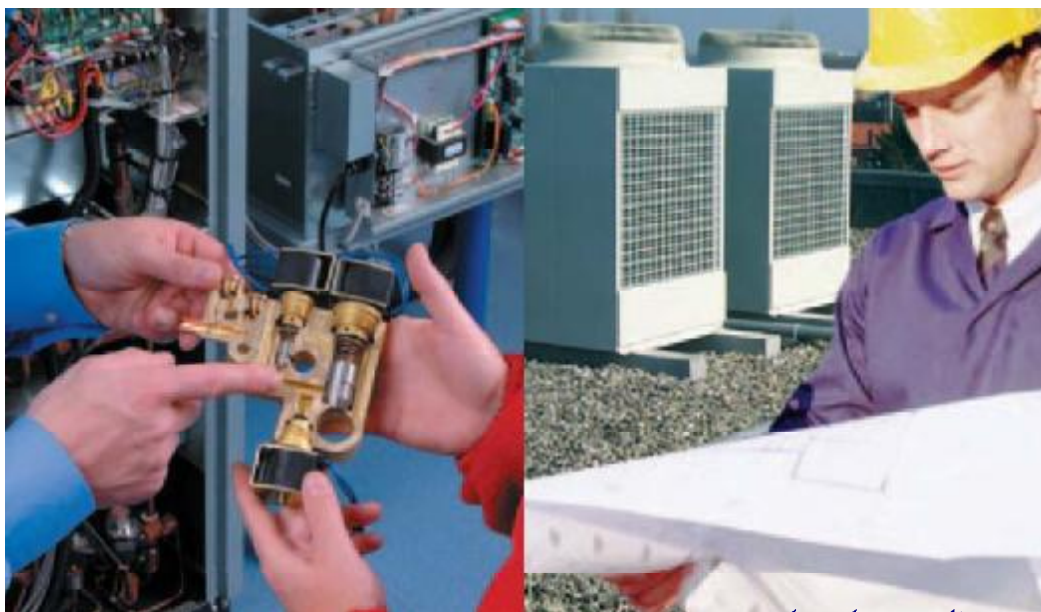


آموزش فنی تهویه مطبوع
کولرهای گازی

Services

Technical Training Manual Air Conditioner



تهیه تنظیم: بهزاد مهاجر

فهرست :

مطالب	صفحه
-------	------

۳	- آشنایی با تهویه مطبوع
---	-------------------------

۵	- برخی تعاریف در تهویه مطبوع
---	------------------------------

۷	- قطعات اصلی و اجزاء تشکیل دهنده
---	----------------------------------

۱۴	- طریقه نصب و راه اندازی کولر
----	-------------------------------

۲۳	- نحوه آزمایش الکتریکی قطعات کولر
----	-----------------------------------

۲۵	- ظرفیت سنجی
----	--------------



Behzad
Mohajer

Digitally signed by Behzad
Mohajer
DN: CN = Behzad Mohajer, C
= IR, O = IRAN AIR CON,
OU = Technical Training
Reason: I am the author of
this document
Date: 2006.04.23 18:27:09
+04'30'

آخرین بازنگری : ب - مهاجر (زمستان ۸۴)

e-mail: behzadmohajer@hotmail.com

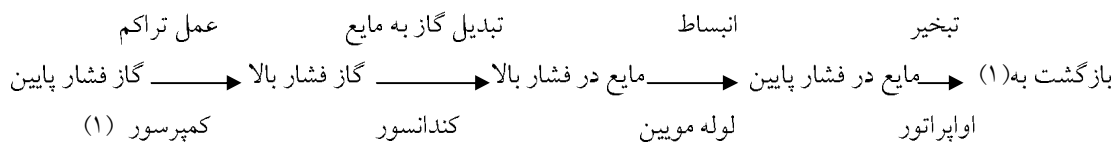
آشنایی با تهویه مطبوع

هدف اساسی از تولید لوازم مطبوع خانگی تغییر دما، رطوبت و پالایش فضای مورد استفاده جهت تامین شرایط راحتی انسان (دمای $24-26^{\circ}\text{C}$ و رطوبت 48% می باشد).

دسترسی به شرایط فوق از طریق اصول تبرید امکان پذیر است:

۱. با تبدیل مایع به بخار در دمای پایین حرارت محیط را جذب می کنیم یعنی تولید سرما می نماییم (آب در سطح دریا در 100°C بخار می شود اما فرئون ۲۲ در 40°C - تبخیر می گردد). در کولرهای گازی از این اصل جهت سرما سازی استفاده می شود.
۲. پاشش آب موجب خنک شدن محیط در تابستان می گردد. زیرا آب برای تبخیر شدن دمای محیط را جذب می کند و در نتیجه دمای آن را پایین می آورد. (کولرهای آبی)

سیکل تبرید مدار بسته ایست شامل تجهیزات مختلف (کمپرسور - کندانسور - لوله موئین و) که از اصل اول استفاده نموده تا شرایط راحتی انسان را فراهم آورد.



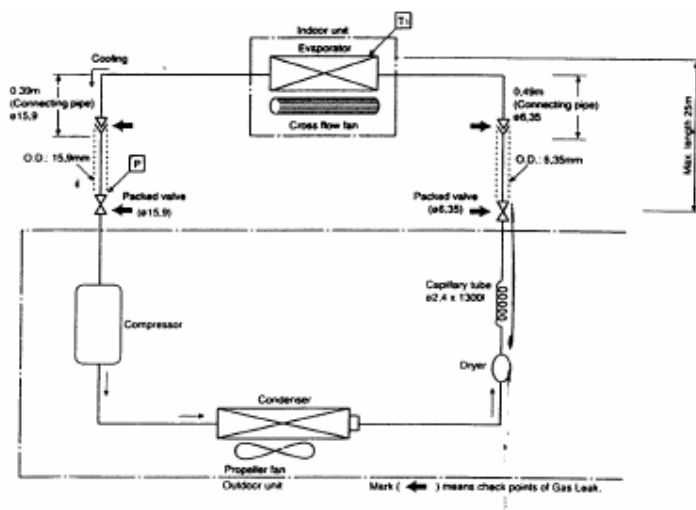
شکل (۱) نمایش عملکرد یک سیکل تبرید با سیستم لوله موئین بوده که می توان مکانیزم آن را به شرح زیر تشریح نمود. فرئون ۲۲ (که از این پس آنرا مبرد یا R22 می نامیم) از طریق کمپرسور و در فشار و دمای بالا به حالت بخار داغ وارد کندانسور می گردد. یک فن (معمولاً محوری) هوای محیط اطراف را از سطح کندانسور عبور داده و چون دمای مبرد بالاتر از محیط می باشد موجب کاهش دمای مبرد شده و آن را به شکل مایع درآورده تا خروجی از کندانسور به حالت مایع سبک شود. سپس مبرد از یک لوله موئین عبور کرده و فشار آن افت می نماید. نتیجه حاصله ورود مبرد در دما و فشار پایین به داخل اواپراتور خواهد بود که حالت آن مایع بوده و حاوی اندکی بخار نیز می باشد. یک بلور هوای درون اتاق را از سطح اواپراتور عبور داده و چون دمای هوا بالاتر از سطح اواپراتور می باشد گرمای خود را به آن منتقل کرده، خنک شده و از طریق مسیری که در داخل کولر تعبیه می گردد به فضای اتاق رانده می شود. از طرفی دمای مبرد داخل اواپراتور نیز بالا رفته و شروع به تبخیر می نماید تا آنکه از نقطه های انتهایی آن حالت مبرد بخار بوده و به شکل سوپر هیت وارد کمپرسور می گردد و سیکل تکرار می گردد.

ذکر این نکته ضروری است که تبخیر مایع به فشار وارده بر سطح آن بستگی دارد حال اگر مایع در فشار پایین تری قرار گیرد، مولکول های آن به راحتی می توانند از سطح آزاد آن فرار کرده و اصطلاحاً عمل تبخیر رخ می دهد به همین دلیل مبرد در داخل اواپراتور در دمای پایین (مثلاً 7°C) شروع به جوشش نموده و در دمای تقریبی مثل 14°C به حالت بخار وارد کمپرسور می گردد.

گرمایش:

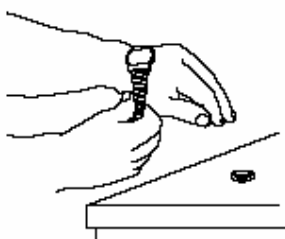
اگر در شکل (۱) ما مسیر حرکت مبرد رامعکوس نماییم چه اتفاقی خواهد افتاد؟ اواپراتور حاوی بخار داغ و کندانسور شامل مایع سرد خواهد بود. بنابراین هوایی که از سطح اواپراتور عبور داده می شود گرمتر شده و دمای اتاق را بالا می برد و حالت سرمایش به گرمایش تبدیل می گردد.

با توجه به مدار تبرید (شکل ۱) می توان هر دستگاه تهویه مطبوع را به دو قسمت فشار بالا (HP) و فشار پایین (LP) تقسیم نمود. در بخش HP کمپرسور و کندانسور و در LP اواپراتور وجود دارد. حال اگر ما این دو بخش را مجزا نماییم (یونیت داخلی و خارجی) و آنها را با لوله هایی مناسب به هم اتصال دهیم، کولرهای دو تکه (split) ساخته می شود که مزیت عمده آن ها دور بودن بخش پرمدا (بخصوص کمپرسور) از اتاق می باشد.



شکل (۱)

Remove Watches and Other Jewelry Before Servicing Equipment



Both High and Low Voltages can be Dangerous

BE CAREFUL!

- HIGH VOLTAGE IS ALWAYS DANGEROUS.
- EVEN 40 VOLTS CAN BE LETHAL IF SKIN IS WET OR DAMAGED.



Always Clean Up Oil Leaks Immediately

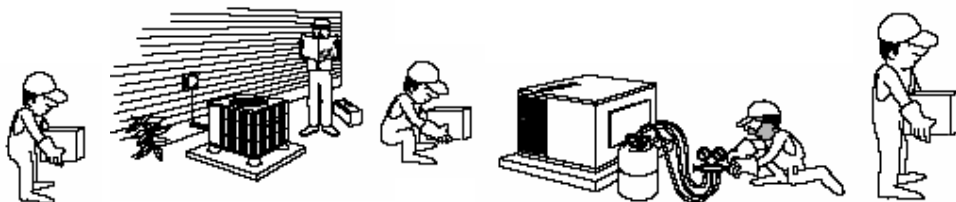




تعاریف:

- **دمای تقطیر:**
دمای اشباع، متناظر با فشار کندانسور می باشد یا به زبان ساده تر در یک فشار خاص دمایی است که در آن دما بخار شروع به تقطیر می نماید.
- **دمای تبخیر:**
دمای اشباع متناظر با فشار اوپراتور می باشد یا به زبان ساده تر در یک فشار خاص دمایی است که در آن دما مایع شروع به تبخیر می نماید.
- **گرمای نهان تبخیر:**
مقدار گرمایی است که موجب می گردد تا بدون افزایش درجه حرارت، حالت مایع به گاز تبدیل میشود.
- **گرمای نهان تقطیر و یا میعان:**
مقدار گرمایی است که گاز بدون کاهش درجه حرارت خود به محیط داده، تا به حالت مایع تبدیل شود.
- **سابکولد:**
بیانگر اختلاف دمای تقطیر و دمای اندازه گیری شده مایع می باشد. مثلاً در فشار اتمسفر تقطیر آب در 100°C می باشد. حال اگر ما آب 20°C بنوشیم یعنی آب را 80°C سابکولد نموده ایم.
- **سوپر هیت:**
می دانیم که ماده در سه حالت (فاز) مایع، جامد و گاز وجود دارد. اما مواد می توانند در یک حالت دو فازی مانند مایع-بخار نیز وجود داشته باشند. حال اگر در چنین وضعیتی حرارت را افزایش دهیم دمای مخلوط افزایش نمی یابد بلکه موجب تغییر حالت ماده از مایع به بخار می گردد. با تبخیر شدن کامل مایع افزایش حرارت موجب افزایش دمای بخار خواهد گشت.
اختلاف دمای بخار با دمای تبخیر (دمای حالت دوفازی) میزان سوپر هیت ماده را نشان می دهد.
- **تن تبرید:**
واحد اثر خنک کنندگی بوده و عبارتست از مقدار گرمایی که یک تن یخ (2000 پوند) در مدت 24 ساعت جذب می کند تا ذوب شود که در کمپرسورهای مورد کاربرد در کولرهای گازی معادل 12 هزار بی تی یو در ساعت می باشد.

- بی تی یو (BTU): مقدار گرمایی که لازم است تا دمای یک پوند آب به مقدار یک درجه فارنهایت افزایش پیدا کند.
- پوند: یکی از واحدهای وزن در سیستم انگلیسی بوده و برابر است با 453 گرم.
- اینچ: واحد طول در سیستم انگلیسی بوده و برابر است با 25.4 میلی متر.
- فشار: فشار عبارتست از وزنی یا نیرویی که بر واحد سطح وارد می شود.
- اسب بخار: یک اسب بخار معادل ۷۳۶ وات بوده که علامت HP.
- PSI: یا فشار در سیستمهای برودتی: مبنای محاسبه فشار در سیستمهای برودتی بوده و معادل فشار وارده بر یک اینچ مربع است.
- فشار اتمسفر: فشار اتمسفر در کنار دریا برابر است با 14.7 PSI که این مقدار را معمولاً معادل 15PSI قرار می دهند.
- درجه سانتی گراد: اگر حد فاصل درجه حرارت بین نقطه ذوب یخ و جوش آب را روی میزان الحرارة به صد قسمت نماییم هر یک از تقسیم بندی های انجام شده معادل یک درجه سانتی گراد می باشد.
- درجه فارنهایت: اگر درجه حرارت ذوب یخ را با عدد 32 و درجه حرارت جوش آب را با عدد 212 مشخص نماییم، حدفاصل درجات حرارت ذوب یخ و جوش آب به 180 درجه فارنهایت می باشد.



قطعات اصلی و اجزاء تشکیل دهنده

• کمپرسور:

وظیفه کمپرسور مکش بخار ایجاد شده در اواپراتور در فشار پایین و رانش آن به داخل کندانسور در فشار بالا می باشد.

• شیر اطمینان داخلی:

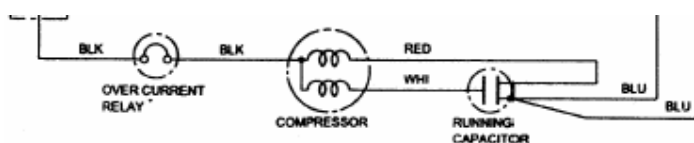
جهت محافظت کمپرسور در برابر افزایش فشار (به دلایلی مانند گرفتگی سطح کندانسور، افزایش دمای محیط و.....) از سوپاپ (IPRV-Internal pressure relief valve) استفاده می گردد که سر راه رانش قرار دارد. افزایش فشار موجب صدمه زدن به سوپاپها و گاز بندی سیستم گشته و از میزان خنک کنندگی دستگاه خواهد کاست. اگر فشار از میزان تحمل IPRV بیشتر شود سوپاپ باز شده و حدود ۹۵٪ از گاز داغ به داخل قسمت مکش می رود. در این مواقع معمولاً آمپر افت می کند اما کولر قادر به خنک کردن نمی باشد و صدای شدیدی (فش) ناشی از تخلیه گاز برگشتی به گوش خواهد رسید تا آنکه در نهایت کمپرسور در اثر افزایش دما اورلود می نماید.

• اورلود OVERLOAD:

برای جلوگیری از خرابی موتور در اثر افزایش دما یا جریان در داخل یا خارج کمپرسور از وسیله محافظتی به نام اورلود استفاده می گردد. با اتصال یا قطع پلاتینها جریان عبوری از سیم پیچ کمپرسور برقرار یا قطع خواهد شد. با قطع جریان الکتریکی کمپرسور خاموش شده و تا زمانی که اورلود خنک نشده و اتصال پلاتینها برقرار نگردد کمپرسور در مدار نخواهد بود. بنا بر این با افزایش دمای بدنه کمپرسور قطعه اورلود، کمپرسور را از مدار خارج می کند.

• راه اندازی کمپرسور:

معمولاً برای سیستم های تهویه مطبوع خانگی از موتورهای تک فاز استفاده می شود. همانطور که در شکل نشان می دهد آنها از دو سیم اصلی (Runing) و راه انداز (Start) تشکیل شده اند.



اگر فقط از رانینگ جریان عبور نماید موتور در انتخاب جهت چرخش اولیه دچار مشکل می گردد مگر آنکه با عبور جریان از راه انداز و ایجاد نیروی چرخشی (گشتاور) لازم موتور شروع به حرکت نموده و سیستم راه اندازی می گردد.

• کندانسور:

وظیفه اصلی کندانسور مایع کردن بخار حاصل از رانش کمپرسور می باشد. معمولاً کندانسور از حجم بیشتری نسبت به اواپراتور برخوردار می باشد، که این افزایش حجم با کاهش فشار موجود کندانسور کمک خواهد نمود. گرفتگی سطح کندانسور موجب افزایش فشار در آن گشته که در نتیجه مبرد در دمای بالاتری به اواپراتور می رسد و کولر قادر به خنک کردن نمی باشد. بنا بر این شستشوی دوره ای سطح کندانسور می تواند در افزایش راندمان کولر موثر واقع شود.

• لوله موئین:

تشکیل شده از یک لوله مسی به طول معینی که قطر آن کوچک می باشد. عبور مبرد از این قطر کوچک باعث شده تا فشار آن به شدت افت نموده و در دمای فشاری پایین به اواپراتور وارد شود. علاوه بر نقش فوق، لوله موئین پس از خاموشی کمپرسور با اتصال مبرد به اواپراتور موجب تعادل سیستم گشته تا فشار بالا (HP) و فشار پایین (LP) برابر و متعادل شده و راه اندازی مجدد کمپرسور امکان پذیر گردد. اگرچه استفاده از لوله موئین اقتصادی تر از اکسپنشن ولو می باشد اما جوشکاری این قطعه بدلیل کمی قطر آن حساس بوده و در بعضی مواقع عدم دقت می تواند موجب کور شدن آن و در نتیجه عدم کارایی سیکل گردد.

• اواپراتور:

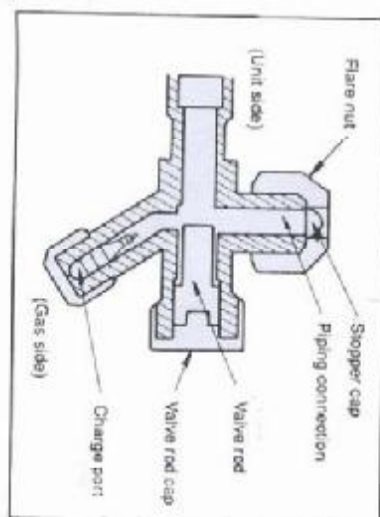
اواپراتور حرارت هوای اتاق را جذب می کند و مبرد مایع شده را به بخار تبدیل می نماید. بنا بر این اواپراتور بخار (سویر هیت شده) لازم را برای مکش کمپرسور فراهم می آورد. (در حالت سرمایش) اما از آنجا که خنکی و یا گرمایش داخل اتاق از این قسمت تامین می گردد از اجزا مهم کولر نیز محسوب می گردد. اگرچه وظیفه فوق الذکر مهم می باشد اما باید توجه نمود که شروع عمل سویر هیت باید در قسمتهای پایانی (نزدیکی های لوله مکش) انجام پذیرد. زیرا وجود مایع در اواپراتور موجب انتقال حرارت بیشتر گشته و هوای رانده شده از طرف کولر به داخل اتاق را خنک تر می نماید. گرفتگی سطح اواپراتور و یا فیلتر آن از میزان انتقال حرارت هوای اتاق با سطح اواپراتور کم می نماید و موجب میشود تا مبرد موجود در اواپراتور بخوبی تبخیر نشده و مایع وارد کمپرسور گردد که این پدیده موجب آسیب رسانی جدی به کمپرسور خواهد گشت.

• الکتروموتور (موتور فن):

جهت چرخش فن و بلوور در قسمت های اواپراتور و کندانسور از الکتروموتور استفاده می شود. در انتخاب الکتروموتور معمولاً به مشخصاتی همچون جهت، تعداد دور، توان و غیره توجه می گردد.

• شیر سه راهه :

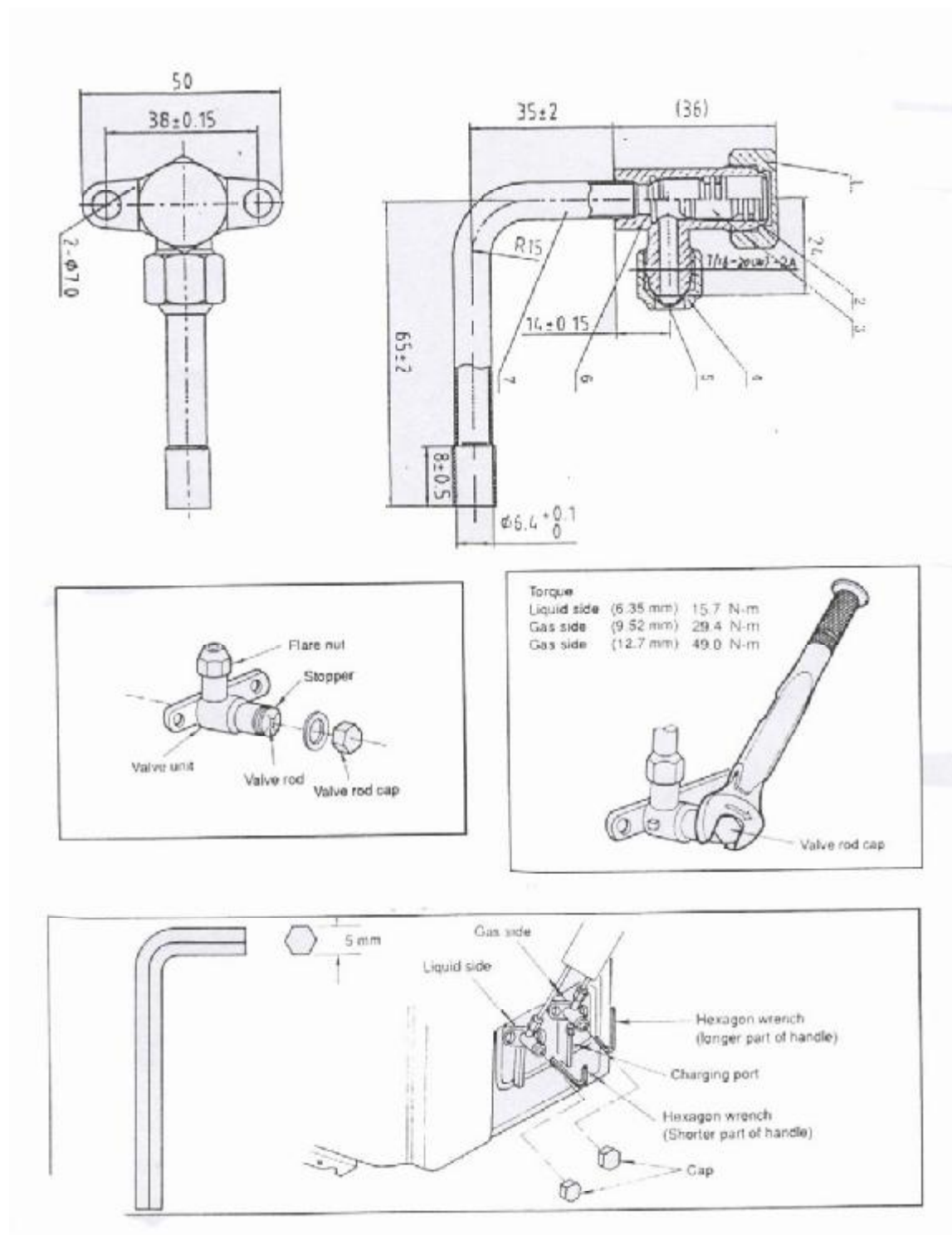
یک قطعه برنجی است که امکان میدهد تا اولاً مبرد در یونیت خارجی نگهداری شود و در ثانی اتصال دو یونیت را بوسیله لوله های ارتباطی امکان پذیر می سازد. (شکل صفحه بعد)
یک لوله مسی چند سانتی (شماره ۹) از یک طرف به شیر برنجی سه راهه جوش داده شده که به لوله مکش کمپرسور جوشکاری می گردد. چون از این طریق گاز در لوله موجود است، بنابراین لازم است از نشت گاز در نواحی ۴، ۶، ۸ جلوگیری شود. به همین منظور از پیستونی استفاده می گردد که با ثابت شدن در ناحیه ۱ مانع از ورود مبرد به موقعیتهای مذکور می گردد. در ضمن باز و بسته کردن پیستون مذکور با آلن نمره ۵ میسر میباشد.
چگونگی ارتباط شیر سه راهه در سیستم به شرح زیر می باشد.
لوله خروجی از اواپراتور ← ۶ ← ۹ ← لوله مکش کمپرسور
برای جلوگیری از نشت احتمالی گاز، موقعیت ۶ با یک درپوش مسی و مهره برنجی گاز بندی می شود. وکیوم شارژ دستگاه از طریق شیر سوزنی (شماره ۸) انجام می گردد.



10	POLY CAP	P.V.C.	EA	1	K830M007		
9	COOPER TUBE	C1220 #8.52 X0.81	EA	1	X832TJ03		
8	CORE	C1220	EA	1	K0000001		
7	FLARE CAP	C3604 HEX14	EA	1	K0000001		
6	FLARE SEAL	C1220	EA	1	K8300001		
5	FLARE NUT	C1771 HEX22	EA	1	K830H001		
4	O-RING	CR P-8	EA	1	K8627501		
3	BOLT CAP	C3604 HEX20	EA	1	K8300001		
2	SPACER	C3604	EA	1	K8300001		
1	BODY	C3771	EA	1	K8312002		
NO	ABBREVIATION	MATERIAL	SIZE	UNIT	Q'TY	WEIGHT	REMARK
1-4	9.3	8.4	3K0-8300				도면
4-8	8.2						SERVICE VALVE

• شیر دو راهه :

رابط بین خروجی از کندانسور و ورودی به اوپراتور می باشد و اختلاف آن با شیر سه راهه در ابعاد و نبود شیر سوزنی در آن می باشد. (شکل زیر)



• شیر برقی چهار راهه :

یک قطعه برنجی می باشد که امکان آنرا می دهد تا کولر در حالت گرمایش و سرمایش عمل نماید . این دو حالت با عوض کردن مسیر حرکت گاز در کولر توسط شیر مذکور میسر می شود . (شکل صفحه ۱۲)

چهار لوله مسی جوشکاری شده به بدنه شیر با علائم S ، E ، C ، D مشخص شده است که به ترتیب موقعیت اتصال به لوله های مکش کمپرسور ، اواپراتور ، کندانسور و رانش میباشند . از اجزای دیگر آن می توان سولونویید ولو ، پیستون ، بدنه ، لوله های مویین و سوپاپ را نام برد .

همانطور که در شکل نشان داده می شود ، سه لوله در مجاورت هم و یک لوله در سمت دیگر شیر قرار گرفته است که لوله میانی و لوله تکی همواره به لوله های مکش و رانش کمپرسور متصل می گردند .

مکانیزم عملکرد شیرهای چهار راهه :

فرض کنید دو شیر دستی (۵ و ۶ در شکل صفحه ۱۳) در سر راه شیر چهار راهه قرار دهیم . اگر شیر شماره ۵ را بسته و ۶ را باز نگه داریم (شکل 13-A) به دلیل بیشتر بودن قطر لوله مویین از مجرای ۹ و باز بودن مسیر در ۶ ، فشار در ۴ پایین (LP) و در نواحی ۱ ، ۲ و ۳ بالا (HP) می باشد (ناحیه ۳ بدلیل بسته بودن شیر و نواحی ۱ و ۲ بدلیل قرار گرفتن در مسیر رانش) . بنا به این دلایل نیروی اعمالی از چپ به راست بزرگتر از راست به چپ بوده و پیستون به راست حرکت می نماید و سوپاپ در وضعیتی قرار می گیرد که مسیر عبور مبرد مانند شکل 13-B می گردد (حالت سرمایش) .

با بستن شیر شماره ۶ و باز کردن شیر شماره ۵ (شکل 13-C) با همان منطق فوق ، پیستون از راست به چپ حرکت مینماید و مسیر عبور مبرد مانند شکل 13-D خواهد بود (حالت گرمایش) . در این وضعیت D با E و S با C هم مسیر خواهند بود ، یعنی خواهیم داشت :

کمپرسور ← شیر برقی ← شیر E ← اواپراتور ← کندانسور ← شیر C ← شیر S ← کمپرسور

عملاً در صنعت برای ایجاد وضعیتهای فوق از یک سولونوییدولو استفاده می گردد که دارای سه مجرا می باشد (شکل 13-E) در هر لحظه یکی از آنها بسته بوده و سه لوله مویین ارتباط آنها را با دو سمت پیستون و لوله S برقرار می سازد . دو مجرا متصله به دو سمت پیستون همان عمل شیرهای دستی را انجام داده تا اختلاف فشار لازم جهت حرکت پیستون داخل شیر چهارراهه فراهم گردد .

همانگونه که توضیحات فوق نشان می دهد اساس تغییر حالت ، اختلاف فشار (بین LP و HP) بوده که موجب حرکت پیستون و سوپاپ گشته و وضعیتهای سرمایش و گرمایش را ایجاد می نماید .

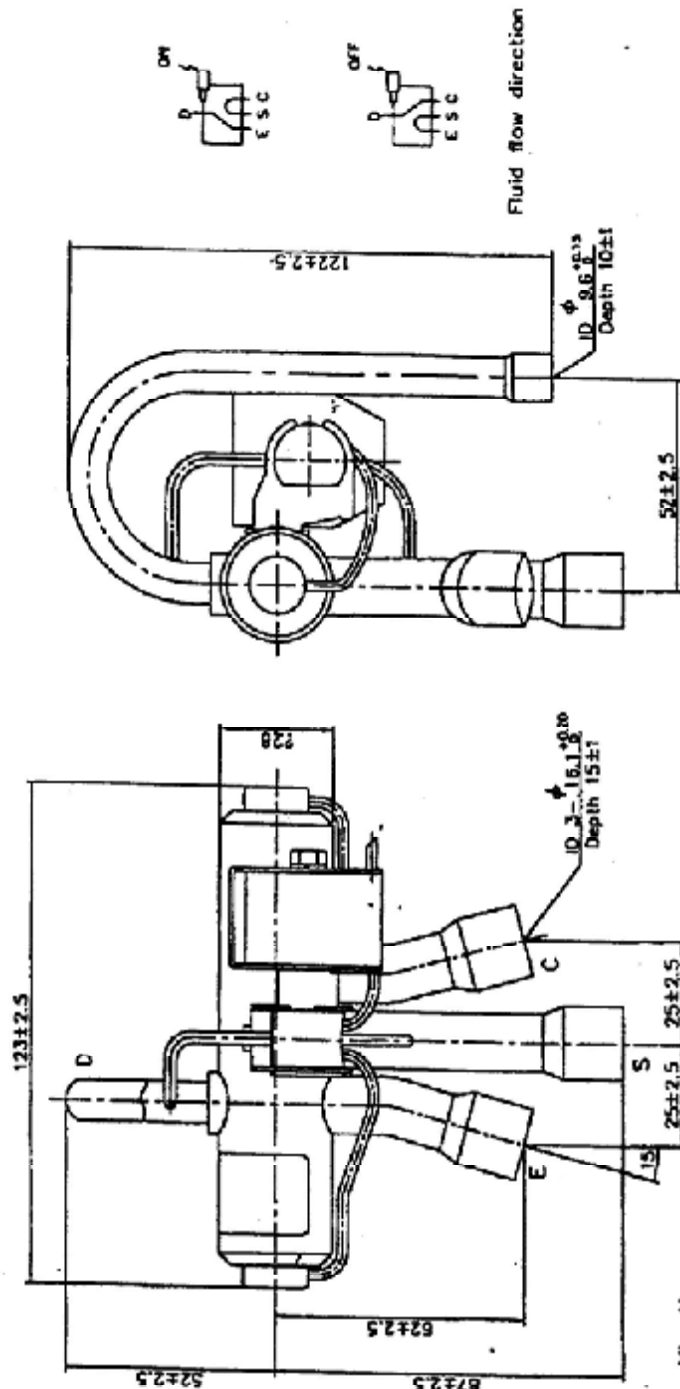
• شیر یکطرفه :

می دانیم که لوله مویین بعد از کندانسور قرار گرفته و در حالت سرمایش مبرد پس از عبور از آن به اواپراتور خواهد رسید ، اما در حالت گرمایش مبرد ابتدا از لوله مویین و سپس از کندانسور گذر می نماید . معمولاً جهت افزایش راندمان دستگاه در حالت گرمایش از یک لوله مویین دیگر (لوله مویین الحاقی) نیز استفاده می گردد .

برای آنکه لوله مویین الحاقی در حالت سرمایش مورد استفاده قرار نگیرد ، یک شیر یکطرفه نیز در مدار بوده که فلش روی آن بیانگر جهت حرکت مبرد در لوله مذکور می باشد .

در داخل شیر یکطرفه (شکل 13-F) ساچمه ای وجود دارد که وقتی مبرد در خلاف جهت فلش حرکت می نماید مسیر را مسدود کرده و جریان از لوله مویین الحاقی عبور می نماید (گرمایش) . اما در حالت سرمایش (حرکت مبرد در مسیر فلش) به دلیل آنکه مقاومت شیر خیلی کمتر از لوله مویین می باشد تقریباً تمامی جریان از آن عبور خواهد نمود . چرا که در

صورت وجود دو مسیر ، یکی با قطر کمتر (مقاومت بیشتر) و دیگری با مقاومت کمتر جریان سیال (مایع و گاز) تمایل به عبور از مسیر با مقاومت کمتر را خواهد داشت .



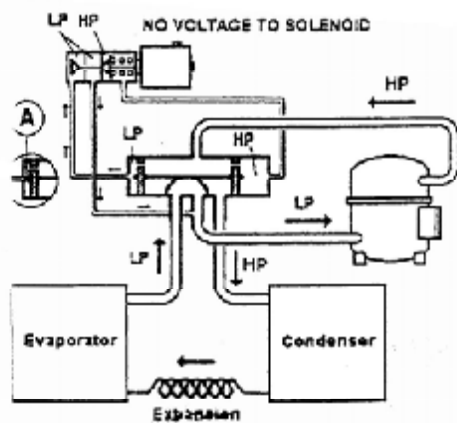
Specifications:

- 1 Max. operating pressure differential: 2.25MPa
- 2 Min. operating pressure differential: 0.34MPa
- 3 Internal leakage: no more than 2000ml/min(0.98MPa)
- 4 Min. operating voltage: 85% of rated voltage
- 5 Air tightness test pressure: 3.0MPa
- 6 Burst pressure: water pressure: 4.4MPa
- 7 Allowable fluid temperature: -20℃~+120℃
- 8 Max. operating pressure: 2.9MPa
- 9 Rated voltage: AC220V, AC230V, AC240V, 50/60Hz
- 10 Capacity: 11aW
- 11 Fluid: R22, R407a, R134a
- 12 Ambient humidity: less than 95%RH
- 13 Life: more than 20,000 cycles
- 14 Temperature rise of coil: less than 80℃
- 15 Insulation resistance: more than 100MΩ
- 16 Noise: no more than 45dB(A)

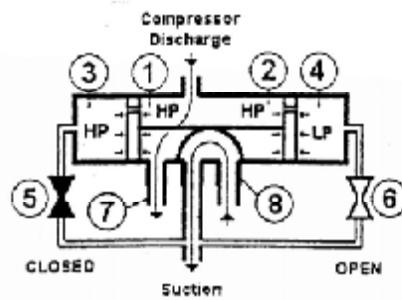
Notice

1. While welding, the valve body's temperature is less than 120℃
2. While installing, the valve body is kept in horizontal axis position.
3. In order to keep moisture, dust and foreign from entering valve body, sealed with plastic lids.
4. The bolt combination wrench (torque (2.5±0.5)N·m)

4-WAY REVERSING VALVE									
Mark No.	Standard	Drawing Mark	Quantity	Unit	Scale				
Checked by	Designed by	A	B	1	1:1				
Approved by	Reviewed by	Date		Page No.					

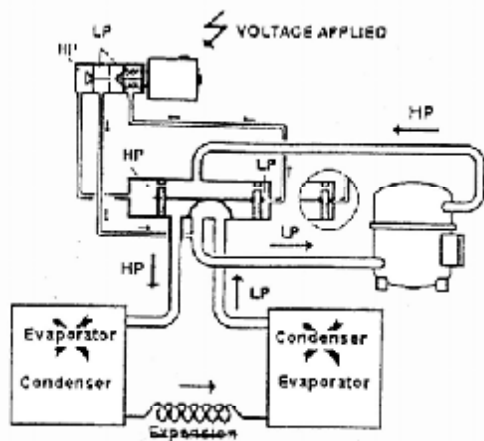


12-B

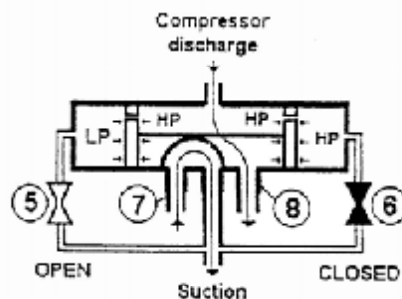


HP → LP
Large Force **Small force**
The slide moves to the Right

12-A

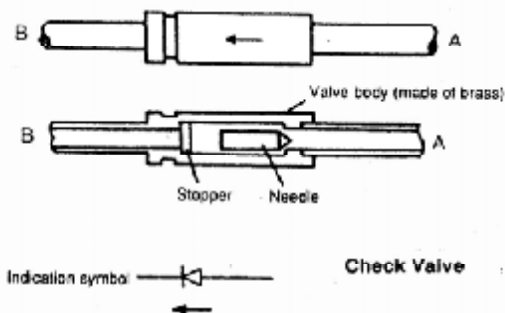


12-D

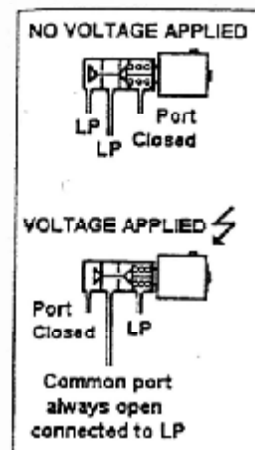


LP → HP
small force **Large force**
The slide moves to the left

12-C



12-F



12-E

طریقه نصب و راه اندازی کولر:



قبل از اقدام به هر کاری نکات ایمنی را در نظر داشته باشید!!!

لوازم و تجهیزات مورد نیاز برای نصب :

• انواع آچار در سایزهای مختلف مانند آچار پیچ گوشتی تخت و چهارسو ، آلن ، فرانسه ، قفلی ، آچار تخت و...

• دریل ، تراز و انواع مته

• چکش ، انبردست ، سیم چین ، دمباریک ، کاتر ، سیم لختکن و انبر پرس سر سیم

• آمپر متر ، ولت متر و فاز متر

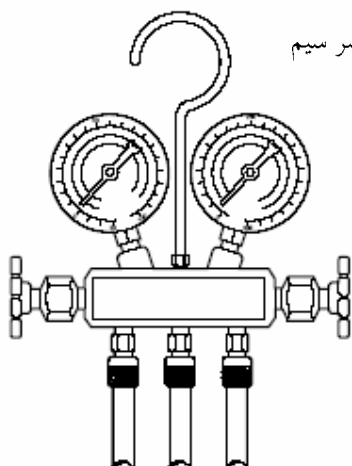
• لوله بر ، پرچکن یا لاله کن ، خمکن لوله مسی

• کپسول گاز و هوا و سرپیک جوشکاری لوله

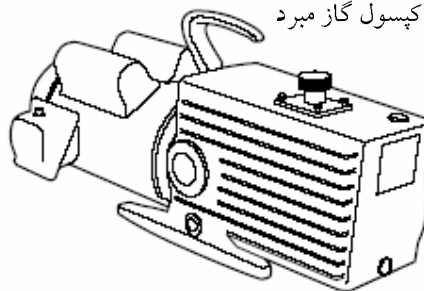
• فشار سنج مرکب

• پمپ واکيوم

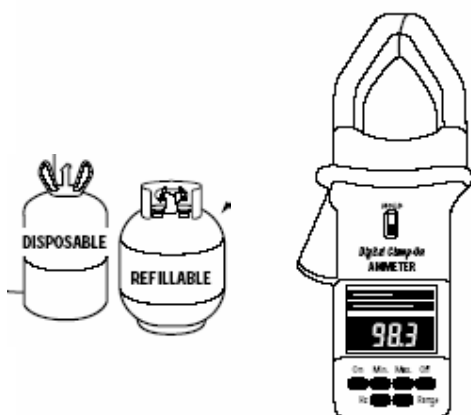
• کپسول گاز مبرد



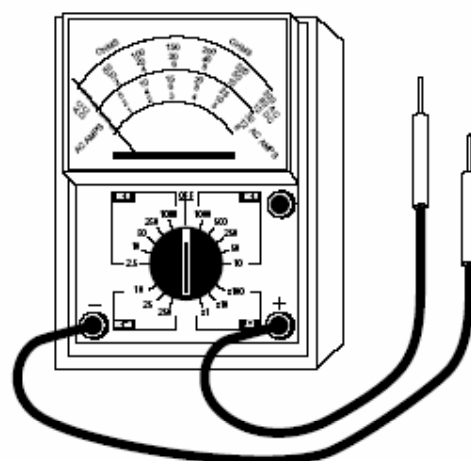
Vacuum Pumps



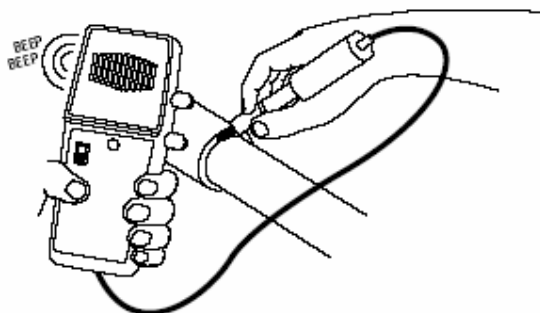
Digital Clamp-On Ammeter



Analog Multimeter (VOM)



Electronic Leak Detector



کولرهای دو تکه:

کولر دو تکه از دو یونیت مجزا تشکیل شده است که هر یک در بسته بندی جداگانه ای بدست مشتریان می رسد. یونیت خارجی کولر گازی دو تکه با مبرد R22 شارژ شده که دو شیر سرویس جهت اتصال آن به یونیت داخلی و نگهداری مبرد بر روی بدنه یونیت بیرونی نصب شده است. یونیت داخلی نیز که در آن گاز ازت تزریق شده که پس از برداشتن درپوش روی لوله می توان آن را تخلیه نمود.



نصب یونیت داخلی و خارجی و اتصالات مربوطه به شیوه ذیل انجام می شود:

۱. انتخاب موقعیت نصب

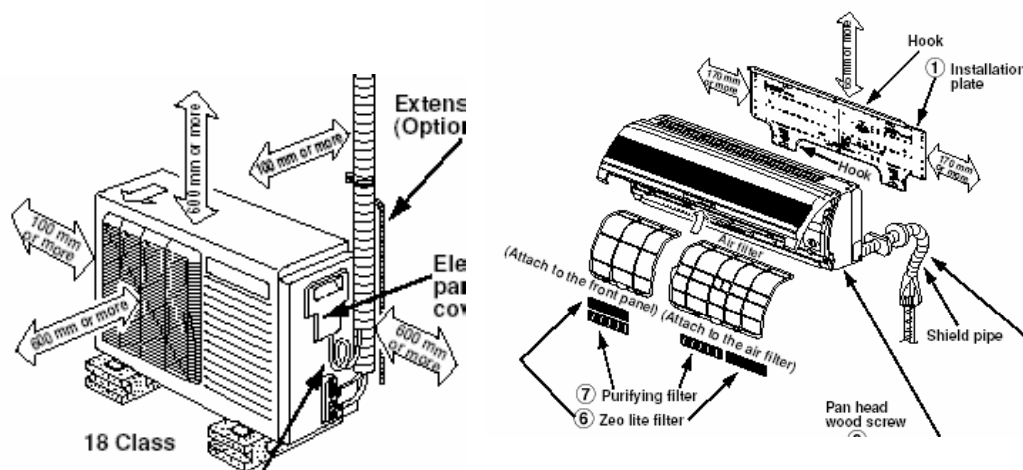
- یونیت داخلی:



■ یک صفحه فلزی (شاسی) در بسته بندی یونیت داخلی وجود دارد (یونیت داخلی به این صفحه متصل شده که به هنگام نصب باید جدا شود) که یونیت مذکور بر روی آن نصب می گردد (شکل زیر). جهت خروج صحیح آب، این صفحه می بایست تراز باشد. بهترین روش برای تراز کردن استفاده از یک شابلون تراز است.

■ از استحکام مکانی که برای نصب انتخاب می کنید مطمئن شوید تا اولاً تحمل وزن یونیت داخلی را داشته باشد و در ثانی موجب لرزش دستگاه مذکور نگردد.

■ فاصله موانع از یونیت داخلی مطابق شکل زیر باشد. فاصله ۲۰۰ میلیمتری در قسمت پایین و راست صفحه مربوط به سمتی است که تجهیزات الکترونیکی دستگاه قرار دارد.



• یونیت بیرونی:

- در معرض تابش مستقیم آفتاب، مسیر باد و یا باران نباشد.
- مکانی انتخاب گردد که هوای رانده شده از سطح کندانسور دوباره به آن برگشت نکند. (انتخاب صحیح فاصله تا موانع مطابق شکل باشد). برگشت هوای گرم کندانسور موجب اورلود کردن کمپرسور می گردد)
- یونیت خارجی بر روی سطحی پایدار و صاف نصب گردد بطوریکه تحمل وزن آن را داشته و لرزش و صدا ایجاد نشود.
- مکان نصب بگونه ای انتخاب گردد که اتصال لوله ها و الکتریکی دویونیت به سادگی انجام پذیرد.
- فاصله موانع از یونیت خارجی مطابق شکل صفحه قبل باشد.
- مکانی برای نصب انتخاب گردد که تحت تاثیر یونیت های مجاور نباشد (در صورت وجود یونیت های خارجی در مجاورت یونیت شما مواظب باشید تا هوای گرم رانده شده از یونیت های مذکور از سطح کندانسور یونیت خارجی شما عبور نکند).
- فاصله عمودی و افقی بین یونیت های داخلی و خارجی مطابق با استاندارد فنی برای هر مدل باید حفظ شود.

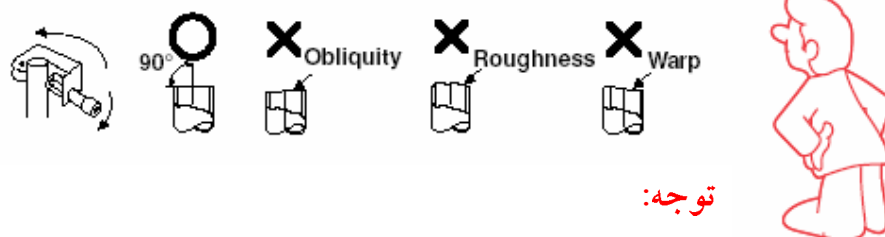
۲. نصب یونیت داخلی:

- صفحه اتصال را از یونیت داخلی جدا نمایید.
- با برداشتن در پوش لوله ها ((ازت)) را از یونیت داخلی تخلیه نمایید (این عمل در بیرون اتاق انجام پذیرد)

- در سمت یونیت داخلی طول معینی از لوله با قطر بیشتر داخل فتری قرار دارد که امکان آن را می دهد تا خروجی لوله های آن از چهار قسمت پهلوه‌ها، زیر و پشت انجام پذیرد. برای این منظور چهار دریچه نیز بر روی کولر نصب شده است. با توجه به موقعیت نصب، دریچه را انتخاب و آن را جدا نمایید.
- همچنین به لوله های ورودی و خروجی از اواپراتور دو مغزی جوش داده شده که به هر لوله یک مهره برنجی نیز متصل شده است. از این دو مغزی برای اتصال یونیت داخلی به خارجی استفاده می شود.
- با مته دیوار را سوراخ کرده و با استفاده از رول پلاک، شاسی را روی دیوار پیچ نمایید. سپس یونیت داخلی را روی صفحه اتصال مذکور قرار دهید(برای این منظور گوشواره هایی بر روی آن طراحی شده است).
- لوله ها را از دریچه انتخاب شده عبور دهید(بهرتر است خرطومی خروجی آب در زیر لوله ها قرار گیرد تا خروج آب با سهولت بیشتری انجام پذیرد).

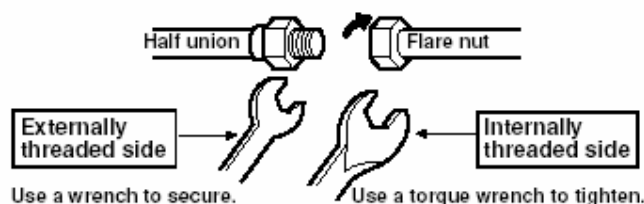
۳. نصب یونیت بیرونی:

- پس از باز نمودن بسته بندی، یونیت بیرونی را در محل مناسب و بر روی چهارپایه(شاسی) که از قبل تهیه گردیده، قرار دهید و توسط لرزه گیرهای مخصوص یونیت بیرونی را به شاسی توسط پیچ و مهره وصل نمایید.
- لوله های ارتباطی را جداگانه عایق گذاری نموده و مهره های مربوطه را در جهت درست در دو سر لوله ها قرار دهید و با وسیله مناسب سر لوله ها را لاله نمایید

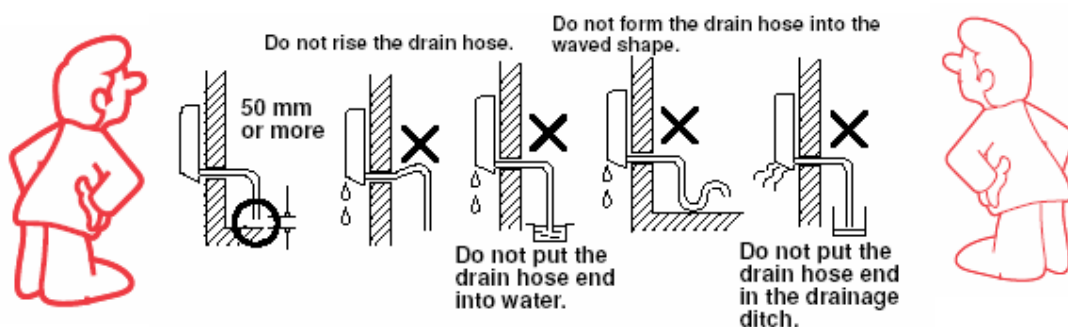


توجه:

- لبه های لاله شده پاره نباشد.
- لاله ها به گونه ای باشد که لبه ها همچون واشری داخل مهره عمل کند در غیر اینصورت نشی ایجاد می گردد.
- موقعیت خروجی لوله ها از دیوار تعیین و سوراخی به قطر ۶۵ میلی متر زده شود.
- سر لوله های لاله شده ۱/۴ از یکطرف به لوله ۱/۴ یونیت داخلی و از طرف دیگر به شیر سرویس دو راهه وصل شده و با آچاری مناسب مهره های برنجی بر روی مغزی ها سفت گردد.(طریقه اتصال مطابق شکل زیر باشد)



- این عمل را برای لوله هایی با قطر بیشتر نیز تکرار نمایید (ارتباط بین شیر سرویس سه راهه و لوله خروجی از یونیت داخلی انجام می پذیرد).
- لوله های داخل اتاق در کانالی قرار گرفته تا به زیبایی اتاق لطمه ای وارد نسازند.
- لوله ها در داخل آرموفلکس باشند.
- حتی الامکان از خم های اضافی پرهیز شود.
- در صورت وجود خم در کناره های دیوار از زانویی های مسی استفاده گردد. (حتی المقدور از خم های ۹۰ درجه نباید استفاده شود)
- مسیر شلنگ خروجی آب مناسب اختیار شود. (شکل صفحه بعد روشهای نادرست را نشان می دهد)



۵- ارتباط الکتریکی دو یونیت

جریان قابل تحمل برای کابل های تهویه مطبوع باید بیش از جریان موجود در مدار باشد. همچنین ضخامت آنها باید بگونه ای انتخاب گردد که افت ولتاژ ناشی از جریان استارت را به میزان تقریبی ۵٪ حفظ نماید.

پایین بودن ولتاژ شبکه و افت های موجود در طول سیم می تواند بر روی عملکرد دستگاه های الکتریکی تاثیر بگذارد. بنا بر این دقت در سیم کشی و انتخاب درست سیم ها ضروری می باشد.

ضخامت مورد نیاز برای سیم ها در جدول (۲) داده شده است.

ضخامت سیم مورد نیاز (تا طول تقریبی ۲۵ متر):

جریان مصرفی دستگاه A	سطح مقطع اسمی (mm ²)
تا ۶	۱
از ۶ تا ۱۰	۱/۵
از ۱۰ تا ۱۶	۲/۵
از ۱۶ تا ۲۵	۴
از ۲۵ تا ۳۲	۶
از ۳۲ تا ۴۰	۱۰
از ۴۰ تا ۶۳	۱۶

جدول (۲)



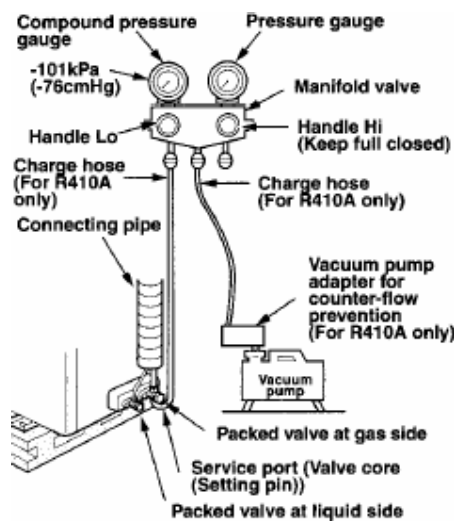
- درپوش های پلاستیکی خارجی و داخلی را باز کنید تا به اجزاء الکتریکی یونیت ها دسترسی داشته باشید.
- نقشه الکتریکی در داخل درپوش یونیت خارجی نصب شده است.
- مطابق نقشه مذکور اتصال الکتریکی دو یونیت را برقرار سازید.

وکیوم شارژ دستگاه:

جهت تخلیه رطوبت و گازهای تقطیر ناپذیر (مانند اکسیژن، هوا و.....) کولر را وکیوم می نمایند. اکسیژن با روغن فعل و انفعالات شیمیایی انجام می دهد که نتیجه حاصله تشکیل اسید، خوردگی روکش سیم و سوختن موتور خواهد بود. همچنین وجود گازهای تقطیر ناپذیر موجب تجمع آنها در کندانسور و افزایش فشار در آن ناحیه می گردد بنا به دلایل فوق انجام وکیوم بسیار ضروری بوده و قبل از آن به هیچ وجه نمی بایست ازدستگاه استفاده نمود. اغلب سرویس کاران معمولا از کمپرسورهای معمولی برای وکیوم استفاده می نمایند که بهتر است از آن اجتناب نموده و با استفاده از دستگاه وکیوم این عمل انجام پذیرد.

چون یونیت خارجی شارژ شده به دست مشتریان می رسد از روش زیر، پس از اتصال دو یونیت، جهت وکیوم لوله های ارتباطی و یونیت داخلی استفاده نمایید.

۱. شیرهای دو راهه و سه راهه به حالت بسته باشند.
۲. مطابق شکل زیر یک سر شلنگ را به قسمت فشار پایین فشارسنج و سر دیگر را به شیر سوزنی وصل نمایید، در صورت غیر قابل دسترس بودن شیر مذکور آن را اندکی شل کرده تا قابل اتصال به سر شلنگ گردد.



۳. شیر قسمت فشار پایین فشار سنج مرکب را باز کنید.
۴. پمپ تخلیه را روشن و به مدت ۲۰ دقیقه سیستم را وکیوم نمایید (تا عقربه فشارسنج روی ۳۰- اینچ جیوه قرار گیرد).
۵. شیر قسمت فشار پایین را ببندید و دستگاه وکیوم را خاموش کنید.
۶. چند دقیقه صبر کنید. در صورت حرکت عقربه فشار سنج، نشی وجود دارد. آن را برطرف و عملیات را از نو تکرار نمایید.
۷. شیر سرویس دو راهه را باز کنید تا فشار گاز موجود در مسیر یونیت داخلی مانع از ورود هوا به سیستم شود.
۸. شلنگ فشار پایین را از شیر سوزنی باز کنید. با آچار مخصوص شیر سوزنی رادر صورت شل بودن محکم نمایید.

۹. شیرهای سرویس را با آچار آلن نمره ۵ باز کنید و محل اتصالات را با کف صابون نشت یابی نمایید.
۱۰. گاز شارژ شده برای لوله به طول معینی در نظر گرفته شده است. به ازاء هر متر افزایش طول به سیستم به مقدار ۲۰ الی ۳۰ گرم گاز مبرد تزریق نمایید. در غیر اینصورت از میزان خنک کنندگی دستگاه کاسته خواهد شد.

روش تخلیه و شارژ مجدد دستگاه:

- توجه نمایید که گاز موجود در دستگاه را به بیرون تخلیه نکرده و آنرا جمع آوری نمایید.
- شیرهای دوراه و سه راهه به حالت باز باشند.
- دستگاه و کیوم را به شلنگ میانی فشارسنج مرکب وصل کنید.
- شلنگ بخش فشار پایین را به شیر سوزنی وصل نمایید.
- شیر بخش فشار پایین و فشار سنج مرکب را باز کرده اما شیر بخش فشار بالای آن بسته باشد.
- سیستم را به مدت یک ساعت و کیوم کنید. (تا عقربه گیج ۳۰- اینچ جیوه را نشان دهد).
- شیر بخش فشار پایین فشار سنج مرکب را بسته و چند دقیقه صبر کنید. در صورت حرکت عقربه فشار سنج نشتی وجود دارد. آن را برطرف و عملیات را از نو تکرار نمایید.
- شلنگ میانی فشارسنج مرکب را از دستگاه و کیوم باز کنید.
- شلنگ را هواگیری نمایید.
- شلنگ مذکور را به دستگاه شارژ وصل نمایید.
- شیر واقع در دستگاه شارژ را اندکی باز کرده تا هواگیری شود. مواظب باشید که گاز به محیط نشت نکند.
- شیر بخش فشار پایین فشارسنج مرکب را باز کرده تا مبرد به سیستم تزریق شود.
- در صورتیکه مبرد به میزان مورد نیاز وارد سیستم نشده است عملیات را با راه اندازی کمپرسور ادامه دهید.
- چون شارژ مداوم مبرد سرد برای کمپرسور زیانبار است بنابراین این عمل شارژ را به میزان ۱۵۰ گرم و با مکث یک دقیقه ای انجام دهید.
- شلنگ را از سر شیر سوزنی باز کنید.
- این عمل را با سرعت انجام دهید تا گاز به محیط نشت نکند.
- با آچار مخصوص شیر سوزنی را در صورت شل بودن سفت کنید.
- شیرهای دو راهه و سه راهه را با آچار شش گوش ببندید.
- مهره های سوپاپهای مذکور را با آچار مناسب (بهترین وسیله آچار ترکمتر می باشد) سفت کنید.

آزمون صحت دستگاه:

- چگونگی روشن کردن یونیت داخلی و استفاده از دگمه های ریموت کنترل برای مشتریان در دفترچه راهنمای کاربران آمده است.
- قبل از راه اندازی دستگاه شیرهای دو راهه و سه راهه را باز کنید و ریموت کمپرسور اورلود خواهد شد.

جداسازی دو یونیت:

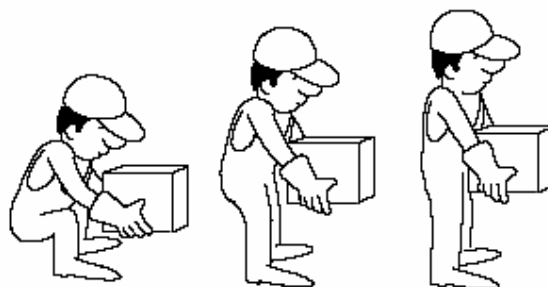
چنانچه بخواهید محل نصب را تعویض و یا آنکه جهت تعمیر یونیت داخلی را باز کنید از مراحل زیر پیروی کنید تا گاز در یونیت خارجی جمع آوری شود (شیرهای دو راهه و سه راهه این قابلیت را به دستگاه خواهند داد)

- قسمت فشار پایین فشار سنج مرکب را به شیر سوزنی وصل کنید.
- شیر دو راهه را با آچار مخصوص آن ببندید.
- دستگاه را روشن کنید و منتظر بمانید تا کمپرسور وارد مدار شود.
- تقریباً پس از ۴۰ ثانیه که عقربه به عدد صفر نزدیک می شود شیر سه راهه را ببندید و دستگاه را خاموش کنید.
- از طولانی شدن زمان جمع آوری گاز اجتناب نمایید. زیرا موجب مکش روغن از داخل کمپرسور می گردد.
- چنانچه کولر شما هیت پمپ باشد، از جمع آوری گاز در حالت گرمایش اجتناب نمایید.
- با آچار مناسب مهره برنجی را از موقعیت شیرهای سرویس و لوله های متصله به یونیت داخلی باز کنید.
- لوله های ارتباطی را باز کرده و دهانه آنها را با وسیله ای مناسب بپوشانید تا اجرام خارجی داخل آن نگردد.
- درپوش های مسی را داخل مهره های برنجی شیرهای سرویس قرار داده و با آچاری مناسب مهره های مذکور را سفت نمایید. (برای جلوگیری از نشتی احتمالی از موقعیت های مذکور)
- سر لوله های باز متصله به یونیت داخلی را با درپوشی مناسب ببندید تا اجرام خارجی وارد آن نگردد.
- جهت نصب مجدد، فعالیت های ذکر شده قبلی را تکرار نمایید.

میزان شارژ دستگاه :

وجود مایع مبرد سرد در کمپرسور موجب می گردد تا در استارت اولیه روغن زیادی همراه با آن در سیکل به گردش درآید. جهت اجتناب از این امر بهتر است شارژ دستگاه از خروجی کندانسور و یا در موقعیتی مابین کندانسور و لوله موئین انجام شود. بهترین روش برای تعیین میزان شارژ گاز کولر پیروی از ((پلاک مشخصات فنی)) حک شده بر روی آن می باشد. زیرا دلایلی مانند وابستگی تبخیر اواپراتور به دمای محیط شارژ تخمینی دستگاه را مشکل می کند.

How to Lift Safely



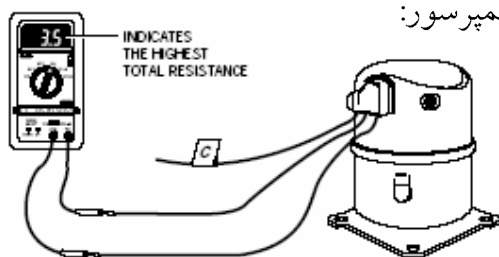
نحوه آزمایش الکتریکی قطعات کولر:

روش حصول اطمینان از عدم اتصال مدار الکتریکی یک کمپرسور به زمین:



- منبع تغذیه را قطع نمائید.
- سیم ها را از ترمینال کمپرسور جدا نمائید.
- ترمینال های کمپرسور را تمیز نمائید.
- در صورت نیاز جهت برقرای اتصال با بدنه بخشی از رنگ روی لوله رانش را بردارید.
- با یک اهمتر در مقیاس $R \times 10 \Omega$ پیوستگی مدار بین ترمینال ها را چک نمائید.
- اتصال هریک از ترمینال ها را با بدنه کنترل نمائید اگر اهمتر عددی را نشان ندهد، کمپرسور اتصال زمین نیست.

روش تشخیص ترمینال های R, S, C یک کمپرسور:



- یک اهمتر در مقیاس $R \times 1 \Omega$ انتخاب کنید.
- برق دستگاه را قطع نمائید.
- اتصال سیم ها را از ترمینال کمپرسور جدا نمائید.
- ترمینال ها را دو به دو با اهمتر اندازه گیری نمائید.
- دو نقطه دارای بیشترین مقدار اهم می باشد.
- سر دیگر پایه مشترک کمپرسور و یا C می باشد.
- پایه C را با دو سر دیگر اندازه گیری نمائید.
- مقدار کمتر پایه R و دیگری پایه S می باشد.



روش حصول اطمینان از برقراری اتصال اورلود کمپرسور:

- اهمتر را روی $R \times 1 \Omega$ قرار دهید.
- پس از جدا سازی سیم های کمپرسور پایه های S و C را با اهمتر بگیرید.
- حرکت عقربه اهمتر نشان دهنده اتصال اورلود کمپرسور میباشد.



روش حصول اطمینان از سالم بودن خازن راه انداز کمپرسور:

- جریان برق را قطع نمائید.
- با یک مقاومت $20\text{ K}\Omega$ بار الکتریکی خازن را تخلیه نمائید.
- با استفاده از یک اهمتر در مقیاس $R \times 10\Omega$ پیوستگی مدار بین هر یک از ترمینال ها با بدنه خازن را آزمایش نمائید.
- در صورت حرکت عقربه اهمتر خازن معیوب می باشد.
- در غیر اینصورت اهمتر را به دو سر ترمینال خازن اتصال دهید و سپس دو سر آنرا عوض نمائید.
- حرکت رفت و برگشت عقربه اهمتر نشان از سالم بودن خازن می باشد.

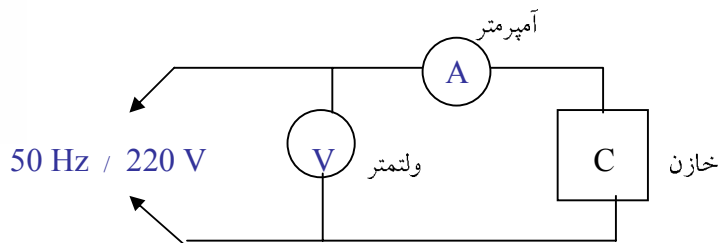


روش تشخیص ظرفیت یک خازن:

- خازن را به برق (50 Hz و 220 V) وصل مینمائیم.
- با یک ولتمتر و آمپر متر مقدار ولتاژ و جریان دوسر خازن را اندازه می گیریم.
- مقادیر را در عبارت زیر قرار داده و ظرفیت خازن را بدست می آورید.



$$(3183 \times \text{AMP}) \div \text{volt} = \text{MFD}$$



روش دقیق حصول اطمینان از میزان شارژ گاز سیستم کولر:

- ترمومتر حساس را بر روی ورودی لوله مکش به یونیت بیرونی متصل نمائید.
- یک فشار سنج را به شیر سرویس لوله مکش متصل نمائید.
- دستگاه را روشن نموده تپس از گذشت پانزده دقیقه سیستم در وضعیت پایدار قرار بگیرد.
- مقدار فشار و دمای لوله مکش را قرائت نمائید.
- مقادیر بدست آمده را با حاصل تقاطع دمای محیط و دمای اتاق در جدول شارژ مقایسه نمائید، دمای مکش در حدود $\pm 1.5^\circ\text{C}$ می باشد. (به جدول شارژ رجوع شود)

ظرفیت سنجی به روش سرانگشتی

- جهت سنجش ظرفیت سرمایی در شرایط معمولی و با احتساب سقف استاندارد با استفاده از جدول ذیل بر اساس هر متر مربع از سطح بر حسب بی تی یو می باشد.

مناطق گرمسیر	مناطق معتدل	
420	350	موقعیت مسکونی
600	450	تجاری یا صنعتی

برای مثال برای یک سالن چهل متری در شرایط مناطق معتدل و همچنین موقعیت مسکونی چنین

$$40 \times 350 = 14000 \text{ BTU/h}$$

عمل می نمائیم: جهت دسترسی به جزئیات بیشتر در شرایط آب و هوایی مختلف از جداول پیوست استفاده نمائید

جدول زیر در شرایط آب و هوایی $27/35^\circ\text{C}$ معتبر می باشد

48000	36000	30000	24000	18000	12000	موقعیت BTU/h
160	130	100	90	70	40	مسکونی
148	120	93	83	65	37	اداری
131	106	82	73	57	32	بیمارستان
115	93	72	64	50	28	مغازه
96	78	60	54	42	24	رستوران

جدول زیر در شرایط آب و هوایی $32/43^\circ\text{C}$ معتبر می باشد

48000	36000	30000	24000	18000	12000	موقعیت BTU/h
133	100	83	65	50	33	مسکونی
123	93	77	60	46	30	اداری
109	82	68	53	41	27	بیمارستان
96	72	60	47	36	24	مغازه
80	60	50	39	30	20	رستوران

جدول زیر در شرایط آب و هوایی $32/52^\circ\text{C}$ معتبر می باشد

48000	36000	30000	24000	18000	12000	موقعیت BTU/h
72	56	44	36	28	16	مسکونی
67	52	41	33	26	15	اداری
59	46	36	29	23	13	بیمارستان
52	40	32	26	20	11	مغازه
43	34	26	22	17	9	رستوران

مقادیر فوق مساحت (متر مربع) و بر مبنای سقف استاندارد می باشد.

Attached Table 2 Card of Key Points in SI (International System of Units)

Conversion Table of Main Units into SI

● Pressure

Pa	kPa	MPa	bar	kgf/cm ²	atm	mmHg 又は mmAq	mmHg 又は Torr	lbf/in ²
1	1 × 10 ⁻³	1 × 10 ⁻⁶	1 × 10 ⁻¹	1.019 72 × 10 ⁻²	9.869 23 × 10 ⁻⁵	1.019 72 × 10 ⁻¹	7.500 62 × 10 ⁻²	(1.450 377 × 10 ⁻¹)
1 × 10 ³	1	1 × 10 ⁻³	1 × 10 ⁻²	1.019 72 × 10 ⁻²	9.869 23 × 10 ⁻⁵	1.019 72 × 10 ¹	7.500 62	(1.450 377 × 10 ⁻¹)
1 × 10 ⁶	1 × 10 ³	1	1 × 10 ¹	1.019 72 × 10 ¹	9.869 23	1.019 72 × 10 ⁴	7.500 62 × 10 ³	(1.450 377 × 10 ³)
1 × 10 ⁹	1 × 10 ⁶	1 × 10 ³	1	1.019 72	9.869 23 × 10 ⁻¹	1.019 72 × 10 ⁷	7.500 62 × 10 ⁶	(1.450 377 × 10 ⁶)
9.806 65 × 10 ⁵	9.806 65 × 10 ²	9.806 65 × 10 ⁻¹	9.806 65 × 10 ⁻¹	1.033 23	1	1 × 10 ⁶	7.500 00 × 10 ⁵	(1.422 334 × 10 ⁵)
1.013 25 × 10 ⁵	1.013 25 × 10 ²	1.013 25 × 10 ⁻¹	1.013 25	1 × 10 ⁻¹	9.678 41 × 10 ⁻²	1 × 10 ⁵	7.355 59 × 10 ⁴	(1.422 334 × 10 ⁴)
9.806 65	9.806 65 × 10 ⁻¹	9.806 65 × 10 ⁻⁴	9.806 65 × 10 ⁻⁴	1.359 51 × 10 ⁻³	1.315 79 × 10 ⁻³	1.359 51 × 10 ¹	1 × 10 ¹	(1.933 678 × 10 ⁻¹)
1.333 22 × 10 ²	1.333 22 × 10 ⁻¹	1.333 22 × 10 ⁻⁴	1.333 22 × 10 ⁻⁴	(7.030 695 × 10 ⁻⁴)	(6.804 595 × 10 ⁻⁴)	(6.804 595 × 10 ¹)	(5.171 493 × 10 ¹)	1
(6.894 757 × 10 ³)	(6.894 757)	(6.894 757 × 10 ⁻⁶)	(6.894 757 × 10 ⁻⁶)	(7.030 695 × 10 ⁻¹)	(6.804 595 × 10 ⁻¹)	(6.804 595 × 10 ³)	(5.171 493 × 10 ³)	1

Note: 1 Pa = 1 N/m²

● Application

N/m ² 又は Pa	N/mm ² 又は MPa	kgf/mm ²	kgf/cm ²	lbf/in ²
1	1 × 10 ⁻⁶	1.019 72 × 10 ⁻²	1.019 72 × 10 ⁻²	(1.450 377 × 10 ⁻¹)
1 × 10 ³	1	1.019 72 × 10 ¹	1.019 72 × 10 ¹	(1.450 377 × 10 ³)
9.806 65 × 10 ⁵	9.806 65	1	1 × 10 ⁵	(1.422 334 × 10 ⁵)
9.806 65 × 10 ⁸	9.806 65 × 10 ³	1 × 10 ⁸	1	(1.422 334 × 10 ⁸)
(6.894 757 × 10 ¹)	(6.894 757 × 10 ⁻⁵)	(7.030 695 × 10 ⁻¹)	(7.030 695 × 10 ⁻¹)	1

● Moment of Force

N·m	kgf·m	ft·lbf
1	1.019 72 × 10 ⁻¹	(7.375 62 × 10 ⁻¹)
9.806 65	1	7.233 01
1.355 82	1.362 55 × 10 ⁻¹	1

● Work, Energy, and Quantity of Heat

J	kJ	W·h	kgf·m	kcal	ft·lbf	Btu
1	1 × 10 ⁻³	2.777 78 × 10 ⁻⁷	1.019 72 × 10 ⁻¹	2.388 89 × 10 ⁻⁴	(7.375 62 × 10 ⁻³)	(9.478 17 × 10 ⁻⁴)
1 × 10 ³	1	2.777 78 × 10 ⁻⁴	1.019 72 × 10 ²	2.388 89 × 10 ⁻¹	(7.375 62 × 10 ⁰)	(9.478 17 × 10 ⁻¹)
3.600 × 10 ³	3.600 × 10 ³	1	3.670 98 × 10 ³	8.600 0 × 10 ³	(2.685 22 × 10 ³)	(3.412 14 × 10 ³)
9.806 65	9.806 65 × 10 ⁻³	2.724 07 × 10 ⁻⁶	1	2.342 70 × 10 ⁻⁴	7.233 01	(9.294 91 × 10 ⁻⁴)
4.186 05 × 10 ³	4.186 05	1.162 79 × 10 ⁻³	4.268 58 × 10 ³	1	(3.087 47 × 10 ³)	3.968 25
1.355 82	1.355 82 × 10 ⁻³	(3.765 16 × 10 ⁻⁷)	1.382 55 × 10 ⁻¹	(3.238 9 × 10 ⁻⁴)	1	(1.285 07 × 10 ⁻³)
1.055 06 × 10 ³	1.055 06	(2.930 71 × 10 ⁻¹)	(1.075 85 × 10 ³)	2.52 × 10 ⁻¹	(7.781 59 × 10 ³)	1

Note: 1 J = 1 W·s = 1 N·m 1 W·h = 3.600 W·s 1 cal = 4.186 05 J (Subject to weight and measure act) Btu: British Quantity of Heat

● Power (Power, Dynamic) and Heat Flow

W	kW	kgf·m/s	PS	kcal/h	ft·lbf/s	HP	Btu/h
1	1 × 10 ⁻³	1.019 72 × 10 ⁻¹	1.359 62 × 10 ⁻³	9.600 0 × 10 ⁻¹	(7.375 62 × 10 ⁻³)	1.341 02 × 10 ⁻³	(3.412 14)
1 × 10 ³	1	1.019 72 × 10 ²	1.359 62	9.600 0 × 10 ²	(7.375 62 × 10 ⁰)	1.341 02	(3.412 14 × 10 ³)
9.806 65	9.806 65 × 10 ⁻³	1	1.333 33 × 10 ⁻³	8.433 71	(7.233 01)	(1.315 09 × 10 ⁻³)	(3.466 17 × 10 ³)
7.355 × 10 ³	7.355 × 10 ³	7.5 × 10 ³	1	6.325 29 × 10 ³	(5.424 76 × 10 ³)	9.863 22 × 10 ⁻¹	(2.509 63 × 10 ³)
1.162 79	1.162 79 × 10 ⁻³	1.185 72 × 10 ⁻¹	1.580 95 × 10 ⁻³	1	(8.576 3 × 10 ⁻¹)	(1.559 33 × 10 ⁻³)	(3.967 6)
1.355 82	1.355 82 × 10 ⁻³	(1.382 55 × 10 ⁻¹)	(1.843 40 × 10 ⁻¹)	(1.156)	1	(1.918 18 × 10 ⁻⁴)	(4.626 24)
7.457 × 10 ³	7.457 × 10 ³	(2.604 02 × 10 ¹)	1.013 87	(6.413 02 × 10 ³)	5.5 × 10 ³	1	(2.544 43 × 10 ³)
2.930 71 × 10 ⁻¹	2.930 71 × 10 ⁻¹	(2.988 49 × 10 ⁻¹)	(3.984 66 × 10 ⁻¹)	(2.520 41 × 10 ⁻¹)	(2.161 58 × 10 ⁻¹)	(3.530 14 × 10 ⁻⁴)	1

Note: 1 W = 1 J/s PS: French horse power 1 PS = 0.735 5 kW (Subject to Enforcement Law of Weight and Measure Act)
1 cal = 4.186 05 J (Subject to weight and measure act) HP: British horse power Btu: British quantity of heat