می‌باشد دمای هوای خروجی به کمتر از $12/8^{\circ}C$ نخواهد رسید. درصورتی که در روش نصب صحیح شکل ۱۱ــ۶ با داشتن $4/4^{\circ}C$ دمای اشباع مبرد ورودی به کویل، هوای خروجی از کویل به $7/2^{\circ}C$ می‌رسد.

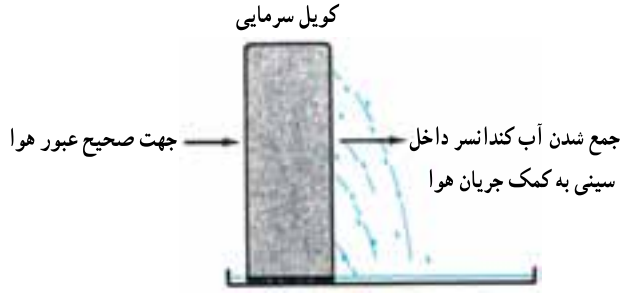
شکل ۱۴ــ۶ نحوهٔ نصب صحیح سینی تخلیه آب تقطیر شده در زیر اواپراتور را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲ــ۶ــ عبور درست هوا از روی کویل اواپراتور



شکل ۱۳ــ۶ــ عبور نادرست هوا از روی کویل اواپراتور

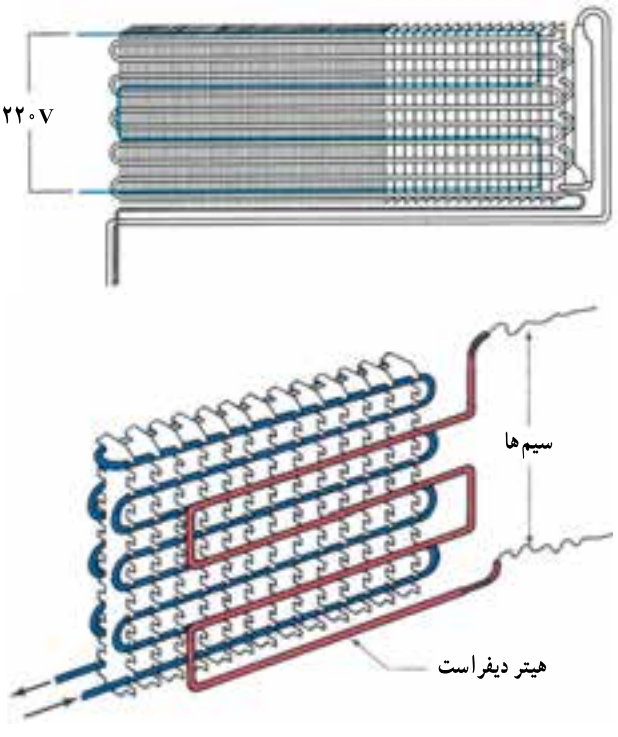


شکل ۱۴ــ۶ــ موقعیت نصب درست سینی کف اواپراتور

۶ــ۶ــ برفک زدایی یا دیفراست

برای اواپراتورهایی که در دمای پایین کار می‌کنند تا بتوانند دمای فضای موردنظر را در کمتر از $0^{\circ}C$ نگه دارند بخارات تقطیر شده در روی سطح کویل اواپراتور یخ خواهد بست. این حالت عموماً برای فریزرهای خانگی می‌باشد. اگر اواپراتور از نوع صفحه‌ای باشد کارکرد اواپراتور بدون دیفراست برای روزها حتی هفته‌ها میسّر می‌باشد. اگر اواپراتور از نوع کویلی فین‌دار و با جریان اجباری هوا (فن‌دار) باشد ایجاد برفک و یخ روی کویل به‌سرعت باعث مشکلاتی می‌شود. عبور هوای فضای موردنظر از میان فین‌هایی که ۳ میلی‌متر یا کمتر از هم فاصله دارند محدود می‌شود. تشکیل یخ به هر ضخامت روی کویل و پره جریان هوا از روی اواپراتور را با مشکل مواجه می‌کند و با کاهش بار اواپراتور، فشار مکش کمتر شده و مقدار ضخامت یخ روی کویل افزایش می‌یابد و مدت زمان زیادی نمی‌کشد که سطح اواپراتور به‌صورت بلوک یخ درآید.

۱ــ۶ــ۶ــ برفک زدایی با گرمکن الکتریکی: شکل ۱۵ــ۶ کویل اواپراتوری را نشان می‌دهد که مجهز به هیترهای الکتریکی است و یک تایمر باعث می‌شود در زمان‌های مشخص کمپرسور از مدار خارج شده و گرمکن‌های الکتریکی وارد مدار شود تا عمل دیفراست با استفاده از گرمای هیترها انجام پذیرد. آب حاصل از عمل دیفراست پس از جمع شدن در سینی کف اواپراتور، از طریق لوله تخلیه به بیرون منتقل می‌شود برای جلوگیری از انجماد مجدد و انباشته شدن یخ در سینی و مسدود شدن مسیر لوله تخلیه، هیترهای دیگری را نیز در کف سینی و لوله تخلیه کار می‌گذارند.



شکل ۱۵ــ۶ــ دو نمونه کویل اواپراتور مجهز به گرمکن‌های الکتریکی

۲ــ۶ــ۶ــ برفک زدایی با گاز داغ: در این طریق جهت دیفراست اواپراتور از گاز داغ استفاده می‌شود. شکل ۱۶ــ۶ روش دیفراست با گاز داغ را نشان می‌دهد. در این سیستم تایمر فرمان به شیر برقی داده و گاز داغ از خروجی کمپرسور مستقیماً وارد اواپراتور می‌گردد. کمپرسور در مدت زمان دیفراست با گاز داغ به‌کار خود ادامه می‌دهد.

۷ــ۶ــ انتخاب اواپراتور

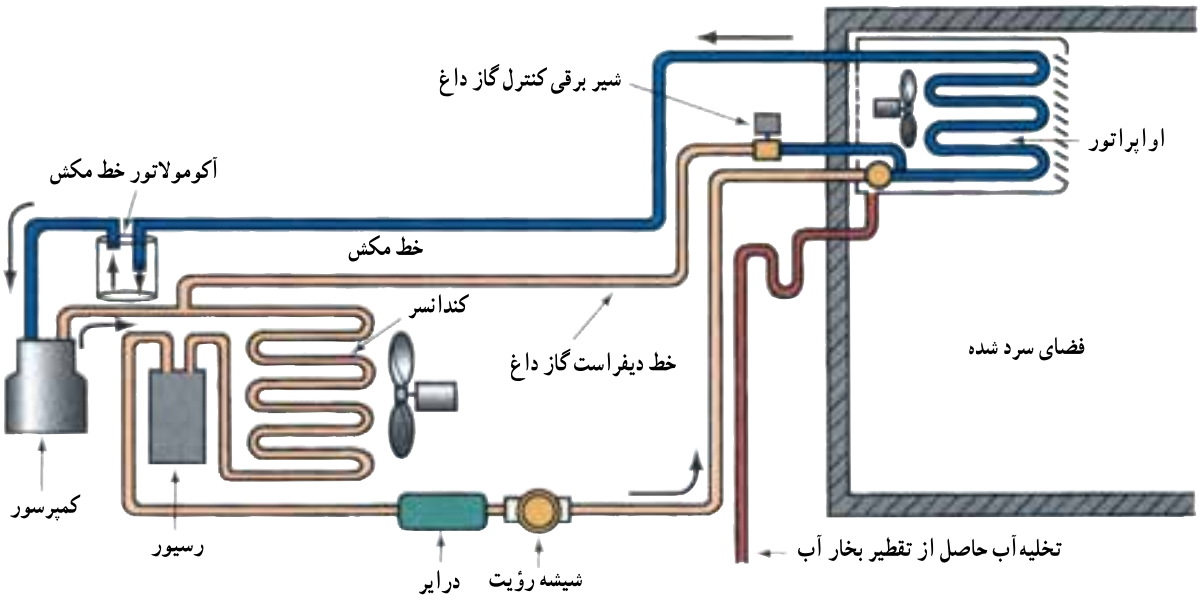
برای انتخاب اواپراتور ابتدا ظرفیت سرمایی اواپراتور را که برابر با بارسرمایی است تعیین می‌کنیم. عامل دوم در انتخاب اواپراتور تعیین مقدار TD[1] یا اختلاف دمای کویل اواپراتور با دمای محیط سردخانه است که به روش زیر تعیین می‌شود.

براساس نوع محصولی که باید در سالن سردخانه نگهداری شود از ستون سوم جدول ۲۰ــ۶ مشخصات میوه‌ها، سبزی و مواد گوشتی رطوبت نسبی پیشنهادی و دمای سالن برداشت می‌نماییم.

با استفاده از جدول۱۷ــ۶ و رطوبت نسبی تعیین شده سردخانه و نوع اواپراتور از نظر جریان هوا (طبیعی یا اجباری) مقدار اختلاف دمای سالن و ماده مبرد (TD) معلوم می‌گردد. اگر مقدار TD از دمای سالن (ti) کم کنیم دمای جوش ماده مبرد در داخل کویل به‌دست می‌آید.

جدول ۱۸ــ۶ نمونه از یک کاتالوگ اواپراتور می‌باشد برای انتخاب اواپراتور توسط این جدول باید بارسرمایی سردخانه (W) و دمای جوش ماده مبرد در اواپراتور معلوم باشد (Te)؛

۱ــ Temperature Diffrence



شکل ۱۶ــ۶ــ برفک زدایی با گاز داغ

جدول ۱۷ــ۶ــ تعیین TD سردخانه برحسب تغییرات رطوبت نسبی (TD اختلاف دمای هوای سالن و ماده مبرد جریانی در داخل کویل اواپراتور)

اختلاف درجه حرارت (TD) °C		رطوبت نسبی٪
هوا با جریان اجباری	هوا با جریان طبیعی	
۵ــ۶	۷ــ۸	۹۱ــ۹۵
۶ــ۷	۸ــ۹	۸۶ــ۹۰
۷ــ۸	۹ــ۱۰	۸۱ــ۸۵
۸ــ۹	۱۰ــ۱۱	۷۶ــ۸۰
۹ــ۱۰	۱۱ــ۱۲	۷۰ــ۷۵

پس از انتخاب مدل اواپراتور مشخصات دیگر اواپراتور مانند میزان جریان هوا ($\frac{m^3}{h}$)، سطح حرارتی (m^2)، حجم کویل (lit) قطر فن‌اواپراتور (mm) شدت جریان مصرفی (A) و قدرت الکتریکی فن (kW) را می‌توان از جدول استخراج نمود.

نمونه این جدول برای فواصل مختلف بین پره‌ها (فین‌ها) تهیه می‌شود. بنابراین یکی از عوامل مؤثر در انتخاب اواپراتور فاصله بین پره‌ها است هر چه فاصله پره‌ها کمتر باشد عمل برفک‌زدایی در فاصله زمانی کمتری انجام می‌گیرد برای انتخاب فاصله بین پره‌ها موارد زیر توصیه می‌شود.

فاصله فین ۶mm برای اتاق‌های نگهداری بالای $+4^\circ C$

فاصله فین ۸mm برای اتاق‌های نگهداری مرطوب با دمای بین $0^\circ C$ تا $5^\circ C$

فاصله فین ۱۰mm برای اتاق‌های نگهداری بین $0^\circ C$ تا $-25^\circ C$

فاصله فین ۱۲mm برای اتاق نگهداری $0^\circ C$ تا $-4^\circ C$ با رطوبت بالا به انضمام تونل انجماد

فاصله فین ۱۵mm برای تونل‌های انجماد

فاصله فین ۱۸mm برای تونل‌های انجماد با رطوبت بالا و محصول مرطوب بدون بسته‌بندی

مثال : دمای نگهداری سالن $ti = -16$ و درصد رطوبت نسبی در سالن ۸۵٪ می‌باشد در صورتی که اواپراتور از نوع فن‌دار انتخاب شود مدل اواپراتور را از روی کاتالوگ داده شده انتخاب کنید در صورتی که بارسرمایی ۵۵kW باشد.

حل :

۱ــ با توجه به دمای سردخانه اواپراتور انتخابی باید از نوعی باشد که فاصله بین فین‌های آن ۱۰mm باشد.

جدول ۱۸ــ۶ کاتالوگ نمونه انتخاب اواپراتور

8mm FIN SPACING	TECHNICAL DATA								
	CAPACITY Te = -5°C w	CAPACITY Te = -30°C w	AIRFLOW m 3 /h	SURFACE m2	COIL VOLUME lit	FANS			
						NO.	DIA.	A	KW
8-406-8	5101	4397	5700	20	7	1	450	0.88	0.45
8-606-8	7010	6042	5600	30	12	1	450	0.88	0.45
12-606-8	11500	9890	8300	45	16	1	500	1.95	0.76
12-806-8	13067	11237	8200	60	21	1	500	1.95	0.76
8-409-8	7525	6471	8400	30	10	1	500	1.95	0.76
8-609-8	10488	9019	8300	45	15	1	500	1.95	0.76
12-609-8	15606	13421	10600	68	24	1	630	1.55	0.72
12-809-8	20155	17333	10300	89	29	1	630	1.55	0.72
8-412-8	10495	9025	11400	40	12	2	450	0.88	0.45
8-612-8	14267	12269	11200	59	18	2	450	0.88	0.45
12-612-8	21059	18110	16600	89	28	2	500	1.95	0.76
12-812-8	26413	22715	16400	119	37	2	500	1.95	0.76
8-414-8	10966	9430	11400	46	14	2	450	0.88	0.45
8-614-8	16471	14165	11200	69	21	2	450	0.88	0.45
12-614-8	25165	21641	18600	104	36	2	560	2.1	0.9
12-814-8	31441	27039	18400	139	46	2	560	2.1	0.9
8-418-8	14910	12822	16800	60	18	2	500	1.95	0.76
8-618-8	20800	17888	16600	89	31	2	500	1.95	0.76
12-618-8	31215	26844	21200	134	40	2	630	1.55	0.72
12-818-8	40174	34549	20600	178	56	2	630	1.55	0.72
12-624-8	41693	35855	27900	179	56	3	560	2.1	0.9
12-824-8	51542	44326	27600	238	76	3	560	2.1	0.9
12-124-8	65112	55996	34400	298	91	2	630	4.2	2.3
16-624-8	62384	53650	47000	238	76	2	710	6	3.3
16-824-8	76475	65768	46000	317	101	2	710	6	3.3
16-124-8	88167	75823	45200	397	121	2	710	6	3.3
12-628-8	50957	43823	36000	208	61	2	630	4.2	2.3
12-828-8	63050	54223	35600	278	81	2	630	4.2	2.3
12-128-8	73670	63356	34400	347	101	2	630	4.2	2.3
16-628-8	66442	57140	47000	278	81	2	710	6	3.3
16-828-8	83771	72043	46000	370	111	2	710	6	3.3
16-128-8	97559	83917	45200	463	141	2	710	6	3.3
12-636-8	66159	56896	42400	268	81	4	630	1.55	0.72
12-836-8	82637	71067	41200	357	106	4	630	1.55	0.72
12-136-8	94004	80843	37200	446	131	4	630	1.55	0.72
16-636-8	80528	69254	54000	357	111	3	630	4.2	2.3
16-836-8	106753	91807	69000	476	141	3	710	6	3.3
16-136-8	131832	113375	67800	595	181	3	710	6	3.3
12-642-8	76342	65654	54000	312	91	3	630	4.2	2.3
12-842-8	99704	85745	53400	417	121	3	630	4.2	2.3
12-142-8	107952	92838	51600	521	151	3	630	4.2	2.3
16-642-8	94992	81693	72400	417	121	3	710	6	3.3
16-842-8	126047	108400	69000	556	161	3	710	6	3.3
16-142-8	148730	127907	67800	695	201	3	710	6	3.3

ادامه جدول ۱۸ــ۶ کاتالوگ نمونه انتخاب اواپراتور

10mm FIN SPACING					TECHNICAL DATA				
	CAPACITY Te = -5°C w	CAPACITY Te = -30°C w	AIRFLOW m^3/h	SURFACE m^2	COIL VOLUME lit	FANS			
						NO.	DIA.	A	KW
8-406-10	4594	3950	5900	16	7	1	450	0.88	0.45
8-606-10	6233	5360	5700	24	12	1	450	0.88	0.45
12-606-10	11225	9653	8400	36	16	1	500	1.95	0.76
12-806-10	12460	10715	8300	48	21	1	500	1.95	0.76
8-409-10	6679	5743	8500	24	10	1	500	1.95	0.76
8-609-10	9681	8325	8400	36	15	1	500	1.95	0.76
12-609-10	13794	11862	11000	54	24	1	630	1.55	0.72
12-809-10	18177	15632	10600	71	29	1	630	1.55	0.72
8-412-10	9378	8065	11900	32	12	2	450	0.88	0.45
8-612-10	12794	11002	11400	48	18	2	450	0.88	0.45
12-612-10	19128	16450	16 800	71	28	2	500	1.95	0.76
12-812-10	24227	20835	16600	95	37	2	500	1.95	0.76
8-414-10	9609	8263	11900	37	14	2	450	0.88	0.45
8-614-10	14756	12690	11400	56	21	2	450	0.88	0.45
12-614-10	22901	19694	19000	83	36	2	560	2.1	0.9
12-814-10	29768	25600	18600	111	46	2	560	2.1	0.9
8-418-10	13361	11490	17000	48	18	2	500	1.95	0.76
8-618-10	18963	16308	16800	71	31	2	500	1.95	0.76
12-618-10	28115	24178	22000	107	40	2	630	1.55	0.72
12-818-10	36185	31119	21200	143	56	2	630	1.55	0.72
12-624-10	37472	32225	28500	143	56	3	560	2.1	0.9
12-824-10	46265	39877	27900	191	76	3	560	2.1	0.9
12-124-10	58910	52666	36600	238	91	2	630	4.2	2.3
16-624-10	59057	50789	48000	191	76	2	710	6	3.3
16-824-10	70608	60722	47000	254	101	2	710	6	3.3
16-124-10	83306	71643	46000	318	121	2	710	6	3.3
12-628-10	44919	38630	36600	167	61	2	630	4.2	2.3
12-828-10	56511	48599	36000	224	81	2	630	4.2	2.3
12-128-10	65541	56709	35600	278	101	2	630	4.2	2.3
16-628-10	57579	49517	48000	222	81	2	710	6	3.3
16-828-10	73393	63117	47000	297	111	2	710	6	3.3
16-128-10	86551	74433	46000	371	141	2	710	6	3.3
12-636-10	62086	53393	49000	214	81	4	630	1.55	0.72
12-836-10	77918	67009	42100	286	106	4	630	1.55	0.72
12-136-10	85997	73957	41200	357	131	4	630	1.55	0.72
16-636-10	67824	58328	54900	286	111	3	630	4.2	2.3
16-836-10	93294	80232	70500	381	141	3	710	6	3.3
16-136-10	122814	105620	69000	477	181	3	710	6	3.3
12-642-10	67078	57677	54900	250	91	3	630	4.2	2.3
12-842-10	85068	73158	54000	334	121	3	630	4.2	2.3
12-142-10	94825	81549	53400	417	151	3	630	4.2	2.3
16-642-10	78796	67764	72000	334	121	3	710	6	3.3
16-842-10	110535	95060	70500	445	161	3	710	6	3.3
16-142-10	133609	114930	69000	556	201	3	710	6	3.3

۲ــ مقدار TD را از جدول ۱۶ــ۶ تعیین می کنیم.

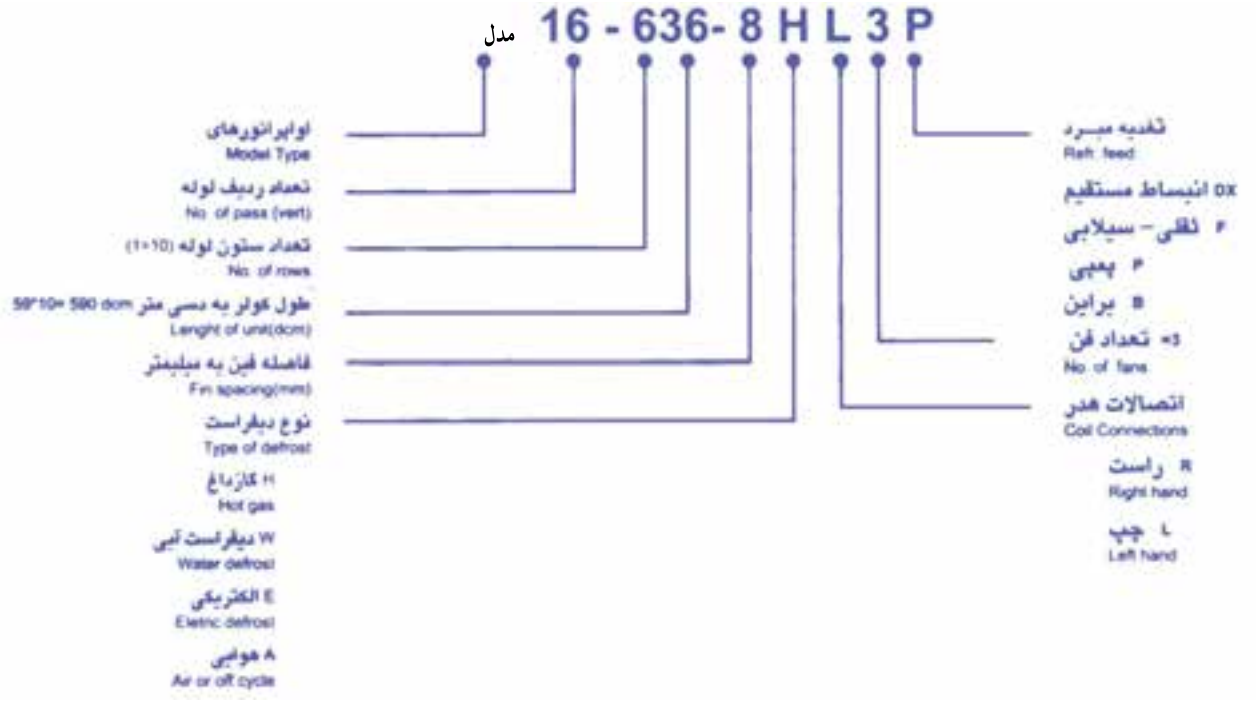
$RH = \%۸۵ \Rightarrow TD = ۷ \text{ تا } ۸^{\circ}C$

۳ــ دمای جوش مبرد در اواپراتور انتخاب می کنیم.

$Te = -۱۶ - (۸ \text{ تا } ۷) = (-۲۳) \text{ تا } (-۲۴)$

۴ــ بر روی کاتالوگ مورد نظر در ستون $Te = -۳۰^{\circ}C$ به پایین حرکت می کنیم تا به قدرت سرمایی ۵۵۰۰۰W یا کمی بیشتر از آن برسیم مدل انتخابی 10–128–12 خواهد بود سایر مشخصات اواپراتور را از جدول استخراج نماییم.

در شکل ۱۹ــ۶[1] مفهوم شماره‌های مدل اواپراتور تبیین شده است.



شکل ۱۹ــ۶ــ کد راهنمای مدل اواپراتور

مثال : بار برودتی سردخانه‌ای که برای نگهداری سیب در نظر گرفته شده است معادل ۱۰۰کیلو وات می‌باشد. با توجه به فضای سالن لازم است دو دستگاه اواپراتور فن دار در محل نصب گردد. با توجه به اطلاعات یاد شده مدل مناسب اواپراتور را انتخاب نمایید.

حل : از جدول مشخصات میوه‌ها، دما و رطوبت نگهداری سیب به ترتیب $-۱^{\circ}C$ و ۷۸٪ انتخاب می کنیم. با استفاده از جدول ۱۷ــ۶ مقدار TD را معلوم می کنیم که عبارت است از :

رطوبت نسبی سالن نگهداری سیب ۷۸٪

$\Leftarrow TD = ۸^{\circ}C \text{ تا } ۹^{\circ}C$

اواپراتور از نوع فن دار

با توجه به دمای سالن $ti = -۱^{\circ}C$ و $TD = ۸^{\circ}C$ تا $۹^{\circ}C$ می‌توانیم بنویسیم $te = -۹^{\circ}C$ $-۱۰^{\circ}C$ بنابراین با مشخص شدن te و ظرفیت، مدل مناسب اواپراتور را از جدول ۱۱ــ۱۲ انتخاب می کنیم که می‌شود دو دستگاه اواپراتور مدل ۱۶ــ۶۲۴ــ۱۰

با حجم هوادهی $۴۸۰۰۰ \frac{m^3}{hr}$، با سطح $۱۹۱m^2$، با حجم کویل ۷۶lit با دو عدد فن به قطر پروانه ۷۱۰mm با جریانی معادل ۶A و قدرت ۳/۳kW انتخاب می‌شود.

۱ــ این شماره گذاری مربوط به کارخانه تولید کننده است و نیازی به حفظ کردن ندارد.

جدول ۲۰ــ۶ ــ مشخصات محصول برای نگهداری در سردخانه

product	محصول	دمای سالن °C	رطوبت نسبی ٪	زمان نگهداری	دمای انجماد °C	گرمای ویژه قبل از انجماد kj/kg.K	گرمای ویژه بعد از انجماد kj/kg.K	گرمای نهان انجماد kj/kg.K
Meats	گوشت‌ها							
Bacon	ژامبون	۱-، ۲/۲۵-	۸۰ـ۷۰	۱۵ days	۰/۵-	۲/۰۹	۱/۲۶	۶۹
Beef–fresh	گوشت گاو تازه	۰، ۱	۹۲ ـ ۸۸	۳ Weeks	۰/۵-	۳/۱۴	۱/۶۷	۲۲۸
Beef–frozen	گوشت گاو منجمد	۱۸-، ۲۳-	۹۵ـ۹۰	۹-۱۲months				
Cut meat	گوشت تکه‌شده	۱، ۳/۲۵	۹۰ ـ ۸۵	۵ days	۱/۷۵-	۳/۰۱	۱/۶۷	۲۲۱
Loins	گوشت راسته	۱-، ۲/۲۵-	۸۷ ـ ۸۵	۳ weeks	۰/۵	۲/۸۵	۱/۵۹	۲۰۱
Lamb	گوشت بره	۱-، ۲/۲۵-	۹۰ـ۸۵	۲ weeks	۱/۷۵-	۲/۸۰	۱/۲۶	۱۹۴
Veal	گوشت گوساله	۱-، ۲/۲۵-	۹۰ـ۸۵	۱۵ days	۱/۷۵-	۱/۶۵	۱/۶۳	۲۱۲
Poultry fresh	ماکیان (طیور)تازه	۱-، ۲/۲۵-	۹۰ـ۸۵	۱۰ days	۲/۷۵-	۳/۱۸	۱/۵۵	۲۴۶
Poultry frozen	ماکیان منجمد	۱۸-	۹۰ـ۸۵	۱۰ months				
Fish fresh	ماهی تازه	۱-	۸۵ ـ ۸۰	۱۵ days	۲/۲۵-	۳/۱۸	۱/۷۲	۲۳۵
Fish Frozen	ماهی منجمد	۱۸-	۸۵ ـ ۸۰	۶ months				
Vegetables	**سبزیجات**							
Beans green	حبوبات سبز	۰، ۴/۵	۹۰ـ۸۵	۳۰ days	۱/۲۵-	۳/۶۴	۱/۹۷	۲۷۷
Beets tops off	چغندر قند	۰، ۲/۲۵	۹۸ ـ ۹۵	۱-۳months	۲/۷۵-	۳/۷۷	۲/۰۱	۳۰۰
Broccoli	گل کلم	۰، ۱/۷۵	۹۵ ـ ۹۰	۷-۱۰ days	۱/۵-	۳/۷۷	۲/۰۱	۳۱۴
Cabbage	کلم‌برگ	۰، ۲/۲۵	۹۵ ـ ۹۰	۳-۴months	۰/۵-	۳/۸۹	۱/۹۷	۳۰۷
Carrots	هویج	۰، ۲/۲۵	۹۸ ـ ۹۵	۴-۵months	۰/۷۵-	۳/۸۹	۱/۸۸	۲۹۳
Celery	کرفس	۰، ۰/۵-	۹۵ ـ ۹۰	۲-۴months	۱/۲۵-	۳/۸۱	۱/۹۲	۳۱۶
Corn green	ذرت سبز	۰، ۵/۵-	۹۰ـ۸۵	۴-۸ days	۱/۷۵-	۳/۶۰	۱/۵۹	۲۵۱
Cucumbers	خیار	۱۰، ۷/۲۵	۸۵ ـ ۸۰	۱۰-۱۴ days	۰/۷۵-	۳/۸۹	۲/۰۱	۳۱۸
Lettuce	کاهو	۰، ۲/۲۵	۹۵ ـ ۹۰	۲-۳ weeks	۰/۵-	۳/۷۷	۱/۹۲	۳۱۶
Melons	هندوانه	۴/۵، ۲/۲۵	۸۵ ـ ۷۵	۲-۴ weeks	۱/۷۵-	۳/۸۱	۱/۹۲	۲۶۷
Parsnips	پیاز	۰، ۲/۲۵	۷۵ـ۷۰	۶-۸months	۱/۰-	۳/۸۱	۲/۱۳	۳۰۲
Peas green	لوبیای سبز	۰، ۲/۲۵	۹۰ـ۸۵	۱-۲ weeks	۱/۷۵-	۳/۴۳	۱/۸۸	۲۴۹
Potatoes	سیب‌زمینی	۱۰، ۲۱	۹۰ـ۸۵		۱/۷۵-	۳/۶۰	۱/۹۷	۲۶۳
Spinach	اسفناج	۰، ۲/۲۵	۹۵ ـ ۹۰	۱۰-۱۴ days	۱/۰-	۳/۸۵	۲/۱۳	۳۰۰
Tomatoes green	گوجه‌فرنگی سبز	۱۲/۷۵، ۱۵/۵	۹۰ـ۸۵	۳-۵ weeks	۰/۷۵-	۳/۸۵	۱/۹۲	۳۰۷
Tomatoes ripe	گوجه‌فرنگی رسیده	۴/۵، ۱۰	۹۰ـ۸۵	۷-۱۰ days	۰/۷۵-	۳/۸۵	۱/۹۲	۳۰۷
Turnips	شلغم	۰، ۲/۲۵	۹۸ ـ ۹۵	۴-۵months	۰/۷۵-	۳/۷۷	۱/۸۸	۲۹۸
Vegetables	سبزی‌های مخلوط	۱/۷۵، ۴/۵	۹۰ـ۸۵	۲-۴months	۱/۰-	۳/۷۷	۱/۸۸	۳۰۲

گرمای نهان انجماد kj/kg.K	گرمای ویژه بعد از انجماد kj/kg.K	گرمای ویژه قبل از انجماد kj/kg.K	دمای انجماد °C	زمان نگهداری	رطوبت نسبی ٪	دمای سالن °C	محصول	product
							میوه‌ها	Fruits
۲۸۴	۱/۸۲	۳/۷۲	−۱/۷۵	۴–۸months	۸۵_۸۸	۰ ، −۱/۰	سیب	Apples
۲۸۴	۲/۱	۳/۸۵	−۲/۲۵	۷–۱۴ days	۸۰_۸۵	۰ ،−۰/۵	زردآلو	Apricots
۲۵۱		۳/۷۷	−۲/۰	۱۰ days	۹۰_۹۵	۱۳ ،۱۵/۵	موز	Bananas
۲۷۹	۲/۱	۳/۷۷	−۲/۰	۳–۱۰ days	۸۰_۸۵	۰ ،−۰/۵	توت	Berries
۲۸۴	۱/۹۷	۳/۸۱	−۲/۷۵	۱۰–۲۰ days	۸۵_۹۰	۲ ،۴/۵	توت فرنگی	Strawberries
۶۰		۱/۴۶	−۱۵/۵	۳–۶months	۶۵_۷۵	۰ ،−۲/۲۵	خرما	Dates
۱۰۰	۱/۳۴	۱/۹		۹–۱۲months	۷۰_۷۵	۰ ،۲/۲۵	میوه‌های خشک شده	Dried fruits
۲۶۰	۲/۴۷	۳/۵۶	−۴/۰	۳–۶months	۸۵_۹۰	۰ ،−۱۰	انگور	Grapes
۲۸۹	۲/۱	۳/۸۱	−۲/۰	۶–۸ weeks	۸۵_۹۰	۰ ،−۱۰	گریپ‌فروت	Grapefruit
۲۹۳	۲/۱	۳/۸۱	−۲/۲۵	۱–۴months	۸۵_۹۰	۱۲/۵ ،۱۵/۵	لیمو	Lemons
۲۹۳	۲/۱	۳/۸۱	−۱/۵	۶–۸ weeks	۸۵_۹۰	۷/۲۵ ،۱۰	لیموترش	Limes
۲۹۱	۱/۸۴	۳/۸۱	−۲/۰	۸–۱۰ weeks	۸۵_۹۰	۰ ،−۱۰	پرتغال	Oranges
۲۹۸	۱/۷۲	۳/۸۱	−۱/۵	۲–۴ weeks	۸۰_۸۵	۰/۵ ،−۰/۵	هلو	Peaches
۲۸۴	۲/۱	۳/۸۱	−۲/۲۵	۱–۷months	۸۵_۹۰	۱/۷۵ ،−۰/۵	گلابی	Pears
۲۹۸	۲/۱	۳/۷۷	−۱/۵	۲–۴ weeks	۸۵_۹۰	۴/۵ ،۷/۵	آناناس	Pineapples
۲۷۰	۲	۳/۶۸	−۲/۲۵	۳–۸ weeks	۸۰_۸۵	۱ ،−۰/۵	آلو	Plums
۲۸۴	۲/۱	۳/۷۷	−۲/۲۵	۲–۳months	۸۰_۸۵	۱ ،−۰/۵	به	Quinces
							متفرقه	miscellaneous
۳۴/۹	۱/۴۲	۲/۶۸	−۱/۰	۶ months	۸۰_۸۵	−۱۸ ،−۲۰/۵	کره	Butter
۱۸۴	۱/۵۱	۲/۶۸	−۸/۲۵	۱۵ days	۷۵_۸۰	۱ ،−۱	پنیر	Cheese
۲۳۲	۱/۸۸	۳/۵۶	−۰/۲۵	۱۲ months	۸۵_۸۷	−۰/۵ ،−۱	تخم‌مرغ	Eggs
۱۴۴		۳/۲۲	−۱۸		۸۵	−۲۹	بستنی	Ice cream
۲۸۸	۲/۰۵	۳/۷۷	−۰/۵	۵ days	۸۰	۱/۷۵ ،۴/۵	شیر	Milk

۸ــ۶ــ پرسش و تمرین

پرسش‌های چهار گزینه‌ای

۱ــ در هر اینچ از اواپراتور پره‌ای چند پره نصب می‌شود؟

الف) ۷ــ۲ ب) ۱۷ــ۱۰

ج) ۱۴ــ۷ د) ۲۰ــ۱۴

۲ــ اواپراتور سردکننده خانگی از کدام نوع است؟

الف) پر ب) صفحه‌ای

ج) کویلی پره‌دار د) با جریان اجباری

۳ــ چنانچه سمت ورود و خروج هوا از روی کویل اواپراتور برعکس باشد کدام اشکال ایجاد می‌شود؟

الف) افزایش دمای سوپرهیت ب) افزایش حجم مبرد عبوری

ج) کاهش دمای مبرد د) کاهش ظرفیت اواپراتور

۴ــ علت نصب هیتر بر روی کویل اواپراتور کدام است؟

الف) افزایش ظرفیت اواپراتور ب) افزایش تبادل حرارت

ج) کاهش دمای ساب‌کولد د) ذوب برفک

پرسش‌های کامل کردنی

۵ــ در طی ۹۰٪ از طول کویل اواپراتور دمای مبرد ..... است.

۶ــ در ابتدای کویل اواپراتور ماده سرمازا به صورت ..... است.

۷ــ دمای مبرد داخل کویل اواپراتور می‌بایستی ..... درجه سانتی‌گراد سردتر از دمای هوای خروجی از اواپراتور باشد.

پرسش‌های درست و نادرست

۸ــ برای افزایش تبادل گرما در اواپراتور تعدادی پره بر روی کویل اواپراتور قرار می‌دهند.

☐ درست ☐ نادرست

۹ــ اواپراتور اغلب فریزرهای صندوقی از نوع کویلی پره‌دار ساخته می‌شود.

☐ درست ☐ نادرست

۱۰ــ در زمان دیفراست با گاز داغ کمپرسور، فن اواپراتور و فن کندانسر باید خاموش باشد. (امتحان نهایی ــ خرداد ۹۰)

☐ درست ☐ نادرست

پرسش تشریحی

۱۱ــ وظیفه اواپراتور را بیان کنید.

۱۲ــ چگونگی تغییرات حالت ماده مبرد در کویل‌های اواپراتور را بیان کنید.

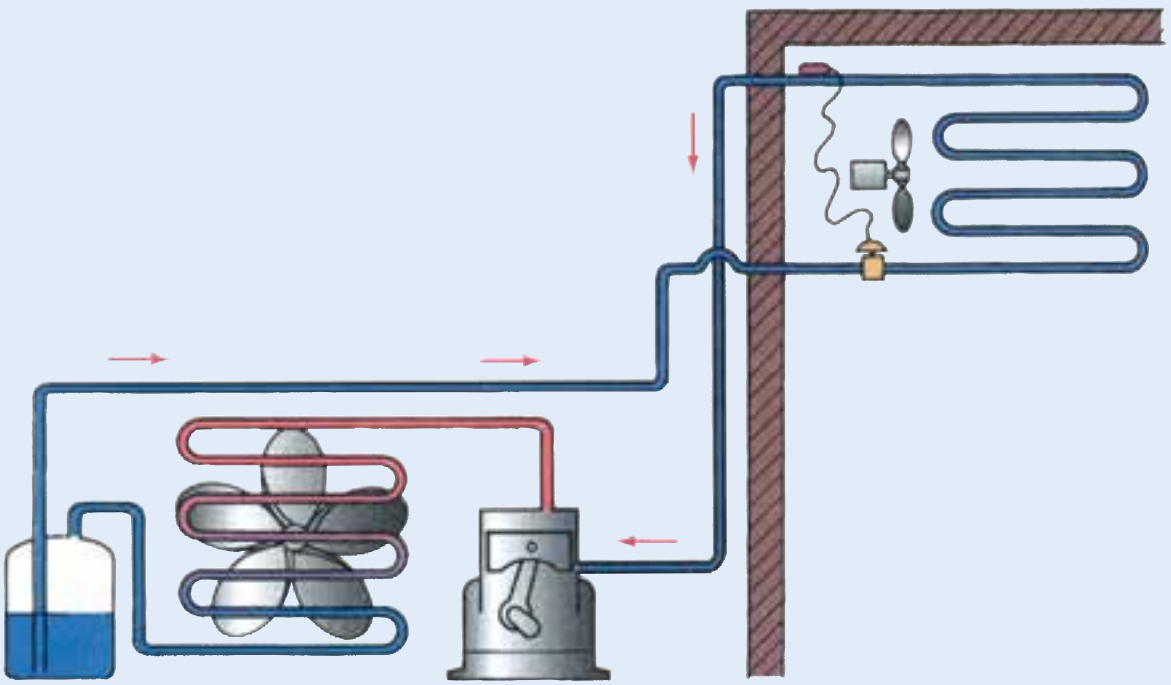
۱۳ــ انواع اواپراتور از نظر نوع کویل، نوع تغذیه و چگونگی جریان هوا را نام ببرید.

۱۴ــ علت تشکیل یخ بر روی اواپراتور را شرح دهید.

۱۵ــ روش‌های برفک‌زدایی را مختصراً شرح دهید.

۱۶ــ در کدام روش دیفراست، کمپرسور در زمان دیفراست باید روشن باشد؟ (امتحان نهایی ــ شهریور ۸۹)

۱۷ــ اگر بخواهیم دمای کابین یک یخچال ویترینی $5^{\circ}C$ باشد دمای هوای سردکننده، دما وفشار مبرد در اواپراتور را تعیین کنید. ماده مبرد مورد استفاده ۱۲ــ R باشد.



فصل هفتم

تجهیزات جانبی دستگاه‌های سردکننده

پس از پایان آموزش این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ جداکن روغن را شرح دهد.

۲ــ مخزن مایع سرمازا (رسیور) را شرح دهد.

۳ــ فیلتر درایر را توضیح دهد.

۴ــ سایت گلاس را شرح دهد.

۵ــ ساختمان شیر برقی را توضیح دهد.

۶ــ مبدل گرمایی در دستگاه‌های سردکننده را شرح دهد.

۷ــ تله مایع مبرد یا آکومولاتور را شرح دهد.

۸ــ شیر اطمینان کندانسر را توضیح دهد.

۹ــ شیر اطمینان از نوع درپوش ذوب شونده را شرح دهد.

۱۰ــ شیرهای سرویس رانش و مکش کمپرسور را توضیح دهد.

۱۱ــ هیتر کارتر را شرح دهد.

۱۲ــ صدا خفه‌کن یا موفلر کمپرسور را توضیح دهد.

۱۳ــ لرزه‌گیر کمپرسور را توضیح دهد.

۷ــ تجهیزات جانبی دستگاه‌های سردکننده

هر سیستم تبرید تراکمی برای ایجاد سرما به چهار جزء اصلی ۱ــ کمپرسور ۲ــ کندانسر ۳ــ اواپراتور ۴ــ کنترل‌کننده مایع سرمازا نیاز دارد. در دستگاه‌های سردکننده وسایل دیگر نیز به کار رفته است که هدف از به‌کارگیری آنها ۱ــ تنظیم کار، ۲ــ حفاظت قطعات اصلی و ۳ــ آسان نمودن سرویس و تعمیر است. به این قطعات تجهیزات جانبی[1] گویند.

۱ــ۷ــ جداکن روغن[2]

جداکن روغن بین کمپرسور و کندانسر، روی خط گاز داغ مطابق شکل ۱ــ۷ نصب می‌شود.

دستگاه فوق بیشتر روغن خارج شده از کمپرسور را از گاز داغ جدا کرده و مستقیماً به داخل کارتر کمپرسور برمی‌گرداند. شکل ۲ــ۷ نشان می‌دهد که چگونه سرعت گاز داغ در محفظه تله

۱ــ Accessories

۲ــ oil seperator

کم شده و باعث می‌شود که قطرات روغن به ته مخزن سقوط کنند. وقتی‌که سطح روغن در داخل محفظه بیشتر از سطح مجاز می‌شود، شناور بالا آمده طوری که مسیر برگشت روغن به‌طرف کمپرسور باز می‌شود. روغن با فشار زیادی که بر سطح آن از قسمت بالای مخزن اعمال می‌شود از مسیر باز شده به سمت کارتر کمپرسور که تحت فشار کم می‌باشد جریان می‌یابد.

با ملاحظه و بررسی ساختمان تله روغن در شکل ۲ــ۷ مشخص است که این وسیله حتماً در حالت قائم نصب شود در غیر این‌صورت شیر شناوری ته مخزن صحیح عمل نمی‌کند. توجه شود که برای پیشگیری از تقطیر ماده سرمازا در جداکن روغن دور آن را عایق‌بندی می‌کنند. شکل ۳ــ۷ جداکن روغن و قرارگیری آن را نشان می‌دهد.

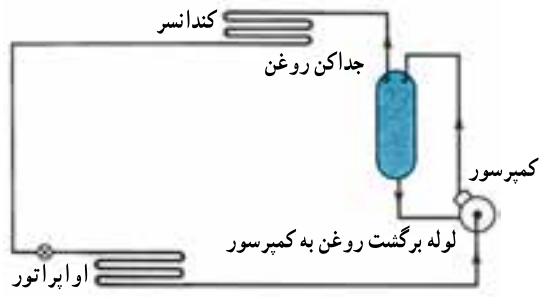
وظایف جداکن روغن به‌شرح زیر خلاصه می‌شود :

۱ــ جلوگیری و حفاظت کمپرسور از کارکرد بدون روغن

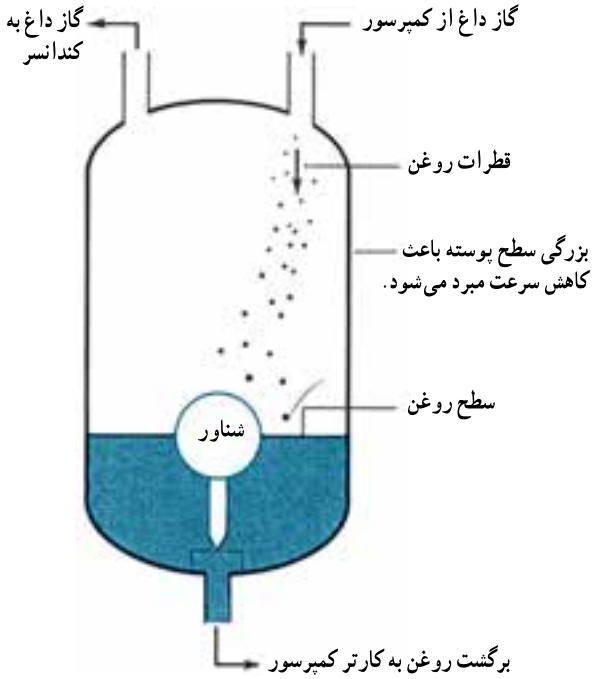
۲ــ پیش‌گیری از گردش روغن در سیکل تبرید، که در سطح داخلی لوله مانند عایق عمل کرده، مقدار انتقال گرما را در کندانسر و اواپراتور کاهش می‌دهد.

۳ــ پیش‌گیری از جدا شدن موم از روغن

روغن‌های تبرید دارای مقداری موم هستند. در دماهای پایین (زیر $-40^{\circ}C$) موم از روغن جدا می‌شود. موم جدا شده می‌تواند شیر انبساط را مسدود کرده و کار سیستم را مختل نماید.

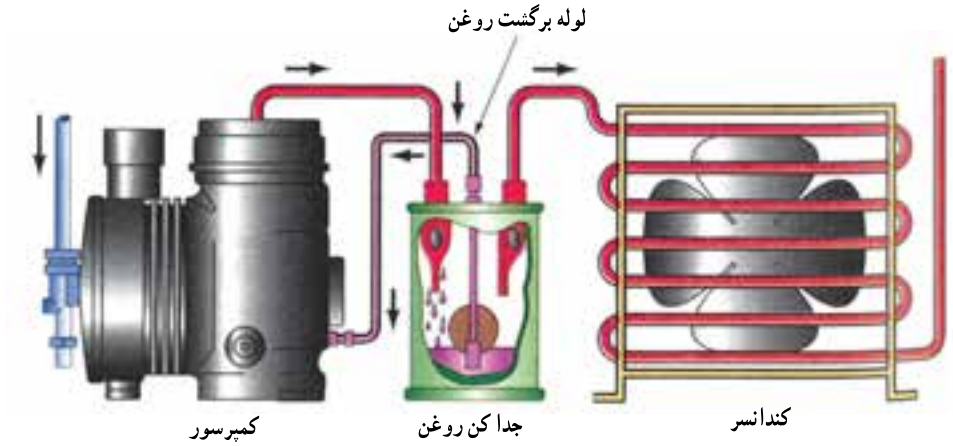


شکل ۱ــ۷ــ جداکن روغن در روی خط گاز داغ نصب شده و مانع از سیر کولاسیون روغن در سیستم می‌شود.



شکل ۲ــ۷ــ اجزاء داخلی یک دستگاه جداکن روغن

الف ــ جداکن روغن روی خط رانش نصب می شود.



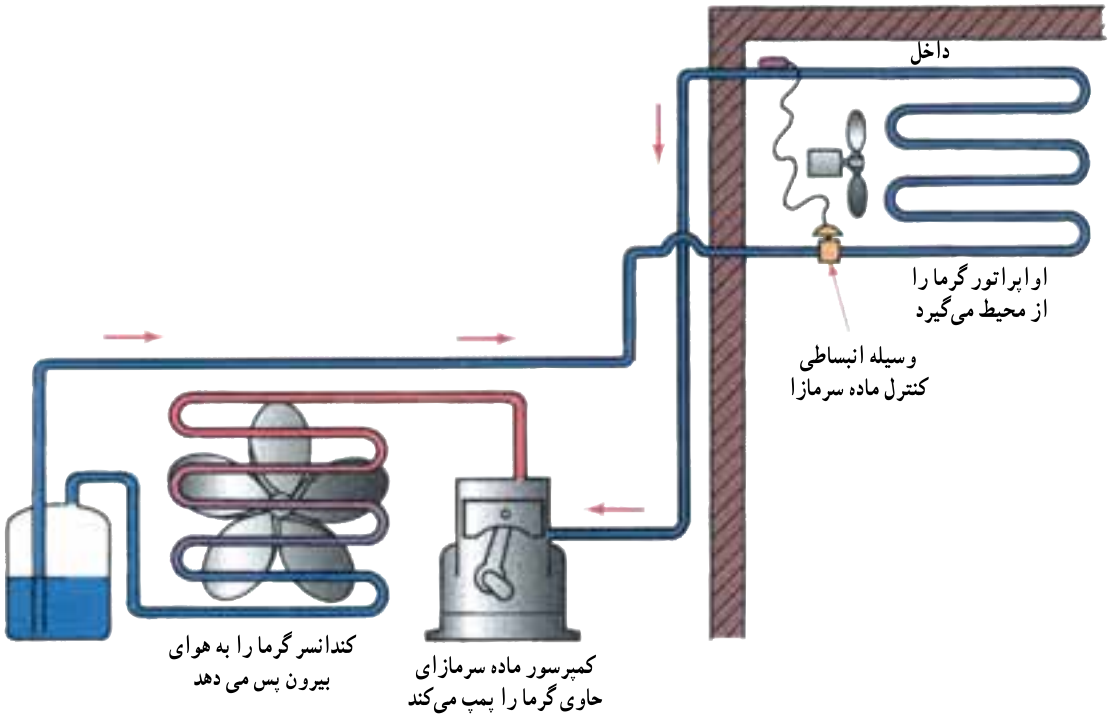
ب ــ این شیر شناوری مبرد مایع را مانند روغن به کمپرسور برمی‌گرداند. بنابراین باید گرم نگه داشته شود تا از تقطیر گاز مبرد جلوگیری شود.

شکل ۳ــ۷

۲ــ۷ــ مخزن مایع سرمازا[۱]

مطابق شکل ۴ــ۷ مخزن مایع سرمازا (رسیور) در انتهای کندانسر قرار می‌گیرد. تا در زمان کاهش بار سرمایی که به ماده سرمازای کمتری نیاز است ماده سرمازا در آن جمع شود. در این حالت سطح مایع در مخزن بالاتر می‌رود. در زمان افزایش بار سرمایی، مادهٔ سرمازای بیشتری جریان یافته و سطح مایع در مخزن پایین می‌رود.

استفاده دیگر مخزن در هنگام تعمیر سیستم است. در هنگام تعمیر تمام ماده سرمازا را در مخزن جمع می‌کنند تا از آزاد شدن آن در جو و هدر رفتن جلوگیری شود. به غیر از سیستم‌های تبرید خانگی (یخچال و فریزر) در اغلب سیستم‌های تبرید با کندانسر هوایی مخزن مایع مبرد (رسیور) وجود دارد. در سیستم‌های برودتی با کندانسر آبی، قسمت پایین پوسته به‌عنوان رسیور عمل می‌کند.

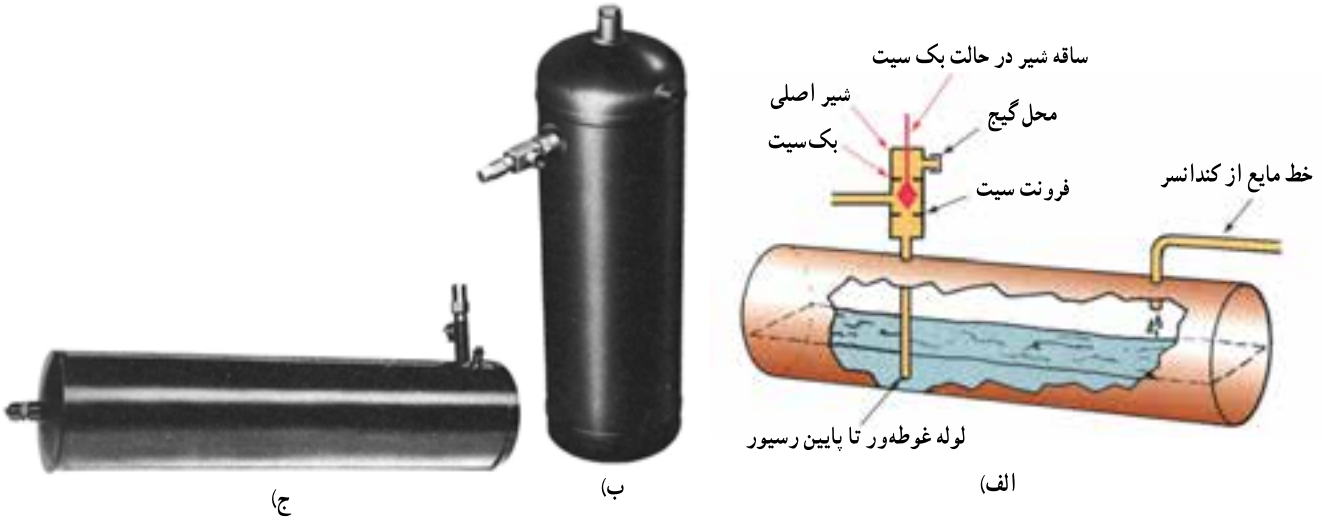


شکل ۴ــ۷ــ چگونگی قرارگیری رسیور در دستگاه سردکننده

رسیورها استوانه‌ای شکل بوده و در دو نوع افقی و عمودی ساخته و نصب می‌شوند (شکل ۵ــ۷). نوع افقی معمولاً زیر قاب موتور کمپرسور و نوع عمودی در کنار کندانسر و کمپرسور روی شاسی واحد تقطیر نصب می‌شوند. خروج مایع مبرد در هر دو نوع مخزن، از قسمت پایین انجام می‌شود تا بتواند مایع مبرد خالص را به‌طرف شیر انبساط بفرستد.

در شکل ۵ــ۷ الف اگر شیر در حالت فرونت سیت باشد مایع از رسیور خارج نمی‌شود، در حالتی که شیر بک سیت است راه خروج مایع باز است.

۱ــ Receiver



شکل ۵ــ۷ــ رسیور افقی و عمودی

۳ــ۷ــ فیلتر درایر[۱]

فیلتر درایر وسیله‌ای است که مواد خارجی را از مبرد می‌گیرد. این مواد خارجی می‌تواند خاک، روان‌ساز لحیم‌کاری، رطوبت و اسید تولید شده به‌وسیله رطوبت باشد. گرفتن مواد خارجی و رطوبت توسط مواد مختلف فشرده شده در داخل درایر انجام می‌گیرد. آلومینیوم فعال شده[۲]، ژل سلیکا[۳] مواد رطوبت‌گیر متداول مورد استفاده در فیلتر درایر می‌باشند. یک توری ریز در خروجی فیلتر درایر قرار می‌گیرد تا از گردش ناخالصی‌ها در سیستم جلوگیری شود. فیلتر درایر به دو صورت دائمی و با هسته قابل تعویض عرضه می‌شوند.

شکل ۶ــ۷ یک سری از فیلتر درایرهای کوچک را که در سیستم‌های کم‌ظرفیت قابل استفاده هستند نشان می‌دهد. فیلترهای درایر در خط مایع بعد از کندانسر و رسیور و قبل از لوله مویین یا شیر انبساط نصب می‌شوند.

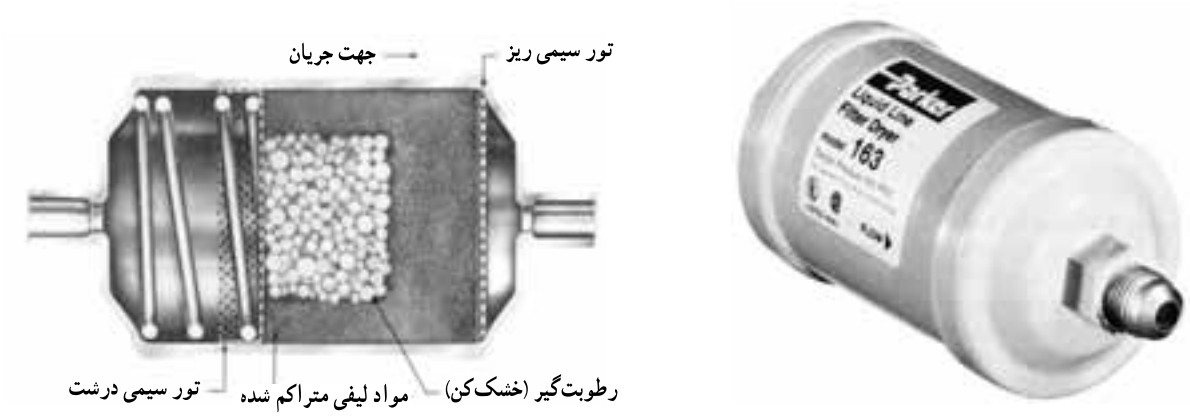
شکل ۷ــ۷ یک فیلتر درایر بزرگ را که در محدودهٔ ظرفیت ۲ تا ۱۵ تن تبرید به‌کار می‌رود نشان می‌دهد.

برای سیستم‌های بزرگ از فیلتر درایر با هسته قابل تعویض استفاده می‌شود (شکل ۸ــ۷ــ الف). قطعات داخلی یک فیلتر

شکل ۶ــ۷ــ فیلتر درایر قابل استفاده در سیستم‌های تبرید کوچک

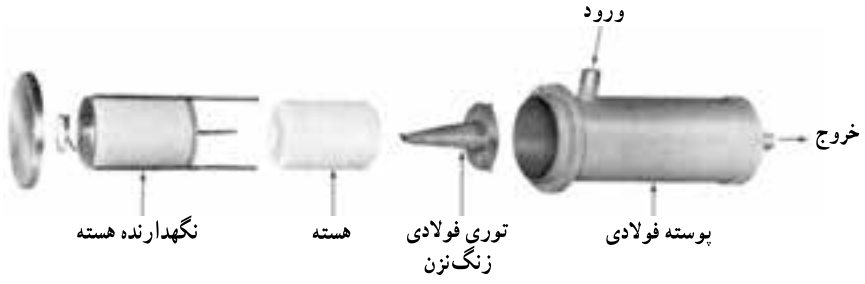
درایر با دو عدد هسته رطوبت گیر (کور درایر)[۴] در شکل ۸ــ۷ــ ب نشان داده شده است.

۱ــ Filter Drier
۲ــ Activated alumina
۳ــ Silica Gel
۴ــ Coredrier



شکل ۷ــ۷ــ فیلتر درایر خط مایع قابل استفاده در ظرفیت‌های ۲ تا ۱۵ تن تبرید

الف) با هسته قابل تعویض



ب) اجزای فیلتر درایر

شکل ۸ ــ۷ــ فیلتر درایر

۴ــ۷ــ سایت‌گلاس (شیشه‌رؤیت)[۱]

سایت‌گلاس در خط مایع درست قبل از شیر انبساط و بعد از هر وسیله جانبی دیگر خط مایع، نصب می‌شود. اگر مبرد داخل سایت‌گلاس به‌صورت حباب‌دار و سفید باشد نشانه آن است که مقدار مایعی که عبور می‌کند کم است. بیشتر سایت‌گلاس‌ها رطوبت داخل سیستم را نیز نشان می‌دهند. نشان‌دهنده رطوبت در وسط شیشه سایت‌گلاس نصب می‌شود. وجود رطوبت در سیستم با تغییر رنگ «نشان دهندهٔ رطوبت» مشخص می‌شود. مثلاً رنگ آبی نشان‌دهندهٔ نبودن رطوبت و رنگ زرد نشان‌دهندهٔ وجود رطوبت در سیستم است. (شکل ۹ــ۷)

۱ــ sight glass

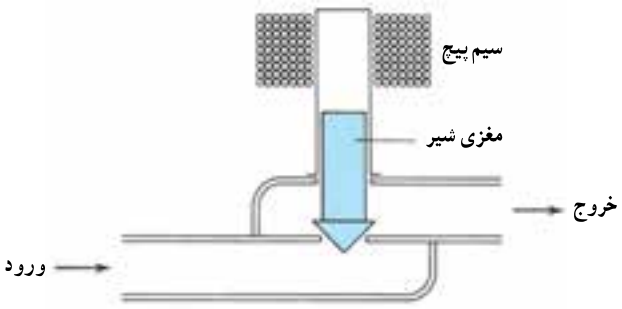
شکل ۹ــ۷ــ سایت‌گلاس (شیشه رؤیت)

۵ــ۷ــ شیر برقی

شیر برقی وسیله‌ای است که برای باز و بسته کردن مسیر مایع مبرد در اثر فرمان ترموستات به‌کار می‌رود. شیر برقی تشکیل شده از یک کویل الکتریکی (سیم‌پیچ) و یک مغزی فلزی به‌علاوه بدنه. وقتی که انرژی الکتریکی به سیم‌پیچ اعمال می‌شود یک میدان مغناطیسی در میان آن ایجاد شده که باعث حرکت مغزی فلزی داخل سیم‌پیچ می‌شود (شکل ۱۰ــ۷).

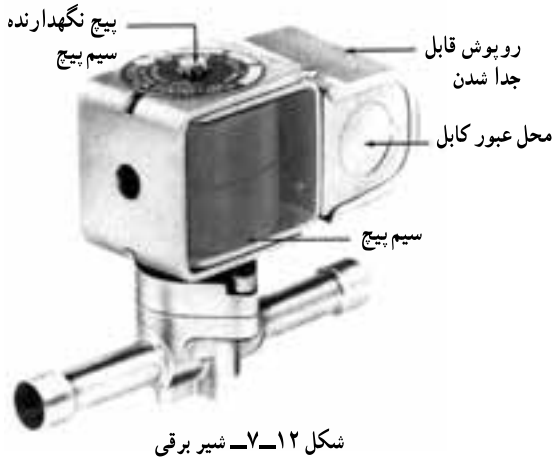
شکل ۱۰ــ۷ــ سیم‌پیچ به‌علاوه هسته فلزی شیر برقی

شکل ۱۱ــ۷ مکانیزم حرکت یک شیر برقی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱ــ۷ــ مکانیزم کار شیر برقی

عموماً شیرهای برقی در یک سیستم تبرید بین رسیور و شیر انبساط نصب می‌شوند در این موقعیت به‌نام شیر برقی خط مایع[1] نامیده می‌شود. شکل ۱۲ــ۷ نمای ظاهری یک شیر برقی را نشان می‌دهد.



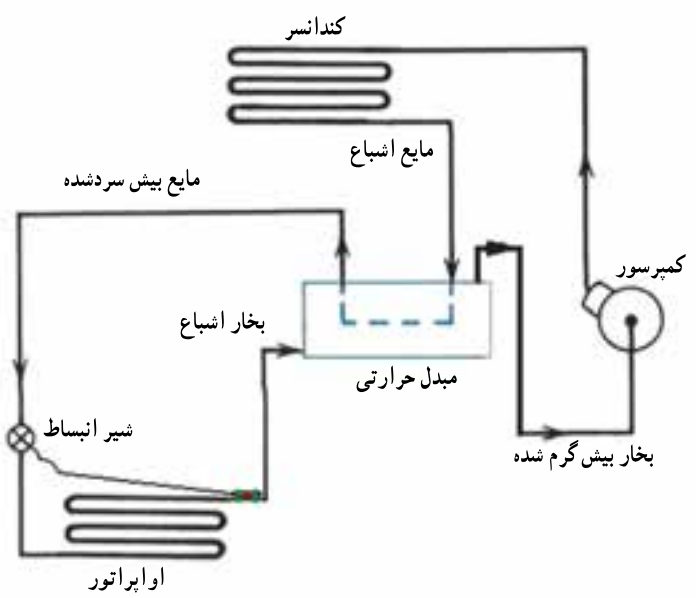
شکل ۱۲ــ۷ــ شیر برقی

۶ــ۷ــ مبدل گرمایی[2]

در سیستم‌های برودتی بیش سرد شدن مایع در ورود به شیر انبساط موجب افزایش راندمان اواپراتور می‌شود و همچنین بیش گرم شدن بخار مبرد در خروجی اواپراتور از ورود مایع به کمپرسور جلوگیری می‌نماید. برای بیش سرد شدن مایع مبرد و بیش گرم شدن بخار مبرد از مبدل گرمایی استفاده می‌شود. در مبدل گرمایی گاز خروجی از اواپراتور در اثر تبادل گرمایی با مایع خروجی از کندانسر بیش گرم و مایع خروجی از کندانسر بیش سرد می‌شود (شکل ۱۳ــ۷).

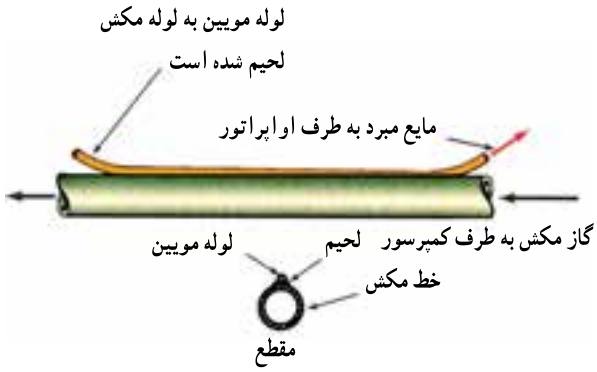
۱ــ Liquid line solenoid valve (LSV)

۲ــ Heat Exchanger

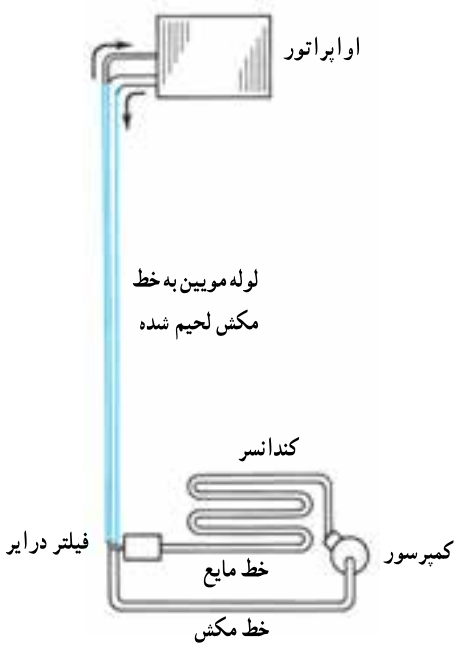


شکل ۱۳ــ۷ــ مبدل گرمایی جهت بیش سرد کردن مبرد در خط مایع و بیش گرم شدن بخار مبرد در خط مکش

در سیستم‌های کوچک خانگی مانند یخچال و یا فریزر که از لوله مویین به‌جای شیر انبساط استفاده می‌شود. لوله مویین را به لوله مکش لحیم می‌کنند تا تبادل گرمایی بهتری بین خط مکش و خط مایع انجام شود (شکل‌های ۱۴ــ۷).



الف ــ اتصال ساده خط مکش به خط مایع



ب ــ لحیم‌کاری لوله مویین به لوله خروجی اواپراتور و ایجاد یک مبدل گرمایی

شکل ۱۴ــ۷ــ مبدل گرمایی در سیستم کوچک

۷ــ۷ــ تله مایع مبرد (آکومولاتور)[۱]

شکل ۱۵ــ۷ یک دستگاه آکومولاتور را نشان می‌دهد که بین اواپراتور و کمپرسور نصب شده است. هدف از نصب تله مایع، جلوگیری از ورود مایع به کمپرسور است. ورود مایع از لوله مکش به داخل کمپرسور به لحاظ غیرقابل تراکم بودن آن، موجب وارد آمدن ضربات شدید از طرف پیستون به سرسیلندر،

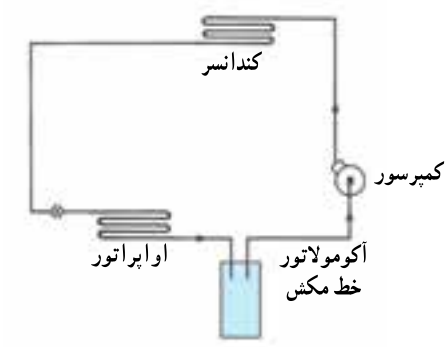
۱ــ Accumulator

که شکستن سوپاپ‌ها و سرسیلندر و ترکیدگی خود پیستون و خرابی‌های دیگری را به همراه دارد.

در شرایطی که ماده مبرد خروجی از شیر انبساط بیشتر از ظرفیت اواپراتور باشد. در خروجی اواپراتور با مایع مبرد مواجه می‌شویم در این شرایط مایع مبرد خارج شده از اواپراتور در آکومولاتور به تله خواهد افتاد و درحالی که از طریق پوستهٔ تله، جذب گرما می کند به‌تدریج تبخیر خواهد شد.

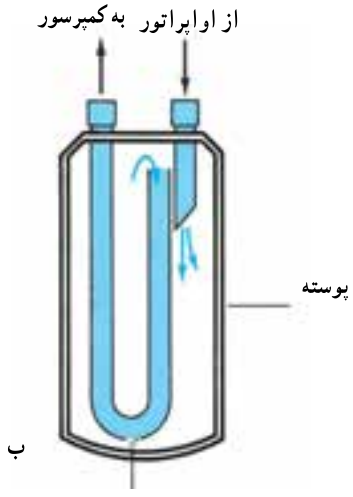
شکل‌های۱۶ـ۷ یک آکومولاتور خط مکش و برش خورده آن‌را نشان می‌دهند.

منفذ کوچکی در قسمت ته لوله U شکل وجود دارد وقتی که سطح روغن در آکومولاتور بالا می‌آید از راه این منفذ به داخل لوله مکش نفوذ کرده و به سمت کمپرسور برگشت می‌شود.



شکل ۱۵ـ۷ـ آکومولاتور در خط مکش نصب شده و مانع از رسیدن مایع مبرد به کمپرسور می‌شود.

الف



وقتی سطح روغن بالا می‌آید این سوراخ امکان برگشت روغن به کمپرسور را فراهم می‌کند.

شکل ۱۶ـ۷ـ الف) آکومولاتور خط مکش ب) شکل شماتیک آکومولاتور

۸ـ۷ـ شیر اطمینان کندانسر[1]

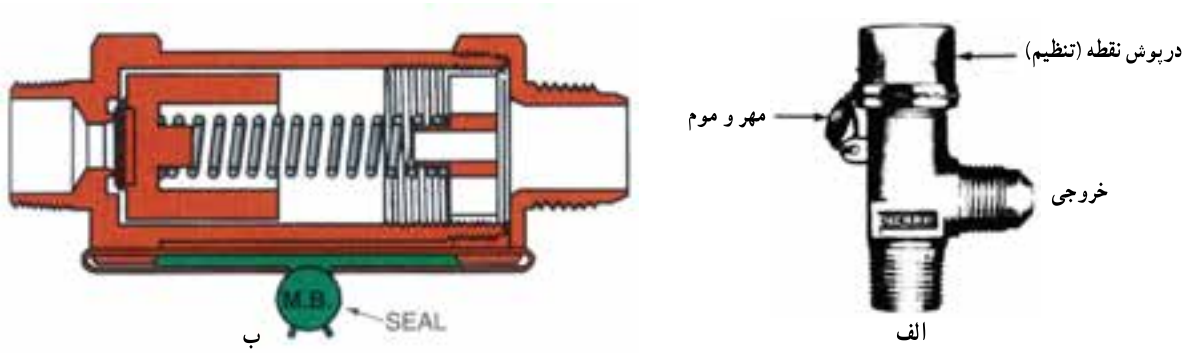
شیرهای اطمینان ظروف و مخازن را در فشار بالاتراز فشار طراحی محافظت می کنند. استفاده از این شیرها در اغلب استانداردهای معتبر توصیه شده است. پوسته کندانسری که برای فشار ۲۰ آتمسفر طراحی شده است. در صورت اعمال فشار بیش از حد باعث گسیختگی و انفجار می‌شود. معمولاً محل نصب شیر اطمینان روی پوسته کندانسر می‌باشد و نباید قطع کننده‌ای بین شیر اطمینان و کندانسر نصب گردد. شکل۱۷ـ۷ شیر اطمینان و برش خورده آن را نشان می‌دهد.

۹ـ۷ـ درپوش‌های ذوب‌شونده[2]

درپوش‌های ذوب‌شونده یکی دیگر از وسایل ایمنی است که عموماً روی کندانسر یا رسیور نصب می‌شوند (شکل۱۸ـ۷). این درپوش‌ها نظیر درپوش‌های استاندارد می‌باشند به‌جز این که

۱ـ Relief valve

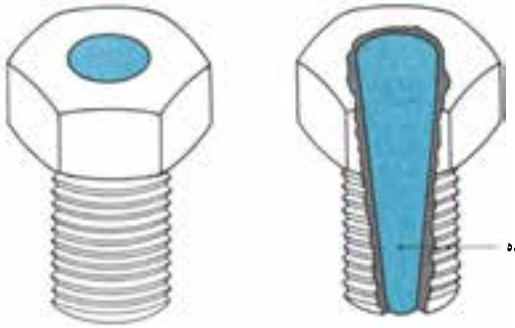
۲ـ Fusible caps



شکل ۱۷ــ ۷ــ الف) شیر اطمینان ب) برش خورده شیر اطمینان

وسط درپوش‌ها در طول، سوراخ شده و موادی را داخل آن‌ها ذوب کرده‌اند. دماهای استاندارد برای درپوش‌های ذوب‌شونده ۷۲°C، ۱۰۰°C، ۱۳۵°C می‌باشد. اعمال دماهای بیشتر از مقادیر فوق باعث ذوب شدن مواد داخل درپوش شده و مسیر مبرد به هوای بیرون باز می‌شود تا صدمات جدی بر سیستم وارد نیاید.

لازم است دقت شود که هیچ‌وقت درپوش‌های ذوب‌شونده با درپوش‌های معمولی تعویض نگردد.



شکل ۱۸ــ ۷ــ درپوش ذوب‌شونده

۱۰ــ۷ــ شیرهای سرویس[1] رانش و مکش کمپرسور

این شیرها در قسمت ورود و خروج گاز مبرد به کمپرسور نصب می‌شوند. شیری که در نقطهٔ ورود گاز به کمپرسور نصب شده است به‌نام شیر سرویس مکش و شیری که در محل خروج گاز از کمپرسور قرار دارد شیر سرویس رانش نامیده می‌شود. تنها اختلافی که بین این دو شیر سرویس وجود دارد معمولاً در اندازهٔ آن است. شیر سرویس مکش به علت عبور گاز مبرد با فشار کم، بزرگ‌تر می‌باشد زیرا بایستی حجم بیشتری از گاز را عبور دهد درحالی که شیر سرویس رانش که گاز با فشار زیاد و متراکم‌تری را عبور می‌دهد کوچک‌تر است.

با وجود این شیرها، انجام سرویس و تعمیر در سیستم‌های سردکننده به‌سهولت انجام می‌گیرد. ساختمان شیرهای سرویس به تعمیرکار آن کمک می‌کند تا انجام عملیاتی مانند وکیوم، شارژ گاز، شارژ روغن، جدا کردن کمپرسور برای تعمیر راحت‌تر انجام دهند. در شکل ۱۹ــ۷ یک نمونه شیر سرویس و ساختمان داخلی آن نشان داده شده است.

۱۱ــ۷ــ هیتر کارتر کمپرسور[2]

هیتر کارتر یک گرمکن الکتریکی است که برای گرم کردن محفظه میل‌لنگ (کارتر) استفاده می‌شود.

هدف از کاربرد هیتر این است که دمای کارتر را به اندازهٔ کافی گرم نگه بداریم تا از حل شدن مقدار قابل ملاحظه ماده مبرد در روغن جلوگیری شود. در غیر این‌صورت وقتی کمپرسور راه‌اندازی می‌شود مایع مبردی که در روغن حل شده است تغییر حالت ناگهانی (فلاش) می‌کند و مخلوط روغن و مبرد به‌صورت کف درآمده و مقدار زیادی روغن به همراه ماده سرمازا کمپرسور را ترک می‌کند.

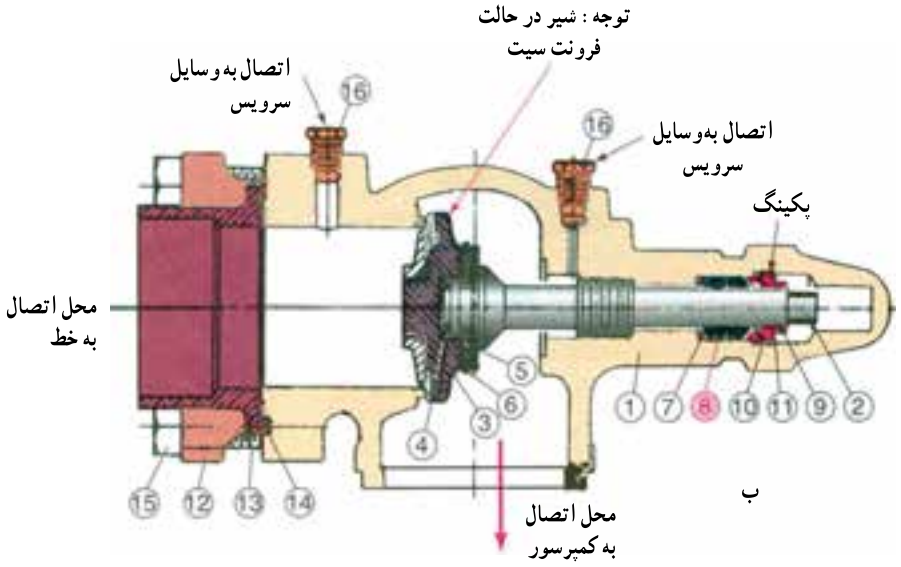
چند نوع هیتر کارتر درشکل ۲۰ــ۷ نشان داده شده است.

۱ــ Service Valves

۲ــ Crank Case Heater

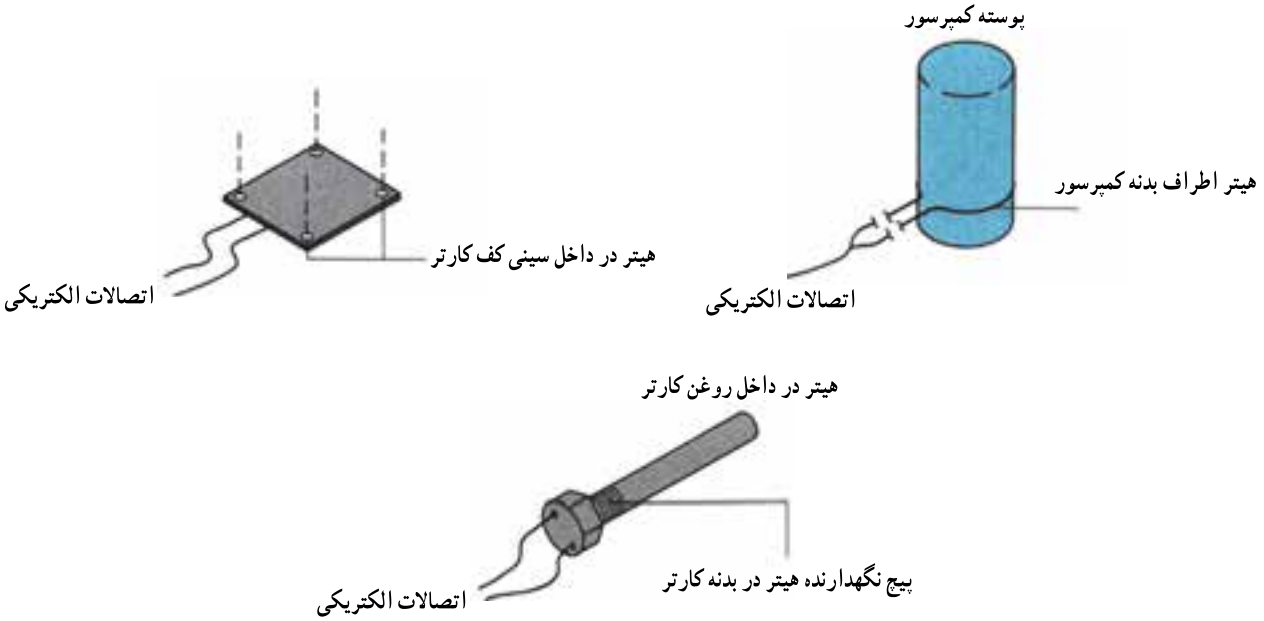
PCE NO.	DESCRIPTION	QUAN
1	BODY	1
2	STEM	1
3	SEAT DISC ASS´Y	1
4	DISC SPRING	1
5	DISC PIN	4
6	RETAINER RING	1
7	PACKING WASHER	1
8	PACKING	2*
9	PACKING GLAND	1
10	CAP	1
11	CAP GASKET	1
12	FLANGE	1
13	ADAPTER	1
14	GASKET	1
15	CAPSCREW	4
16	PIPE PLUG	2

الف



۱ــ بدنه ۲ــ ساقه ۳ــ نشیمن دیسک ۴ــ فنر دیسک ۵ــ پین دیسک ۶ــ حلقه نگهدارنده ۸ــ پکینگ (وسایل آب بندی)
۹ــ گلند پکینگ ۱۰ــ درپوش ۱۱ــ واشر ۱۲ــ فلنج ۱۳ــ آداپتور ۱۴ــ واشر ۱۵ــ پیچ ۱۶ــ درپوش لوله

شکل ۱۹ــ۷ــ الف) شیر سرویس ب) برش خورده شیر سرویس



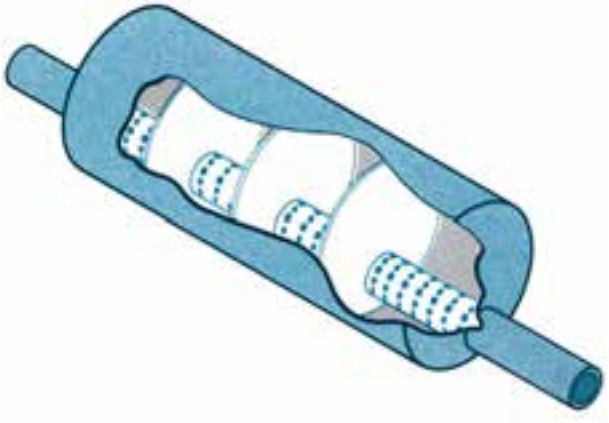
شکل ۲۰ــ۷ــ چند نوع هیتر روغن کارتر کمپرسور

هیتر می‌تواند در صفحهٔ زیرین کمپرسور یا به‌صورت کمربند دور بدنه باشد و یا این‌که با استفاده از یک غلاف داخل کارتر رفته و مستقیماً روغن مبرد را گرم می‌کند. برای کنترل هیتر بایستی طوری عمل شود که در زمان خاموشی کمپرسور هیتر انرژی‌دار شده و کار کند و در زمان استارت کمپرسور از مدار خارج شود. سازندگان کمپرسور اغلب سفارش می‌کنند که هیتر ۲۴ ساعت قبل از کمپرسور وارد مدار شود و روغن را گرم کند تا از عدم وجود مبرد حل شده داخل روغن مطمئن شوند.

۱۲ــ۷ــ صدا خفه‌کن[۱]

به همان دلیل که در اتومبیل‌ها برای کاهش صدای موتور از انباره اگزوز استفاده می‌شود بعضی مواقع در سیستم‌های تبرید نیز از صدا خفه‌کن یا موفلر استفاده می‌شود. صدا خفه‌کن‌ها می‌توانند در داخل یا خارج پوسته کمپرسور نصب گردند. بعضی از کارخانجات سازنده صدا خفه‌کن را در خط رانش در داخل پوسته کمپرسور جاسازی و نصب می‌کنند و نیز می‌توان صدا خفه‌کن را به‌صورت مجزا در خارج کمپرسور روی خط رانش نصب کرد.

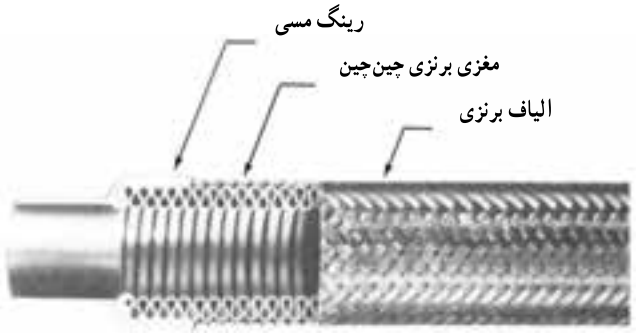
شکل ۲۱ــ۷ یک دستگاه صدا خفه‌کن را نشان می‌دهد. وقتی که گاز داغ از داخل صدا خفه‌کن عبور می‌کند در اثر گذر از یک سری فضاهای انبساط سطح صدا پایین می‌آید. صدا خفه‌کن‌ها در خط رانش کمپرسور باید به‌صورت صحیح نصب شوند تا از به تله افتادن مقدار زیاد روغن در اثر کاهش سرعت گاز داغ جلوگیری شود. چنانچه در شکل دیده می‌شود برای جلوگیری از جمع شدن روغن در داخل صدا خفه‌کن اتصالات ورود و خروج ، خارج از مرکز درنظر گرفته شده است. زمانی که قرار باشد موفلر در خط افق نصب شود بایستی اتصالات ورود و خروج آن در قسمت پایین قرار بگیرد. برای نصب در خط‌های قائم، جهت جریان مبرد در داخل موفلر حتماً به سمت پایین باشد.



شکل ۲۱ــ۷ــ شکل برش خوردهٔ یک موفلر (صدا خفه‌کن)

۱۳ــ۷ــ لرزه‌گیر[۲]

لرزه‌گیرها وسایلی هستند که مانع از انتقال لرزش کمپرسور به لوله‌های سیستم تبرید می‌شوند شکل‌های ۲۲ــ۷ و ۲۳ــ۷ نشان‌دهنده لرزه‌گیر و موقعیت نصب آن در سیستم تبرید است. مزیت استفاده از لرزه‌گیر در کاهش صدا و جلوگیری از بزرگ شدن نشت‌های ریز احتمالی در اتصالات می‌باشد. لرزه‌گیرها در اولین قسمت ممکن روی لوله‌های رانش و مکش کمپرسور نصب می‌شوند و ضمناً پس از لرزه‌گیر، لوله به‌طور مناسب و محکم با بست ثابت می‌شود تا لرزش کمپرسور به قسمت‌های دیگر غیر از یونیت منتقل نشود.



شکل ۲۲ــ۷ــ لرزه‌گیر

۱ــ Muffler

۲ــ Vibration Eliminator

شکل۲۳ــ۷ــ نحوه اتصال لرزه‌گیر در خط مکش و رانش کمپرسور

۱۴ــ ۷ــ پرسش و تمرین

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱ــ کدام یک بین کمپرسور و کندانسر نصب می‌شود؟ (امتحان نهایی ــ شهریور ۹۰)

الف) آکومولاتور　　ب) جداکننده روغن

ج) رسیور　　د) فیلتر درایر

۲ــ خروج مایع مبرد از قسمت ..... مخزن مایع سرمازا انجام می‌شود.

الف) پایین　　ب) بالا

ج) کنار مخزن　　د) کنار یا بالا

۳ــ تغییر رنگ "نشان دهنده " در وسط شیشه سایت گلاس مشخص کننده کدام مورد است؟

الف) وجود روغن　　ب) کمبود مایع مبرد

ج) افزایش فشار　　د) وجود رطوبت

۴ــ محل نصب آکومولاتور کجاست؟ (امتحان نهایی ــ خرداد ۹۰)

الف) بین کمپرسور و اواپراتور　　ب) بین کمپرسور و کندانسر

ج) بین کندانسر و شیر انبساط　　د) قبل از اواپراتور

۵ــ علت استفاده از هیتر در کارتر کمپرسور چیست؟ (امتحان نهایی ــ شهریور ۹۰)

الف) جلوگیری از غلیظ شدن روغن　　ب) تبخیر رطوبت موجود در روغن

ج) جلوگیری از حل شدن مبرد در روغن　　د) جلوگیری از آزاد شدن موم روغن

پرسش‌های درست و نادرست

۶ــ مخزن رسیور در انتهای اواپراتور نصب می‌شود.

☐ درست　　☐ نادرست

۷ــ فیلتر درایر در خط مایع بعد از کندانسر و رسیور و قبل از لوله مویین نصب می‌شود.

☐ درست　　☐ نادرست

۸ــ سایت گلاس در خط مایع قبل از شیر انبساط و بعد از هر وسیله جنبی دیگر خط مایع نصب می‌شود.

☐ درست　　☐ نادرست

۹ــ در یخچال، لوله مویین را به لولهٔ مکش لحیم می‌کنند تا روغن از مبرد جدا شود.

☐ درست　　☐ نادرست

۱۰ــ ورود مایع مبرد به کمپرسور سبب شکستن سوپاپ‌های کمپرسور می‌شود.

☐ درست　　☐ نادرست

۱۱ــ هیتر کارتر کمپرسور در زمان خاموشی کمپرسور نبایستی خاموش باشد.

☐ درست　　☐ نادرست

۱۲ــ لرزه‌گیرها در اولین قسمت ممکن بر روی لوله‌های رانش و مکش کمپرسور نصب می‌شوند.
☐ درست ☐ نادرست

پرسش‌های کامل کردنی

۱۳ــ در سیستم‌های بزرگ از فیلتر درایر با ..... استفاده می‌شود.
۱۴ــ شیر برقی در سیستم تبرید بین ..... و ..... نصب می‌شود.
۱۵ــ هدف از نصب تله مایع جلوگیری از ورود مایع به ..... است.
۱۶ــ معمولاً شیر انبساط بر روی ..... نصب می‌شود.
۱۷ــ مزیت استفاده از ..... کاهش صدا و جلوگیری از بزرگ شدن نشت‌های ریز احتمالی در اتصالات است.
۱۸ــ اگر مبرد در داخل سایت گلاس به‌صورت ..... باشد، نشانه کمبود مایع مبرد است. (امتحان نهایی ــ دی ۸۹)

واژه مناسب جاهای خالی سؤالات ۱۹ تا ۲۳ را بنویسید.

«بیش سرد نمودن ــ بیش گرم نمودن ــ شیر انبساط ــ رطوبت‌گیر ــ رسیور ــ درپوش ذوب‌شونده ــ شیر سرویس»
۱۹ــ در سیستم‌های برودتی با کندانسر آبی، قسمت پایین پوسته به‌عنوان ..... عمل می‌کند.
۲۰ــ سایت گلاس درست قبل از ..... نصب می‌شود.
۲۱ــ از مبدل گرمایی برای ..... بخار مبرد استفاده می‌شود.
۲۲ــ ..... یکی از وسایل ایمنی است که بر روی کندانسر یا رسیور نصب می‌شود.
۲۳ــ وسایلی مانند ..... به تعمیرکاران کمک می‌کند تا شارژ گاز راحت‌تر انجام شود.

پرسش‌های تشریحی

۲۴ــ علت به‌کارگیری تجهیزات جانبی دستگاه‌های سردکننده چیست؟
۲۵ــ هدف از نصب جداکننده روغن در سیستم‌های تبرید را بیان کنید.
۲۶ــ علت جدا شدن روغن از ماده مبرد را در یک جداکننده روغن، توضیح دهید.
۲۷ــ نحوه برگشت روغن به‌داخل کارتر کمپرسور را از یک جداکننده روغن بیان کنید.
۲۸ــ علت نصب رسیور در سیستم‌های تبرید را شرح دهید.
۲۹ــ علت نصب فیلتر درایر را بنویسید.
۳۰ــ از آلومینیوم فعال شده و ژل سلیکا در داخل کدام یک از وسایل سیستم تبرید استفاده می‌شود؟ (امتحان نهایی ــ شهریور ۸۹)
۳۱ــ سایت گلاس چیست و محل نصب آن را در سیستم تبرید ذکر کنید.
۳۲ــ شیر برقی چیست؟
۳۳ــ قسمت‌های مختلف شیر برقی را ذکر کنید.

۳۴ــ علت نصب مبدل حرارتی در سیستم‌های تبرید را بنویسید.

۳۵ــ در سیستم‌های برودتی کم ظرفیت (یخچال‌های خانگی) نحوه نصب مبدل حرارتی را بیان کنید.

۳۶ــ در یک تله مایع مبرد، روغن مبرد نیز به تله خواهد افتاد؛ نحوه برگشت روغن به‌داخل کمپرسور را توضیح دهید

۳۷ــ علت نصب درپوش‌های ذوب شونده را بنویسید.

۳۸ــ محل نصب شیرهای سرویس رانش و مکش و مشخصات هر شیر را بنویسید.

۳۹ــ محل نصب صدا خفه‌کن و علت نصب آن را در سیستم‌های تبرید توضیح دهید.

۴۰ــ نحوهٔ نصب صدا خفه‌کن در شرایط افقی و عمودی را شرح دهید.