Archive of SID

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی
۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
HVACconf-IRSHRAE-1-076

انتخاب چیلر در مناطق با رطوبت نسبی بالا
چیلرجذبی یا چیلر تراکمی

:امین پهلوان – کارشناس مهندسی مکانیک سیالات وعضو سازمان نظام مهندسی ساختمان تهران
Amin_pahlavan@yahoo.com -a.pahlavanyali@gmail.com
- مشاور تاسیسات بانک حکمت ایرانیان
- عضو هییت مدیره شرکت پارس صنعت تهویه
- مدیر دپارتمان تهویه مطبوع شرکت سیفکو

www.Hvacconf.ir

- **چکیده:**

هدف از نگارش این مقاله انتقال اطلاعات تجربی وکاربردی انتخاب چیلر در پروژه های بسیار شامل بازدید از کارخانجات معتبر سازنده خارجی و پروژه های داخلی بوده وبررسی پدیده هایی مانند خوردگی در چیلر جذبی می باشد.

ارجاع بسیاری از تجربیات به استانداردها و مراجع معتبر علمی ومشاهده عینی و استفاده از موارد آماری در روش تحقیق این مقاله استفاده گردیده است.بررسی مشکلات چیلر جذبی ، چرایی انتخاب چیلر بر اساس اقلیم پروژه و پدیده های مهم و تاثیر گذار در انتخاب چیلر مناسب یک پروژه از اهداف این مقاله می باشد.

کلمات کلیدی:

- چیلر جذبی ، چیلر تراکمی، ضریب عملکرد، خوردگی در چیلر، تاثیر بار جزیی در انتخاب چیلر

- **مقدمه:**

در ابتدا به استحضار می رساند این گزارش توجیهی در جهت بهینه سازی مصرف انرژی ودر جهت انتخاب صحیح دستگاه تهویه مطبوع با توجه به آب وهوای شهرهای با رطوبت نسبی بالا که عمدتا" در کنار ساحل خلیج فارس،دریای عمان ودریای خزرمی باشد.

این مقاله بدون گرایش به هیچ برند خاصی تنظیم گردیده و هدف آن نگاه کلی بر اساس تجربه چندین ساله وبررسی بیش از ۱۰۰۰پروژه در مناطق مختلف ایران بویژه مناطق مرطوب و با دمای مرطوب(wb) بالای 76 F کاملا" صدق می نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی
۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
HVACconf-IRSHRAE-1-076

مطالب این مقاله درشهرهای با رطوبت نسبی بالادر ایران و دمای مرطوب بالا درتابستان (wb) که در شرایط تابستانی در جداول هواشناسی کشورایران بالای 76Fویا بالاتر بوده عنوان گردیده وهرچه این دمای مرطوب بالاترباشد توجیهات عنوان گردیده به واقع نزدیکتربوده وتصمیم گیری وانتخاب دستگاه را راحت تر می نماید.

دراین نوشتار سعی گردیده تا با دید کاربردی واستفاده از بیانی ساده مطالب عنوان گردد که برای تمامی مطالعه کنندگان آن مفید فایده واقع شود.

در ضمن به دلیل نوسانات بسیار قیمت انرژی ومحاسبه جانبدارانه مقالات بسیاری از شرکتهای فروشنده چیلر در محاسبات براساس قیمتهای به نفع خویش(اهم از واردکنندگان وتولیدکنندگان جذبی وتراکمی) سعی گردیده است که حتی الامکان بدون محاسبات قیمتی وتنها براساس استدلالات علمی وتجربی وگاهی با نگاه آماری مطالب عنوان گردد که خواننده بتواند راحت تر تصمیم گیری نماید.

- **پیش گفتار:**

هرچند که به نظر نگارنده استفاده از انواع چیلر با توجه به کاربری پروژه ها و آب وهوای مناطقمنطقه مورد استفاده امری بدیهی است که بر پایه مبانی فیزیکی بوده و با چرخه طبیعت سازگارمی باشد اما به جهت روشنگری وحفظ سرمایه های ملی مطالب زیر از نظر خوانندگان محترم می گذرد که با چالش های بسیاری در انتخاب چیلر که مهمترین و هزینه برترین انتخاب سیستم تاسیساتی یک پروژه می باشد.

امید است کمک شایانی به صنعت تاسیسات کشوروکارفرمایان،مهندسان تاسیسات و مشاوران، پیمانکاران وبسیاری از پروژه های حال و آینده کشور جهت تصمیم گیری مناسب بنماید.

همه ما می دانیم که درشمال کشور وقتی لباسی را شسته و برروی طناب پهن می کنیم حتی درتابستان ساعتها طول می کشد تا خشک شود چرا؟

ویا برعکس آن در تهران و اصفهان همان لباس برروی طناب به چند دقیقه زمان جهت خشک شدن

نیاز دارد.هیچگاه در شمال یا جنوب کشورکولر آبی نمی بینیم اما در تهران اکثر خانه ها از کولر آبی استفاده می کنند چرا؟

همه ما با این پدیده های فیزیکی آشنا بوده و بارها آن را تجربه کرده ایم برخی جواب را می دانیم

وبرخی نیز در کتابهای فیزیک دبیرستان خوانده ایم که دلیل این پدیدهای فیزیکی چیست. حال چگونه است که هنگام استفاده از چیلرجذبی و برج خنک کن هیچگاه از خود نپرسیده ایم که فلسفه اختراع کندانسورهای هوایی وبه دنبال آن چیلرهای تراکمی با کندانسورهوایی ویا حتی تلاشهای اختراع چیلرجذبی هوایی درتناژبالا چه بوده است؟جواب سوالات فوق را در ادامه نوشتار از نظر می گذرانیم.

- **چیلر تراکمی** :

همگی ما تقریبا" با سیکل سرمایش تراکمی آشنا بوده وکمابیش با ان سروکار داشته ایم به دلیل اینکه در یخچال منزل خود از آن استفاده می نماییم .

آب سرد کن ها ، فریزرها و کولرهای گازی و بسیاری از وسایل سرمایشی مورد استفاده از سیکل تبرید تراکمی استفاده می کنند.

سیکل تراکمی از چهر جزء اصلی که شامل کمپرسور ،کندانسور،اواپراتور و شیر انبساط می باشد تشکیل می گردد.کمپرسور که همان قلب سیکل تبرید بوده وانواع مختلفی دارد که کمپرسورهای روتاری،اسکرال،اسکرو، سیلندرپیستونی وسانتریفیوژ از آن گونه اند.

تقسیم بندی دیگرچیلرها به نوع کندانسور مربوط می گردد که کندانسور آبی یا هوایی می باشند.

فلسفه انتخاب کندانسور چیلرهای تراکمی که آن در دو نوع آبی و هوایی وجود دارد تماما" به این نکته برمی گردد که چیلرهای تراکمی آبی در مناطق خشک مورد استفاده وچیلرهای تراکمی هوایی در مناطق مرطوب که امکان استفاده ازبرج خنک کن دراین مناطق به دلیل رطوبت بالا وجود ندارد اختراع گردیده اند.

www.Hvacconf.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی
۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
HVACconf-IRSHRAE-1-076

امروزه نسل جدید چیلرهای تراکمی در دنیا بیش از ۹۰٪ فروش پروژه ها را دربخش تبرید مستقیم به خود اختصاص داده است که در تناژهای پایین چیلرهای با کمپرسوراسکرال و در تناژهای میانی چیلرهای با کمپرسوراسکرو و در تناژهای بالا چیلرهای با کمپرسور سانتریفیوژ را شامل می گردند.

COP بالای این چیلرها و همچنین IPLV بسیار بالا ونیاز به تعمیرو نگهداری کمتر ، ایمنی بالا و کنترل دقیق سیستم های برقی نسبت به گاز، استفاده از این چیلرها را در اولویت قرار داده است. به عنوان مثال IPLVویا ESEER یک چیلر اسکرال آبی عددی بین ۵ تا ۶ و چیلر اسکرو هوایی بین 4تا 5 و یک چیلر سانتریفیوژ بین ۱۰ تا ۱۴ است در حالیکه COP چیلرجذبی دواثره در بهترین شرایط کارکردخود عددی ما بین۱,۱ تا ۱,۴می باشد. در ادامه بطور مختصر به تاثیر بسیارزیاد ضریب عملکرد در بارجزیی که پایین بودن آن در سیستم چیلر جذبی به دلیل عدم کنترل مولفه های دیگر همزمان با کاهش شعله مشعل یا کاهش مصرف انرژی در سایر ژنراتورهای چیلر جذبی مانند آب گرم،بخار،آب داغ از مشکلات دیگر چیلر جذبی می باشد.ضریب عملکرد در بار جزیی که

در استانداردهای امریکایی با نام IPLV(Integrated Partial Load Value) شناخته شده و در استانداردهای اروپایی با ESEER(Eurovent Seasonal Energy Efficiency Ratio) شناخته می شود . روابط ضریب عملکرد و توضیحاتی در این زمینه به روشن شدن مطلب کمک می نماید:

یکی از مهمترین عوامل تعیین کننده برای انتخاب چیلر در اروپا و امریکا میزان ضریب عملکرد دربار جزئی می باشد که بر اساس دو عدد IPLV و ESEER تعین می گردد؛IPLV و ESEER تعاریف مشابهی دارند با این تفاوت که IPLV بیشتر در کاتالوگ شرکت های امریکایی و ESEER در شرکت های اروپایی به کار می روند.

در پایان مقایسه IPLV و ESEER نشان دهنده آن است که محاسبه راندمان در فرمول ESEER سختگیرانه تر از IPLV می باشد. المان های تعیین کننده رابطه مصرف برق در حالت (full load) ۱۰۰٪،۷۵٪،۵۰٪و ۲۵٪ در چیلر می باشد که بر اساس آزمایشات صورت گرفته میزان زیر بار رفتن چیلر اثر وزنی کارکرد در آن در صد زیر باررفتن را نشان می دهد.

(۱)

ESEER= (European Seasonal energyefficiency ratio)

ESEER= (EER@ 100%× 0.03) + (EER@75%× 0.33) + (EER @ 50%× 0.41) + (EER@ 25%× 0.23)

(۲)

IPLV = (Integrated partial load value)

IPLV = (EER @ 100%× 0.01) + (EER @ 75%× 0.42) + (EER @ 50%× 0.45) + (EER @ 25%× 0.12)

کاملاً واضح و مبرهن است که تمامی استانداردهای تهویه مطبوع و روابط فوق براین مطلب صحه می گذارند که هر چیلر در طول زمان کارکرد خود ۳٪ بر اساس رابطه ESEER و ۱٪ بر اساس رابطه IPLV درfull load کار می کند که توجه به این نکته نشان دهنده آنست که انتخاب چیلر با توجه به EER و یا COP امری اشتباه است.

www.SID.ir

Archive of SID

عمده اثر وزنی کارکرد چیلر دربارهای ۵۰٪ تا ۷۵٪ می باشد که در واقع ۷۴٪ زمان کارکرد چیلر بر اساس ESEER و ۸۷٪ زمان کارکرد بر اساس IPLV موید این مطلب است، که به دلیل کارکرد چیلر در بیشتر زمان ها دربار جزئی توجه به عدد ESEER امری ضروری و اجتناب ناپذیر است.

رابطه فوق اثر وزنی کارکرد چیلر را در میزان مصرف برق نشان می دهد حال آنکه زمان کارکرد چیلر در بارهای مختلف بر اساس ESEER به شرح ذیل است :

۱- کارکرد در حالت full load (۱۰۰٪) فقط حدود ۱٪ زمان کارکرد چیلر
۲- کارکرد در بار (۷۵٪) به میزان ۲۰٪ زمان کارکرد چیلر
۳- کارکرد در بار (۵۰٪) به میزان ۳۷٪ زمان کارکرد چیلر
۴- کارکرد در بار (۲۵٪) به میزان ۴۲٪ زمان کارکرد چیلر

موارد فوق نشان دهنده آن است که نه تنها هیچ چیلری تقریباً در طول عمر کارکرد خود در حالت full load نخواهد بود بلکه بیش از ۷۹٪ از زمان کارکرد چیلر در ۵۰٪ بار و کمتر از آن می باشد.

توجه به موارد فوق نشانگر آنست که در بسیاری از پروژه های مسکونی، اداری و تجاری بهترین گزینه جهت انتخاب چیلر ، پیشنهاد اقتصادی می باشد که این مسئله هم از لحاظ تجربی به اثبات رسیده است و هم در نرم افزار انتخاب چیلر بسیاری از شرکت های معتبر همواره گزینه های اول پیشنهاد اقتصادی و حتی کمتر از ظرفیت درخواستی می باشد . متأسفانه در بسیاری از پروژه های کشور چیلرهای انتخابی ظرفیتی بیش از نیاز پروژه را در برمی گیرند که علاوه بر هزینه اولیه بالاتر هزینه های جاری بسیاری به کاربران تحمیل خواهد شد که این مطلب در چیلرهای جذبی بویژه در مناطق مرطوب به دلیل کاهش رانمان برج خنک کننده وافت ظرفیت چیلربیشتر دیده می شود. توجه به عدد ESEER و راندمان چیلر در بار جزئی و همچنین میزان زمان کارکردچیلرموجب شده است که امروزه تا ظرفیت های ۲۰۰ تن تبرید و حتی بالاترچیلرهای تراکمی با کمپرسور اسکرال مورد توجه قرار گیرندکه از دلایل آن می توان به امکان تأمین کمپرسور Stand by در داخل چیلر ،زمان کمتر هر کمپرسور در مقایسه با چیلر اسکرو و سیلندر پیستونی ، قرار داشتن بخشی از بار مورد نیاز چیلر به نسبت کمپرسورها در مدار و زمان کافی جهت امور تعمیر و نگهداری چیلر اشاره نمود حال آنکه یکی از مشکلات اساسی چیلر جذبی تفاوت ناچیز ضریب عملکرد در بار جزیی می باشد .

درواقع اختلاف فاحش چیلر جذبی وتراکمی در بار جزیی که بیشتر زمان کارکرد یک پروژه را شامل می گردد اتفاق می افتد.

- **چیلر جذبی :**

نگاهی گذرا به پیشینه ی چیلر جذبی به ما کمک می نماید که در شناخت این نوع چیلر و چگونگی

کارکرد آن بیشترآشنا شویم.

بسیاری معتقدند مخترع اولین چیلر جذبی مایکل فاراده انگلیسی بوده که درسیکل خود از کلرید نقره به

عنوان جاذب وازآب به عنوان مبرد استفاده کرده است .

برخی دیگراستفاده ازاولین سیکل سرمایش جذبی را به ادموندکاره در سال ۱۸۵۰اختصاص داده اند اما فردیناندکاره برادر ادموند در سال ۱۸۵۹ یک سیستم تبرید آمونیاک – آب شبیه سیستمهای آمونیاکی امروزی طراحی کرد و در سال ۱۸۶۰اولین سیستم جذبی اقتصادی را در ایالات متحده آمریکا به نام خود ثبت نمود.

در اینجا اشاره به این نکته خالی از لطف نیست که آمریکاییها که سردمداران تهویه مطبوع در جهان بوده و تمامی استانداردهای معتبر در این صنعت به آنها اختصاص دارد در ۳ دهه اخیر کمترین استفاده از چیلرهای جذبی را داشته اند و در واقع چیلرجذبی درتناژهای بالاجای خود را به چیلرهای اسکرو و سانتریفیوژ در این کشور داده است.

در۱۰۰سال گذشته همواره استفاده ازچیلر جذبی ویا چیلرتراکمی بحث روزمحافل علمی تهویه مطبوع در جهان بوده ونگاهی به آمار فروش این دو نوع چیلر در سالهای مختلف نشانگر آزمون وخطا در کشورهای مختلف بوده است .

امروزه در اکثر کشورهای جهان همگان بر این باورند که استفاده ازچیلرجذبی برای تبرید مستقیم امری اشتباه بوده ومی بایست چیلر جذبی را یا بصورت ترکیبی با چیلر تراکمی ویا به عنوان یک چیلر ریکاوری در موارد هدررفت انرژی مورد استفاده قرارداد.

www.Hvacconf.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی
۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
HVACconf-IRSHRAE-1-076

- مشخصات شهرهای مورد نظر :

به جهت اینکه مطالب عنوان گردیده واضح تر و ملموس تر باشد نمونه ای از یکی از شهرهای شمال وهمچنین جنوب ایران را مورد بررسی قرار می دهیم.برای مثال شهر بابل را که حتی در کنار ساحل نیزواقع نشده است را انتخاب می نماییم. نگاهی به آب وهوای این شهر جهت روشن شدن بیشتر مباحث خالی از لطف نمی باشد. بابل شهری مهم ودانشگاهی در شمال کشورو درهمسایگی دریاچه خزرودرشرق استان مازندران واقع شده است. نگاهی به آب و هوای این شهر در ۴۰ سال اخیر موید این مطلب است که این شهر در بهترین حالت دمایی خود مابین ساعات ۱۲ تا ۱۵ در فصل تابستان دارایF DB=90 یا به عبارتی دمای خشک32C ودمای مرطوب WB=80F یا 26.5 C بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی
۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
HVACconf-IRSHRAE-1-076

تمامی جداول هواشناسی مورداستفاده کتب دانشگاهی ،جداول شرکت خانه سازی ایران، کتابهای تاسیسات انجمن تهویه وتبریدایران ودیگرجداول هواشناسی بررسی شده عددهای زیررا با اندکی تغییر برای شرایط آب و هوایی بابل ذکر نموده اند:

ارتفاع از سطح دریاهای آزاد : -10ft

فشار بارومتریک : 29.99 inHg

ضریب محسوس (SEN):1.084

ضریب نهان(LAT):0.683

دمای خشک در تابستان 32C=90F

دمای مرطوب در تابستان26C=80F

جالب تر اینکه درمقایسه این شهربا بندربوشهردر ساحل خلیج فارس در تمامی شرایط تشابهات نزدیکی وجود دارد وفقط اندکی DBشهربوشهرحدود 103F بالاتر است حال آنکه مبنای انتخاب چیلر در مناطق مرطوب WBمحیط بوده که فقط 3Fبالاتر است حال اگربه یک مهندس تاسیسات مجرب بگوییم که می خواهیم دربوشهرچیلرجذبی وبرج خنک کن نصب نماییم معمولا" با پاسخ منفی روبرو خواهیم شد وعمده کارشناسان امرمتفق القولند که در یک شهربندری مانند بوشهر نصب چیلر جذبی امری غیرفنی وکارشناسی می باشد.

حال چگونه درشهری مانند بابل در کنار دریاچه خزر با WB= 80Fوبسیاری دیگر از شهرهای استان گیلان و مازندران می توان چیلر جذبی نصب کرد.!!!در حالیکه در دهه ۷۰ و۸۰ این اشتباه استراتژیک انجام پذیرفته و بسیاری از پروژه ها در این مناطق ویا برخی از مناطق جنوبی کشور با مشکلات این دسته از چیلرها دست وپنجه نرم می کنند.

عجیب آنکه امروزه با افزایش قیمت حامل های انرژی همانند گاز کماکان برخی از شرکتهای تولیدکننده ویا فروشنده چیلر جذبی ازآن دفاع نموده و می گویندکه ما در پروژه های مشابه نیز چیلر جذبی(البته به اشتباه) کار کرده ودر یک بازه کوتاه مدت جواب گرفته ایم اما به چه قیمتی!!!

به قیمت اینکه ما در حالت استاندارد مثلا در تهران برای چیلر جذبی ۴۰۰تن یک برج ۴۰۰تن در نظر می گیریم که خیلی هم خوب است چون WBشهر تهران حدود 68F است حال که به بابل می رسیم باید برای ۴۰۰تن چیلر روی نمودار انتخاب برج خنک کن با همان approach به برج حدود ۶۰۰ تن یا بیشترمی رسیم !!! می دانید چرا؟ چون ΔT ما که ثابت است یعنی ما می خواهیم آب ۳۰ درجه را به کندانسورچیلر ببریم اما وقتیWB هوا بالاست نمی شودΔT مناسب را در برج خنک ۴۰۰تن تامین نماییم درنتیجه مجبور می شویم دبی برج یعنی ظرفیت آن را افزایش دهیم پس برج ما ۶۰۰ تن می شود آنگاه هزینه اولیه اضافه می گردد. مصرف برق فن برج + پمپ بزرگتر برای برج + مصرف آب بسیار بالای آن که معضل آینده ایران وبسیاری از کشورهای جهان کاهش منابع آبی خواهد بود.

هزینه های جاری ما را بسیار بالا می بردو بسیاری مشکلات دیگر.....

شرایط دیگر شهر بابل عبارت است از :

رطوبت نسبی در ساعت ۱۲ ظهر تابستان:RH=66%

رطوبت نسبی در ساعت ۱۵ ظهر تابستان: ٪۵۹ =RH

نقطه شبنم(DP)=75°

وضعیت سرمایش این شهر مطابق استاندارد ASHRAEآمریکا عبارت است از
$78°F = T_{superheat}°F$

در حالیکه همین دما برای شهری مانند اصفهان عددی برابر 57°F می باشد !!!

www.Hvacconf.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مثال اصفهان برای دمای سرمایش تبخیری نشانگر دیگری از کارکرد برج در این دو شهر است بدین معنی که برج خنک کن در اصفهان در شرایط ایده آل ودارای کارکرد مناسب است.

اختلاف21°F مابین این دوشهر شاهدی دیگر و موید این مطلب است.

- **عدم کارکرد درهوای مرطوب – تلاش برای ساخت چیلر جذبی هوایی:**

عدم استفاده از چیلر تراکمی در شرایط آب و هوایی مرطوب وهزینه های مصرف برق، و همچنین گرایش برخی ازمصرف کنندگان به چیلر جذبی ، تولیدکنندگان رابه فکر وادار نمود که جهت تولید چیلر جذبی هوا خنک اقدام نمایند.

همانطور که می دانیم چیلرهای جذبی دارای کندانسورآبی بوده و با برج خنک کننده کار می کند.

عدم کارکرد برج خنک کننده در شرایط مرطوب و مشکلات بسیار آن ، رویای ساخت چیلر جذبی هوایی لیتم برومایدی راتقویت نمود.

تولید چیلرهای جذبی آمونیاکی در تناژ پایین قبل از آن تولید شده بود که عمدتا" تناژ کمتر از ۱۰تن بوده وعدم استفاده از آمونیاک در ظرفیتهای بالا به دلیل مشکلات آمونیاک بویژه سمی بودن و اشتعال زایی آن، فکر استفاده از کندانسور هوایی در چیلر جذبی لیتم برومایدی را بالا برد.

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی
۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
HVACconf-IRSHRAE-1-076

طی دهه های ۱۹۸۰ و۱۹۹۰ تلاش بسیاری جهت طراحی وساخت این نوع چیلرها شد که عمده ترین مانع فنی درساخت چیلر جذبی هوا خنک محدودیت مربوط به پدیده کریستاله شدن محلول لیتیم بروماید وآب بوده ومحدوده کریستالی شدن لیتیم بروماید/ آب به دلیل عدم ثبات شرایط کاری برج خنک کننده ودرنتیجه کندانسورآبی چیلراست . محدوده کریستالی شدن محلول آن خیلی نزدیک به غلظت عملکردی لازم برای استفاده در چیلر جذبی است.

یکی دیگراز مسائل مهم اینست که درچیلر لیتم بروماید یک افزودنی بسیارموثرجهت انتقال حرارت و جرم وجود دارد که ۲- اتیل هگزانول نام دارد وسازنگان ازآن درچیلر استفاده می نمایند که با توجه به تحقیقات گسترده در رابطه با جایگزین مناسب آن پیدا شده است .
دو رویکرد فنی عمده جهت طراحی چیلرهای جذبی هوا خنک وجود داشته است که در ادامه به آن اشاره می گردد:

1 . تغییر در طراحی مکانیکی چیلر برای استفاده از مبدل های حرارتی راندمان بالا برای استفاده حداکثری از عملکرد هوای خنک در محدوده کریستالی شدن لیتم بروماید

۲ . اضافه کردن مواد شیمیایی به محلول جهت بالاتر بردن میزان دمای کریستال شدن به طوریکه با استفاده از مبدل های معمولی نیز بتوان از چیلر جذبی هوا خنک استفاده کرد.

استفاده ازرویکرد اول یعنی مبدل حرارتی راندمان بالا درچیلرهوا خنک جذبی درتئوریها جواب داده اما درعمل پس ازآنکه این محصول وارد بازارگردید باز هم درشرایط گرم ومرطوب چیلر دچارپدیده کریستاله شدن گردیده و درنتیجه استفاده آن محدود به مناطق فقط گرم با WBپایین شده است .
همچنین استفاده ازمبدل های حرارتی راندمان بالا و در مواردی مبدل های چند گانه قیمت بسیاربالاتر نسبت به چیلرهای معمولی را دارا بوده اند ودر نتیجه استفاده از این نوع چیلرها در بیشتر مناطق با شکست روبرو گردیده و صرفه اقتصادی نداشته اند.

رویکرد دوم – روش های شیمیایی :

عبارتست از افزودن مواد معدنی و آلی و یا ترکیب این دو جهت بالا بردن دمای کریستالیزاسیون
بوده که باعث حل کردن مشکل اصلی در چیلرهای جذبی می باشد.
تحقیقات بسیاری در این زمینه انجام شده که توضیح مفصل پیرامون آنها از حوصله این مقاله خارج است اما تمامی این موارد در کنار خاصیت بالای دمای کریستالیزاسیون دارای خواص منفی بسیاری نیزمی باشند که کاربرد عملی آنها را محدود می سازد . تمامی این موادآلی ومعدنی وترکیبات حاصل

www.Hvacc
www.SID.ir

Archive of SID

از آنها گرانروی بالاتر داشته و باعث کاهش انتقال حرارت در جاذب می شود. این کاهش انتقال حرارت به جاذبهای با ابعاد بزرگتر و گرانقیمت تری نیاز داشته که در استفاده تجاری این چیلرها با چیلرهای هم رده خود قابل رقابت نبوده و با شکست روبرو شده اند.

تنها ماده مناسب کشف شده توسط شرکت کریر آمریکا که قابل استفاده در چیلر جذبی هوا خنک

تشخیص داده شده ودر موارد اندکی در ابتدا با موفقیت همراه بود ماده شیمیایی Carrol نام دارد .

استفاده از Carrol در دهه ۸۰ در چیلرهای جذبی خورشیدی مورد استفاده قرار گرفت اما بعدها

استفاده ازآن درچیلرهای تناژ بالا با مشکلاتی همانند مشکلات گذشته همراه بوده که ازآن جمله عدم پایداری دمایی Carrol و تغییر خواص شیمیایی آن ودر نتیجه کاهش دمای کریستالیزاسیون و عدم استفاده از آن در چیلرهای تناژ بالا نام برد.

تمامی این توضیحات که سالها در مجامع تحقیقاتی و دانشگاهی جهان مورد بررسی قرار گرفته موید این مطلب است که جهت استفاده از چیلر جذبی در مناطق با رطوبت بالا همواره مشکلات عدیده ای روبروی سازندگان بوده و در عمل چیلرهای جذبی هواخنک تنها در تناژهای پایین ۵ تا ۱۰تن تولید شده و مورد استفاده قرارمی گیرند که عمدتا" نیز آمونیاکی بوده اند.

تمامی تلاشهای انجام شده نشانگر مشکلات بسیار چیلر جذبی با کندانسور آبی در مناطق مرطوب بوده که موجب گردیده تحقیقات بسیاری در زمینه ساخت چیلرجذبی با کندانسورهوایی گردد که هنوز هم ادامه دارد اما آن مطلبی که تحقیقات وتلاشهای انجام شده را بی اثر کرده است عدم توجیه فنی-اقتصادی و بویژه عدم اطمینان از کارکرد مناسب این نوع چیلر در دراز مدت می باشد.

امروزه نیزجهت مدیریت بهتر پروژه ها وکاهش مصرف انرژی وافزایش بهره وری از سیستم های ترکیبی که کنترل بهتری دارند و درگذشته با نام نام گذاری شده

BCHP (Building Cooling Heating Power)

و امروز با نام CCHP(Combine Cooling Heating & Power)

مشهور شده اند.اساس کار این سیستم ها استفاده همزمان از تولید همزمان برق و استفاده از چیلرهای تراکمی وجذبی و ترکیب آن با یک موتور استرلینگ، میکرو توربین، ژنراتور گاز سوز یا دیزل سوز می باشد که مدیریت مصرف انرژی و تولید انرژی گرمایی و سرمایش وآب گرم مصرفی پروژه را به عهده می گیرد.

- مشکلات و معضلات برج خنک کننده در هوای مرطوب :

عدم تطبیق با آب وهوای منطقه:

همانطور که پیش از این توضیح داده شد کارکرد برج خنک کننده در سیستم های آب خنک وابستگی مستقیم به شرایط آب وهوایی منطقه و خصوصا" WBهوابستگی داردبدین معنی که در شرایط شهرستان بابل WB=80 F و DB=90 Fکه دمای خشک ومرطوب هوا به هم نزدیک است ویا به عبارت دیگر هوا اشباع از رطوبت است و یا ملکولهای هوا به حد بالایی دارای رطوبت می باشد و امکان رطوبت گیری آنها محدود است.

دلیل اصلی انتخاب نامناسب چیلر جذبی عدم سازگاری با شرایط آب وهوایی طبیعی است.

بحران مصرف آب:

عامل بسیار مهم دیگر که بحران آینده جهان می باشد آب آشامیدنی است. تمامی منابع خبری جنگ های آینده جهان را برسر منابع آبی می دانند.

در چند سال گذشته قیمت جهانی آب از نفت پیشی گرفته وافزایش قیمت آب در ایران نیز به طرز چشمگیری افزایش خواهد یافت.

استفاده بسیار زیاد برج خنک کننده به دلیل استفاده از ظرفیت بالاتر نسبت به چیلر ودر نتیجه هزینه جاری بالاتر و علاوه بر آن در زمان قطع آب یعنی عدم استفاده از سیستم!!!

فضای نصب و صدای بسیار بالا:

استفاده از چیلر جذبی ودر نتیجه برج خنک کننده بالاتر موجب آن می گردد که مشکلات آن از جمله سایز بزرگتر ، نیاز به فضای بیشتر برای نصب ومهمتر از آن وزن بسیار بالا برای تعبیه فنداسیون قوی تر وپیش بینی سازه قویتر وهمچنین صدای بسیاربالاتر ودرنتیجه مزاحمت برای دیگران کما اینکه پرونده های بسیاری دررابطه با شکایت همسایگان ناشی ازمزاحمت صدای بالای برج خنک کننده داشته اند.

www.Hvacconf.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی
۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
HVACconf-IRSHRAE-1-076

عمده ترین مشکلات کلی چیلر جذبی بویژه در مناطق مرطوب :

- **مصرف گاز بالا وآلایندگی چیلر جذبی :**

همه ما می دانیم که برای یک احتراق مناسب دو نکته حایز اهمیت وجود دارد:

۱- ماده سوختنی

۲- اکسیژن

هرچه کیفیت ماده سوختنی وتامین اکسیژن مناسب بهتر باشد احتراق بهتر انجام می پذیرد در نتیجه محصولات احتراق وآلاینده ها کمتر خواهدبود.
CO مونوکسیدکربن مهمترین گاز حاصل از احتراق ناقص است . کمبود اکسیژن در فضای موتورخانه موجب آن می گردد احتراق ناقص انجام پذیرد ودرنتیجه میزان مصرف گاز بالاتر رفته، راندمان مشعل پایین آمده ودرنتیجه COP سیکل تبرید نیز کاهش می یابد.
همچنین تعمیرکاران وتکنسین های چیلر جذبی درفضای بسیار نامناسب این موتورخانه ها دارای دستمزد بالاتری می باشندبطوریکه هزینه راه اندازی چیلر جذبی حدود دوبرابر چیلرتراکمی می باشد
مطلب بسیار مهم دیگر نقش آلودگی هوا در سلامت انسانها وهمچنین هزینه های پزشکی ناشی از آن که به علت سودجویی برخی افراد وشرکتها همواره از مطرح نمودن آن جلوگیری شده است.
به هرصورت حجم بسیاری از گازهای سمی COوهمچنینUHC(هیدروکربنهای نسوخته)وذرات معلق دیگر بوسیله احتراق مورد نیازچیلرجذبی که در محیط شهرها می باشد وارد ریه انسانها میگردد.
وجود رطوبت در هوا و ترکیب آسانتر آن با گازهای آلاینده تاثیر آن برروی محیط زیست و انسان را بیشتر می کند به عنوان مثال شرایط آب و هوایی برای ابرهای باران زا و باران های اسیدی در این مناطق بیشتر است به بیانی ساده تر آلایندگی چیلر جذبی در همه مناطق مخرب و زیانبار است اما اثر مخرب آن در مناطق مرطوب بیشتر است.

- **خوردگی چیلر جذبی در هوای مرطوب:**

یکی از مهمترین مشکلات چیلرجذبی خوردگی است.در ادامه ضمن توضیح این پدیده ، مشکلات ایجاد شده در آب وهوای مرطوب را بررسی می نماییم:

- **ترمودینامیک و خوردگی**

ترمودینامیک یکی از رشته های شیمی – فیزیک است. یکی از ویژگی‌های علم ترمودینامیک تعیین زمان واکنش وچگونگی انجام آن است. تعیین زمانی واکنشی که ترمودینامیک، انجام آن را پیش بینی می‌کند، موضوع علم سینتیک است. خوردگی را می‌توان میل ترمودینامیکی برای بازگشت به اصل خود فلز دانست و آن را چنین توضیح داد:
فلزات اکثرا به شکل ترکیبات شیمیایی در سنگهای معدنی موجود هستند. فلز در این حالت به خاطر وضعیت ترمودینامیکی خود ، حالت پایدار دارد، یعنی از نظر ترمودینامیکی اگر نیرویی از خارج بر سنگ معدن وارد نشود، فلز میل دارد که در سنگ بماند و حالت ترکیبی خود را حفظ نماید. وقتی سنگ معدن از معدن جدا می‌شود، طی فرآیندهای خاصی ، فلز از سنگ استخراج می‌شود و به حالت فلز خالص در می آید.
عمل استخراج فلز ، از نظر شیمیایی یک فرآیند الکترون گیری یا احیا به حساب می‌آید. به این ترتیب فلز موجود در سنگ معدن ، الکترون می‌گیرد و به حالت فلز خالص در می‌آید. اما در اینجا وضعیتی ناگوار وجود دارد: الکترونهایی که طی فرآیند استخراج گرفته شده‌اند، برای فلز به شکل مهمان ناخوانده در می‌آیند. فلز علاوه بر الکترونهایی که خود دارد، الکترونهای زیادتری را نیز طی استخراج به سوی خود فرا خوانده ، با مهمان کردن الکترونهای اضافی از چنگ سنگ گریخته است. اما این مهمانان تبدیل به ناخواستگانی شده‌اند که فلز دائما در جستجوی راهی برای بیرون راندن آنهاست. به زبان ترمودینامیکی ، بی‌قراری فلز را ناپایداری ترمودینامیکی می‌نامند. هنگامی که فلز موفق به از دست دادن الکترون می‌شود، واکنش اکسیداسیون رخ می‌دهد و می‌گویند خوردگی اتفاق افتاده است. وقتی فلز خورده شد، آنچه از واکنش باقی می‌ماند (محصولات خوردگی) به لحاظ ترمودینامیکی پایدار خواهد بود و از این نظر مانند فلز در حالت معدنی (در حالتی که به شکل ترکیب در سنگ معدن وجود داشت) رفتار می‌کند.
جالب آنکه از نظر شیمیایی نیز محصولات خوردگی مثل سولفات آهن ، اکسید روی و غیره ، همان ترکیباتی هستند که در سنگ معدن فلز یافت می‌شود.
درنتیجه می‌توان نتیجه گرفت که خوردگی یک واکنش طبیعی بوده و انجام می‌شود. اما چنانکه خواهیم دید، خوردگی دارای زیانهای بسیاری است که ما را وادار می‌کند تا ترجیح دهیم این واکنش انجام نشود. انجام نشدن خوردگی مثل آن است که بخواهیم آبشاری به جای

www.Hvacconf.ir

www.SID.ir

Archive of SID

آنکه از بالای صخره به پایین بریزد، از پایین به بالا بریزد. اگر چه امکان ندارد که ریزش آبشار را وارونه کنیم، اما خواهیم دید که روشهایی وجود دارند که با استفاده از آنها می‌توان نه تنها خوردگی را مهار کرد، بلکه آن را برعکس نمود.

- **فرآیند خودبه‌خودی و فرایند غیرخودبه‌خودی :**

خوردگی یک فرایند خودبخودی است، یعنی به زبان ترمودینامیکی در جهتی پیش می‌رود که به حالت پایدار برسد. اگر آهن را در اتمسفر هوا قرار دهیم، زنگ می‌زند که یک نوع خوردگی و پدیده‌ای خودبه‌خودی است. انواع مواد هیدروکسیدی و اکسیدی نیز می‌توانند محصولات جامد خوردگی باشند که همگی گونه فلزی هستند. بندرت می‌توان فلز را بصورت فلزی و عنصری در محیط پیدا کرد و اغلب بصورت ترکیب در کانی‌ها و بصورت کلریدها و سولفیدها و غیره یافت می‌شوند و ما آنها را بازیابی می‌کنیم. به عبارت دیگر ، با استفاده از روشهای مختلف ، فلزات را از آن ترکیبات خارج می‌کنند. یکی از این روشها ، روش احیای فلزات است. بعنوان مثال ، برای بازیابی مس از ترکیبات آن ، فلز را بصورت سولفات مس از ترکیبات آن خارج می‌کنیم یا اینکه آلومینیوم موجود در طبیعت را با روشهای شیمیایی تبدیل به اکسید آلومینیوم می‌کنند و سپس با روشهای الکترولیز می‌توانند آن را احیا کنند.
در جامعه منابع فلزات محدود است و مسیر برگشت طوری نیست که دوباره آنها را بازگرداند. وقتی فلزی را در اسید حل می‌کنیم و یا در و پنجره دچار خوردگی می‌شوند، دیگر قابل بازیابی نیستند. پس خوردگی یک پدیده مضر و ضربه زننده به اقتصاد است.

خوردگی از روشهای مختلف یک چیلر جذبی را تحت تاثیر قرار می دهد که عبارتند از:

۱- حمله یکنواخت Uniform Attack : در این نوع خوردگی که متداول ترین نوع خوردگی محسوب می شود ، خوردگی به صورتی یکنواخت به سطح فلز حمله می کند و به این ترتیب نرخ آن از طریق آزمایش قابل پیش‌بینی است . این نوع خوردگی در شرایط آب وهوایی مرطوب ، بدنه چیلر جذبی را تحت تاثیر قرار می دهد. همچنین عدم وجود سیستم Purgeاتوماتیک و یا عدم نگهداری درست سیستمهای دستی به دلیل نبود تکنسین آشنا و طولانی شدن بازه زمانی خروج گازهای غیرقابل کندانس موجب این نوع خوردگی می گردد.

۲- خوردگی گالوانیک Galvanic Corrosion : این نوع خوردگی وقتی رخ می دهد که دو فلز یا آلیاژ متفاوت (یا دو ماده متفاوت دیگر همانند لیتیوم بروماید و فلز) در حضور یک ذره خورنده با یکدیگر تماس پیدا کنند . درمنطقه تماس، فرایندی الکترو شیمیایی به وقوع می پیوندد که در آن ماده ای به عنوان کاتد عمل کرده و ماده دیگر آند می شود . در این فرآیند کاتد در برابر اکسیداسیون محافظت شده وآند اکسید می شود.این نوع خوردگی درداخل کندانسور و اواپراتور چیلرجذبی رخ میدهد.
۳- خوردگی شکافی Corrosion Crevice : این ساز و کار وقتی رخ می دهد که یک ذره خورنده در فاصله ای باریک ، بین دو جزء گیر کند . با پیشرفت واکنش ، غلظت عامل خورنده افزایش می یابد. بنابراین واکنش با نرخ فزاینده ای پیشروی می کند.این نوع خوردگی در محل های جوشکاری شده در چیلر جذبی شدیدترین عامل خوردگی می باشد.

www.Hvacconf.ir
www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی
۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
HVACconf-IRSHRAE-1-076

۴- آبشویی ترجیحی Selective Leaching : این نوع خوردگی انتخابی وقتی رخ می دهد که عنصری از یک آلیاژ جامد از طریق یک فرآیند خوردگی ترجیحی و عموما با قرار گرفتن آلیاژ در معرض اسیدهای آبی خورده می شود .آلومینیوم ، آهن ، کبالت و زیرکونیم فلزات دارای این قابلیت هستند. این نوع خوردگی در داخل قسمتهای مختلف چیلر جذبی ودر شرایط مختلف رخ می دهد و در نتیجه تشکیل برومیک اسید حاصل از لیتیوم بروماید و ترکیب آن با آهن روی می دهد. نتیجه این نوع خوردگی موجب پایین آمدن کیفیت لیتیم بروماید ودر نتیجه نیاز به تعویض آن می باشد که موجب هزینه های بالای خرید مجدد لیتیم بروماید بوده و هزینه های جاری پروژه را افزایش می دهد.

۵- خوردگی حفره ای Corrosion Pitting : این نوع خوردگی تقریبا همیشه به وسیله یون های کلر و کلرید ایجاد می شود و به ویژه برای فولاد ضد زنگ بسیار مخرب است ؛ چون در این خوردگی ، سازه با چند درصد کاهش وزن نسبت به وزن واقعی اش ، به راحتی دچار شکست می شود. معمولا عمق این حفرات برابر یا بیشتر از قطرآنهاست وبا رشدحفره ها،ماده سوراخ میشود. این نوع خوردگی ممکن است در اثر ایجاد یون های برم در قسمت درونی چیلر جذبی ایجاد گردد که احتمال آن به مراتب از انواع دیگر خوردگی در چیلر جذبی کمتر است.

معضل بسیاری از چیلرهای جذبی خورنده بودن LiBr درمعرض آب وهوای مرطوب وترکیبات حاصل از آن می باشد. برای دریافت این مطلب یک آزمایش ساده به ماکمک می نماید. اندکی آهن درمعرض هوای مرطوب شهربابل را در معرض اندکی نمک طعام و آب قراردهید ونتیجه را پس از یک ماه ملاحظه فرمایید. آثار خوردگی فلز کاملا" مشهود است. نکته قابل تامل در اینگونه شرایط آب وهوایی پیشرفت پدیده خوردگی حتی در زمانی است که چیلر خاموش می باشد.

به هرروی درمناطق مرطوب خوردگی به دو صورت صدمات جبران ناپذیری به چیلر وارد می نماید.

www.Hvaec.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی
۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
HVACconf-IRSHRAE-1-076

نمونه ای از خوردگی بصورت حمله یکنواخت در تصویر فوق دیده می شود.

خوردگی خارجی که در اثرقرار گرفتن هرگونه فلزی در مجاورت هوای آزاد ایجاد می گردد وخوردگی داخلی بدین دلیل روی می دهد که تا به امروزهیچ سازنده چیلر جذبی ادعا نکرده و نمی تواند در آینده نیز ادعا نماید که چیلر بدون نشتی (leckage) ساخته یا خواهد ساخت در صورتیکه فرض را براین بگیریم که مشکلات تخلیه گازهای غیرقابل کندانس حل گردد.

یکی از قویترین اسیدهای شناخته شده تا به امروز HBr (برومیک اسید)است که امکان تشکیل آن در چیلر جذبی در مناطق مرطوب بسیار زیاد است. این نوع خوردگی ازمواردخوردگی های ردیف۴ می باشد.همچنین ایجاد محیط خلا برروی زمین محال بوده ونفوذهوا به داخل چیلر امری اجتناب ناپذیر است.

$$2\,LiBr + H2 \Rightarrow 2\,HBr + 2Li \quad (۳)$$

واکنش فوق ترکیب هیدروژن و لیتیوم بروماید است ونتیجه آن تشکیل اسید بسیار قوی وخورنده به نام HBr(برومیک اسید)است.درواقع ترکیبات هیدروژن باعناصرگروه هفتم جدول مندلیف مانندکلر، برم و... اسیدهای بسیار قوی تشکیل می دهد که برومیک اسید نیزاز آنگونه است.

نمونه ای از خوردگی در شرایط مرطوب در مسیر لوله های تاسیسات

- **افت کیفیت سریع LiBr در مناطق مرطوب:**

همانگونه که در بند قبل توضیح داده شد نفوذ هوا به داخل چیلر جذبی است که در اثر عدم ایجاد وکیوم کامل وهمچنین نیاز به وکیوم های مجدد به دلیل عوامل مختلف امری اجتناب ناپذیراست.

از دیگراثرات نفوذ هوا در چیلر جذبی کاهش خلوص لیتیوم بروماید بوده که درصد خلوص آن تاثیرغیرقابل انکاری بر روی راندمان چیلر خواهد داشت وافت کیفیت آن موجب افت راندمان وکارکرد مناسب چیلر گردیده وهمچنین کاهشCOP رابه همراه خواهد داشت که در نتیجه شدت افت کیفیت لیتیوم بروماید نیاز به تخلیه کامل وشارژمجدد آن می باشد که به دلیل قیمت گزاف آن که همواره نیز در حال افزایش است هزینه ای دوچندان را به بهره برداران پروژه تحمیل خواهد کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری :

درپایان با توجه به مطالب عنوان شده و با توجه به بازدید بسیاری از پروژه ها بویژه در استان های شمالی ولمس از نزدیک شرایط آب وهوایی درفصل تابستان وآشنایی کامل با کارکرد چیلر جذبی و سیکل آن و تسلط کامل بر شرایط طراحی و آشنایی با سازندگان مشهور چیلر جذبی در جهان و بازدید از کارخانجات آنها سفارش موکد بر عدم استفاده از چیلر جذبی در این مناطق به دلایل فوق می باشد.تنها گزینه مناسب برای مناطق مرطوب درکشور ایران و سایر کشورهای جهان چیلرهای یکپارچه تراکمی با کندانسور هوایی می باشد.

متاسفانه در دنیای تجاری امروز تبلیغات اغواکننده شرکتهای فروشنده ،چشمها وگوشها را بسته است وتصمیمات غیرفنی وغیرعلمی برخی افراد، این حقیروتمامی مهندسان دلسوزصنعت تاسیسات را مکدر می نماید.همچنین در جهت آشنایی بیشتر با مطالب این مقاله دوستان و کارفرمایان محترم می توانند از پروژه هایی که در مناطق مرطوب چیلر جذبی نصب شده اند بازدیدنموده وبا مشکلات آن آشنا گردند زیرا تجربه عملی بالاتراز علم بوده وانسان عاقل بایدازتجربه دیگران درس گرفته واشتباه راتکرار ننماید.

همچنین از تمامی همکاران تقاضا می نماید که با پیشنهاد مناسب و در نظرگرفتن تمامی جنبه های فنی و اقتصادی دریک پروژه موجب صرفه جویی ذخایر انرژی کشورشده وهزینه های جاری پروژه ها را کاهش داده وجنبه های علمی را در انتخاب مناسب سیستمهای تهویه مطبوع وتاسیسات در نظر بگیریم چراکه بیشترین مصرف انرژی به حوزه تاسیسات خانگی و اداری تجاری در کشور مربوط می شود. همگی ما مهندسان تاسیسات درقبال پروژه های این کشورمی بایست پاسخگو بوده ودرحفظ ذخایر انرژی کشور نیز به فکر آیندگان باشیم.

درپایان کلام خودرا به شعری از استاد سخن سعدی شیرازی ختم می نمایم که می فرماید :

حقیقت سرایی است آراسته *** هوا وهوس گرد برخاسته
نبینی که جایی که برخاست گرد *** نبیندنظر گرچه بیناست مرد

www.SID.ir