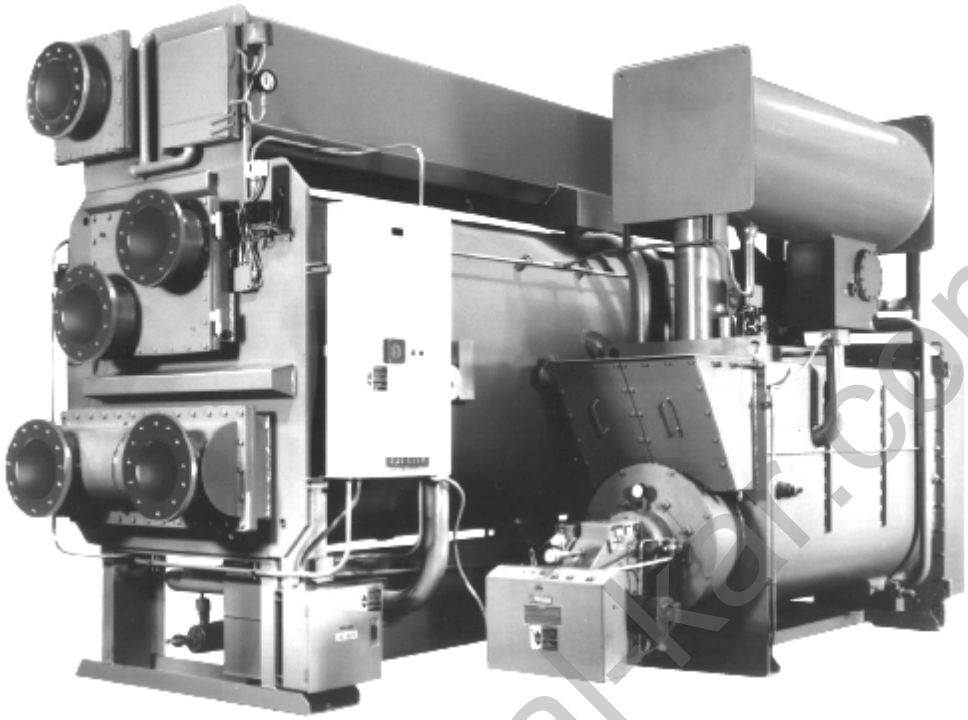
بسمه تعالی



آموزش سیستم های تبرید

(چیلر جذبی)

اتحادیه صنف شوفاژ و تهویه مطبوع

گرد آوری و تنظیم: مهندس سرخوش

www.Sayakar.com

مقدمه

مطالب حاضر جهت آموزش عمومی دو ساعته جهت اعضاء اتحادیه صنف تاسیسات مشهد تهیهگردیده و با توجه به مدت کم و تنوع گروه آموزش گیرنده ،انواع سیستم های تولید سرما جهت آشنائی فقط نام برده می شود و در رابطه با موضوع اصلی یعنی آشنائی با دستگاه چیلر جذبی اطلاعات عمومی دستگاه به اختصار تشریح می گردد.

مکانیزم های تولید سرما برای مصارف غیر تجاری

تولید سرما در دما های بیشتر از ۴۰- تا ۲۷۳- بیشتر در آزمایشگاه ها و برای مصارف خاص انجام می شود. بعضی از این روش ها عبارتند از :

۱. ایجاد سرمایش به روش مغناطیسی
۲. ایجاد سرما با استفاده از گاز های با دمای جوش پائین در فشار های بسیار پائین
۳. ایجاد سرما به وسیله مواد تصعید شونده (یخ جامد)
۴. ایجاد سرما به وسیله لوله های گردابی

لازم به توضیح است که به تازگی برخی از این روش ها در حال توسعه می باشد به طوری که بتوان به صورت تجاری و با تولید برودت در مقادیر بالا استفاده گردد از جمله این روشها ، تولید سرما به روش مغناطیسی می باشد.

www.Sayal-kar.com

تولید سرما جهت مصارف تجاری

برای تولید سرما با مصارف تجاری از دو نوع سیستم استفاده می شود:

- ☑ **تولید سرما با استفاده از کمپرسور**
- ☑ **تولید سرما با استفاده از انرژی حرارتی**

الف- انواع سیستم های تبرید با استفاده از کمپرسور:

این تجهیزات انواع مختلف دارند:

۲. چیلر های با کمپرسور های ضربه ای reciprocation
۳. چیلر با کمپرسور حلزونی
۴. چیلر با کمپرسور اسکرول
۵. چیلر های سانتریفوژ

ب- تجهیزات تولید سرما با استفاده از انرژی حرارتی (سیستم های جذبی)

۱. یخچال های نفتی
۲. چیلر های جذبی یک اثره Single Effect
   (a) با مصرف بخار
   (b) بامصرف آب داغ
   (c) بامصرف آب گرم
۳. چیلر های جذبی دو اثره Double Effect
۴. چیلر های جذبی سه اثره Tribal Effect
۵. چیلر های جذبی حرارت مستقیم Direct fire

لازم به توضیح است که در سیستم های تراکمی (با استفاده از کمپرسور)از یک سیال (به عنوان مبرد)استفاده می شود .در حالی که در سیستمهای جذبی از دو یا سه سیال استفاده می شود. سیال های مورد استفاده در یخچال های نفتی شامل آمونیاک، آب و هیدروژن می باشد که آمونیاک به عنوان مبرد ،آب به عنوان سیال جاذب و هیدروژن سیال ناظر می باشد. سیستم های جذبی یک یا دو اثره ، با دو سیال آب و لیتیم برماید کار می کند که آب به عنوان مبرد و لیتیم برماید به عنوان جاذب عمل می کند.

چیلرهای جذبی

اصول کاری چیلر های جذبی استفاده از حرارت برای تولید برودت می باشد. این دستگاه ها طی سالهای زیاد در آمریکا و سایر کشور های جهان در مقیاس بسیار بالا مورد استفاده قرار گرفته است.اما به دلایلی از جمله ؛ آلودگی محیط زیست در دهه های ۱۹۸۵ استفاده از این تجهیزات در آمریکا کم و چیلر های سانتریفوژ جایگزین آن گردید. و تکنولوژی تولید ابزربشن به سایر کشور ها منتقل شد. اما طی سالهای گذشته با توجه به تولید سیستم های جدید دو اثره با سیستم های کنترل پیشرفته مجددا استفاده از از این تجهیزات بشکل گسترده در آمریکا آغاز شد و کارخانجات معروف منجمله کریر،یورک و تِرین نسبت به ساخت مدل های پیشرفته و هوشمند با سیستم کنترل فازی ،اقدام نمودند.

www.Sayal-kar.com

منابع تامین انرژی در سیستم چیلر های جذبی

سیستم چیلر های جذبی به لحاظ منبع تامین انرژی حرارتی به چند دسته تقسیم می شوند . در جدول زیر ضمن بیان انواع این سیستم ها منابع تامین حرارت در هر یک نیز ذکر شده است.

۱	یخچال های نفتی	سوخت مایع
۲	چیلر ابزربشن های تک اثره Low Temp.	آب با درجه حرارت پائین (زیر ۱۱۰ ^{o}C)
۳	چیلر ابزربشن های تک اثره Medium Temp.	آب با درجه حرارت متوسط (بالای ۱۱۰ ^{o}C)
۴	چیلر ابزربشن های تک اثره	بخار فشار پائین(۱۵ psi)
۵	چیلر ابزربشن های دو اثره	بخار فشار بالا(۱۲۰ psi)

ابزربشن های تک اثره (Single Effect)

اساس کار چیلر های جذبی بر پایه یک سری اصول فیزیکی بنا نهاده شده است. از جمله مهمترین این پدیده ها ، عامل وابستگی دما و فشار اشباع می باشد. با توجه به این که فشار نسبی در سطح دریا برابر با یک اتمسفر و درجه حرارت جوش آب ۱۰۰^{o}C باشد.و به تدریج با افزایش ارتفاع، فشارنسبی کاهش و به همین نسبت دمای جوش آب نیز کاهش می یابد و در فشار نزدیک به صفر ، نقطه جوش آب نیز به شدت کاهش می یابد به طور مثال دمای جوش آب در فشار۶ میلیمتر جیوه برابر ۳,۷ درجه سانتی گراد می باشد. این پدیده جزء اصول کار چیلر های ابزربشن می باشد.

از جمله عوامل دیگر تغییر میزان حلالیت آب در یک محلول لیتیم برماید می باشد که وابستگی زیادی به دما دارد . به طوری که در دما های بالا خاصیت جذب کنندگی محلول به شدت کاهش می یابد.

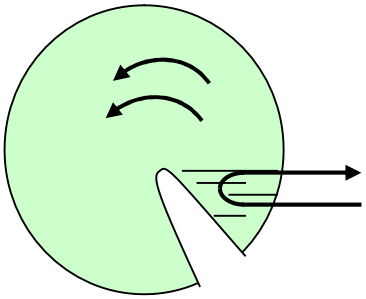
برای داشتن امکان مقایسه، مقادیر معادل فشار یک اتمسفر بر اساس واحد های مختلف به صورت زیر بیان می گردد:

۱ atm =۱ bar = ۱۰^{۵} pa = ۱۴,۷ psi = ۷۶۰ mmHg =۱۰ mH۲o

اصول اولیه عملکرد چیلر جذبی

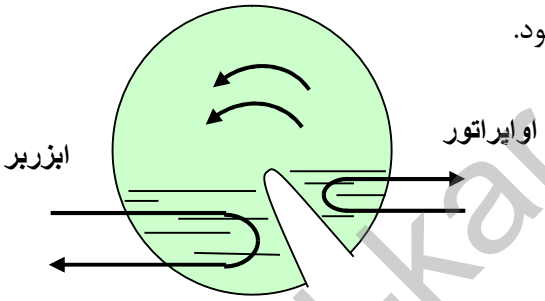
۱- مخزنی (مطابق شکل۱) که نیمی از آن دارای آب می باشد در نظر بگیرید . فشار داخل مخزن توسط یک دستگاه پمپ واکیوم کاهش می یابد در این صورت آب داخل مخزن که در فشار پائین قرار دارد می تواند با دریافت مقدار کمی حرارت تبخیر شود . این حرارت می تواند توسط یک کویل به مخزن انتقال می یابد. این منبع اوپراتور نامیده می شود.

www.Sayal-kar.com



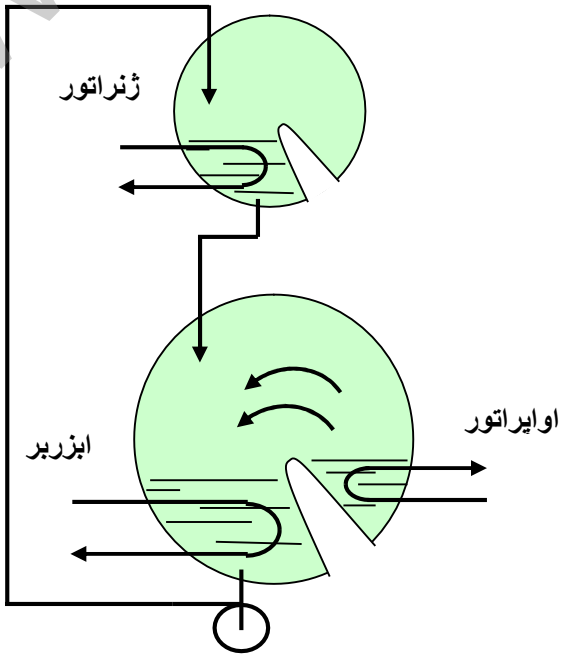
شکل ۱

۲- چنانچه پروسه مرحاه اول ادامه یابد.کلیه آب داخل منبع تبخیر و ادامه پروسه متوقف می گردد.در این حالت مطابق شکل ۲ مخزن دیگری که حاوی سیال جاذب بخار آب که در این سیستم لیتیم برماید می باشد در کنار اواپراتور قرار گرفته و بخار آب را جذب می نماید به علت گرمازا بودن عمل جذب بخار آب توسط محلول لیتیم برماید ،می توان حرارت تولید شده را با استفاده از یک کویل سرد کننده دفع کرد. این محفظه ابزربر نامیده می شود.



شکل۲

۳- چنانچه پروسه مرحله دوم ادامه یابد به نقطه ای خواهیم رسید که محلول جاذب اشباع شده و دیگر قادر به جذب بخار آب نخواهد بود . در این حالت محلول رقیق شده توسط پمپ به محفظه بالادست که ژنراتور نامیده می شود منتقل می گردد (شکل ۳) در این محفظه محلول رقیق شده بوسیله یک منبع حرارتی که می تواند بخار یا آبگرم و یا شعله مستقیم باشد، حرارت داده شده و بخار آب از محلول جاذب (solution) جدا و محلول غلیظ می شود و بوسیله لوله ارتباطی مجدد به ابزربر برگشت داده می شود.و جایگزین محلول رقیق شده ،می گردد.

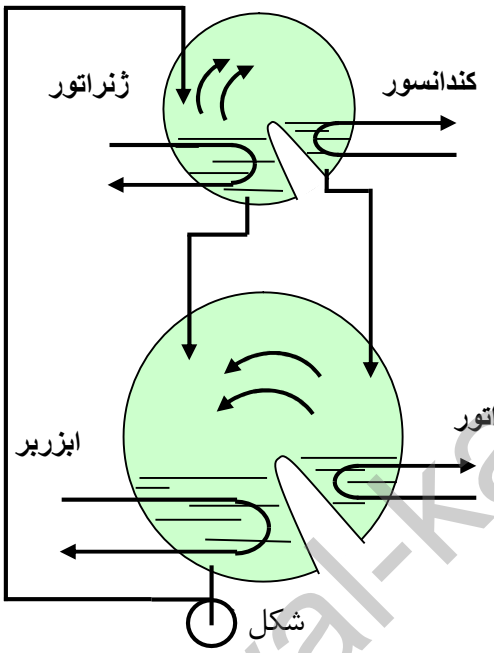


www.Sayal-kar.com

شکل ۳

۴- بخار تولید شده در ژنراتور توسط یک کویل حاوی آب سرد کننده تبدیل به مایع شده و مطابق شکل ۴ مجددا به اوپراتور برگشت می نماید و جایگزین آب تبخیر شده مرحله اول میگردد.

بدین ترتیب سیکل نحوه عملکرد ابزربشن تکمیل می گردد.

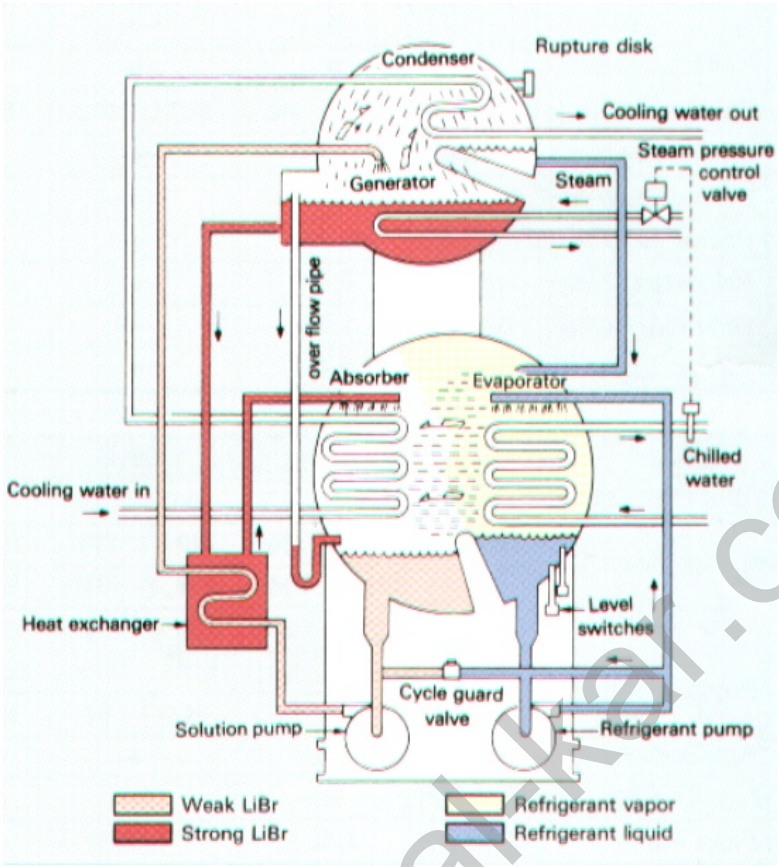


شکل

طرز کار سیکل چیلر های جذبی تک اثره :

دستگاها از چهار قسمت اصلی اواپراتور،ابزربر،ژنراتور و کندانسور تشکیل گردیده است. مایع مبرد (آب) در قسمت اواپراتور روی لوله ها ی آب تهویه ساختمان پاشیده می شوند و به دلیل وجود خلاء بسیار بالا ، آب در درجه حرارت کم تبخیر می گردد. این کار باعث سرد شدن لوله های تهویه ساختمان می گردد. بخارات حاصله توسط مایع غلیظ لیتیم برماید جذب می گرددو لیتیم برماید با جذب آب رقیق گشته و توسط پمپ کوچکی به قسمت فوقانی دستگاه منتقل می گردد. انتقال لیتیم برماید از طریق یک مبدل حرارتی انجام می گیرد و در حین عبور لیتیم برماید رقیق گرم می شود. در قسمت فوقانی دستگاه لیتیم برماید تحت تاثیر لوله های بخار ،داغ شده و آب آن تبخیر می گرددو لیتیم برماید غلیظ شده بعد از عبور از یک مبدل حرارتی به قسمت اواپراتور جهت جذب آب منتقل می شود. از طرفی بخارات آب تبخیر شده در ژنراتورتوسط لوله های برج خنک کننده (کندانسور) تقطیر گشته و مجددا به قسمت اواپراتور برگشت داده می شود و این سیکل مرتبا تکرار می شود.

www.Sayal-kar.com

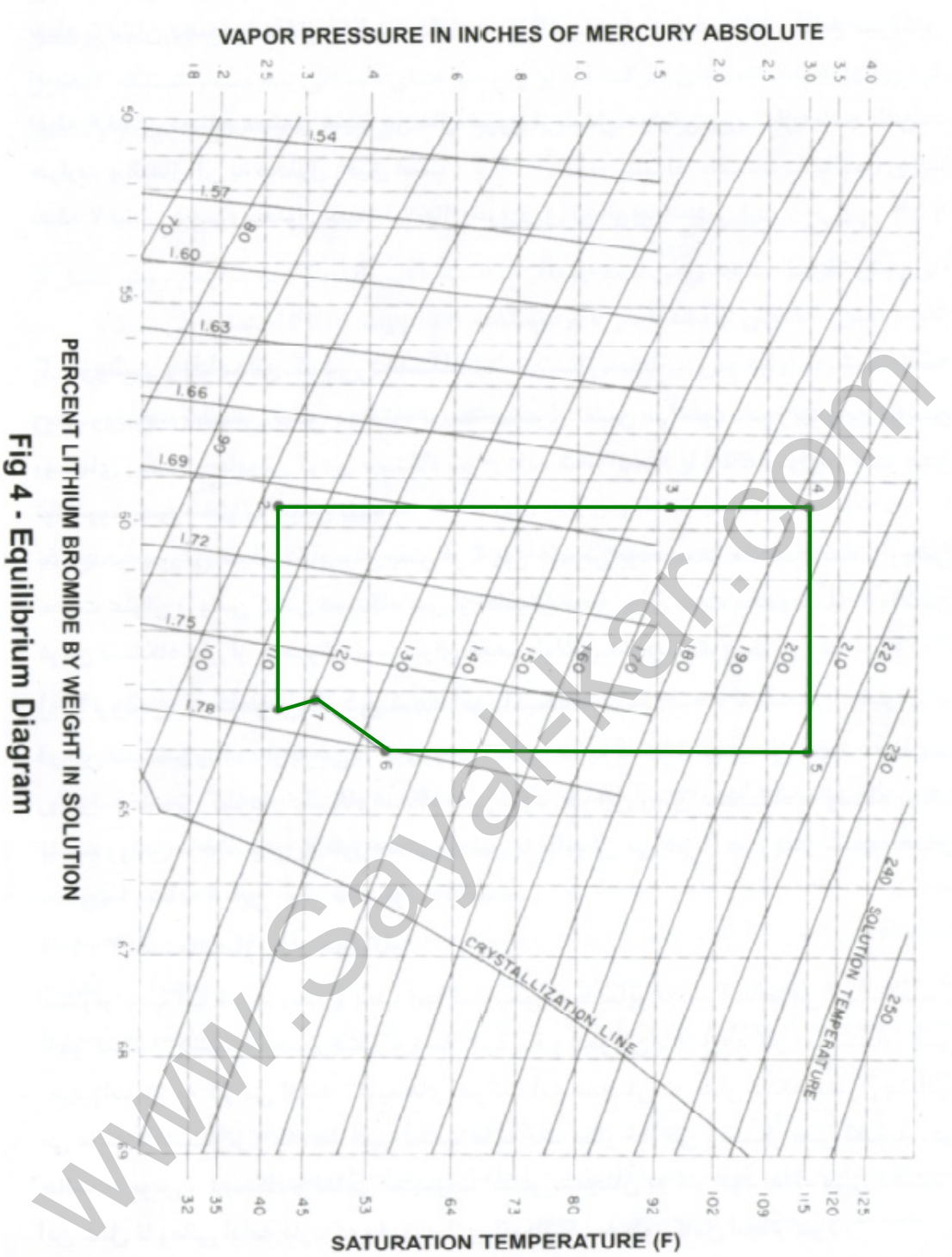


سیکل ترمودینامیکی گردش محلول

گردش محلول آب- لیتیم برماید در شکل برای یک دستگاه درحال کار نشان داده شده است.که به طور خلاصه توضیحات لازم برای هریک از نقاط و خطوط سیکل مشخص شده در شکل داده شده است.محور قائم نشاندهنده فشار بر حسب اینچ جیوه و محور افقی غلظت محلول را نشان می دهد.

- ☑ ۱ تا ۲ نشان دهنده عمل جذب بخار و رقیق شدن محلول لیتیم برماید در ابزربر می باشد
- ☑ ۲ تا ۳ نشاندهنده گرم شدن محلول در حین عبور از مبدل حرارتی است.که در این مرحله غلظت محلول ثابت است.
- ☑ ۳ تا ۴ نشاندهنده دریافت حرارت توسط محلول تا نقطه جوش ی باشد.
- ☑ ۴ تا ۵ نشاندهنده فرایند جوشش محلول لیتیم برمایدو تبخیر آب می باشد .در انتهای این مسیر محلول غلیظ می شود.
- ☑ ۵ تا ۶ نشاندهنده خروج محلول غلیظ از ژنراتور و بعد از عبور از یک مبدل حرارتی وارد ابزربر می شود
- ☑ ۶ تا۷ نشاندهنده خروج محلول از نازل ها می باشد.

www.Sayal-kar.com



شکل۷- دیاگرام محلول لیتیم برماید

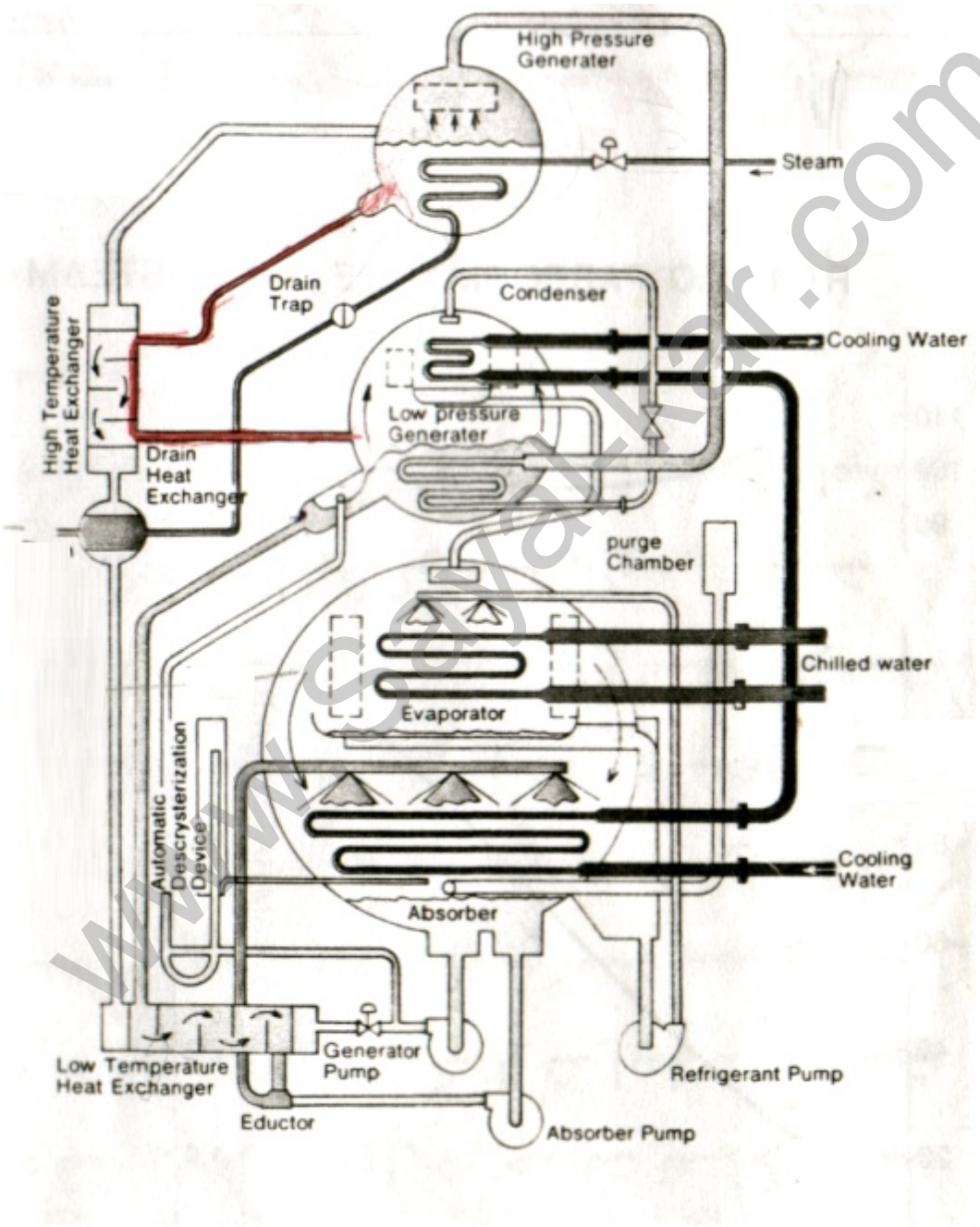
www.Sayal-kar.com

اطلاعات عمومی اولیه به زبان فارسی مربوط به نگهداری و تجهیزات جانبی یک ابزربشن تک اثره که توسط شرکت زهش تهیه شده به پیوست می باشد.

ابزربشن های دواثره (Double Effect)

طی سال های اخیر بعلت صرفه جوئی بیشتر در انرژی حرارتی استفاده از ابزربشن های دو اثره افزایش یافته و به تدریج این دستگاه ها جایگزین ابزربشن های یک اثره می شود. تفاوت سیکل کارکرد ابزربشن یک اثره با دو اثره وجود یک ژنراتور فشار بالا می باشد. یک چیلر جذبی دو اثره شامل قسمت های زیر است :

اواپراتور ،ابزربر ،کندانسور،ژنراتور اولیه ، ژنراتور ثانویه ،مبدل های حرارتی و پمپ ها



طرز کار سیکل چیلر های جذبی دو اثره :

مایع مبرد (آب) در قسمت اواپراتور روی لوله ها ی آب تهویه ساختمان پاشیده می شود و به دلیل وجود خلاء بسیار بالا ، آب در درجه حرارت کم تبخیر می گردده و باعث سرد شدن لوله های تهویه ساختمان

www.sayakar.com

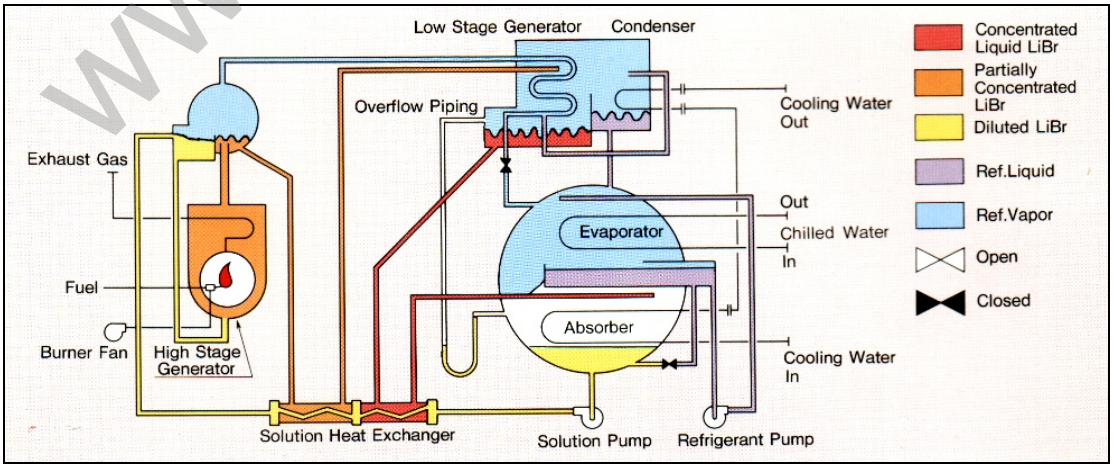
می گردد. بخارات حاصله توسط محلول لیتیم برماید جذب می گردد و لیتیم برماید با جذب آب رقیق گشته و توسط پمپهای مربوطه به درون مبدل حرارتی ثانویه ، مبدل حرارتی تخلیه و مبدل حرارتی اولیه منتقل می گردد و در طی این فرایند دمای آن افزایش می یابد. سپس غلظت محلول لیتیم براید در ژنراتور اولیه توسط بخار تا حدودی افزایش می یابد. مرحله بعد عبور از ژنراتور ثانویه است که در آنجا محلول بطور کامل تغلیظ می گردد. آنگاه محلول غلیظ از طریق مبدل حرارتی ثانویه به درون محفظه ابزربر انتقال یافته و در آنجا دمایش کاهش می یابد. بخارات حاصله از ژنراتور توسط لوله های برج خنک کن (کندانسور)تبدیل به مایع می شود.و در آخر هم این مایع به درون اواپراتور رفته و سیکل فوق تکرار می شود.

چیلر های جذبی با شعله مستقیم(direct fire)

این دستگاه هم به صورت بویلر و هم به صورت چیلر کار می کند . مشعل در خود دستگاه تعبیه گردیده و حرارت مورد نیاز را تامین می کندو دیگر نیازی به وجود بویلر در موتور خانه نمی باشد.در زمستان ها خود دستگاه تبدیل به مبدل گرما گردیده و بار حرارتنی ساختمان را تامین می کند. طرز کار سیکل دستگاه به شرح زیر است:

سیکل سرمایش:

مبرد دستگاه (آب) از طریق پمپ های تزیق مربوطه روی کویل های اواپراتور اسپری می شودتا در روی سطح لوله های آن تبخیر شده و آب درون لوله ها را خنک کند.بخار آب ایجاد شده در ابزربر توسط محلول لیتیم برماید غلیظ، جذب گردیده و این محلول را رقیق می نماید.محلول رقیق شده لیتیم برماید از طریق مبدل های حرارتی به ژنراتور اولیه فرستاده می شود.در این قسمت محلول رقیق شده توسط مشعل حرارت داده می شود تا آب آن تبخیر شده و غلیظ گردد. بخار آب ایجاد شده یکبار دیگر در ژنراتور ثانویه باعث تبخیر لیتیم برماید می گردد. و آن را غلیظ تر می کند .محلول غلیظ شده دوباره در ابزربر اسپری شده و مبرد تبخیر شده در اواپراتور را جذب می نماید.و از طرف دیگر بخار آب ایجاد شده در ژنراتور نیز نهایتا به کندانسور منتقل گردیده و تبدیل به مایع می گرددو به اواپراتور باز می گرددو سیکل تکرار می شود.



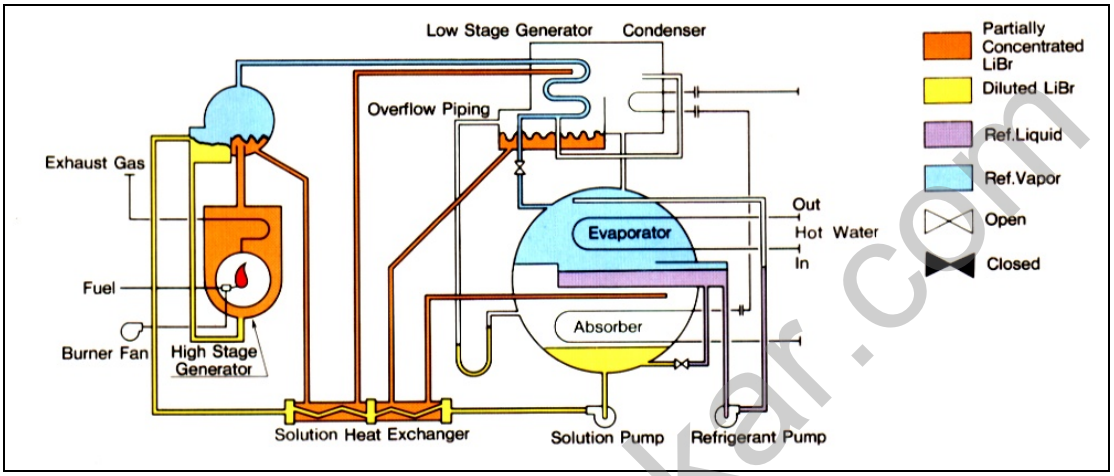
شکل۶- سیکل تبرید چیلر جذبی شعله مستقیم

سیکل گرمایش:

www.Sayal-kar.com

بخاری که با درجه حرارت بالا در ژنراتور اولیه توسط مشعل گازی تولید می گردد از قسمت فوقانی آن و از طریق ژنراتور ثانویه به قسمت اواپراتور برده می شود. در این جا از اواپراتور به عنوان یک مبدل حرارتی آب گرم استفاده می شود.

آب تهویه ساختمان توسط این بخار حرارت داده شده و گرم می گردد. محلول باقیمانده غلیظ شده و از طریق مبدل های حرارتی به ابزربر فرستاده می شود. در آنجا این محلول غلیظ با آب مخلوط شده و رقیق می شود. محلول رقیق شده توسط پمپ های مربوطه مجددا به ژنراتور اولیه برده می شودو سیکل گرمائی تکرار میگردد.



شکل۷- سیکل گرمایش چیلر جذبی شعله مستقیم

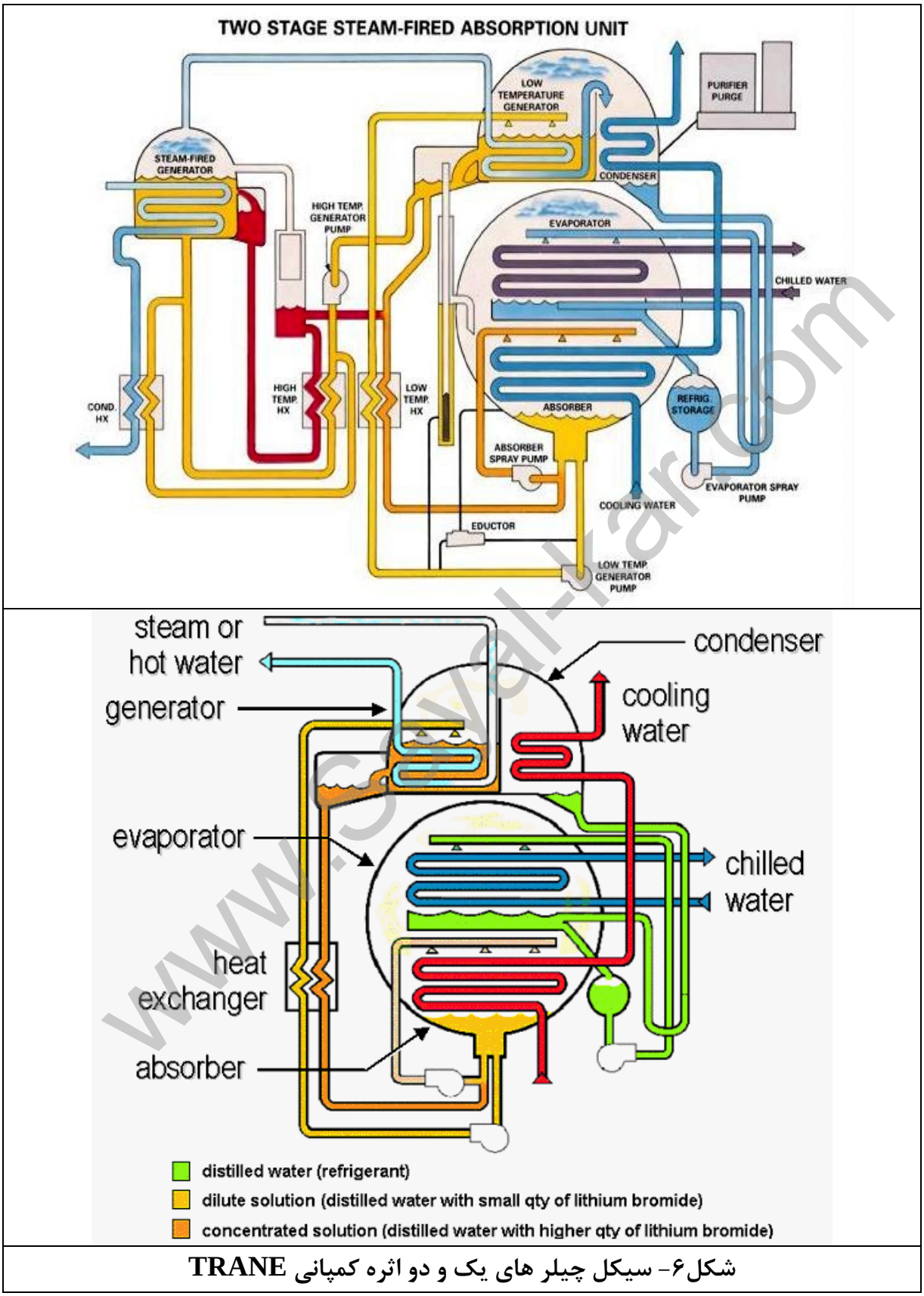
مقایسه نحوه عملکرد چیلر های دو اثره و یک اثره

سیکل کارکرد ابزربشن دو اثره تقریبا مشابه سیکل کارکرد ابزربشن تک اثره می باشد با این تفاوت که فشار بخار در ابزربر یک اثره (۱ kg/cm۲) ۱۵ psi و مصرف بخار آن به ازاء هر تن تبرید (۷,۷۰kg) ۱۷ lbm می باشد. و در ابزربشن دو اثره فشار بخار(۸kg/cm۲) ۱۲۰ psi و مصرف بخار آن به ازاء هر تن تبرید ۹ lbm (۴ kg) می باشد. ضریب عملکرد یک دستگاه ابزبشن یک اثره حدود ۰,۷ی باشد در حالی که ضریب عملکرد یک دستگاه ابزبشن دو اثره حدود ۱,۳ می باشد. عمده تفاوت ابزربشن دو اثره وجود یک ژنراتور فشار بالا می باشد .

مقایسه نحوه عملکرد چیلر های یک اثره یا دواثره کارخانجات مختلف

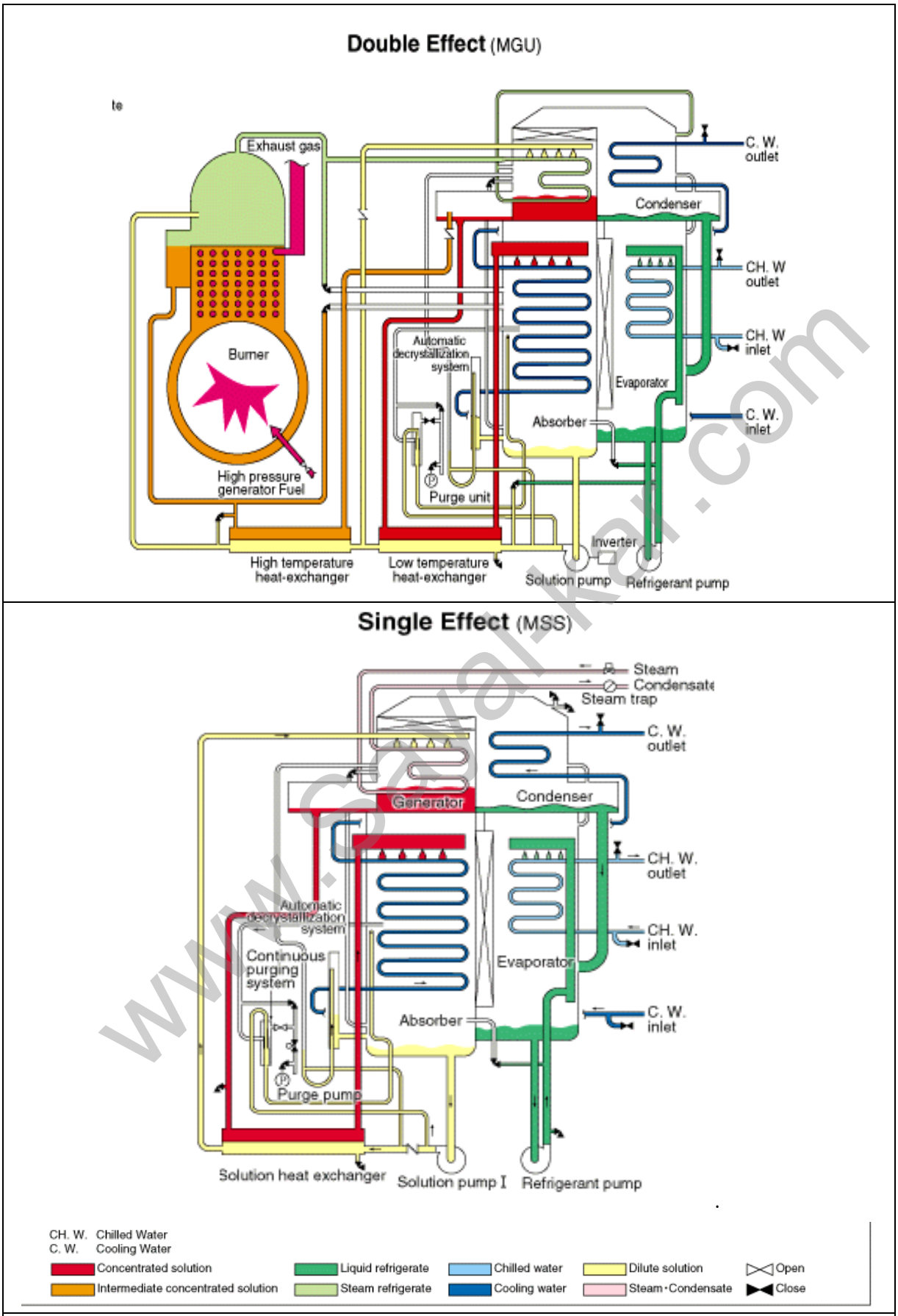
همانطور که قبلا اشاره شد سیکل عملکرد کلیه ابزربشن های یک اثره یکسان می باشد. عمده تفاوت ها در نحوه پمپاژ و محل قرار گیری مبدل ها و شکل ظاهری آنها می باشد.شماتیک نحوه عملکرد تعدادی از تولیدات کارخانجات مختلف به صورت زیر می باشد. سایر تفاوت ها ممکن است در سیستم های کنترلی ،استفاده از سیستم هوشمند(کنترل فازی) انواع سیستم های پرچ اتوماتیک (Pd cell) ،استفاده از لوله های استیل به جای لوله های مسی در داخل ژنراتور،نحوه فین زدن لوله های داخل کندانسورها و ابزربرها و ....می باشد. بدیهی است استفاده از مواد بهتر و سیستم های کنترلی دلیل کافی برای افزایش قیمت بعضی از انواع ابزربشنها به تولیدات مشابه خود خواهد بود.

www.Sayal-Kar.com



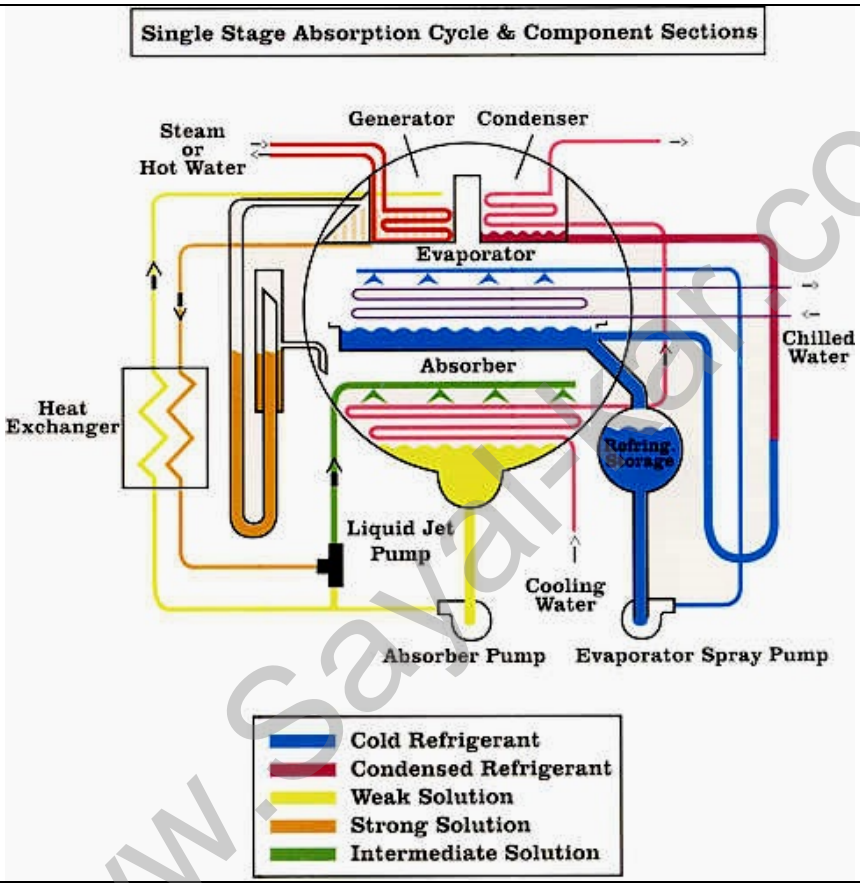
شکل۶- سیکل چیلر های یک و دو اثره کمپانی TRANE

www.Sowal-kar.com



شکل۷- سیکل چیلر های یک و دو اثره کمپانی MITSUBISHI

www.Saval-kar.com



. شکل۷- سیکل چیلر های یک اثره کمپانی YORK

www.sayansar.com

ضریب عملکرد– مقادیر دبی های سیستم های جذبی

برای سنجش میزان کارائی یک سیستم سرد کننده ضریب عملکرد (Cop) تعریف می گردد که به صورت زیر می باشد:

$$\text{ضریب عملکرد} = \frac{\text{میزان تولید برودت در اواپراتور}}{\text{میزان مصرف حرارت در ژنراتور}}$$ (رابطه شماره ۱)

مقادیر ضریب عملکرد و همچنین میزان مصرف بخار و همچنین دبی آب در چند سیستم های مختلف به شرح زیر می باشد:

۱– چیلر های یک مرحله ای[۱]

الف)چیلر یک مرحله ای با مصرف بخار

در این چیلر ها برای گرم کردن محلول لیتیم برماید رقیق و جدا سازی بخار مبرد از آن از بخار استفاده می شود.فشار بخار در چیلر یک اثره (۱ kg/cm۲) ۱۵ psi در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد و مصرف بخار آن به ازای تولید هر تن تبرید حدود ۱۷ lbm (۷,۷۰kg) می باشد.

ضریب عملکرد این دستگاه از رابطه شماره یک بدست می آید. با توجه به این که گرمای لازم برای تولید هر پوند بخار (ازآب ۲۰ درجه)برابر ۱۰۰۰Btu/lb می باشد. مقدار گرمای دریافتی در ژنراتور برای یک تن تبرید برابر $۱۷\times۱۰۰۰=۱۷۰۰۰Btu/hr$ می باشد . بنابراین با توجه به رابطه (۱) ضریب عملکرد به صورت زیر بدست می آید.

$$\mathbf{Cop} = \frac{\mathbf{۱۲۰۰۰\ Btu/hr}}{\mathbf{۱۷۰۰۰\ Btu/hr}} = \mathbf{۰,۷}$$

همچنین اگر دمای آب ورودی به اواپراتور برابر ۱۲ و خروجی از آن ۷ درجه سانتی گراد باشد. میزان دبی آب سرد عبوری از داخل اواپراتور در حدود ۲,۶۷ گالن بر دقیقه خواهد بود که از رابطه زیر بدست می آید:

$$\text{دبی آب سرد GPM} = \frac{\text{بار برودتي}\ (Btu/hr)}{۸.۳۳\times۶۰\times۹}$$ (رابطه شماره ۲)

(عدد ۹ برابر اختلاف درجه حرارت ورودی و خروجی آب سرد می باشد که بر حسب درجه فارنهایت بیان شده است)

برای مثال دبی آب سرد عبوری ار اواپراتور یک چیلر ۳۰۰ تنی برابر ۸۰۰ گالن بر دقیقه می باشد:

$$\text{دبی آب سرد GPM} = \frac{۳۰۰\times۱۲۰۰۰(Btu/hr)}{۸/۳۳\times۶۰\times۹} = ۸۰۰\ \text{گالن بر دقیقه}$$

همچنین دمای آب خروجی از برج و ورودی به ابزبر در حدود ۳۲ سانتی گراد و خروجی از کندانسور و ورودی به برج در حدود ۴۰ درجه سانتی گراد می باشد. میزان دبی آب برج خنک کن برای این چیلر در حدود ۴ گالن بر دقیقه خواهد بود.

ب)چیلر یک مرحله ای با مصرف آب داغ

در این چیلر ها برای گرم کردن محلول لیتیم برماید رقیق و جدا سازی بخار از آن از آب داغ استفاده می شود.

دمای آب ورودی به ژنراتور حدود ۱۴۰°C (برابر ۲۸۵°F) و خروجی از آن حدود ۱۱۰°C (برابر ۲۳۰°F) است .همچنین میزان دبی آب داغ ورودی به ژنراتور برابر ۰/۷ گالن بر دقیقه می باشد.

ضریب عملکرد این دستگاه از رابطه یک بدست می آید.

مقدار گرمای دریافتی در ژنراتور برابر $۰.۷\times۸.۳۳\times۶۰\times(۲۸۵-۲۳۰)=۱۸۹۰۰Btu/hr$ می باشد.بنابراین:

$$\mathrm{Cop} = \frac{۱۲۰۰۰\ \mathrm{Btu/hr}}{۱۸۹۰۰\ \mathrm{Btu/hr}} = ۰/۶۵$$

دمای آب ورودی به اواپراتور برابر ۱۲ و خروجی از آن ۷ درجه سانتی گراد باشد. همچنین دبی آب سرد عبوری از داخل اواپراتور در حدود ۲,۶۷ گالن بر دقیقه خواهد بود که از رابطه شماره ۲ بدست می آید.

[۱] -مقادیر ارائه شده در این قسمت حدودي مي باشد.این مقادیر توسط کمپاني هاي مختلف با کمي تفاوت ارائه شده است.

www.Sayal-kar.com

همچنین دمای آب خروجی از برج و ورودی به ابزربر در حدود ۳۲ سانتی گراد و خروجی از کندانسور و ورودی به برج در حدود ۴۰ درجه سانتی گراد می باشد. میزان دبی آب برج خنک کن برای لین چیلر در حدود ۴٫۳گالن بر دقیقه خواهد بود.

ج)چیلر یک مرحله ای با مصرف آب گرم

در این چیلر ها برای گرم کردن محلول لیتیم برماید رقیق و جدا سازی بخار از آن از آب گرم استفاده می شود.
دمای آب ورودی به ژنراتور حدود $88^{o}C$ (برابر $190/4^{o}F$) و خروجی از آن حدود $83^{o}C$ (برابر $181^{o}F$) است. همچنین میزان دبی آب داغ ورودی به ژنراتور برابر ۳/۷۴ گالن بر دقیقه می باشد. ضریب عملکرد این دستگاه از رابطه یک زیر بدست می آید.
مقدار گرمای دریافتی در ژنراتور برابر $3/74\times8.33\times60\times(190/4-181)=16800Btu/hr$ می باشد.بنابراین:

$$Cop = \frac{۱۲۰۰۰\ Btu/hr}{۱۶۸۰۰\ Btu/hr} = ۰/۷۲$$

دمای آب ورودی به اواپراتور برابر ۱۳ و خروجی از آن ۸ درجه سانتی گراد باشد.
همچنین دمای آب خروجی از برج و ورودی به ابزربر در حدود ۳۱ سانتی گراد و خروجی از کندانسور و ورودی به برج در حدود ۳۶ درجه سانتی گراد می باشد. میزان دبی آب برج خنک کن برای لین چیلر در حدود ۶٫۵ گالن بر دقیقه خواهد بود.

۲–چیلر دو مرحله ای با مصرف بخار

در این چیلر ها برای گرم کردن محلول لیتیم برماید رقیق و جدا سازی بخار از آن از بخار استفاده می شود. در ابزربشن دو اثره فشار بخار(۸kg/cm۲) ۱۲۰ psi و مصرف بخار آن به ازاء هر تن تبرید ۹ lb (۴ kg) ضریب عملکرد این دستگاه از رابطه شماره یک بدست می آید.
با توجه به این که گرمای لازم برای تولید هر پوند بخار(ازآب ۲۰ درجه)برابر $1100Btu/lb$می باشد مقدار گرمای دریافتی در ژنراتور برای یک تن تبرید برابر $9900Btu/hr=9\times1100$ می باشد.بنابراین با توجه به رابطه (۱) ضریب عملکرد به صورت زیر بدست می آید.

$$Cop = \frac{۱۲۰۰۰\ Btu/hr}{۹۹۰۰\ Btu/hr} = ۱٫۲۲$$

همچنین اگر دمای آب ورودی به اواپراتور برابر ۱۲ و خروجی از آن ۷ درجه سانتی گراد باشد. میزان دبی آب سرد عبوری از داخل اواپراتور در حدود ۲٫۶۷ گالن بر دقیقه خواهد بود که از رابطه شماره ۲ بدست می آید.
همچنین دمای آب خروجی از برج و ورودی به ابزربر در حدود ۳۲ سانتی گراد و خروجی از کندانسور و ورودی به برج در حدود ۳۷٫۵۰ درجه سانتی گراد می باشد. میزان دبی آب برج خنک کن برای این چیلر در حدود ۴٫۴ گالن بر دقیقه خواهد بود.

۳– چیلر های شعله مستقیم

میزان کرمای لازم برای تولید هر تن تبرید در چیلر ها ی شعله مستقیم برابر ۱۰۶۰۰د بی تی یو در ساعت می باشد. ضریب عملکرد این دستگاه با توجه به رابطه یک برابر ۱/۱۳ بدست می آید.

$$Cop = \frac{۱۲۰۰۰\ Btu/hr}{۱۰۶۰۰\ Btu/hr} = ۱/۱۳$$

دمای آب ورودی به اواپراتور برابر ۱۲ و خروجی از آن ۷ درجه سانتی گراد باشد. همچنین دمای آب خروجی از برج و ورودی به ابزربر در حدود ۳۲ سانتی گراد و خروجی از کندانسور و ورودی به برج در حدود ۳۷ درجه سانتی گراد می باشد. میزان دبی آب برج خنک کن برای لین چیلر در حدود ۴٫۳گالن بر دقیقه خواهد بود. در سیکل گرمائی دمای آب گرم ورودی

www.Sayal-kar.com

$55/6^{o}C$(برابر $132^{o}F$) و دمای آی خروجی $6^{o}C$ (برابر $140^{o}F$) می باشد. در سیکل گرمائی دبی آبگـرم از رابطـه زیـر بدست می آید:

$$\text{دبی آب گرم GPM} = \frac{\text{بارگرمائي} \quad (Btu/hr)}{۸.۳۳ \times ۶۰ \times (۱۴۰ - ۱۳۲)}$$

گرمای مبادله شده توسط قسمت های مختلف یک چیلر

در تمام چیلر ها داریم:

مجموع حرارت های خروجی از سیستم=مجموع حرارت های ورودی به سیستم

$$Q_{gen.} + Q_{Evp.} = Q_{Cond} + Q_{Abs.}$$

برای یک چیلر در حال کار (از کاتالوگ کمپانی میتسوبیشی) :

$$۲.۷۵۴ .۰۰۰ \text{ kcal/hr} + ۳.۰۲۴ .۰۰۰ = ۱.۹۲۶ .۶۰۰ + ۳.۶۵۰ .۴۰۰$$

$$\frac{Q_{Abs.}}{Q_{CND.}} = ۲$$

از این نسبت چنین نتیجه می شود که نقش آبزربر بسیار بیشتر از کندانسور می باشد. به عبارتی قسمت اعظم حرارتی که توسط آب برج از سیستم خارج می شود مربوط به ابزربر می بتاشد.

مراجع

۱. کاتالوگ ها و جزوات آموزشی کمپانی میتسوبیشی (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES)
۲. کاتالوگ های کمپانی ترین (TRAIN)
۳. کاتالوگ ها و جزوات آموزشی زهش

www.Sayal-kar.com