

کاهش مصرف آب به کمک

برج خنک کننده هیبرید و

سیستم هیبرید غیر متمرکز

شرکت آراکو



TA-98-33-01

WWW.ARACO.IR

شرکت آراکو

- ✓ مشاوره، طراحی و محاسبات برج خنک کن
- ✓ محاسبات و ارائه طرحهای کاهش مصرف آب در برج های خنک کننده صنعتی
- ✓ مطالعات کاهش مصرف آب و انرژی و پیاده سازی سیستم هیبرید غیر متمرکز
- ✓ مشاوره در حوزه اورهال، افزایش راندمان و بهینه سازی برج خنک کننده صنعتی
- ✓ تهیه اسناد استعلام، مناقصه و خرید کولینگ تاور و قطعات برج خنک کننده
- ✓ تامین برج های خنک کننده صنعتی، مسکونی و تجاری (فایبرگلاس و بتونی)
- ✓ تامین قطعات (پکینگ، قطره گیر، فن و گیربکس) برج خنک کننده صنعتی
- ✓ شرکت آراکو - محمد قربانعلی بیک

✓ ۰۹۱۲۴۷۸۰۲۶۸

✓ ۰۲۱۶۶۵۶۱۹۷۴

✓ ۰۲۱۶۶۱۲۹۷۴۵

ARA CO
مرجع تخصصی اطلاعات فنی و استاندارد های کولینگ تاور

<http://cooling-tower.blog.ir>

WWW.ARACO.IR

مقدمه

کاهش مصرف انرژی و منابع طبیعی، به خصوص آب، امروزه از اهمیت ویژه ای در صنایع و کارخانجات پیشرو، برخوردار است. اقلیم ایران در حالت کلی جزو اقلیمهای خشک محسوب می گردد و به همین دلیل تاکید ویژه ای بر کاهش مصرف آب صنعتی و کشاورزی در کشور وجود دارد. یکی از تجهیزاتی که در صنایع مختلف بیشترین مصرف آب را دارد، برج خنک کننده است. مبنای عملکرد این تجهیز بر اساس تبخیر آب و در نتیجه کاهش دمای آب یا سیال مورد استفاده در خطوط تولید می باشد.

اهمیت ویژه برج های خنک کننده در صنعت، به دلیل نقش کلیدی و حیاتی آنها در خنک کاری مجموعه تولیدی است که در صورت عدم عملکرد صحیح، می تواند موجب بروز مشکلات جدی در سیستم و یا حتی تعطیلی موقت خط تولید گردد.



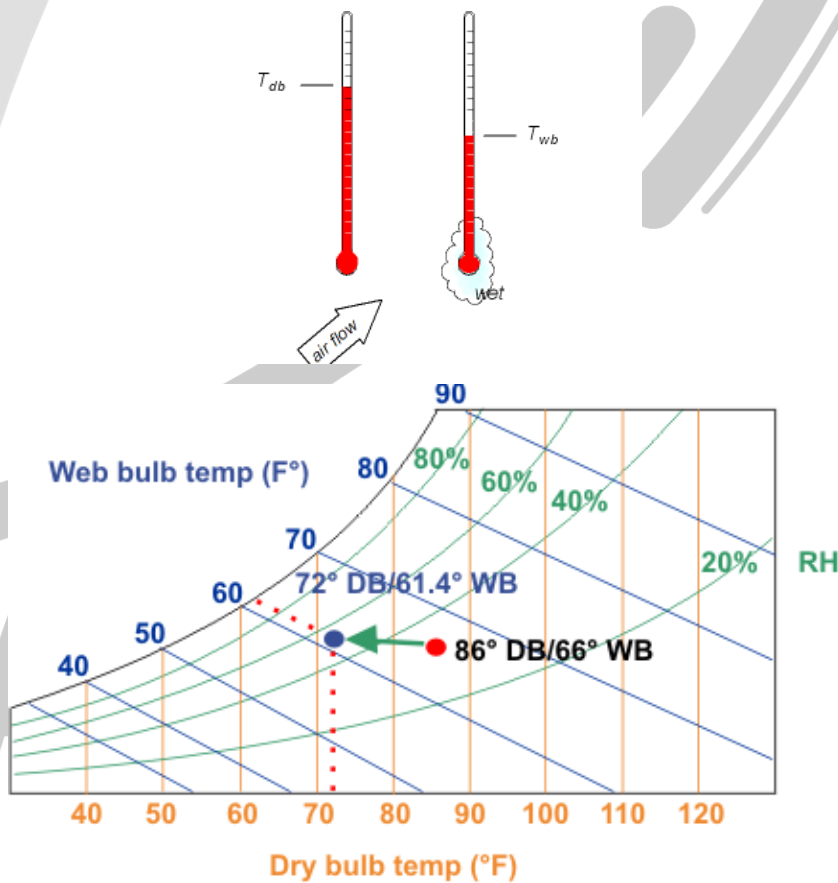
WWW.ARACO.IR

شرکت آراکو

مفاهیم اصلی و تعاریف در خصوص برج خنک کننده

دمای خشک : Dry Bulb دمای خشک محیط در هر منطقه طبق اطلاعات استخراج شده از ایستگاه های هواشناسی مربوطه، دارای میانگین حداقل و میانگین حداکثر می باشد که در محاسبات مربوط به تهویه به عنوان مرجع مورد استفاده قرار می گیرد.

دمای مرطوب : Wet Bulb با توجه به تعریف بیان شده در خصوص دمای خشک، اگر به دور حباب دماسنجی، پارچه ای پیچانده، آنرا خیس کنیم و دما سنج را بچرخانیم، دمایی که به دست می آید به Wet Bulb یا دمای حباب مرطوب معروف است. این دما یک دمای تعادلی است که به میزان دمای خشک هوا و رطوبت نسبی و همچنین ارتفاع از سطح دریا وابسته است.



باید توجه داشت که هر چقدر رطوبت نسبی هوای منطقه ای کمتر باشد اختلاف دمای مرطوب و دمای خشک در آن محدوده جغرافیایی بیشتر می شود.

WWW.ARACO.IR

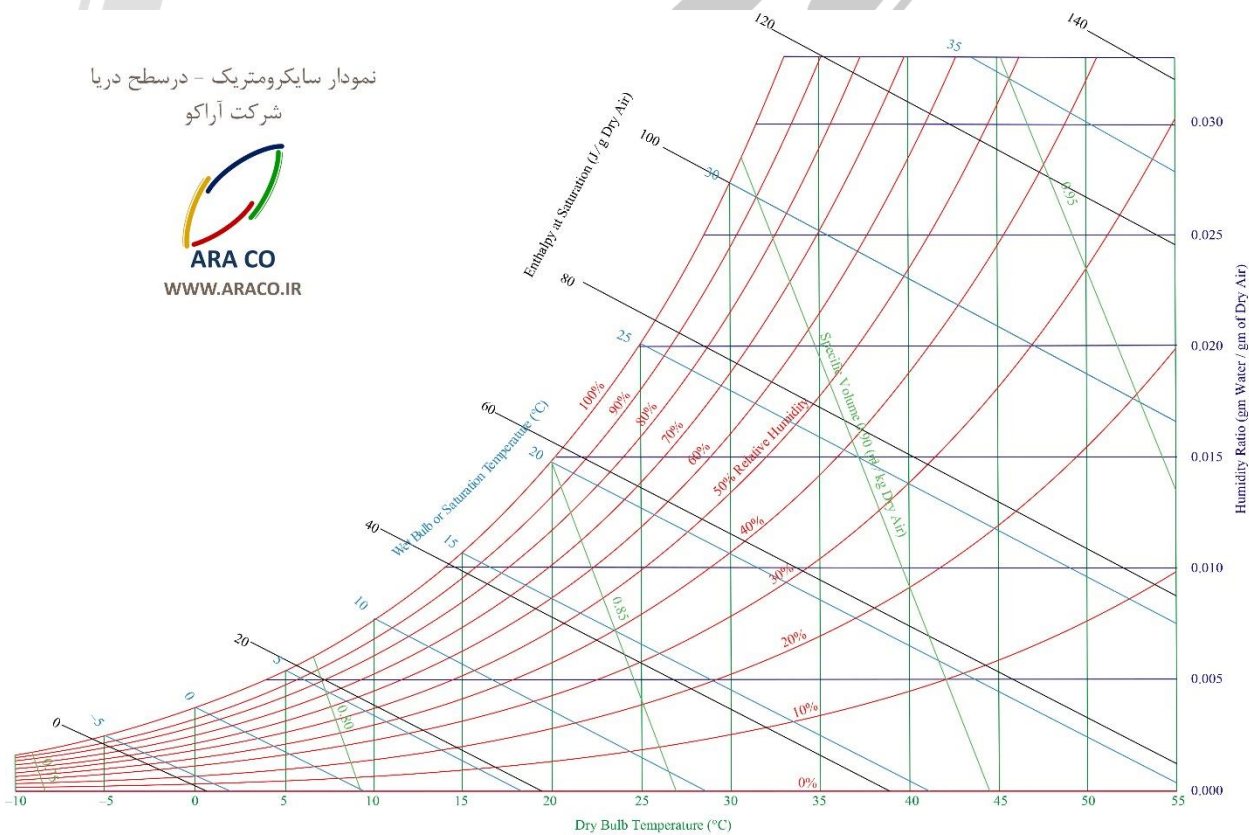
شرکت آراکو

به عنوان مثال در شهر یزد به دلیل رطوبت نسبی پایین، دمای حباب مرطوب ۱۹ درجه سانتیگراد و دمای حباب خشک ۴۰ درجه سانتیگراد است، این در حالی است که در شهری مانند بندر عباس که رطوبت نسبی هوا به دلیل نزدیکی به دریا بالا است، دمای مرطوب ۳۲ درجه سانتیگراد و دمای خشک ۴۲ درجه سانتیگراد است. باید توجه داشت که دمای خشک و دمای مرطوب در طی ماههای سال تغییر می کند ولی مفهوم از این دو دما در طراحی کولینگ تاور، متوسط حداکثر دمای خشک و دمای مرطوب در گرمترین فصل سال (مرداد ماه) است.

همچنین دمای آب یا سیال خنک شده در برج خنک کن، در بهترین شرایط ۳-۵ درجه بالاتر از دمای مرطوب یا Wet bulb خواهد بود. این بدین معنی است که در شهری مانند اصفهان حداقل دمای قابل دستیابی در مرداد ماه توسط برج خنک کننده مدار بسته در حدود ۲۵-۲۶ درجه سانتیگراد است.

نحوه محاسبه دمای مرطوب با استفاده از دمای خشک و رطوبت نسبی به کمک چارت سایکرومتریک می باشد که در تصویر ذیل مشاهده می گردد.

نمودار سایکرومتریک - در سطح دریا
شرکت آراکو



شرکت آراکو

در حالت کلی برج های خنک کننده از لحاظ نحوه خنک کردن سیال به سه گروه تقسیم می گردند :

۱- برج خنک کن خشک یا کولینگ تاور بتنی نیروگاهی

Dry Cooling tower

این نوع برج های خنک کن صرفا با گردش جریان هوا کار می کنند و تبخیر آب در روند خنک کاری آنها تاثیری ندارد. نمونه این نوع کولینگ تاور را می توان در برج خنک کننده نیروگاه مشاهده کرد. با توجه به تعریف ارائه شده برج های خنک کن خشک عملا مصرف آبی ندارند و از این جهت مشابه ایر کولر هستند.

مساله ای که کولینگ تاور های خشک دارند، عدم امکان کاهش دما به میزان برج خنک کننده مرطوب است زیرا کاهش دمای آب در حالت خشک نهایتا تا ۸ الی ۱۰ درجه بالاتر از دمای حباب خشک یا Dry Bulb است.

به عنوان مثال در شرایط آب و هوایی تهران و در مرداد ماه، برج خنک کننده تر یا مرطوب می تواند آب را تا حدود ۲۷ درجه سانتیگراد خنک نماید (وت بآب تهران ۲۴ درجه سانتیگراد است)

در حالیکه برج خنک کن خشک یا ایر کولر ها نهایتا می توانند دمای آب را تا ۴۸ درجه سانتیگراد برسانند (دمای خشک تهران تقریبا ۴۰ درجه سانتیگراد است)

به همین دلیل است که اگرچه مصرف آب کولینگ تاور خشک معادل صفر است، اما بدلیل عدم امکان کاهش دما به کمتر از ۸ الی ۱۰ درجه بالاتر از درای بآب، در بسیاری از صنایع از این سیستم استفاده نمی شود.



A
W

D
IR

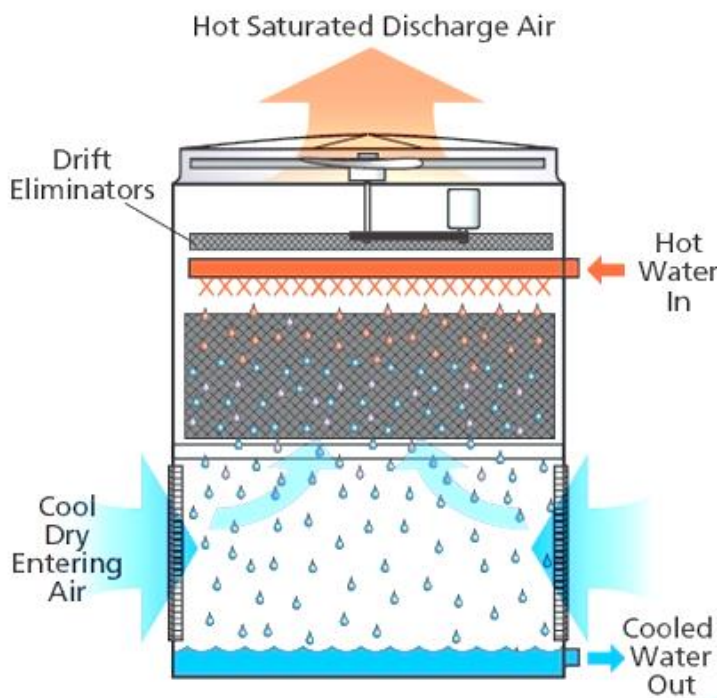
۲- برج های خنک کننده تر (مرطوب)

Wet Cooling tower

در این نوع کولینگ تاور ، آب خنک کاری پس از پاشش از طریق نازل ها، بر اثر تبخیر سطحی دچار کاهش دما می گردد. باید در نظر داشت که برج های خنک کن تر، متداول ترین نوع کولینگ تاور هستند و در اکثر صنایع از آنها استفاده می شود. مزیت استفاده از برج های خنک کن تر کاهش قابل ملاحظه دمای آب و نیز مصرف برق کمتر آنها است. برج های خنک کننده تر به دو دسته مدار باز و مدار بسته تقسیم می شوند.

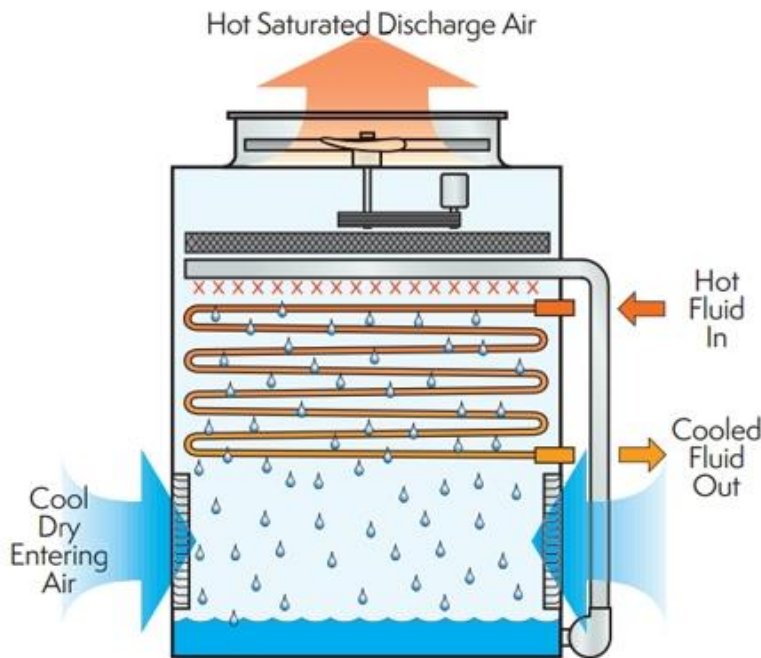
برج خنک کننده مدار باز

در برج های خنک کن مدار باز، درصدی از سیال مورد نظر، در اثر پاشش آن بر روی پکینگ ها و یا هوای در گردش، تبخیر شده و این تبخیر موجب کاهش دمای سیال و خنک کاری می گردد. باید توجه داشت که استفاده از این نوع برج ها به شرایط کاری و شرایط آب یا سیال خنک شونده بستگی دارد. در بسیاری از موارد به دلیل الزامات خاص در خصوص عدم تماس سیال خنک شونده با هوا استفاده از این نوع برج ها توصیه نمی گردد. همچنین به دلیل ابعاد کوچکتر و هزینه های کمتر تولید این نوع برج، استفاده از آن بسیار رواج یافته است. در شکل ذیل تصویر شماتیک نحوه عملکرد کولینگ تاور مدار باز را مشاهده می کنید.



برج خنک کننده مدار بسته

روش خنک کردن سیال در برج های خنک کننده مدار بسته متفاوت است. در این نوع برج ها سیال مورد نظر درون کویل (لوله های خم شده موازی) جریان یافته و آب به وسیله نازل ها بر روی این کویل ها پاشیده می شود. پس از تبخیر آب بر اثر جریان هوا، کویل و در نتیجه سیال درون آن خنک می گردد. به این ترتیب سیال یا آب خنک شونده با محیط در تماس نخواهد بود. این روش برای محیط هایی که شرایط آب در آنها ایده آل نیست قابل استفاده است. در این حالت بر خلاف برج های خنک کننده مدار باز نیاز به تامین آب میکاپ برای سیال داخل لوله ها نیست.



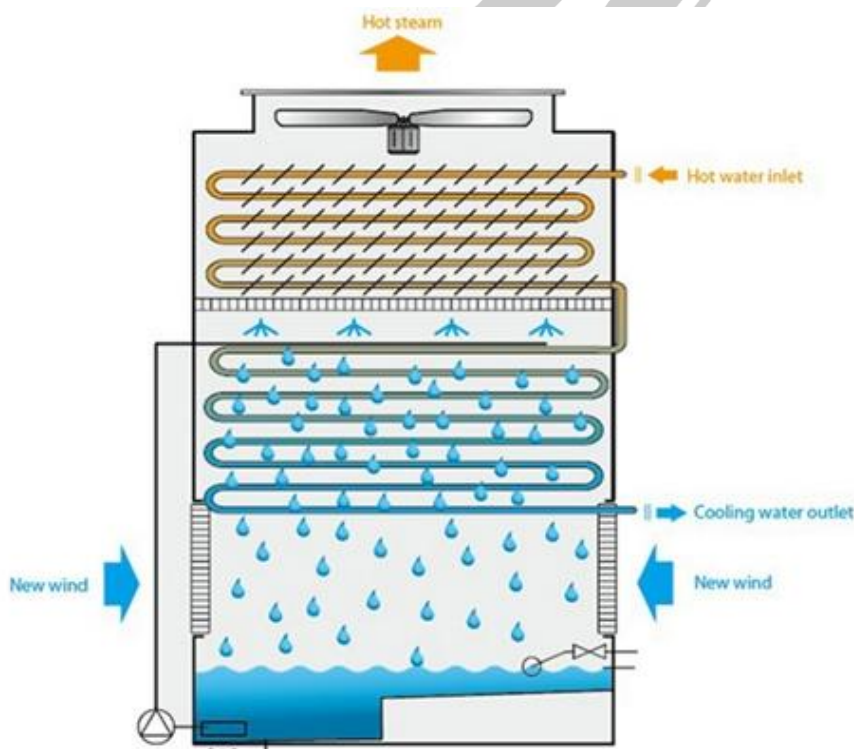
مزیت برج های خنک کننده مدار بسته و هیبریدی در حوزه کاهش مصرف آب، در بازه سالیانه قابل توجه است. در این حالت در فصولی که دمای هوا پایین است می توان جریان آب خنک کننده را قطع نمود و تنها با عبور هوا از بین کویل ها، عملیات خنک کاری انجام پذیرد.

WWW.ARACO.IR

Hybrid Cooling Tower

برج خنک کن هیبرید یا دو گانه (ترکیبی) ترکیبی از برج خنک کننده خشک و کولینگ تاور تر است که در زمانهای اوج گرما از تبخیر آب، و در سایر موارد از هوای محیط برای خنک کاری سیستم استفاده می کند. مساله برج خنک کن هیبرید، هزینه اولیه ساخت بالا و در عین حال ابعاد بزرگتر از برج خنک کن مدار بسته و مدار باز است. بزرگترین مزیت برج خنک کن هیبرید، کاهش قابل توجه مصرف آب متوسط سالیانه است.

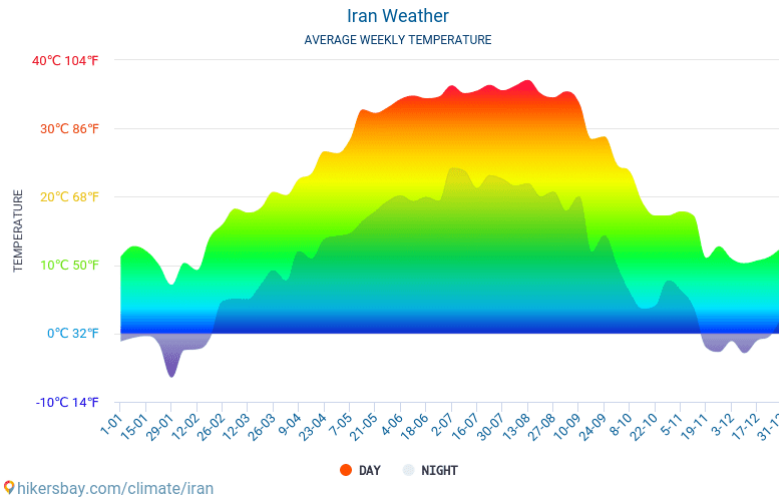
نحوه کاهش مصرف آب در کولینگ تاور هیبرید بدین ترتیب است که در این نوع برج خنک کننده، سیال یا آبی که نیاز به خنک کاری دارد ابتدا به بخش بالایی کولینگ تاور وارد می شود. در این بخش آب یا سیال مورد نظر، ابتدا در کویل ها و توسط هوای محیط تا حدی خنک می شود. این مرحله از خنک کاری در بسیاری از فصول سال کمک می نماید تا میزان خنک کاری مورد نیاز توسط تبخیر، تا حد قابل توجهی کم شود.



www.araco.ir

شرکت آراکو

در تصویر ذیل شرایط دمایی متوسط سالیانه ایران مشاهده می شود. بدین ترتیب در فصول پاییز، زمستان و بهار و همچنین در طول مدت شب، امکان صرفه جویی مصرف آب بین ۴۰ الی ۶۰ درصد به صورت سالیانه وجود دارد.



پس از این مرحله آب به قسمت پایینی برج خنک کن هیبرید وارد شده و توسط نازل بر روی پکینگ پاشیده می شود. بدین ترتیب تا رسیدن دمای سیال به دمای ایده آل، تبخیر سطحی موجب خنک شدن آب خواهد شد.

باید توجه داشت در برج های خنک کننده هیبرید و در فصول پاییز، زمستان و بهار، درصد قابل توجهی از انتقال حرارت

و خنک کاری توسط سیستم هوا خنک صورت می پذیرد و به همین دلیل مصرف آب سالیانه Hybrid Cooling tower نسبت به سایر مدل های کولینگ تاور کمتر است.

این مساله موجب شده که برج خنک کن هیبرید گزینه مناسبی برای مناطق نسبتاً خشک باشد که امکان تامین آب

در آنها بسیار دشوار است. در حقیقت برج خنک کننده کم مصرف هیبریدی، میزان تبخیر آب را کنترل کرده و تا جای

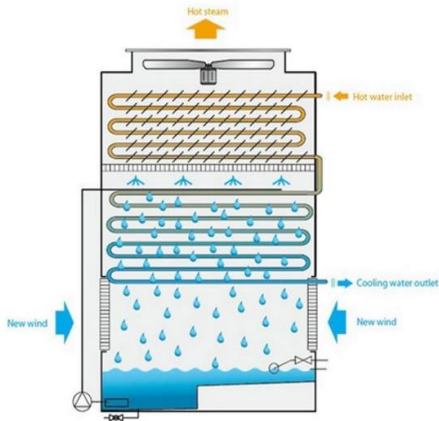
ممکن با استفاده از سیستم هوا خنک به کاهش دمای سیال اقدام می کند. تولید و ساخت کولینگ تاور هیبرید نیازمند

آشنایی با علم مکانیک سیالات و انتقال حرارت بوده و انجام شبیه سازی و محاسبات اولیه در آن بسیار مهم است.

WWW.ARACO.IR

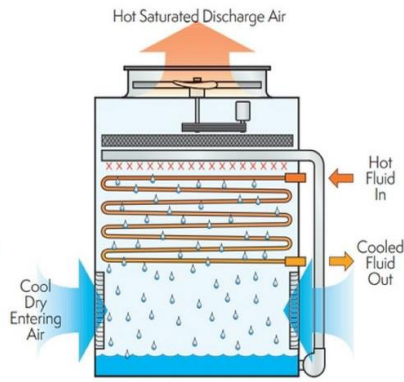
شرکت آراکو

در تصویر ذیل مقایسه ای کلی بین ابعاد و قیمت حدودی برج خنک کن مدار باز، کولینگ تاور مدار بسته و برج خنک کن هیبریدی ارائه می گردد.



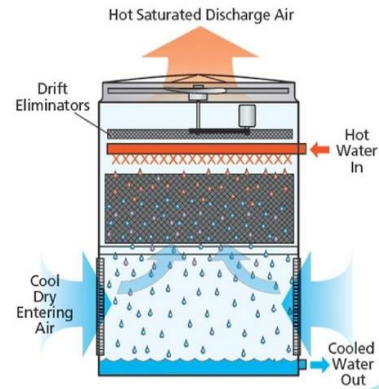
برج خنک کننده هیبرید

مساحت مورد نیاز : 2A - 3.5A



برج خنک کننده مدار بسته

مساحت مورد نیاز : 2A - 3.5A



برج خنک کننده مدار باز

مساحت مورد نیاز : A

ARA CO

WWW.ARACO.IR

شرکت آراکو

۴- سیستم هیبرید غیر متمرکز

با توجه به توضیحات ارائه شده، خرید و استفاده از برج خنک کننده هیبرید علاوه بر هزینه بالا، امکان استفاده از برج های خنک کننده فعلی مجموعه را از بین می برد. به منظور جلوگیری از این مشکلات و در عین حال امکان کاهش مصرف آب در برج خنک کننده، شرکت آراکو علاوه بر کولینگ تاور هیبرید، بهره گیری از روش هیبرید غیر متمرکز را نیز پیشنهاد می کند.

در این روش پس از طراحی و انجام محاسبات و مطالعات مورد نیاز، برج های خنک کننده موجود در هر مجموعه حفظ می شود و در کنار آن با استفاده از یک سامانه کنترلی و سیستم هوا خنک، روش هیبرید غیر متمرکز پیاده می شود. بدین ترتیب علاوه بر کاهش قابل ملاحظه هزینه ها، مصرف آب سالانه نیز به میزان حداقل ۴۰٪ کاهش میابد. (میزان کاهش آب در شهر های مختلف متفاوت است و می تواند از ۴۰٪ بیشتر شود)

مراحل مطالعات مورد نیاز برای پیاده سازی سیستم هیبرید غیر متمرکز برای کاهش مصرف آب برج خنک کننده به شرح ذیل می باشد. (شرکت آراکو آمادگی دارد در صورت تمایل کارفرما اجرای سیستم کولینگ هیبرید غیر متمرکز را نیز بر عهده گیرد)



توضیح مهم: در ماه های اخیر و با افزایش توجهات به حوزه مدیریت آب، کارخانجات بسیاری شروع مطالعه در خصوص روش های کاهش مصرف آب نموده اند و در این میان عده ای مدعی شده اند که با به دام انداختن قطرات آب می توان مصرف آب برج خنک کننده را کاهش داد. در خصوص این ادعا کافی است ابتدا به نمونه های مشابه این روش در جهان مراجعه نمود که تقریباً هیچ نمونه عملیاتی و اقتصادی از دستگاه بازیافت آب برج خنک کننده که بر روی فن استک نسب می شود در دنیا وجود ندارد. دلیل این مساله، درصد بسیار پایین قطرات معلق در بخار آب است که به نسبت آب تبخیر شده بسیار ناچیز است (۰,۰۰۳ الی ۰,۰۰۱ دبی آب در گردش)

در عین حال زمانی که آب به صورت بخار در آمده و با گرفتن حرارت از محیط، وارد فاز گاز می شود، با فیلتر کردن بخار آب نمی توان آن را به حالت مایع برگرداند و تنها راه این مساله سرد کردن مجدد بخار است. در این حالت انرژی لازمه برای سرد کردن و کندانس بخار برابر با همان میزان گرمایی است که برج خنک کننده از آب موجود در سیستم گرفته است و اگر بخواهیم مجدداً بخار را سرد نماییم عملاً مجموعه سیستم برج خنک کننده کار آیی نخواهد داشت و بهتر بود از ابتدا از چیلر استفاده میشد. توجه به این نکات کمک می نماید که در مقابل ادعاهای غیر منطقی در خصوص به تله انداختن بخار و برگرداندن آن به کولینگ تاور بدون صرف انرژی، استدلال مناسبی داشته باشیم.

مجدداً تاکید می گردد که مناسبترین و رایج ترین روش کاهش مصرف آب برج خنک کننده، بهره گیری از برج خنک کن هیبرید یا سیستم هیبرید غیر متمرکز به همراه سیستم هوشمند است.

ARA CO

WWW.ARACO.IR

شرکت آراکو

- ✓ مشاوره، طراحی و محاسبات برج خنک کن
- ✓ محاسبات و ارائه طرحهای کاهش مصرف آب در برج های خنک کننده صنعتی
- ✓ مطالعات کاهش مصرف آب و انرژی و پیاده سازی سیستم هیبرید غیر متمرکز
- ✓ مشاوره در حوزه اورهال، افزایش راندمان و بهینه سازی برج خنک کننده صنعتی
- ✓ تهیه اسناد استعلام، مناقصه و خرید کولینگ تاور و قطعات برج خنک کننده
- ✓ تامین برج های خنک کننده صنعتی، مسکونی و تجاری (فایبرگلاس و بتونی)
- ✓ تامین قطعات (پکینگ، قطره گیر، فن و گیربکس) برج خنک کننده صنعتی
- ✓ شرکت آراکو - محمد قربانعلی بیک

✓ ۰۹۱۲۴۷۸۰۲۶۸

✓ ۰۲۱۶۶۵۶۱۹۷۴

✓ ۰۲۱۶۶۱۲۹۷۴۵

ARA CO
مرجع تخصصی اطلاعات فنی و استاندارد های کولینگ تاور

<http://cooling-tower.blog.ir>

WWW.ARACO.IR