

کمپرسورهای برودتی **COMPRESSORS**

www.sabacool.ir

گردآورنده 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

کنترل ظرفیت
کمپرسورهای تبریدی

REFRIGERATION

COMPRESSORS

CAPACITY CONTROL

Refrigeration Compressors

period two

Compressor Capacity Control

Figure 27

The capacity of a compressor is defined by the volume of evaporated refrigerant that can be compressed within a given time period. The compressor needs a method of capacity control in order to match the ever-changing load on the system.

Methods of Compressor Unloading

- | | |
|------------------|--------------------|
| ▲ Reciprocating | Cylinder Unloaders |
| ▲ Scroll | Cycle On and Off |
| ▲ Helical-Rotary | Slide Valve |
| ▲ Centrifugal | Inlet Vanes |
| | Variable Speed |

Figure 28

Capacity control is commonly accomplished by unloading the compressor. The method used for unloading generally depends on the type of compressor.

Many reciprocating compressors use cylinder unloaders. Scroll compressors generally cycle on and off. Helical-rotary compressors use a slide valve or a similar unloading device. Centrifugal compressors typically use inlet vanes or a variable-speed drive in combination with inlet vanes. In addition, all four types of compressors could use variable speed to control their capacity.

سیستمهای کنترل ظرفیت سیستمهای تبرید

ظرفیت کمپرسور در صنعت تهویه و تبرید به معنی میزان بخاری است که به ورودی کمپرسور وارد می شود. کمپرسورهای تبرید نیاز به سیستمی دارند که حجم بخار ورودی به آن مطابق با تغییرات بار تغییر نماید.

روشهای کنترل ظرفیت در کمپرسورهای تبرید کمپرسورهای

رفت و برگشتیبی بار کردن سیلندرها

اسکرو خاموش و روشن کردن کمپرسورها

روتاری ماریچی اسلایدینگ والو

سانتریفیوژ IGV و VFD

کنترل ظرفیت معمولاً با کنترل میزان گردش مبرد در سیکل در سیکلهای مختلف با شرایط متفاوتی انجام می شود که انتخاب نوع روش توسط کارخانجات سازنده به تیپ کمپرسور بستگی دارد.

در کمپرسورهای پیستونی اینکار معمولاً با تجهیزاتی بنام Cylinder Unloader انجام می شود.

کمپرسورهای اسکرو معمولاً با خاموش و روشن شدن ظرفیت سیکل را تنظیم می نمایند.

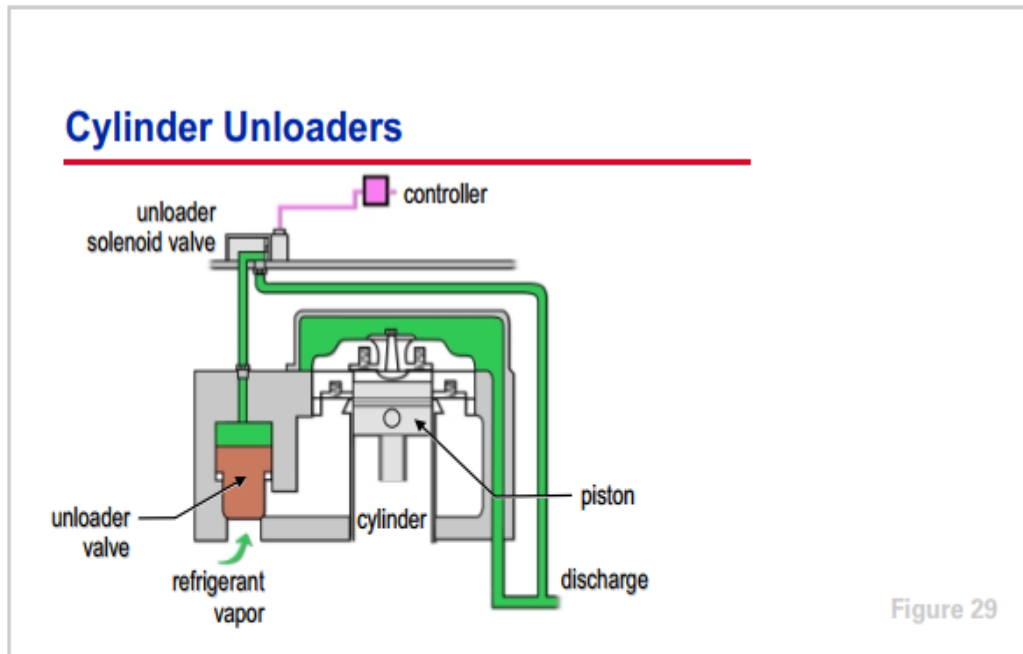
کمپرسورهای اسکرو معمولاً با یک شیر کشویی یا تجهیزاتی مشابه آن ظرفیت سیکل را تنظیم می نمایند.

کمپرسورهای سانتریفیوژ به طور معمول از IGV یا VFD استفاده می نمایند.

همه این کمپرسورها می توانند با درایوهای کنترل دور از طریق کنترل فرکانس استفاده نمایند.

period two

Compressor Capacity Control



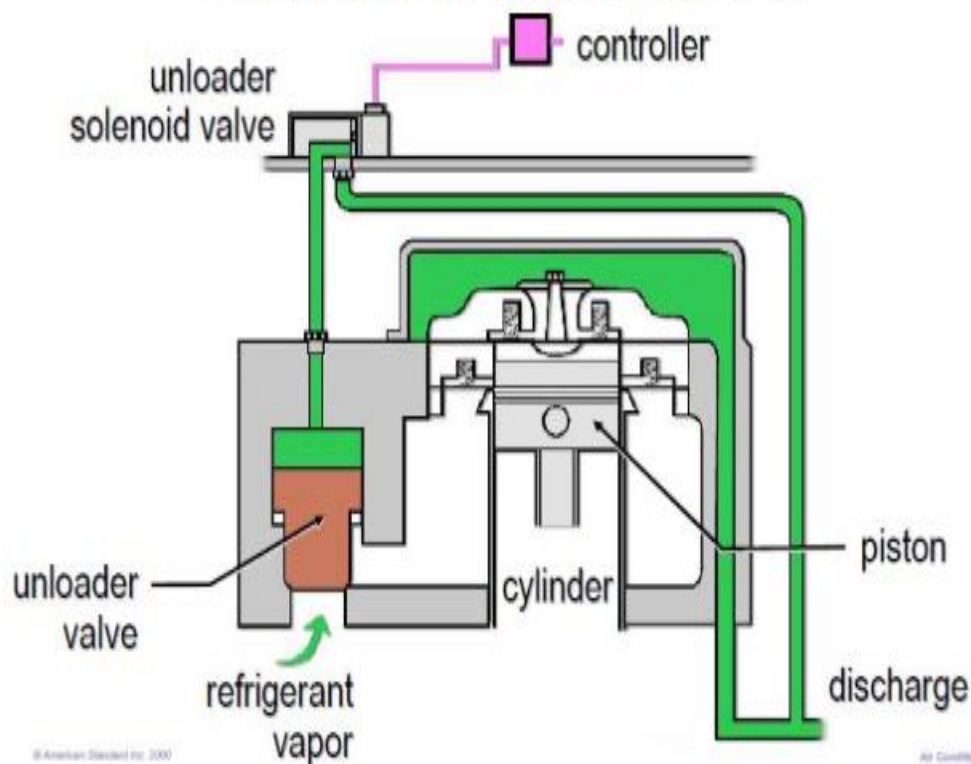
Cylinder Unloaders

Most large reciprocating compressors (above 10 tons [35 kW]) are fitted with **cylinder unloaders** that are used to match the compressor's refrigerant-pumping capacity with the falling evaporator load, by progressively deactivating piston-cylinder pairs.

The cylinder unloader shown in this example reciprocating compressor uses an electrically-actuated unloader valve to close the suction passage to the cylinder that is being unloaded.

In response to a decreasing load, an electronic controller sends a signal to open a solenoid valve. This solenoid valve diverts pressurized refrigerant vapor from the compressor discharge to the top of the unloader valve, causing the unloader valve to close and shut off the flow of refrigerant vapor into the cylinder. Even though the piston continues to travel back and forth inside this cylinder, it is no longer performing compression since it cannot take in any refrigerant vapor.

SYLINDER UNLOADER



کمپرسورهای پیستونی بالاتر از 10 تن (35KW) معمولاً با این تجهیزات کنترل بار ساخته می‌شوند که برای تطابق با میزان بخار خروجی از اواپراتور تنظیم ظرفیت می‌گردند که در این بین سیلندرها می‌توانند در مدار فشرده سازی باشند یا نباشند. در مثال کمپرسور پیستونی با Electrical Unloader نشان داده شده است. این شیر مسیر مکش کمپرسور را در هنگام گرفتن سیگنال از اواپراتور مسدود نموده تا سیلندر بدون بار گردد.

شیر الکتریکی SV بخار مبرد پر فشار را از مسیر دهش به بالای شیر Unloader بر گردانده و بدین طریق از ورود بخار به سیلندر جلوگیری می‌نماید در حالی که پیستون هنوز به بالا و پائین حرکت می‌نماید ولی مبرد به داخل کشیده نمی‌شود و سیلندر از مدار فشرده سازی خارج می‌شود.

Cylinder Unloaders

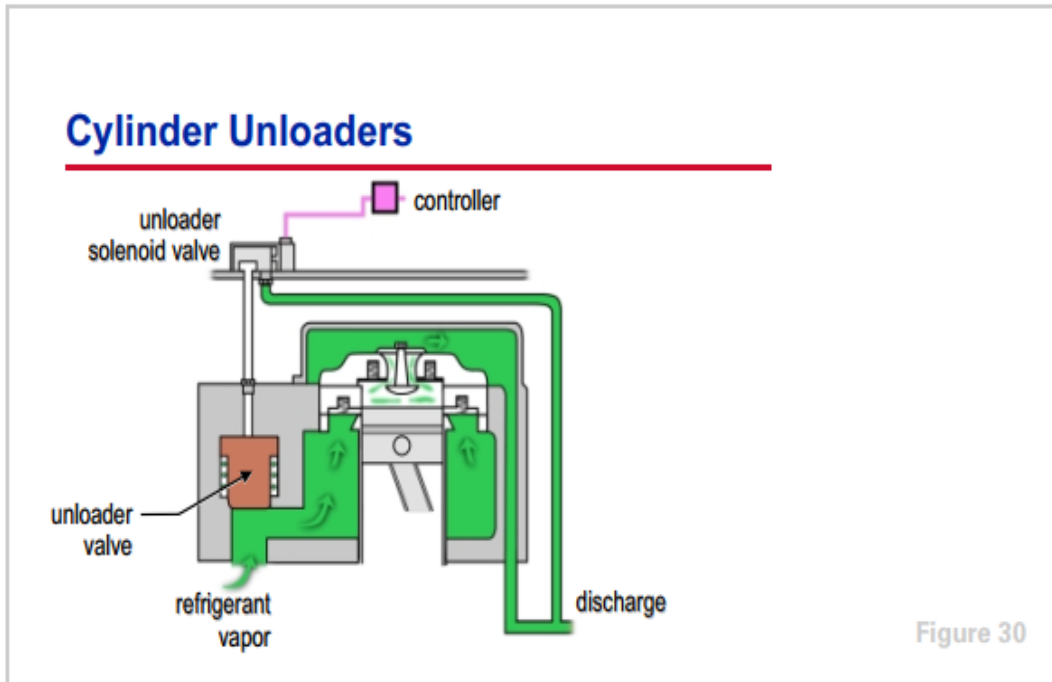
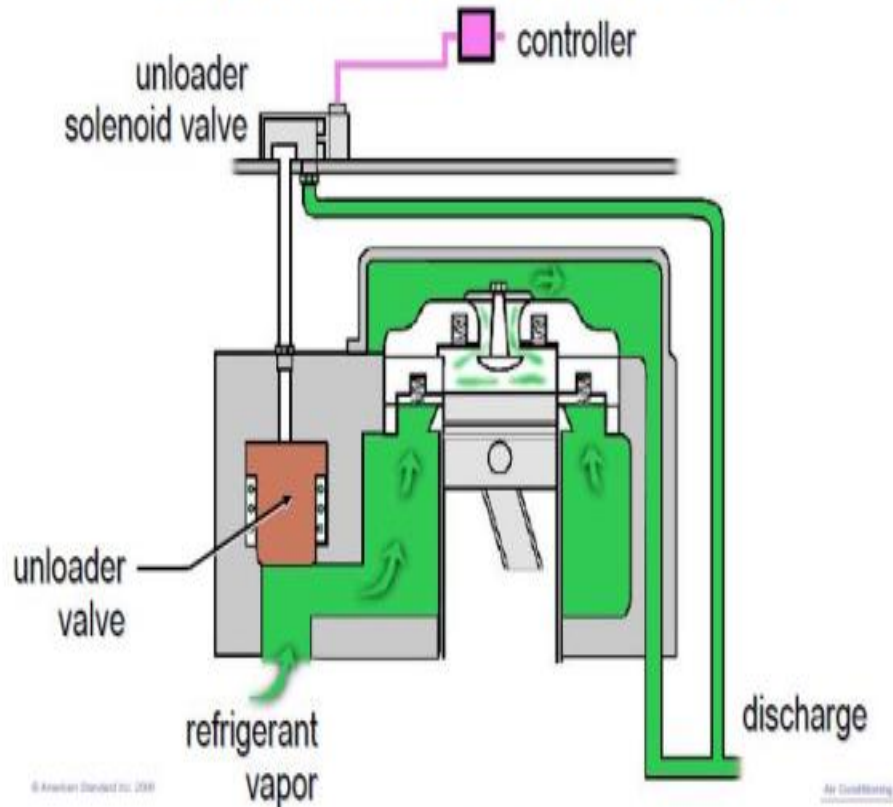


Figure 30

In response to an increasing load, the controller sends a signal to close the solenoid valve. This closes the port that allows the pressurized refrigerant vapor to travel to the top of the unloader valve. A controlled leakage rate around the unloader valve relieves the pressure, allowing the valve to open and refrigerant vapor to once again flow to the cylinder to be compressed.

Another type of cylinder unloader uses either pressure or electrically-actuated valving mechanisms to hold open the suction valve of the piston-cylinder pair. Since the suction valve is prevented from closing, no compression occurs in that cylinder and the discharge valve does not open. Still other types of cylinder unloaders divert the compressed refrigerant vapor back to the suction side of the compressor. In contrast to the cylinder unloaders shown, these other methods expend energy in moving refrigerant vapor during both the upward and downward piston strokes within the unloaded cylinders.

SYLINDER UNLOADER



در پاسخ به افزایش بار روی اواپراتور یک جریان الکتریکی به سلونوئید وارد شده و با ایجاد میدان مغناطیسی محور Unloader را به حرکت در می آورد در این صورت بخار مبرد تحت فشار به بالای Unloader وارد شده و با دبی نشتی از کنار این شیر فشار کاهش یافته و در نهایت اجازه می دهد بخار مبرد ارسالی از اواپراتور در سیلندر یاد شده وارد و متراکم گردد. نوع دیگر شیرهای Unloader شیرهای الکتریکی می باشند تا مکش سیلندر را باز یا بسته نمایند. از آنجا که مکش سیلندر باز نگردیده و هیچ بخاری در سیلندر موجود نمی باشد شیر دهش نیز باز نمی شود زیرا این شیر در اثر نیروی تراکم بخار مبرد باز میشود.

انواع دیگری از روشهای بی بار کردن در کمپرسورهای پیستونی وجود دارد و در برخی روشها بین دیسشارژ و ساکشن سیر کوله بخار مبرد نیز انجام می شود که زیاد معمول نمی باشد.

Capacity Versus Suction Temperature

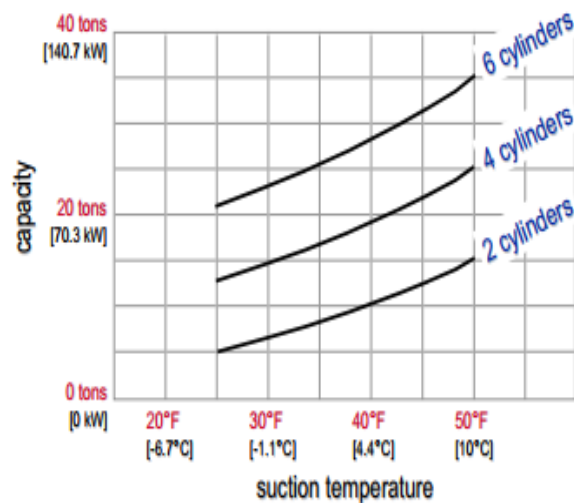
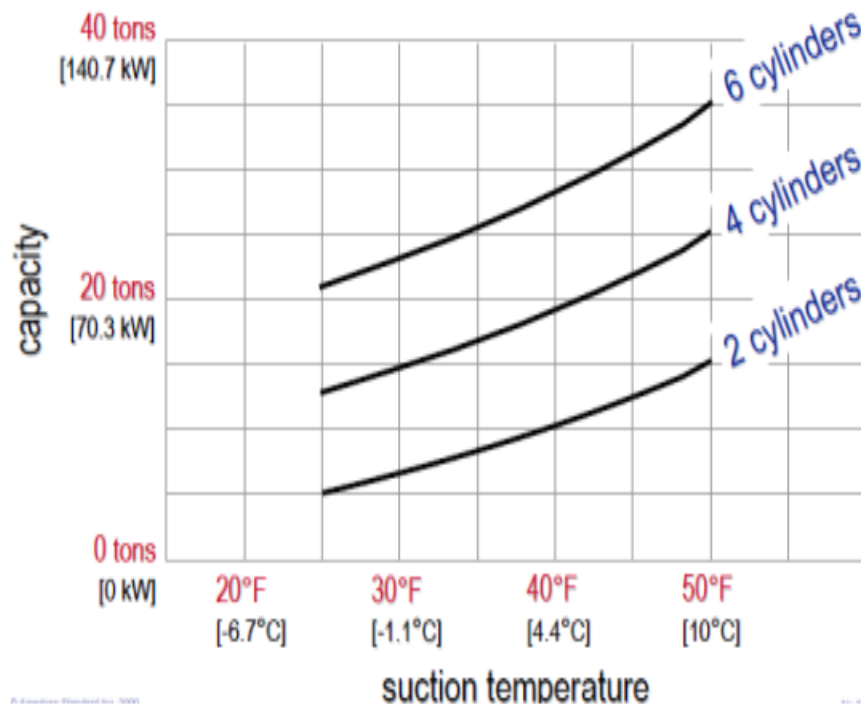


Figure 31

A plot of compressor capacity versus suction temperature (assuming a constant condensing temperature) reveals that the capacity of the compressor increases as the suction temperature increases. As the suction temperature, and, therefore, the suction pressure, increases, the refrigerant vapor becomes denser. A greater quantity of refrigerant can be compressed in a given compression cycle and the capacity of the compressor is higher.

For an example nominal-30-ton [105 kW] reciprocating compressor that has six cylinders, Figure 31 shows the capacity produced by the various stages of unloading. Four of the six cylinders are equipped with unloaders, and two cylinders are unloaded as a pair. The compressor, therefore, can operate with all six cylinders loaded, with four cylinders loaded, with only two cylinders loaded, or it can shut off. Again, these capacity curves assume the compressor is operating at a constant condensing (discharge) pressure.

نمودار مقایسه ظرفیت کمپرسور با دمای ساکشن



نمودار ظرفیت کمپرسور در مقایسه با دمای مکش (با فرض ثابت ماندن دمای کندانسینگ) نشان می دهد که با افزایش دمای مکش کمپرسور ظرفیت آن نیز افزایش می یابد. همانطور که دمای مکش و به طبع آن فشارش افزایش می یابد بخار مبرد متراکمتر می گردد. در این حالت مقدار بیشتری از بخار مبرد در چرخه تبرید در ظرفیت بالاتر کمپرسور متراکم می گردد.

بعنوان مثال در یک کمپرسور پیستونی 30 تن (105 kW) که دارای 6 سیلندر است و مطابق نمودار بالاست ظرفیت تخلیه کمپرسور مطابق نمودار بر اساس مراحل Unloading می باشد وقتی 4 سیلندر کمپرسور در حال کار باشد 2 سیلندر در حالت بی بار کار می نمایند.

بنابر این کمپرسور می تواند توسط آنلودرها با دو سیلندر یا چهار سیلندر یا شش سیلندر کار نماید و یا کلاً خاموش شود. این نمودار در فشار ثابت کندانسور تهیه شده است.

Compressor Unloading

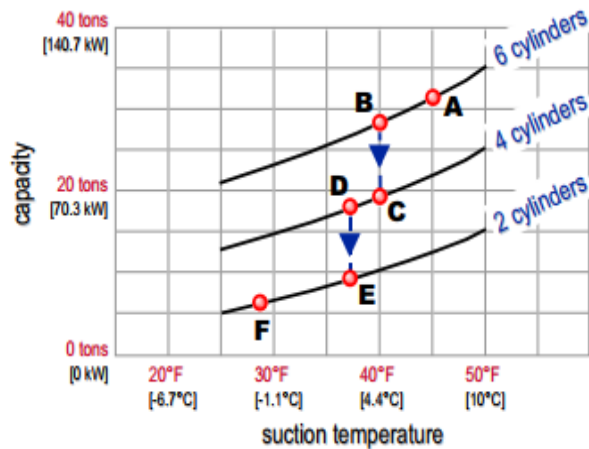


Figure 32

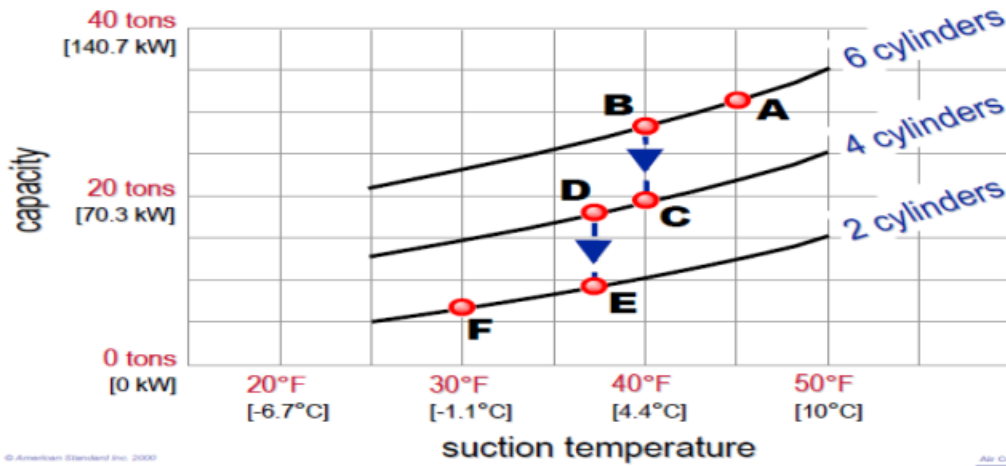
At design conditions, the capacities of the evaporator coil and compressor balance (**A**) at a suction temperature of 45°F [7.2°C] and a capacity of 31 tons [109 kW]. As the cooling load decreases below this balance point, assuming a constant condensing pressure, the compressor pumping capacity decreases with the falling suction temperature along the six-cylinder curve until it reaches **B**. Here, the compressor unloads the first set of two cylinders.

When the first set of two cylinders is unloaded, the compressor operates with only four active cylinders and the compressor capacity falls immediately to 19 tons [66.8 kW] along the four-cylinder curve (**C**). As the load continues to decrease, the capacity and suction temperature follow the four-cylinder curve until it reaches **D**. Here, the second set of two cylinders is unloaded, decreasing the compressor capacity to 9.5 tons [33.4 kW] along the two-cylinder curve (**E**).

As the load continues to decrease, the suction temperature reaches the minimum set point, 28°F [-2.2°C] in this example (**F**), and the two remaining cylinders are deactivated by shutting off the compressor. The minimum capacity of the compressor in this example is 7 tons [24.6 kW].

This illustrates how cylinder unloading extends the stable part-load range of a reciprocating compressor. The example compressor is able to perform over 77% of its capacity range (31 tons to 7 tons [109 kW to 24.6 kW]). An increasing load reverses the sequence.

بی باری کمپرسور



مطابق شکل فوق در شرایط طراحی، ظرفیت کوپل اوپراتور و کمپرسور در نقطه A در تعادل بوده و وقای دمایی مکش 45F (7.2 C) است ظرفیت کمپرسور برابر 31 TON (109 KW) می باشد (نقطه تعادل A) وقتی بار سرمایی به زیر این نقطه کاهش می یابد و با فرض ثابت ماندن فشار کندانسینگ، کمپرسور ظرفیت را کاهش داده و با کاهش دمایی مکش در امتداد منحنی 6 سیلندر به نقطه B می رسد که در این نقطه کمپرسور اولین دو سیلندر را از مدار خارج می نماید. هنگامی که دو سیلندر از مدار فشرده سازی خارج می گردد ظرفیت کمپرسور به 20 TON (70.3 KW) کاهش یافته و عملکرد آن بر منحنی 4 سیلندر منطبق می گردد.

(نقطه C) هنگامی که بار کاهش می یابد و مطابق منحنی کمپرسور 4 سیلندر تا نقطه D پیش می رود در این زمان مجموعه دو سیلندر دوم نیز از مدار خارج شده و ظرفیت کمپرسور به 9.5 TON (33.4 KW) کاهش می یابد (نقطه E)

و با ادامه کاهش ظرفیت (تا دمایی مکش -1.1C) در نقطه F دو سیلندر فعال باقی مانده و در نقطه F کمپرسور خاموش می شود و حداقل ظرفیت کمپرسور در این مثال 7 تن تبرید معادل 24.6 KW می باشد.

توضیحات بالا نشان می دهد که یک کمپرسور رفت و برگشتی با 6 سیلندر چگونه تلاش می نماید که در بارهای جزئی متعادل باقی بماند. این مثال نشان می دهد که این کمپرسور قادر است در 77% از بار یعنی محدوده (31تن تا 7تن) معادل (109 کیلو وات تا 24.6 کیلو وات) فعال باقی بماند با افزایش بار روند بالا بصورت معکوس ادامه می یابد.

Alternating Cylinders On and Off

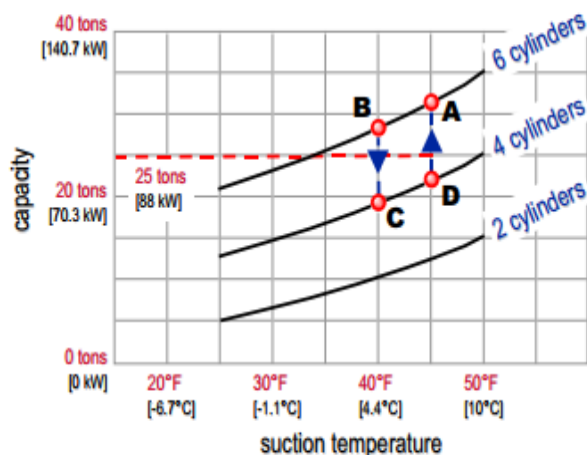


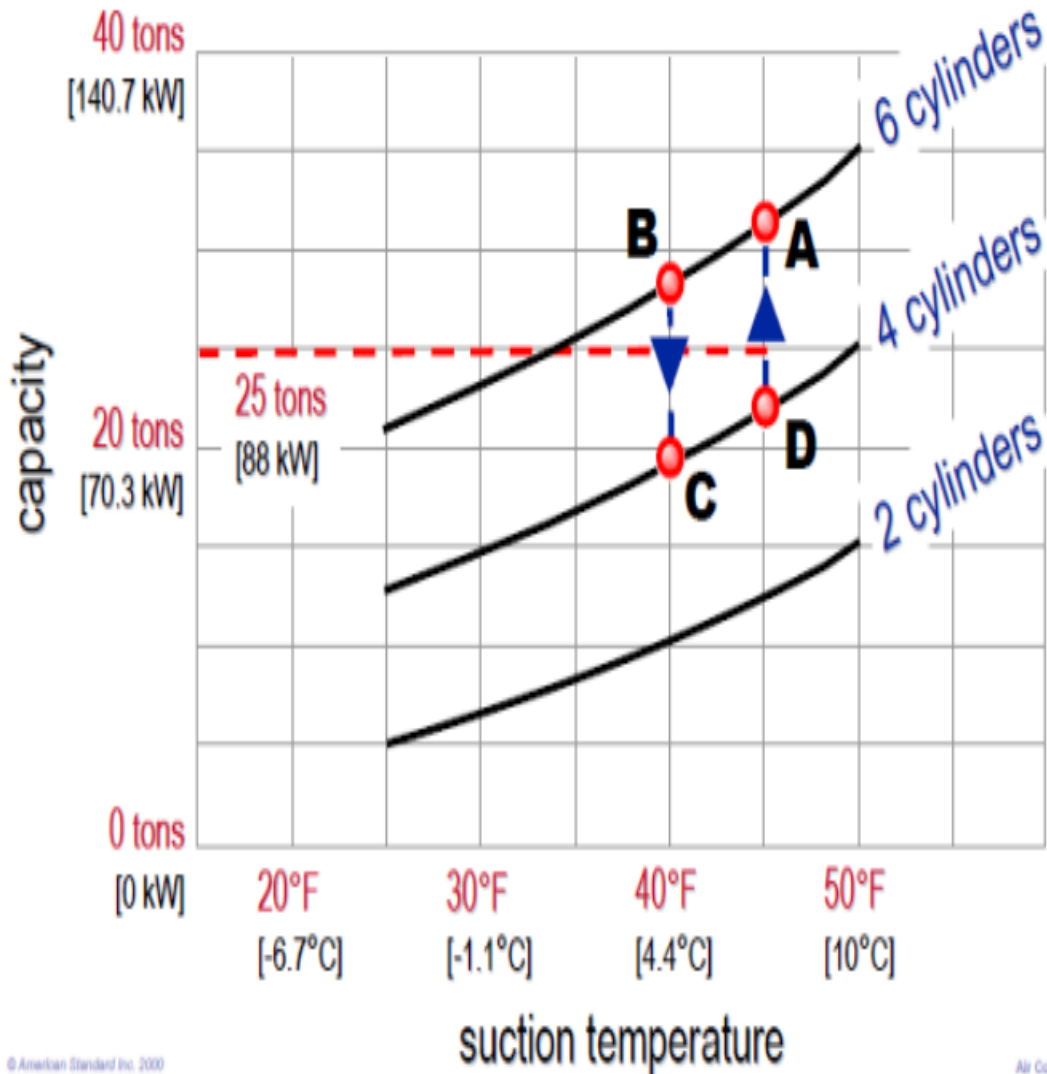
Figure 33

In the case of comfort-cooling applications, however, the load generally changes slowly in small intervals. For example, assume that the load decreases from 28 tons [98.5 kW] (**B**) to 25 tons [88 kW]. In response to the decreasing load, the compressor unloads to **C** on the four-cylinder capacity curve where it has a pumping capacity equivalent to 19 tons [66.8 kW]. The 25-ton [88-kW] evaporator load causes the suction temperature to rise and the capacity of the compressor increases toward **D**. When the load reaches **D** the compressor reloads the first set of two cylinders and the compressor capacity jumps to 31 tons [109 kW]. Because, at this point, the available compressor capacity exceeds the evaporator load, the suction temperature decreases toward **B** where the compressor is again unloaded to **C**.

From this example, it becomes obvious that the compressor and evaporator cannot reach a balance point while the evaporator load remains between these stages of compressor loading. This example compressor can produce a pumping capacity of 28 tons [98.5 kW] (**B**) with six cylinders loaded or 22 tons [77.4 kW] (**D**) with four cylinders loaded. It cannot exactly match the 25-ton [88-kW] evaporator load. As long as the evaporator load remains between the capacities produced by four and six cylinders, the compressor will alternate between the two stages of loading in an effort to produce an "average" capacity of 25 tons [88 kW].

Alternating between these stages of loading does not harm the reciprocating compressor. The only time it should be avoided is when the compressor must cycle between off and on to balance a load that is less than the minimum stage of compressor loading. Excessive starting and stopping of large reciprocating compressor motors is generally discouraged due to the mechanical wear on a motor of that size.

روشن و خاموش شدن متناوب سیلندرها



© American Standard Inc. 2000

Air Conditioning

در یک سیستم تبرید و تهویه مطبوع که بار به آرامی در فواصل کوچک تغییر می نماید مانند مثال وقتی بار از 28 تن (98.5KW) نقطه B تا 25 تن (88KW) کاهش می یابد بار برودتی کاهش یافته و کمپرسور دو سیلندر را Unload نموده و نمودار به نقطه C مربوط به نمودار 4 سیلندر منتقل شده و گذر حجمی گاز مطابق نمودار می گردد ظرفیت پمپاژ کمپرسور معادل 20 تن (70.3 KW) می گردد.

وقتی دمای ساکشن کمپرسور افزایش می یابد و ظرفیت معادل 25 تن (88 KW) می گردد نقطه کارکرد به نقطه D روی منحنی 4 سیلندر منتقل می گردد.

وقتی بار به نقطه D می رسد دو سیلندر Unload شده مجددا Load شده و ظرفیت کمپرسور مجددا 31 تن (109 kw) می گردد در این نقطه چون ظرفیت کمپرسور افزایش یافته اگر بار حرارتی موجود نباشد دمای مکش کاهش می یابد و کمپرسور مجددا به نقطه C باز می گردد و این اتفاق زمانی به وقوع می پیوندد که کمپرسور به نقطه B روی منحنی کارکرد منتقل شده باشد.

از این مثال می توان نتیجه گرفت که هر گاه بار اوپراتور و کمپرسور به تعادل برسد جابجائی بین منحنی های مشخصه اتفاق نمی افتد.

در این مثال کمپرسور می تواند ظرفیت 28 تن (98.5 KW) با 6 سیلندر نقطه B را جوابگو شود و یا 22 تن (77.4 KW) با 4 سیلندر لود شود (نقطه D) ولی این کمپرسور نمی تواند بار اوپراتور 25 تن (88 KW) را دقیقا در حال تعادل بدهد و اگر بار اوپراتور در این محدوده باقی بماند کمپرسور متاوبا بین 4 و 6 سیلندر تغییر وضعیت می دهد این نوع کارکرد آسیبی به کمپرسور وارد نمی نماید زیرا در طراحی این وضعیت برای تعادل با بار اوپراتور تعریف شده می باشد.

خاموش و روشن شدن کل کمپرسور بصورت متوالی موجب آسیب خواهد شد.

Cycling On and Off

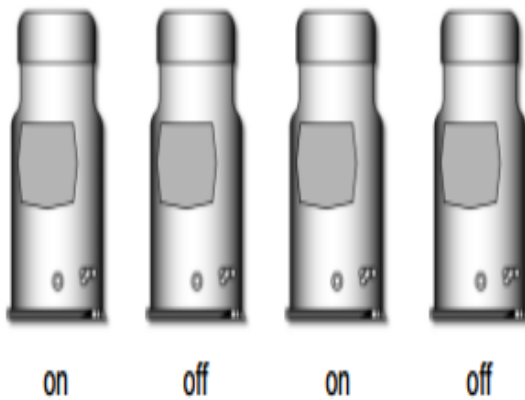
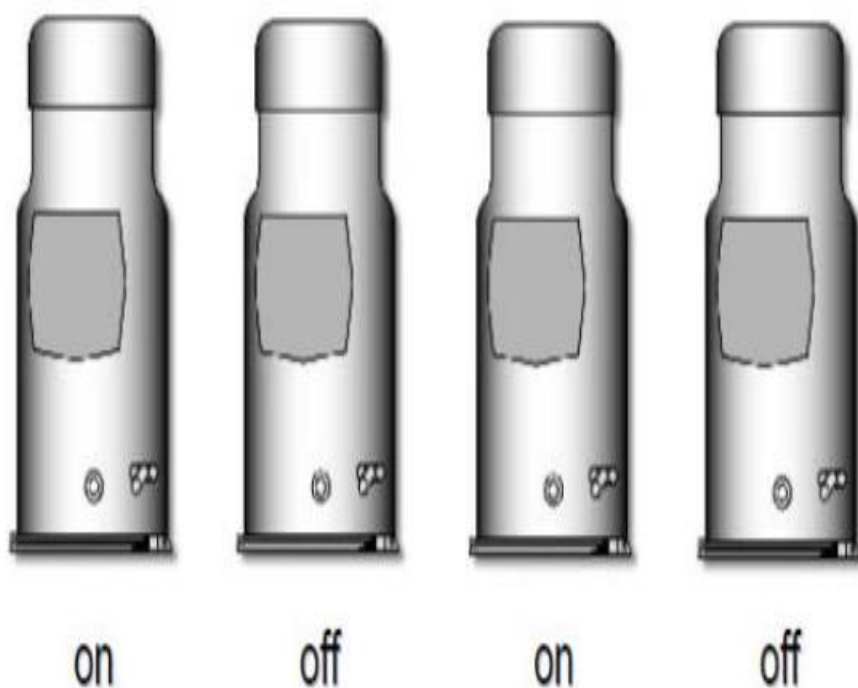


Figure 34

Cycling On and Off

Scroll compressors do not have valves or unloaders. A piece of equipment that uses scroll compressors generally unloads by using multiple compressors and turning them on and off, as needed, to satisfy the evaporator load.

سیکلهای ON و OFF در یک سیکل تبرید ۴ کمپرسوره



کمپرسورهای اسکرو Unloader ندارند و توسط روشن و خاموش شدن کنترل بار می گردند در چیلری که تعدادی کمپرسور اسکرو دارد با روشن و خاموش شدن تعدادی از کمپرسورها با ر اواپراتور را با ظرفیت کمپرسوری برابر می نمایند.

Cycling Scroll Compressors

step	reciprocating		scroll	
	# of cylinders active	nominal capacity	# of compressors active	nominal capacity
1	2	10 tons [35 kW]	1	10 tons [35 kW]
2	4	20 tons [70 kW]	2	20 tons [70 kW]
3	6	30 tons [105 kW]	3	30 tons [105 kW]
4	8	40 tons [140 kW]	4	40 tons [140 kW]

Figure 35

Cycling multiple scroll compressors is very similar to the use of cylinder unloaders on a single reciprocating compressor. As an example, a large 40-ton [140.6-kW] reciprocating compressor may have eight cylinders with unloaders on six of them, allowing it to unload in equal steps of 10 tons [35.2 kW] each, with a minimum nominal capacity of 10 tons [35.2 kW].

A similar 40-ton [140.6-kW] unit using scroll compressors would include four separate 10-ton [35.2-kW] scroll compressors. Just as the reciprocating compressor unloads in equal intervals by unloading a pair of cylinders, the scroll compressor unit unloads in the same 10-ton [35.2-kW] intervals by shutting off individual compressors.

استفاده از چند کمپرسور اسکرو

step	reciprocating		scroll	
	# of cylinders active	nominal capacity	# of compressors active	nominal capacity
1	2	10 tons [35 kW]	1	10 tons [35 kW]
2	4	20 tons [70 kW]	2	20 tons [70 kW]
3	6	30 tons [105 kW]	3	30 tons [105 kW]
4	8	40 tons [140 kW]	4	40 tons [140 kW]

شکل نشان می دهد که بی بار کردن و بار دار کردن کمپرسورهای اسکرو بسیار شبیه به همین مراحل در کمپرسورهای پیستونی است به عنوان مثال یک کمپرسور پیستونی بزرگ پیستونی 40 تن (146.6 kW) امکان دارد هشت سیلندر داشته باشد که روی شش سیلندر Unloader نصب شده باشد و در هر مرحله از این کمپرسور شامل دو سیلندر که ظرفیتی برابر 10 تن (35.2 kW) دارد و کمترین ظرفیت این کمپرسور 10 تن (35.2 kW) است. مشابه این کمپرسور پیستونی در کمپرسورهای اسکرو یک سیستم 40 تن دارای 4 کمپرسور مجزای 10 تن است. مانند کمپرسورهای پیستونی در مثال بالا هر دو سیلندر کمپرسور 40 تن معادل یک کمپرسور اسکرو و بجای عمل کردن Unloader کمپرسورها خاموش می شوند.

Cycling Scroll Compressors

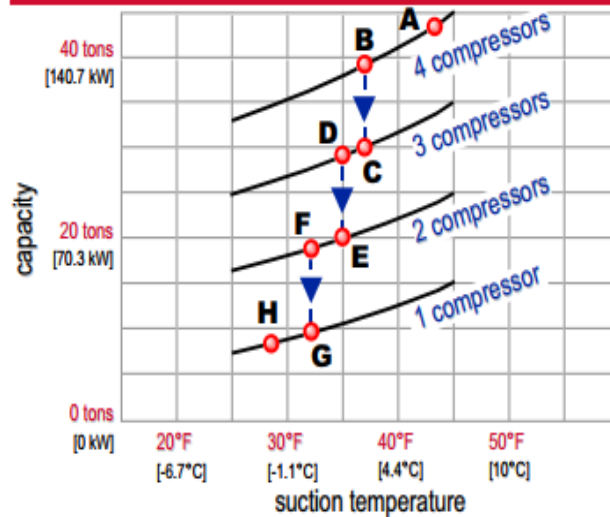


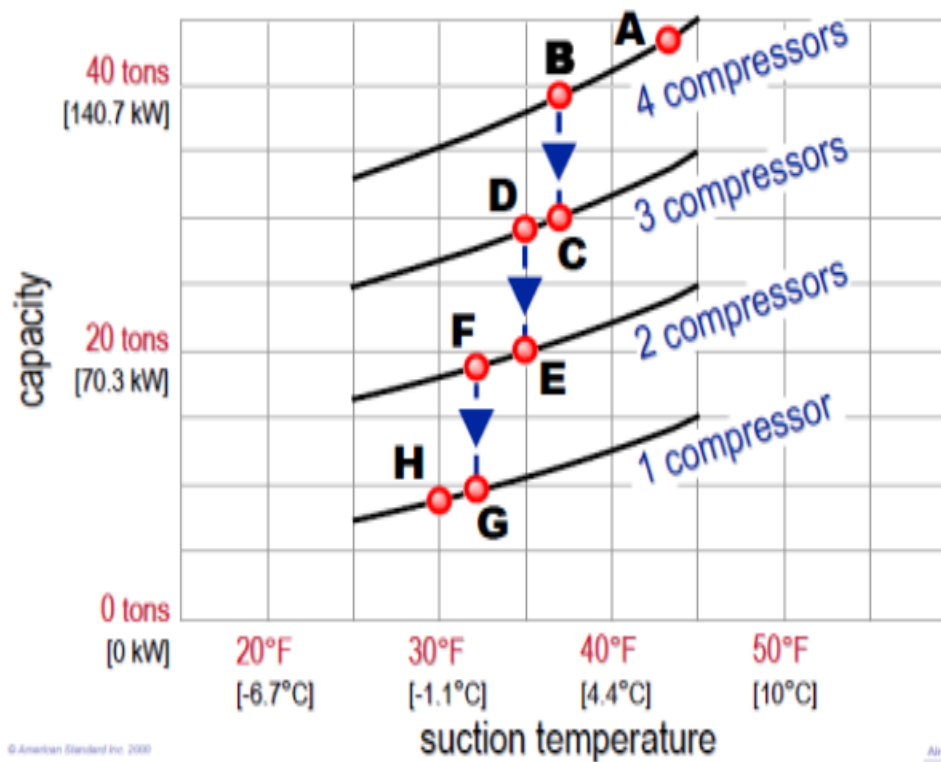
Figure 36

At design conditions, the capacities of the evaporator and this four-compressor unit balance at a suction temperature of 43°F [6.1°C] and a capacity of 44 tons [154.7 kW] (**A**). As the cooling load decreases below this balance point, assuming a constant condensing pressure, the capacity of the unit decreases with the falling suction temperature along the four-compressor curve until it reaches **B**. Here, the first scroll compressor is shut off and the capacity of the unit decreases immediately to 30 tons [105.5 kW] (**C**) along the three-compressor curve.

As the load continues to decrease, the individual compressors shut off in a similar manner until the suction temperature reaches a minimum set point and the final compressor is shut off. The minimum capacity of the four-compressor unit in this example is 8 tons [28.1 kW].

Excessive starting and stopping of scroll compressors is not a concern. The reciprocating compressor system on Figure 35 includes a single large compressor with a single large motor. In contrast, the scroll compressor system has four small compressors, each with its own small motor. These small motors are designed to cycle, just like those used with small reciprocating compressors.

حرکت کمپرسور اسکرو در میان بارها



در شرایط طراحی ظرفیت اوپراتور با ۴ کمپرسور اسکرو در نقطه A به تعادل می رسد دمای ساکشن C 6.1 (43F) و ظرفیت 44 تن (154.7 KW) می باشد. وقتی ظرفیت اوپراتور در فشار ثابت کندانسور کمتر از نقطه تعادل A می گردد ظرفیت روی منحنی 4 کمپرسور کاهش یافته زیرا دمای ساکشن کاهش می یابد و دستگاه تا نقطه B روی نمودار 4 کمپرسور کاهش می یابد. در این مرحله با کاهش دمای ساکشن منحنی کارکرد به نقطه C روی منحنی 3 کمپرسور منتقل شده و یک کمپرسور از مدار خارج می گردد (30 تن معادل 105.5 کیلووات) همانطور که بار کاهش می یابد همانطور که دمای ساکشن کاهش می یابد کمپرسورها تک به تک از مدار تولید خارج میشوند تا به دمای ست پوینت برسد که در این زمان آخرین کمپرسور نیز از مدار خارج می گردد کمترین ظرفیت در این مثال با یک کمپرسور 8 تن (18.1KW) می باشد خاموش و روشن شدن کمپرسور جای نگرانی ندارد در کمپرسور پیستونی 40 تن هشت سیلندر فعالیت می نماید در حالی که در این ظرفیت و مثال این صفحه 4 کمپرسور 10 تن کوچک موجود بوده که هر کدام موتور کوچکتری دارد.

Slide Valve

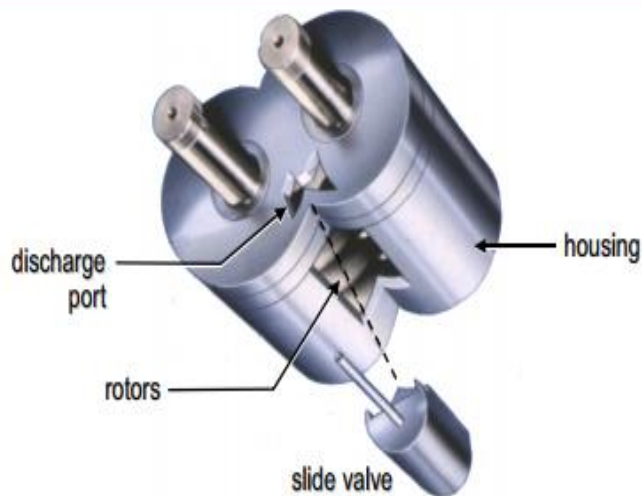


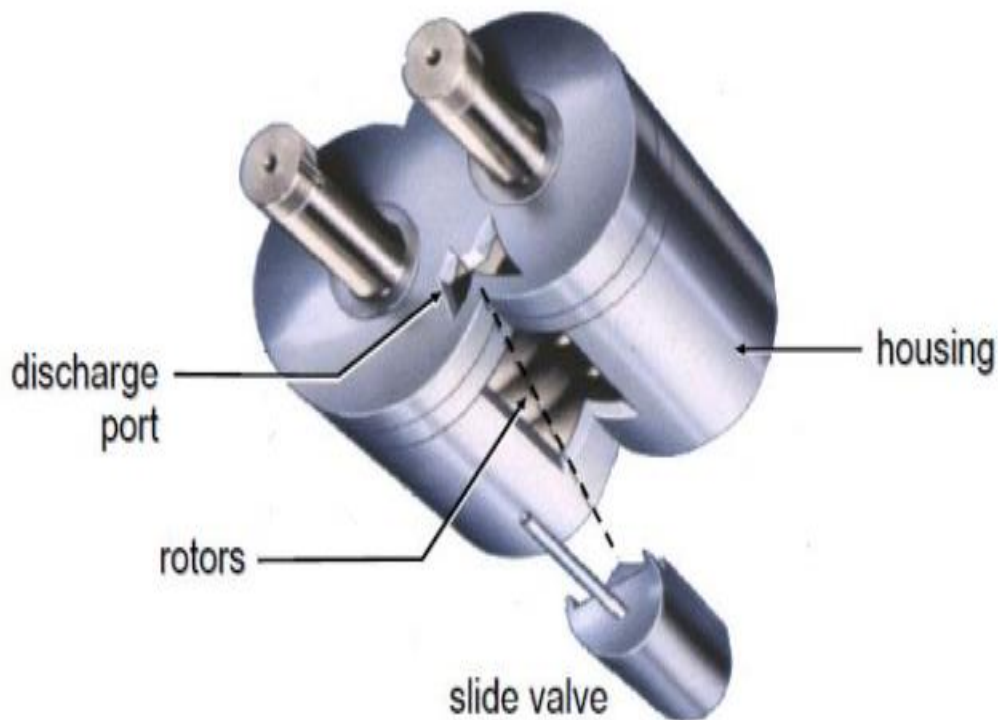
Figure 37

Slide Valve

The helical-rotary compressor used as the example in this clinic is unloaded using a **slide valve** that is an integral part of the compressor housing. Other helical-rotary compressor designs may use a variety of methods to vary capacity. Some of these methods are similar in function to the slide valve presented in this clinic. One major determining factor is whether the compressor is designed to unload in steps, like a reciprocating compressor, or if it has variable unloading.

The position of the slide valve along the rotors controls the volume of refrigerant vapor delivered by the compressor, by varying the amount of rotor length actually used for compression. By changing the position of the slide valve, the compressor is able to unload to exactly match the evaporator load, instead of unloading in steps like the reciprocating compressor discussed earlier.

شیر دریچه ای Slide Valve



در کمپرسورهای مارپیچ دوار استفاده شده در مثال فوق یک شیر دریچه ای روی این کمپرسورها که جزئی جدائی ناپذیر از کمپرسور اسکرو می باشند نصب می شود در این کمپرسورها می توان از روشهای متفاوت کنترل ظرفیت استفاده نمود که برخی از این روشها مشابه عملکرد شیرهای کشویی می باشد که در این مبحث استفاده شده است. یکی از عوامل عمده در تغییر ظرفیت در این کمپرسورها مانند کمپرسورهای پیستونی فعال یا غیر فعال کردن Unloader ها در استپ های مختلف می باشد تا خروجی کمپرسور از لحاظ حجم متغیر باشد. محل قرارگیری شیر کشویی در ورودی کمپرسور تعیین می نماید که حجم خروجی مبرد از کمپرسور به چه میزان باشد. به عبارتی دیگر موقعیت کشو در امتداد روتور کنترل حجم خروجی کمپرسور را تعیین می نماید. با تغییر محل کشو در ورود کمپرسور این فرصت بوجود می آید که بار اوپراتور و کندانسور به تعادل برسد.

این نوع عملکرد به جای بی بار کردن سیلندرها در کمپرسور پیستونی مورد استفاده قرار می گیرد.

Slide Valve

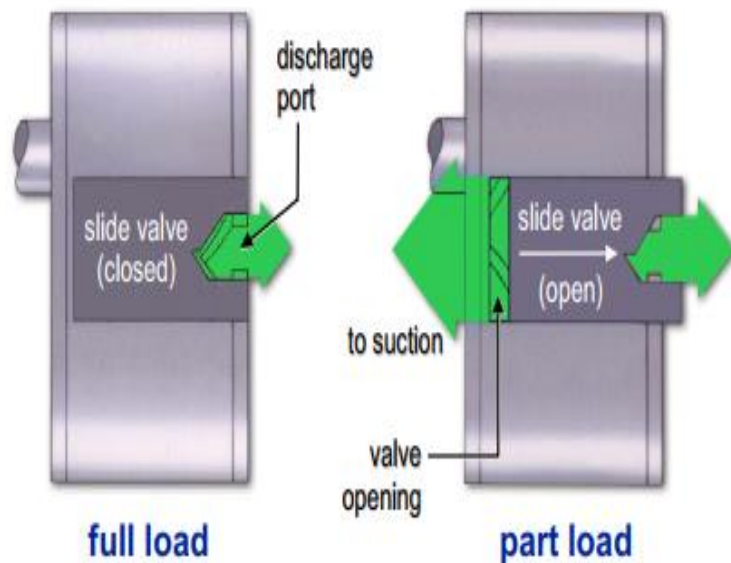
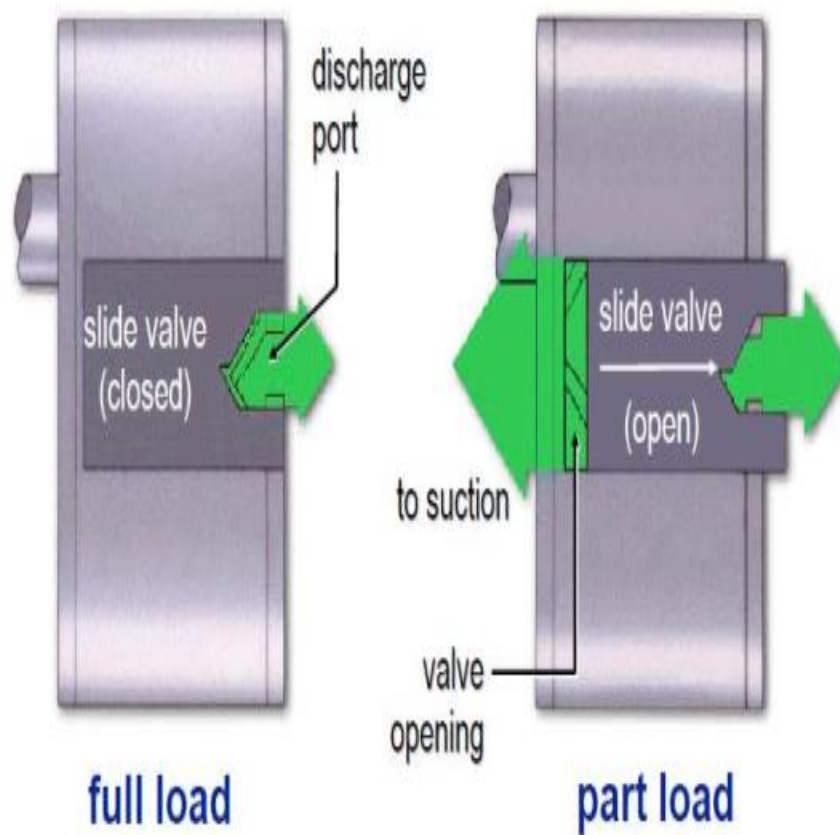


Figure 38

At full load, the slide valve is closed. The compressor pumps its maximum volume of refrigerant, discharging it through the discharge port.

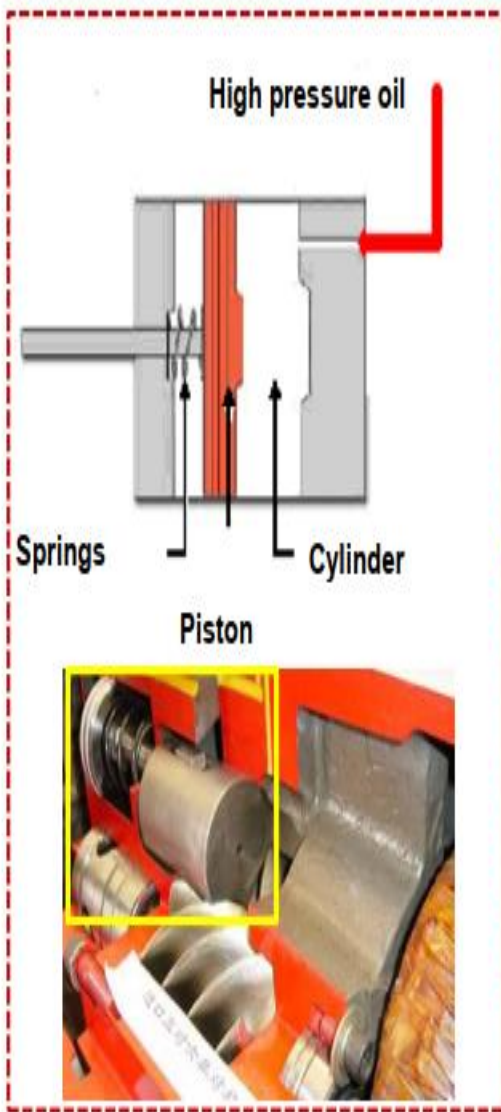
As the load on the compressor decreases, the slide valve modulates toward the open position. The opening created by the valve movement allows refrigerant vapor to bypass from the rotor pockets back to the suction side of the compressor. This reduces the volume of vapor available for the compression process. It also reduces the amount of rotor length available for compression. In this manner, the volume of refrigerant that is pumped by the compressor is varied, unloading it to balance the existing load.

شیر کشوئی در کمپرسور اسکرو

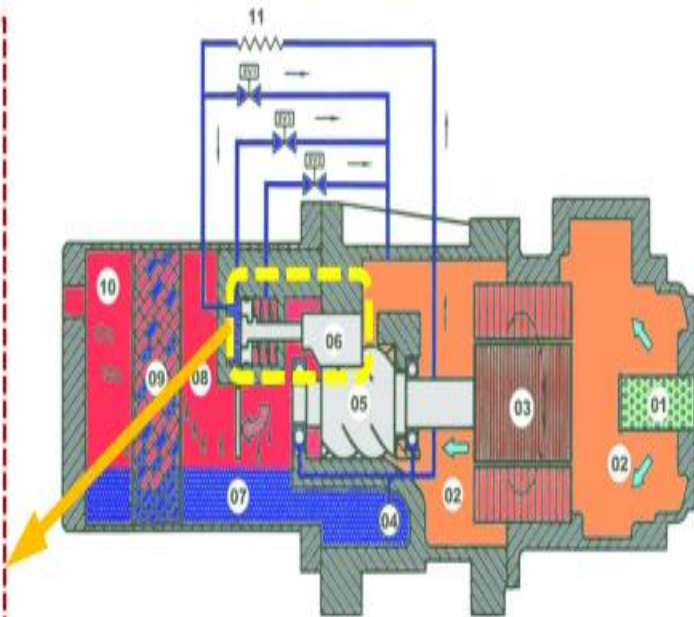


در بار کامل شیر کشوئی کاملاً بسته است و کمپرسور ماکزیمم بخار مبرد را جابجا می نماید. زمانیکه بار اوپراتور کاهش می یابد شیر در یچه ای مقداری باز می شود این حرکت شیر باعث می شود که بخار در ورود به روتور کاهش یابد زیرا مقداری بخار به سمت ورودی برگشته برگشته و وارد روتور نمی شود. این عمل حجم خروجی را کاهش می دهد و به عبارتی طول موثر روتور در فشرده سازی با تغییر شیر دریچه ای تغییر می نماید. در این روش حجم مبرد برای به تعادل رسیدن کمپرسور با اوپراتور کاهش می یابد.

Capacity Control



Slide Valve Mechanism



The capacity control system adjusts the capacity output by changing the effective length of the slide valve, that's to say it changes the effective volume of the compression chamber. Electric control system controls the ON/OFF state of the SV to drive slide valve forward or backward.

Inlet Vanes

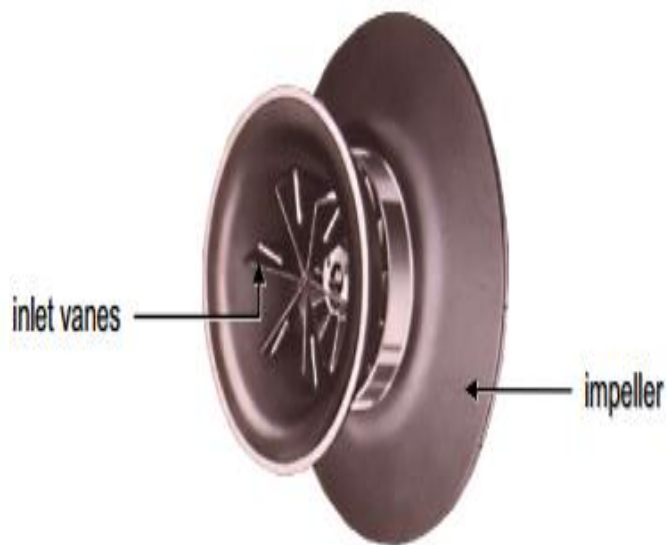
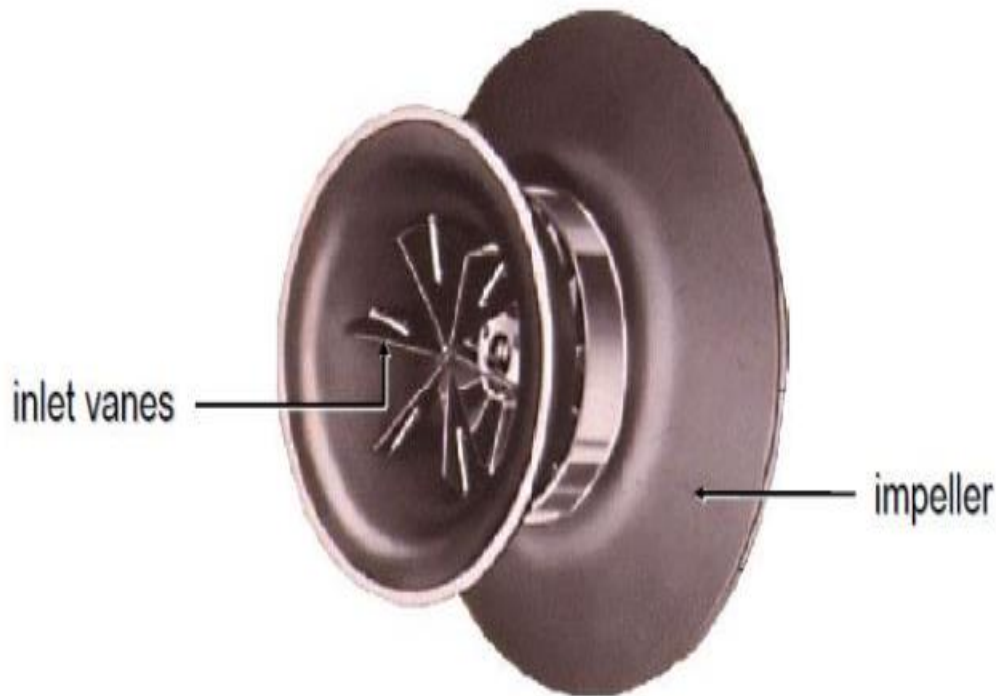


Figure 39

Inlet Vanes

A common method of modulating the capacity of a centrifugal compressor is to use a set of vanes installed at the inlet of the compressor impeller. While a survey of other centrifugal compressor designs shows that there are other

IGV در کمپرسورهای سانتریفیوژ



یک روش معمول در تغییر ظرفیت کمپرسورهای سانتریفیوژ می باشد که مجموعه ای از پره در ورودی کمپرسور سانتریفیوژ نصب می شود. در حالی که روشهای کنترل ظرفیت دیگری نیز در این کمپرسور دینامیکی وجود دارد ولی در عمده روشها تغییر سطح و زاویه ورودی انجام می پذیرد. این پره ها قبل از ورود مبرد به کمپرسور آنرا تغییر جهت می دهند و زاویه ورود مبرد به کمپرسور را دچار تغییر می نمایند که در نتیجه با تغییر زاویه حجم مبرد خروجی تغییر می نماید و به عنوان نتیجه در بارهای متفاوت اواپراتور ظرفیتهای متفاوت خروجی برای به تعادل رسیدن کمپرسور و اواپراتور حاصل می گردد.

methods of capacity control, many of them function in a manner similar to the inlet vanes presented in this section of the clinic.

Inlet vanes “preswirl” the refrigerant before it enters the impeller. By changing the refrigerant’s angle of entry, these vanes lessen the ability of the impeller to take in the refrigerant. As a result, the compressor’s refrigerant-pumping capacity decreases to balance with the evaporator load.

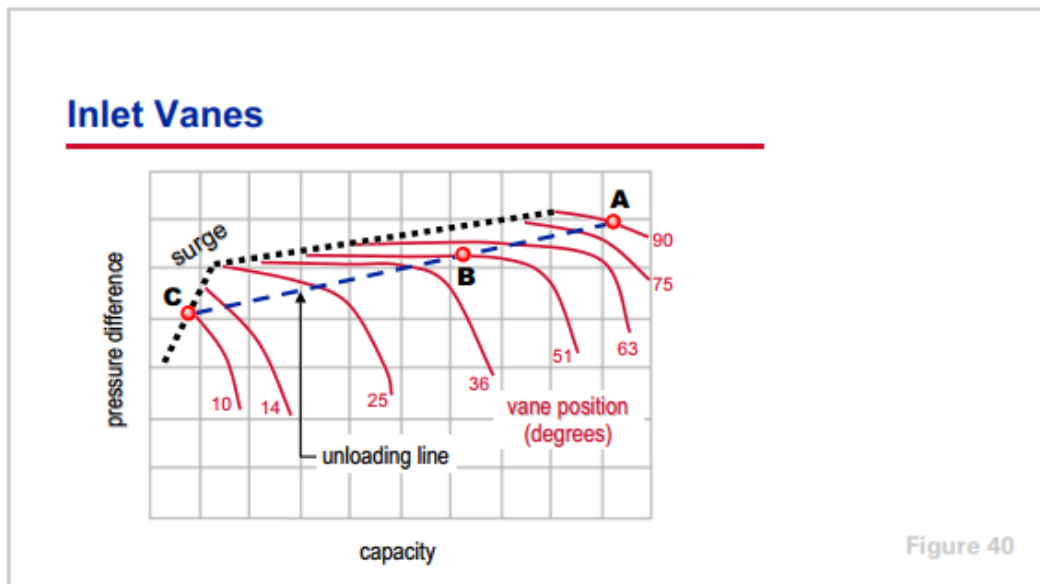


Figure 40

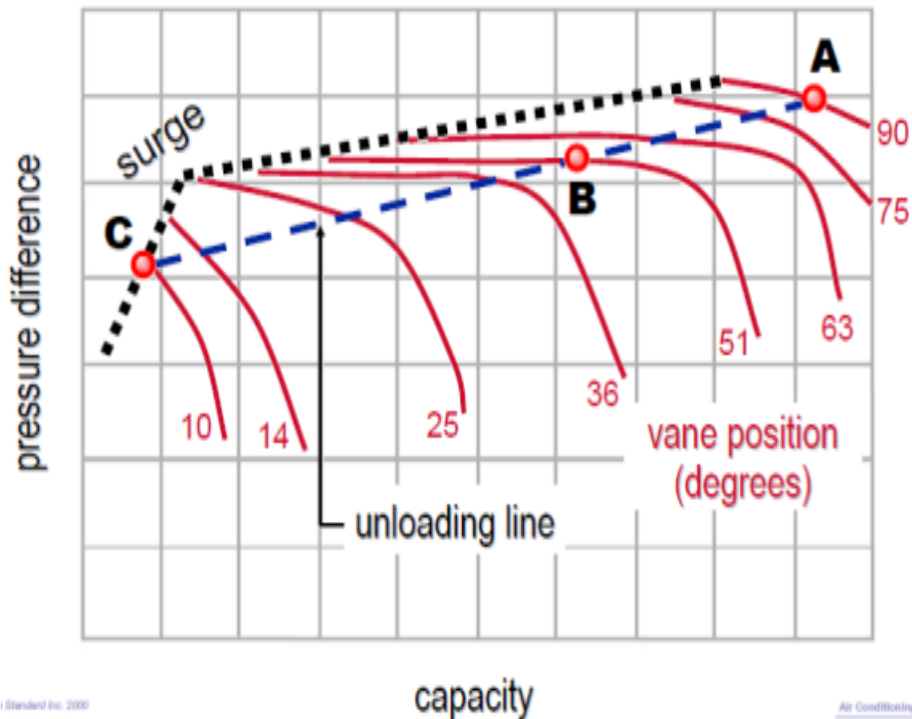
These curves represent the performance of a typical centrifugal compressor over a range of inlet vane positions. The pressure difference between the compressor inlet (evaporator) and outlet (condenser) is on the vertical axis and compressor capacity is on the horizontal axis. The surge region represents the conditions that cause unstable compressor operation.

As the load on the compressor decreases from the full-load operating point (**A**), the inlet vanes partially close, reducing the flow rate of refrigerant vapor and balancing the compressor capacity with the new load (**B**).

Less refrigerant, and therefore less heat, are transferred to the condenser. Since the available heat rejection capacity of the condenser is now greater than required, the refrigerant condenses at a lower temperature and pressure. This reduces the pressure difference between the evaporator and the condenser. Continuing along the unloading line, the compressor remains within its stable operating range until it reaches **C**.

Inlet vanes on a centrifugal compressor allow it to unload over a broad capacity range while preventing the compressor from operating in the surge region.

منحنی مشخصه IGV



این منحنی طبق وسیعی از بار در عملکرد یک کمپرسور سانتریفیوژ را نشان می دهد که حاصل موقعیتهای متفاوت IGV است در این نمودار محور عمودی اختلاف فشار بین اواپراتور و کندانسور بوده و محور افقی ظرفیت کمپرسور را نشان می دهد. منطقه Surge در کمپرسور سانتریفیوژ کارکرد در شرایط ناپایدار است. به عنوان مثال وقتی با اواپراتور کاهش می یابد و کمتر از بار نقطه تعادل A می گردد پره های ورودی تغییر زاویه داده و این تغییر زاویه منجر به کاهش سرعت بخار مبرد ورودی می گردد و در نتیجه ظرفیت کمپرسور تا نقطه B کاهش می یابد. با کاهش میزان مبرد جابجا شده گرمای کمتری از کندانسور دفع شده و زمانی که گرمای دفعی از ظرفیت کندانسور کمتر است فشار و دمای کندانسور کمتر می شود و در نتیجه اختلاف فشار بین اواپراتور و کندانسور نیز کاهش می یابد. در امتداد خط Unloading کمپرسور به صورت تعادل با اواپراتور تا نقطه C کار می نماید. IGV در کمپرسورهای سانتریفیوژ امکان کارکرد در محدوده وسیعی از ظرفیتهای را به کمپرسور می دهد ولی باید از کارکرد کمپرسور در منطقه Surge جلوگیری نمود.

Variable Speed

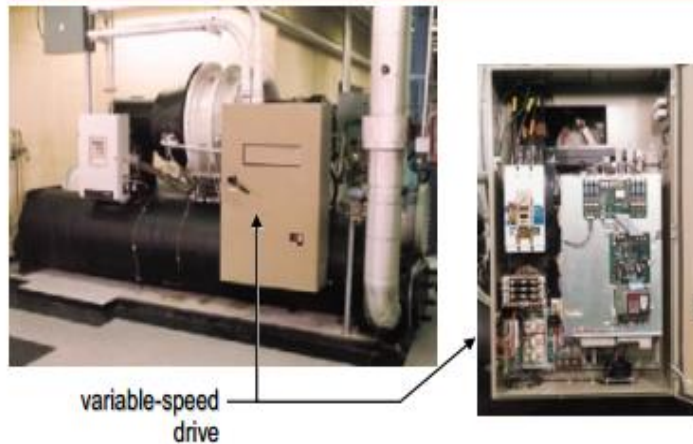


Figure 41

Variable Speed

Alternatively, the capacity of a compressor can be controlled by varying the rotational speed of the compressor motor. This is accomplished using a device called an **adjustable-frequency drive** (AFD) or **variable-speed drive**.

On a reciprocating compressor, this would vary the speed at which the crankshaft rotates, thus controlling the rate at which the piston travels back and forth inside the cylinder. On a scroll compressor, this would vary the speed at which the driven scroll rotates. If applied to a helical-rotary compressor, this would vary the speed at which the rotors rotate. Applied to a centrifugal compressor, this would vary the speed at which the impeller rotates.

Although variable-speed capacity control could be applied to all four types of compressors discussed in this clinic, it is most often applied to centrifugal compressors. Because speed variation reduces both the flow rate of refrigerant through the compressor and the pressure differential created by the compressor, it is used in conjunction with inlet vanes. This requires fairly complex control strategies to balance refrigerant flow rate, pressure differential, and load.

درایوهای کنترل سرعت VFD



variable-speed
drive



در روشی دیگر با تغییر سرعت دورانی می توان ظرفیت کمپرسور را تغییر داد. به این دستگاه VFD گویند که با نامهای VSD و AFD نیز نامیده می شود. در یک کمپرسور پیستونی VFD سرعت دورانی میل لنگ را تغییر می دهد و سرعت پیستون در میل لنگ را کاهش می دهد. در یک کمپرسور اسکرو سرعت دورانی مارپیچ می تواند تغییر نماید. در یک کمپرسور مارپیچ چرخشی (اسکرو) سرعت گردش روتور می تواند متغیر باشد اگرچه کنترل سرعت در هر چهار نوع کمپرسور قید شده در این نوشته امکانپذیر است ولی معمولاً در درایوهای کنترل سرعت در کمپرسورهای سانتریفیوژ استفاده می شود. وقتی تغییرات سرعت رو به کاهش است سرعت جریان مبرد کاهش و اختلاف فشار نیز کاهش می یابد و این نتایج با IGV نیز بدست می آید. کنترل بار با کنترل سرعت جریان مبرد ورودی به کمپرسور مستلزم کنترلی پیچیده بوده که تعادل در سرعت جریان مبرد و اختلاف فشار بین ورودی و خروجی و بار ایجاد می نماید.

برای اطلاعات بیشتر به سایت صباکول مراجعه بفرمایید.

www.sabacool.ir

مقاله مذکور برگرفته از مقالات کمپانی معظم ترین میباشد.

STS.Compressor.020408. Article 02

Capacity control of Refrigeration compressors article. (کنترل ظرفیت کمپرسورهای برودتی)

