

به نام خدا

چیلر جذبی چیست؟

چیلر جذبی چیست

اجزای اصلی

اوپراتور، ایزویر (جاذب)، ژنراتور و کندانسور

یکی از انواع بسیار پرکاربرد چیلر نوع جذبی آن است، چیلرهای جذبی از انرژی حرارتی به عنوان منبع اصلی برای ایجاد سرمایش استفاده می کنند.



یکی از انواع بسیار پرکاربرد چیلر نوع جذبی آن است، چیلرهای جذبی از انرژی حرارتی به عنوان منبع اصلی برای ایجاد سرمایش استفاده می کنند. در اوایل دهه هشتاد شمسی چیلر جذبی به دلیل مصرف بسیار کم برق طرفداران زیادی را به خود جذب کرد و تمایل برای خرید چیلر جذبی تا حدی بالا گرفت. همین امر باعث شد تا علاوه بر شرکت های تولید کننده داخلی چند شرکت نیز اقدام به واردات گسترده چیلر جذبی از کشورهایمانند ژاپن، چین، هند و ... کردند.

چیلر جذبی ([Absorption Chiller](#)) نیز مانند هر تجهیز دیگری دارای معایب و مزایایی است که به آن‌ها می‌پردازیم.

فناوری تبرید جذبی روشی عالی برای تهویه مطبوع مرکزی در تاسیساتی است که ظرفیت دیگ اضافی داشته و می‌توانند بخار یا آب داغ مورد نیاز برای راه‌اندازی [چیلر](#) را تأمین نمایند. چیلرهای جذبی معمولاً در ظرفیت‌های بین ۵۰ تا ۱۰۰۰ تن برودتی طراحی و تولید می‌شوند البته برخی از شرکت‌های ژاپنی موفق شده‌اند چیلرهای جذبی تا ظرفیت معادل ۵۰۰۰ تن تبرید را نیز تولید کنند. در سیستم‌های جذبی معمولاً از آب به عنوان مبرد استفاده می‌شود و گرمای مورد نیاز برای کارکرد این چیلرها به طور مستقیم از گاز طبیعی یا گازوئیل تأمین می‌شود. منابع غیر مستقیم گرما در چیلرهای جذبی عبارتند از آب داغ، بخار پرفشار و بخار کم‌فشار. بر این اساس تولید کنندگان مختلف در جهان سه نوع اصلی چیلر جذبی ارائه می‌نمایند که عبارتند از: شعله مستقیم، بخار و آب داغ.

تقسیم‌بندی چیلرهای جذبی

در تقسیم‌بندی عمومی می‌توان چیلرهای جذبی را به دو دسته چیلرهای جذبی آب و آمونیاک و چیلرهای جذبی لیتیوم بروماید و آب طبقه‌بندی نمود. در واقع در هر سیکل تبرید جذبی یک سیال بعنوان جاذب و یک سیال بعنوان مبرد وجود دارد که تقسیم‌بندی فوق بر این مبنا انجام شده است. در سیستم آب و آمونیاک، سیال مبرد آمونیاک و سیال جاذب آب است. در سیستم لیتیوم بروماید و آب، سیال مبرد آب و سیال جاذب، محلول لیتیوم بروماید است.

بر حسب اجزای سیستم هم می‌توان تقسیم‌بندی‌های دیگری ارائه کرد مثلاً می‌توان سیکل‌های تبرید جذبی را به سیکل‌های تبرید تک اثره، دو اثره و سه اثره طبقه‌بندی کرد. امروزه سیکل‌های تبرید جذبی تک اثره و دو اثره در مقیاس بسیار وسیع و در اشکال متنوع ساخته می‌شوند و سیکل‌های سه اثره همچنان در دست مطالعه می‌باشند.



لیتیوم بروماید و آب



آب و آمونیاک

قسمت‌های اصلی چیلر جذبی

ساختار اصلی چیلرهای جذبی بر پایه چهار محفظه به نام های اواپراتور، ابزوربر (جاذب)، ژنراتور و کندانسور بنا شده و از همین رو شکل و ظاهر چیلرها متناسب با ابعاد و محل استقرار این چهار محفظه تغییر می کند.

هر یک از این محفظه ها در واقع نوعی مبدل پوسته و لوله هستند و شباهت زیادی در ساختار و شکل ظاهری با هم دارند.

از این رو می توان نتیجه گرفت بخش عظیمی از ساختمان چیلر جذبی از پوسته فولادی و لوله های مسی تشکیل شده است.

ژنراتور

ژنراتور معمولاً در محفظه بالایی چیلرهای جذبی قرار دارد و وظیفه آن جداسازی مبرد (بخار آب) از لیتیم بروماید و غلیظ کردن آن است.

جاذب

جاذب معمولاً در پوسته پایینی چیلرهای جذبی قرار دارد و وظیفه آن جذب بخار مبرد تولید شده در اواپراتور است

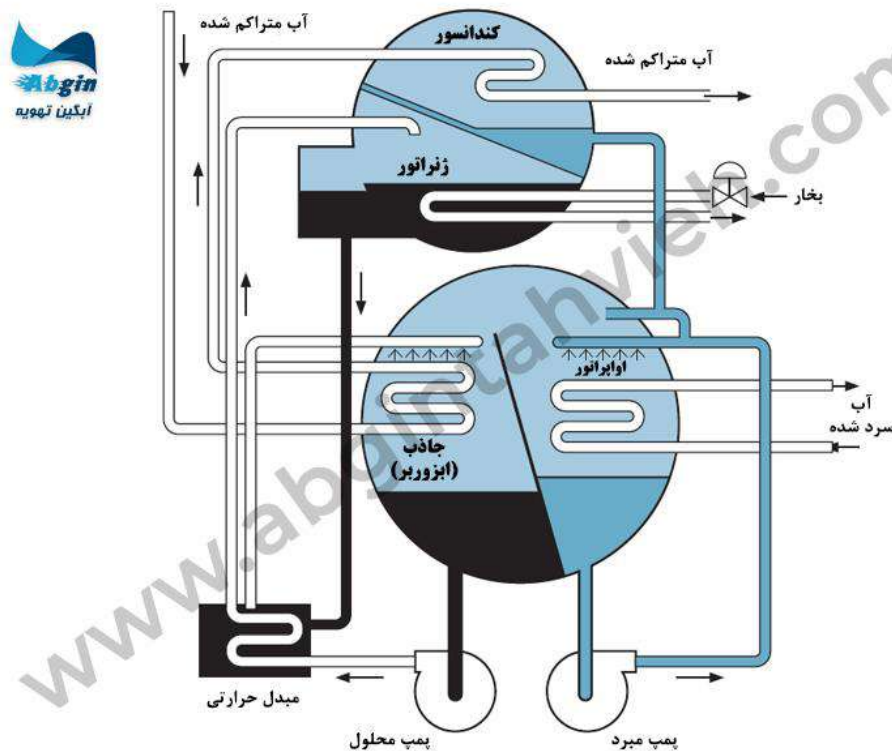
جذب بخار مبرد در داخل جاذب توسط ماده جاذب صورت می گیرد.

اواپراتور

اواپراتور معمولاً در قسمت پایینی چیلرهای جذبی قرار می گیرد. مایع مبرد در اواپراتور به دلیل فشار پایین محفظه (خلأ نسبی) تبخیر شده و باعث کاهش درجه حرارت آب سرد تهویه درون لوله های اواپراتور می شود.

کندانسور

کندانسور معمولاً در قسمت بالایی چیلرهای جذبی قرار می گیرد و وظیفه آن تقطیر مبرد تبخیر شده توسط ژنراتور است. بخار مبرد در برخورد با لوله های سرد حاصل از گردش آب برج خنک کننده در آنها، تقطیر شده و به تشتک اواپراتور سرریز می شود.



تفاوت‌های اصلی چیلر جذبی و تراکمی

-چیلرهای تراکمی برای گردش مبرد از کمپرسور استفاده می‌کنند در حالی که چیلرهای جذبی فاقد کمپرسور بوده و به جای آن از انرژی گرمایی منابع مختلف استفاده کرده و غلظت محلول جاذب را تغییر می‌دهند، همچنان که غلظت تغییر می‌کند، فشار نیز در اجزای مختلف چیلر تغییر می‌کند. این اختلاف فشار باعث گردش مبرد در سیستم می‌گردد.

-ژنراتور و جذب کننده در چیلرهای جذبی جانشین کمپرسور در چیلرهای تراکمی شده است.

-در چیلرهای جذبی از یک جاذب استفاده می‌شود که عموماً آب یا نمک لیتیموم بروماید است.

-مبرد در چیلرهای تراکمی یکی از انواع کلروفلوئوروکربن‌ها یا هالو کلروفلوروکربن‌ها است در حالی که در چیلرهای جذبی مبرد معمولاً آب یا آمونیاک است.

– **چیلر تراکمی** انرژی مورد نیاز خود را از انرژی الکتریکی تأمین می کند در حالی که انرژی ورودی به چیلرهای جذبی از آب گرم یا بخار وارد شده به ژنراتور تأمین می شود. گرما ممکن است از کوره هوای گرم یا دیگ آمده باشد. در بعضی اوقات از گرمای سایر فرآیندها نیز استفاده می شود مانند بخار کم فشار یا آب داغ صنایع، گرمای باز گرفته شده از دود خروجی توربین های گازی و یا بخار کم فشار از خروجی توربین های بخار.



شباهت های چیلر جذبی و تراکمی

چیلرهای جذبی و تراکمی شباهت هایی نیز باهم دارند که عمده آن ها عبارتند از:

چیلرهای جذبی از بعضی لحاظ شبیه چیلرهای تراکمی عمل می کنند که مهم ترین این شباهت ها عبارتند از:

– در اواپراتور آب در گردش جهت تهویه مطبوع تابستانی گرمای خود را به یک مبرد فرار می دهد.

- گاز مبرد فشار پایین از اواپراتور گرفته شده و گاز مبرد فشار بالا به کندانسور فرستاده می شود.

- گاز مبرد در کندانسور تقطیر می گردد.

- مبرد در یک سیکل همواره در گردش است.



شبهات ها با چیلر تراکمی



مهم ترین مزایای چیلر جذبی نسبت به چیلر تراکمی

صرفه جویی در مصرف برق

چیلرهای جذبی از گاز طبیعی، گازوئیل یا گرمای تلف شده به عنوان منبع اصلی انرژی استفاده می کنند و مصرف برق آن ها بسیار ناچیز است.

صرفه جویی در هزینه خدمات برق

هزینه نصب سیستم شبکه الکتریکی در پروژه‌ها بر اساس حداکثر توان برداشت قابل تعیین است. یک چیلر جذبی به دلیل اینکه برق کمتری مصرف می‌کند، هزینه خدمات را نیز کاهش می‌دهد. در اکثر ساختمان‌ها نصب چیلرهای جذبی موجب آزاد شدن توان الکتریکی برای مصارف دیگر می‌شود.

صرفه جویی در هزینه تجهیزات برق اضطراری

در ساختمان‌هایی مانند مراکز درمانی و یا سالن‌های کامپیوتر که وجود سیستم‌های برق اضطراری برای پشتیبانی تجهیزات خنک کننده ضروری است، استفاده از چیلرهای جذبی موجب صرفه جویی قابل توجهی در هزینه این تجهیزات خواهد شد.

صرفه جویی در هزینه اولیه مورد نیاز برای دیگ‌ها

برخی از چیلرهای جذبی را می‌توان در زمستان‌ها به عنوان هیتر مورد استفاده قرار داد و آب گرم لازم برای سیستم‌های گرمایشی تأمین نمود. در صورت استفاده از این چیلرها نه تنها هزینه خرید دیگ کاهش می‌یابد بلکه صرفه جویی قابل ملاحظه‌ای در فضا نیز بدست خواهد آمد.

بهبود راندمان دیگ‌ها در تابستان

مجموعه‌هایی مانند بیمارستان‌ها که در تمام طول سال برای سیستم‌های استریل کننده، اتوکلاوها و سایر تجهیزات به بخار احتیاج دارند مجهز به دیگ‌های بخار بزرگی هستند که عمدتاً در طول تابستان با بار کمی کار می‌کنند. نصب چیلرهای جذبی بخار در چنین مواردی موجب افزایش بار و مصرف بخار در تابستان‌ها شده و در نتیجه کارکرد دیگ‌ها و راندمان آن‌ها بهبود قابل توجهی خواهد یافت.

کم شدن صدا و ارتعاشات

ارتعاش و صدای ناشی از کارکرد چیلرهای جذبی به مراتب کمتر از چیلرهای تراکمی است. منبع اصلی تولید کننده صدا و ارتعاش در چیلرهای تراکمی، کمپرسور است. چیلرهای جذبی فاقد کمپرسور بوده و تنها منبع مولد صدا و ارتعاش در آن‌ها پمپ‌های کوچکی هستند که برای به گردش در آوردن مبرد و محلول لیتیم بروماید کاربرد دارند. میزان صدا و ارتعاش این پمپ‌های کوچک قابل صرف نظر کردن است.

حذف مخاطرات زیست محیطی ناشی از مبردهای مضر

چیلرهای جذبی بر خلاف چیلرهای تراکمی از هیچ گونه ماده CFC یا $HCFC$ که موجب تخریب لایه ازن می‌شوند، استفاده نمی‌کنند، لذا برای محیط زیست خطری ایجاد نمی‌نمایند. چیلرهای جذبی غالباً از آب به عنوان مبرد استفاده می‌کنند. یک چیلر جدید در هر شرایطی، یک سرمایه گذاری بیست و چند ساله است. تغییرات دائمی قوانین و مقررات استفاده از مبردها موجب می‌شود تا استفاده از مبردی طبیعی مانند آب در چیلرهای جذبی گزینه‌ای بسیار قابل اطمینان به شمار آید.

کاستن از میزان تولید گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌ها

میزان تولید گازهای گلخانه‌ای (مانند دی اکسید کربن) که تأثیر قابل توجهی در گرم شدن کره زمین دارند و آلاینده‌ها (مانند اکسیدهای گوگرد، اکسیدهای نیتروژن و ذرات معلق) توسط چیلرهای جذبی در مقایسه با چیلرهای تراکمی بسیار کمتر است.



ضریب عملکرد

پارامتر ضریب عملکرد در دستگاه‌های برودتی از جمله چیلرهای جذبی شاخصی از بازدهی دستگاه می‌باشد. مقادیر بالاتر این پارامتر نشان دهنده مصرف بهینه انرژی حرارتی می‌باشد.

بدین معنی که هرچه نسبت سرمایش تولید شده به انرژی گرمایی مصرف شده بالاتر باشد در واقع ضریب عملکرد چیلر جذبی بالاتر است.

یکی از ایرادات چیلرهای جذبی ضریب عملکرد پایین آن‌ها نسبت به چیلرهای تراکمی است.

در چیلرهای جذبی دو اثره ضریب عملکرد در بهترین شرایط از عدد ۱.۵ تجاوز نمی‌کند ولی در چیلر تراکمی در بدترین حالت ضریب عملکرد کمتر از ۲.۵ نخواهد بود.



کریستالیزه شدن

محلول لیتیوم بروماید در غلظت معمولی به صورت مایع است ولی چنانچه تغلیظ اولیه بیش از حد ادامه یابد حجم بلورهای ریزی که در آن تشکیل می‌شوند، بزرگتر شده و ممکن است باعث مسدود شدن کامل مسیر عبور محلول شود. به این پدیده کریستالیزه شدن گویند.

در صورتی که کریستالیزاسیون بیش از حد اتفاق بی‌افتد آسیب جدی به چیلر وارد شده و حتی می‌تواند خسارات جبران ناپذیری را به چیلر تحمیل کند.

این پدیده شایع‌ترین دلیل بروز مشکل و خرابی در چیلرهای جذبی است که می‌تواند دلایل متعددی داشته باشد.

باید توجه داشت شارژ کم مایع مبرد و یا شارژ بیش از حد لیتیم بروماید خطر وقوع پدیده کریستالیزاسیون را بشدت افزایش می‌دهد.



ماده جاذب

وظیفه این ماده، جذب بخار مبرد می باشد. در برخی چیلرهای جذبی ماده جاذب لیتیوم بروماید و در برخی دیگر آب می باشد.

ماده جاذب مبرد تبخیر شده در داخل اواپراتور را جذب نموده و به همراه آن به سمت ژنراتور حرکت می کند.

امروزه ماده جاذب مورد تأیید و انتخاب شرکت های تولید کننده چیلر جذبی عمدتاً لیتیم بروماید است.

لیتیم بروماید سمی نیست و قابلیت انفجار نیز ندارد اما تماس آن با پوست و چشم میتواند منجر به حساسیت و آسیب شود.

لیتیم بروماید یک نوع نمک است که در مجاورت هوا تأثیر خوردگی بر روی فلزات دارد.

در هنگام شارژ لیتیم بروماید توجه به دستورالعمل راه اندازی چیلر که توسط شرکت سازنده تدوین می شود الزامی است.

در صورتی که لیتیم بروماید بیش از حد مجاز به چیلر جذبی شارژ شود خطر کریستالیزاسیون افزایش می یابد.



مایع مبرد

مایع مبرد در چیلرهای جذبی آب خالص (آب مقطر) یا آمونیاک می باشد که به جهت فشار پایین محفظه اواپراتور در اثر تبخیر خاصیت خنک کنندگی خواهند داشت یکی از ویژگی های چیلر جذبی مبرد آن است که اثرات مخرب زیست محیطی نزدیک به صفر دارد.

امروزه استفاده از آب بعنوان مایع مبرد در چیلرهای جذبی عمومیت داشته و اکثر شرکت های تولید کننده چیلر جذبی رو به استفاده از این ماده به عنوان مبرد در چیلرهای خود کرده اند.

آبی که به عنوان مبرد به چیلر جذبی شارژ می شود از نوع آب مقطر (آب گرسنه) می باشد.

در هنگام شارژ مبرد به چیلر می بایست دستورالعمل های شرکت سازنده به دقت انجام شود در صورت شارژ کم مبرد به چیلر خطر کریستالیزاسیون بشدت افزایش می یابد.



بطور کلی می توان گفت مزیت اصلی چیلر جذبی در مصرف بسیار پایین انرژی برق آن است که آن را بهترین گزینه برای پروژه هایی که مشکل تأمین برق دارند و یا از سیستم های CHP استفاده می کنند نموده است.

برای مقایسه دقیق تر چیلر جذبی و چیلر تراکمی لازم است شرایط پروژه و امکانات کاملاً مشابه باشند تا این مقایسه به شکل صحیح تری انجام شود.

از چیلر های جذبی معمولاً در پروژه های بزرگ استفاده می شود و ظرفیت های برودتی مورد نیاز معمولاً بسیار زیاد می باشند.

در کنار مزایا و معایب ساختاری و عملکردی چیلر جذبی باید به این نکته توجه داشت که هزینه نگهداری و تعمیرات چیلر جذبی بالا بوده و تعداد متخصص آن کمتر از تکنسین های مسلط به چیلر تراکمی است.

پرسش‌های متداول

مصرف آب چیلر جذبی بیشتر است یا چیلر تراکمی؟

➤ برج خنک کننده چیلر جذبی بدلیل دبی بالای گردش آب کندانسور آن بزرگتر است در نتیجه تلفات آب نیز بیشتر خواهد بود و می توان نتیجه گرفت مصرف آب چیلر جذبی بیش از چیلر تراکمی آب خنک است.

برق ورودی به چیلر جذبی سه فاز است یا تک فاز؟

➤ پمپ های سولوشن و مبرد معمولاً سه فاز می باشد و این موضوع به کاهش آمپر مصرفی و افزایش طول عمر آنها کمک بسزایی می کند.

چیلر جذبی ایرانی بهتر است یا چیلر جذبی خارجی؟

➤ به دلیل حساسیت بالای چیلر جذبی طراحی و ساخت آن نیاز به تکنولوژی و دقت بسیار بالایی دارد از این رو پیشنهاد می شود از چیلرهای جذبی وارداتی استفاده شود.

صدا و لرزش چیلر جذبی بیشتر است یا چیلر تراکمی آب خنک؟

➤ در ظرفیت و شرایط یکسان صدا و لرزش چیلر تراکمی آب خنک به دلیل وجود کمپرسور بیشتر از چیلر جذبی است.

آیا می توان چیلر جذبی را با چیلر تراکمی موازی کرد؟

➤ بله خروجی و ورودی سیال واسط (آب) هر دو چیلر را می توان با هم موازی نمود و هر یک از چیلرها توسط سنسورهای خود از دمای آب خروجی و ورودی فرمان بگیرند.