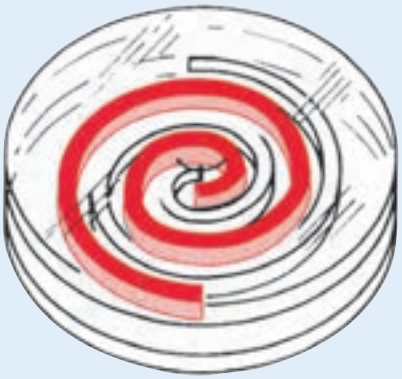
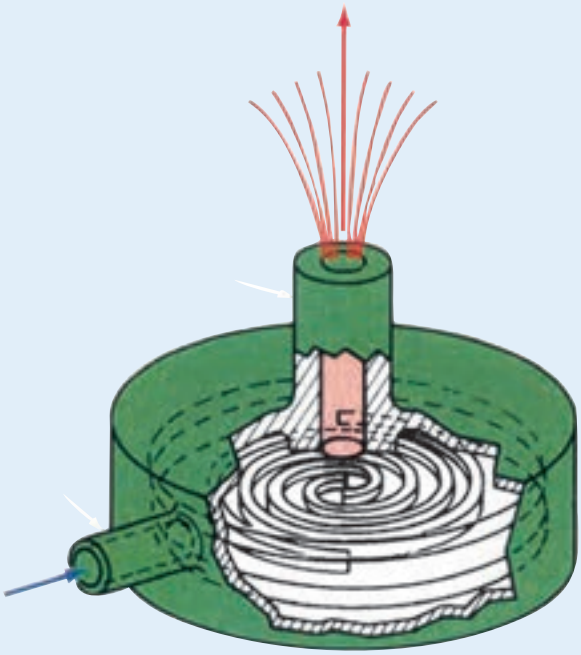
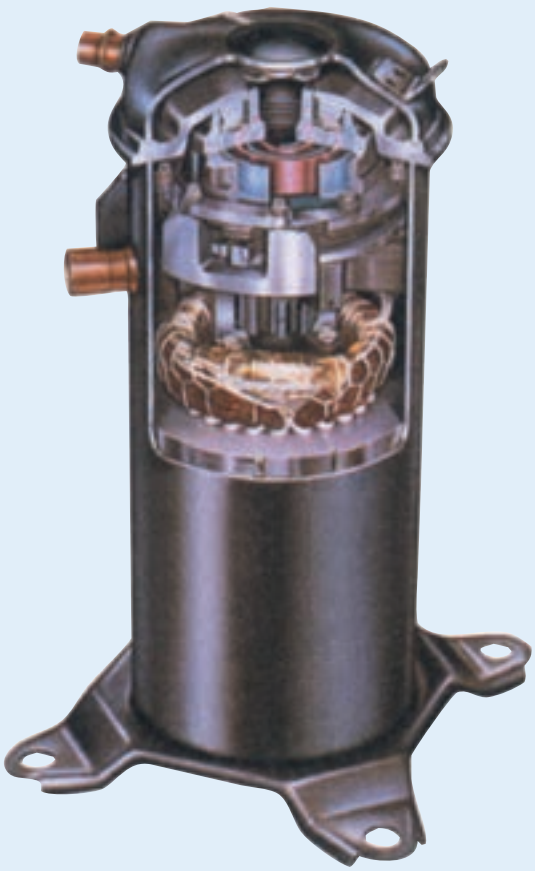
فصل سوم







فصل سوم

کمپرسورها

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ انواع کمپرسور را نام ببرد.

۲ــ اجزا اصلی کمپرسور تناوبی را نام ببرد.

۳ــ چگونگی کار کمپرسور تناوبی را توضیح دهد.

۴ــ انواع کمپرسور تناوبی را توضیح دهد.

۵ــ چگونگی کار کمپرسور بسته پنج لوله‌ای را از روی شکل توضیح دهد .

۶ ــ روغن کاری کمپرسورها را توضیح دهد.

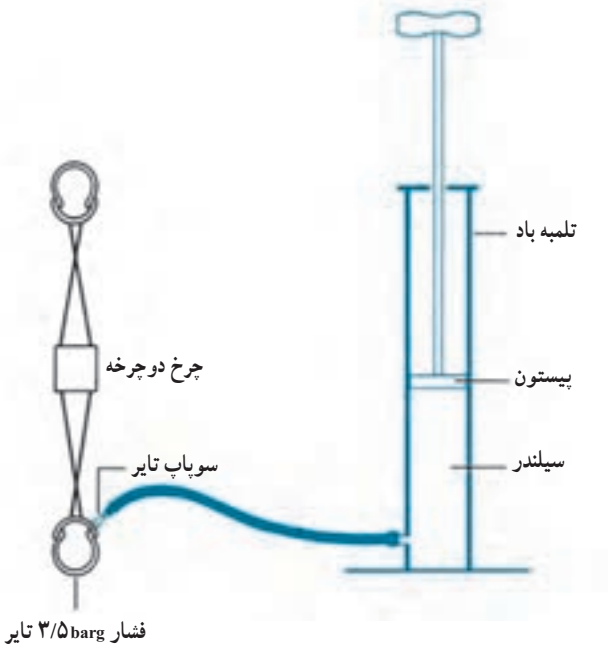
۷ــ لزوم کنترل ظرفیت را بیان کند.

۸ ــ روش‌های کنترل ظرفیت را شرح دهد.

۹ــ تعیین قدرت کمپرسور یخچال‌ها و فریزرها را توضیح دهد.

۳ــ کمپرسورها

کمپرسور قلب یک سیستم تبرید تراکمی است که با ایجاد اختلاف فشار موجب گردش مادهٔ سرمازا در سیستم می‌شود. شکل ۱ــ۳ تلمبه باد یک دوچرخه را که نوع ساده یک کمپرسور است نشان می‌دهد. تلمبه شامل یک سیلندر و یک پیستون است. پیستون در داخل سیلندر می‌تواند بالا و پایین حرکت کند. وقتی که پیستون به‌طرف بالا کشیده می‌شود، هوا در اثر فشار آتمسفر داخل سیلندر می‌شود و چنانچه پیستون را به پایین فشار دهیم حجم هوا کم شده و فشار آن بیشتر می‌شود. زمانی که فشار هوا در داخل سیلندر بیشتر از فشار هوا در داخل تایر دوچرخه بشود، سوپاپ روی تایر باز شده و هوا وارد تایر می‌شود. متراکم شدن هوا باعث برخورد بیشتر مولکول‌ها شده درنتیجه دمای هوا افزایش می‌یابد و موجب گرم شدن بدنه سیلندر می‌شود.



شکل ۱ــ۳ــ یک کمپرسور ساده

۱ــ۳ــ انواع کمپرسور

کمپرسورهای متداول در سیستم‌های تبرید عبارتند از :

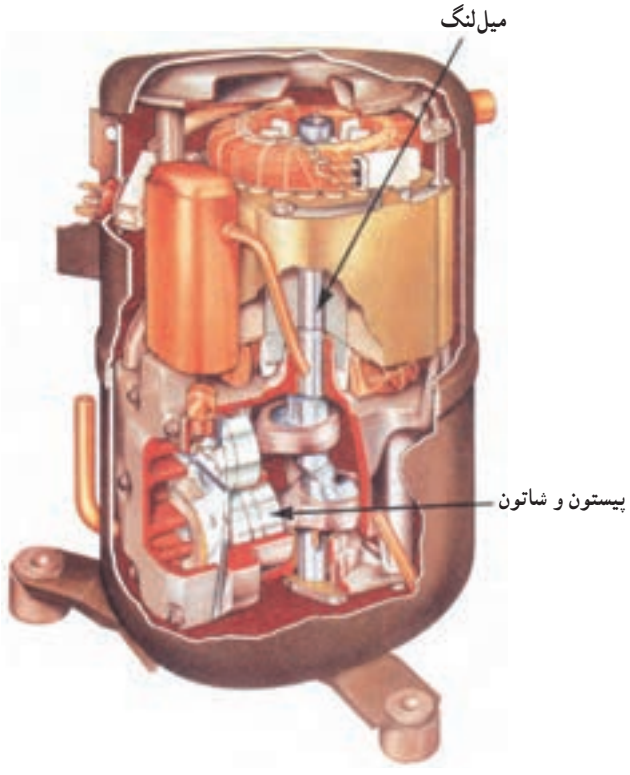
۱ــ کمپرسورهای تناوبی[۱]

۲ــ کمپرسورهای سانتریفوژ (گریز از مرکز[۲])

۳ــ کمپرسورهای پیچی[۳] (اسکرو)

۴ــ کمپرسور طوماری (اسکرول[۴])

در شکل ۲ــ۳ کمپرسورهای مذکور نشان داده شده است.



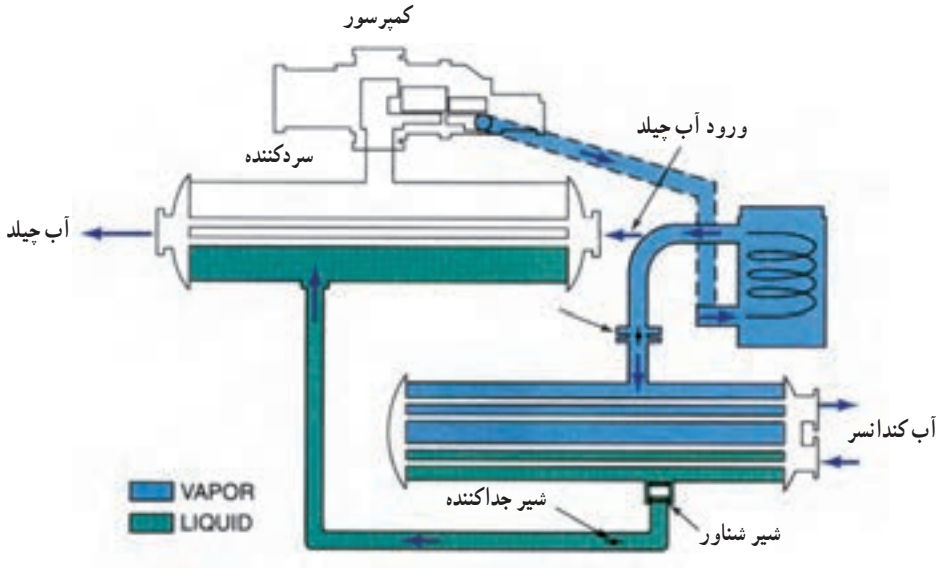
الف) کمپرسور تناوبی

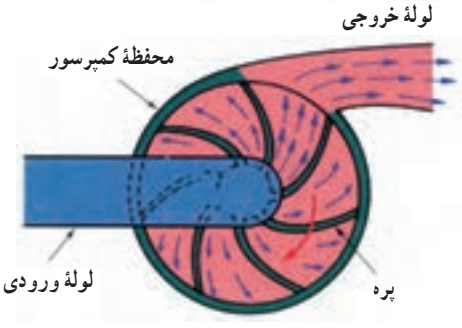
۱ــ Reciprocating Compressors

۲ــ Centrifugal Compressors

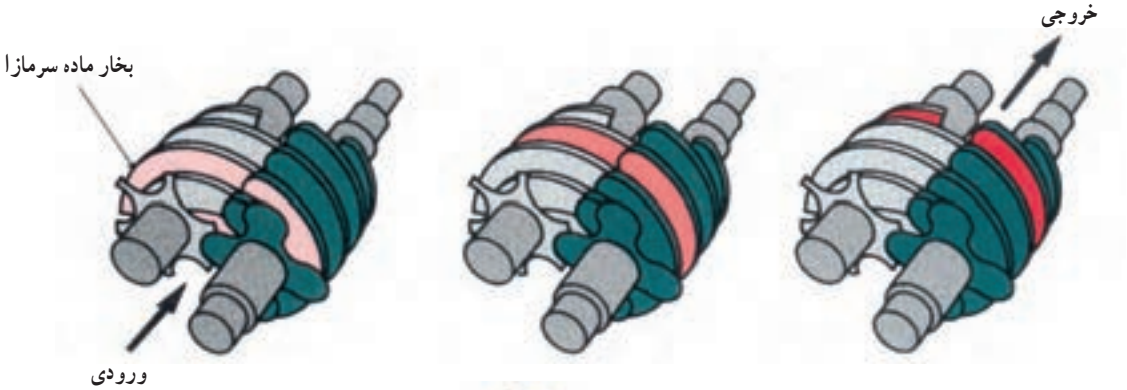
۳ــ Screw Compressors

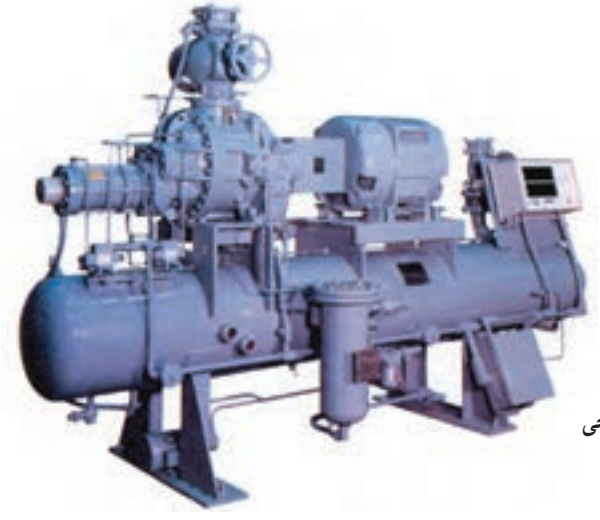
۴ــ Scroll Compressors



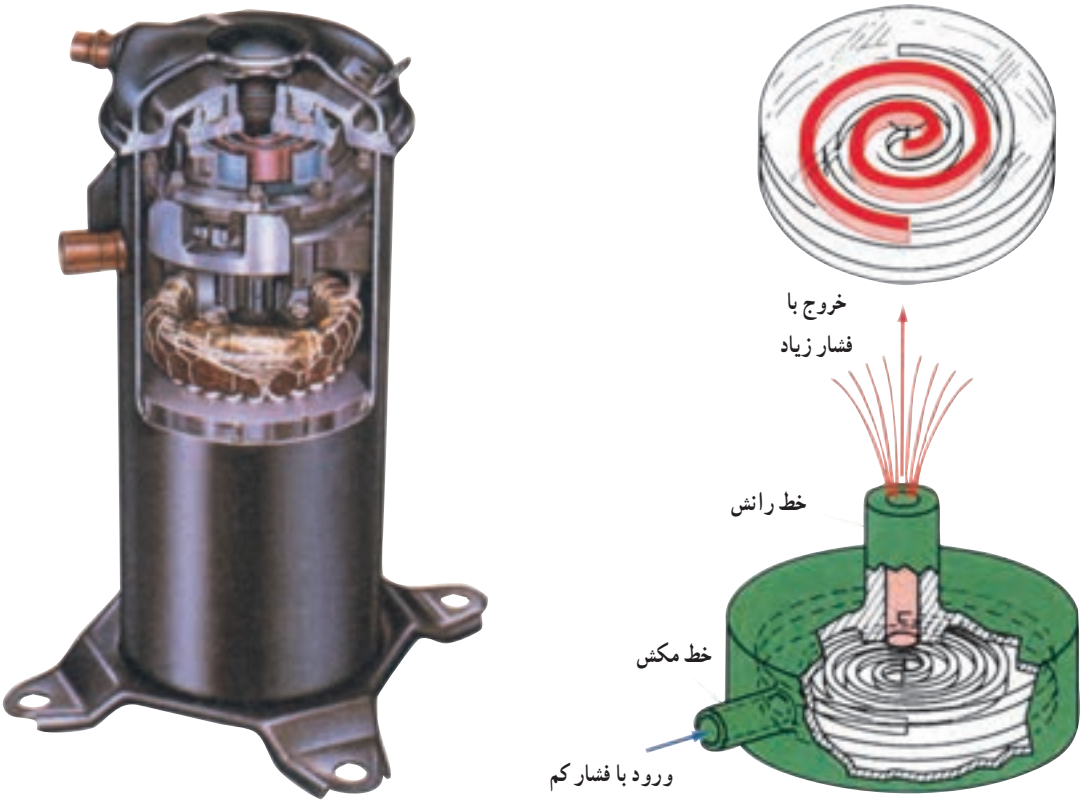


ب) کمپرسور سانتریفوژ





ج) کمپرسور پیچی



د) کمپرسور طوماری (اسکرول)

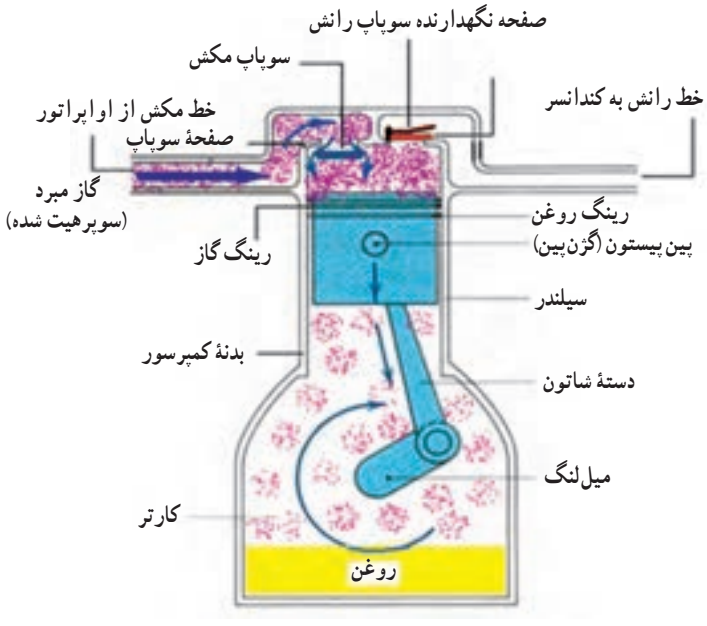
شکل ۲ــ۳ــ انواع کمپرسور

الف) کمپرسور تناوبی ب) کمپرسور سانتریفوژ ج) کمپرسور اسکرو د)کمپرسور اسکرول

۲ــ۳ــ کمپرسورهای تناوبی

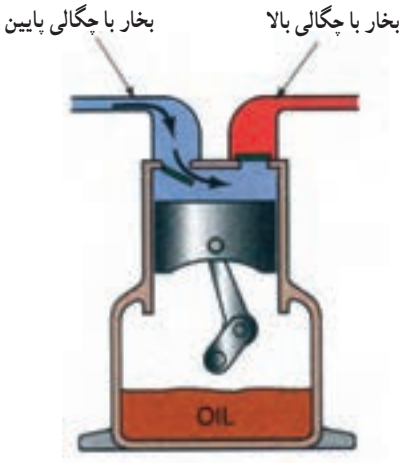
به‌این کمپرسورها کمپرسورهای رفت‌وبرگشتی، کمپرسورهای سیلندر پیستونی و گاهی متقارن گویند.

کمپرسورهای تناوبی در اندازه‌های مختلف از $\frac{۱}{۴}$ تن تبرید تا ۱۰۰ تن تبرید در دسترس می‌باشند. شکل ۳ــ۳ قسمت‌هایی از کمپرسورتناوبی را نشان می‌دهد.



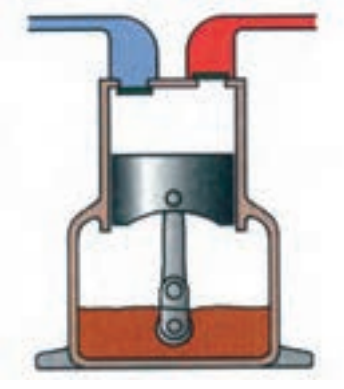
شکل ۳ــ۳ــ کمپرسور تناوبی

وقتی پیستون به‌طرف پایین حرکت می کند به جایی می‌رسد که فشار داخل سیلندر کمتر از فشار خط مکش می‌شود. در این حال سوپاپ مکش باز می‌شود و گاز خط مکش وارد سیلندر شده و آن را پر می‌کند. (شکل ۴ــ۳)



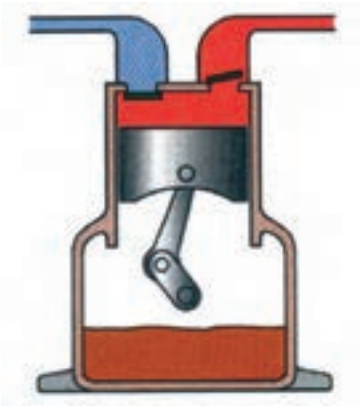
شکل ۴ــ۳ــ پیستون رو به پایین حرکت می‌کند.

وقتی پیستون به پایین‌ترین نقطه (نقطهٔ مرگ پایین) می‌رسد حجم سیلندر به بیشترین مقدار خود می‌رسد هر چند سیلندر در حال پر شدن است. (شکل ۵ــ۳)



شکل ۵ــ۳ــ پیستون در نقطه مرگ پایین

وقتی پیستون شروع به بالا آمدن می کند سوپاپ مکش بسته می‌شود و بالا رفتن فشار در سیلندر آغاز می‌شود. در نزدیکی بالای سیلندر وقتی فشار داخل سیلندر بیشتر از فشار بالای سوپاپ رانش می‌شود سوپاپ رانش بازشده و گاز به قسمت فشار بالای سیستم تخلیه می‌شود. (شکل ۶ــ۳)



شکل ۶ــ۳ــ پیستون رو به بالا حرکت می‌کند.

زمانی که پیستون به بالاترین نقطهٔ خود (نقطهٔ مرگ بالا می‌رسد) یک فضای خالی بین سرسیلندر و پیستون باقی می‌ماند که مقداری گاز پرفشار در این قسمت وجود دارد که تخلیه نمی‌شود و در سیکل بعدی مجدداً منبسط می‌شود. (شکل ۷ــ۳)

شکل ۷ــ۳ــ پیستون در نقطه مرگ بالا

۳ــ۳ــ انواع کمپرسور تناوبی

کمپرسور تناوبی بر سه گونه‌اند :

۱ــ کمپرسورهای بسته[۱]

۲ــ کمپرسورهای نیمه بسته[۲]

۳ــ کمپرسورهای باز[۳]

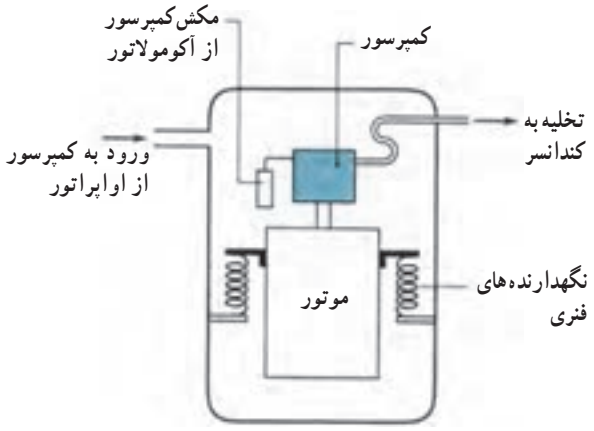
۱ــ Hermetic ۲ــ Semi Hermetie ۳ــ Open

۱ــ۳ــ۳ــ کمپرسورهای بسته : کمپرسور بسته در شکل‌های ۸ــ۳ و ۹ــ۳ نشان داده شده است. کمپرسور و موتور در داخل یک پوسته قرار گرفته و جوشکاری شده است. اگر موتور چنین کمپرسوری بسوزد یا سوپاپ آن بشکند کمپرسور غیر قابل استفاده می‌شود.

لوله مکش از اواپرتور به‌داخل پوسته منتقل شده است. محتویات داخل پوسته از جمله الکتروموتور به‌وسیلهٔ گاز سرمازا خنک می‌شود. قطر لوله رانش کوچک‌تر از قطر لوله مکش کمپرسور بوده و داخل کمپرسور از میان پوسته عبور کرده به کندانسر هدایت می‌شود. به‌طور معمول کمپرسورهای بسته را تا ظرفیت ۲۰ تن تبرید تولید می‌کنند.

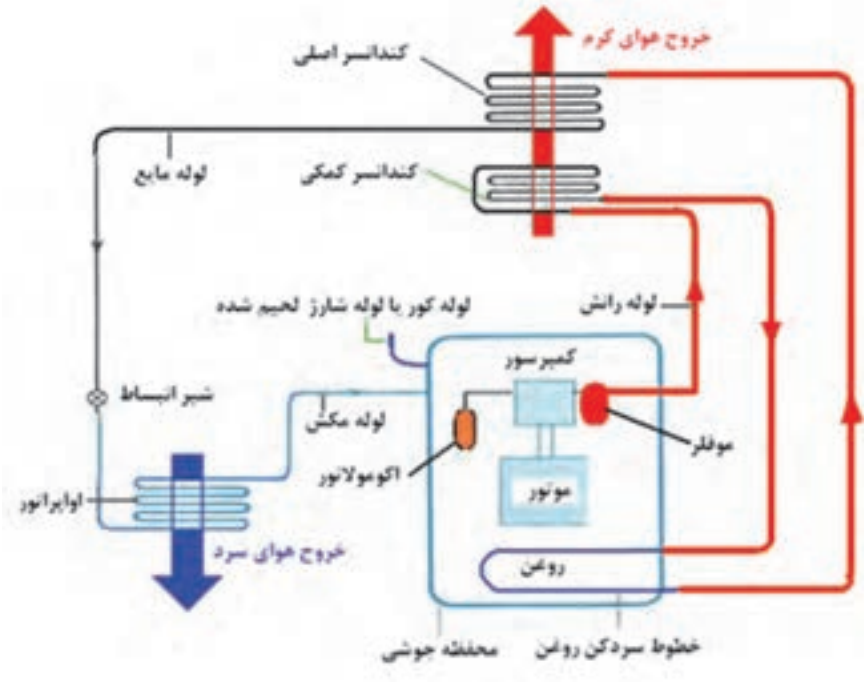
بر روی بیشتر کمپرسورهای بسته سه عدد لوله متصل شده است. برخی از کمپرسورهای بسته روی بدنه خود دو لوله اضافی دیگر برای خنک کاری روغن دارند که جمعاً پنج لوله به بدنه کمپرسور متصل است. این دو لوله به‌قسمت پایین کمپرسور (کارتر) وصل می‌شود. شکل ۱۰ــ۳ اتصال خنک‌کن روغن و عبور آن از پایین کمپرسور را نشان می‌دهد.

گاز داغ از رانش کمپرسور به سمت کندانسر کمکی رفته پس از عبور از آن کمی خنک می‌شود. گاز خنک شده از میان



شکل ۸ــ۳ــ یک کمپرسور تناوبی با فنرهای نگهدارنده در داخل پوسته

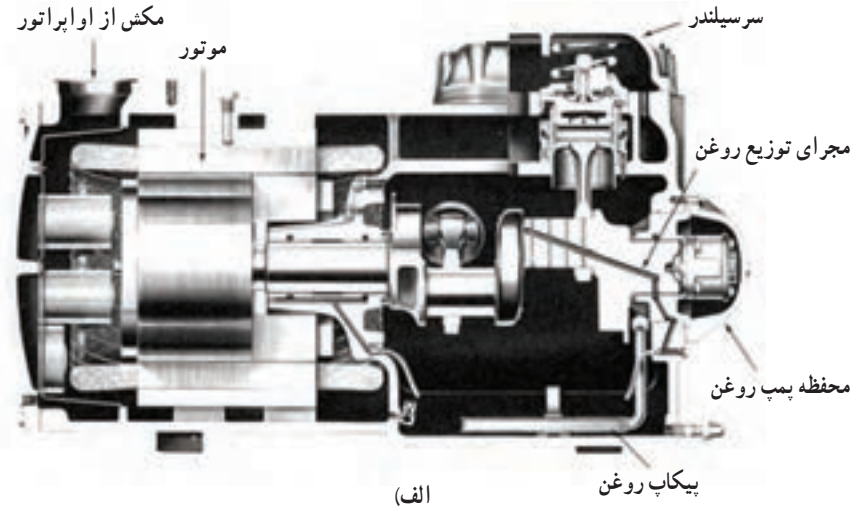
شکل ۹ــ۳ــ نمای ظاهری یک کمپرسور بسته



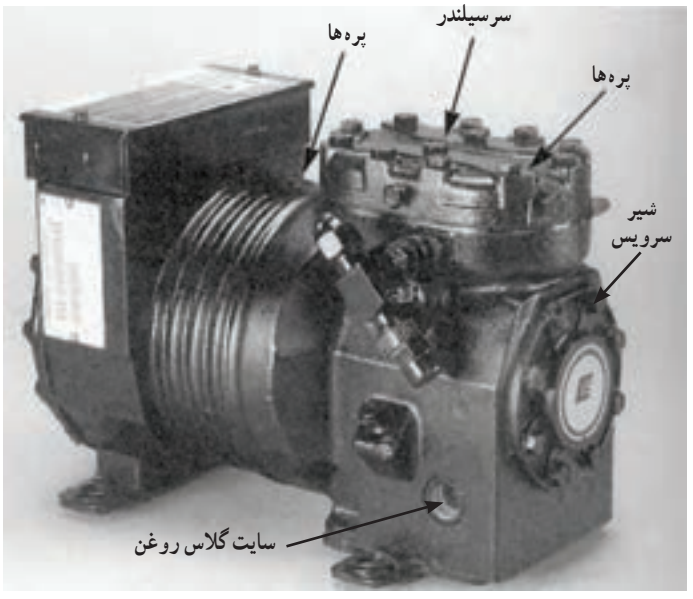
شکل ۱۰ــ۳ــ یک کمپرسور بسته با خنک‌کن روغن

کویلی که در ته کمپرسور نصب شده عبور کرده و گرمای روغن کمپرسور را خارج می‌کند سپس گاز از میان کندانسر اصلی عبور کرده و فرآیند معمولی سیستم انجام می‌شود.

۲ــ۳ــ۳ کمپرسورهای نیمه بسته : کمپرسورهای نیمه بسته یا بستهٔ قابل تعمیر می‌باشد که در اندازه‌های بزرگ‌تر ساخته می‌شوند (شکل۱۱ــ۳). در این نوع کمپرسور، مجموعهٔ موتور و کمپرسور در یک محفظهٔ بسته می‌باشند که مجموعهٔ فوق با باز کردن چند پیچ قابل دسترس بوده و کلیهٔ قطعات کمپرسور می‌تواند از هم جدا شده و تعمیر شوند. شیرهای سرویس روی قسمت مکش و رانش به بدنه کمپرسور متصل و قابل باز شدن هستند. یک عدد شیشه بر روی کارتر نصب شده تا سطح روغن کمپرسور را مشخص نماید. سرسیلندر کمپرسور، صفحه سوپاپ و پمپ روغن همگی قابل تعویض و تعمیر هستند. کمپرسورهای نیمه‌بسته زیر ۳ تن تبرید به‌ندرت استفاده می‌شوند.



الف)



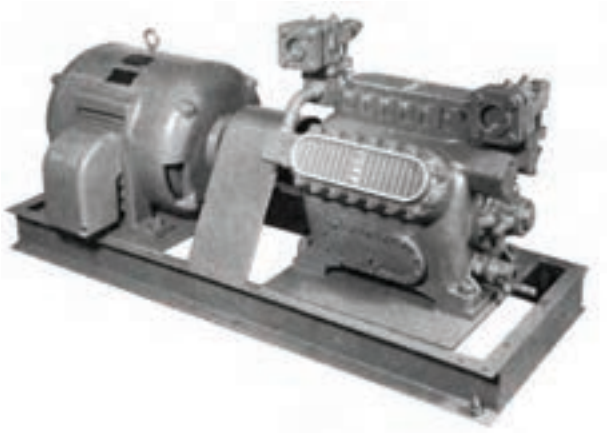
ب)

شکل ۱۱ــ۳ــ کمپرسور نیمه بسته
الف) برش خورده ب) واقعی

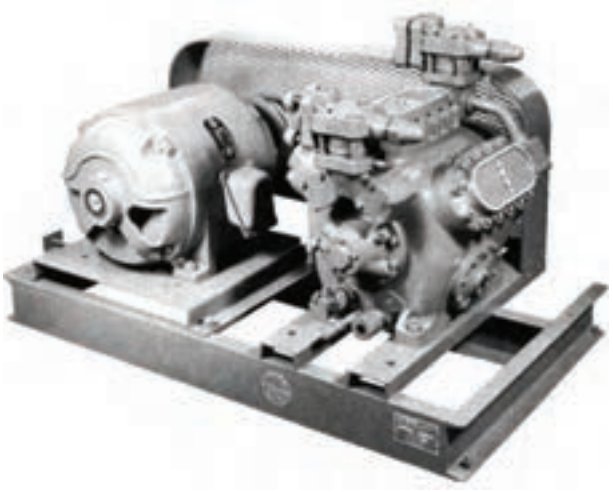
۲ــ۳ــ۳ــ کمپرسورهای باز : به کمپرسورهایی گفته می‌شود که قسمت الکتروموتور (محرک) آن از کمپرسور جداست. ارتباط بین الکتروموتور با کمپرسور به دو صورت انجام می‌گیرد.

الف) اتصال مستقیم : اتصال محور الکتروموتور به کمپرسور توسط یک کوپلینگ انجام می‌گیرد. چون محور کمپرسور از بدنه خارج می‌شود باید از کاسه نمد مناسب برای جلوگیری از نشت ماده سرمازا و روغن استفاده شود (شکل ۱۲ــ۳ــ الف)

ب) اتصال توسط تسمه : محورهای الکتروموتور و کمپرسور به‌موازات هم هستند. توسط چرخ تسمه و تسمه حرکت الکتروموتور به کمپرسور منتقل می‌شود. هرچند روش اتصال قدیمی است باز هم از آن در مواردی استفاده می‌شود. کمپرسورهای باز در ظرفیت‌های بالاتری ساخته می‌شوند. (شکل ۱۲ــ۳ــ ب)



الف) کمپرسور باز اتصال مستقیم



ب) کمپرسور باز با اتصال توسط تسمه

شکل ۱۲ــ۳ــ کمپرسور باز

۴ــ۳ــ روغن‌کاری کمپرسور[1]

سطوح بین قطعات متحرک کمپرسورها باید روغن‌کاری شود. دو روش برای روغن کاری کمپرسور وجود دارد :

۱ــ روغن کاری به‌روش پاششی[2]

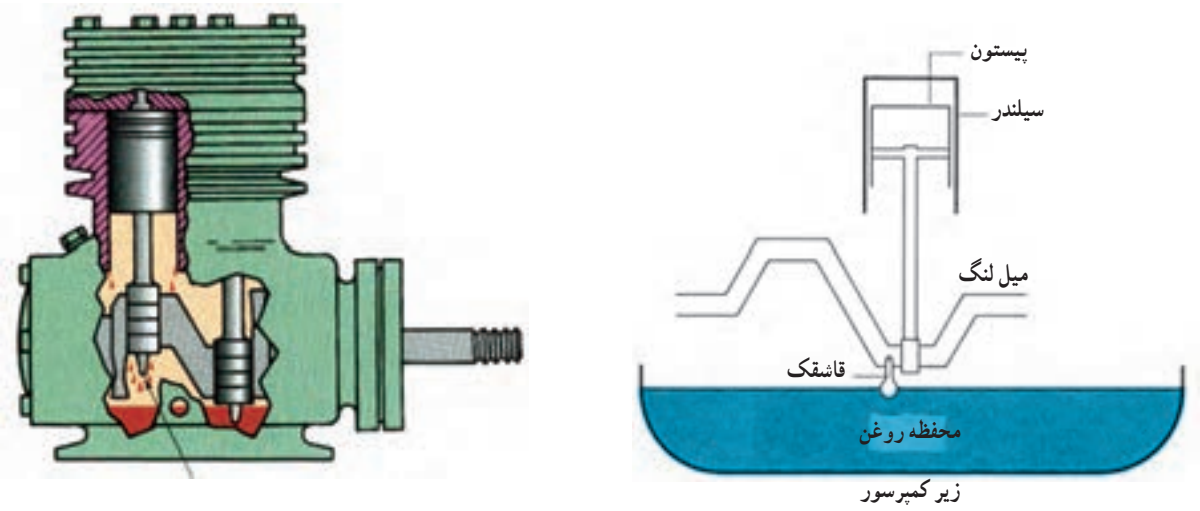
۲ــ روغن کاری به‌روش فشاری[3] (اجباری)

۱ــ۴ــ۳ــ در روش اوّل روغن کاری با گردش میل لنگ در روغن داخل محفظه میل لنگ (کارتر) آغاز می‌شود. با هر بار گردش میل لنگ قاشقک روی آن روغن را به یاتاقان‌ها و شیارهای مرتبط به یاتاقان‌ها پرتاب می‌کند. روغن هم‌چنین به‌زیر پیستون و جداره سیلندر نیز پاشیده می‌شود. (شکل ۱۳ــ۳ــ الف). در نوع دیگر میل لنگ به‌طور عمودی در پوسته قرار گرفته است. با دور گرفتن موتور، روغن در اثر نیروی گریز از مرکز از مجرای طولی میل لنگ بالا آمده و قطعات گردنده را روغن کاری می‌کند. (شکل ۱۳ــ۳ــ ب) روغنکاری به‌روش پاششی در کمپرسورهای کوچک کاربرد دارد.

۱ــ Lubrication

۲ــ splash system

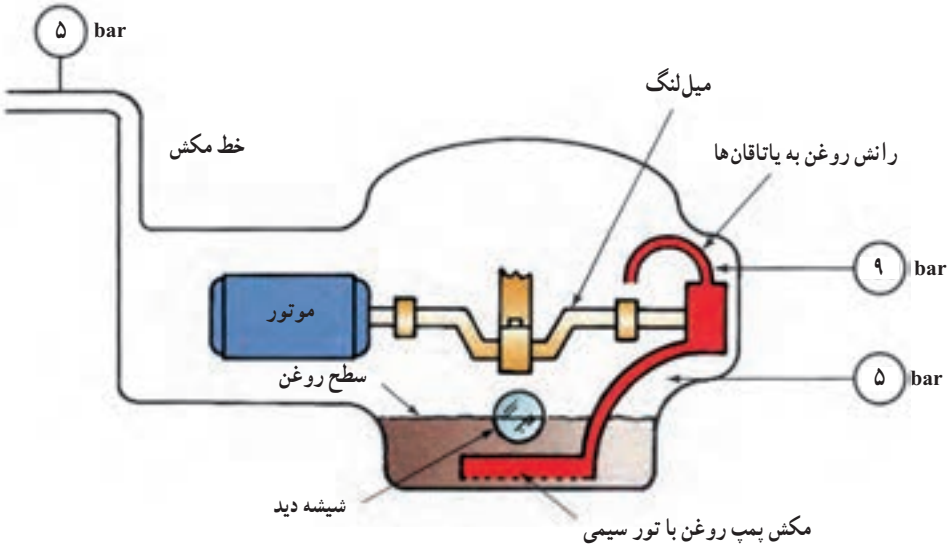
۳ــ force ــ feed or pressure system



شکل ۱۳ــ۳ــ روغن کاری پاششی کمپرسور

۲ــ۴ــ۳ــ در سیستم روغن کاری فشاری از یک پمپ روغن مطابق شکل ۱۴ــ۳ استفاده می‌شود. میل لنگ با سطح روغن در تماس نیست. پمپ روغن در انتهای میل لنگ قرار گرفته است و به‌وسیلهٔ میل لنگ می‌چرخد. فشار مکش پمپ روغن عملاً همان فشار مکش کمپرسور است. اگر فشار خروجی پمپ ۹bar و فشار مکش کمپرسور ۵bar باشد فشار خالص مفید پمپ ۴bar خواهد بود.

پمپ، روغن را از کارترگرفته و با فشار از طریق مجاری و راهگاه‌های میل‌لنگ به محل روغن‌کاری می‌رساند.



شکل ۱۴ــ۳ــ پمپ روغن

۵ــ۳ــ کنترل ظرفیت

یک سیستم تبرید برای سخت‌ترین شرایط طراحی و انتخاب می‌شود. بنابراین در بیشتر مواقع کمپرسور در ظرفیتی کمتر از ظرفیت طراحی کار می‌کند. باید تدابیری برای تناسب ظرفیت کمپرسور با سرمای مورد نیاز پیش بینی شود تا بتوان میزان سرمادهی را با توجه به کاهش دمای فضای مورد نظر کم

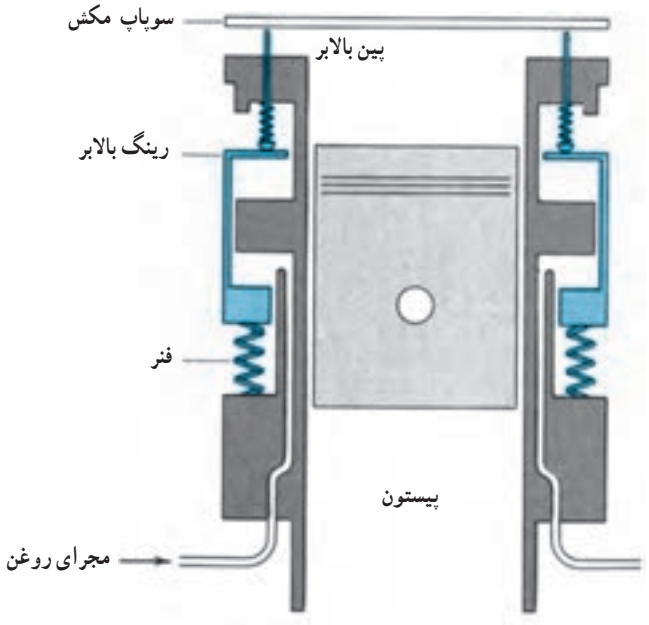
کرد. ساده‌ترین روش کم کردن ظرفیت سرمایی خاموش و روشن کردن کمپرسور است که در یخچال‌های خانگی، کولرهای گازی و سیستم‌های کوچک به‌این روش عمل می‌شود.

الکتروموتور کمپرسورهای بزرگ خاموش و روشن شدن‌های زیاد (بیشتر از یک بار در نیم ساعت) را تحمل نمی‌کند. بنابراین در کمپرسورهای بزرگ به‌روش های مختلف ظرفیت کمپرسور را کم می‌کنند تا با بار سرمایی مورد نیاز متناسب شود. یکی از روش‌های مورد استفاده بی‌بار کردن سیلندر است.

در روش بی‌بار کردن سیلندر سوپاپ مکش را به‌حالت باز نگه می‌دارند. سیلندری که سوپاپ مکش آن باز است سیلندر بی‌بار گفته می‌شود. در سیلندر بی‌بار عمل تراکم انجام نمی‌شود و توان خیلی کمی از موتور صرف حرکت بالا و پایین پیستون می‌شود.

در روش بی‌بار کردن از یک ترموستات چند مرحله‌ای استفاده می‌شود وقتی بار سرمایی یا به‌عبارتی سرمای مورد نیاز کم می‌شود دمای فضا کاهش می‌یابد. با فرمان یک مرحله از ترموستات یکی از سیلندرهای یک کمپرسور چهار سیلندری بی‌بار می‌شود و کمپرسور با سه سیلندر و با $\frac{۳}{۴}$ ظرفیت کار می‌کند. با ادامه یافتن کاهش نیاز سرمایی دمای فضا باز هم کاهش می‌یابد و مرحله دوم ترموستات فرمان بی‌بار شدن دومین سیلندر را صادر می‌کند و کمپرسور با $\frac{۱}{۲}$ ظرفیت به‌کار خود ادامه می‌دهد. اگر نیاز سرمایی باز هم کم شود سیلندر سوم بی‌بار می‌شود و کمپرسور با یک سیلندر و $\frac{۱}{۴}$ ظرفیت به‌کار خود ادامه می‌دهد. در صورتی که بار سرمایی باز هم کم شود و دمای فضا پایین‌تر رود کمپرسور خاموش می‌شود.

در شکل ۱۵ــ۳ شماتیک چگونگی بی‌بار شدن سیلندر و باز نگه داشتن سوپاپ نشان داده شده است. لازم به‌ذکر است که وقتی مسیر روغن بی‌بار کننده توسط شیر مغناطیسی قطع می‌شود یا کمپرسور خاموش است فشار فنر رینگ بالابر را بالا برده سوپاپ را باز نگه می‌دارد. اگر مسیر روغن باز باشد، فشار روغن بر فشار فنر غلبه می‌کند در نتیجه رینگ بالابر به‌طرف پایین حرکت می‌کند و سوپاپ مکش در محل خود قرار می‌گیرد.



شکل ۱۵ــ۳ــ مکانیزم بی‌بار کننده
وقتی کمپرسور خاموش است یا کلید کنترل ظرفیت و رود روغن به‌سیستم بی‌بارکننده را قطع می‌کند فشار فنر رینگ بالابر را بالا برده سوپاپ را بالا و باز نگه می‌دارد و سیلندر بی‌بار می‌شود.

۶ــ۳ــ تعیین قدرت کمپرسور یخچال‌ها و فریزرها

در شکل ۱۶ــ۳ انواع یخچال و فریزرهای خانگی در حجم و مدل‌های مختلف آمده است. در مقابل هر مدل یخچال یا فریزر نوع عایق مصرفی (پشم شیشه یا پلی یورتان) و ظرفیت کمپرسور با توجه به حجم آن قید شده است چنان چه مشاهده می‌کنید هر اندازه حجم یخچال یا فریزر بزرگ‌تر می‌شود ظرفیت کمپرسور نیز بیشتر می‌شود لیکن آنچه مهم است نوع عایق می‌باشد که در ظرفیت کمپرسور بیشتر اثرگذار است. در یک حجم برابر عایق فوم (پلی یورتان) بهتر از عایق پشم شیشه عمل کرده و باعث می‌شود ظرفیت کمپرسور کمتر شده و به نسبت هزینه تهیه کمپرسور و برق مصرفی آن نیز کاهش می‌یابد برای مثال در فریزر صندوقی خوابیده ۱۱ الی ۱۳ فوت مکعبی (۳۱۱ــ۳۶۸ لیتری) با عایق پشم شیشه کمپرسوری با توان $\frac{۱}{۵}$ اسب بخار نیاز است در حالی که فریزر فوق با همان حجم ولی با عایق فوم می‌تواند کمپرسوری با توان $\frac{۱}{۶}$ اسب را داشته باشد که از نظر اقتصادی به صرفه‌تر است.

شکل ۱۶ــ۳ــ قدرت کمپرسور برای انواع مختلف یخچال و فریزر با دو نوع عایق پشم شیشه و فوم

۷ــ۳ــ پرسش و تمرین

پرسش‌های چهار گزینه‌ای

۱ــ علت گرم شدن بدنه تلمبه باد در اثر حرکت پیستون داخل سیلندر کدام است.

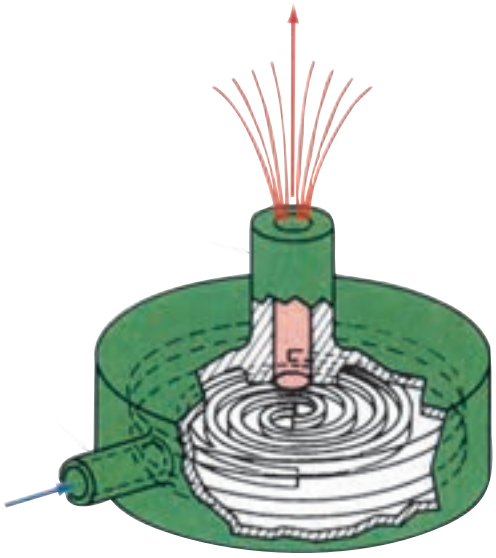
الف) متراکم شدن هوا و برخورد بیشتر مولکول‌های هوا

ب) کاهش سرعت مولکول‌های هوا

ج) افزیش سرعت خروج هوا از تلمبه

د) تماس پیستون با بدنه سیلندر

۲ــ شکل مقابل نمایش کدام نوع کمپرسور می‌باشد.



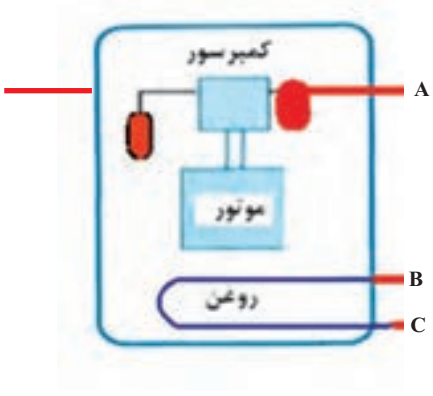
الف) تناوبی

ب) سانتریفوژ

ج) اسکرو

د) اسکرول

۳ــ در شکل زیر (کمپرسور پنج لوله‌ای با خنک کن روغن) لوله‌های A، B، C به ترتیب به‌کجا نصب می‌شوند؟ (امتحان نهایی ــ خرداد ۹۱)



۱) کندانسر کمکی ــ کندانسر اصلی ــ کندانسر کمکی

۲) کندانسر اصلی ــ کندانسر کمکی ــ کندانسر اصلی

۳) کندانسر کمکی ــ کندانسر کمکی ــ کندانسر اصلی

۴) کندانسر اصلی ــ کندانسر اصلی ــ کندانسر کمکی

۴ــ کمپرسورهای تناوبی در ظرفیت‌های چند تن تبرید ساخته می‌شوند؟

الف) ۴ تا ۱۰۰ ب) ۴ تا ۱۵۰

ج) $\frac{۱}{۴}$ تا ۱۰۰ د) $\frac{۱}{۴}$ تا ۱۵۰

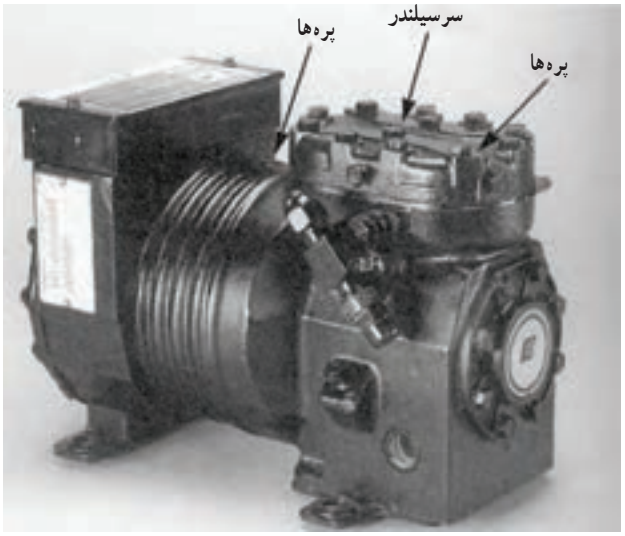
۵ــ شکل زیر کدام کمپرسور را نشان می‌دهد؟ (امتحانات نهایی ــ دی ۹۰)

الف) بسته

ب) باز

ج) نیمه بسته

د) پیچی



۶ــ علت نصب شیشه بر روی کارتر کمپرسورهای نیمه بسته کدام است؟

الف) کنترل سطح روغن کمپرسور

ب) کنترل میزان ماده مبرد

ج) کنترل کار صحیح پمپ روغن

د) اطمینان از سالم بودن سیم پیچ کمپرسور

۷ــ علت به‌کارگیری کاسه نمد در کمپرسورهای باز کدام است؟

الف) انتقال گردش محور موتور به کمپرسور

ب) جلوگیری از نشت ماده سرمازا و روغن

ج) روغنکاری اجزاء داخل کمپرسور

د) کنترل سطح روغن داخل کمپرسور

پرسش‌های درست و نادرست

۸ــ به کمپرسورهای تناوبی کمپرسور رفت و برگشتی، سیلندر پیستونی و متقارن نیز می‌گویند.

☐ درست ☐ نادرست

۹ــ در کمپرسور متقارن هنگامی که پیستون تا بالاترین قسمت سیلندر بالا می‌رود فشار خط مکش کم شده و سوپاپ مکش باز می‌شود.

☐ درست ☐ نادرست

۱۰ــ سوپاپ کمپرسورهای نیمه بسته به‌راحتی قابل تعویض است.

☐ درست ☐ نادرست

۱۱ــ قطر لوله تخلیه کمپرسور بسته از قطر لوله مکش بزرگ‌تر است.

☐ درست ☐ نادرست

۱۲ــ از کمپرسورهای نیمه بسته به‌ندرت زیر ۳ تن تبرید استفاده می‌شود.

☐ درست ☐ نادرست

۱۳ــ الکتروموتور کمپرسورهای بزرگ، خاموش و روشن شدن بیشتر از ۲ بار در نیم ساعت را تحمل نمی‌کنند.

☐ درست ☐ نادرست

سؤالات کامل کردنی

۱۴ــ به کمپرسورهای پیچی کمپرسور..... نیز گفته می‌شود.

۱۵ــ الکتروموتور کمپرسورهای بسته به‌وسیله .....خنک می‌شود.

۱۶ــ کمپرسورهای بسته تا ظرفیت .....تن تبرید تولید می‌شود.

۱۷ــ کمپرسورهای رفت و برگشتی از نوع .....قابل تعمیر نمی‌باشند.

۱۸ــ روغن کاری کمپرسورها به‌روش ..... و .....انجام می‌شود.

۱۹ــ در سیستم‌های بزرگ تبرید برای کنترل ظرفیت از روش .....استفاده می‌شود.

واژه مناسب را در جای خالی بنویسید.

«میل لنگ ــ کوپلینگ ــ متقارن ــ بی‌بارکردن سیلندر ــ کاسه نمد ــ شاتون ــ خاموش و روشن کردن کمپرسور»

۲۰ــ به کمپرسورهای تناوبی کمپرسورهای ..... نیز می‌گویند.

۲۱ــ در کمپرسورهای باز اتصال محور الکتروموتور به کمپرسور توسط ..... انجام می‌گیرد.

۲۲ــ در سیستم روغنکاری فشاری، پمپ روغن بر روی ..... قرار می‌گیرد.

۲۳ــ کنترل ظرفیت سیستم‌های کوچک تبرید به‌روش ..... انجام می‌گیرد.

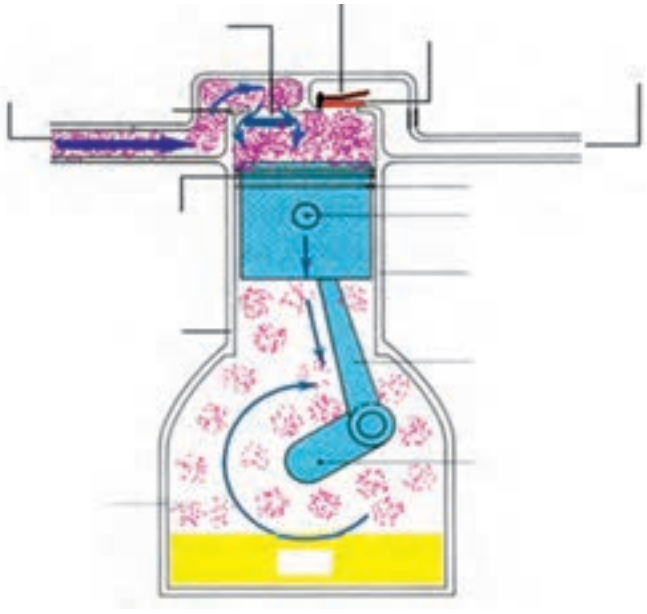
۲۴ــ در کمپرسورهای باز برای جلوگیری از نشت روغن از ..... استفاده می‌شود.

پرسش‌های تشریحی

۲۵ــ وظیفه کمپرسور را شرح دهید.

۲۶ــ انواع کمپرسورهای متداول در سیستم تبرید را نام ببرید.

۲۷ــ اجزاء مشخص شده بر روی شکل کمپرسور تناوبی را بنویسید.



۲۸ــ چگونگی مکش و رانش در کمپرسور تناوبی را شرح دهید. (امتحان نهایی ــشهریور ۸۹)

۲۹ــ طرز کار کمپرسورهای پنج لوله‌ای را شرح دهید. (امتحان نهایی ــ دی ۸۹)

۳۰ــ کمپرسور باز را تعریف کرده و انواع آن را بنویسید.

۳۱ــ روغن‌کاری کمپرسور به‌روش پاششی و فشاری را توضیح دهید.

۳۲ــ علت به‌کارگیری روش‌های کنترل ظرفیت چیست.

۳۳ــ بی‌بار کردن کمپرسور با استفاده از ترموستات چند مرحله‌ای را شرح دهید.

۳۴ــ نحوهٔ بی‌بار شدن سیلندر در روش کنترل ظرفیت با استفاده از بی‌بار کننده را شرح دهید.

۳۵ــ در یک کمپرسور چهار سیلندر در چند مرحله و چند درصد می‌توان ظرفیت کمپرسور را بی‌بار کرد. (امتحان نهایی ــ دی ۹۱)