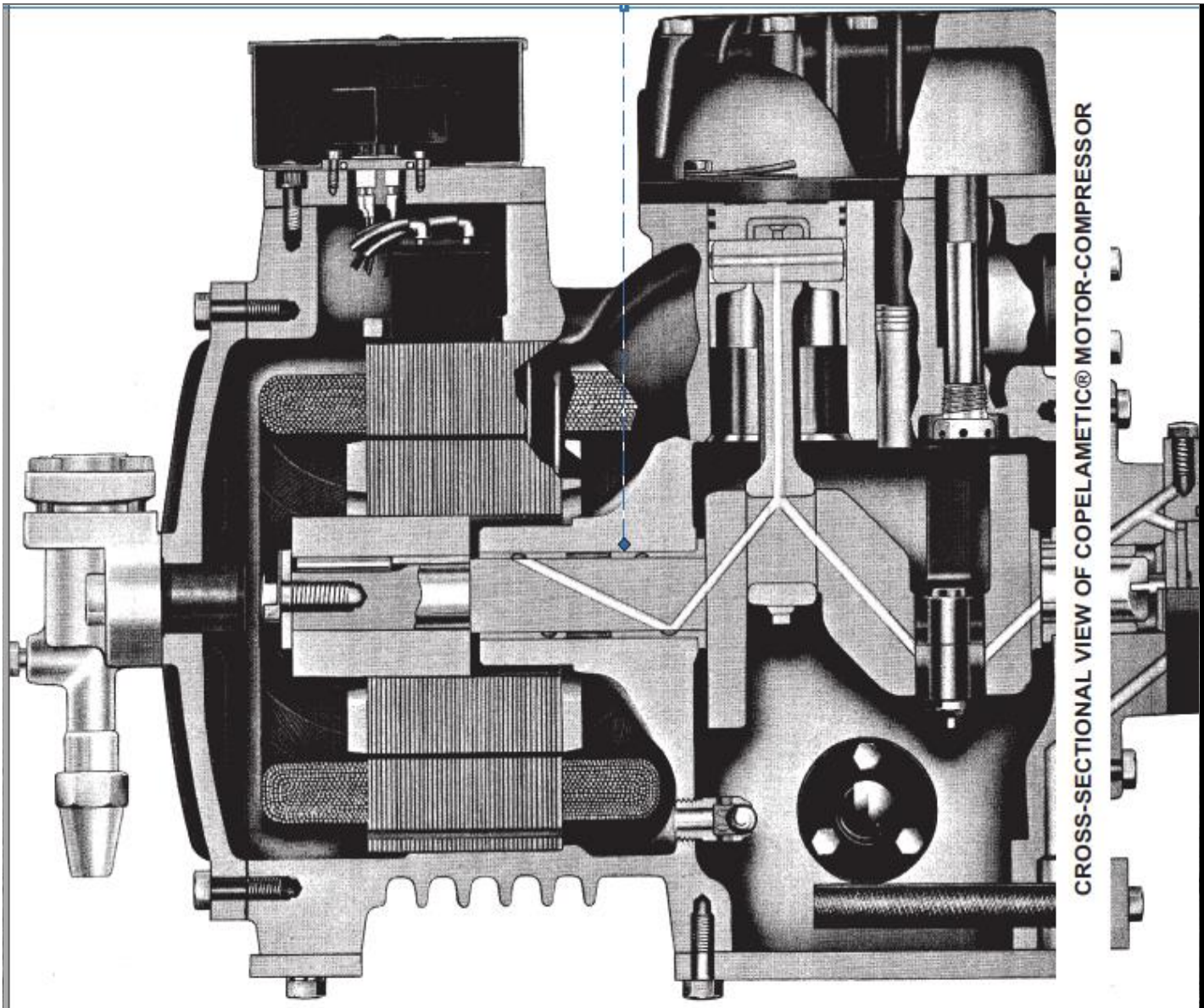


CROSS-SECTIONAL VIEW OF COPELAMETIC MOTOR-COMPRESSOR

Figure 13

کمپرسورهای برودتی COMPRESSORS

گرداورنده مقاله : هادی درویشی

کارشناس برق قدرت ، مدرس ، مشاور ، طراح و مجری سیستمهای برودتی صنعتی

Info@sabacool.ir darvishi_sts@yahoo.com

COMPRESSORS

کمپرسورها

The compressor has two functions in the compression refrigeration cycle. First it removes the refrigerant vapor from the evaporator and reduces the pressure in the evaporator to a point where the desired evaporating temperature can be maintained. Second, the compressor raises the pressure of the refrigerant vapor to a level high enough so that the saturation temperature is higher than the temperature of the cooling medium available for condensing the refrigerant vapor.

کمپرسور در سیکل تبرید تراکمی دو عملکرد دارد. ابتدا بخار مبرد را از اواپراتور خارج می کند و فشار در اواپراتور را تا حدی کاهش می دهد که دمای تبخیر مورد نظر حفظ شود. دوم اینکه کمپرسور فشار بخار مبرد را تا حدی بالا می برد که دمای اشباع بالاتر از دمای محیط خنک کننده موجود برای متراکم کردن بخار مبرد باشد

فهرست

آشنایی با سیکل تبرید تراکمی بخار

دسته بندی کمپرسورها

مقایسه کمپرسورها

1.Vapor-Compression Refrigeration cycle

2.Compressors Type

3.Compressors comparison

Vapor-Compression Refrigeration

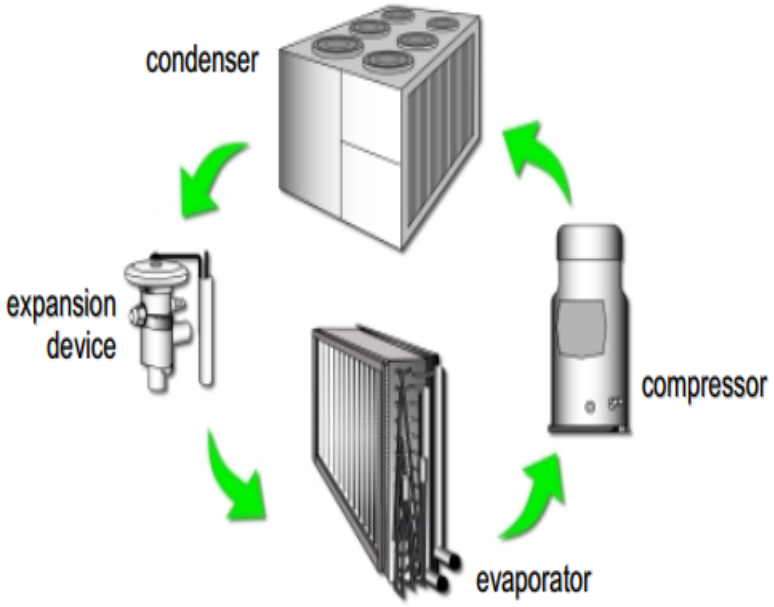
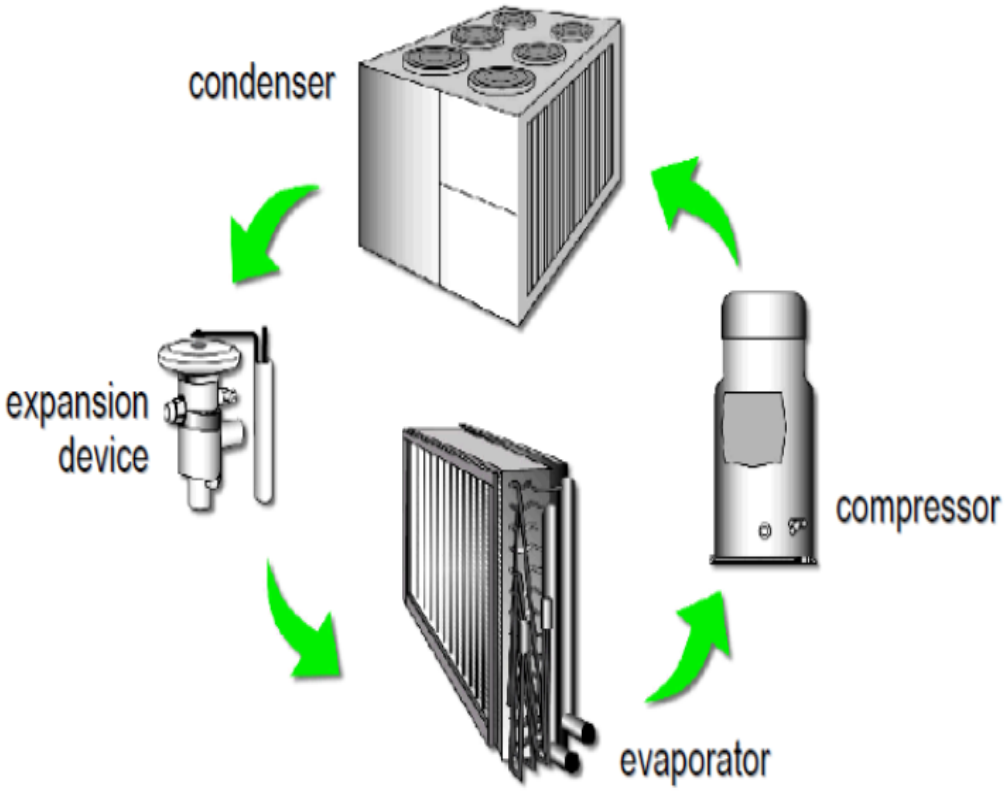


Figure 2

The purpose of the compressor in a refrigeration system is to raise the pressure of the refrigerant vapor from evaporator pressure to condensing pressure. It delivers the refrigerant vapor to the condenser at a pressure and temperature at which the condensing process can be readily accomplished, at the temperature of the air or other fluid used for condensing.

A review of the refrigeration cycle, using the pressure–enthalpy chart, will help to illustrate this point.

سیکلهای تبرید تراکمی



هدف از استفاده کمپرسورهای تبرید در سیکلهای تبرید تراکمی بالا بردن فشار بخار مبرد از فشار اواپراتور به فشار کندانسور می باشد . بخار مبرد در فشار و درجه حرارت اواپراتور وارد کمپرسور شده و پس از خروج از کمپرسور وارد کندانسور می گردد . بررسی چرخه تبرید با استفاده از نمودار فشار- آنتالپی ساده می شود.

Refrigeration Cycle

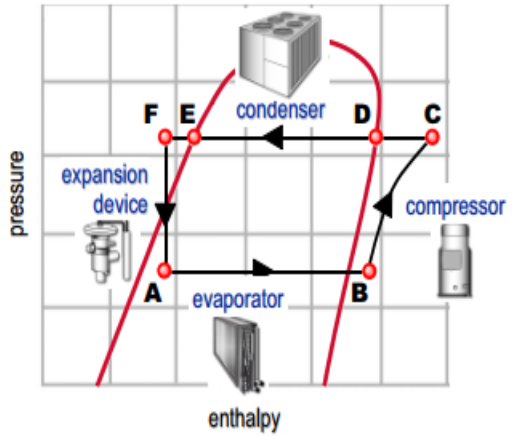


Figure 3

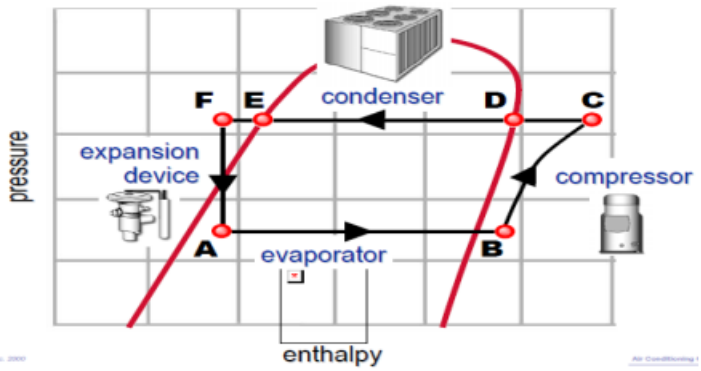
The **pressure–enthalpy (P–*h*) chart** plots the properties of a refrigerant: refrigerant pressure (vertical axis) versus enthalpy, or heat content (horizontal axis). A diagram of the basic vapor-compression refrigeration cycle can be superimposed on a pressure–enthalpy chart to demonstrate the function of each component in the system.

Refrigerant enters the evaporator in the form of a cool, low-pressure mixture of liquid and vapor (**A**). Heat is transferred from the relatively warm air or water to be cooled to the refrigerant, causing the liquid refrigerant to boil and in some cases superheat (**B**). The resulting vapor (**B**) is then pumped from the evaporator by the compressor, which increases the pressure and temperature of the refrigerant vapor. Notice that during the compression process (**B** to **C**), the heat content (enthalpy) of the vapor is increased. The mechanical energy used by the compressor to increase the pressure of the refrigerant vapor is converted to heat energy, called the heat of compression. This causes the temperature of the refrigerant to also rise as the pressure is increased.

The resulting hot, high-pressure refrigerant vapor (**C**) enters the condenser where heat is transferred to ambient air or water at a lower temperature. Inside the condenser, the refrigerant desuperheats (**C** to **D**), condenses into a liquid (**D** to **E**), and, in some cases, subcools (**E** to **F**). The refrigerant pressure inside the condenser is determined by the temperature of the air or water that is available as the condensing media.

This liquid refrigerant (**F**) then flows from the condenser to the expansion device. The expansion device creates a pressure drop that reduces the pressure of the refrigerant to that of the evaporator. At this low pressure, a small portion of the refrigerant boils (or flashes), cooling the remaining liquid refrigerant to the desired evaporator temperature (**A**). The cool mixture of liquid and vapor refrigerant travels to the evaporator to repeat the cycle.

سیکل تبرید



دیاگرام P-H دارای محور عمودی فشار و محور افقی انتالپی یا گرما می باشد که در شکل بالا نشان داده شده است .نمودار فشار آنتالپی را برای نشان دادن عملکرد هر جزء از سیستم تبرید تراکمی می توان استفاده نمود.
نقطه A مبرد سرد وارد اواپراتور می گردد کیفیت مبرد در این مکان مخلوط کم فشار مایع و بخار مبرد است .

نقطه B نشان می دهد که گرمای دریافت شده از طریق اواپراتور به مبرد انتقال یافته است و مبرد را به جوش در آورده است و در بیشتر موارد منجر به سوپر هیت شدن مبرد می گردد که در نتیجه بخار از نقطه B توسط کمپرسور پمپ می شود و باعث می گردد که فشار ودمای اواپراتور افزایش یابد. توجه شود که طی فرآیند فشرده سازی (B تا C) محتوای حرارت (آنتالپی) افزایش خواهد یافت. انرژی مکانیکی مورد استفاده برای افزایش فشار بخار مبرد به انرژی گرمائی تبدیل می شود که به آن گرمای فشرده سازی نیز می گوئیم . با افزایش فشار مبرد دمای آن نیز افزایش خواهد یافت.

در نتیجه بخار فشار و دما بالا در نقطه C وارد کندانسور می گردد و گرمای آن به هوای محیط یا آب با دمای پائینتر انتقال می یابد در داخل کندانسور از C تا D گاز داغ دی سوپر هیت شده و از D تا E کندانس شده وبه مایع تبدیل می گردد و در بیشتر موارد از E تا F ساب کولد می گردد معمولا فشار کندانسور توسط میزانی از هوا یا آب که به کندانسور منتقل میگردد تا دمای گاز و تغییر حالت در آن انجام دهد تعیین می شود.

مایع متراکم خروجی از کندانسور از نقطه F وارد شیر انبساطی میگردد . وظیفه شیر انبساط کاهش فشار از فشار کندانسور تا فشار اواپراتور می باشد . این کاهش فشار مایع مبرد در گذر از شیر انبساطی کمی از مایع گذری را به بخار تبدیل می نماید ولی حجم عمده مبرد بصورت مایع باقی می ماند . امروزه جهت افزایش راندمان سیکلهای تبرید توجه شایانی به میزان بخار در خروج از شیر انساطی می نمایند زیرا هر چه این میزان که به آن Flash Gas گویند کمتر باشد راندمان سیکل بالاتر خواهد بود.

در آخر مبرد در درجه حرارت نقطه A وارد اواپراتور گردیده و چرخه تبرید تراکمی مجددا تکرار می گردد.

Compressor Types

Figure 4

This period is devoted to the discussion of the different types of compressors.

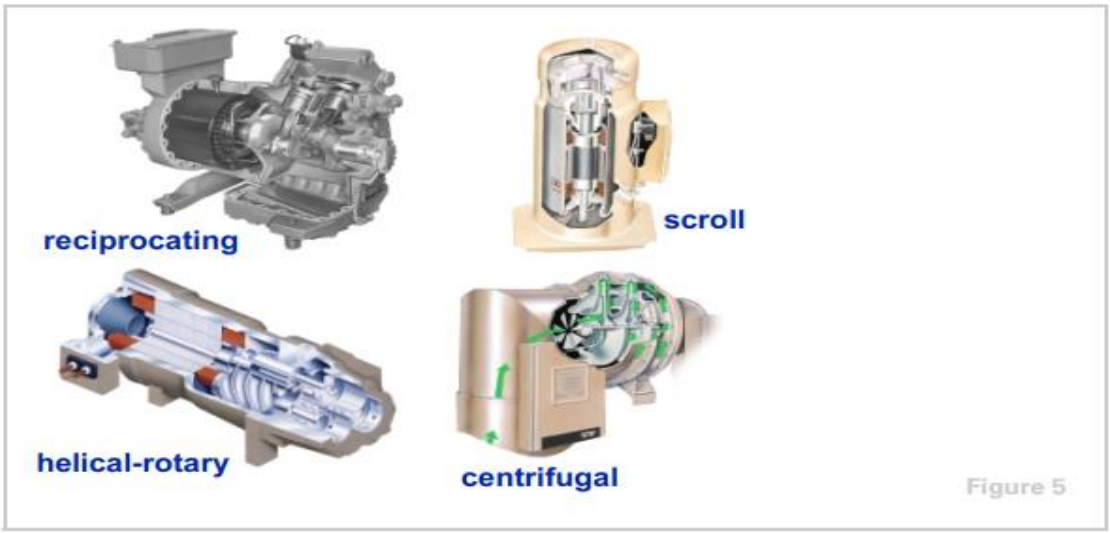


Figure 5

There are primarily four types of compressors used in the air-conditioning industry: reciprocating, scroll, helical-rotary (or screw), and centrifugal.

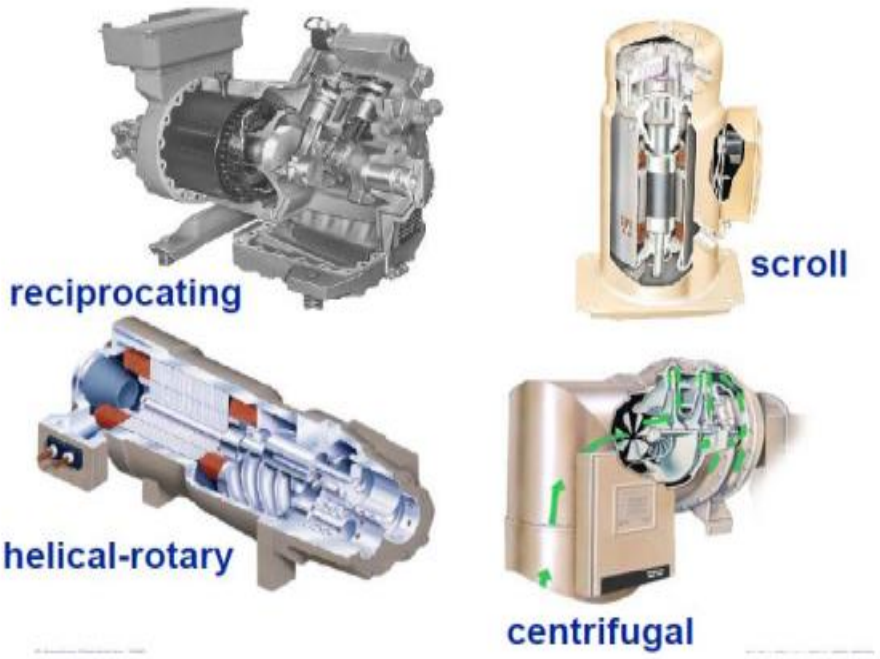
The traditional **reciprocating** compressor has been used in the industry for decades. It contains cylinders, pistons, rods, a

crankshaft, and valves, similar to an automobile engine. Refrigerant is drawn into the cylinders on the downstroke of the piston and compressed on the upstroke.

Scroll **and** helical-rotary **(or screw) compressors have become more common, replacing the reciprocating compressor in most applications due to their improved reliability and efficiency.**

These three types of compressors (reciprocating, scroll, and helical-rotary) all work on the principle of trapping the refrigerant vapor and compressing it by gradually shrinking the volume of the refrigerant. Thus, they are called positive-displacement **compressors.**

در این بخش در باره انواع کمپرسورهای تبرید به اختصار صحبت خواهد شد:



۴ نوع کمپرسور بصورت عمده در کارخانجات تولید تجهیزات تبرید تراکمی مورد استفاده قرار می گیرد که عبارتند از:

کمپرسورهای پیستونی ، مارپیچی (اسکرال) پیچی (اسکرو) و سانتریفیوژ.

.

کمپرسورهای پیستونی بصورت سنتی چندین دهه است که در صنعت تبرید مورد استفاده قرار می گیرد که شامل: میل لنگ، پیستون ، شاتون ، سیلندر و سوپاپها می باشد گاز سوپر هیت در نقطه مرگ پائین وارد سیلندر شده و در نقطه مرگ بالا با فشار و دمای بالا از سیلندر خارج می گردد.

امروزه کمپرسورهای اسکرال و روتاری اسکرو بسیار معمول گردیده اند زیرا قابلیتها و راندمان بهتری نسبت به کمپرسورهای پیستونی در صنعت تبرید دارند.

کمپرسورهای پیستونی ، اسکرال و اسکرو بر اساس به دام انداختن مبرد در محفظه کمپرسور وسپس کاهش حجم آن مبرد را فشرده می نمایند که بر این اساس به این کپرسور ها کمپرسورهای جابجائی مثبت می گویند.

در مقابل کمپرسورهای سانتریفیوژ با استفاده از اصل فشرده سازی دینامیکی و تبدیل انرژی جنبشی به انرژی پتانسیل برای افزایش فشار بخار مبرد ورودی عمل می نمایند که با استفاده از نیروی گریز ار مرکز که توسط پروانه این کمپرسورها تولید می شود بخار مبرد را ابتدا سرعت داده و سپس این سزعت را به فشار تبدیل می نمایند .

بر اساس نوع عملکرد کمپرسورهای سانتریفیوژ به این کمپرسورها ، کمپرسورهای دینامیکی می گویند.

Compressor Types

gradually shrinking the volume of the refrigerant. Thus, they are called **positive-displacement** compressors.

In contrast, centrifugal compressors use the principle of **dynamic compression**, which involves converting energy from one form to another in order to increase the pressure and temperature of the refrigerant. The **centrifugal** compressor uses centrifugal force, generated by a rotating impeller, to compress the refrigerant vapor.

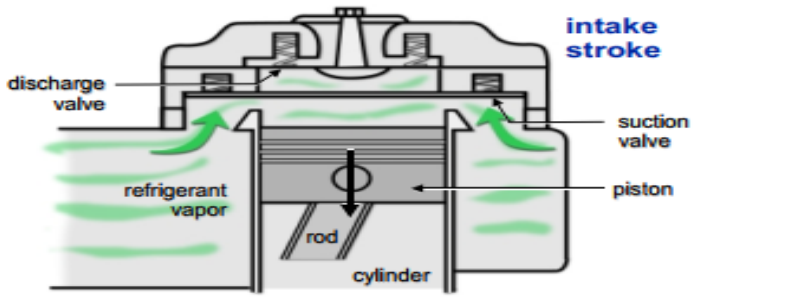


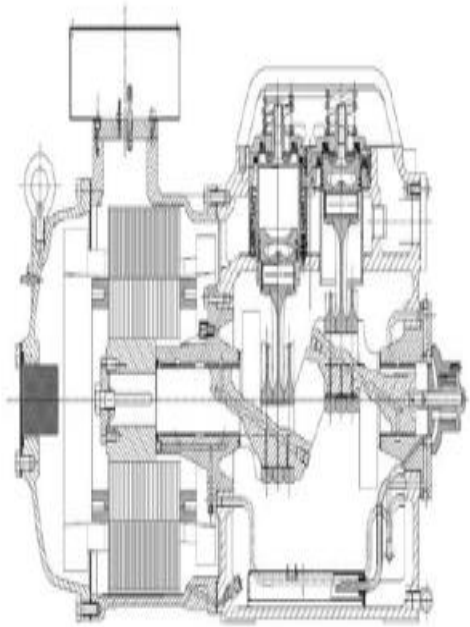
Figure 6

Reciprocating Compressor

The first type of compressor to be discussed is the **reciprocating compressor**. The principles of operation for all reciprocating compressors are fundamentally the same. The refrigerant vapor is compressed by a piston that is located inside a cylinder, similar to the engine in an automobile. A fine layer of oil prevents the refrigerant vapor from escaping through the mating surfaces. The piston is connected to the crankshaft by a rod. As the crankshaft rotates, it causes the piston to travel back and forth inside the cylinder. This motion is used to draw refrigerant vapor into the cylinder, compress it, and discharge it from the cylinder. A pair of valves, the suction valve and the discharge valve, are used to trap the refrigerant vapor within the cylinder during this process. In the example reciprocating compressor shown, the spring-actuated valves are O-shaped, allowing them to cover the valve openings around the outside of the cylinder while the piston travels through the middle.

During the **intake stroke** of the compressor, the piston travels away from the discharge valve and creates a vacuum effect, reducing the pressure within the cylinder to below suction pressure. Since the pressure within the cylinder is less than the pressure of the refrigerant at the suction side of the compressor, the suction valve is forced open and the refrigerant vapor is drawn into the cylinder.

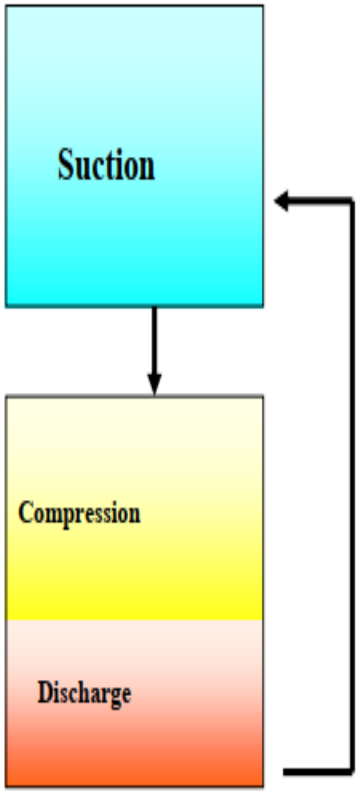
کمپرسورهای پیستونی

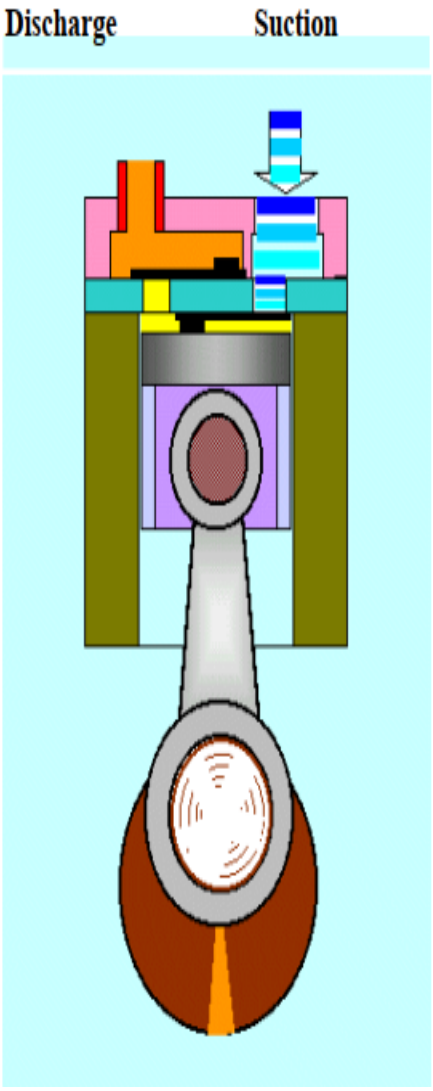


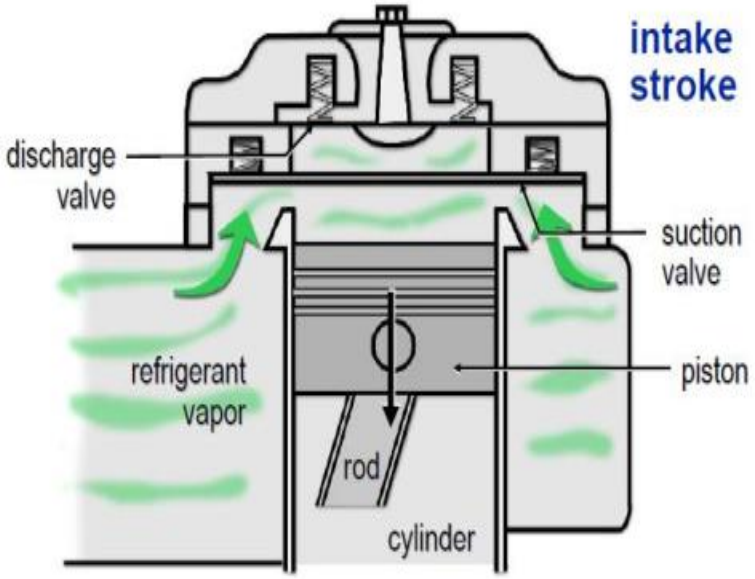
کمپرسورهای پیستونی از سری کمپرسورهایی میباشند که موارد استفاده بسیاری در صنعت تبرید داشته اند کنترل بار در آنها توسط تجهیزاتی بنام UNLOADER انجام شده که توسط اهرمهایی از ورود وخروج گاز به سیلندرهای بی بار شده جلوگیری شده وکمپرسور در توان پایینتری قابل استفاده میگردد این کمپرسورها از لحاظ کنترل دور میل لنگ خوب عمل نمی نمایند و روش بدون بار کردن سیلندرها توسط جلوگیری از ورود گاز به سیلندر روش شناخته شده در کنترل ظرفیت این کمپرسورها میباشد. از لحاظ تعداد قطعات همانطور که مشاهده می گردد این کمپرسور قطعات زیادی داشته ودر زمان بدون بار شدن سیلندرها مصرف انرژی متناسب با بار تغییر نمی نماید.همچنین این کمپرسورها در ظرفیت بالا ساخته نمیشوند وجهت دستیابی به ظرفیت بالا نیاز به تعداد زیادی کمپرسور میباشد.

Compression Process of Reciprocating Type

Series Progress







در فرآیند فشرده سازی ضربه ای پیستون این کمپرسور متناوبا به بالا و پائین حرکت کرده و مبرد در حرکت به پائین به داخل سیلندر مکیده می شود و با بالا رفتن پیستون مبرد مکیده شده فشرده می گردد و در انتها از طریق سوپاپ دهش به کندانسور تخلیه می گردد.

در واقع در داخل سیلندر به محض اینکه فشار داخلی سیلندر از فشار مکش بیشتر شود سوپاپ مکش بسته خواهد شد و با جابجائی پیشتون به سمت بالا حجم کاهش یافته و فشار و دمای مبرد افزایش می یابد . مبرده به دام افتاده حداکثر فشار را در نقطه مرگ بالای حرکتی پیستون تجربه می نماید و در این نقطه با باز شدن سوپاپ دهش مبرد پر فشار کمپرسور را ترک می نماید.

Reciprocating Compressor

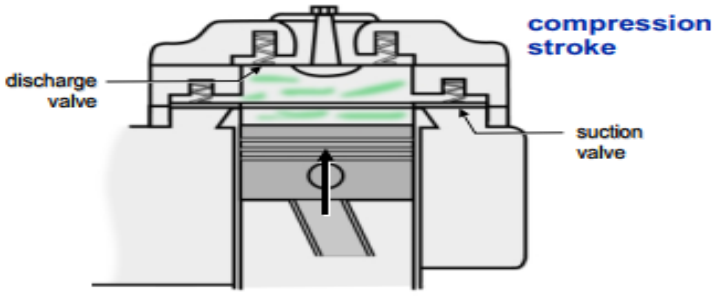


Figure 7

During the **compression stroke**, the piston reverses its direction and travels toward the discharge valve, compressing the refrigerant vapor and increasing the pressure within the cylinder. When the pressure inside the cylinder exceeds the suction pressure, the suction valve is forced closed, trapping the refrigerant vapor inside the cylinder.

As the piston continues to travel toward the discharge valve, the refrigerant vapor is compressed, increasing the pressure inside the cylinder.

Reciprocating Compressor

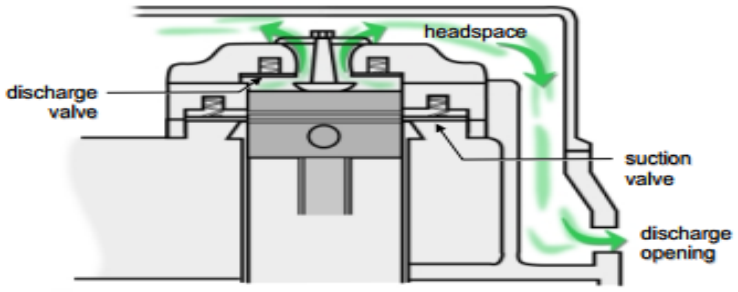
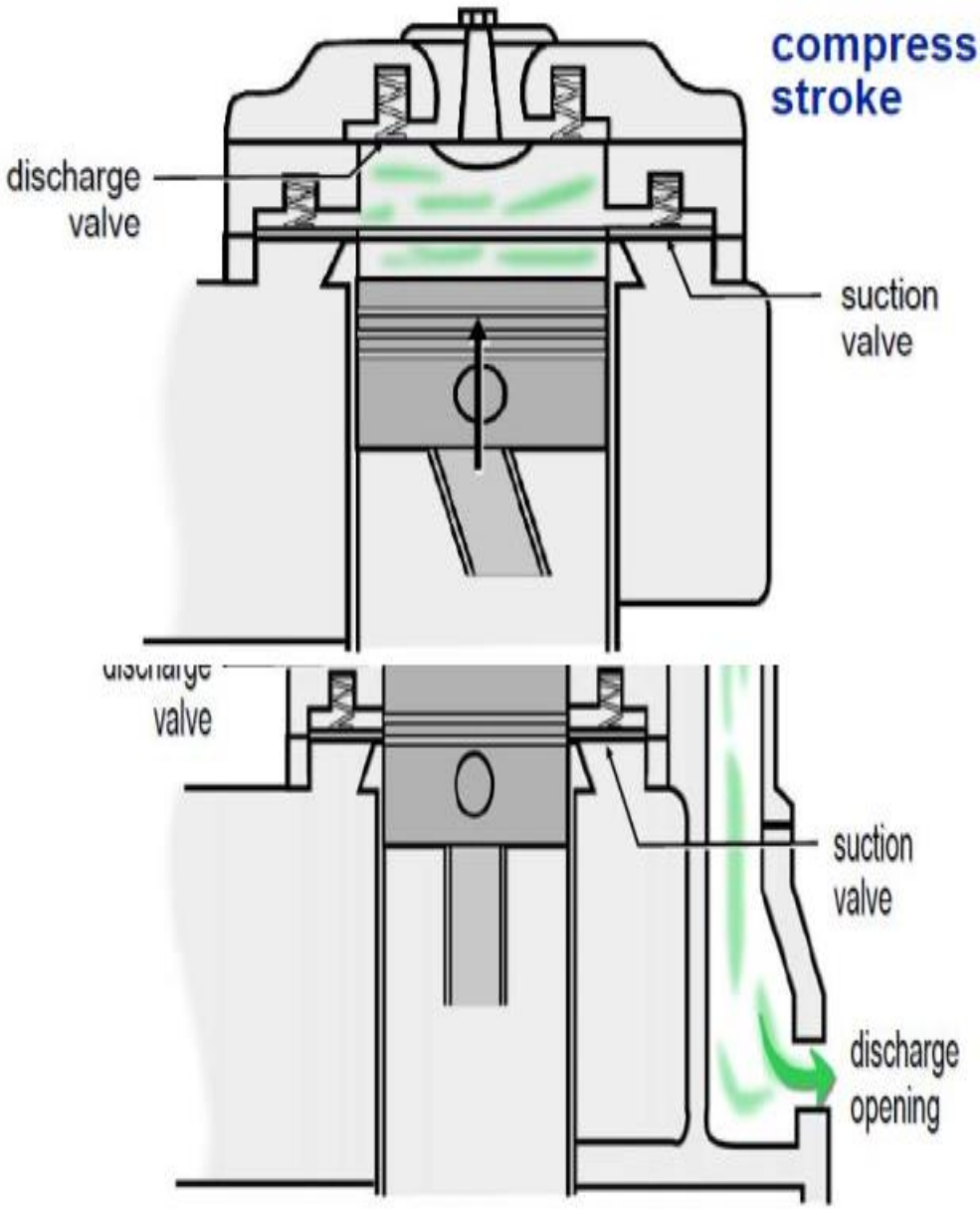


Figure 8

When the pressure within the cylinder exceeds the discharge (or head) pressure, the discharge valve is forced open, allowing the compressed refrigerant vapor to leave the cylinder. The compressed refrigerant travels through the headspace and leaves the compressor through the discharge opening.


compression stroke
discharge valve
suction valve
valve
suction valve
discharge opening

Reciprocating Compressor

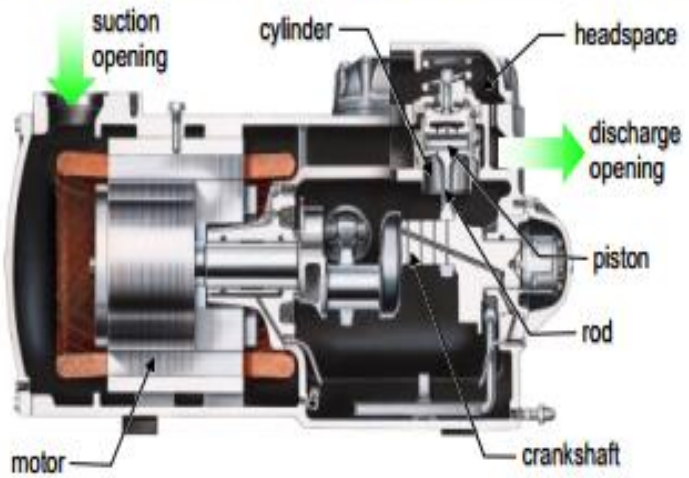
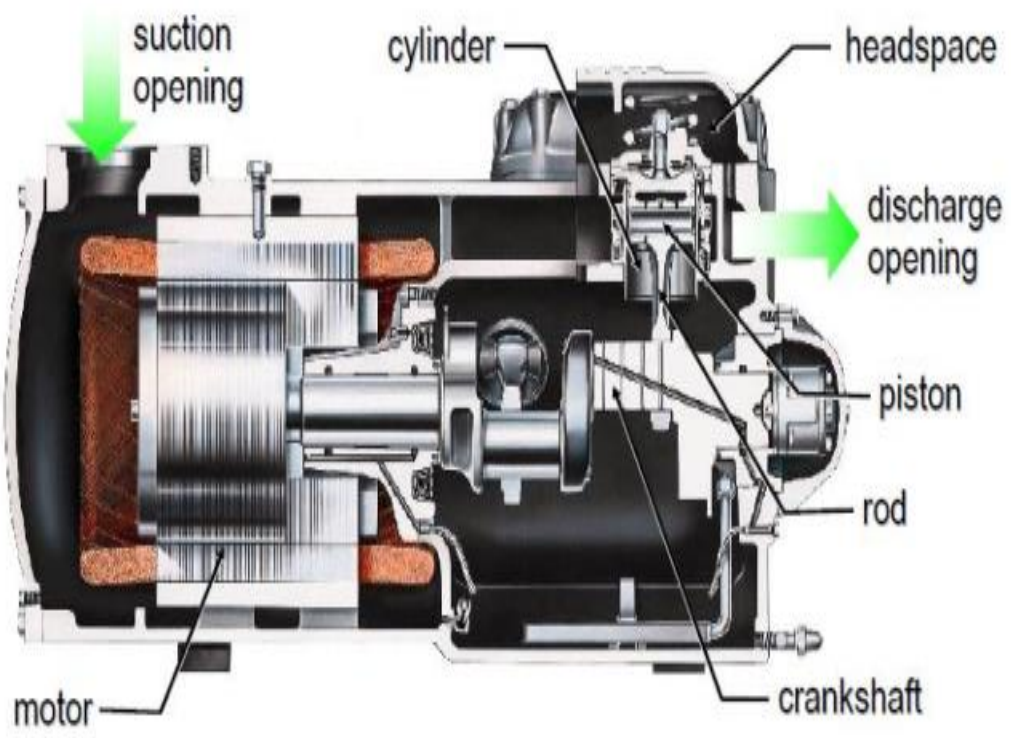


Figure 9

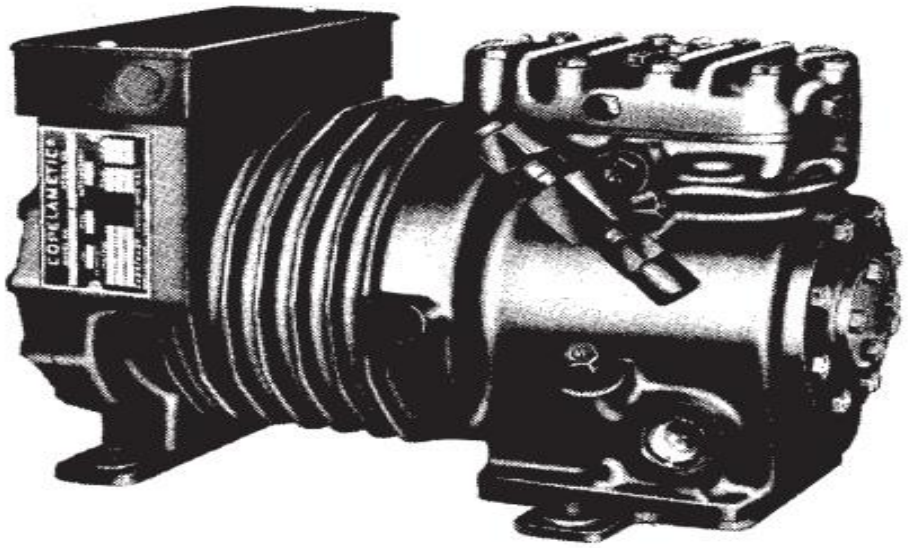
In the reciprocating compressor shown, the refrigerant vapor from the suction line enters the compressor through the suction opening. It then passes around and through the motor, cooling the motor, before it enters the cylinder to be compressed. The compressed refrigerant leaves the cylinder, travels through the headspace, and leaves the compressor through the discharge opening.

Most reciprocating compressors have multiple piston–cylinder pairs attached to a single crankshaft.

In the air-conditioning industry, reciprocating compressors were widely used in all types of refrigeration equipment. As mentioned earlier, however, scroll and helical-rotary compressors have become more common, replacing the reciprocating compressor in most of these applications because of their improved reliability and efficiency.



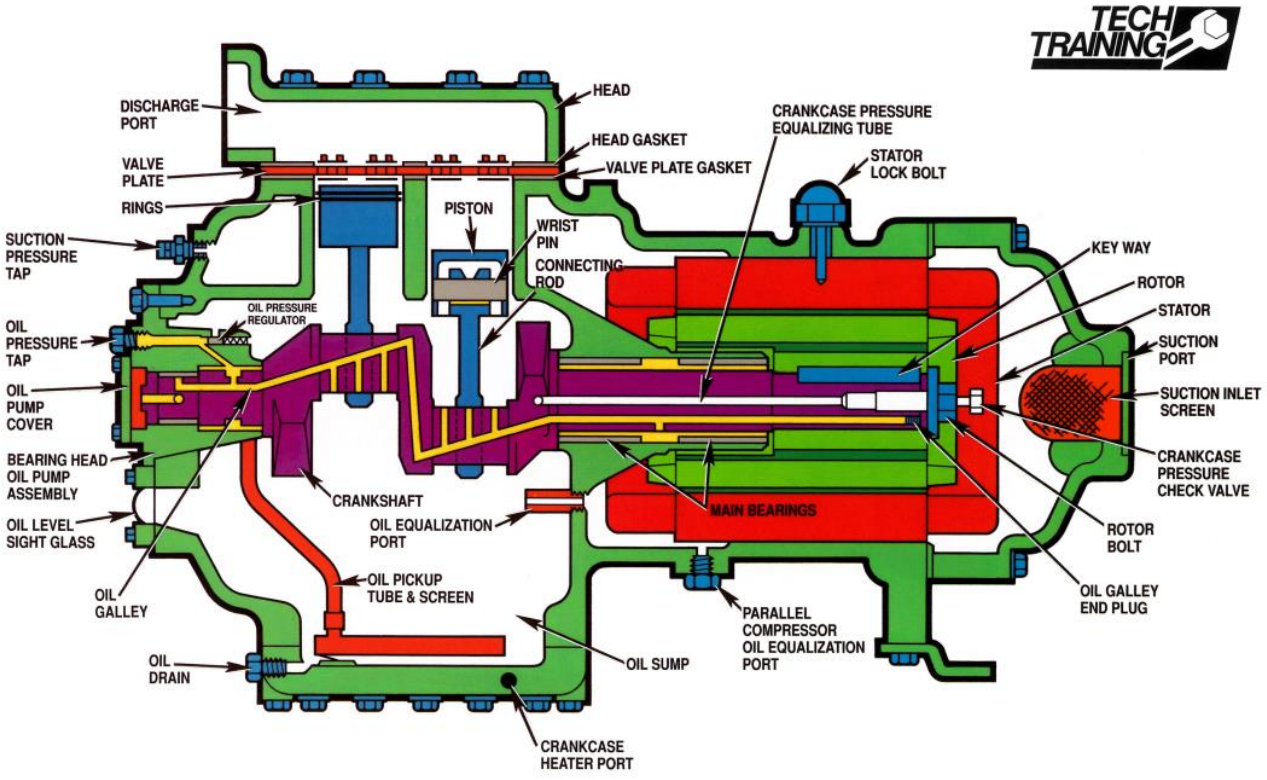
در کمپرسور پیستونی نشان داده شده در تصویر بالا بخار مبرد سرد در ورود به کمپرسور ابتدا با باز شدن سوپاپ مکش از روی سیم پیچ موتور گذشته و از این طریق وارد کمپرسور می گردد با گرفتن گرما از سیم پیچ این بخار قدری فشرده می گردد و پس از فشرده سازی از طریق سوپاپ دهش تخلیه می گردد. اکثر کمپرسورهای پیستونی دارای چند جفت سیلندر و پیستون متصل به یک میل لنگ می باشند .این کمپرسورها در صنعت تبرید بصورت گسترده ای در انواع مختلف تجهیزات تبرید مورد استفاده قرار گرفته اند ولی همانطور که قبلا ذکر شد در حال جایگزین شدن با کمپرسورهای اسکرول و اسکرو می باشند زیرا این کمپرسورها راندمان بالاتر و قابلیت اطمینان بهتری دارند و همچنین تعداد قطعات آنها نسبت به کمپرسورهای پیستونی قابل مقایسه نمی باشد.



ACCESSIBLE-HERMETIC MOTOR-COMPRESSOR

Figure 11

06E Semi-Hermetic Compressor



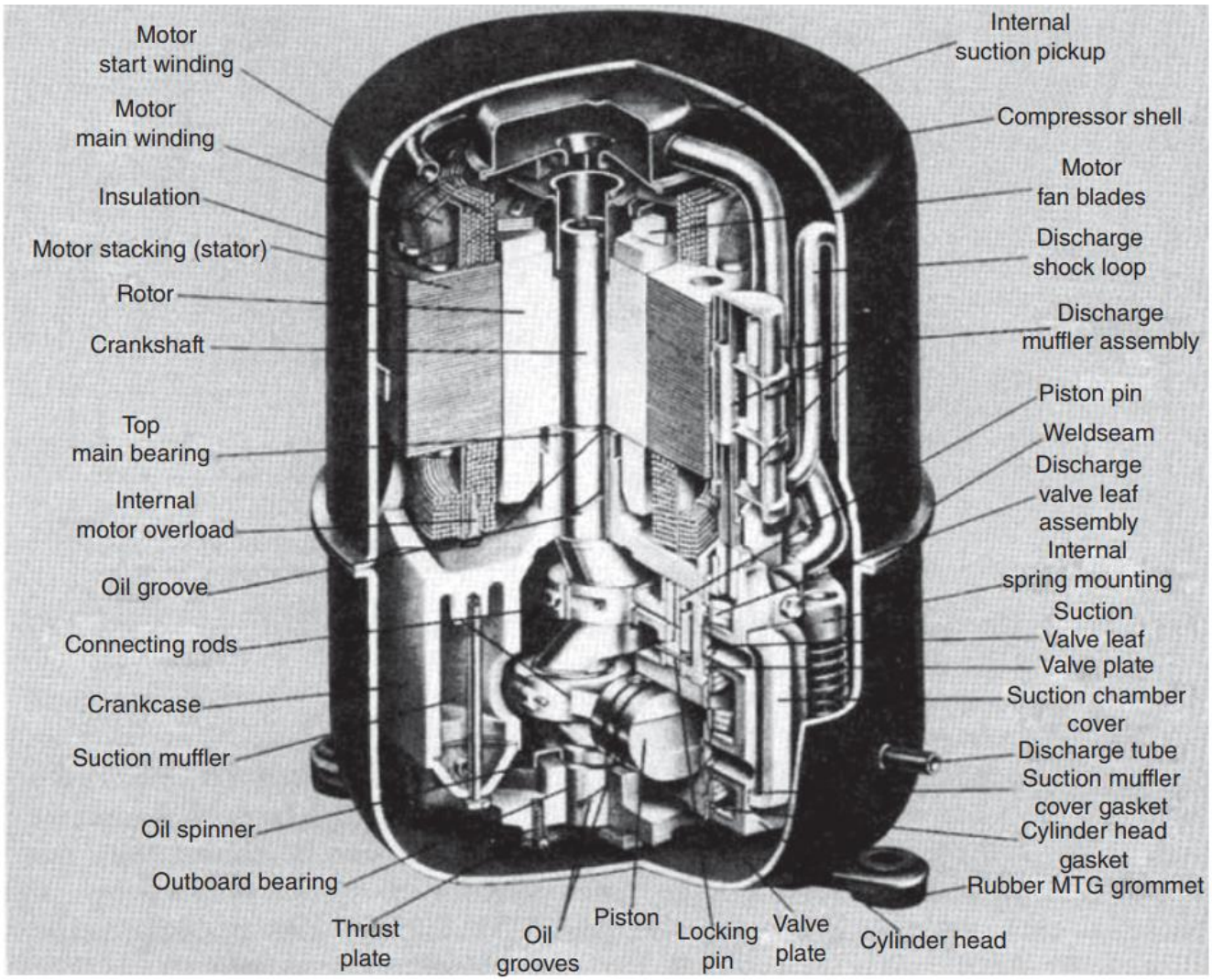


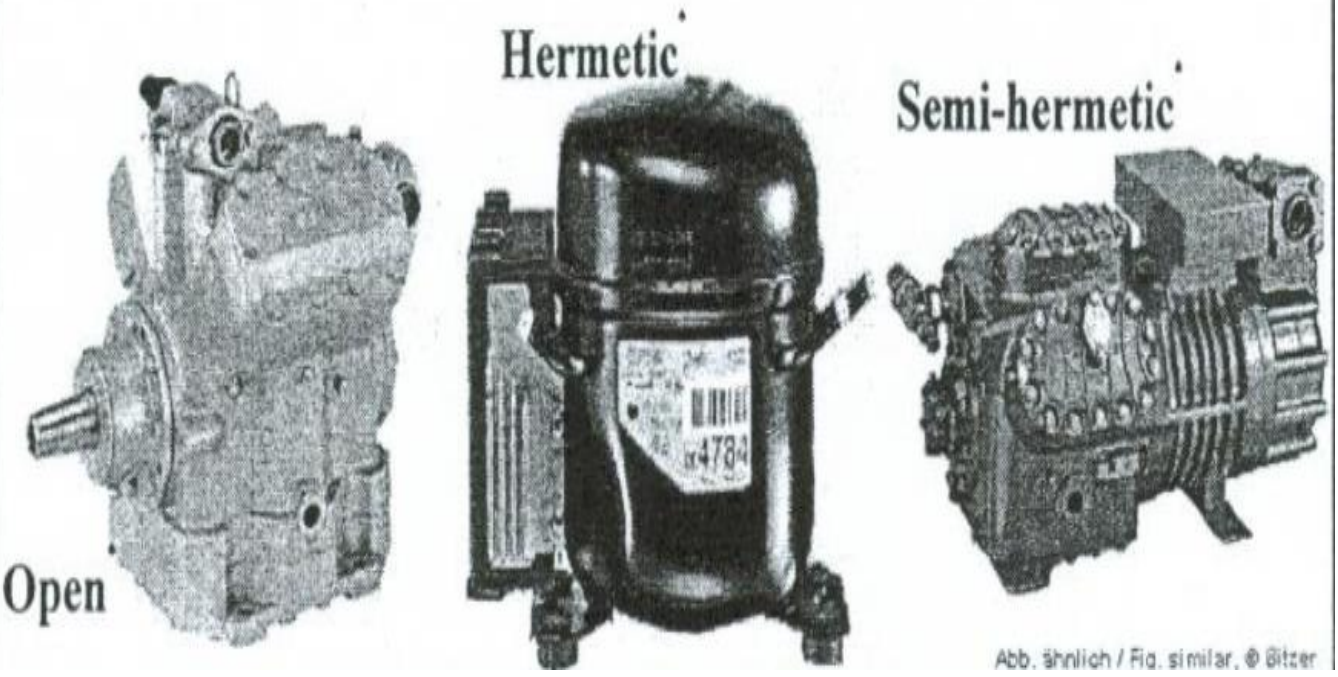
Figure 3.3 A typical hermetic reciprocating compressor. Courtesy of Tecumseh Products Co.

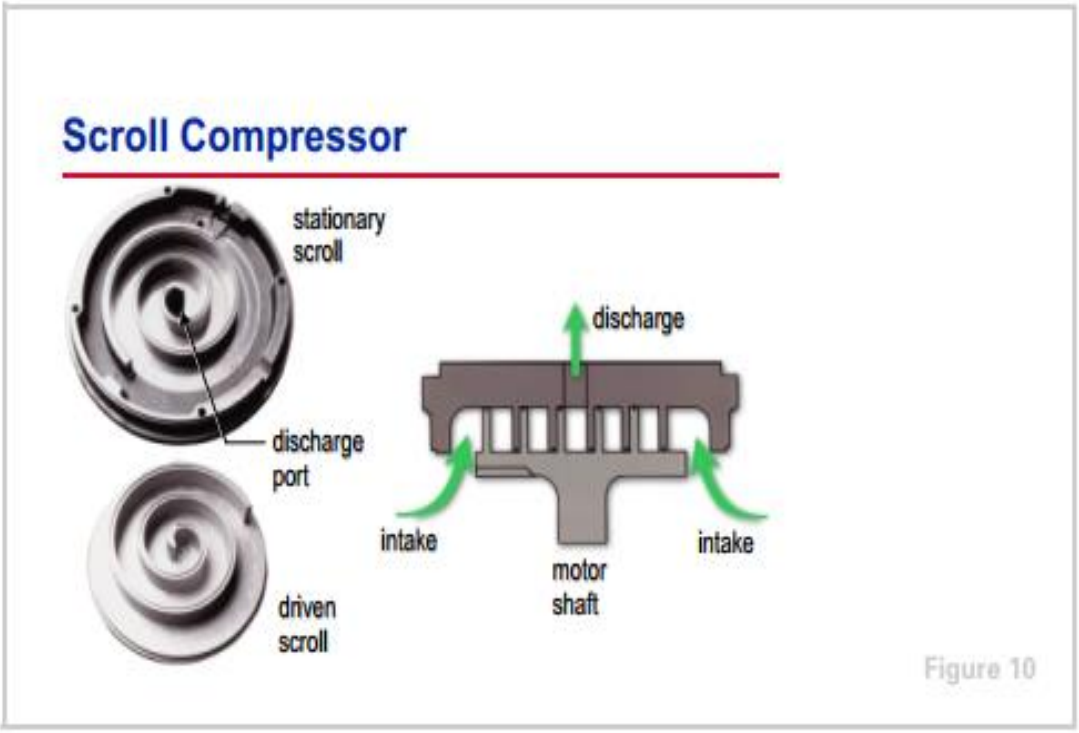
KP-520-3
Version 50 Hz

کمپرسورهای تبرید

پیستونی

1. حرکت رفت و آمدی
2. تعمیرات آسان
3. تعمیر کار زیاد
4. جریان مبرد پالسی
5. ارتعاش نسبتا زیاد
6. کنترل ظرفیت در صورت Unload کردن سیلندرها پله ای است



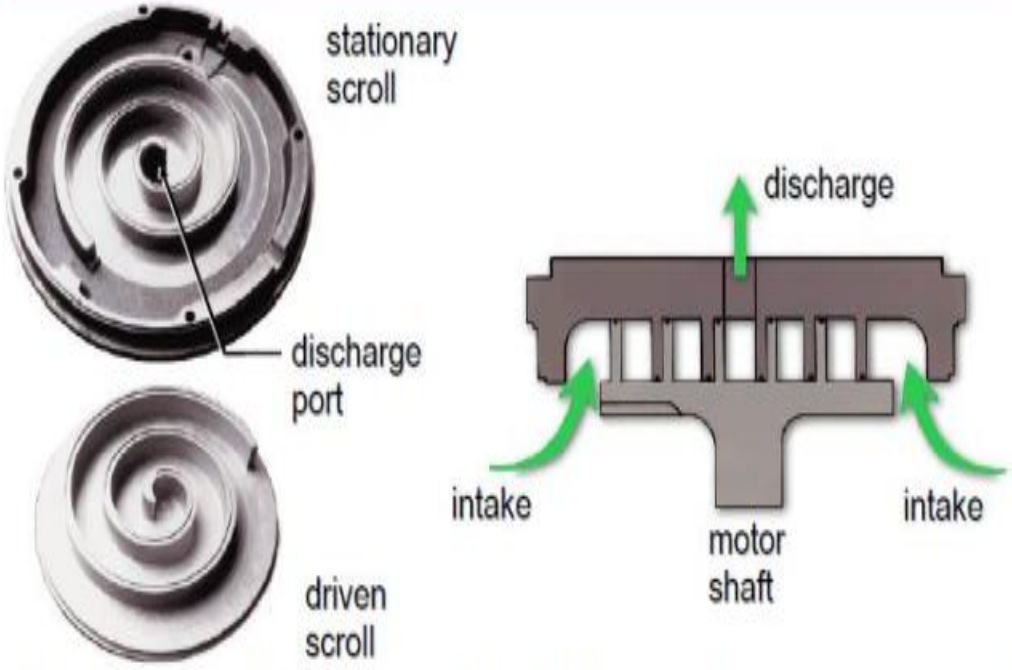


Scroll Compressor

Similar to the reciprocating compressor, the **scroll compressor** works on the principle of trapping the refrigerant vapor and compressing it by gradually shrinking the volume of the refrigerant. The scroll compressor uses two scroll configurations, mated face-to-face, to perform this compression process. The tips of the scrolls are fitted with seals that, along with a fine layer of oil, prevent the compressed refrigerant vapor from escaping through the mating surfaces.

The upper scroll, called the stationary scroll, contains a discharge port. The lower scroll, called the driven scroll, is connected to a motor by a shaft and bearing assembly. The refrigerant vapor enters through the outer edge of the scroll assembly and discharges through the port at the center of the stationary scroll.

Scroll Compressor



مشابه کمپرسورهای پیستونی کمپرسورهای اسکرال نیز گاز را در فضای داخلی به دام انداخته و با کاهش حجم گاز فشار گاز را افزایش می دهند.

کمپرسورهای اسکرال دارای دو مارپیچ ثابت و متحرک بوده که مطابق اشکال بعد اقدام به فشرده سازی گاز می نماید . در طول فشرده سازی یک لایه نازک روغن حرکت کرده و در طول حرکت کاملا آببند بوده و فرار گاز به سمت مکش ندارد و به نوعی لایه روغن اجازه نشتی گاز به عقب را نمی دهد.

مارپیچ بالائی مارپیچ ثابت نامیده شده که خروجی گاز فشرده روی آن قرار دارد . مارپیچ پائینی مارپیچ متحرک بوده که موتور ویاتاقانها و شافت به آن متصل می باشد.

بخار مبرد از پیرامون مارپیچ متحرک وارد شده و از مرکز مارپیچ ثابت پس از فشرده سازی خارج می گردد.

کمپرسورهای اسکرال

دارای یک مارپیچ ثابت ویک مارپیچ متحرک بوده که گاز در محیط وارد شده ودر اثر چرخش مارپیچ متحرک به چشمه با کاهش حجم رانده میشود ساختمان این کمپرسور بسیار ساده بوده که از طریق کنترل سرعت این کمپرسور بصورت معمول میتوان کنترل میزان ظرفیت خروجی کمپرسور را انجام داد ولی این کمپرسور تنها در ظرفیتهای پایین ساخته شده وحجمهای زیاد گاز در چیلرهای بزرگ را نمی توان با آن فشرده نمود .

Scroll Compressor

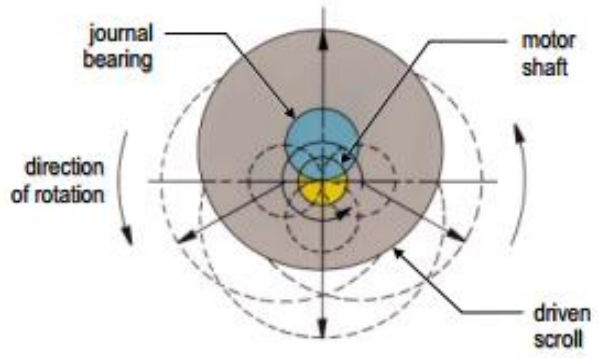


Figure 11

The center of the scroll journal bearing and the center of the motor shaft are offset. This offset imparts an orbiting motion to the driven scroll. Rotation of the motor shaft causes the scroll to orbit—not rotate—about the shaft center.

Scroll Compressor

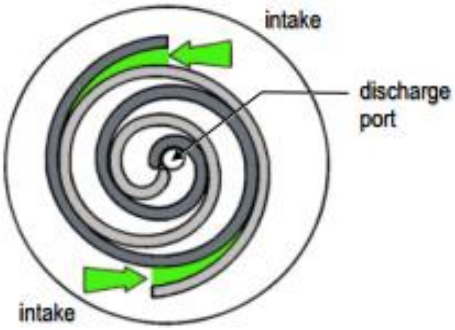
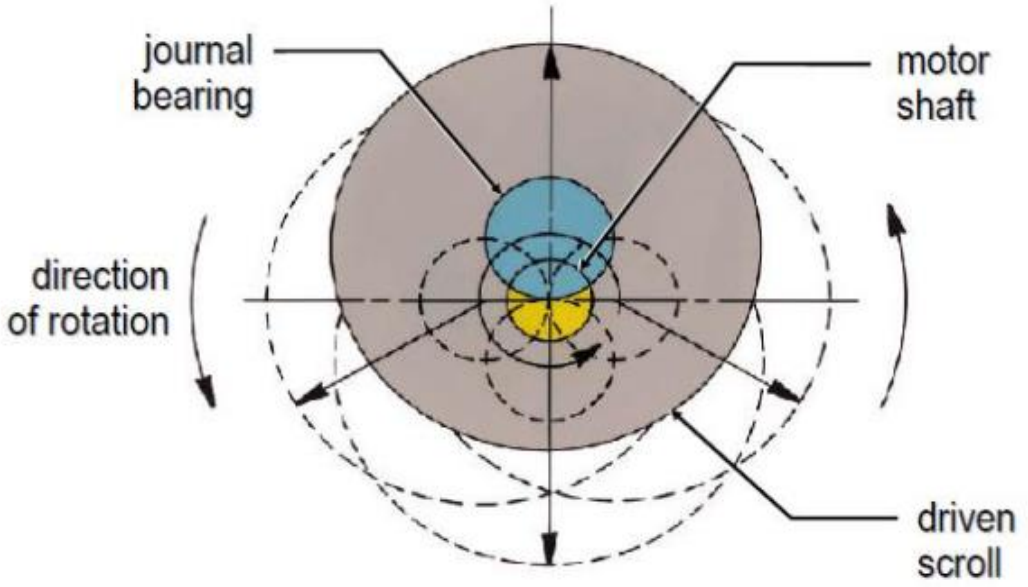


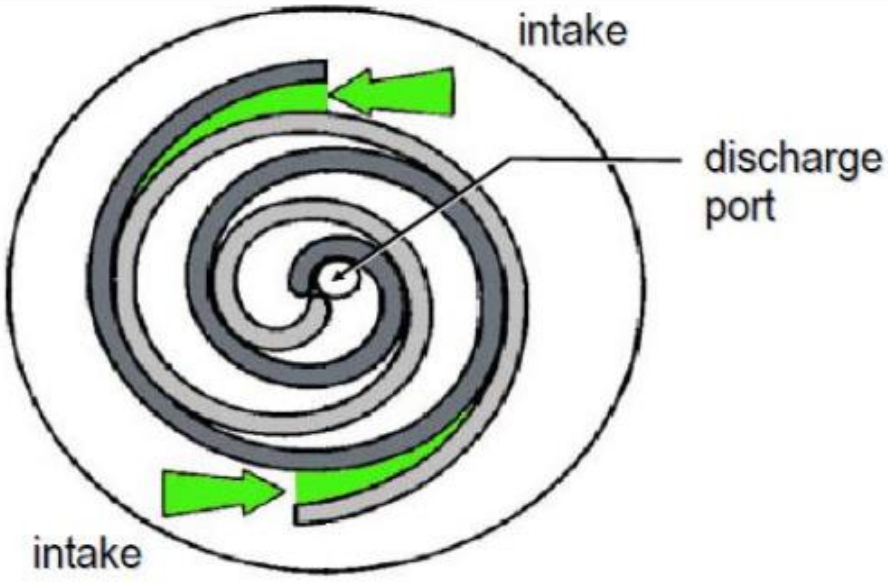
Figure 12

This orbiting motion causes the mated scrolls to form pockets of refrigerant vapor. As the orbiting motion continues, the relative movement between the orbiting scroll and the stationary scroll causes the pockets to move toward the discharge port at the center of the assembly, gradually decreasing the refrigerant volume and increasing the pressure.

Three revolutions of the motor shaft are required to complete the compression process.



شافت اسکرول متحرک مجهز به یاتاقان بوده و باعث می گردد که یاتاقان بصورت ثابت شافت را در محور خود حفظ نماید.



حرکت مارپیچ متحرک باعث می گردد که بخار مبرد از دهانه ورودی با کاهش حجم به دهانه خروجی رانده شود.
شماتیک کارکرد سه مرحله کارکرد کمپرسور اسکرول در شکل بعد نشان داده شده است

Scroll Compressor

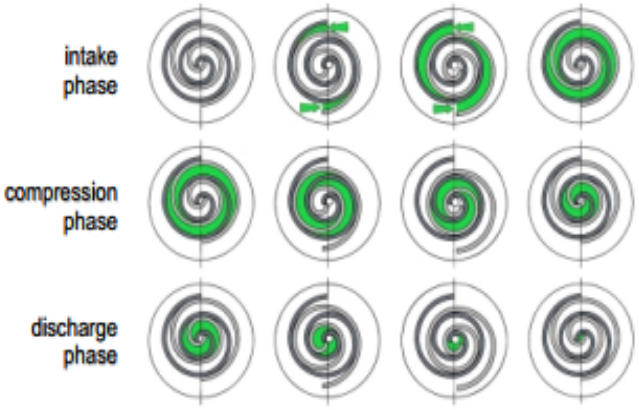


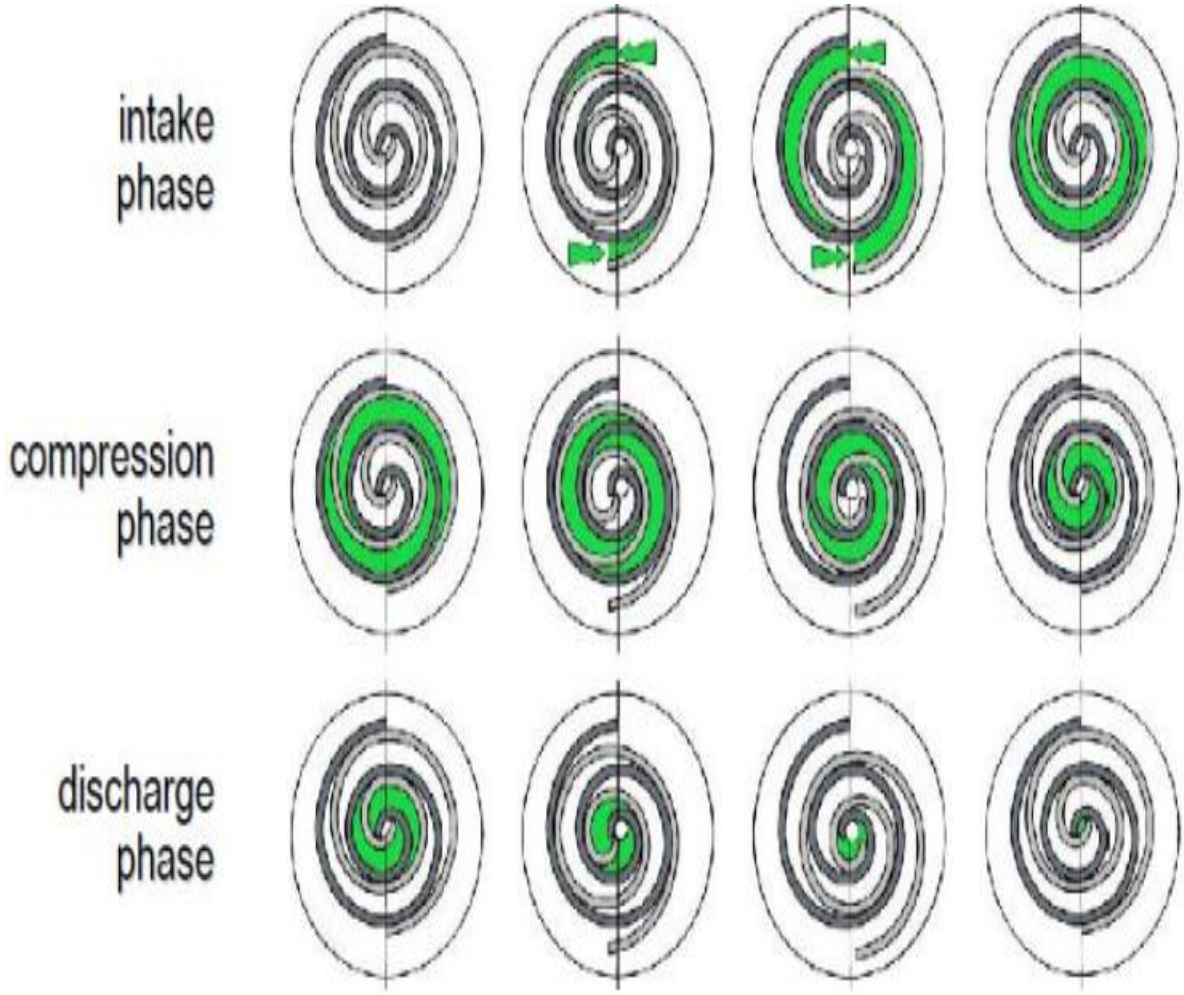
Figure 13

During the first full revolution of the shaft, or the **intake phase**, the edges of the scrolls separate, allowing the refrigerant vapor to enter the space between the two scrolls. By the completion of first revolution, the edges of the scrolls meet again, forming two closed pockets of refrigerant.

During the second full revolution, or the **compression phase**, the volume of each pocket is progressively reduced, increasing the pressure of the trapped refrigerant vapor. Completion of the second revolution produces near-maximum compression.

During the third full revolution, or the **discharge phase**, the interior edges of the scrolls separate, releasing the compressed refrigerant through the discharge port. At the completion of the revolution, the volume of each pocket is reduced to zero, forcing the remaining refrigerant vapor out of the scrolls.

Looking at the complete cycle, notice that these three phases—intake, compression, and discharge—occur simultaneously in an ongoing sequence. While one pair of these pockets is being formed, another pair is being compressed and a third pair is being discharged.



در طول مرحله اول مبرد از طریق لبه ها به داخل دو اسکرول کشیده شده و پس از اتمام این مرحله لبه های مورد ذکر مجددا اینکار را تکرار می نمایند و بسته می شوند . در طول مرحله دوم حجم بین این دو اسکرول در اثر حرکت کاهش یافته و فشار مبرد افزایش می یابد و در اتمام مرحله دوم فشار به فشار دیسشارژ خواهد رسید در مرحله سوم لبه های داخلی اسکرال مبرد پر فشاررا به دهانه خروجی رانده و از این طریق مبرد از کمپرسور خارج می گردد .

با توجه به این اشکال متوجه می گردید که این سه مر حله بصورت متوالی در حال انجام می باشد . در حالی که یک جفت از لبه ها در حال دریافت گاز می باشند یک جفت در حال تراکم و یک جفت در حال تخلیه می باشند.

Scroll Compressor

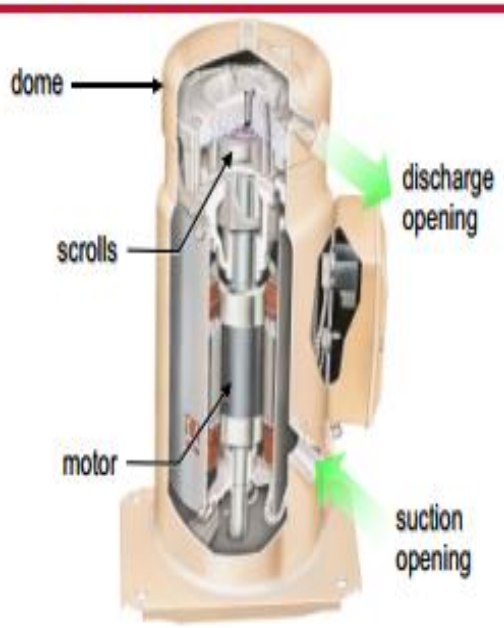
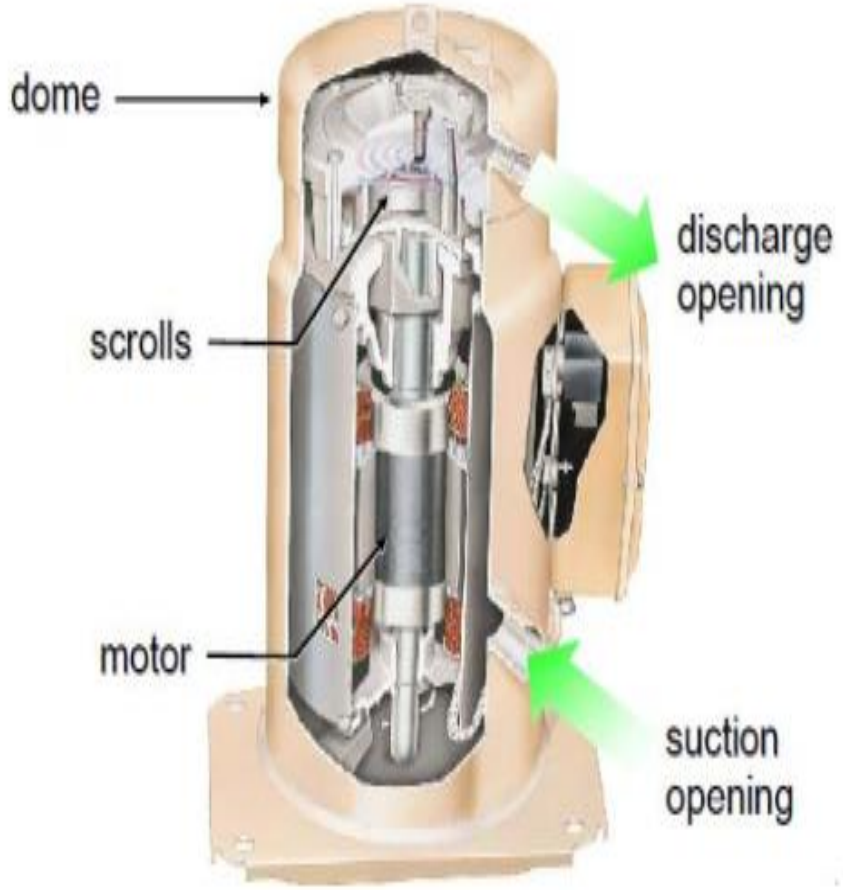


Figure 14

In this example scroll compressor, refrigerant vapor enters through the suction opening. The refrigerant then passes through a gap in the motor, cooling the motor, before entering the compressor housing. The refrigerant vapor is drawn into the scroll assembly where it is compressed, discharged into the dome, and finally discharged out of the compressor through the discharge opening.

In the air-conditioning industry, scroll compressors are widely used in heat pumps, rooftop units, split systems, self-contained units, and even small water chillers.

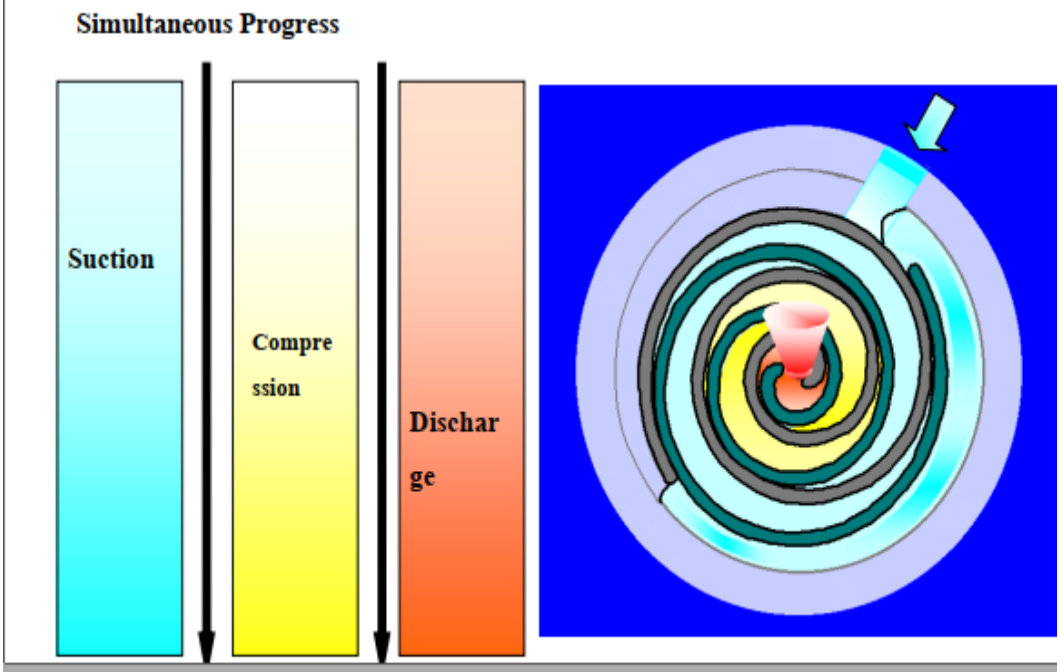


شکل شماتیک وبرش خورده کمپرسور اسکرول بالا نشان می دهد :

بخار مبرد از طریق هانه ورودی پس از گذشتن از سیم پیچ موتور و گرفتن دمای آن وارد ورودی اسکرولها شده و پس از فشرده سازی از طریق قسمت دهش از کمپرسورها خارج می گردد. در صنعت تهویه مطبوع کمپرسورهای اسکرول بصورت گسترده ای در هیت پمپها ، پکیجهای سقفی ، دستگاههای مستقل ، سیستمهای دو و چند پارچه و چیلرهای کوچک (مینی چیلر) مورد استفاده قرار می گیرند.

Compression Process

of Scroll Type



کارکرد کمپرسور اسکرال:

کمپرسورهای تبرید

Scroll

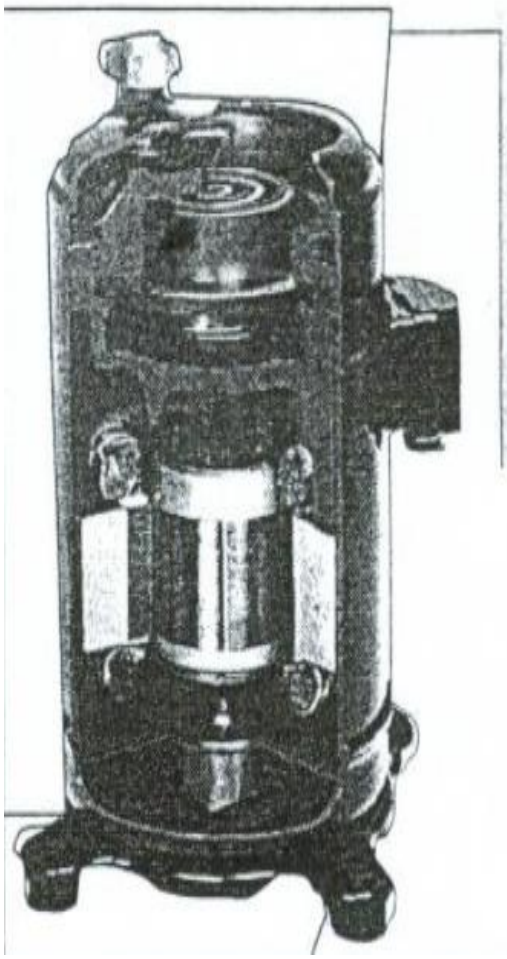
❶ حرکت دورانی ❷ جریان مبرد یکنواخت

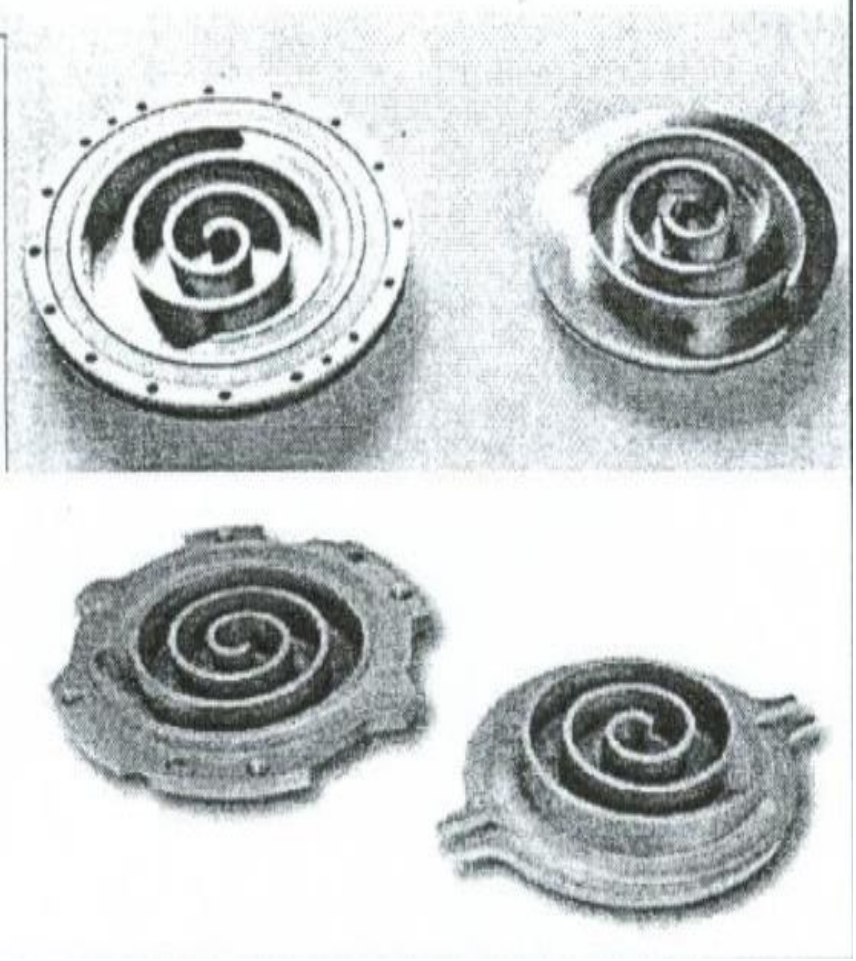
❸ ارتعاش نسبتا کم ❹ بازده ای بالا و جریان برق کمتر

❺ قطعات در حرکت کمتر ❻ صدای کم

❼ چون به صورت Hermetic هستند قابل تعمیر نیست

جهت چرخش موتور بسیار مهم است





Helical-Rotary (Screw) Compressor

Figure 15

Helical-Rotary (Screw) Compressor

Similar to the scroll compressor, the **helical-rotary compressor** traps the refrigerant vapor and compresses it by gradually shrinking the volume of the refrigerant. This particular helical-rotary compressor design uses two mating screw-like **rotors** to perform the compression process.

کمپرسورهای اسکرو نیز مشابه کمپرسورهای اسکرال بخار مبرد را در فضای بین اسکروها محبوس نموده و کاهش حجم داده تا افزایش فشار یابد . در این کمپرسورها یک جفت اسکرو متحرک فرآیند فشرده سازی را انجام می دهند.

Helical-Rotary Compressor

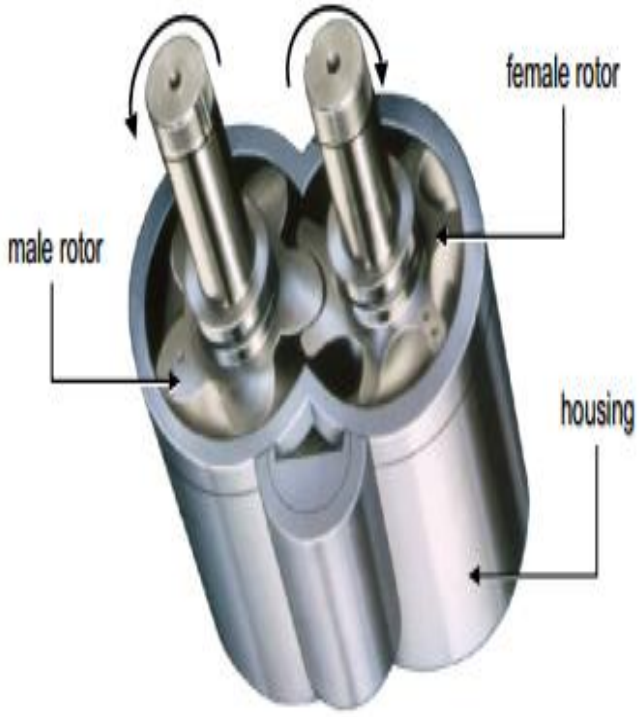
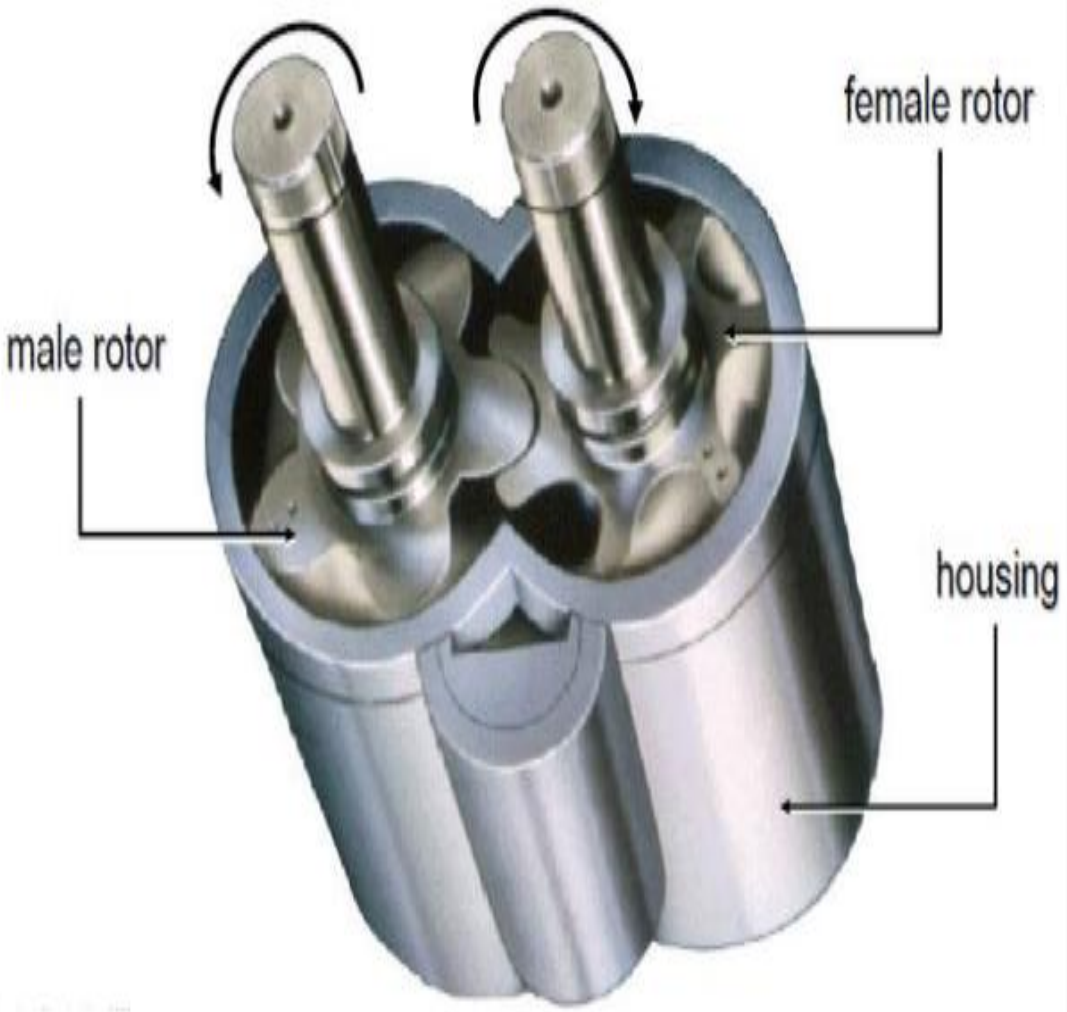


Figure 16

The rotors are meshed and fit, with very close tolerances, within the compressor housing. The gap between the two rotors is sealed with oil, preventing the compressed refrigerant vapor from escaping through the mating surfaces.

Only the male rotor is driven by the compressor motor. The lobes of the male rotor engage and drive the female rotor, causing the two parts to counter-rotate.



روتور کار گذاشته شده با تلورانس پائین در داخل کمپرسور تعبیه گردیده است . فاصله بین روتورها با روغن حین کار پر شده تا گاز در حال فشرده سازی مجال فرار به عقب نیابد.

روتور Male تنها توسط الکتروموتور به گردش در می آید و روتور Female توسط روتور Male به گردش در می آید

روتور Male با برآمدگیهای خود در حفره های روتور Female قرار گرفته و بدین دلیل این دو روتور برخلاف جهت حرکت چرخشی هم حرکت می کنند.

Helical-Rotary Compressor

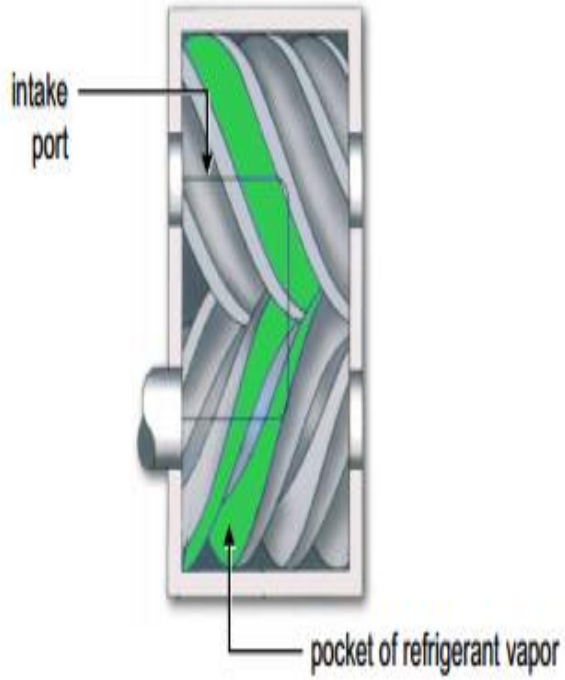
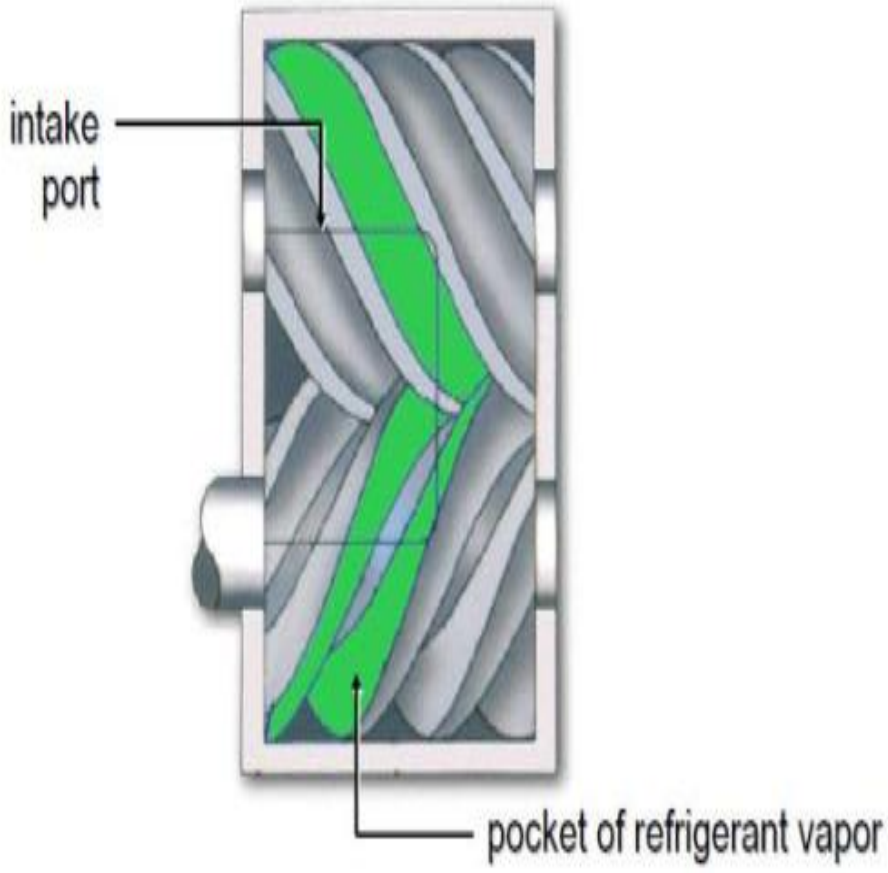


Figure 17

Refrigerant vapor enters the compressor housing through the **intake port** and fills the pockets formed by the lobes of the rotors. As the rotors turn, they push these pockets of refrigerant toward the discharge end of the compressor.

After the pockets of refrigerant travel past the intake port area, the vapor, still at suction pressure, is confined within the pockets by the compressor housing.

نحوه ورود گاز به کمپرسور اسکرو



بخار مبرد از ورودی کمپرسور وارد محفظه کمپرسور شده وفضای موجود را پر می کند . وقتی روتور می چرخد این حجم گاز را به سمت خروجی با کاهش حجم می راند . مبرد به محفظه ورودی تحت فشار ساکشن وارد شده زیرا محفظه ورودی کمپرسور به بدنه محدود شده است.

Helical-Rotary Compressor

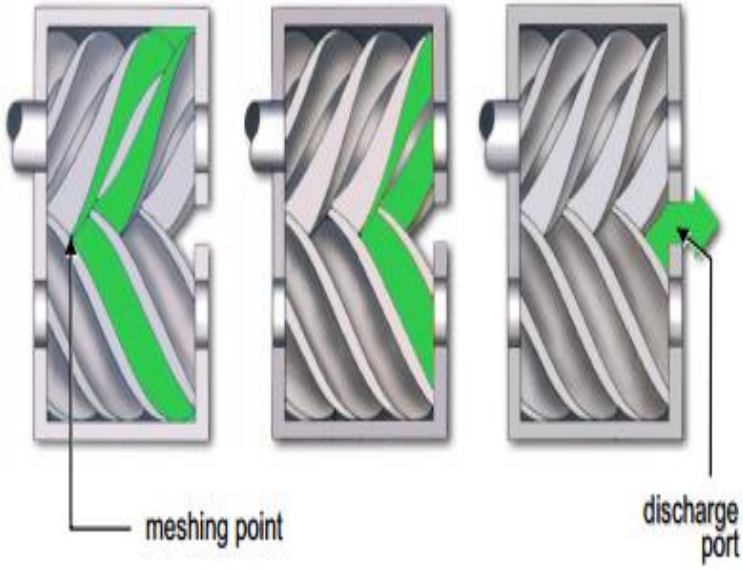
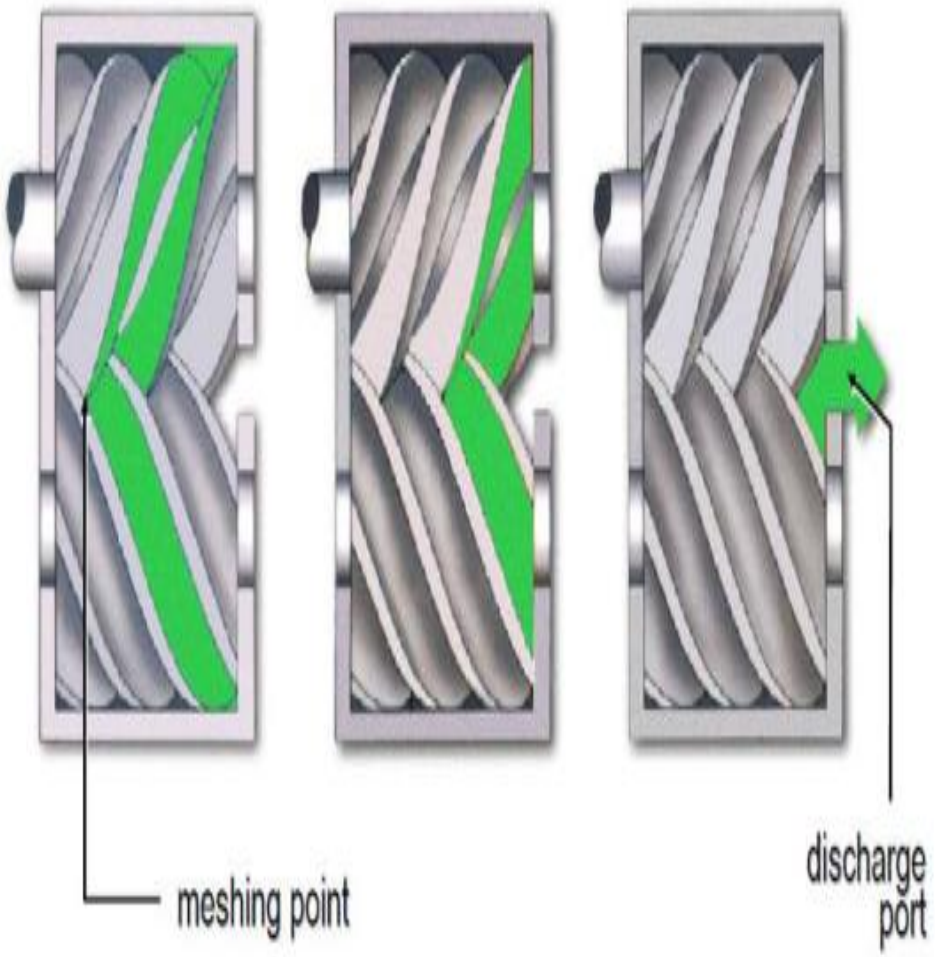


Figure 18

Viewing the compressor from the opposite side shows that continued rotation of the meshed rotor lobes drives the trapped refrigerant vapor (to the right), toward the discharge end of the compressor, ahead of the meshing point. This action progressively reduces the volume of the pockets, compressing the refrigerant.

Finally, when the pockets of refrigerant reach the **discharge port**, the compressed vapor is released and the rotors force the remaining refrigerant from the pockets.

کمپرسورهای اسکرو (مارپیچ روتاری)



مشاهده کمپرسور از مقابل نشان می دهد که چرخش مداوم اسکرو همواره بخار مبرد را به سمت خروجی با کاهش حجم هدایت می نماید. در انتها وقتی مبرد به انتهای مسیر می رسد در معبر خروجی کمپرسور با فشار دیسشارژ تخلیه می گردد.

Helical-Rotary Compressor

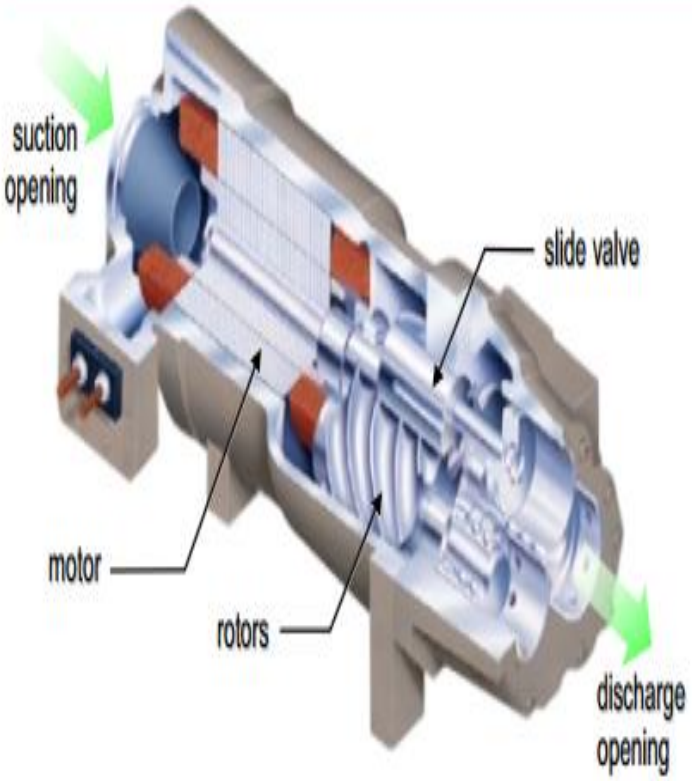
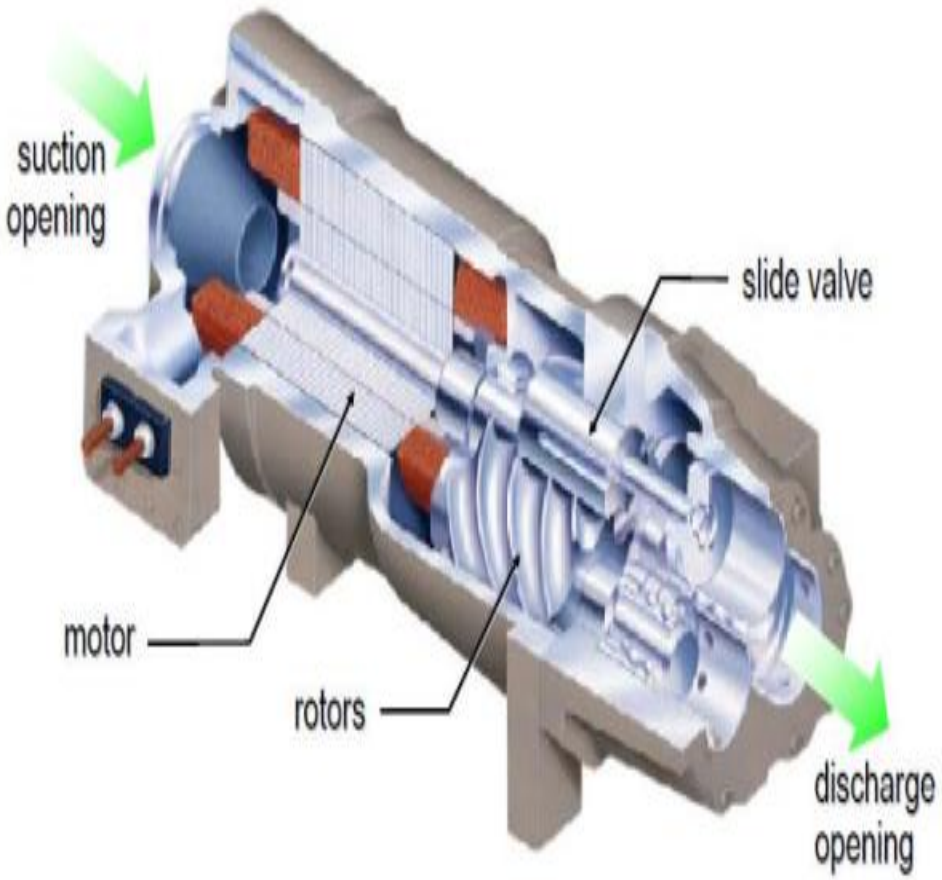


Figure 19

In this example helical-rotary compressor, refrigerant vapor is drawn into the compressor through the suction opening and passes through the motor, cooling it. The refrigerant vapor is drawn into the compressor rotors where it is compressed and discharged out of the compressor.

برش کمپرسورهای اسکرو و قطعات آن

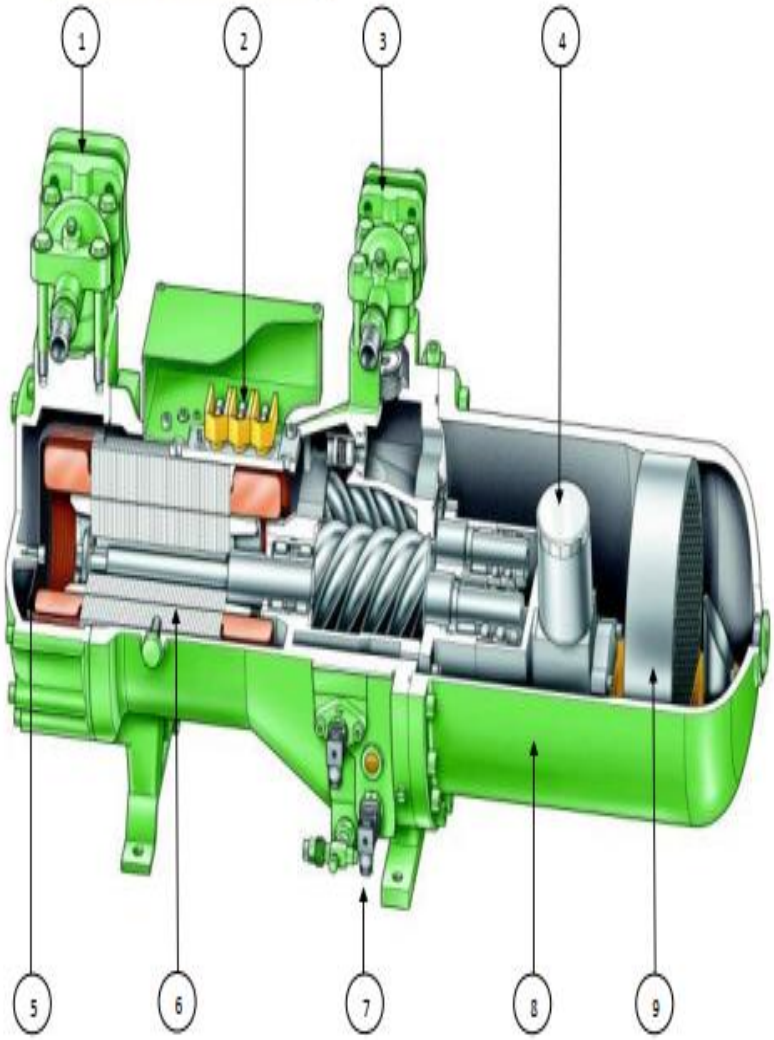


این شکل نشان می دهد که بخار مبرد از طریق دهانه ورودی و از روی سیم پیچ الکتروموتور به داخل کمپرسور کشیده شده و موتور را خنک می نماید بخار مبرد سپس توسط کمپرسور فشرده شده و از طریق پورت خروجی خارج می گردد.

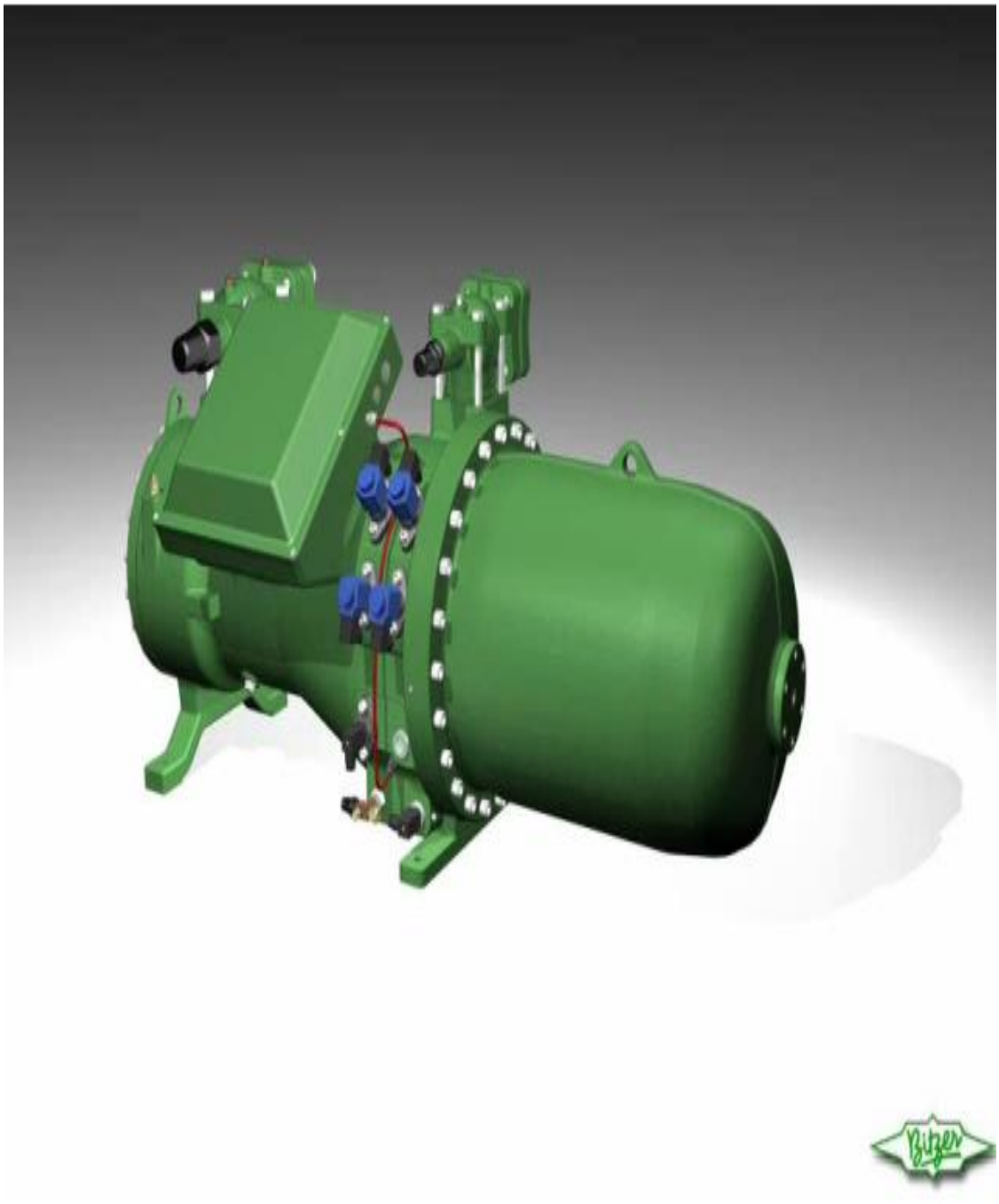
از این کمپرسورها اکثرا در کارخانجات سازنده تجهیزات تهویه مطبوع در چیلرهای آب خنک و هواخنک در ظرفیتهای 70 تا 450 تن تبرید استفاده می شود.(200 kw تا 1500 kw)

Mechanical System

Compressor



1. Suction cut-off valve
2. Solenoid valve
3. Discharge cut-off valve
4. Oil filter
5. Suction filter net
6. Motor
7. Oil heater
8. Shell of Oil separator
9. Oil separator filter net

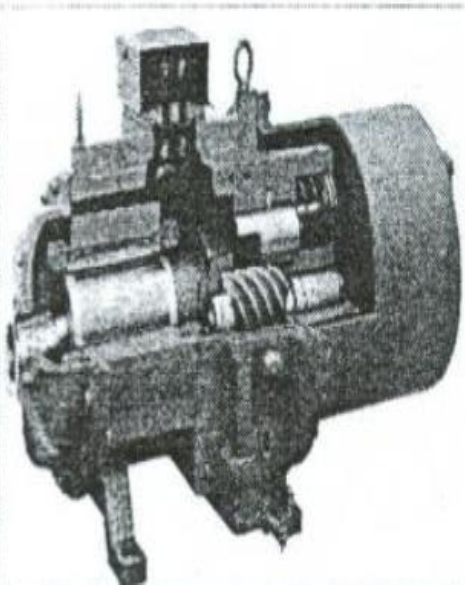


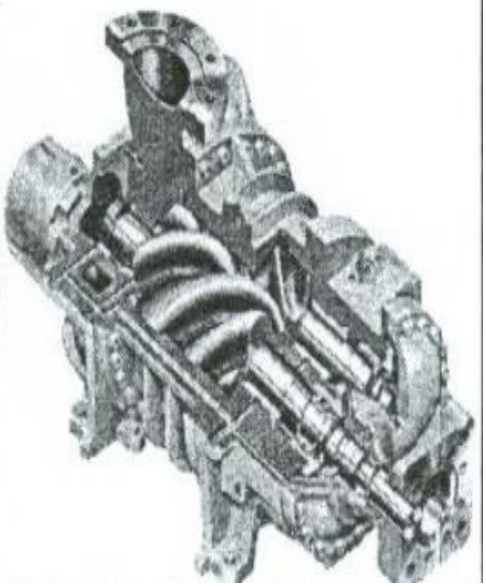
کمپرسورهای تبرید

Screw

جهت چرخش موتور بسیار مهم است

1. حرکت دورانی
2. کنترل ظرفیت خطی
3. صدای بالا ولی قابل کنترل
4. ارتعاش نسبتا کم
5. جریان مبرد یکنواخت
6. قطعات در حرکت کمتر
7. قابلیت کنترل دمای تخلیه در اثر تزریق روغن
8. تعمیرات تخصصی
9. نامناسب بودن کاهش برق مصرفی با کاهش ظرفیت





Centrifugal Compressor

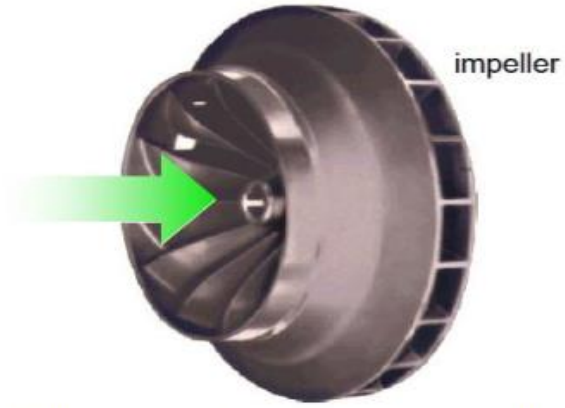
Figure 20

Centrifugal Compressor

The **centrifugal compressor** uses the principle of dynamic compression, which involves converting energy from one form to another, to increase the pressure and temperature of the refrigerant. It converts kinetic energy (velocity) to static energy (pressure).

The core component of a centrifugal compressor is the rotating **impeller**.

کمپرسورهای سانتریفیوژ



کمپرسورهای سانتریفیوژ با استفاده از اصل فشرده سازی دینامیکی که شامل تبدیل انرژی از یک شکل به شکل دیگر است برای افزایش فشار و دمای مبرد استفاده می نمایند. این تبدیل انرژی شامل تبدیل انرژی جنبشی (سرعت) به انرژی استاتیک (فشار) می باشد . جزء اصلی کمپرسور سانتریفیوژ پروانه در حال چرخش آن می باشد .

این کمپرسورها در خانواده کمپرسورهای دینامیکی بوده وبا افزایش سرعت گازهای ورودی به مرکز آنها باعث میگردند که گاز با سرعت بالا از محیط آنها خارج گردد در بدنه این سرعت بالا کاهش یافته وانرژی جنبشی گاز تبدیل به انرژی پتانسیل یا فشار میگردد ساختمان این کمپرسورها بسیار ساده بوده وتعداد قطعاتی که این کمپرسور دارد بسیار پایین است عملا استهلاک این کمپرسورها در مقایسه با انواع دیگری که نام برده شد بسیار پایینتر بوده ونیاز به تعمیرات در آنها بسیار پایین است.

Centrifugal Compressor

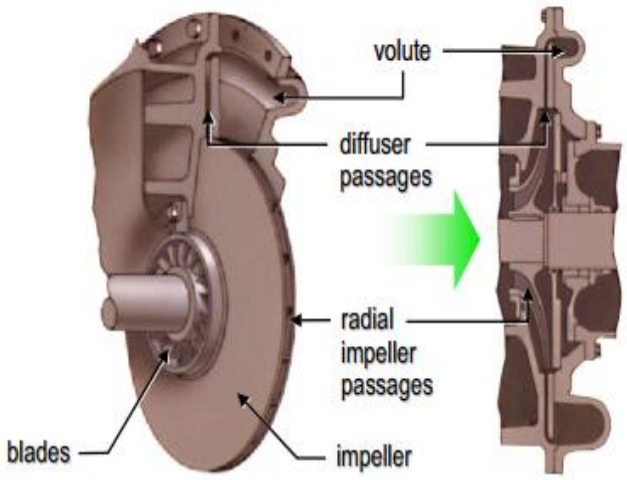


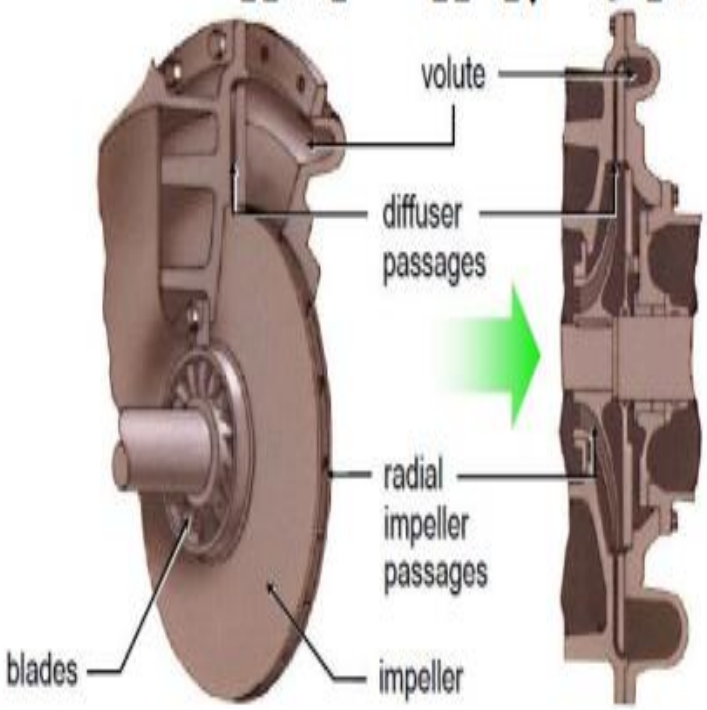
Figure 21

The center, or eye, of the impeller is fitted with blades that draw refrigerant vapor into **radial passages** that are internal to the impeller body. The rotation of the impeller causes the refrigerant vapor to accelerate within these passages, increasing its velocity and kinetic energy.

The accelerated refrigerant vapor leaves the impeller and enters the **diffuser passages**. These passages start out small and become larger as the refrigerant travels through them. As the size of the diffuser passage increases, the velocity, and therefore the kinetic energy, of the refrigerant decreases. The first law of thermodynamics states that energy is not destroyed—only converted from one form to another. Thus, the refrigerant's kinetic energy (velocity) is converted to static energy (or static pressure).

Refrigerant, now at a higher pressure, collects in a larger space around the perimeter of the compressor called the **volute**. The volute also becomes larger as the refrigerant travels through it. Again, as the size of the volute increases, the kinetic energy is converted to static pressure.

قطعات واجزای کمپرسور سانتریفیوژ



همانطور که در شکل دیده می شود چشمه ورودی پروانه سانتریفوژ دارای پره هایی می باشد . کمپرسور بخار مبرد را از چشمه ورودی بصورت شعاعی دریافت می نماید . با ورود مبرد به چشمه و حرکت به سمت محیط پیرامونی سرعت ودمای آن افزایش می یابد . بخار مبرد در پروانه شتاب گرفته و آنرا به سمت دیفیوزر ترک می نماید . معابر موجود در پروانه ابتدا کوچک و سپس بزرگ شده که با افزایش فضا در دیفیوزر سرعت کاهش و فشار افزایش می یابد. طبق قانون اول ترمودینامیک انرژی از بین نرفته بلکه از صورتی به صورت دیگر تبدیل می شود. مبرد در پیچک پیرامونی که به آن Volute می گویند جمع آوری می گردد در Volute با افزایش فضا و به نوعی کاهش سرعت فشار تا فشار مورد نظر افزایش می یابد.

Centrifugal Compressor

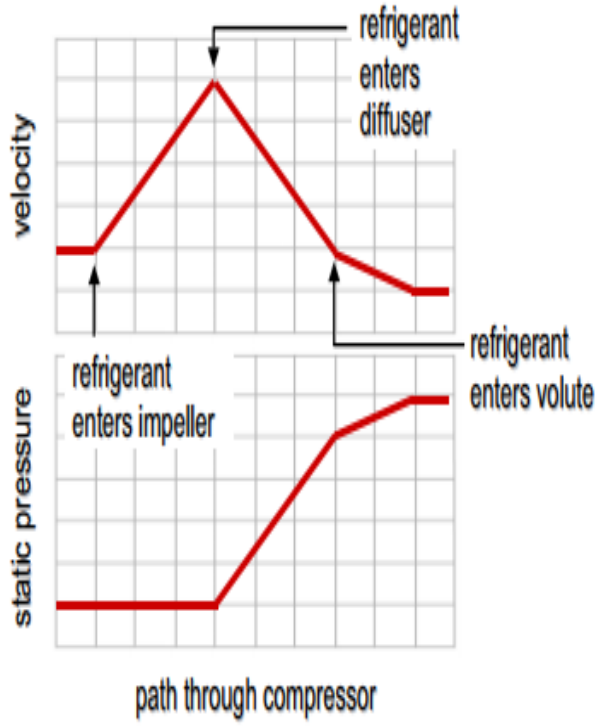
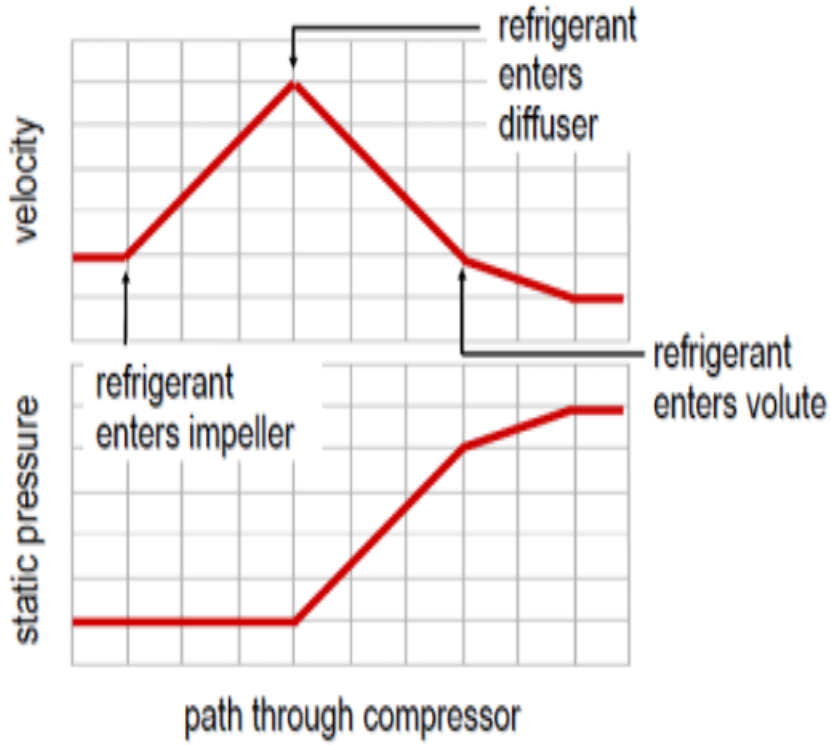


Figure 22

This chart plots the conversion of energy that takes place as the refrigerant passes through the centrifugal compressor. In the radial passages of the rotating impeller, the refrigerant vapor accelerates, increasing its velocity and kinetic energy. As the area increases in the diffuser passages, the velocity, and therefore the kinetic energy, of the refrigerant decreases. This reduction in kinetic energy (velocity) is offset by an increase in the refrigerant's static energy or static pressure. Finally, the high-pressure refrigerant collects in the volute around the perimeter of the compressor, where further energy conversion takes place.

نمودار تبدیل انرژی کمپرسور سانتریفیوژ



نمودار تبدیل انرژی در گذر از کمپرسور سانتریفیوژ در شکل بالا نشان داده شده است . در معابر شعاعی پروانه در حال چرخش بخار مبرد شتاب و سرعت گرفته و انرژی جنبشی آن افزایش می یابد در ادامه حرکت با افزایش حجم تمامی این فاکتورها کاهش می یابند و تبدیل انرژی انجام می گردد.

در انتها تبدیل انرژی انتهایی با کاهش سرعت و افزایش حجم در Volute انجام می گردد.

Centrifugal Compressor

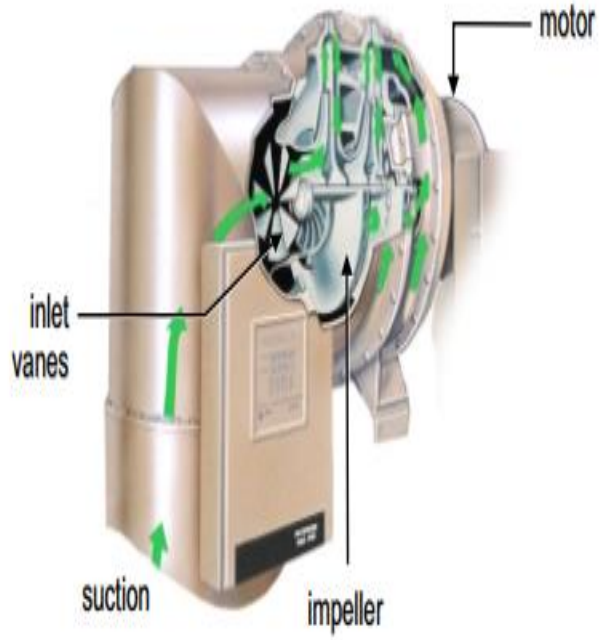
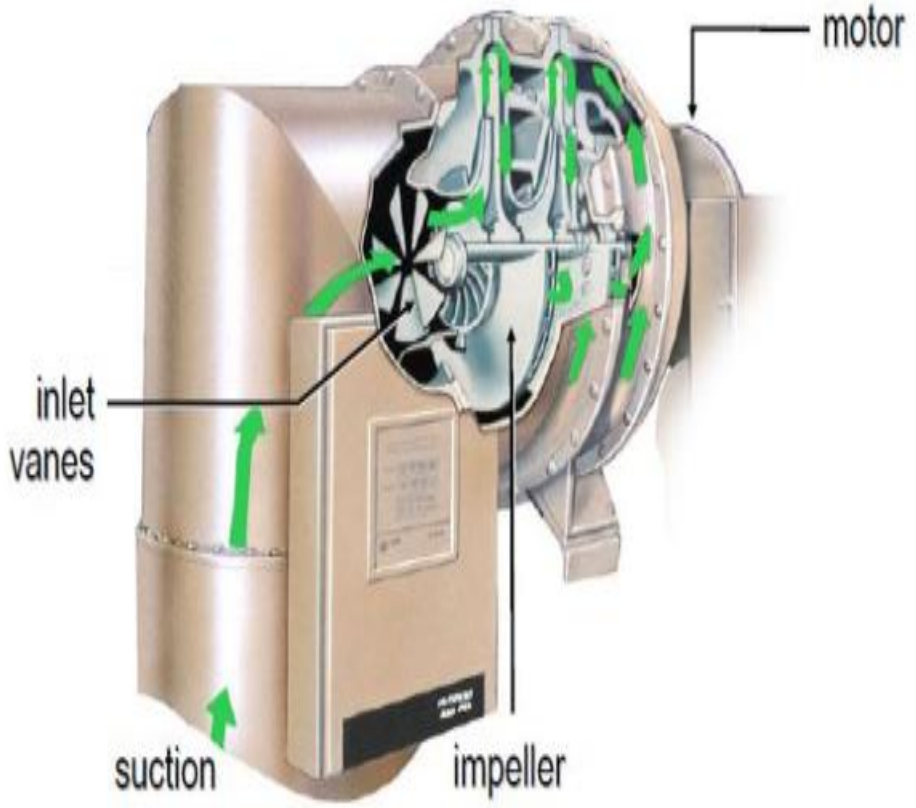


Figure 23

In this example centrifugal compressor, refrigerant vapor is drawn into the compressor and enters the center of impeller. This particular centrifugal compressor uses multiple impellers to perform the compression process in stages. The impellers rotate on a common shaft that is connected to the motor.

نمای برشی یک کمپرسور سانتریفیوژ



شکل بالا نشان میدهد که مبرد از طریق چشم پروانه وارد کمپرسور می شود این کمپرسور خاص مجهز به چند پروانه بوده که در مراحل مختلف گاز را فشرده می نماید . این پروانه ها روی محوری مشترک قرار دارند که این محور با واسطه یا بدون واسطه به موتور متصل می باشند.

در سیستمهای تبرید با کمپرسور سانتریفیوژ که در محدوده ظرفیتی ۱۰۰ تا ۳۰۰۰ تن معمولا بصورت کامل در کارخانجات سازنده مونتاژ می گردند.و بالاتر از این ظرفیت تا ۸۵۰۰ تن با محرکهای توربین و غیره در محل نصب مونتاژ می گردند.

کمپرسورهای تبرید

Centrifugal

❶ حرکت دورانی

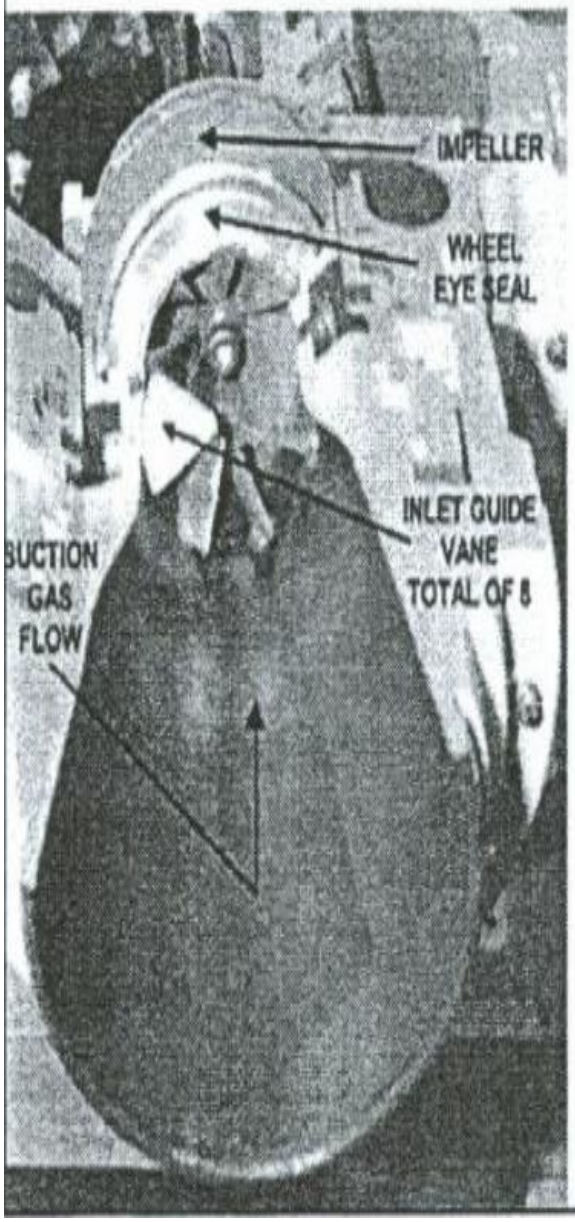
❷ جریان مبرد یکنواخت

❸ ارتعاش نسبتا کم

❹ عمل تراکم مبرد بدون روغن انجام می شود

❺ صدای بالا ولی قابل کنترل

❻ احتمال Surge (برگشت جریان) وجود دارد



۷۸

Open Compressor

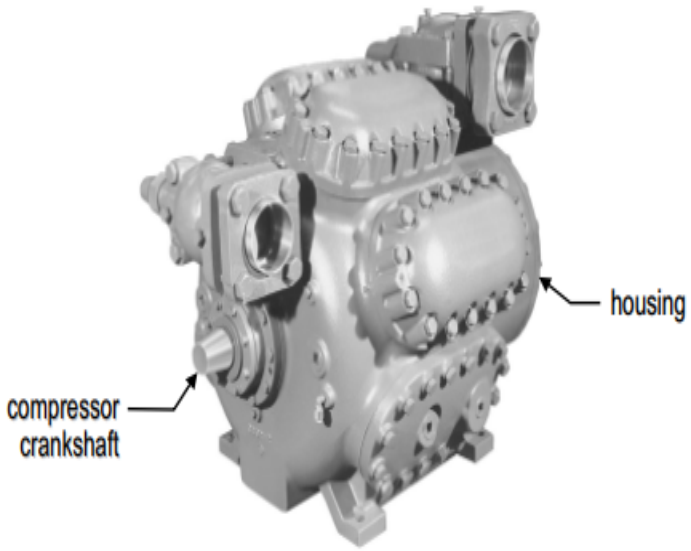


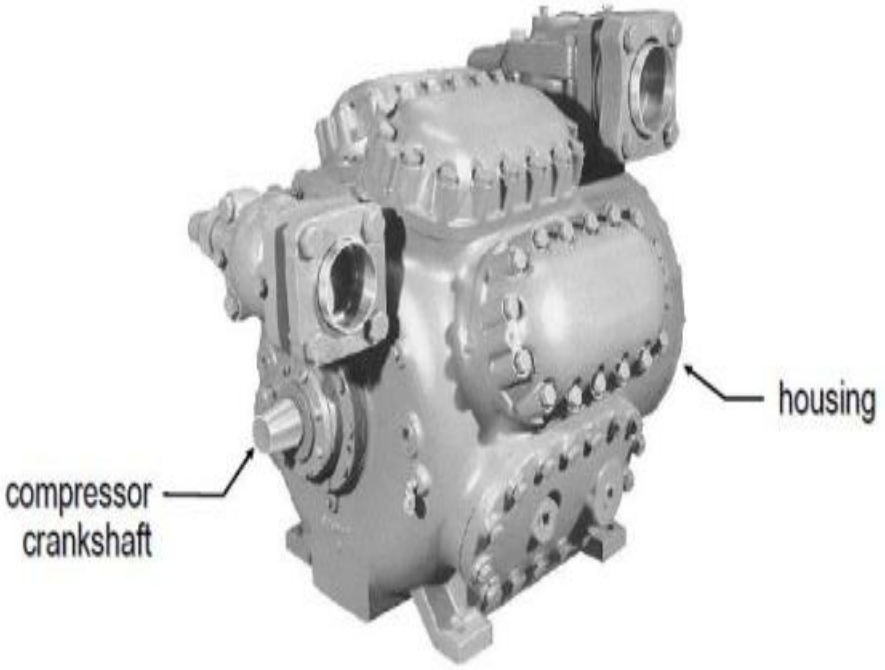
Figure 24

In addition to the different methods of compression, compressors can be classified as open, hermetic, and semihermetic. A reciprocating compressor will be used to explain these terms.

An **open compressor** is driven by an external power source, such as an electric motor, an engine, or a turbine. The motor is coupled to the compressor crankshaft by a flexible coupling. Since the shaft protrudes through the compressor housing, a seal is used to prevent refrigerant from leaking out of the compressor housing.

This motor is cooled by air that is drawn in from the surrounding space. The heat removed from the motor must still be rejected from the space, either by mechanical ventilation or, if the space is conditioned, by the building's cooling system.

کمپرسورهای باز



علاوه برتکنیکهای قبلی فشرده سازی موتوروکمپرسورمی توانند ازیکدیگرجدا باشند در تکنیکهای قبلی کمپرسورها Hermetic و semihermetic بودند . در شکل بالا یک کمپرسور پیستونی برای تشریح این نوع کمپرسورها آوزده شده است . کمپرسور باز توسط یک منبع خارجی مانند یک موتورالکتریکی یا توربین بهره برداری می شود محرک نیرو را به میل لنگ کمپرسور با منتقل می نماید بدلیل آنکه انتهای میل لنگ از کمپرسور خارج شده آببندی آن اصلی ترین عاملی است که طراح باید به آن توجه نماید .این موتور توسط هوا خنک شده و هوای اطراف محل نصب باید آنرا خنک نماید حرارت دفع شده از موتور پس از ورود به فضا باید توسط سیستمهای تهویه مکانیکی مانند فن ها یا سیستم تهویه ساختمان از محیطی که کمپرسور نصب شده دفع گردد.

Hermetic Compressor

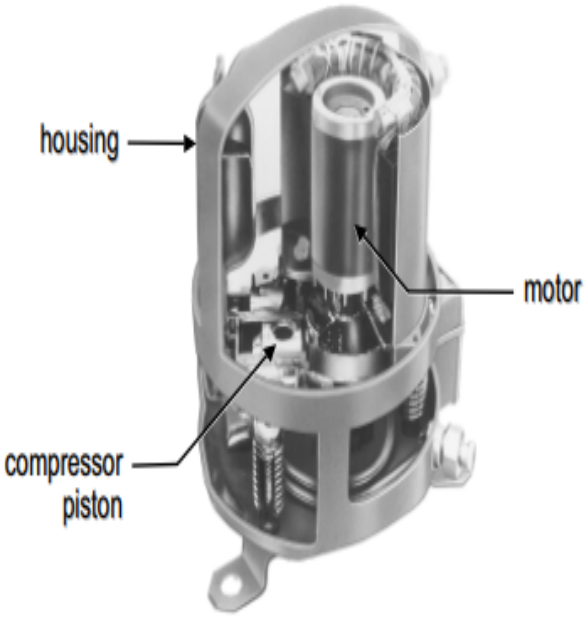
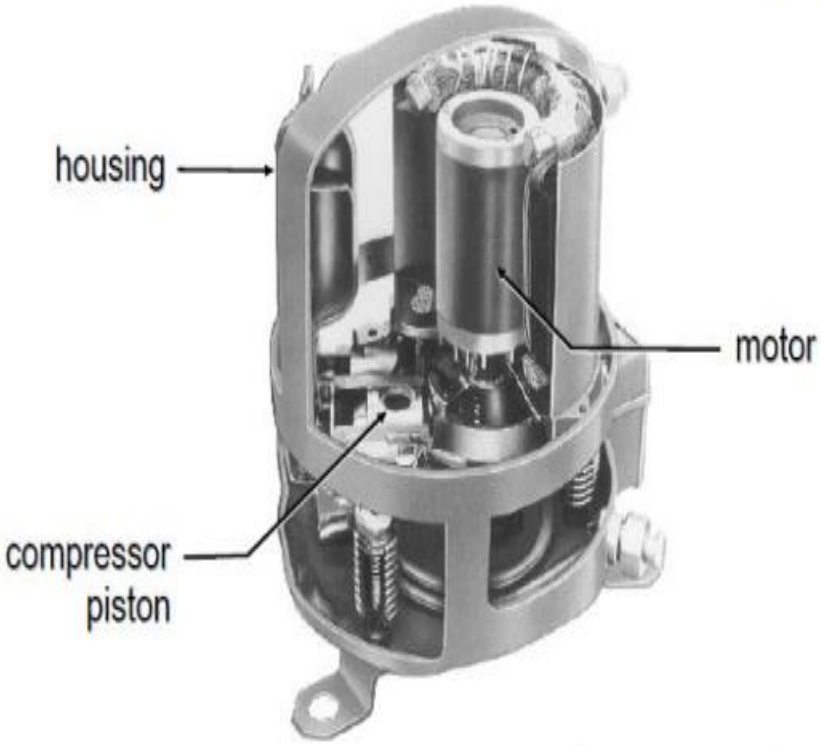


Figure 25

A **hermetic compressor**, on the other hand, seals the motor within the compressor housing. This motor is cooled by the refrigerant, either by refrigerant vapor that is being drawn into the compressor from the suction line or by liquid refrigerant that is being drawn from the liquid line. The heat from the motor is then rejected by the condenser.

Hermetic compressors eliminate the need for the shaft couplings and external shaft seals that are associated with open motors. The coupling needs precise alignment, and these seals are a prime source of oil and refrigerant leaks. On the other hand, if a motor burns out, a system with a hermetic compressor will require thorough cleaning, while a system with an open compressor will not.

کمپرسور هرمتیک



در این کمپرسور ، موتور و کمپرسور داخل یک محفظه جوشی مهر و موم شده اند موتور توسط مبرد سرد خنک می شود که از طریق خط مکش به داخل کشیده می شود گرمای دفع شده از موتور توسط کندانسور به محیط منتقل می گردد. کمپرسورهای هرمتیک نیازی ندارند که موتور وکمپرسور نسبت به هم نفوذ نداشته باشند تنها باید نسبت به محیط خارجی کاملا آببند باشند . بدلیل ساخت در کارخانه سازنده باید قبل از جوش کپسول خارجی شافت موتور وکمپرسور را بصورت کاملا بدون لرزش تنظیم نماید . در این کمپرسورها وقتی موتور کمپرسور می سوزد باید شستشوی ویژه ای در کل سیکل انجام داد تا مواد حاصل از سوختن که مسیر ها را آلوده نموده پاک شود. در حالی که با سوختن موتور باز آلودگی در سیستم وارد نمی شود.

Semihermetic Compressor

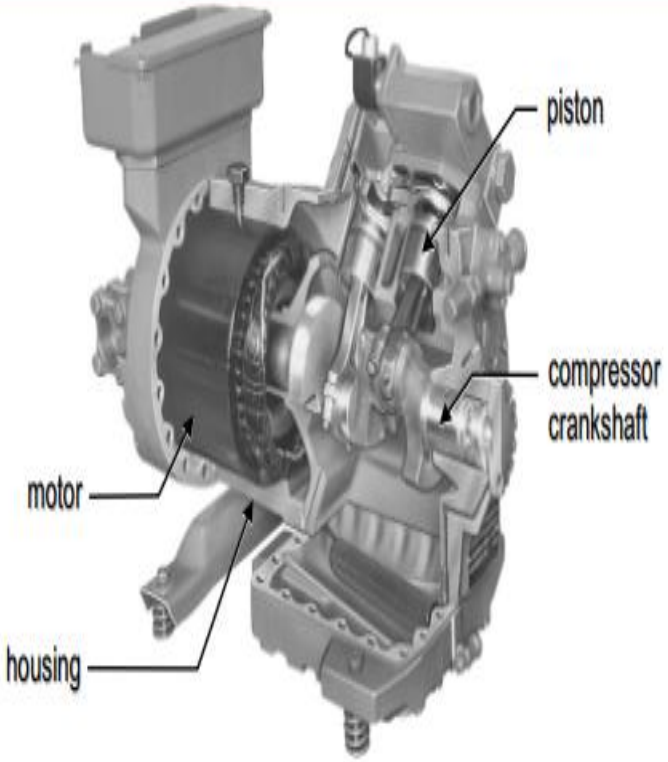
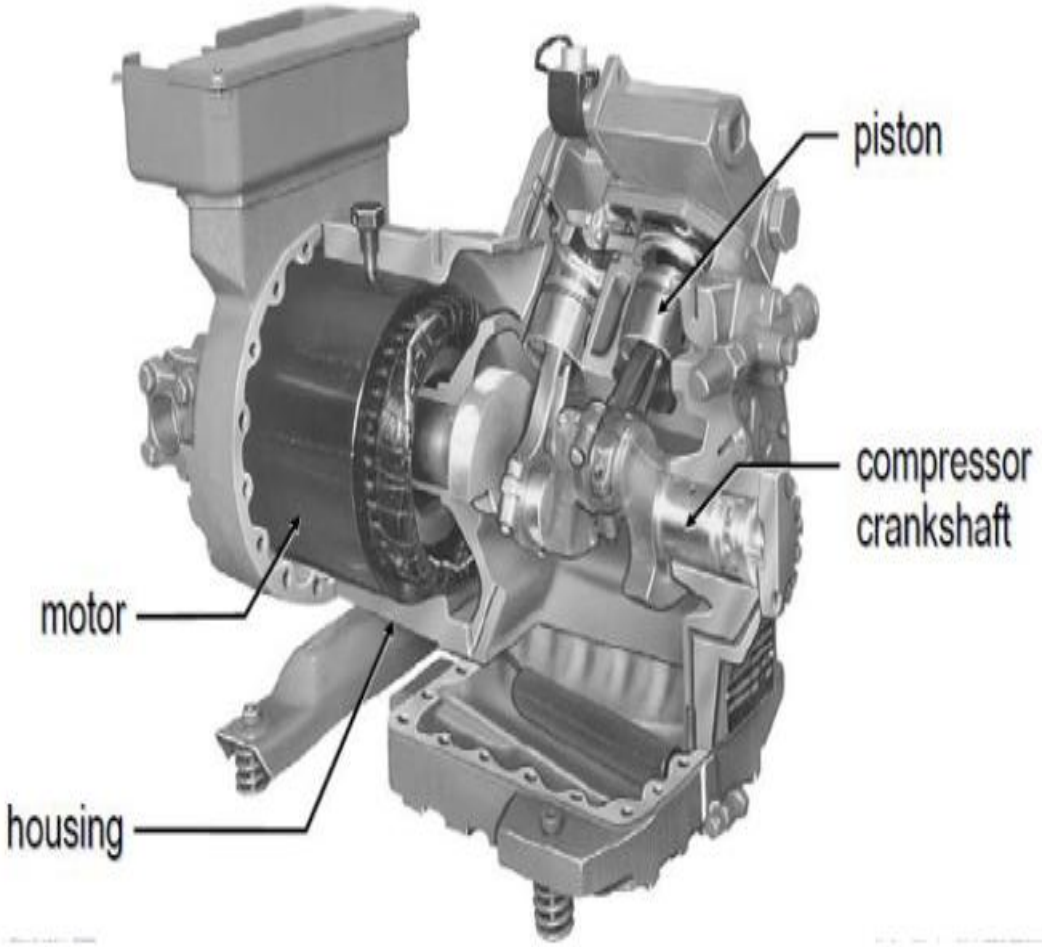


Figure 26

Similarly, the motor for a **semihermetic compressor** is also contained within the compressor housing and is cooled by the refrigerant. The term "semihermetic" means that the sealed housing is designed to be opened to repair or overhaul the compressor or motor.

کمپرسورهای نیمه بسته



مشابه کمپرسورهای هرمتیک این کمپرسورها نیز تماما بسته می باشند و با محیط اطراف ارتباط ندارند ولی این کمپرسورها از لحاظ تعمیرات کاملا باز شو می باشند . در هنگامی که موتور کمپرسور نیز می سوزد کاملا باید روند شستشو مانند کمپرسورهای هرمتیک در این کمپرسورها نیز باید انجام شود

برای اطلاعات بیشتر به سایت صبا کول مراجعه بفرمایید.

www.sabacool.ir

مقاله مذکور برگرفته از مقالات کمپانی معظم ترین و جزوات شرکت تبادل کار میباشد.

STS.Compressor.020408. Article 01

Getting to know Refrigeration compressors article. (مقاله آشنایی با کمپرسورهای برودتی)