فصل ششم

اواپراتورها

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ وظیفه اواپراتور را بیان نماید.

۲ــ ساختمان و کاربرد اواپراتورهای انبساط مستقیم (DX) را توضیح دهد.

۳ــ انواع اواپراتورهای انبساط مستقیم را شرح دهد.

۴ــ عمل تقطیر در اواپراتورها را توضیح دهد.

۵ــ پخش‌کننده‌ها در اواپراتورها را توضیح دهد.

۶ــ تعیین جهت جریان هوا را از روی کویل اواپراتور توضیح دهد.

۷ــ برفک‌زدایی اواپراتورها را شرح دهد.

۸ــ کویل‌های آب سرد و کاربرد آن‌ها را بیان کند.

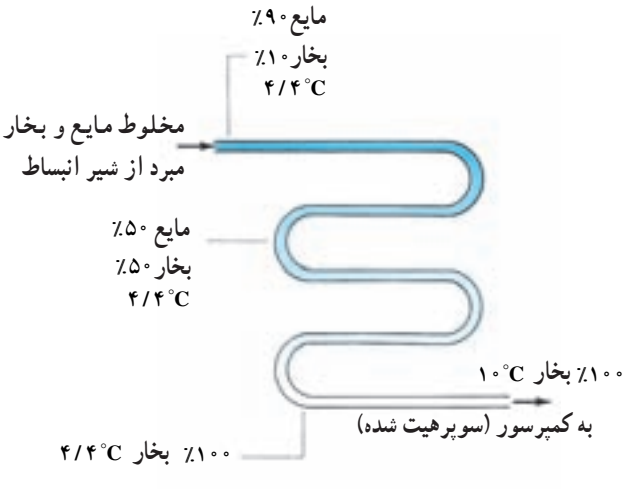
۶ــ اواپراتورها

اواپراتور یکی از چهار قسمت اصلی سیستم‌های تبرید می‌باشد. در اواپراتور ماده مبرد گرما را از مواد و محیط داخل اواپراتور جذب نموده و آن‌ها را سرد می‌کند. اواپراتور می‌تواند برای سرد کردن آب، هوا یا هر نوع مایع و گازی به‌کار برده شود.

۱ــ۶ــ اواپراتورهای انبساط مستقیم (DX)[۱]

به اواپراتورهایی گفته می‌شود که ماده مبرد جریان یافته در داخل کویل لوله‌های آن‌ها از طریق شیر انبساط یا لوله معین تغذیه شود (شکل ۱ــ۶). وقتی که مبرد در میان کویل اواپراتور جریان می‌یابد گرما را از آب یا هوا گرفته وآن‌ها را سرد می‌کند. این جذب گرما باعث تغییر حالت مبرد از مایع به بخار می‌شود. در این فرآیند هیچ‌گونه تغییر دمایی نداریم. تا زمانی که تمام مایع مبرد تبخیر نشده است دما تغییری نمی‌کند. اگر اندازه کویل اواپراتور صحیح انتخاب شود، در ۹۰٪ از ابتدای کویل، مبرد به‌صورت مایع وجود دارد و در ۱۰٪ انتهای کویل تنها بخار سرد جریان دارد که به جذب گرما از آب یا هوا ادامه داده باعث خواهد شد که دمای مبرد اضافه شده (بیشتر از دمای اشباع در همان فشار) و سوپرهیت شود.

۱ــ Direct Expansion Evaporators



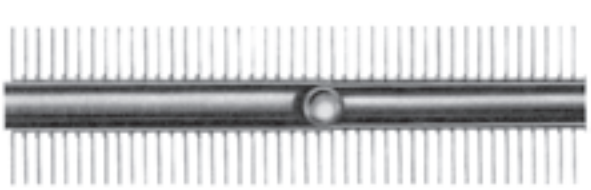
شکل ۱ــ۶ــ اواپراتور انبساط مستقیم

۲ــ۶ــ انواع اواپراتورهای انبساط مستقیم

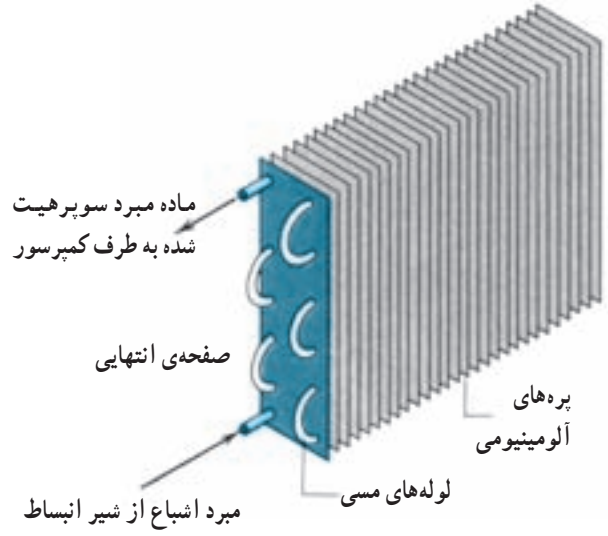
اواپراتور کویلی پره‌دار (فین‌دار) یکی از انواع اواپراتور انبساط مستقیم است (شکل ۲ــ۶). در این اواپراتورها ماده مبرد در داخل لوله‌ها جاری شده و پره‌های آلومینیومی باعث افزایش سطح گرمایی می‌شوند (شکل ۳ــ۶).

اواپراتورها می‌توانند طبیعی (بدون فن) یا اجباری (با فن) باشند.

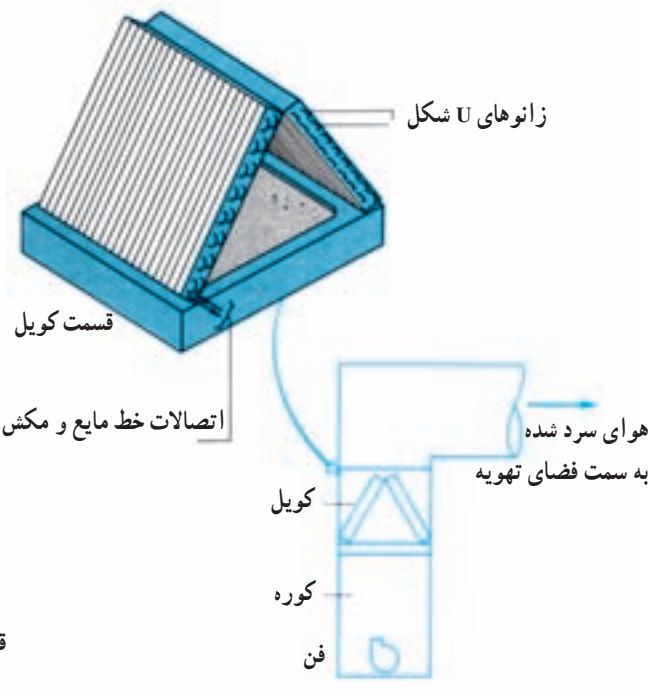
اواپراتورهای کویلی پره‌دار (فین‌دار) معمولاً از نوع جریان اجباری می‌باشند. با استفاده از این نوع اواپراتورها می‌توان در موقعیت‌های مختلف هوا را سرد کرد سپس هوای سرد را به‌وسیله کانال‌ها به فضاهای موردنظر که الزاماً نزدیک سیستم تبرید نباشند فرستاد. درشکل ۴ــ۶ اواپراتور کویلی فین‌دار با جریان اجباری هوا در یک دستگاه تهویه مطبوع را نشان می‌دهد. (کنداسینگ یونیت (واحد تقطیر) در بیرون ساختمان و اواپراتور در داخل کابین دستگاه مطابق شکل نصب شده است). تعداد پره در اواپراتورهای پره‌دار بین ۷ تا ۱۴ پره در هر اینچ خواهد بود. تعداد بیشتر پره انتقال گرمای بیشتری را نیز به همراه دارد ولی اشکالی که دارد این است که افت فشار هوا بیشتر شده و درصورتی که هوا فیلتر نشده باشد فاصله‌ی بین پره‌ها به‌سرعت مسدود می‌شود. نوع دیگر اواپراتورهای انبساط مستقیم بدون پره بوده و به اشکال مختلف ساخته می‌شوند (شکل ۵ــ۶). این اواپراتورها بدون فن بوده و با جریان طبیعی هوا انتقال حرارت در آنها صورت می‌گیرد. در دستگاه‌ها یا فضاهایی که به جریان هوای کمی احتیاج باشد و محصولات نیز به رطوبت کمی نیاز داشته باشند از این اواپراتورها استفاده می‌کنند. این اواپراتور معمولاً در دستگاه‌های سردکننده خانگی (یخچال‌ها، فریزرها و...) نصب می‌شوند.



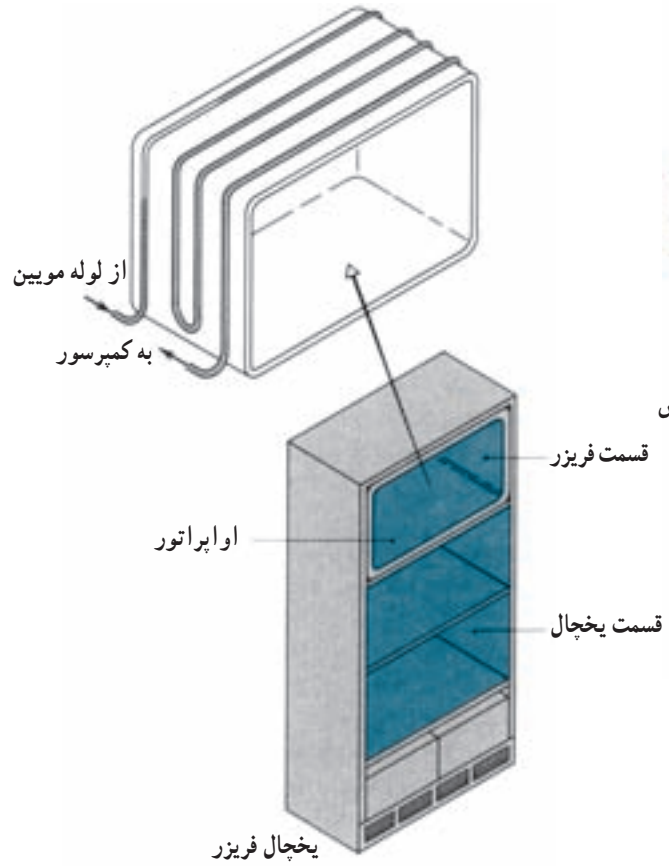
شکل ۳ــ۶ــ پره‌های روی لوله که باعث افزایش سطح گرمایی می‌شوند.



شکل ۲ــ۶ــ اواپراتور کویلی پره‌دار (فین‌دار)



شکل ۴ــ۶ــ اواپراتور کویلی فین‌دار(پره‌دار) با جریان اجباری هوا (فن‌دار)

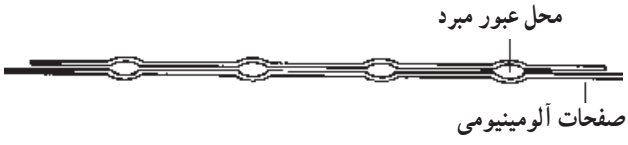


شکل ۵ــ۶ــ اواپراتور کویلی بدون پره(فین) با جریان طبیعی هوا (اواپراتور صفحه‌ای)

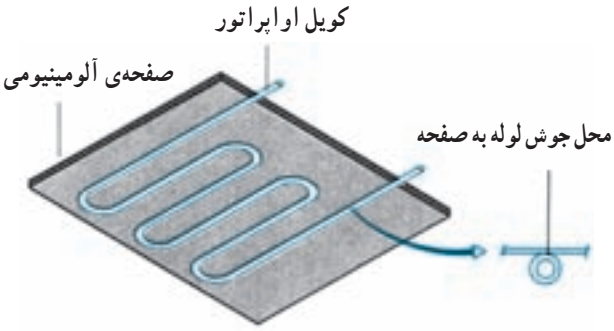
شکل ۵ــ۶ قسمت جایخی یک دستگاه یخچال را نشان می‌دهد که اواپراتور صفحه‌ای به شکل جایخی فرم داده شده است. درشکل ۶ــ۶ نیز دو صفحه‌ی آلومینیومی طوری به هم پرس شده‌اندکه محل‌هایی برای جریان مبرد وجود دارد. شکل ۷ــ۶ هم یک نوع دیگر از اواپراتور صفحه‌ای (کویلی بدون فین) را نشان می‌دهد که لوله حامل مایع مبرد به صفحه‌ی آلومینیومی جوش شده است. هرکدام از این اواپراتورها می‌توانند به شکل‌های موردنظر فرم داده شده و در داخل سردکننده نصب شوند.

اواپراتورهای صفحه‌ای هم‌چنین می‌توانند یک سطح خاص را کاملاً پوشش دهند نظیر شکل ۸ــ۶ در دستگاه‌های یخ‌ساز پولکی شکل اواپراتور به‌صورت استوانه می‌باشد که با فرو بردن اواپراتور به داخل مخزن آب، در اثر تماس آب با سطح سرد استوانه یک لایه یخ روی سیلندر ایجاد می‌شود و با چرخش تیغه‌ی حلزونی یخ از سطح استوانه (اواپراتور) جدا شده و در مخزن ذخیره جمع می‌شود. سطح استوانه که همان سطح اواپراتور می‌باشد از فولاد زنگ‌نزن انتخاب می‌شود.

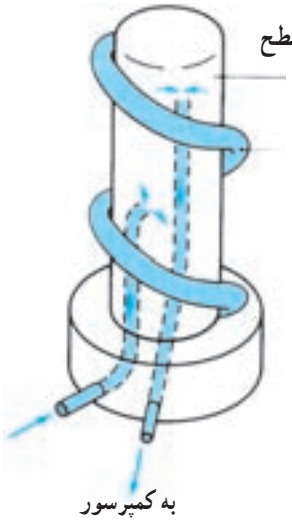
شکل ۹ــ۶ نیز یک فرم دیگری از اواپراتور را که در دستگاه یخ‌ساز مورد استفاده قرار می‌گیرد نشان می‌دهد. اواپراتور مذکور به شکل قالب‌های یخ بوده آب به‌وسیله پمپ به سطح اواپراتور که همان قالب‌های یخ می‌باشد اسپری می‌شود. در اثر تماس آب با سطح سرد قالب‌ها، منجمد شده و به‌تدریج به ضخامت یخ اضافه می‌شود پس از پر شدن قالب یخ، سطح اواپراتور گرم شده و یخ‌ها از آن جدا می‌شوند.



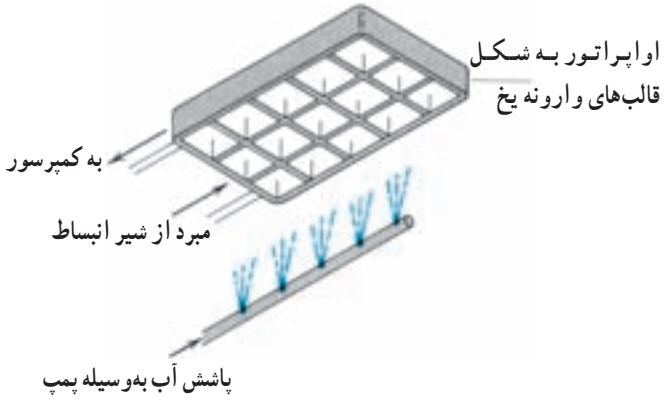
شکل ۶ــ۶ــ اواپراتور صفحه‌ای (پرس دو صفحه‌ی آلومینیومی با شکل خاص)



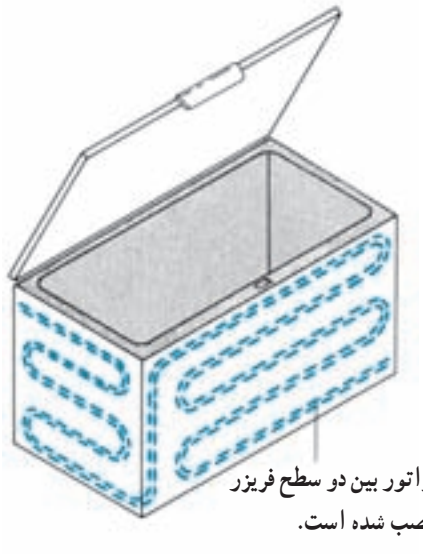
شکل ۷ــ۶ــ اواپراتور کویلی بدون فین با جریان طبیعی هوا



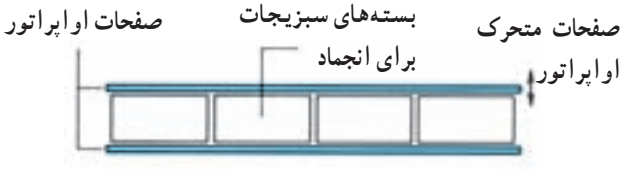
شکل ۸ــ۶ــ اواپراتور صفحه‌ای به شکل استوانه در دستگاه یخ‌ساز پولکی



شکل ۹ــ۶ــ اواپراتور صفحه‌ای به شکل قالب‌های یخ در دستگاه یخ‌ساز قالبی (حبه‌ای)



شکل ۱۰ــ۶ــ اواپراتور صفحه‌ای در دستگاه فریزر صندوقی



شکل ۱۱ــ۶ــ اواپراتور صفحه‌ای برای انجماد سریع مواد بسته‌بندی شده (صفحات اواپراتور نسبت به هم قابل حرکت هستند)

در اغلب فریزرهای صندوقی از اواپراتورهای صفحه‌ای مطابق شکل ۱۰ــ۶ استفاده می‌شود. اواپراتورهای صفحه‌ای حتی برای انجماد مواد غذایی بسته‌بندی شده نیز به‌کار برده می‌شوند.

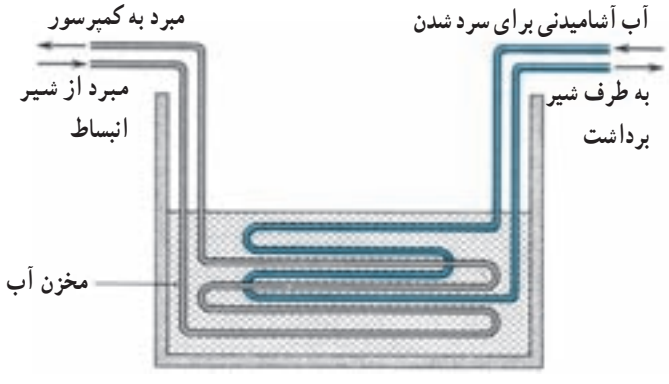
مواد غذایی و سبزیجات پس از بسته‌بندی در میان دو صفحه اواپراتور قرار داده می‌شود. سپس سطوح اواپراتور به هم نزدیک شده و سریعاً بسته‌ها منجمد می‌گردد (شکل ۱۱ــ۶).

اواپراتور صفحه‌ای مورد استفاده در مخازن آبسردکن‌ها مطابق شکل ۱۲ــ۶ می‌باشند.

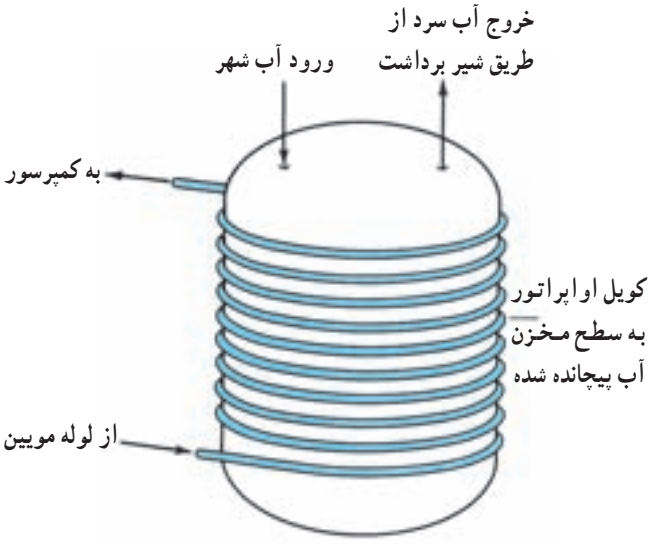
کویل اواپراتور به سطح مخزن پیچانده و جوش داده شده است. آب در اثر تماس با سطح سرد مخزن خنک می‌شود برای جلوگیری از اتلاف گرمایی سطح مخزن را که همان اواپراتور

صفحه‌ای می‌باشد را کاملاً عایق‌بندی می‌کنند. یک روش دیگر برای سرد کردن مایعات این است که کویل اواپراتور در داخل مخزن آب یا در مایع دیگر غوطه‌ور بماند (شکل ۱۳ــ۶). این روش عموماً برای آب آشامیدنی به‌کار برده می‌شود.

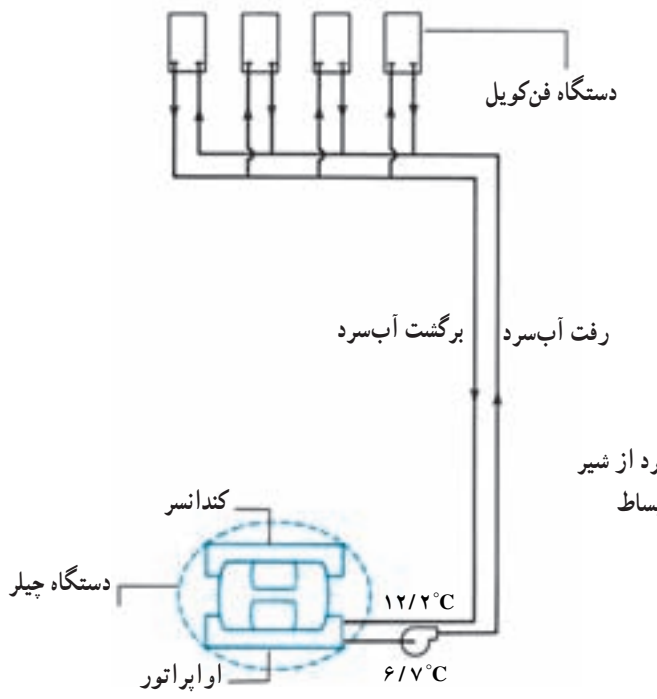
یک نوع دیگر از اواپراتور که در دستگاه‌های چیلر به‌کار برده می‌شود به‌نام اواپراتور پر یا Flooded است (شکل ۱۴ــ۶). در این اواپراتورها به لحاظ این‌که کویل آب کاملاً در داخل مایع مبرد غوطه‌ور است دارای راندمان بسیار خوبی هستند. مایع مبرد پس از جذب گرمای آب داخل کویل تبخیر شده و به سمت کمپرسور برمی‌گردد. آب دستگاه هواساز یا فن‌کویل‌ها با دمای ۱۲°C وارد اواپراتور شده پس از تبادل گرما با ماده مبرد، با دمای ۷°C به داخل ساختمان پمپ می‌شود (شکل ۱۵ــ۶). آب‌سرد پس از جذب گرمای فضای موردنظر مجدداً به داخل اواپراتور برگشت می‌شود تا سیکل تکرار شود.



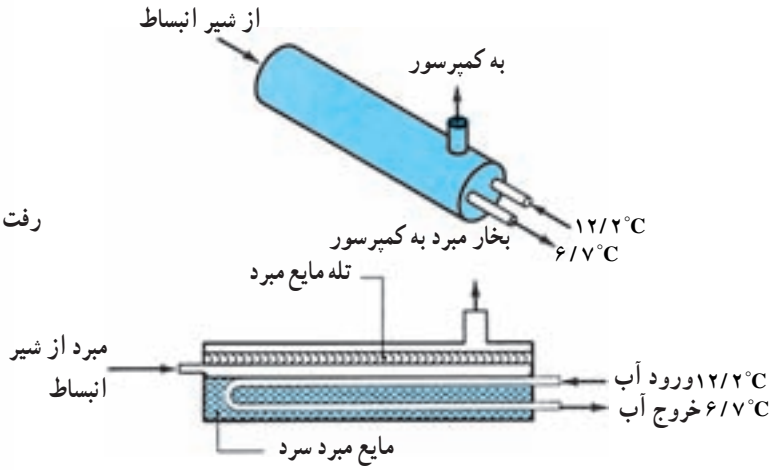
شکل ۱۳ــ۶ــ اواپراتور کویلی غوطه‌ور



شکل ۱۲ــ۶ــ اواپراتور کویلی مربوط به دستگاه آب‌سردکن



شکل ۱۵ــ۶ــ ارسال آب سرد از دستگاه چیلر به دستگاه‌های فن‌کویل یا هواساز

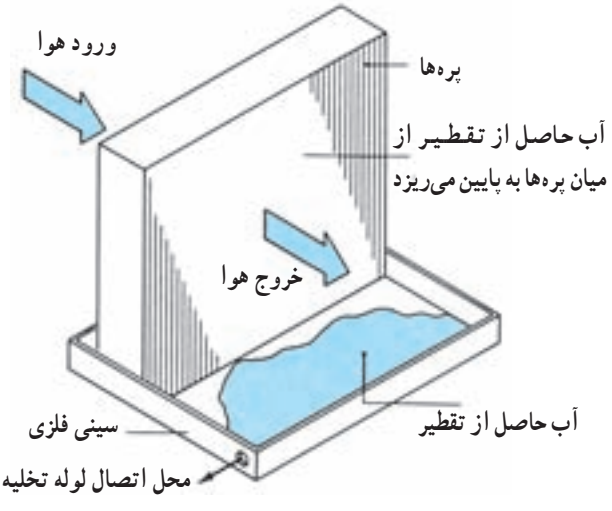


شکل ۱۴ــ۶ــ اواپراتور پر در دستگاه چیلر

یک عدد تله مایع یا قطره‌گیر که در سطح بالای مایع مبرد در داخل اواپراتور نصب شده که مانع از برگشت مایع به کمپرسور می‌شود و فقط بخار مبرد اجازه می‌یابد به کمپرسور وارد شود.

۳ــ۶ــ عمل تقطیر در اواپراتورها

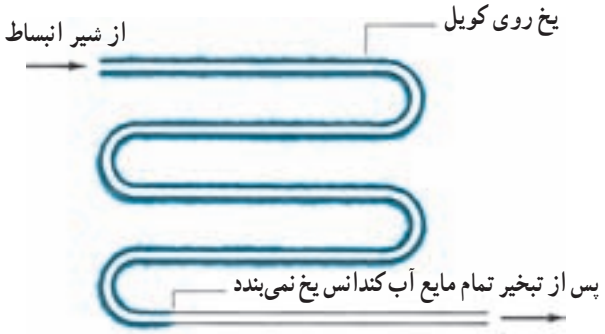
اگر شما یک لیوان آب یخ را روی میز بگذارید طولی نمی‌کشد که سطح خارجی لیوان مرطوب می‌شود. خیسی سطح خارجی لیوان همان بخار آب هوای اطراف لیوان می‌باشد که در اثر تماس با سطح سرد لیوان، تقطیر شده و تبدیل به قطرات آب می‌شود. وقتی که هوا به وسیله اواپراتور خنک می‌شود معمولاً عمل تقطیر رخ می‌دهد. اگر دمای سطح اواپراتور پایین‌تر از دمای انجماد آب باشد، آب تقطیر شده روی سطح اواپراتور 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 دیفراست انجام گیرد. 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 ۱۶ــ۶). توجه کنید که کویل یک



شکل ۱۶ــ۶ــ آب حاصل از تقطیر در داخل سینی کف اواپراتور جمع شده سپس از طریق لوله تخلیه به بیرون منتقل می‌شود.

اواپراتور به ظرفیت ۳ تن تبرید برای سرد کردن فضای ساختمان به مساحت ۱۶۵ مترمربع به‌آسانی می‌تواند بیش از ۷/۵ لیتر در ساعت آب تقطیر نماید.

ماده مبرد باید به‌صورت بخار به سمت کمپرسور برگشت نماید تا از شکسته شدن قطعات گردنده داخل کمپرسور (پیستون، دسته شاتون و...) جلوگیری شود. برای رسیدن به این مسئله با نگاه کردن از بیرون به کویل اواپراتور مشخص می‌شود که مبرد برگشتی مایع است یا بخار شکل ۱۷ــ۶ در صورت انتخاب صحیح سایز اواپراتور و تزریق به اندازه ماده مبرد، در ۹۰٪ از ابتدای کویل مخلوط مایع و بخار و در ۱۰٪ از انتهای کویل فقط بخار مبرد جریان دارد. تشکیل لایه‌ی یخ روی کویل نشان‌دهنده وجود مایع مبرد در داخل کویل است. درصورتی که کویل اواپراتور قابل مشاهده نباشد می‌توان با نصب ترمومتر و یا مشاهده فشار مکش و رجوع به جدول ۱ــ۶ به وجود لایه‌ی یخ در انتهای کویل پی برد.



شکل ۱۷ــ۶ــ تشکیل لایه یخ در روی کویل اواپراتور

جدول ۱ــ۶ــ رابطه فشار و دما برای مبردهای مختلف

VAPOR PRESSURE — **FREON®REFRIGERANTS**

Temp. °F	Freon 113	Freon 11	Freon 114	Freon 12	Freon 500	Freon 22	Freon 502	Freon 13B1	Freon 116	Freon 13	Freon 503	Freon 14
−150		29.9		29.6		29.4	29.1	27.9	22.6	20.9	15.4	71.0
−140		29.9		29.4		29.0	28.5	26.8	19.3	16.8	9.7	77.4
−130		29.9		29.1		28.4	27.8	25.2	14.7	11.5	2.1	102.7
−120		29.9		28.6		27.7	26.7	23.1	8.8	4.5	3.8	132.0
−110		29.8		28.0		26.6	25.3	20.3	1.1	2.1	9.8	168.1
−100		29.8		27.0	26.4	25.0	23.3	16.6	4.3	7.6	17.3	209.1
−90		29.7	29.3	25.7	24.9	23.0	20.6	11.9	10.3	14.3	26.4	271.2
−80		29.6	29.0	24.1	22.9	20.2	17.2	5.9	17.6	22.4	37.5	311.1
−70		29.4	28.5	21.8	20.3	16.6	12.8	.8	26.5	32.3	65.5	373.7
−60		29.2	27.9	19.0	17.0	12.0	7.2	5.3	37.2	43.9	81.3	445.9
−50		28.9	27.1	15.4	12.8	6.2	.2	10.7	49.9	57.5	99.8	
−40		28.4	26.0	11.0	7.6	.5	4.1	17.2	64.8	73.3	106.7	
−35		28.1	25.4	8.4	4.6	2.6	6.5	20.9	73.2	82.2	118.7	
−30	29.3	27.8	24.6	5.4	1.2	4.9	9.2	24.9	82.2	91.6	131.6	
−25	29.2	27.4	23.8	2.3	1.2	7.4	12.1	29.2	91.8	101.7	145.5	
−20	29.1	27.0	22.9	.6	3.2	10.2	15.3	33.9	102.2	112.4	160.3	
−15	28.9	26.5	21.8	2.4	5.4	13.2	18.8	38.9	113.3	123.9	176.1	
−10	28.7	26.0	20.6	4.4	7.8	16.4	22.6	44.4	125.1	136.1	193.0	
−5	28.4	25.4	19.3	6.7	10.4	20.1	26.7	50.2	137.8	149.1	211.0	
0	28.2	24.7	17.8	9.2	13.3	24.0	31.1	56.4	151.2	162.9	230.0	
5	27.9	23.9	16.2	11.8	16.4	28.2	35.9	63.2	165.4	177.4	250.3	
10	27.6	23.1	14.4	14.6	19.7	32.8	41.0	70.3	180.6	192.8	271.8	
15	27.2	22.1	12.4	17.7	23.3	37.7	46.5	77.9	196.6	209.1	294.5	
20	26.8	21.1	10.2	21.0	27.2	43.0	52.4	86.1	213.6	226.3	318.5	
25	26.3	19.9	7.8	24.6	31.4	48.8	58.8	94.7	231.4	244.4	343.9	
30	25.8	18.6	5.2	28.4	36.0	54.9	65.6	103.9	250.1	263.5	370.6	
35	25.2	17.2	2.3	32.6	40.8	61.4	72.8	113.6	269.8	283.6	398.7	
40	24.5	15.6	.4	37.0	46.0	68.5	80.5	123.9	290.4	304.8	428.2	
45	23.8	13.9	2.0	41.7	51.6	76.0	88.7	134.8	311.9	327.1	459.2	
50	22.9	12.0	3.8	46.7	57.5	84.0	97.4	146.3	334.2	350.4	491.7	
55	22.0	10.0	5.8	52.1	63.9	92.6	106.6	158.5	357.3	375.1	525.6	
60	21.0	7.8	7.9	57.7	70.6	101.6	116.4	171.3	381.0	400.9	561.0	
65	19.9	5.4	10.1	63.8	77.8	111.2	126.7	184.8	405.2	428.2	597.7	
70	18.7	2.8	12.6	70.2	85.3	121.4	137.6	199.0		456.9		
75	17.3	0.0	15.2	77.0	93.4	132.2	149.1	214.0		487.2		
80	15.9	1.5	18.0	84.2	101.9	143.6	161.2	229.7		519.4		
85	14.2	3.2	20.9	91.8	111.0	155.7	174.0	246.1				
90	12.5	4.9	24.0	99.8	120.4	168.4	187.4	263.4				
95	10.6	6.8	27.5	108.2	130.5	181.8	201.4	281.6				
100	8.6	8.8	31.2	117.2	141.1	195.9	216.2	300.6				
105	6.3	10.9	35.0	126.6	152.2	210.7	231.7	320.4				
110	4.0	13.1	39.1	136.4	164.0	226.4	247.9	341.2				
115	1.3	15.6	43.4	146.8	176.3	242.7	264.9	363.0				
120	.7	18.3	48.0	157.7	189.2	259.9	282.7	385.7				
125	2.2	21.0	52.8	169.1	202.8	277.9	301.4	409.4				
130	3.7	24.0	58.0	181.0	217.0	296.8	320.8	434.2				
135	5.4	27.1	63.4	193.5	231.8	316.6	341.2	460.1				
140	7.2	30.4	69.1	206.6	247.4	337.2	362.6	487.1				
145	9.2	34.0	75.1	220.3	263.7	358.9	385.0	515.2				
150	11.2	37.7	81.4	234.6	280.7	381.5	408.4	544.5				

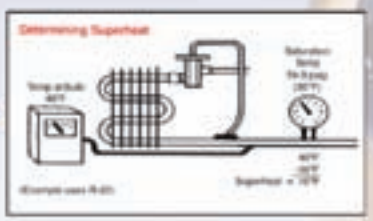
[1]Vapor pressures are shown in PSIG. Italic figures are shown as inches of mercury vacuum.

ادامه جدول ۱ــ۶

Refrigerant Pressure Temperature Table

Pressure Temperature Chart (bar)

C	R717	R404a	R507	R134a	R22
TEMP	bar	bar	bar	bar	bar
-46	0.5	1.0	1.1	0.4	0.8
-43	0.6	1.2	1.2	0.4	0.9
-40	0.7	1.3	1.4	0.5	1.0
-37	0.8	1.5	1.6	0.6	1.2
-34	0.9	1.7	1.8	0.7	1.3
-32	1.1	1.9	2.0	0.8	1.5
-29	1.2	2.1	2.2	0.9	1.7
-26	1.4	2.4	2.5	1.0	1.9
-23	1.6	2.7	2.8	1.1	2.1
-21	1.8	3.0	3.1	1.3	2.4
-18	2.1	3.3	3.4	1.4	2.6
-15	2.3	3.6	3.8	1.6	2.9
-12	2.6	4.0	4.1	1.8	3.2
-9	2.9	4.4	4.6	2.0	3.6
-7	3.3	4.8	5.0	2.3	3.9
-4	3.6	5.3	5.5	2.5	4.3
-1	4.1	5.8	6.0	2.8	4.7
0	**4.3**	**6**	**6.3**	**2.9**	**5**
2	4.5	6.3	6.5	3.1	5.2
4	5.0	6.9	7.1	3.4	5.7
7	5.5	7.5	7.7	3.7	6.2
10	6.1	8.1	8.4	4.1	6.7
13	6.7	8.8	9.1	4.5	7.3
16	7.3	9.5	9.8	4.9	7.9
18	8.0	10.3	10.6	5.4	8.6
21	8.7	11.1	11.5	5.8	9.3
24	9.5	12.0	12.4	6.3	10.0
27	10.4	12.9	13.2	6.9	10.8
29	11.3	13.8	14.3	7.5	11.6
32	12.3	14.9	15.3	8.1	12.5
35	13.3	15.9	16.4	8.7	13.4
38	14.4	17.0	17.6	9.4	14.3
41	15.6	18.2	18.1	10.2	15.4
43	16.8	19.5	20.1	11.0	16.4
46	18.1	20.8	21.5	11.8	17.5
49	19.4	22.2	22.9	12.6	18.7
52	20.9	23.6	24.4	13.6	19.9
54	22.4	25.1	26.0	14.5	21.2
57	24.0	26.7	27.7	15.5	22.6
60	25.7	28.4	29.5	16.6	23.9
63	27.5	30.1	31.3	17.7	25.4
66	29.4	31.9	33.3	18.9	26.9



Contact Parker for premier customer service:
Refrigerating Specialties
2445 South 25th Avenue
Broadview, IL 60155-3885B USA
(708) 681-6300 Fax: (708) 681-6306
(800) 504-4261 • www.parker.com/refspec

Parker Helps Keep the World's Food Supply Safe.

Parker

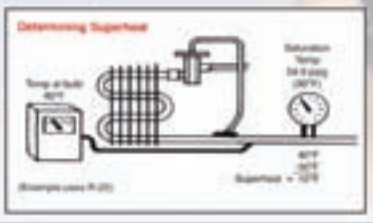
Aerospace Automation Filtration Fluid Connectors Hydraulics Instrumentation Seal **Climate and Industrial Controls**

ادامه جدول ۱ــ۶

Refrigerant Pressure Temperature Table

Pressure Temperature Chart (psig)

F TEMP	R717 psig	R404a psig	R507 psig	R134a psig	R22 psig
-50	*14.4*	0.6	1.0	*18.4*	*6.2*
-45	*11.8*	2.7	3.0	*16.6*	*2.7*
-40	*8.8*	5.0	5.5	*14.7*	0.5
-35	*5.5*	7.6	8.2	*12.3*	2.6
-30	*1.7*	10.4	11.1	*9.7*	4.9
-25	1.2	13.4	14.3	*6.8*	7.4
-20	3.5	16.8	17.8	*3.6*	10.1
-15	6.2	20.5	21.7	*0.1*	13.2
-10	9.0	24.5	25.8	2.0	16.4
-5	12.3	28.8	30.3	4.1	20.0
0	**15.6**	**33.5**	**35.2**	**6.5**	**24.0**
5	19.5	38.6	40.5	9.1	28.2
10	23.7	44.0	46.1	11.9	32.7
15	28.3	49.9	52.2	15.1	37.7
20	33.4	56.2	58.8	18.4	43.0
25	38.8	63.0	65.8	22.1	48.7
30	44.9	70.3	73.3	26.1	54.9
35	51.4	78.1	81.3	30.4	61.4
40	58.4	86.4	89.8	35.1	68.5
45	66.1	95.2	98.9	40.0	76.0
50	74.3	104.7	109.0	45.4	84.0
55	83.2	114.7	119.0	51.2	92.5
60	92.6	125.3	130.0	57.4	101.6
65	102.8	136.6	141.0	64.0	111.0
70	113.8	148.6	154.0	71.1	121.4
75	125.5	161.2	167.0	78.6	132.0
80	138.0	174.6	180.0	86.7	144.0
85	151.4	188.8	195.0	95.1	156.0
90	165.5	203.7	210.0	104.2	168.4
95	180.6	219.4	226.0	113.8	182.0
100	196.7	235.9	244.0	124.1	196.0
105	213.9	253.4	252.0	134.9	211.0
110	231.8	271.7	281.0	146.3	226.4
115	251.0	290.9	301.0	158.4	243.0
120	271.1	311.1	322.0	171.1	260.0
125	292.5	332.3	344.0	184.5	278.4
130	314.9	354.5	368.0	198.7	296.8
135	338.8	377.8	393.0	213.6	317.0
140	363.5	402.2	419.0	229.3	337.3
145	390.2	427.7	446.0	245.7	359.0
150	417.4	454.4	475.0	263.0	381.0



Contact Parker for premier customer service:
Refrigerating Specialties
2445 South 25th Avenue
Broadview, IL 60155-3858 USA
(708) 681-6300 Fax: (708) 681-6306
(800) 506-4261 • www.parker.com/refspec

Parker Helps Keep the World's Food Supply Safe.

Parker

Possible.

Aerospace Automation Filtration Fluid Connectors Hydraulics Instrumentation Seal **Climate and Industrial Controls**

۴ــ۶ــ فشار کاری اواپراتور

دمای مبرد داخل اواپراتور، مشخص‌کننده‌ی فشار داخلی آن می‌باشد چنان‌چه دمای اواپراتور پایین‌تر از ۱°C- تا ۳°C- برسد سطح اواپراتور به اندازه کافی سرد می‌شود که آب تقطیر شده را منجمد نماید.

در جدول ۲ــ۶ فشار کاری اواپراتورها برای کاربردهای متفاوت قید شده است. چنان‌چه برای سیستم تبریدی فشار مکش ذکر نشده باشد می‌توان به‌صورت معقولانه فشار مکش را انتخاب نمود. مثلاً اگر نیاز باشد که دمای یک کابین با استفاده از مبرد R ــ۱۲ به اندازه‌ی ۲۹°C- نگه داشته شود بایستی دمای هوایی که برای سرد کردن کابین به‌کار برده می‌شود از دمای کابین سردتر باشد.

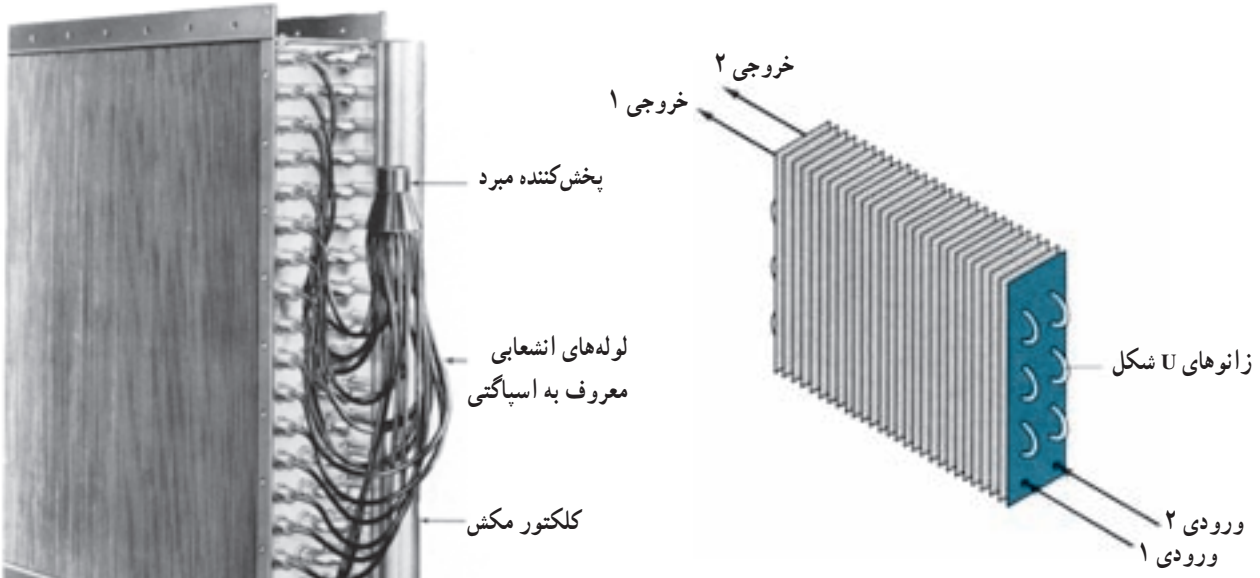
دمای هوای خروجی برای سرد کردن کابین ۵/۵°C (۱۰°F) سردتر از دمای کابین یعنی ۳۴/۵°C- و دمای ماده مبرد برای تهیه هوای سرد ۳۴/۵°C- باید ۵/۵°C سردتر از دمای هوای خروجی باشد، یعنی ۴۰°C- با مراجعه به جدول فشار بخار مبردها (جدول ۱ــ۶) از ردیف ۱۲ــR و دمای ۴۰°F- (۴۰°C-) فشار بخار مبرد ۱۱psi (پوند بر اینچ مربع) به‌دست می‌آید.

جدول ۲ــ۶

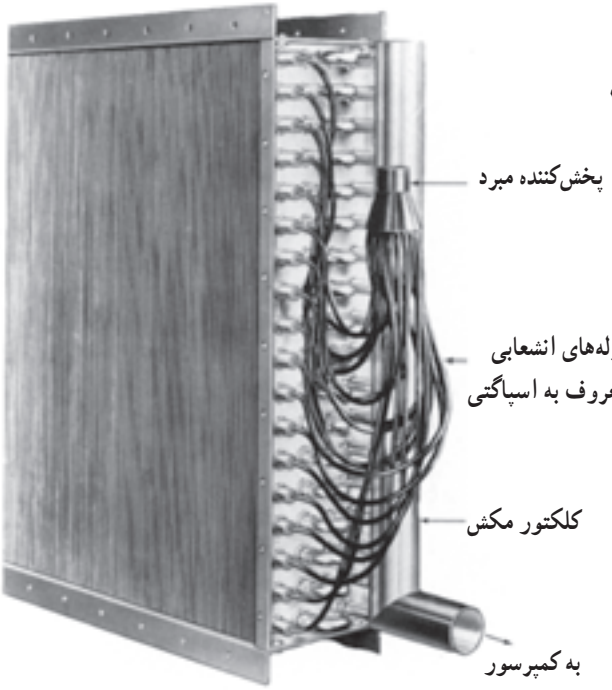
فشار مکش نرمال	ماده مبرد	کاربرد
۲psi ــ۴in.Hg	۱۲	یخچال فریزر خانگی
۶۰ــ۷۵ psi	۲۲	دستگاه تهویه مطبوع
۲۵ــ۳۵ psi	۵۰۲	یخ‌ساز
۱۶in.Hg	۱۱	چیلر با آب خروجی ۶/۷°C
۳۰ psi	۱۲	تهویه مطبوع اتومبیل

۵ــ۶ــ پخش‌کننده‌ها در اواپراتور

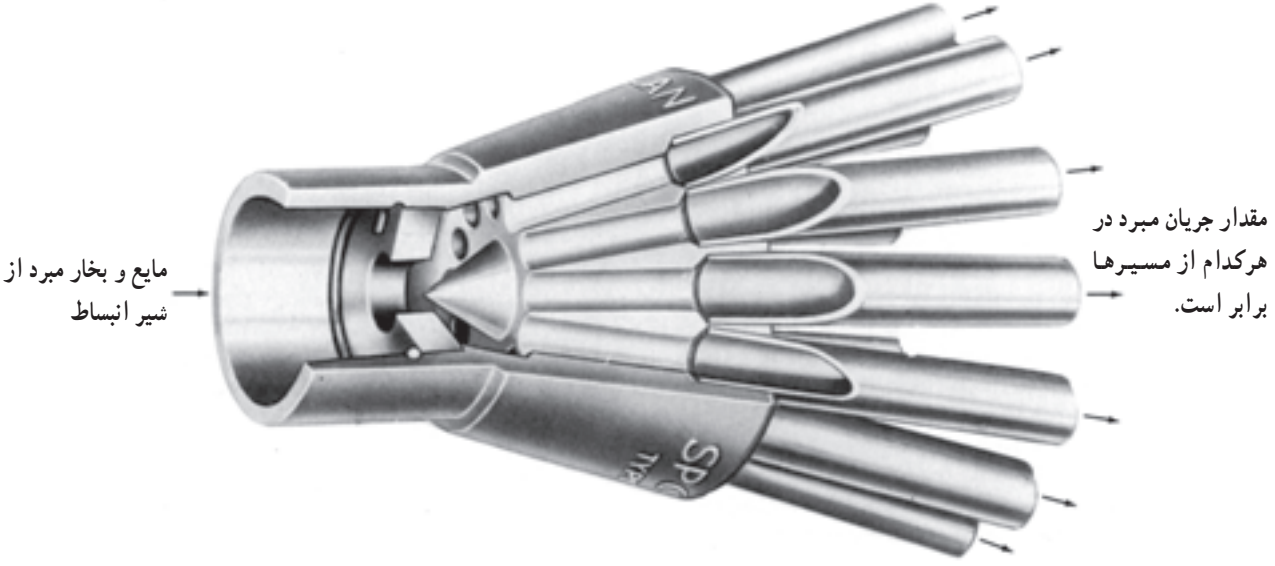
اگر کویل اواپراتور مانند شکل ۱ــ۶ تنها یک لوله خم شده باشد تمام ماده مبرد جریان ناچاراً بایستی از همان مسیر عبور نماید در کویل‌های بزرگ‌تر اجرای چنین کاری به‌خاطر افت فشار شدیدی که ایجاد می‌شود عملاً ممکن نیست. شکل ۱۸ــ۶ کویل اواپراتوری را نشان می‌دهد که دو مسیر رفت و برگشت دارد. ایجاد دو مسیر موازی 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 ۱۹ــ۶). در اواپراتور با مسیرهای بیشتر برای پخش مساوی ماده مبرد جریانی از وسیله‌ای به‌نام distributor (تقسیم‌کننده) نظیر شکل ۲۰ــ۶ 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 جمع‌کننده (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. در اواپراتور با اندازه بزرگ‌تر می‌توان دو عدد تقسیم‌کننده و دو عدد جمع‌کننده نظیر شکل ۲۱ــ۶ کار گذاشت که هرکدام مستقل از هم عمل کنند.



شکل ۱۸ــ۶ــ اواپراتور کویلی با دو مسیر رفت و برگشت مستقل



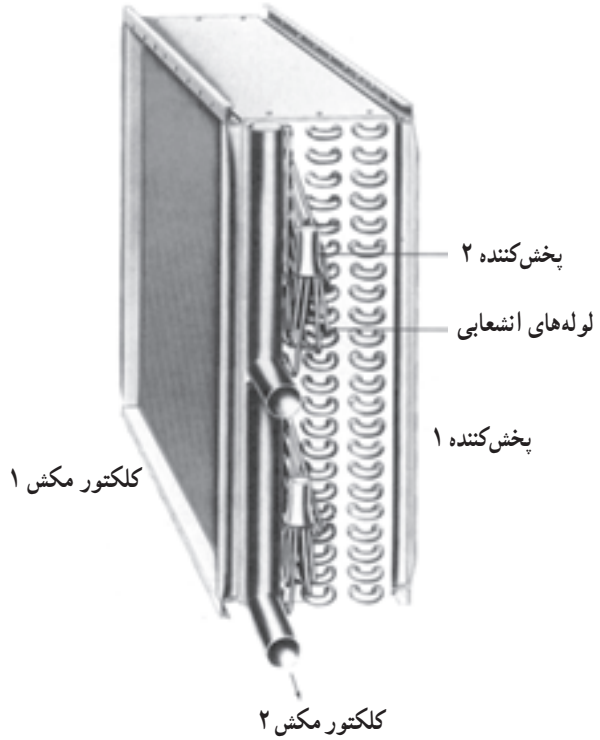
شکل ۱۹ــ۶ــ اواپراتور کویلی با چندین مسیر



شکل ۲۰ــ۶ــ تقسیم‌کننده یا پخش‌کننده ماده مبرد

۶ــ۶ــ جهت جریان هوا از روی کویل اواپراتور

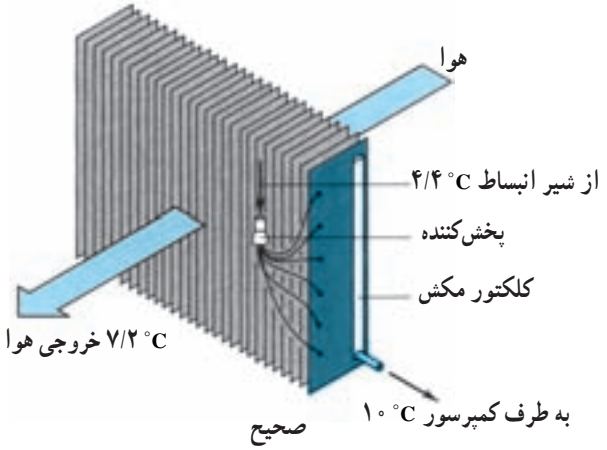
سمت ورودی و خروجی هوا از روی اواپراتور خیلی شبیه هم می‌باشند. بنابراین در موقع نصب آن باید توجه شود که برعکس قرار نگیرد زیرا موجب کاهش ظرفیت اواپراتور می‌شود برای نصب صحیح کویل اواپراتور همیشه به‌خاطر بسپارید که هوای سرد در خروج از کویل بایستی با مبرد سرد در تماس باشد شکل ۲۲ــ۶ روش صحیح جریان هوا از روی کویل و شکل ۲۳ــ۶ روش غیرصحیح را نشان می‌دهد.



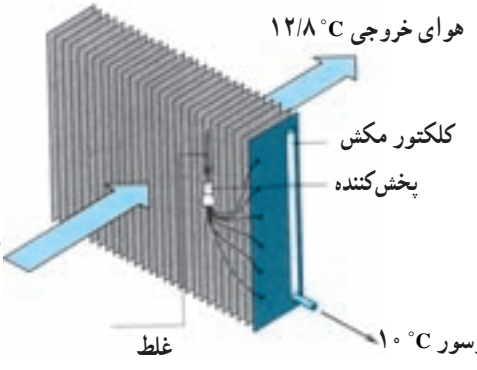
شکل ۲۱ــ۶ــ اواپراتور کویلی با دو عدد پخش‌کننده مبرد و دو عدد کلکتور برگشت (دو دستگاه اواپراتور به‌صورت افقی روی هم کار گذاشته شده است.)

در شکل ۲۳ــ۶ با اواپراتوری که در ۴/۵ °C دمای مکش اشباع و ۵/۵ °C سوپرهیت می‌باشد دمای هوای خروجی به کمتر از ۱۲/۸ °C نخواهد رسید. درصورتی که در روش نصب صحیح شکل ۲۲ــ۶ با داشتن ۴/۵ °C دمای اشباع مبرد ورودی به کویل، هوای خروجی از کویل به ۷/۲ °C می‌رسد.

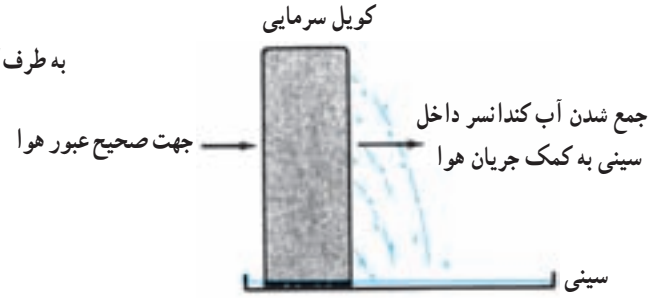
شکل ۲۴ــ۶ نحوه‌ی نصب صحیح سینی تخلیه آب تقطیر شده در زیر اواپراتور را نشان می‌دهد.



شکل ۲۲ــ۶ــ عبور صحیح هوا از روی کویل اواپراتور



شکل ۲۳ــ۶ــ عبور غیرصحیح هوا از روی کویل اواپراتور



شکل ۲۴ــ۶ــ موقعیت نصب صحیح سینی کف اواپراتور

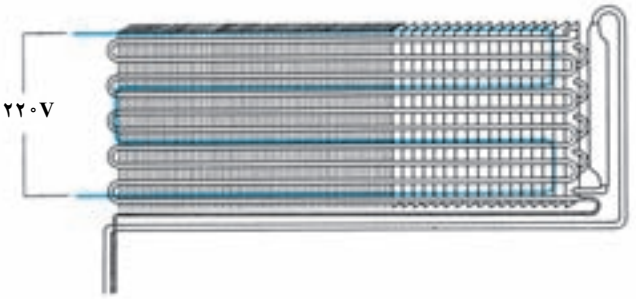
۷ــ۶ــ برفک زدایی یا دیفراست

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.

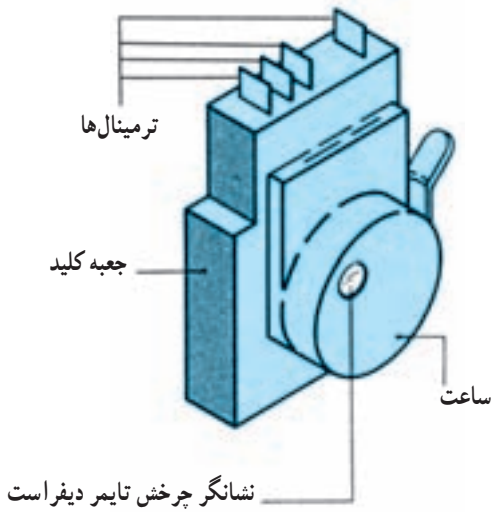
۱ــ۷ــ۶ــ برفک زدایی با گرمکن الکتریکی: شکل ۶ــ۲۵ کویل اواپراتوری را نشان می‌دهد که مجهز به هیترهای الکتریکی است و یک تایمر نظیر شکل ۶ــ۲۶ و ۶ــ۲۷ باعث می‌شود در زمان‌های مشخص کمپرسور از مدار خارج شده و گرمکن‌های الکتریکی وارد مدار شود تا عمل دیفراست با استفاده از گرمای هیترها انجام پذیرد. مدت زمان دیفراست معمولاً بین ۳۰ دقیقه تا ۱ ساعت خواهد بود. در طی این مدت فن‌های کندانسر و اواپراتور به حالت خاموش درمی‌آیند. پس از طی زمان فوق کمپرسور مجدداً اجازه می‌یابد به کارکرد عادی خودش ادامه دهد. 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.

۲ــ۷ــ۶ــ برفک زدایی با گاز داغ: در این طریق جهت دیفراست اواپراتور از گاز داغ استفاده می‌شود. شکل ۶ــ۲۸ 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.

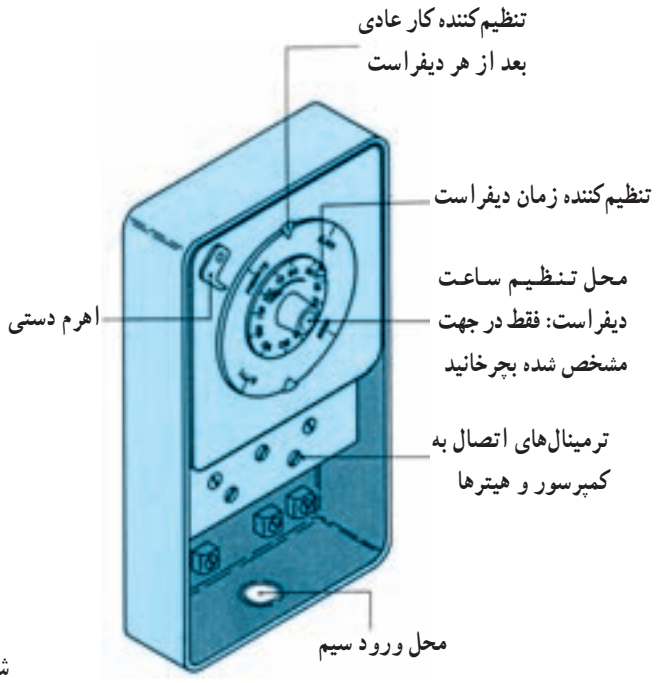
تایمر دیفراست برای فریزرهای خانگی برای ۲و۳و۴ مرتبه در ۲۴ ساعت تنظیم شده است. مورد فوق بستگی به نحوه تغذیه موتور تایمر دیفراست دارد. تایمر می‌تواند ۲۴ ساعت از گذر زمان باشد و یا این‌که ۲۴ ساعت از زمان کاری سیستم برودتی باشد.



شکل ۶ــ۲۵ــ کویل اواپراتور مجهز به گرمکن‌های الکتریکی



شکل ۶ــ۲۶ــ تایمر دیفراست یخچال‌های خانگی

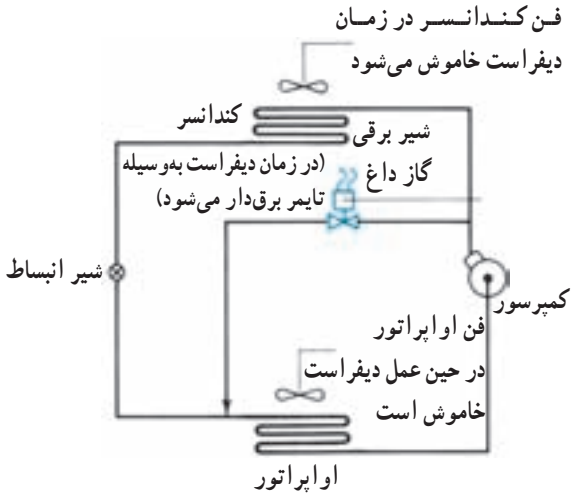


شکل ۲۷ــ۶ــ تایمر دیفراست سیستم‌های تبرید تجاری

۸ــ۶ــ کویل‌های آب

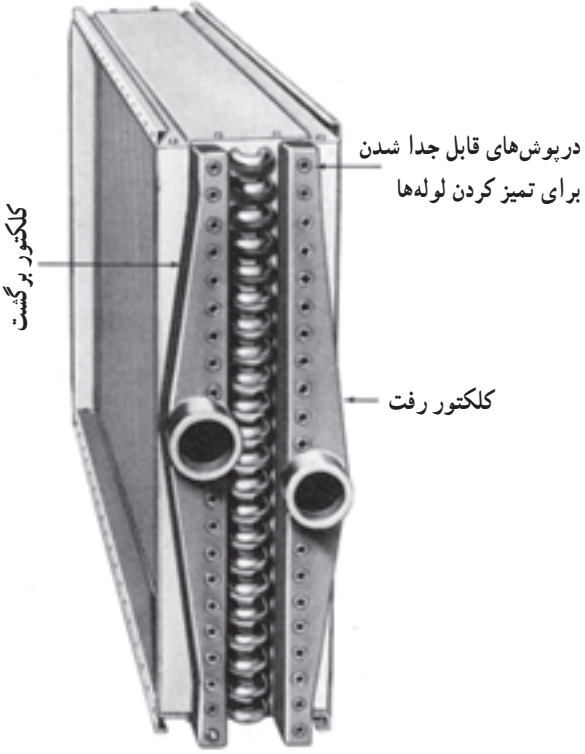
اگر بخواهیم دقت بیشتر نماییم یک اواپراتور دستگاهی است که ماده مبرد (مایع) در آن تبخیر می‌شود. در کویل‌هایی که آب سرد به‌جای مبرد در جریان است نیز همانند کویل اواپراتور عمل می‌کنند. شکل‌های ۲۹ــ۶ و ۳۰ــ۶ کویل‌های آب چهار ردیفه را نشان می‌دهد. آب سرد شده در دمای بین ۴/۵°C و ۷°C از قسمت کلکتور ورودی در تمام لوله‌های ردیف اول وارد شده و به روش مارپیچی کل کویل را طی می‌کند و دمای خروجی آب حدود ۱۲ درجه سانتی‌گراد است.

انواع مختلف روش‌های گردش آب در داخل کویل وجود دارد که نسبت به دبی آب (کم یا زیاد) مورد استفاده قرار می‌گیرد. سرعت مناسب و مطلوب آب در داخل کویل بین ۰/۹ تا ۱/۸ متر در ثانیه می‌باشد. سرعت بیش از حد باعث فرسایش و ساییدگی لوله‌ها می‌شود درحالی که سرعت کمتر از حد معمول از انتقال حرارت صحیح جلوگیری می‌نماید. وقتی که جریان آب در داخل کویل خیلی محدود شود می‌توانیم به کمک وسایلی مطابق شکل ۳۱ــ۶ باعث افزایش اغتشاش و بهبود سرعت انتقال حرارت

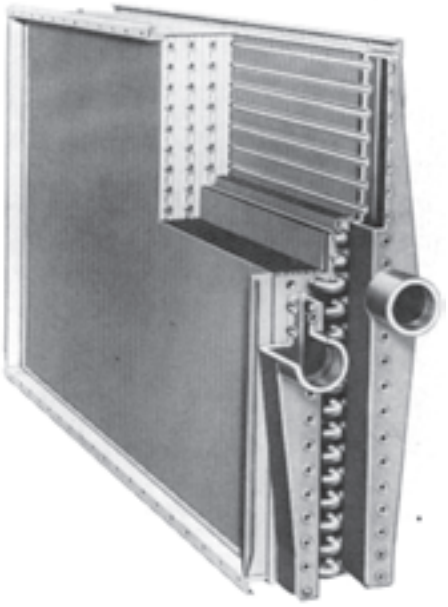


شکل ۲۸ــ۶ــ سیستم دیفراست با گاز داغ

شویم. این وسایل معمولاً در کارخانه نصب می‌شوند. کویل‌های آب سرد در دستگاه هواساز و در اندازه کوچک‌تر در فن‌کویل مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۲۹ــ۶ــ کویل آب سرد فین‌دار



شکل ۳۰ــ۶ــ قطع برش خورده کویل آب سرد

شکل ۳۱ــ۶ــ فنر داخل لوله باعث افزایش اغتشاش آب می‌شود تا انتقال حرارت بهتری داشته باشیم.

پرسش و تمرین

۱ــ وظیفه اواپراتور را بیان نمایید.

۲ــ اواپراتورهای انبساط مستقیم را تعریف کنید.

۳ــ چگونگی تغییر حالت ماده مبرد در کویل انبساط مستقیم از روی شکل ساده را بیان کنید.

۴ــ انواع اواپراتور انبساط را نام ببرید.

۵ــ تعداد پره‌ها در اواپراتور کویلی پره‌دار را شرح دهید.

۶ــ چند مورد از کاربرد اواپراتور صفحه‌ای را نام ببرید.

۷ــ اواپراتور فریزر صندوقی از کدام نوع است؟

۸ــ کدام یک از اواپراتورهای نام برده شده از نوع انبساط مستقیم نمی‌باشند؟

۹ــ علت تشکیل یخ بر روی اواپراتور را بیان کنید.

۱۰ــ تقطیر در اواپراتورها را بیان کنید و مقدار تقطیر برای یک اواپراتور ۳ تن تبرید را ذکر کنید.

۱۱ــ اگر بخواهیم دمای کابین یک یخچال ویترینی $5^{\circ}C$ باشد، دمای هوای سردکننده و دمای ماده مبرد و فشار اواپراتور را تعیین کنید. ماده مبرد مورد استفاده ۱۲ــR می‌باشد.

۱۲ــ با توجه به تمرین بالا اگر دمای مطلوب هوا $22^{\circ}C$ باشد، دمای هوای خروجی از کولر گازی و دمای ماده مبرد ۲۲ــR در اواپراتور و فشار کار اواپراتور را تعیین کنید.

۱۳ــ از پخش‌کننده‌ها در چه نوع اواپراتورهایی استفاده می‌شود؟

۱۴ــ استفاده از پخش‌کننده‌ها در اواپراتورها را شرح دهید.

۱۵ــ جهت صحیح جریان از روی کویل اواپراتور را توضیح دهید.
۱۶ــ تأثیر عبور صحیح و ناصحیح عبور هوا از روی کویل اواپراتور را با یک مثال بیان کنید.
۱۷ــ کویل آب سرد و کاربرد آن را بیان کنید.
۱۸ــ برای افزایش انتقال گرما در کویل‌های آب سرد کارخانه‌های سازنده از چه تدبیری استفاده می‌کنند؟
۱۹ــ دمای آب سرد ورودی و دمای آب سرد خروجی از کویل‌های هواساز چند درجه سانتی‌گراد می‌باشد؟
۲۰ــ برفک‌زدایی را توضیح دهید.
۲۱ــ برفک‌زدایی با گرمکن برقی را شرح دهید.
۲۲ــ برفک‌زدایی با گاز داغ را توضیح دهید.

فصل هفتم

تجهیزات جانبی دستگاه‌های تبرید

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ صدا خفه‌کن (موفلر) و علت نصب آن را توضیح دهد.

۲ــ تله یا جداکن روغن و حالت نصب آن را توضیح دهد.

۳ــ رسیور و کاربرد آن را توضیح دهد.

۴ــ فیلتر درایر و کاربرد آن را توضیح دهد.

۵ــ سایت گلاس مورد استفاده در سیستم تبرید را توضیح دهد.

۶ــ شیر برقی مورد استفاده در سیستم تبرید را توضیح دهد.

۷ــ مبدل گرمایی مورد استفاده در سیستم تبرید را شرح دهد.

۸ــ تله مایع مبرد یا آکومولاتور را شرح دهد.

۹ــ شیر اطمینان کندانسر را شرح دهد.

۱۰ــ درپوش‌های ذوب‌شونده را شرح دهد.

۱۱ــ توزیع‌کننده‌ی مایع مبرد را توضیح دهد.

۱۲ــ شیرهای سرویس رانش ــ مکش کمپرسور را شرح دهد.

۱۳ــ هیتر کارتر کمپرسور را توضیح دهد.

۱۴ــ لرزه‌گیر و کاربرد آن را توضیح دهد.

۷ــ تجهیزات جانبی دستگاه‌های تبرید

در فصول گذشته اجزای اساسی سیستم تبرید توضیح داده شد. کلیه سیستم‌های تبرید مکانیکی دارای یک کمپرسور، کندانسر، شیر انبساط و اواپراتور می‌باشند. تعدادی از وسایل هستند که در سیستم‌ها برای تنظیم کار ، حفاظت قطعات اصلی، آسان نمودن سرویس و تعمیر برای تکنسین‌ها استفاده می‌شوند که در این فصل هدف استفاده از آن‌ها و وظایف این وسایل توضیح داده می‌شود.

شاید کمتر سیستمی باشد که از تمام این وسایل استفاده کرده باشد اما آن‌ها را در دستگاه‌های سردکننده معمولی پیدا می‌کنید.

۱ــ۷ــ صدا خفه‌کن

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.

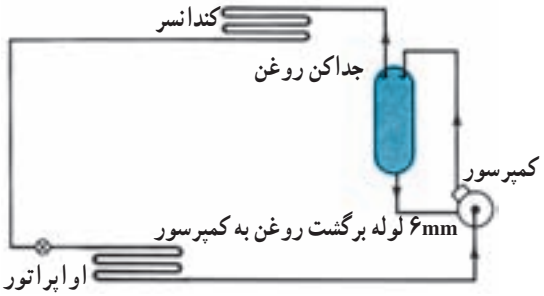
شکل ۱ــ۷ یک دستگاه صدا خفه‌کن را نشان می‌دهد. وقتی که گاز داغ از داخل صدا خفه‌کن عبور می‌کند در اثر گذر از یک سری فضاهای انبساط سطح صدا پایین می‌آید. صدا خفه‌کن‌ها در خط رانش کمپرسور باید به‌صورت صحیح نصب شوند تا از به تله افتادن مقدار زیاد روغن در اثر کاهش سرعت گاز داغ جلوگیری شود. چنان‌چه در شکل دیده 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 ۱ــ۷ــ شکل برش خورده‌ی یک موفلر (صدا خفه‌کن)

۲ــ۷ــ تله روغن یا جداکن روغن

وقتی که کمپرسور ماده مبرد را به سیستم پمپ می‌کند مقدار کمی روغن نیز همراه مبرد داخل سیستم پمپ می‌شود. برای حفاظت کمپرسور از کارکرد بدون روغن، سیستم تبرید بایستی طوری طراحی و لوله‌کشی شود که تمام روغن خارج شده از کمپرسور نهایتاً پس از عبور از کندانسر، شیر انبساط و اواپراتور دوباره به کمپرسور برگشت نماید. روغن حمل شده با مبرد تمام سطح داخلی لوله‌ها را آغشته می‌کند. سیر کوله روغن در داخل سیکل تبرید دو عیب دارد اول این‌که روغن در سطح داخلی لوله مانند عایق عمل کرده، مقدار انتقال گرما را در کندانسر و اواپراتور کاهش می‌دهد. دومین عیب، به سیستم‌های دما پایین محدود می‌شود.

به لحاظ این‌که تمام روغن‌های تبرید شامل مقداری موم غیرقابل حل در روغن هستند در دماهای خیلی پایین (زیر $-40^{\circ}C$) موم شروع به جدا شدن از روغن می‌کند. موم جدا شده می‌تواند شیر انبساط را مسدود نموده و کارکرد سیستم تبرید را مختل نماید. برای حفاظت سیستم از کارکرد بدون روغن از جداکن روغن استفاده می‌شود. جداکن روغن بین کمپرسور و کندانسر، روی خط گاز داغ مطابق شکل ۲ــ۷ نصب می‌شود.

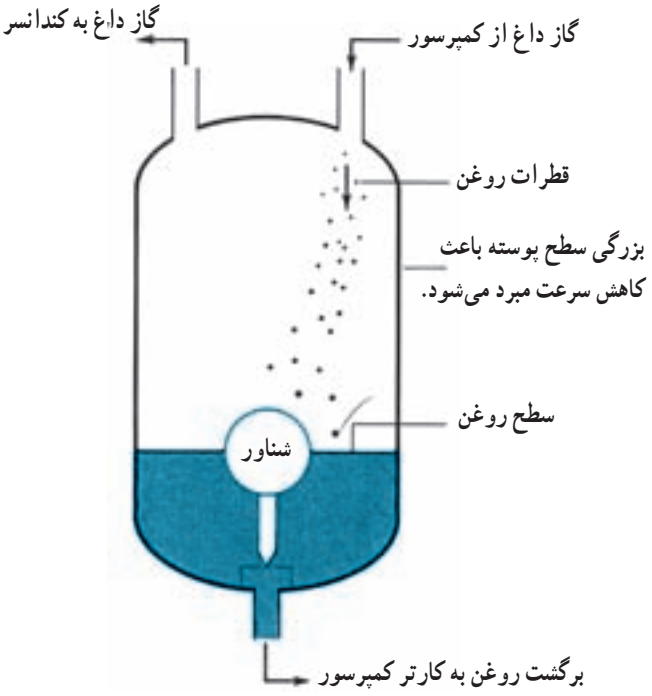


شکل ۲ــ۷ــ جداکن روغن در روی خط گاز داغ نصب شده و مانع از سیرکولاسیون روغن در سیستم می‌شود.

دستگاه فوق بیشتر روغن خارج شده از کمپرسور را از گاز داغ جدا کرده و مستقیماً به داخل کارتر کمپرسور برمی‌گرداند. شکل ۳ــ۷ نشان می‌دهد که چگونه سرعت گاز داغ در محفظه تله کم شده باعث می‌شود که قطرات روغن به ته مخزن سقوط کننده وقتی که سطح روغن در داخل محفظه بیشتر از سطح مجاز می‌رسد، 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 ۳ــ۷ مشخص است که این وسیله حتماً در حالت قائم نصب شود در غیر این‌صورت شیر شناوری ته مخزن صحیح عمل نمی‌کند.



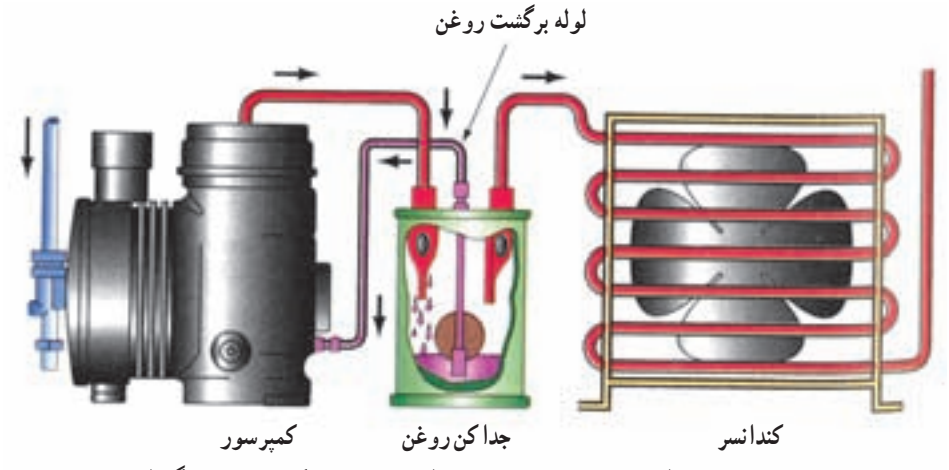
شکل ۳ــ۷ــ اجزاء داخلی یک دستگاه جداکن روغن

۳ــ۷ــ رسیور

رسیورها مخزن‌های مایع استوانه‌ای شکل بوده و در دو نوع افقی و عمودی ساخته و نصب می‌شوند (شکل ۴ــ۷). 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 گرفته می‌شود تا بتواند مایع مبرد خالص به‌طرف شیر انبساط بفرستد.

به غیر از سیستم‌های تبرید خانگی (یخچال و فریزر) در تمام سیستم‌های تبرید با کندانسر هوایی مخزن مایع (رسیور) وجود دارد. در سیستم‌های برودتی با کندانسر آبی، قسمت پایین پوسته به‌عنوان رسیور عمل می‌کند و دیگر نیازی به نصب مخزن اضافی نداریم.

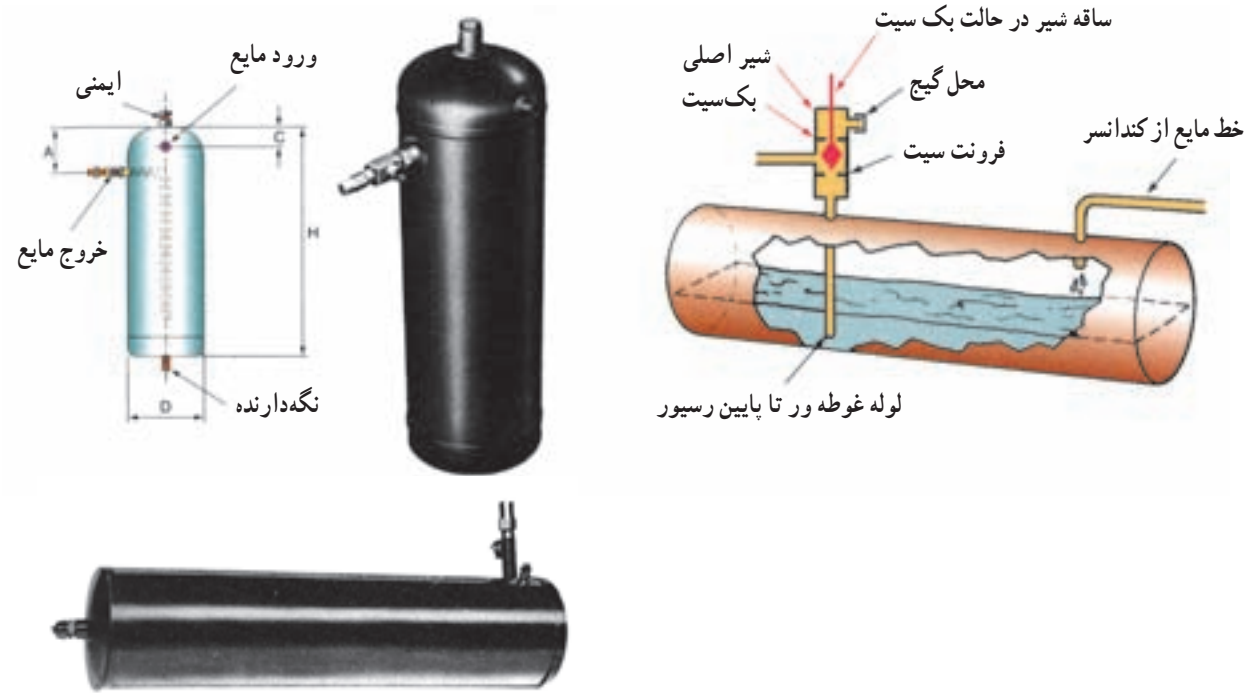
مخزن رسیور به هنگام تغییر در بار برودتی اهمیت خود را نشان می‌دهد. در زمان کاهش بار برودتی سطح مایع در مخزن بالاتر می‌رود و در زمان افزایش بار برودتی از مایع مبرد ذخیره شده استفاده می‌شود و سطح مایع پایین‌تر می‌رود. به هنگام تعمیر سیستم نیز از مخزن رسیور به‌عنوان جمع‌کننده تمام ماده مبرد استفاده می‌شود.



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.

الف ــ جداکن روغن روی خط رانش نصب می‌شود.

شکل ۴ــ۷



شکل ۵ــ۷ــ رسیور افقی و عمودی

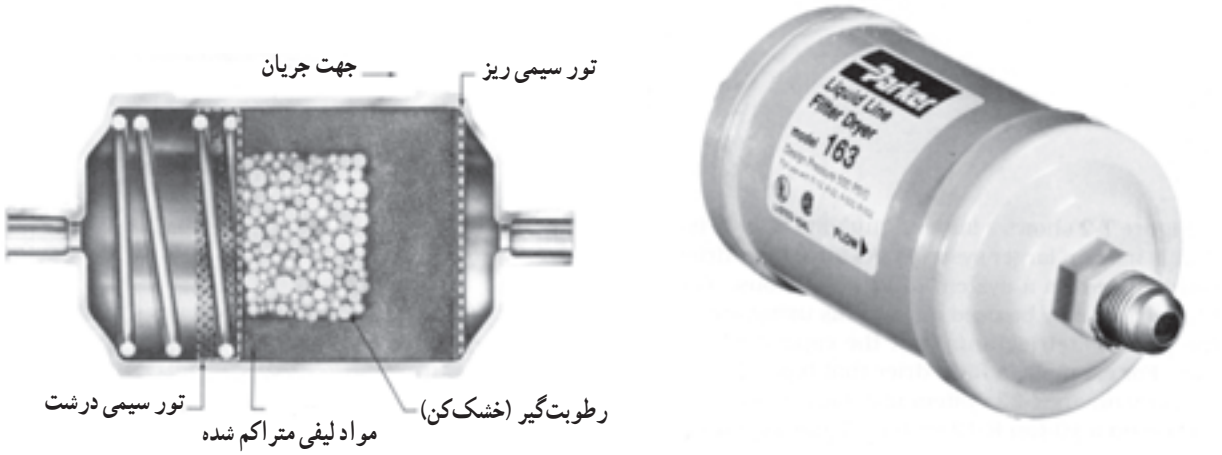
۴ــ۷ــ فیلتر درایر

فیلتر درایر در هر نقطه‌ای بعد از شیر خروجی رسیور ممکن است قرار گیرد. 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. عمل رطوبت‌گیری توسط مواد مختلف فشرده شده انجام می‌گیرد. برخی از سازندگان مهره‌های ساخته شده از مواد شیمیایی و برخی مواد متخلخل ساخته شده از مواد رطوبت‌گیر استفاده می‌کنند. آلومینای فعال شده، ژل سلیکا مواد 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. اگر روی بدنه فیلترها جهت جریان مشخص نشده باشد می‌توانند از هر دو طرف نصب شوند ولی اگر جهت جریان مبرد روی فیلتر مشخص شده باشد که معمولاً وجود دارد Flow → حتماً به صورت صحیح در جهت جریان نصب شود در غیر این‌صورت به لحاظ تغییر در دانه‌بندی در مسیر عبور از ورود تا خروج مبرد، راندمان فیلتر کم شده و سیستم با مشکل مواجه خواهد شد.

شکل ۶ــ۷ــ فیلتر درایر قابل استفاده در سیستم‌های تبرید کوچک

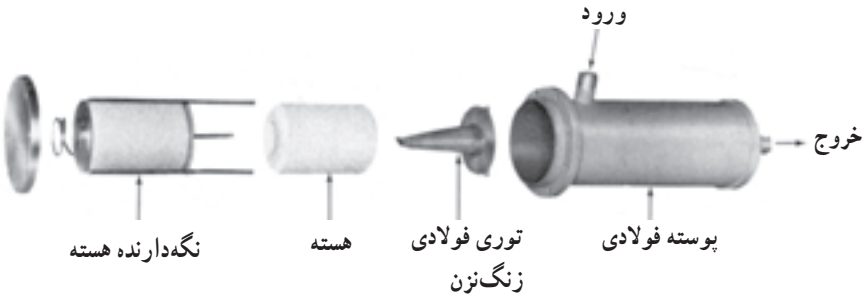
شکل ۷ــ۷ یک فیلتر درایر بزرگ را که در محدوده‌ی ظرفیت ۲ تا ۱۵ تن تبرید به‌کار می‌رود نشان می‌دهد.



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

برای سیستم‌های بزرگ یا برای سیستم‌هایی که اکثراً در فشار خلأ پایین کار می‌کنند فیلتر درایر با هسته قابل تعویض بهترین گزینه است (شکل ۸ــ۷ــ الف). قطعات داخلی یک فیلتر درایر با دو عدد هسته (کور درایر)[1] در شکل ۸ــ۷ ــ ب نشان داده شده است.

الف ــ با هسته قابل تعویض



ب ــ اجزای فیلتر درایر

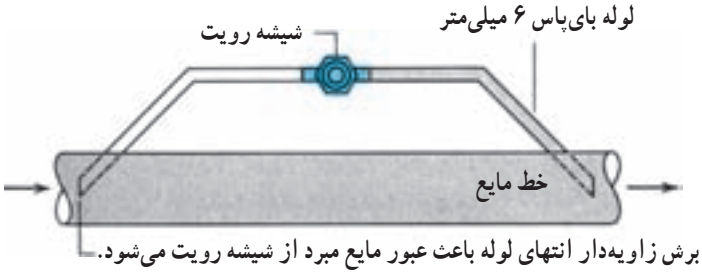
شکل ۸ــ۷ــ فیلتر درایر

۱ــ Coredrier

شکل ۹ــ۷ــ سایت‌گلاس (شیشه رویت)

۵ــ۷ــ سایت‌گلاس (شیشه‌رویت)

سایت‌گلاس در خط مایع درست قبل از شیر انبساط و بعد از هر وسیله جنبی دیگر خط مایع، نصب می‌شود. در سیستمی که صحیح کار می‌کند مایع مبرد به‌صورت ستون جامدی از مایع دیده می‌شود. اگر مبرد داخل سایت‌گلاس به‌صورت حباب‌دار و کف‌آلود 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 «نشان‌دهنده‌ی رطوبت» مشخص می‌شود.



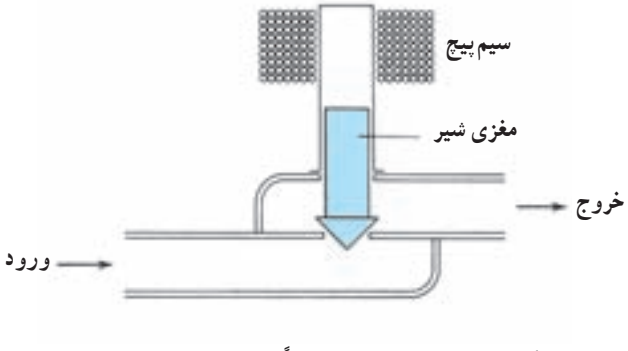
شکل ۱۰ــ۷ــ نحوه نصب شیشه رویت روی خط مایع با قطر بزرگ‌تر

۶ــ۷ــ 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. وقتی‌که انرژی الکتریکی به سیم‌پیچ اعمال می‌شود یک میدان مغناطیسی در میان آن ایجاد شده که باعث حرکت مغزی فلزی داخل سیم‌پیچ می‌شود (شکل ۱۱ــ۷).

شکل ۱۱ــ۷ــ سیم‌پیچ به‌علاوه هسته فلزی شیر برقی

شیرهای برقی می‌توانند معمولاً بسته (Normally Closed) باشند (شکل ۱۲ــ۷). به‌طوری که در اثر تحریک سیم‌پیچ به‌وسیله انرژی الکتریکی، شیر به‌حالت باز درآید. هم‌چنین شیرها می‌توانند معمولاً باز، (Normally Open) باشند (شکل ۱۳ــ۷). به‌طوری



شکل ۱۲ــ۷ــ شیر برقی معمولاً بسته (Normally Closed)

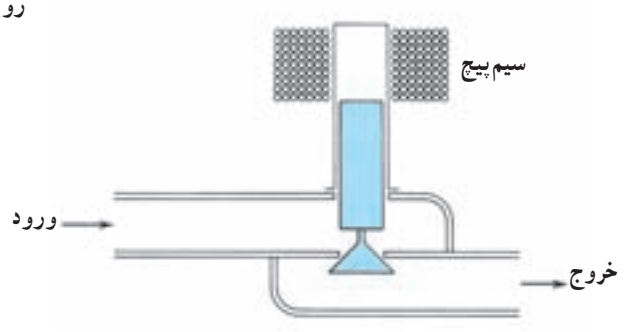
که در اثر تحریک سیم‌پیچ با برق، شیر به حالت بسته درآید. معمولاً با نگاه کردن به ظاهر شیرها نمی‌توان فهمید که شیر معمولاً بسته یا معمولاً باز است (شکل‌های ۱۴ــ۷ و ۱۵ــ۷). عموماً شیرهای برقی در یک سیستم تبرید بین رسیور و شیر انبساط نصب می‌شوند. در این موقعیت، به‌نام شیر برقی خط مایع (LSV) نامیده می‌شوند. نصب شیر برقی در خط مایع امکان خاموش شدن اتوماتیک در بار کم (پمپ‌دان اتوماتیک) را برای کمپرسور مهیا می‌کند (شکل ۱۶ــ۷).

طریقه کار به‌شرح زیر است :

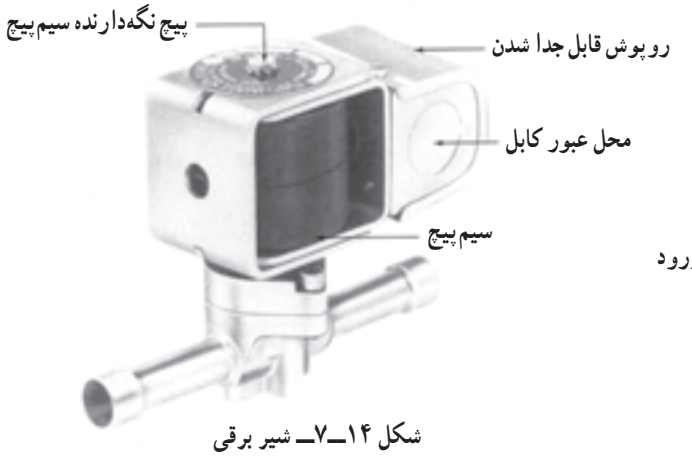
۱ــ وقتی که دمای فضای موردنظر به اندازه کافی خنک شد پلاتین ترموستات باز شده، انرژی الکتریکی شیر برقی معمولاً بسته، قطع می‌شود.

۲ــ شیر برقی مسیر مبرد را می‌بندد درحالی که کمپرسور هنوز به‌کار ادامه می‌دهد. فشار در سمت کم‌فشار سیستم کاهش یافته و تمام مایع مبرد باقی مانده تبخیر می‌شود.

۳ــ وقتی که فشار در اواپراتور تقریباً به صفر افت کرد کلید فشاری عمل کرده و کمپرسور را خاموش می‌کند. دومین مورد کاربرد شیرهای برقی در سیستم‌های تبرید استفاده آن در بای‌پاس گاز داغ برای کنترل ظرفیت می‌باشد. یک شیر برقی در خط بای‌پاس گاز داغ، می‌تواند قسمتی از گاز خروجی از کمپرسور به ورودی کمپرسور یا ورودی اواپراتور منتقل نماید (شکل ۱۷ــ۷). مشابه همین روش برای دیفراست با گاز داغ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

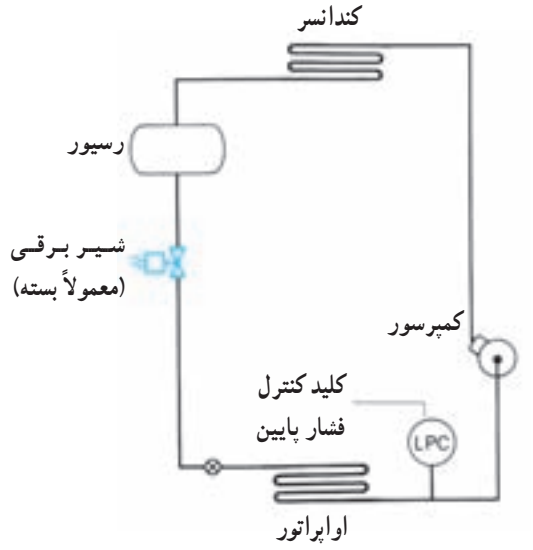


شکل ۱۳ــ۷ــ شیر برقی معمولاً باز (Normally Open)



شکل ۱۴ــ۷ــ شیر برقی

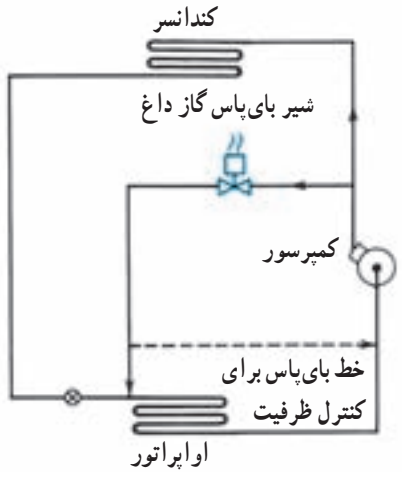
شکل ۱۵ــ۷ــ شیر برقی قابل تحریک با دست



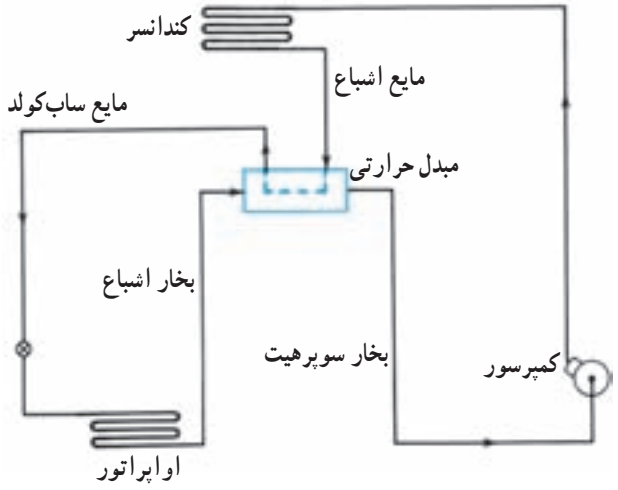
شکل ۱۶ــ۷ــ نحوه‌ی استفاده شیر برقی خط مایع در خاموش نمودن به‌طریقه پمپ‌دان اتوماتیک

۷ــ۷ــ مبدل گرمایی

در سیستم‌های برودتی ساب‌کولد شدن مایع در ورود به شیر انبساط موجب افزایش راندمان اواپراتور می‌شود و هم‌چنین سوپرهیت بخار مبرد در خروجی اواپراتور از ورود مایع مبرد به کمپرسور جلوگیری می‌نماید. برای ساب‌کولد مایع مبرد و سوپرهیت بخار مبرد از مبدل گرمایی استفاده می‌شود. در مبدل گرمایی گاز خروجی از اواپراتور در اثر تبادل گرمایی با مایع خروجی از کندانسر سوپرهیت و مایع خروجی از کندانسر ساب‌کولد می‌شود (شکل ۱۸ــ۷).

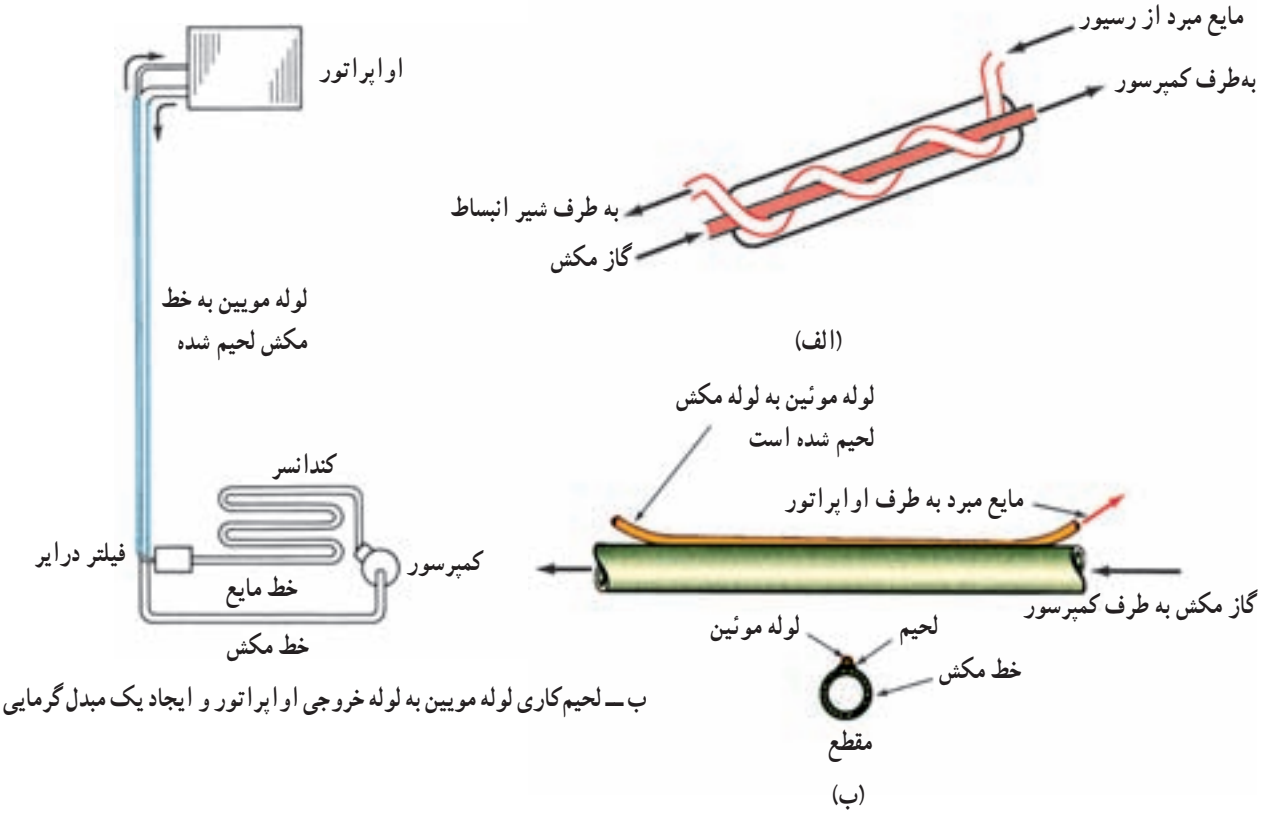


شکل ۱۷ــ۷ــ شیر برقی در خط بای‌پاس جهت کنترل ظرفیت



شکل ۱۸ــ۷ــ مبدل گرمایی جهت ساب‌کولد کردن مبرد در خط مایع و سوپرهیت 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 یا لوله مویین را روی لوله مکش می‌پیچانند تا تبادل گرمایی بهتری بین خط مکش و خط مایع انجام شود (شکل‌های ۱۹ــ۷).



الف ــ اتصال ساده خط مکش به خط مایع
ب ــ اتصال لوله مویین به خط مکش

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

شکل ۱۹ــ۷ــ مبدل گرمایی در سیستم کوچک

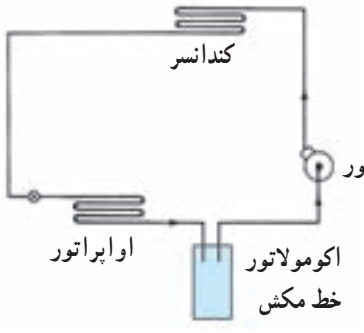
۸ــ۷ــ تله مایع مبرد (اکومولاتور)

شکل ۲۰ــ۷ یک دستگاه اکومولاتور 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، که شکستن سوپاپ‌ها و سرسیلندر و ترکیدگی خود پیستون و خرابی‌های دیگری را به همراه دارد.

وجود مایع در خروجی اواپراتور زمانی می‌تواند رخ دهد که بار اواپراتور به‌صورت ناگهانی افت نماید قبل از این‌که شیر انبساط بتواند در خصوص تغییر بار عکس‌العمل نشان داده و جریان مبرد را کم نماید. در این شرایط مایع مبرد خارج شده از اواپراتور در اکومولاتور به تله خواهد افتاد و درحالی که از طریق پوسته‌ی تله، جذب گرما می‌کند به‌تدریج تبخیر خواهد شد. در بعضی از تأسیسات یک لوله سایز کم مایع مبرد از خروجی کندانسر به اطراف پوسته اکومولاتور می‌پیچانند تا عمل تبخیر مایع داخل اکومولاتور سریع انجام پذیرد. با این کار مبرد داخل لوله مایع بیشتر خنک شده (ساب‌کولد) باعث افزایش راندمان می‌شود.

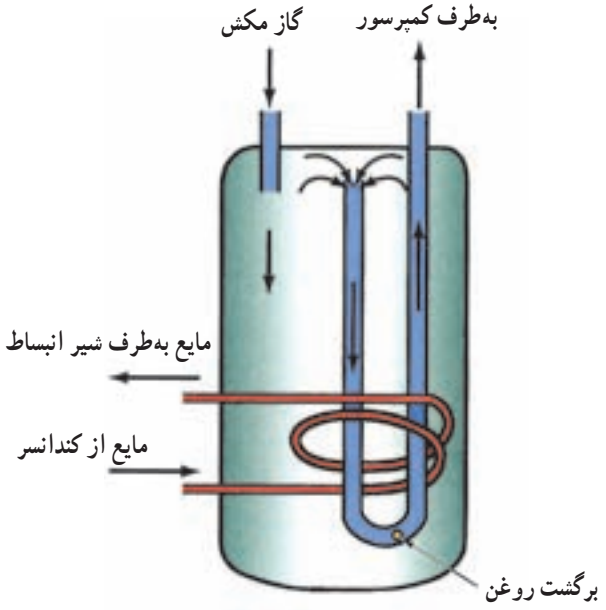
شکل‌های ۲۱ــ۷ و ۲۲ــ۷ یک اکومولاتور خط مکش و برش خورده آن‌را نشان می‌دهند.

یک سوراخ کوچکی در قسمت ته لوله U شکل وجود دارد وقتی که سطح روغن در اکومولاتور بالا می‌آید به داخل لوله مکش نفوذ کرده و به سمت کمپرسور برگشت می‌شود.



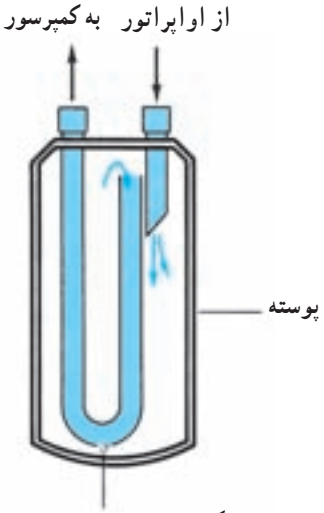
شکل ۲۰ــ۷ــ اکومولاتور در خط مکش نصب شده و مانع از رسیدن مایع مبرد به کمپرسور می‌شود.

الف ــ اکومولاتور خط مکش



ب ــ اکومولاتور خط مکش با مبدل گرمایی

شکل ۲۱ــ۷

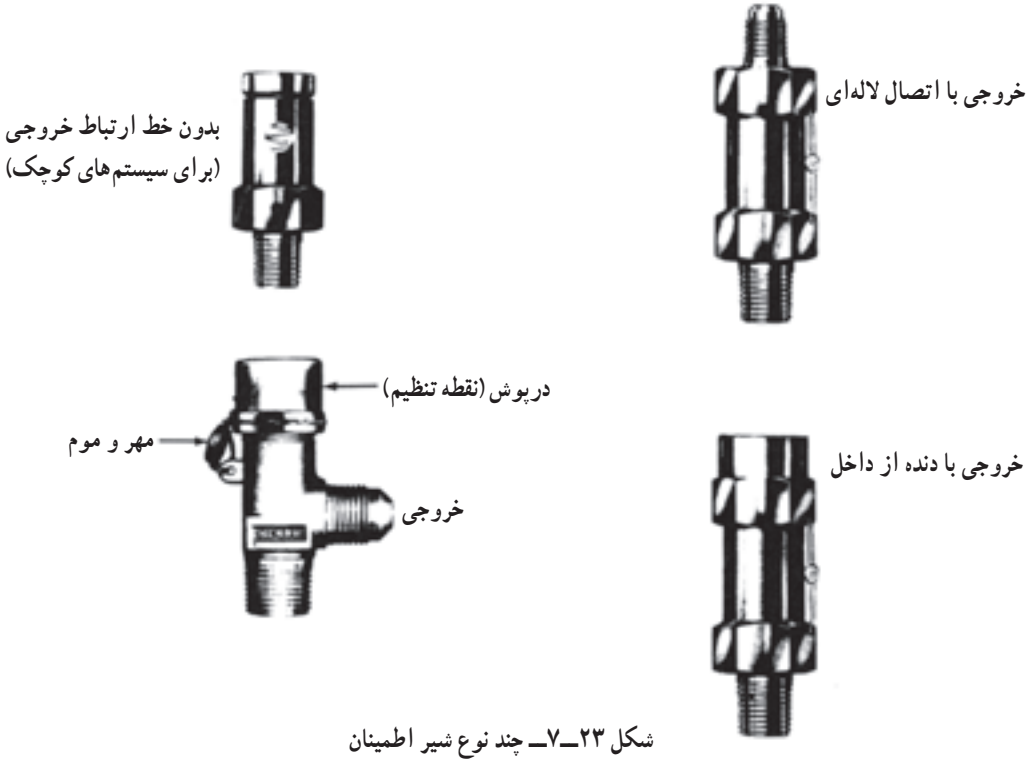


سوراخ مذکور اجازه برگشت روغن از ته تله به کمپرسور را می‌دهد.

شکل ۲۲ــ۷ــ لوله‌کشی داخلی اکومولاتور خط مکش

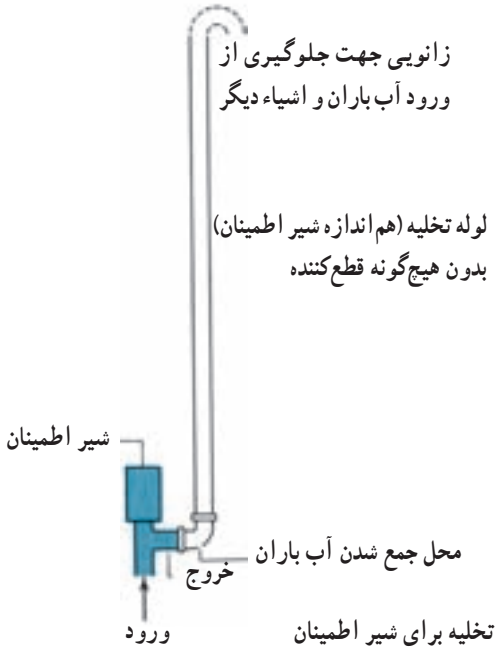
۹ــ۷ــ شیر اطمینان کندانسر

شیرهای اطمینان ظروف و مخازن را در فشار بالاتراز فشار طراحی محافظت می‌کنند. 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 قطع‌کننده‌ای بین شیر اطمینان و کندانسر نصب گردد. شکل ۷ــ۲۳ انواع مختلف شیر اطمینان را نشان می‌دهد.



شکل ۷ــ۲۳ــ چند نوع شیر اطمینان

لوله‌کشی در خروجی شیر اطمینان نیز دارای اهمیت می‌باشد. خروجی شیر می‌تواند بدون لوله‌کشی باقی بماند یا این‌که بدون هر نوع قطع‌کننده به هوای بی‌خطر مطابق شکل ۷ــ۲۴ لوله‌کشی شده و رها شود. بیشترین ایمنی را باید در محل خروجی شیر اطمینان مدنظر داشت. اگر قسمت تخلیه شیر به پشت‌بام لوله‌کشی شود باید به اندازه‌ای از سطح بام فاصله داشته باشد که به هنگام بارندگی و جمع شدن آب، آب به داخل لوله نفوذ نکند.

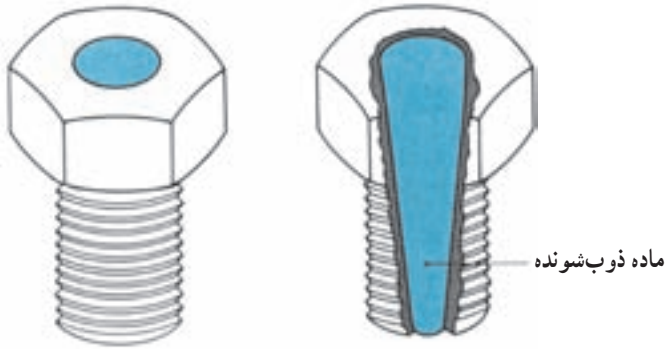


شکل ۷ــ۲۴ــ لوله‌کشی تخلیه برای شیر اطمینان

۱۰ــ۷ــ درپوش‌های ذوب‌شونده

درپوش‌های ذوب‌شونده یکی دیگر از وسایل ایمنی است که عموماً روی کندانسر یا رسیور نصب می‌شوند (شکل ۲۵ــ۷). این درپوش‌ها نظیر درپوش‌های استاندارد می‌باشند به‌جز این‌که 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.



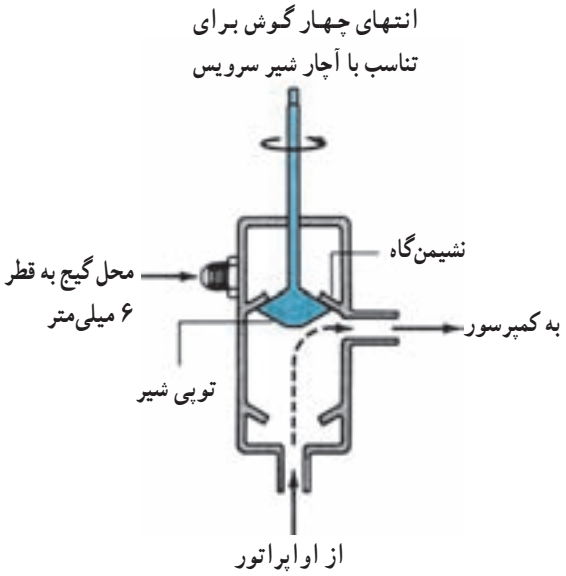
شکل ۲۵ــ۷ــ درپوش ذوب‌شونده

۱۱ــ۷ــ شیرهای سرویس رانش و مکش کمپرسور

این شیرها در قسمت ورود و خروج گاز مبرد به کمپرسور نصب می‌شوند. شیری که در نقطه‌ی 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 اندازه‌ی 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.

کارکرد عادی شیر سرویس به‌صورتی است که چنان‌چه ساقه‌ی شیر را در خلاف جهت عقربه‌های ساعت بچرخانیم شیر کاملاً باز خواهد شد. شکل ۲۶ــ۷ را ببینید. جریان ماده مبرد از میان شیر سرویس بدون هیچ‌گونه مانعی ادامه می‌یابد در ضمن مسیر محل نصب گیج روی شیر نیز بسته است. این حالت شیر را back seat می‌نامند. با باز کردن درپوش محل گیج که معمولاً اندازه $\frac{۱}{۴}$in یا ۶mm می‌باشد ماده مبرد از سیستم خارج نخواهد شد. پس از این‌که فشارسنج در محل گیج روی شیر سرویس بسته شد با نیم دور یا کمتر چرخش در جهت عقربه‌های ساعت، فشار داخل سیستم محل اتصال گیج می‌رسد (شکل ۲۷ــ۷).

اگر ساقه شیر سرویس در جهت عقربه‌های ساعت تا آخر چرخانده شود شیر front seat شده است. شکل ۲۸ــ۷ جریان ماده مبرد از میان شیر قطع گردیده است. اگر شیرهای سرویس در دو سمت کمپرسور (مکش و رانش) front seat شده باشد، کمپرسور از سیستم تبرید ایزوله می‌شود. در چنین شرایطی کمپرسور می‌تواند باز شده و از مدار خارج گردد بدون این‌که مقدار ماده مبرد شارژ شده کم شود.



شکل ۲۶ــ۷ــ یک عدد شیر سرویس در موقعیت (back seated)

شکل ۲۷ــ۷ــ با چرخش نیم تا یک دور در جهت عقربه‌های ساعت در موقعیت back seated، مسیر گیج نیز باز می‌شود.

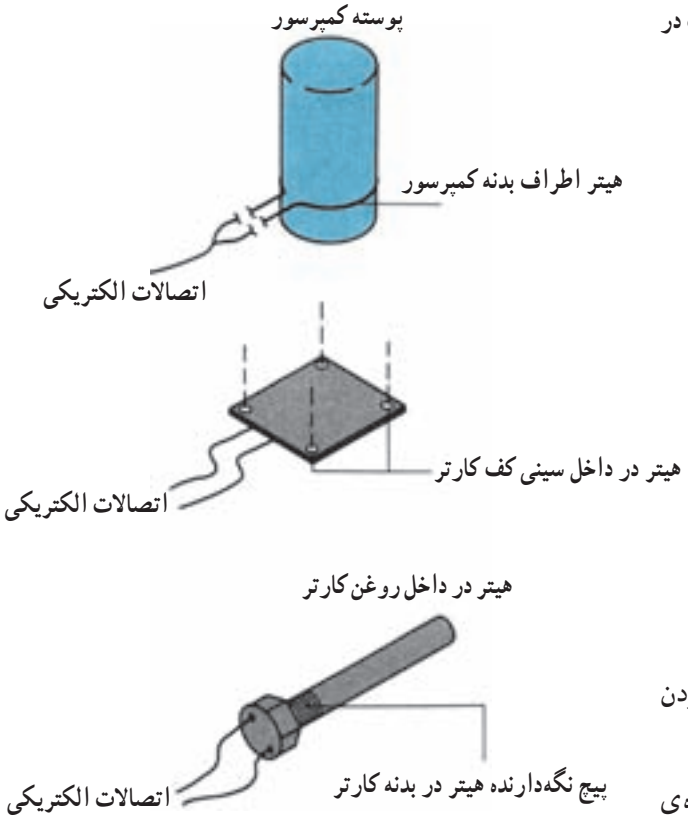
شکل ۲۸ــ۷ــ شیر سرویس در موقعیت front seated

۱۲ــ۷ــ هیتر کارتر کمپرسور

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 اندازه‌ی 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.

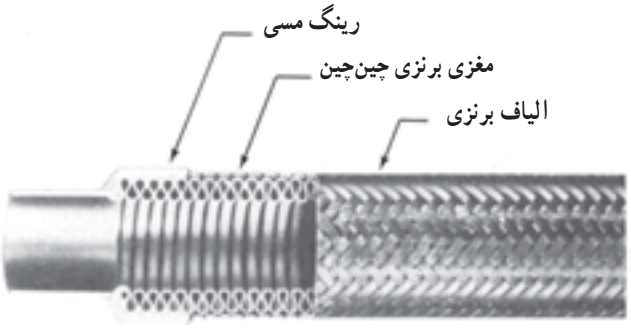
چند نوع هیتر کارتر درشکل ۲۹ــ۷ نشان داده شده است. هیتر می‌تواند در صفحه‌ی زیرین کمپرسور یا به‌صورت کمربند دور بدنه باشد و یا این‌که با استفاده از یک غلاف داخل کارتر رفته و مستقیماً روغن مبرد را گرم می‌کند. برای کنترل هیتر بایستی طوری عمل شود که در زمان خاموشی کمپرسور هیتر انرژی‌دار شده و کار کند و در 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. هیتر به کنتاکت اضافی معمولاً بسته کنتاکتور کمپرسور وصل می‌شود.



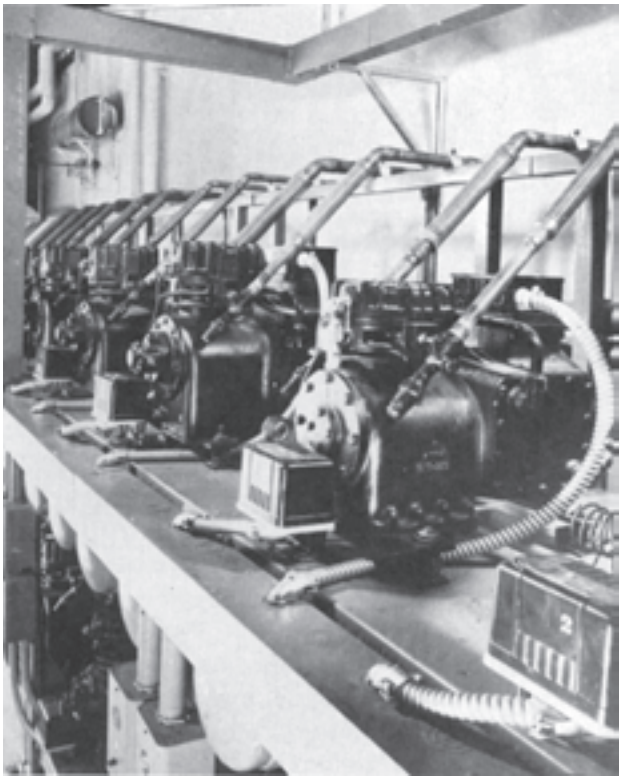
شکل ۲۹ــ۷ــ چند نوع هیتر روغن کارتر کمپرسور

۱۳ــ۷ــ لرزه‌گیر

لرزه‌گیرها وسایلی هستند که مانع از انتقال لرزش کمپرسور به لوله‌های سیستم تبرید می‌شوند شکل‌های ۳۰ــ۷ و ۳۱ــ۷ 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 ۳۱ــ۷).



شکل ۳۰ــ۷ــ لرزه‌گیر



شکل ۳۱ــ۷ــ نحوه اتصال لرزه‌گیر در خط مکش و رانش کمپرسور

پرسش و تمرین

۱ــ محل نصب موفلر و علت نصب آن‌را در سیستم‌های تبرید توضیح دهید.
۲ــ نحوه‌ی نصب موفلر در شرایط افقی و عمودی را شرح دهید.
۳ــ هدف از نصب تله روغن در سیستم‌های تبرید را بیان کنید.
۴ــ محل نصب تله روغن را بنویسید.
۵ــ علت جدا شدن روغن از ماده مبرد را در یک تله روغن، توضیح دهید.
۶ــ نحوه برگشت روغن به داخل کارتر کمپرسور را از یک تله روغن بیان کنید.
۷ــ محل نصب رسیور در سیستم تبرید را ذکر کنید.
۸ــ علت نصب رسیور در سیستم‌های تبرید را شرح دهید.
۹ــ خطرات ناشی از وجود رطوبت در سیستم‌های تبرید را شرح دهید.
۱۰ــ علت نصب و محل نصب فیلتر درایر را بنویسید.
۱۱ــ نحوه‌ی تشخیص گرفتگی یا کارکرد صحیح فیلتر درایر را توضیح دهید.
۱۲ــ موارد استفاده از فیلترهای با کد (مغزی) قابل تعویض را ذکر کنید.
۱۳ــ اگر فیلتر درایر در خلاف جهت جریان قید شده روی آن نصب شود چه اتفاقی می‌افتد؟
۱۴ــ اشباع شدن فیلتر درایر از رطوبت چگونه تشخیص داده می‌شود؟
۱۵ــ سایت‌گلاس چیست و محل نصب آن‌را در سیستم تبرید ذکر کنید.
۱۶ــ محاسن نصب سایت‌گلاس در سیستم‌های تبرید را شرح دهید.
۱۷ــ طرز تشخیص کارکرد عادی یا غیرعادی سیستم تبرید با استفاده از سایت‌گلاس را توضیح دهید.
۱۸ــ نحوه‌ی نصب سایت‌گلاس بر روی لوله‌های سایز بزرگ‌تر را بنویسید.
۱۹ــ نحوه‌ی تشخیص وجود رطوبت در داخل سیستم تبرید با استفاده از سایت‌گلاس را شرح دهید.
۲۰ــ شیر برقی چیست؟
۲۱ــ قسمت‌های مختلف یک شیر برقی را ذکر کنید.
۲۲ــ انواع مختلف شیرهای برقی را نام ببرید.
۲۳ــ طریقه‌ی خاموش کردن کمپرسور به‌طریق پمپ‌دان را توضیح دهید.
۲۴ــ علت نصب مبدل حرارتی در سیستم‌های تبرید را بنویسید.
۲۵ــ در سیستم‌های برودتی کم‌ظرفیت (یخچال‌های خانگی و...) نحوه نصب مبدل حرارتی را بیان کنید.
۲۶ــ علت نصب تله مایع مبرد در سیستم‌های تبرید را شرح دهید.
۲۷ــ محل نصب تله مایع را بنویسید.
۲۸ــ علت جدا شدن مایع مبرد از گاز مبرد را در یک تله توضیح دهید.
۲۹ــ مایع مبرد جمع شده در یک تله مایع سرانجام چه می‌شود؟
۳۰ــ در یک تله مایع مبرد، روغن مبرد نیز به تله خواهد افتاد ؛ نحوه برگشت روغن به داخل کمپرسور

را توضیح دهید.

۳۱ــ علت نصب شیرهای اطمینان را در سیستم‌های تبرید توضیح دهید.

۳۲ــ محل نصب شیرهای اطمینان را بنویسید.

۳۳ــ شرایط خارج کردن قسمت خروجی شیر اطمینان به بیرون (محل امن) را توضیح دهید.

۳۴ــ علت نصب درپوش‌های ذوب‌شونده را بنویسید.

۳۵ــ محل نصب درپوش‌های ذوب‌شونده را نام ببرید.

۳۶ــ وظیفه توزیع‌کننده مایع مبرد در سیستم‌های تبرید را بنویسید.

۳۷ــ محل نصب توزیع‌کننده مایع را ذکر کنید.

۳۸ــ قسمت‌های مختلف یک شیر سرویس را بنویسید.

۳۹ــ محل نصب شیرهای سرویس رانش و مکش را بنویسید.

۴۰ــ باز و بسته شدن مسیرهای اصلی و مسیر گیج‌پورت را در یک شیر سرویس توضیح دهید.

۴۱ــ علت نصب هیتر در محل کارتر کمپرسور را توضیح دهید.

۴۲ــ زمان روشن و خاموش شدن هیتر داخل کارتر را بنویسید.

۴۳ــ علت نصب لرزه‌گیر در سیستم تبرید را بنویسید.

۴۴ــ محل نصب لرزه‌گیرها را ذکر کنید.