

به نام خدا

کمپرسور سانتریفیوژ (گریز از مرکز) چیست؟



آبگین تهویه

کمپرسور سانتریفیوژ

کمپرسورهای سانتریفیوژ از پرکاربردترین کمپرسورهای دینامیک در چیلرهای تراکمی هستند که ایجاد تراکم و تولید فشار در آن بر اساس سرعت یا انرژی جنبشی است.

| اجزای اصلی | سرج [surge] | توربوکور | روغن |
|---|--|--|---|
| <p>ورودی (inlet)</p> <p>ایمپلر (impeller)</p> <p>دیفیوزر (diffuser)</p> <p>کلکتور (collector)</p> | <p>حالتی مخصوص کمپرسورهای سانتریفیوژ است. در این حالت کمپرسور قادر به جلو راندن سیال در مسیر به دلیل پس فشار بالا، نیست.</p> | <p>در این کمپرسورها که برای کار با مبرد R134a بهینه و ساخته شده اند، صدای تولید شده کمتر از 70DB می باشد، همچنین وزن این کمپرسورها، نسبت به کمپرسور مشابه با همان ظرفیت برودتی معادل ۲۰٪ کمتر می باشد.</p> | <p>در کمپرسورهای سانتریفیوژ از مبردهای با فشار پایین مانند R134a استفاده می شود</p> |

www.ABGINTAHVIEH.com

کمپرسورهای سانتریفیوژ چگونه کار می کنند؟

کمپرسورهای سانتریفیوژ از پرکاربردترین کمپرسورهای دینامیک در چیلرهای تراکمی هستند که ایجاد تراکم و تولید فشار در آن بر اساس سرعت یا انرژی جنبشی است. همان اتفاقی که در پمپهای گریز از مرکز برای مایعات می افتد. بدین صورت که بخار مبرد از مرکز پروانه ای (مکش) که با سرعت زیاد در حال گردش است وارد شده و با زاویه ۹۰ درجه به دهانه دهش پرتاب می شود.



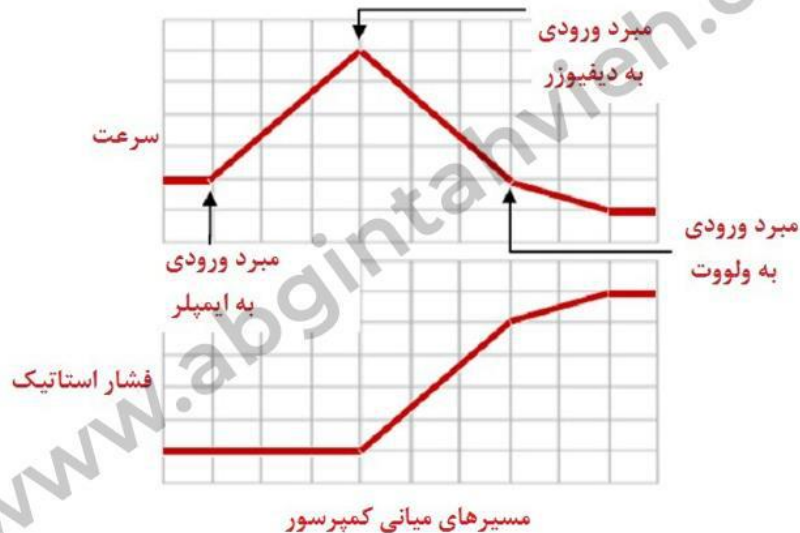
کمپرسورهای سانتریفیوژ کارکردی پیوسته دارند و در رده کمپرسورهای دینامیک قرار می گیرند. اساس کارکرد کمپرسورهای سانتریفیوژ اینگونه است که ابتدا توسط روتور یا ایمپلر به سیال سرعت داده می شود و سپس این انرژی جنبشی در دیفیوزر به انرژی پتانسیل (فشار) تبدیل می گردد. کمپرسورهای سانتریفیوژ نسبت به سایر کمپرسورها مصرف انرژی کمتری دارند اما در یک مرحله قادر به رسیدن به نسبت های فشار بالا نیستند. راندمان کمپرسور سانتریفیوژ نسبت مستقیم با سرعت آن دارد بنابراین برای بازده بیشتر باید سرعت نیز بیشتر باشد.

سرعت کمپرسورهای سانتریفیوژ متناسب با ظرفیت، بین ۳۰۰۰RPM تا ۱۸۰۰۰RPM است. یکی از نکات مهم در تشریح عملکرد کمپرسورهای سانتریفیوژ و تاثیر عوامل مختلف بر بازده آن مربوط به سرعت دورانی (سرعت زاویه ای) و سرعت خطی یا نوک است.

سرعت دوران با دور در دقیقه سنجیده می شود اما سرعت نوک که مربوط به سرعت لبه خارجی پروانه و جابجایی سیال در آن است با واحد طول بر واحد زمان مانند فوت بر ثانیه یا متر بر ثانیه بیان می شود. برای مثال اتومبیل های مختلف با قطر چرخ های مختلف می توانند سرعت یکسانی داشته باشند اما بطور قطع برای یکسان بودن سرعت خطی و یا سرعت دو اتومبیل با قطر چرخ های مختلف، تعداد دوران چرخ های هر یک متفاوت خواهد بود. در کمپرسورها نیز برای رسیدن به سرعت مشخصی، قطر کوچکتر نیازمند دور در دقیقه بیشتری نسبت به قطر پروانه بزرگتر است.



تبدیل انرژی



ظرفیت کمپرسورهای سانتریفیوژ نسبت مستقیمی هم با قطر پروانه دارد و نوع مبرد نیز در انتخاب قطر پروانه مؤثر است. بعنوان مثال مبرد R123 که در فشار منفی عمل می کند. نسبت به R134a که در فشار مثبت عمل می کند با ظرفیت برابر نیازمند قطر بیشتری برای پروانه است.

منظور از مبردهای فشار منفی مبردهایی هستند که به دلیل نقطه جوش بالا، تبخیر آنها در دمای اواپراتور مستلزم ایجاد خلاء نسبی توسط کمپرسور است.

در ظرفیت برابر دبی گاز (فوت مکعب در دقیقه به ازای هر تن یا متر مکعب در ساعت به ازای هر کیلو وات) R123 تقریباً شش برابر بیشتر از R134a است.

مطابق استاندارد AHRI به ازای هر تن تبرید، دبی R123 باید 8.54 Lit/s باشد. در حالی که این مقدار برای R134a تنها 1.51 Lit/s است و این به معنای این است که با افت فشار برابر، قطر چشمی پروانه (مرکز پروانه) و خط دهش کمپرسوری که با R123 کار می کند باید شش برابر بزرگتر از پروانه کمپرسوری باشد که با R134a کار می کند.

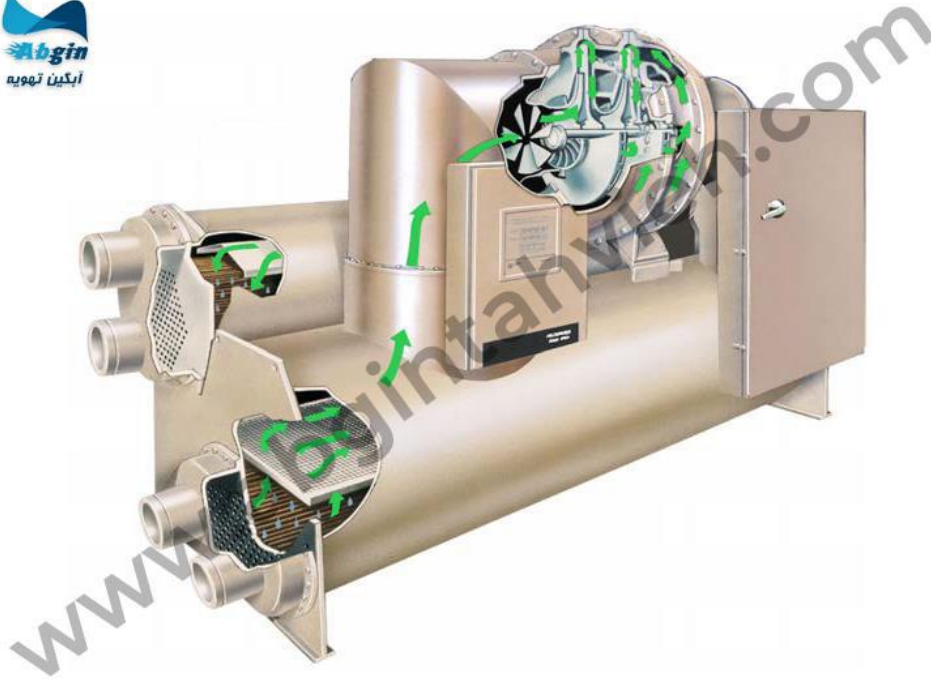


کمپرسورهای سانتریفیوژ از یک یا چند پروانه برای افزایش فشار مبرد استفاده می کنند که به کمپرسورهای سانتریفیوژ چند مرحله ای معروف هستند.

بخار مبرد فشرده شده از خروجی مرحله اول حرکت می کند، به ورودی پروانه مرحله دوم وارد می شود بعد از اینکه بخار مبرد با شتاب حداکثری آخرین پروانه را تک کرد بسمت خروجی کمپرسور و ورودی کندانسور حرکت می کند.

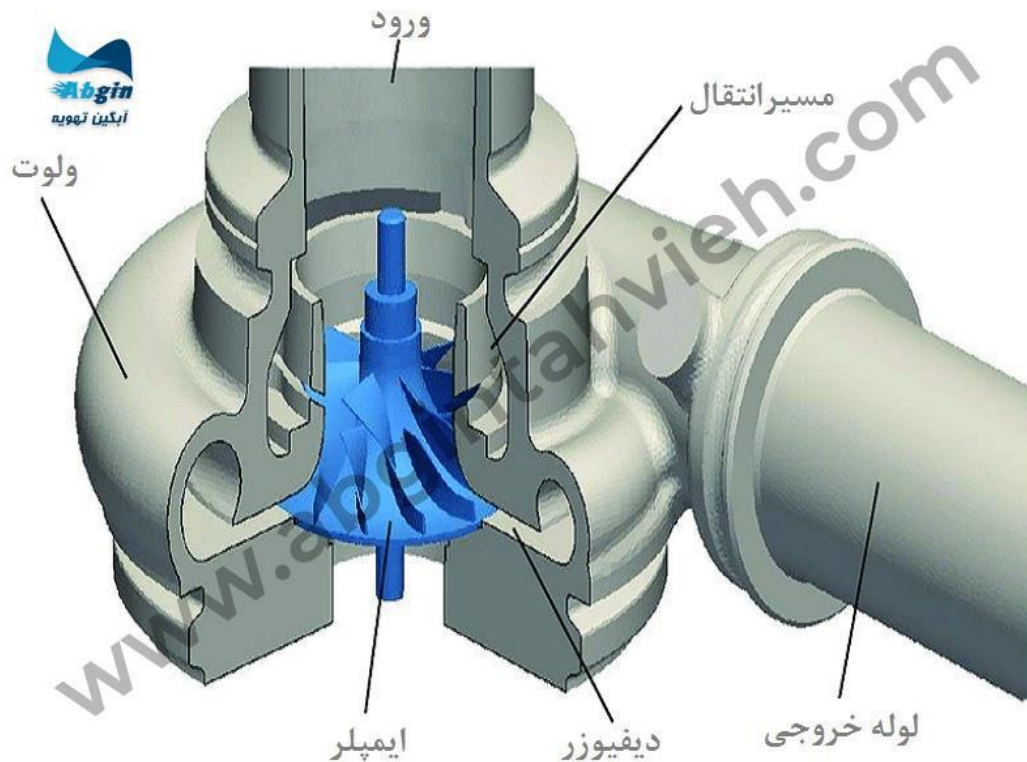


در چیلرهای مجهز به کمپرسور سانتریفیوژ تغییر دمای تقطیر تأثیر بسیار سریع و زیادی بر ظرفیت خنک کنندگی دارد. البته در کمپرسورهای رفتی-برگشتی نیز تغییر ظرفیت خنک کنندگی متناسب با افزایش و کاهش دمای تقطیر زیاد یا کم می شود، اما آن تغییرات در کمپرسورهای گریز از مرکز بسیار بیشتر و وسیع تر است.



کمپرسور سانتریفیوژ هم مانند کمپرسورهای اسکرو سوپاپی نداشته و قطعات متحرک آن بسیار کمتر از کمپرسورهای سیلندر پیستونی است. تنها قطعه یا قطعات متحرک در کمپرسورهای سانتریفیوژ، پروانه یا پروانه‌های متصل به شفت اصلی هستند. بنابر این اتلاف توان در کمپرسور تنها ناشی از اغتشاش و اصطکاک سیال مبرد است.

اجزای اصلی کمپرسور سانتریفیوژ



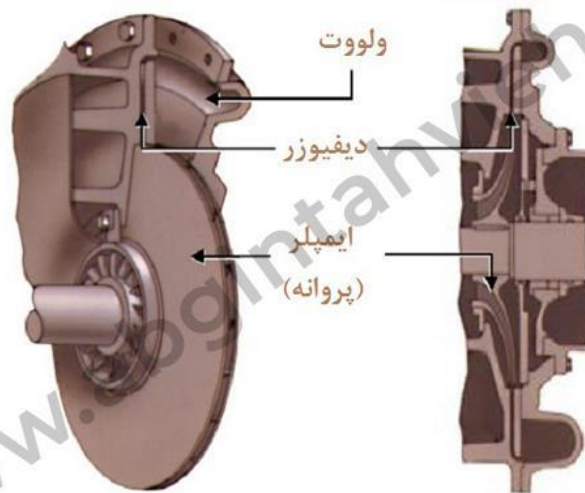
۱- ورودی (inlet): یک لوله ساده می تواند باشد. معمولاً شامل چندین valve و وسایل اندازه گیری دما و فشار نیز است.

۲- ایمپلر (impeller): یا روتور (rotor) مهم ترین بخش کمپرسور است. وظیفه ی آن سرعت دادن به سیال است. در خروجی ایمپلر سرعت سیال تا حدود سرعت صوت ممکن است افزایش یابد. طراحی ایمپلر می تواند به شکل باز (open) که پره ها در آن دیده می شوند و یا پوشیده (covered or shrouded) باشد. نوع باز اجازه رسیدن به سرعت های بالاتر را می دهد. نوع پوشیده اجازه ی داشتن چندین مرحله (stage) را می دهد.

۳- دیفیوزر (diffuser): وظیفه ی تبدیل انرژی جنبشی گاز به انرژی پتانسیل فشاری بر عهده دارد. شکل کلی آن یک مسیر دایره ای شکل که مساحت مقطع آن افزایش می یابد، است. دیفیوزر می تواند به فرم ساده بدون پره (vaneless) یا پره دار (vaned) باشد.

۴- کلکتور (collector): وظیفه‌ی آن جمع‌آوری جریان از دیفیوزر است. گاهی به آن volute, plenum و یا scroll هم می‌گویند.

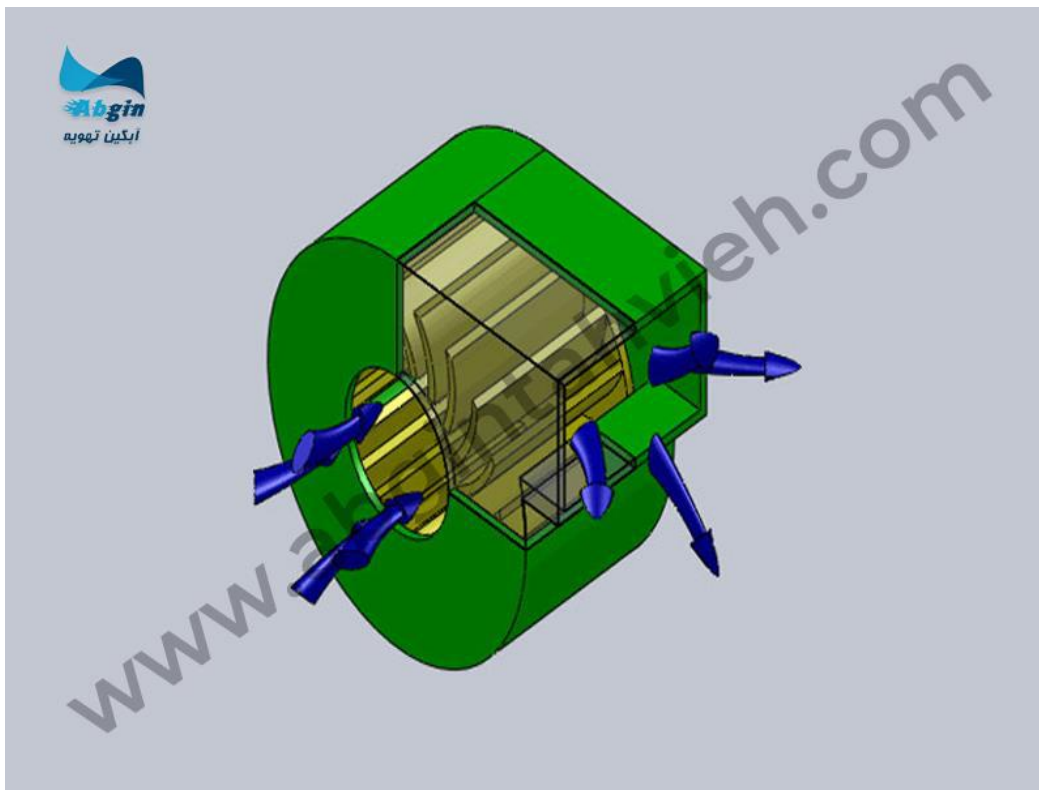
کمپرسور سانتریفیوژ



پدیده سرج (surge) چیست؟

حالتی مخصوص کمپرسورهای سانتریفیوژ است. در این حالت کمپرسور قادر به جلو راندن سیال در مسیر به دلیل پس فشار بالا، نیست. این پدیده‌ی نامطلوب سبب بازگشت جریان در مسیر معکوس شده و آسیب‌هایی به شرح زیر به کمپرسور می‌رساند:

لرزش شدید دستگاه، افزایش دمای کمپرسور، آسیب به آب‌بندی کمپرسور و آسیب به یاتاقان‌های روتور



کمپرسور سانتریفیوژ توربوکور چیست؟

در این کمپرسورها که برای کار با مبرد R134a بهینه و ساخته شده‌اند، صدای تولید شده کمتر از 70dB می‌باشد، همچنین وزن این کمپرسورها، نسبت به کمپرسور مشابه با همان ظرفیت برودتی معادل 20٪ کمتر می‌باشد. این کمپرسورها، اصطلاحاً کمپرسورهای دارای مغز نامیده می‌شوند. بردهای کنترل دیجیتالی این نوع کمپرسورها قدرت تشخیص مشکل احتمالی بوجود آمده در کمپرسور و قابلیت رفع عیب بوجود آمده را دارا می‌باشد.

کمپرسورهای سانتریفیوژ توربوکور نسل جدید کمپرسورهای سانتریفیوژ می‌باشند که بطور مستقیم قابلیت اتصال به شبکه، مانیتور کردن و کنترل آن توسط شبکه بدون پرداخت هزینه اضافی و اتصال تجهیزات اضافی را دارا می‌باشند.

در این کمپرسورها در قسمت مدارات برقی یک رکتیفایر یا همان یکسوکننده وجود دارد که جریان متناوب ورودی کمپرسور را به ولتاژ بالا در جریان مستقیم جهت استفاده در موتور و یاتاقان‌های مغناطیسی تبدیل می‌کند.

خازن‌های موجود در کمپرسور نقش یک فیلتر در برق مستقیم خروجی از رکتیفایر و همچنین به عنوان یک منبع ذخیره انرژی برای شناور نگه داشتن روتور ما بین یاتاقان‌های مغناطیسی و جلوگیری از سقوط ناگهانی آن در صورتی که برق ورودی کمپرسور ناگهان قطع شود، تعبیه شده است.

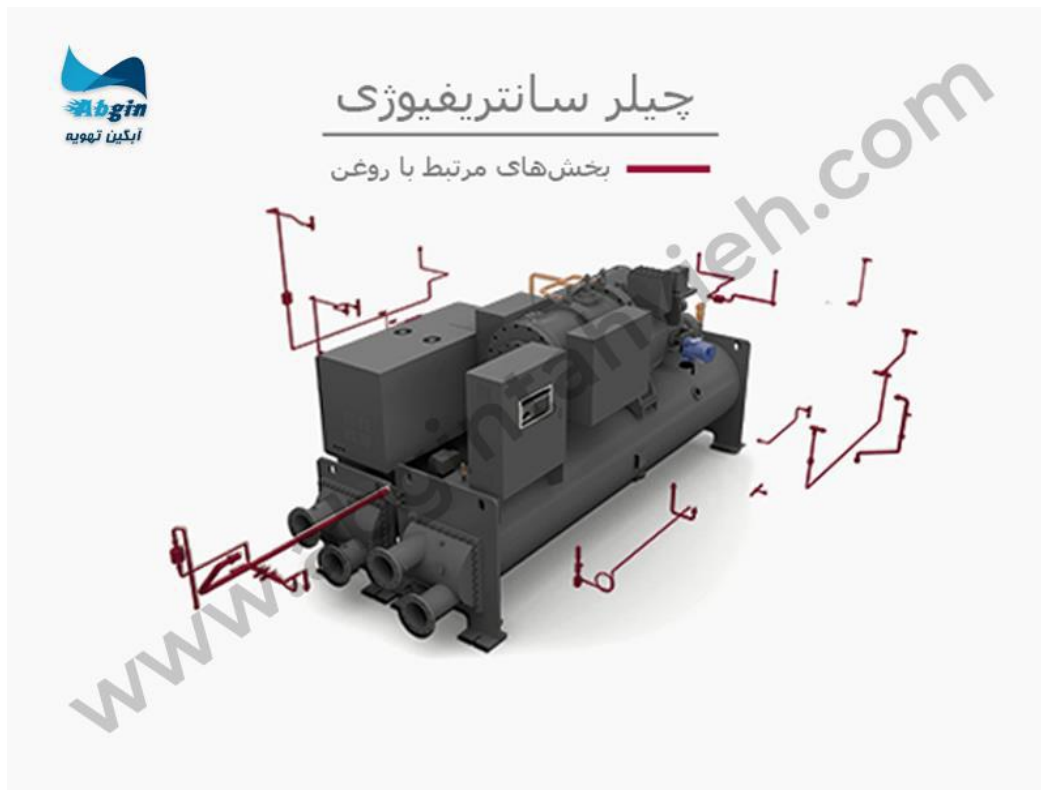
متریال استفاده شده در ریخته‌گری پوسته این نوع کمپرسورها از آلیاژ آلومینیوم مورد استفاده در صنعت هوانوردی می‌باشد. همچنین محفظه قابی که در بالای کمپرسور که از کلیه قطعات و بردهای الکترونیکی و الکتریکی و بطور کلی از مغز کمپرسور محافظت می‌کند از نوعی پلاستیک ساخته شده که قابلیت ارتجاعی بسیار خوبی در تغییرات دمایی زیاد دارد.



حذف روغن چه مزایایی دارد؟

جدای از مشکلاتی که روغن کاری یک کمپرسور برودتی دارد که این مشکلات شامل رساندن روغن به تمامی قطعات متحرک، کنترل فشار پمپ روغن، جدا کردن روغن به حداقل رساندن روغن خروجی از کارتر کمپرسور و بازگرداندن آن به کارتر کمپرسور و ... ببینیم آیا وجود روغن در یک سیستم برودتی آیا معایب دیگری نیز دارد؟ حتی با نصب بهترین اویل سپراتورها در خروجی کمپرسورهای برودتی، روغنی که از کارتر کمپرسور همراه مبرد فرار می کند را می توان به حداقل ممکن رساند ولی نمی توان درصد آن را صفر کرد. پس همواره در حین کار سیستم سطح داخلی تمام قطعات و اجزا که شامل لوله ها و شیرآلات و کنترل آلات و ... می شود را فیلمی از روغن می پوشاند. از مهم ترین معایب قرار گرفتن این فیلم روغن کاهش ضریب انتقال حرارت در اواپراتور و کندانسور می باشد.

در تحقیق شماره ۶۰۱ که توسط انجمن اشری چندین سال پیش انجام شده است مشخص شده در یک چیلر سانتریفیوژ که ۱۲ درصد مخلوط مبرد و روغن که در سیستم گردش می کند را روغن تشکیل داده باشد، کاهش راندمان ۱۵ الی ۲۰ درصدی مشاهده می شود.



چیلر سانتریفیوژی

بخش‌های مرتبط با روغن

طور کلی کمپرسورهای نوع سانتریفیوژ (گریز از مرکز) دارای راندمان و ضریب عملکرد بسیار بالایی هستند و جهت ساخت چیلرهای تراکمی نوع آب خنک با ظرفیت‌های برودتی بالا از آن‌ها استفاده می‌شود.

این نوع کمپرسورها به دلیل تکنولوژی بالا و محاسبات بسیار پیچیده در شرکت‌های معدودی در دنیا طراحی و تولید می‌شوند که عمده آن‌ها در کشور آمریکا هستند شرکت‌هایی مانند کریر، یورک، ترین، دانفوس.

استفاده از چیلرهای مجهز به کمپرسورهای سانتریفیوژ دارای مزیت‌های متعددی است و تنها موردی که در هنگام انتخاب و خرید این نوع از کمپرسور می‌بایست به آن توجه داشت کیفیت و مدت زمان گارانتی و خدمات پس از فروش شرکت‌های وارد کننده چیلرهای مجهز به کمپرسور سانتریفیوژ است.

به این دلیل که متخصص و تعمیر کار مسلط به این نوع کمپرسورها و همینطور قطعات یدکی آن‌ها بسیار کم و نایاب می‌باشد.

پرسش‌های متداول

آیا در یک چیلر می‌توان کمپرسور سانتریفیوژ را با کمپرسور نوع دیگر عوض کرد؟

➤ خیر، با توجه به تفاوت زیاد دبی مبرد در گرد و ضریب عملکرد در چیلر سانتریفیوژ و تفاوت سطح تبادل حرارتی در مبدل‌های آن امکان تعویض آن با کمپرسور نوع دیگر وجود ندارد.

آیا مصرف برق کمپرسور سانتریفیوژ نسبت به کمپرسور اسکرو کمتر است؟

➤ بله، در ظرفیت برودتی یکسان مصرف برق کمپرسور سانتریفیوژ بسیار کمتر است.

آیا کمپرسور سانتریفیوژ به صورت جداگانه در بازار بفروش می‌رسد؟

➤ فقط کمپرسور سانتریفیوژ بدون روغن دانفوس و سانتریفیوژ تولید شرکت هنبل بصورت جداگانه در بازار بفروش می‌رسد اما برندهای دیگر خیر. لازم بذکر است که کمپرسور سانتریفیوژ در بازار ایران بفروش نمی‌رسد و موجود نیست.

عمر کمپرسور سانتریفیوژ بیشتر است یا کمپرسور اسکرو؟

➤ در صورت نگهداری صحیح و تعمیرات به موقع عمر کمپرسور سانتریفیوژ بیشتر است.

آیا مبرد R22 برای کمپرسور سانتریفیوژ مناسب است؟

➤ خیر، در کمپرسورهای سانتریفیوژ از مبردهای با فشار پایین مانند R134a استفاده می‌شود.