چیلرهای جذبی

(قسمت اول)

مقدمه

● مهندس نازنین جهانی

به هر تحولی که در آن با جذب حرارت، محیطی سرد ایجاد گردد تبرید گویند و شاخه‌ای از علم که در آن به کاهش و ثابت نگه داشتن دمای یک ماده یا فضا، در دمایی پایین‌تر از دمای محیط پرداخته می‌شود تبرید نام دارد. در تحول تبرید، حرارت از جسم سرد شونده‌ای گرفته شده و به جسم دیگری که دمایی کمتر از جسم سرد شونده دارد منتقل می‌گردد. در این فرآیند ماده جذب‌کننده و انتقال‌دهنده حرارت مبرد نام دارد. در این مقاله به بررسی انواع سیستم‌های تبرید و اساس عملکرد آن‌ها و همچنین انواع سیستم‌های تبرید جذبی پرداخته می‌شود.

تقسیم بندی سیستم‌های تبرید:

یک سیستم تبرید بر اساس فشار مبرد به دو قسمت کم‌فشار و پرفشار تقسیم می‌شود. قسمت کم‌فشار شامل کنترل کننده مبرد، اواپراتور و لوله مکش بوده و فشار آن‌ها برابر فشار تبخیر مبرد در اواپراتور می‌باشد. این فشار، فشار قسمت کم فشار، فشار اواپراتور، فشار مکش یا فشار پشت نامیده می‌شود. قسمت پرفشار سیستم شامل کمپرسور، لوله تخلیه یا لوله گاز داغ، کندانسور، مخزن ذخیره مایع و لوله مایع بوده و فشار آن‌ها برابر فشار تقطیر مبرد در کندانسور می باشد. این فشار، فشار تقطیر یا رانش می‌باشد.

نقاط جدا کننده قسمت های پرفشار و کم فشار سیستم، شامل کنترل کننده مبرد که در آن فشار مبرد از فشار تقطیر به فشار تبخیر کاهش می‌یابد و سوپاپ‌های رانش کمپرسور که بخار پر فشار پس از تراکم از طریق آن‌ها تخلیه می‌شود، هستند.

واحد تقطیر:

کمپرسور، لوله گاز داغ، کندانسور، مخزن ذخیره مایع و محرک کمپرسور که در یک مجموعه یکپارچه قرار می‌گیرند را واحد تقطیر گویند. یکی از واحدهای تقطیر، چیلر است که به دو دسته تراکمی تبخیری و جذبی تقسیم بندی می‌شود.

تاریخچه تکنولوژی چیلر جذبی

ادموند کارای[1] اولین ماشین جذبی را در سال ۱۸۵۰ راه‌اندازی کرد که در آن از آب و اسید سولفوریک استفاده می‌شد. برادر ادموند، فردنیاند کارای[2] یک ماشین تبرید آب - آمونیاک را در سال ۱۸۵۹ طراحی و راه‌اندازی کرد. او در سال ۱۸۶۰ اولین مجوز در آمریکا را برای واحد جذبی تجاری دریافت کرد.

سرول[3] الکتریک در سال ۱۹۰۲ تأسیس و به عنوان یک سازنده‌ی تبرید الکتریکی شناخته شد. این شرکت در ۱۹۲۵ سهام شرکت US را خریداری و سیستم تبرید جذبی با منبع گرمایی گازی توسط دو دانشجوی سوئدی[4] اختراع شد. در نهایت سیستم تبرید جذبی در سال ۱۹۲۶ وارد بازار آمریکا شد و این سیستم‌ها به خانه میلیون‌ها نفر راه یافتند.

در اواخر دهه ۱۹۶۰، شرکت های آمریکایی صددرصد چیلرهای جذبی یک اثره جهان را تولید می‌کردند. شرکت ترین[5] برای اولین بار در سال ۱۹۷۰ چیلر جذبی دو اثره را معرفی کرد. از آن پس عوامل بسیاری فروش چیلرهای جذبی را تحت تاثیر قرار دادند.

عملکرد چیلرهای جذبی:

در چیلرهای جذبی با استفاده از دو سیال عامل مختلف و مقداری حرارت ورودی به سیستم می‌توان به تولید مقداری سیال سرد دست پیدا نمود. حال آنکه در سیستم‌های تراکمی انرژی ورودی، جریان برق می‌باشد. در هر دو نوع چیلر نام برده شده، فرآیند جذب گرما توسط تبخیر مبرد در فشار پایین و دفع آن در چگالنده (کندانسور) مبرد و در فشاری بالاتر اتفاق می‌افتد. در این میان، شیوه و روش تولید اختلاف فشار و عامل بوجود آوردن چرخش مبرد، اختلاف عمده میان این دو نوع از چیلر به شمار می‌آید. در سیستم‌های تبخیر تراکمی از یک کمپرسور مکانیکی برای ایجاد اختلاف فشار

لازم جهت چرخش مبرد بهره برده می‌شود. حال آنکه در سیستم چیلرهای جذبی، سیال ثانویه یا جاذب این وظیفه را عهده دار است. به دلیل اینکه درجه حرارت مورد نیاز چرخه جذبی، به محدوده حرارتی پایین - متوسط نزول پیدا می‌کند، لذا شرایط مناسبی برای صرفه جویی مقدار وافری انرژی الکتریکی پدید می‌آید. نکته جالب اینکه در چیلرهای جذبی این امکان وجود دارد تا از انرژی زمین گرمایی و یا انرژی خورشیدی به عنوان منبع تولید گرمای سیستم بهره برد.

چیلرهای جذبی امروزی از نقطه نظر درجه حرارت در دو گروه عمده قرار می‌گیرند که شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- درجه حرارت بالای صفر درجه سانتیگراد که در سیستم‌های تهویه مطبوع کاربرد دارند. در این سیستم‌ها لیتیوم برماید جاذب و آب مبرد می‌باشد.

۲- درجه حرارت پایین صفر درجه سانتیگراد که در آن آمونیاک مبرد و آب جاذب می‌باشد.

چیلر جذبی آمونیاک-آب:

شکل شماره یک دستگاه سرد کننده جذبی را که با آب و آمونیاک کار می‌کند و دارای سیکل‌های متناوب هستند را نشان می‌دهد. در این دستگاه آمونیاک به عنوان آب و آب، جاذب بوده و مقداری گاز هیدروژن نیز جهت ایجاد فشار کم، در سیستم جریان دارد تا آمونیاک بتواند در فشار پایین بخار شود.

عملکرد چیلر جذبی آمونیاک-آب

وقتی که حرارت از طریق ژنراتور به محلول می‌رسد گاز آمونیاک با مقداری بخار آب از محلول جدا شده از قسمت(b-۱) و از طریق لوله (۱۵) وارد جداکننده (۱۱) می‌شود. در جداکننده بخار آب به صورت مایع درآورده و در ته محفظه جمع و از آنجا به طرف مبدل حرارتی (۹) جاری و بعد به طرف جذب کننده (۴) رانده می‌شود.

از طرف دیگر بخار داغ آمونیاک به علت سبک بودن وزن، در قسمت فوقانی جداکننده (۱۱) جمع و از طریق لوله مرکزی وارد تجزیه کننده (۶) می‌شود. در تجزیه کننده بخار آب باقی مانده در گاز آمونیاک از آن گرفته شده و فقط بخار آمونیاک وارد اصلاح کننده (۷) می‌گردد. در این قسمت که یک سری صفحه دور لوله قرار گرفته‌اند که باعث سرد شدن مختصری از گاز داخل لوله می‌شوند تا در صورتیکه هنوز بخار آب کمی همراه گاز آمونیاک وجود دارد در اینجا تقطیر شده و گاز آمونیاک خالص صعود می‌کند. وقتی که بخار آمونیاک خالص وارد کندانسور (۲) می‌شود در اثر دفع حرارت بخارج، مقداری از آن در قسمت (a-۲) به صورت مایع در می‌آید. قسمتی از بخار آمونیاک نیز پس از گذشتن از قسمت‌های دیگر کندانسور تقطیر شده و به طرف اوپراتور (b-۳) جاری می‌شود. مقداری از بخار آمونیاک که هنوز تقطیر نشده است در قسمت (b-۲) که در حقیقت قسمتی از اوپراتور می‌باشد، جاری می‌گردد.

زمانی که مایع آمونیاک وارد لوله‌های اوپراتور (a-۳,b-۳) شد ، در مجاورت هیدروژن موجود در درجه حرارت پایین تبخیر شده و حرارت مورد نیاز خود را از آب اطراف لوله‌های اوپراتور گرفته و باعث سرد شدن محیط می‌گردد.

در اوپراتور بخار آمونیاک با هیدروژن مخلوط و از طریق لوله واسطی که مبدل حرارتی گازی نامیده شده است (۸)، به طرف حذف کننده (۴) سرازیر می‌گردد. به علت سرد شدن این مخلوط گازی هیدروژن در مبدل به آسانی از بخار آمونیاک جدا می‌باشد و از طریق لوله دیگر و از قسمت خارجی مبدل (۸) به طرف اپراتور بر می‌گردد.

قبلاً گفته شد که مقداری محلول رقیق آمونیاک و آب از جداکننده (۱۱) به طرف جذب کننده (۴) جاری و در مسیر خود از مبدل حرارتی (۹) گذشته و از لوله فوقانی به داخل جذب کننده می‌ریزد. در این محل این محلول رقیق با مخلوط گاز آمونیاک و هیدروژن برخورد می‌کند و محلول رقیق، گاز آمونیاک را به خود جذب و هیدرژن آزاد می‌شود.

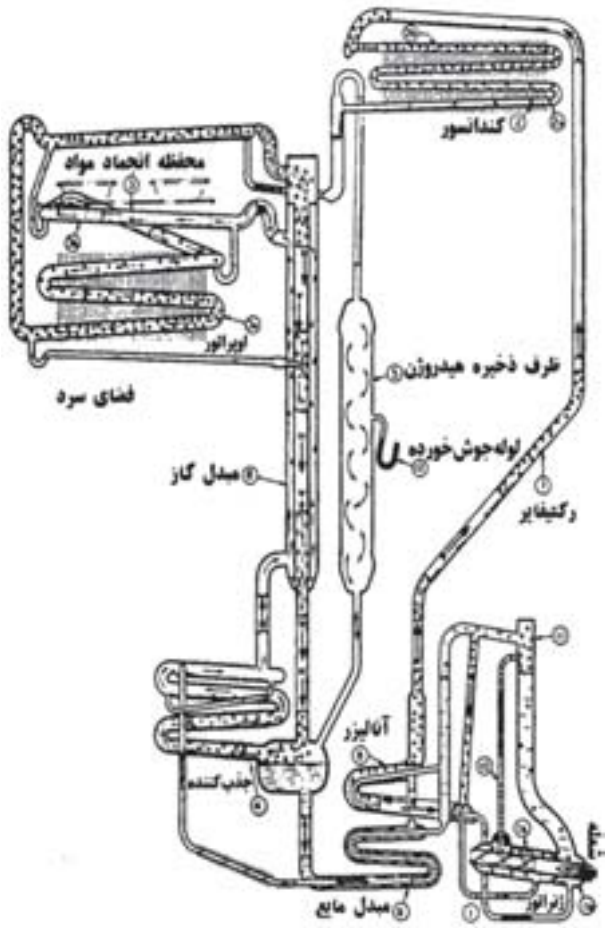
جذب کننده (۴) دارای لوله‌های پره‌دار می‌باشد و به وسیله هوا خنک می‌شود. سرد کردن محلول رقیق، برای جدا کردن گاز آمونیاک از مخلوط گازی و جذب شدن آن در محلول کمک می‌کند.

همچنین به علت جذب آمونیاک در آب مقداری حرارت تولید می‌شود که لوله‌های پره‌دار وظیفه دارند این مقدار حرارت را نیز دفع کنند تا سیستم تبرید به نحو احسن کار کند.

پس از بدست آمدن محلول غلیظ در جذب کننده (۴)، این محلول دو مخزنی جمع و از طریق مبدل (۹) به طرف تجزیه کننده (۶) و از آنجا به ژنراتور بر می‌گردد تا دوباره سیکل اولی تکرار شود. قطعات این دستگاه به وسیله جوشکاری به هم متصل می‌شوند لذا قطعات متحرکی وجود ندارد که شل شده و از هم باز شوند.

حداکثر فشار کلی در این دستگاه‌ها حدود ۲۰۰Psi بوده و به علت داشتن ساختمان محکم، با لوله‌های پیچ و خم، سالیان دراز قابل استفاده هستند.

در اوپراتور برای تهیه محیطی با درجه حرارت آمونیاک باید در فشاری معادل ۱۶Psi تبخیر شده لذا اختلاف فشار در دو قسمت سیستم که معادل ۱۸۴Psi می‌باشد به وسیله هیدروژن تصحیح می‌شود.



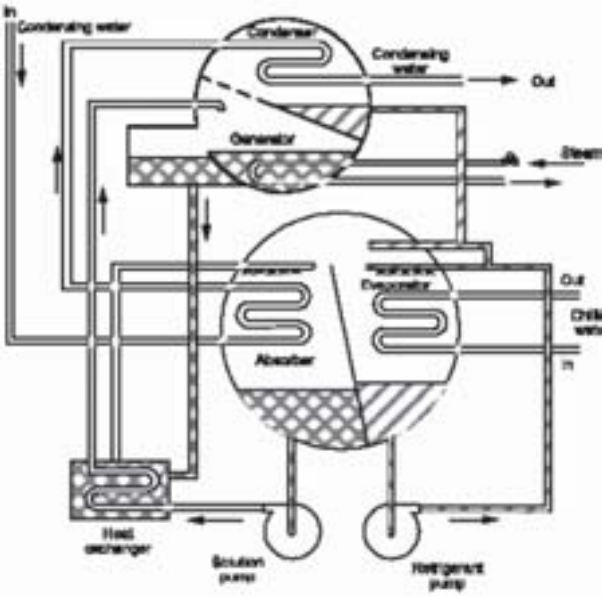
شکل۱- سیستم جذبی آمونیاک-آب

چیلرهای جذبی آب -لیتیم برماید

به طور کلی در چیلرهای جذبی ظرفیت بالا از لیتیم برماید به عنوان مبرد استفاده می‌گردد. چرخه تبرید این گونه چیلرها بر اساس دو اصل بنیان نهاده شده است:

۱- محلول لیتیم برماید به عنوان یک نمک قادر به جذب آب می‌باشد.

۲- هنگامی آب در شرایط خلاء و تحت فشار بسیار پایین قرار می‌گیرد، در دمای پایین شروع به جوشیدن کرده و گرما را جذب می‌کند. در حقیقت نقطه جوش آب می‌تواند با تغییر فشار تغییر کند. آب در سطح دریا و در فشار استاندارد اتمسفر معادل ۱۴/۷ پوند در اینچ مربع یا ۲۹/۹۹ اینچ جیوه می‌جوشد. در صورتی که فشار کاهش یابد، بالطبع نقطه جوش آب نیز پایین خواهد آمد.



شکل ۲- سیستم جذبی آب -لیتیم برماید

شکل ۲، تصویری از سیستم جذبی لیتیوم برماید-آب است . از آنجاییکه جذب کننده و اوپراتور تحت فشاری نزدیک به یکدیگر قرار دارند، می‌توانند در همان پوسته تبادلات خود را با یکدیگر انجام دهند. جذب کننده محلولی از لیتیم برماید می‌باشد. اوپراتور نیز قسمت دیگری از این مخزن می‌باشد که به طور کامل درزبندی شده و هوای درون آن تا فشار ۰/۳ اینچ جیوه تخلیه شده است. در این فشار، به دلیل اینکه نقطه جوش یا دمای بخار شدن آب مقطر تا حد ۴۵ درجه فارنهایت کاهش پیدا کرده است مبرد که همان آب مقطر می‌باشد شروع به بخار شدن خواهد کرد. گرمای مورد نیاز جهت جوشیدن و یا بخار شدن مبرد (آب مقطر) از آب موجود در لوله‌های اوپراتور که در درون آن‌ها آب خروجی فن کویل و یا کوئل هواساز وجود دارد تامین می‌گردد.

از آن جایی که لیتیم برماید وابستگی زیادی برای جذب آب دارد بخارات به وجود آمده از این تبادل گرمایی در اوپراتور به سمت جذب کننده جریان پیدا خواهند کرد و به وسیله لیتیم برماید در قسمت جذب کننده حرکت می‌کنند. فشار مطلق ۰/۳ اینچ جیوه باقی مانده و مبرد بیشتری بخار خواهد شد.

در صورتیکه آب به صورت پاششی و یا به صورت قطرات ریزی در سیستم پاشیده شود به وضوح بیشتر بخار خواهد شد. لذا بدین منظور یک پمپ و مجموعه نازل‌ها به اوپراتور اضافه می‌گردد. به همین ترتیب جذب لیتیم برماید نیز بستگی به سطح تماس آن دارد لذا یک مجموعه نازل برای افزایش سطح تماس به مجموعه جذب کننده اضافه می‌شود.

گرمای مورد نیاز برای جوشاندن یا بخار نمودن مبرد به وسیله آب جاری در

کوئل می‌تواند تامین گردد. در حین تبخیر مبرد، گرمای آب جاری در لوله‌های کویل را جذب کرده و آن را خنک می‌کند. این آب سرد شده می‌تواند در سیکل چرخشی در سیستم تهویه مطبوع مورد استفاده قرار گیرد.

در ادامه عملکرد این فرآیند لیتیم برماید در جذب کننده رقیق‌تر و ضعیف‌تر گردیده و توانایی آن در جذب بخارات مبرد کمتر می‌گردد. برای برطرف نمودن این اثر، بخش دیگری به نام ژنراتور به سیستم اضافه می‌شود. محلول ضعیف شده از جذب کننده به سمت ژنراتور به وسیله پمپ محلول و پمپاژ می‌گردد. در ژنراتور این محلول ضعیف شده با کویلی که در درون لوله‌های آن بخار داغ یا آب داغ جریان دارد تماس پیدا می‌کند. گرمای موجود در بخار داغ یا آب داغ دوباره مبرد را بخار نموده و در نتیجه مبرد را از لیتیم برماید جدا خواهد نمود. این عمل باعث شده تا محلول قویتر (غلیظ‌تر)گردد. این محلول قوی با استفاده از نیروی جاذبه دوباره به سمت جذب کننده حرکت کرد و در آنجا محلول غلیظ شده می‌تواند بخارهای مبرد را دوباره جذب نماید.

در وضعیت قبلی وقتی محلول ضعیف شده گرم می‌گردید، مبرد به بخار تبدیل می‌شد. این بخار می‌بایست دوباره به مایع تبدیل گردد. قبل از آنکه بتواند در اوپراتور مورد استفاده قرار گیرد. به این منظور و برای انجام این عمل مجموعه کندانسور و کویل آب کندانسور و نیز دارای فشاری نزدیک به یکدیگر می‌باشند می‌تواند در همان پوسته تبادلات خود را با یکدیگر انجام دهند.

هر بخاری را برای رسیدن به حالت تعادل از سطح دمای بالاتری حرکت می‌کند. به همین دلیل بخارات مبرد نیز به سمت کندانسور حرکت می‌کند. در این جا آن‌ها با لوله‌هایی تماس پیدا می‌کنند که درون آن‌ها آب تقطیر شده خنک جریان دارد و به این ترتیب خود تقطیر می‌گردند. اکنون مبرد که به حالت مایع تبدیل شده است می‌تواند به اوپراتور برگشته و چرخه کامل گردد. در هنگام جذب آب توسط لیتیم بروماید گرما تولید می‌گردد. این گرما شامل گرمای تقطیر شدن بخار آب جذب شده است به اضافه گرمایی که از ترقیق حاصل از خروج لیتیم بروماید به وجود می‌آید. برای انتقال این گرما می‌توان آب تقطیر شده را در ابتدا از طریق جذب کننده حرکت داد. همانطور که محلول ضعیف شده جهت گرم کردن می‌باید سمت ژنراتور رانده شود، محلول قوی که به سمت جذب کننده در حرکت می‌باشد، نیز می‌باید خنک گردد. در نتیجه یک مبدل حرارتی که در برگیرنده این دو محلول است به سیستم اضافه می‌شود محلول ضعیف درون لوله‌های این مبدل حرارتی و محلول قوی در درون پوسته مبدل و در اطراف لوله‌ها جریان دارد. استفاده از این مبدل حرارتی به صورت ساده‌ای راندمان چرخه را افزایش می‌دهد.

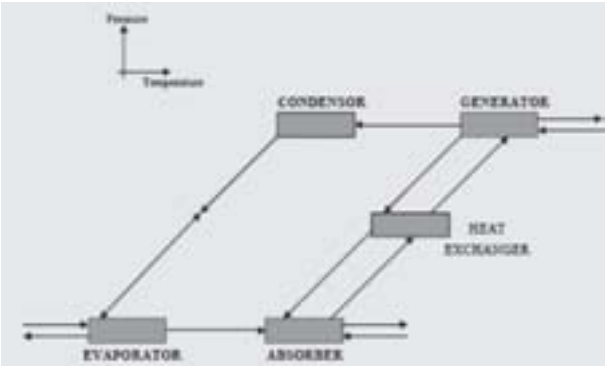
اکنون می‌توان به دو دلیل توضیح داد که چرا برای نازل‌های پاشاننده جذب

کننده نیازی به شپمپ نیست.
مجموعه نازل جذب کننده در ارتفاع پایینتری از ژنراتور قرار دارد و از آنجایی که این دو قسمت مستقیماً به یکدیگر متصل می‌باشند نیروی جاذبه باعث اعمال نیرو در به حرکت درآوردن محلول درون نازل‌ها می‌گردد.
فشار درون پوسته جذب کننده کمتر از فشار موجود در پوسته ژنراتور می‌باشد، که عمدتاً این اختلاف فشار باعث هدایت محلول می‌گردد.
هنگامیکه محلول غلیظ شده در حال خروج از مبدل حرارتی است، مقدار از پیش تخمین زده شده‌ای از محلول ضعیف شده مستقیماً از طریق پمپ به سمت خط محلول غلیظ شده پمپاژ می‌گردد. این عمل باعث هدایت محلول بیشتری به سمت نازل‌ها شده که پاشش بیشتر آن را باعث می‌گردد. در صورت پاشش مستقیم محلول از سمت ژنراتور به سمت جذب کننده، باعث کریستاله شدن در لوله‌های جذب کننده می‌گشت. در هنگام خروج محلول ترکیب شده از نازل‌ها، اختلاف فشار را ایجاد شده باعث خنک شدن سریع آن می‌گردد. این عمل باعث پایین آمدن فشار بخار به مقدار کافی شده که نتیجه آن به وجود آمدن جریانی از بخارهای مبرد به سمت اوپراتور می‌باشد.
در اوپراتور مبرد از طریق مجموعه هدر و نازل‌ها بر روی لوله‌های ورودی آب در اوپراتور، پاشیده می‌شود. در حالیکه این عمل از بالای لوله‌های اوپراتور (آب خروجی از سیستم تهویه مطبوع که باید خنک کرد) بالاتر از دمایی باشد که مورد نیاز برای جوشاندن مبرد در فشار موجود در اوپراتور است ، بخارهای به وجود آمده در این مرحله به سمت جذب کننده جریان می‌یابند تا به وسیله لیتیم برمایدی که از مجموعه هدر نازل‌ها در حال پاشش می‌باشد جذب گردند.
سپس محلول ضعیف شده از مسیر لوله‌ها مبدل حرارتی عبور داده شده و به سمت ژنراتور پمپاژ می‌گردد. در ژنراتور این محلول ضعیف شده با کویلی از آب داغ یا بخار داغ تماس یافته و مبرد با جوشیده شدن از محلول خارج می‌گردد. محلول غلیظ شده به وسیله نیروی جاذبه از اطراف پوسته مبدل حرارتی عبور داده شده و از طریق هد اسپری به داخل جذب کننده پاشیده می‌شود. در مبدل حرارتی محلول غلیظ گرمای خود را با محلول ضعیف شده که در درون لوله‌ها جریان داشته و به قسمت ژنراتور در حال حرکت می‌باشد تبادل کرده و اصطلاحاً آن را پیش گرم می‌کند. سپس به سمت کندانسور جریان پیدا می کند و در آنجا در تماس با کویل آب تقطیر شده قرار گرفته و خود تقطیر می‌گردند. در این مرحله مبرد با استفاده از نیروی جاذبه به سمت اوپراتور جریان می‌یابد تا دوباره مورد استفاده قرار گیرد.
با استفاده از توضیحات، می‌توان دید که لیتیم برماید دو خاصیت را در چرخه تبرید جذبی داراست. ابتدا به مانند واسطه‌ای برای ایجاد یک فشار پایین (مکش) برای مبرد وارد کار شده و دوم اینکه می‌توان از آن همچون یک وسیله تخلیه برای انتقال مبرد از بخش مکش (جذب کننده) به بخش تخلیه (ژنراتور)عمل کند.
عمال کریستالیزاسیون معمولاً در اطراف پوسته مبدل حرارتی اتفاق می افتد که باعث افت راندمان جریان در ژنراتور می‌گردد. در این موقع محلول در جریان دو قسمت بالای ژنراتور مستقیماً به لوله قطوری که در پایین جذب کننده قرار دارد سرازیر می‌گردد.
پر شدن این محلول داغ باعث می شود تا پمپ محلول با عدم وجود محلول مواجه نگردیده و باعث به گردش درآوردن این محلول داغ در لوله‌های مبدل حرارتی گردد. پس از تامین گرمای مورد نیاز، عمل کریستالیزاسیون از بین رفته و الگوی جریان به صورت استاندارد عمل کرده و ماشین به حالت عملکرد عادی خود باز خواهد گشت. در هنگام استفاده از بار زیاد، یا هنگامی که گازهای غیر قابل چگالش در ماشین وجود داشته باشد، سطح مبرد در اوپراتور افزایش خواهد یافت. در این هنگام کلید جریان سطح بالا تماس خود را قطع خواهد کرد.

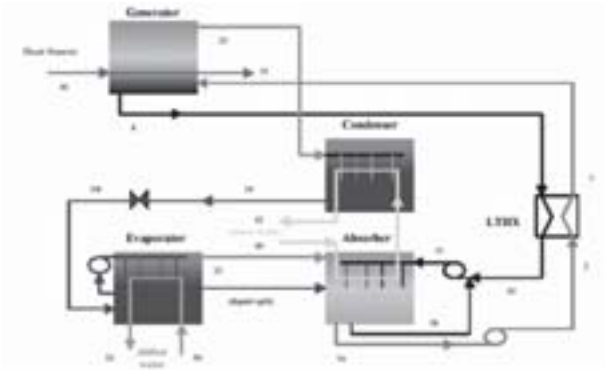
برای تکمیل عمل این مدار که در شیر برقی که در مسیر در نظر گرفته شده است باز خواهد شد. پس از آن مبرد از قسمت تخلیه پمپ مبرد به سمت مکش پمپ محلول جریان یافته و باعث کاهش کریستالیزاسیون خواهد شد.
این همان مداری است که در چرخه رقیق شدن محلول در هنگام خاموش کردن دستگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این وضعیت کلیدی که جریان مبرد را در سیستم مشخص می‌کند بسته خواهد شد. برای تکمیل عمل این مدار شیر احیاکننده در مسیر در نظر گرفته شده است که باعث حرکت مبرد به سمت مدار محلول جهت کمک به چرخه رقیق سازی می‌باشد. در هنگام پایین آمدن سطح مبرد کلید سطح مدار باعث قطع شدن شیر احیاکننده می‌گردد. قطع شدن شیر احیاکننده این اطمینان را می‌دهد که برای روشن نمودن مجدد دستگاه مقداری مبرد در اوپراتور وجود خواهد داشت.
چیلرهای جذبی از نظر عملکرد به صورت چیلرهای یک اثره، دو اثره، سه اثره و نیم اثره موجود می‌باشند.

چیلر جذبی یک اثره:

چرخه‌ی یک اثره، سیال را توسط چهار جزء اصلی در سیستم تبرید انتقال می‌دهد. اواپراتور، جذب کننده، ژنراتور و کندانسور. در شکل ۳ نمودار فشار دما برای این چرخه رسم شده است.



شکل۳- چرخه جذبی یک اثره



شکل۴- شماتیک یک چرخهٔ یک اثره آب-لیتیم برماید

چرخه‌ی جذبی لیتیم برماید-آب یک اثره از بخار آب فشار پایین به عنوان منبع حرارتی استفاده می‌کند. از این سیستم که در ظرفیت های ۷/۵ تا ۱۵۰۰ تن تبرید موجود هستند، برای تولید آب خنک و سیستم های تهویه مطبوع محیط استفاده می‌شود. شکل ۴ یک سیستم جذبی لیتیم برماید-آب یک اثره را نشان می دهد.
با چند مرحله‌ای شدن سیستم‌های جذبی ضریب عملکرد سیستم(۶) افزایش

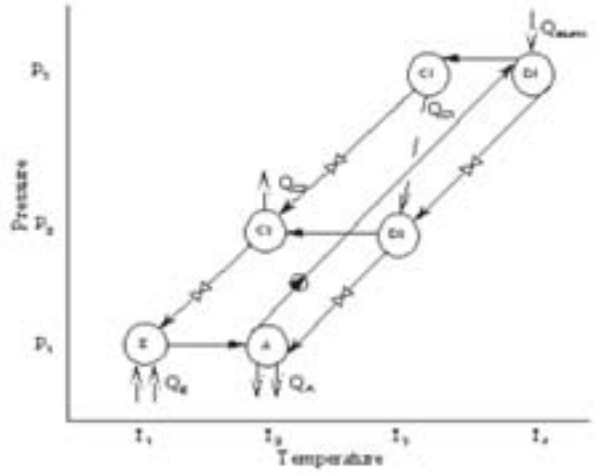
می‌یابد. در این روش مبرد، گرما را در چند مرحله از دست بدهد. بنابراین تقریباً دو یا سه برابر مبرد، بدون اینکه حرارت اضافی صرف شود، از محلول خارج شده و نتیجتا ضریب عملکرد سیستم افزایش می‌یابد. در ادامه به نحوه‌ی عملکرد سیستم‌های چند اثره اشاره می‌شود.

عملکرد چیلر جذبی دو اثره

سیستم‌های جذبی دو اثره در دو نوع چیلر جذبی دو اثره با دو کندانسور و چیلر جذبی دو اثره با دو جذب کننده، موجود است که اصول آن‌ها بر اساس تولید سرما به وسیله‌ی تبخیر مبرد در اواپراتور، می‌باشد. مبرد تبخیر شده، حرارت لازم برای تبخیر را در کندانسورها و جذب کننده‌ها از دست می دهد.

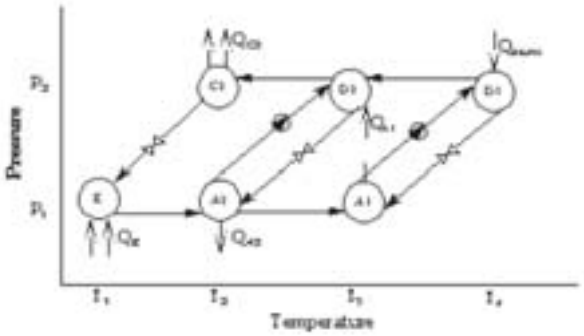
در سالهای اخیر در آمریکا و ژاپن چیلرهای جذبی آب لیتیم برماید با c.o.p بالاتر ساخته می‌شوند. سیستم‌های دو اثره قابل دسترس در بازار با c.o.p در رنج ۱/۱-۰/۲ می‌باشند.

شکل ۵ نمودار دما- فشار چرخه‌ی جذبی دو اثره را با دو کندانسور[۷] نشان می‌دهد. در این جا دو جداکننده‌ی مبرد از جاذب وجود دارد. گرمای از دست داده شده در کندانسور اول[۸] به عنوان منبع حرارتی برای جداکننده دوم[۹] که در فشار پایین عمل می کند، به کار می‌رود.



شکل ۵ - نمودار چرخه‌ی جذبی دو اثره با دو کندانسور

شکل ۶، نشان دهنده نمودار دما فشار چرخه‌ی جذبی دو اثره با دو جذب کننده است. گرما از دست داده شده در جذب کننده اول[۱۰]، به عنوان منبع حرارتی جدا کننده‌ی دوم قرار می گیرد.



شکل ۶ - نمودار چرخه‌ی جذبی دو اثره با دو جذب کننده

چیلر جذبی تک اثره، تولیدی شرکت ساری پویا

چیلر جذبی دو اثره، تولیدی شرکت ساری پویا

چیلر جذبی شعله مستقیم، تولیدی شرکت ساری پویا

در این سیستم‌ها، مبرد در دو مرحله حرارت را از دست می دهد. بنابراین ضریب عملکرد سیستم، حدوداً دو برابر سیستم یک اثره می‌شود.

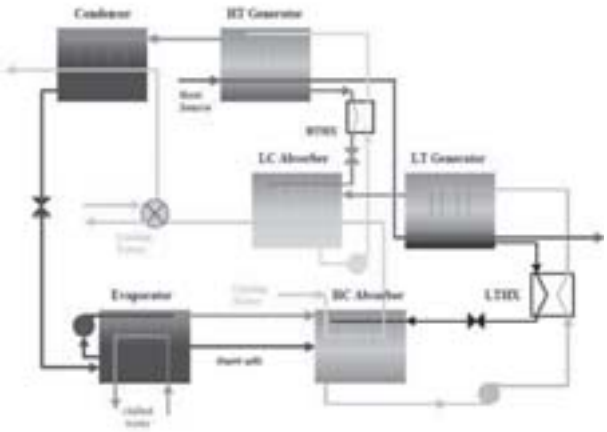
از چیلرهای دو اثره در مکآن هایی استفاده می‌شود که هزینه الکتریسیته نسبت به هزینه گاز طبیعی بسیار گران است. اگرچه سیستم دو اثره راندمان بالاتری دارد ولی هزینه ساخت اولیه آن زیاد است.

سیستم جذبی نیم اثره

شکل ۷ یک چرخه نیم اثره را نشان می‌دهد تفاوت اصلی چرخه نیم اثره یا یک اثره در این است که چرخه نیم اثره یک ژنراتور و یک جذب کننده اضافی دارد. این ژنراتور و جذب کننده اضافی امکان این را می‌دهد که سیستم در یک فشار عملکرد بیشتر و جذب کننده در غلظت پایین (LC) و در دمای پایین عمل کند.

اصول چرخه نیم اثره در این است که این چرخه دو بالابر دارد. کلمه بالابر به کار رفته شده به مفهوم اختلاف غلظت بین ژنراتور و جذب کننده است. این اختلاف غلظت یک انرژی نهفته‌ای به جرم می‌دهد تا از جذب کننده جریان پیدا کند. در چرخه یک اثره فقط یک بالابر وجود دارد. بنابراین وقتی دمای آب گرم درون لوله‌های ژنراتور کاهش می‌یابد، اختلاف غلظت بین جذب کننده و ژنراتور هم کاهش می‌یابد ولی وجود دو بالابر در چرخه نیم اثره به چرخه امکان این را می‌دهد که ژنراتور در دمای پایین تری عمل کند.

عیب چرخه نیم اثره در این است که ضریب عملکرد آن تقریباً نصف چرخه یک اثره می‌باشد و بنابراین انرژی حرارتی بیشتری برای ظرفیت سرمایی مشخص، مورد نیاز است. همین طور مقدار دفع حرارت بیشتری برای یک ظرفیت مشخص لازم است و دفع حرارت بیشتر، برج خنک کن بزرگتری را ملزم می‌کند. در نتیجه هزینه بیشتری را به دنبال دارد. مزیت استفاده از چرخه نیم اثره در این است که برای بدست آوردن ظرفیت یکسان، منبع گرمایی با دمای پایین تری مورد نیاز می‌باشد بنابراین از منابع حرارتی رایگان همچون خورشید می‌توان استفاده کرد.



شکل ۷- شماتیک یک چرخه نیم اثره

راندمان چیلرهای جذبی

راندمان چیلرهای جذبی به صورت ضریب عملکرد(۱۱) آن‌ها تعریف می‌شود که از تقسیم اثر تبرید به حرارت خالص ورودی به دست می آید.

ضریب عملکرد سیستم یک اثره حدوداً بین ۰/۶ تا ۰/۸ می‌باشد و در حالت ایده‌آل به ۱ می‌رسد. از آنجاکه ضریب عملکرد سیستم یک اثره کمتر از یک است گرمای ورودی زیادی نیاز دارد. بنابراین از این سیستم در مکان‌هایی استفاده می‌شود که حرارت اتلافی وجود داشته باشد تا از این انرژی حرارتی برای گرمای ورودی به سیستم تبرید استفاده شود. (حرارت بویلرها در نیروگاه‌ها) ضریب عملکرد سیستم دو اثره، حدوداً یک و در حالت ایده‌آل به ۲ می رسد.

پانوشت :

۱- Edmond Carre

۲-Ferdinand Carre

۳- (serve Electrically) servel

۴- ar Von Platen-Caulg Muntersz Bult

۵- TRANE

۶- (Qin / Qcool(= C.O.P

۷- C۱ و C۲

۸- C۱

۹- D۲

۱۰- A۱

۱۱- C.O.P

مراجع:

1-KKevin A. Goodheart . Low firing Temperature Absorption Chiller system . University of Wisconsin-Madison . 2000.

2-D.S. Kim , C.A. Infante Ferreira. Solar Absorption Cooling . Delft University of Technology .2003

3-Advance desgin Guideline series . Absorbtion chiller. Southern California Gas company. New Building Institute. 1998

http://rcl.eng.ohio-state.edu/~christ-r/ceat/theory/theory.html#deas4-

5-Kevin D.Rafferty, “Absorption Refrigeration”,Chapter 13, Geo-Heat Center

۶- مهندس علی اصغر حاج سقطی “”تبرید، طراحی سیستم‌های سرد کننده ها و سرد خانه ها””.
چاپ پنجم- انتشارات حسینیان .۱۳۸۰

۷- اروند، ماهنامه تخصصی صنعت تاسیسات . شماره . ۱۷

۸- سایت اینترنتی شرکت ساری پویا .

برای پویایی هرچه بیشتر نشریه فنی مهندسی نفت و انرژی خواهشمند است مقالات خود را به نحو مقتضی به دفتر نشریه ارسال فرمائید .

تلفکس : ۸۸۶۷۱۶۷۶ - ۸۸۶۶۲۲۹۷

نشانی : تهران ، صندوق پستی ۵۱۹ - ۱۴۶۶۵

www.naft-o-energy.com

info@naft-o-energy.com