



دانشنامه مرجع مهندسی ایران

Iran Engineering Reference Encyclopedia

Smsm.ir

برج خنک کننده

انواع برج خنک کننده:

الف) برجهای خنک کننده مرطوب WET - COOLING TOWER :

برجهای خنک کننده مرطوب حرارت تلف شده به وسیله دستگاه را به وسیله مکانیزمهای زیر به محیط می دهند:

۱. بوسیله افزایش حرارت هوای اطراف

۲. بوسیله تبخیر بخشی از آب در حال گردش در سیستم

۳. بوسیله افزایش دمای مخزن طبیعی آب جمع آوری سرد شده

برجهای خنک کننده یک سیستم توزیع و پخش آب گرم دارند که آب را بصورت یکنواخت روی یک شبکه کاری مشبک از تخته های افقی نزدیک به هم می باشد که این شبکه ها آکنه نامیده می شوند . آکنه ها آب سرازیر شده از بالای برج را با هوایی که از میان آنها حرکت می کند کاملاً مخلوط کرده بطوریکه آب بصورت یک قطره از یک آکنه به سطح دیگر توسط نیروی ثقل خود می ریزد . هوای بیرونی از طریق منافذی که بصورت میله های افقی در اطراف برج قرار دارند وارد می شوند . این میله ها بمنظور نگهداری آب در داخل خود بطرف پائین مایل هستند . در اثر اختلاط آب و هوا ، انتقال حرارت و انتقال جرم اتفاق افتاده و در نتیجه آب سرد می گردد . آب سرد شده در حوضچه بتنی که در انتهای برج قرار دارد جمع آوری شده و سپس بطرف کندانسور پمپ می شود . اکنون هوای مرطوب و گرم از بالای برج خارج می گردد .

برجهای خنک کننده مرطوب بصورت برجهای خنک کننده با کشش طبیعی و برجهای خنک کننده با کشش مکانیکی دسته بندی می شوند .

ب) برجهای خنک کننده خشک: DRY – COOLING TOWER

در مکانهای که آب کافی برای برج خنک کننده مرطوب وجود ندارد ، می بایست از اتلاف بر اثر تبخیر حداکثر جلوگیری بعمل آورد ، از این نوع برج استفاده می شود . در برجهای خنک کننده خشک ، آب در حال گردش از میان لوله های پره دار عبور کرده بطوریکه هوای سرد از روی آنها عبور می کند . بنابراین حرارت آب در حال گردش از طریق لوله ها خارج شده و جذب هوای سرد می گردد . برجهای خنک کننده خشک می توانند با کشش طبیعی و یا با کشش مکانیکی عمل نمایند . یک افشانک

هوا که با بخار کار می کند با خارج کردن هوا و سایر گازهای غیر قابل تراکم به برقراری خلا کمک می کند. برای جلوگیری از نشت هوا به داخل دستگاه پمپ گرادیان اصلی فشار در داخل برج را مثبت نگه می دارد. ممکن است قسمتی از کار پمپ توسط توربین هیدرولیک بازیابی گردد. این عمل پس از خروج آب از برج در مسیر آب فشانه های جتی انجام می گیرد.

فشار متراکم و درجه حرارتهایی که یک برج خنک کننده خشک بکار می برد بطور قابل ملاحظه ای بیشتر از برج مرطوب است. برای دستیابی به فشار بیشتر، مساحت کوچکتري برای فضای بین دو تیغه آخرین مرحله در بوربین با فشار کم ضروری است. در یک برج خنک کننده خشک با کشش طبیعی، شناوری هوای گرم شده باعث جریان یافتن هوا در سرتاسر سطوح مولد حرارتی می گردد که برای انتقال حرارت آب داغ به جریان هوا ضروری است. همچنین می توان جریان هوا را با ایجاد کشش القائی یک بادبزن افزایش داد. کشش مکانیکی استفاده شده از یک بادبزن ابعاد برج را تقلیل داده ولی باعث اتلاف انرژی بیشتری در دستگاه می گردد.

برج خنک کننده خشک فقط باعث اضافه شدن انتالپی به هوا می گردد.

در نتیجه مشکلاتی از قبیل یخ زدگی که در برج خنک کننده مرطوب در شرایط خاص جوی با آن مواجه است، ایجاد نمی شود.

ج) برجهای خنک کننده خشک-مرطوب: WET-DRY COOLING TOWER

با توضیحاتی که در مورد دو نوع برجهای قبلی داده شد مشخص می شود که برجهای مرطوب همیشه مقداری آب بصورت تبخیر، مکش توسط هوا و نشتی مصرف می کنند. همچنین این برج دچار مشکل پراکندن ذرات آب هست.

برجهای خنک کننده خشک مشکلی بر کارکرد نیروگاه بخصوص در موقع گرم شدن هوای محیط تحمیل می کند.

در چنین مواردی برای کاهش عوارض حاصل از دو نوع برج ذکر شده از برجهای خنک کننده خشک-مرطوب استفاده می شود.

همانطوری که از نام این نوع برجهای خنک کننده استنباط می شود یک برج خنک کننده خشک-مرطوب بوسیله ترکیبی از برجهای خشک و مرطوب عمل می کند. این سیستم دارای دو مسیر هوای موازی و دو مسیر آب سری می باشد.

قسمت بالای برج قسمت خشک می باشد که شامل لوله های پره دار است و قسمت پائین برج دارای آکنه ها است قسمت مرطوب است.

آب گرم پروسس از قسمت فوقانی برج وارد لوله های پره دار شده و ضمن عبور مایع از لوله ها قسمت خشک را ترک کرده و تحت اثر نیروی جاذبه از میان آکنه ها در قسمت مرطوب به حوضچه آب سرد می ریزد.

هوای محیط بصورت دو جریان از میان قسمت های خشک و مرطوب کشیده می شود. این دو جریان بهم پیوسته و قبل از ترک برج در داخل آن مخلط می شود. چون اولین جریان بصورت خشک گرم شده و حتی خشک تر از هوای محیط می گردد. در حالیکه جریان دوم بطور معمول اشباع است، بنابراین مخلوط هوای که برج را ترک می کند زیر اشباع است.

دو فایده مهم برای برج های خشک و مرطوب وجود دارد:

۱. هوای زیر اشباع خروجی ذرات آب کمتری نسبت به برج مرطوب ایجاد نموده و شرایط اقلیمی مطلوب آنها را کاملاً حذف می کند.

۲. چون آب در قسمت خشک قبلاً خنک شده است بنابراین افت های ناشی از تبخیر در قسمت مرطوب کاهش یافته است و در نتیجه از مصرف آب جبرانی برای جبران تبخیر آب بطور قابل ملاحظه ای کاسته خواهد شد.

نسبت حرارت گرفته شده در قسمت های خشک و مرطوب بوسیله دو پارامتر تنظیم می گردد. برای مثال اگر آب مشکل اصلی باشد، برج را با قسمت خشک بزرگتری نسبت به قسمت مرطوب می سازند. بعلاوه تبخیر را می توان توسط یک کنترل کننده که جریان هوا را از میان قسمت مرطوب تنظیم می کند تغییر داد.

در آب و هوای سرد زمستان برای تقلیل اختلاف دمای ورودی و خروجی آب به برج برای معتدل ساختن دمای آب برگشتی به پروسس، عبور هوا از میان قسمت مرطوب را قطع نموده و برج را بصورت یک برج خنک کننده خشک تبدیل کرد. از طرف دیگر می توان زیر فن یک مانع بصورت یک در تعبیه کرد که می توان از آن در آب و هوای گرم که قسمت خشک برج مشکلی برای کارکرد نیروگاهی ایجاد می کند برای افزایش دمای محیط استفاده کرد.

برج های خنک کننده خشک - مرطوب در مواردیکه امکان دسترسی به آب هست و نیز نیاز به کاهش مؤثر ذرات باشد مورد استفاده قرار می گیرد.

انواع برج های سرد کننده آب

برج های که برای سرد کردن آب مورد استفاده قرار می گیرند معمولاً از چوب ساخته می شوند. این

چوب از نوع مخصوص است که مقاومت بسیاری در مقابل رطوبت دارد. معمولاً در اثر تماس آب با چوب احتمال روئیدن گیاهان قارچی در درون خلل و فرج چوب وجود دارد. از این رو پوشش نازکی از لاستیک نئوپرین روی چوب ایجاد می کنند تا از حمله گیاهان قارچی در امان باشد.

بر دیواره های برج علاوه بر چوب از مواد دیگری نظیر ملات، پنبه نسوز و پلاستیکهای مختلف استفاده می شود. حتی برجهای وجود دارند که تماماً از مواد پلاستیک ساخته می شوند. آکنه های داخل برج همگی از جنس چوب بوده و به صورت قطعات باریک و نازک بر روی یکدیگر قرار داده می شود. چوبها را می توان به انواع مختلف روی یکدیگر قرارداد. نوع بسیار متداول این است که در هر ردیف موازی با هم چیده شوند و جهت چوبها در هر ردیف عمود بر جهت آنها در ردیف بالاتر باشد. استفاده از آکنه های پلاستیکی و حتی از جنس استیل نیز مقدور است که در آن صورت بکمک قالب ریزی آنها را بصورت شبکه های مختلف در می آورند.

برای آکنه افت فشار در طول برج به کمترین حد ممکن کاهش یابد درصد فضای خالی به حجم برج معمولاً بسیار زیاد و در حدود ۹۰ درصد اختیار می شود. در چنین حالتی می توان انتظار داشت که فاز آب علاوه بر حرکت از روی آکنه ها بشکل قطرات مجزا در فضای خالی برج به پائین بریزد که در این صورت سطح تماس موجود بین آب و هوا علاوه بر قسمتهای مرطوب آکنه ها شامل مجموع سطوح این قطرات نیز می باشد. بنابراین خصوصیت مشترک برجهای خنک کن این است که آب توسط نیروی ثقل خود از بالا روی آکنه ها ریخته و توسط جریان هوایی که اطراف آن وجود دارد خنک می شود.

برجهای خنک کننده به دودسته عمده زیر تقسیم می شوند:

1. برجهای خنک کننده با کشش طبیعی هوا

2. برجهای خنک کننده با کشش مکانیکی هوا

که هر یک از این دو دسته به انواع زیر دسته بندی می شوند:

۱. برجهای خنک کننده با جریان متقابل COUNTER FLOW

۲. برجهای خنک کننده با جریان عرضی CROSS FLOW

انواع برجهای خنک کننده با کشش طبیعی هوا

این نوع برجها شامل انواع کلی زیر است:

1. استخرهای خنک کننده:

استخرهای خنک کننده معمولی و ساده ترین نوع دستگاههای خنک کننده می باشند و عمل خنک شدن بوسیله تماس آب با هوا در سطح استخر انجام می گیرد. قسمتی از خنک شدن بوسیله تماس آب با هوا

در سطح استخر انجام گرفته و قسمتی از خنک شدن نیز بوسیله تبادل حرارت و انتقال آن به دیواره ها و کف استخر انجام می گیرد. آب از یک سوی استخر خارج شده و آب برگشتی از طرف دیگر وارد استخر می گردد.

ساختن این نوع دستگاههای خنک کننده بسیار آسان است ولی احتیاج به فضای وسیعی داشته و مخارج بسیاری برای عمل حفاری لازم است. میزان انتقال حرارت در این نوع استخرهای خنک کننده بسیار کم بوده و راندمان پائین می باشد.

2. استخرهای آبپاش:

این استخرها دارای آبپاشهایی هستند که چندین فوت بالاتر از استخر قرار گرفته اند. این استخرها دارای دیواره های روزنه دار کنبدی شکلی هستند که کار این حصارها جلوگیری از انتقال آب توسط جریان هوا می باشد. از مزایای این نوع استخرها نسبت به نوع قبلی اشغال فضای کمتر، مخارج احداث کمتر و زمان تماس کمتر آب و هوا می باشد.

خنک کننده های تزئینی:

در برخی موارد برای سیستم های کوچک از استخرهای تزئینی استفاده می شود. از معایب این نوع خنک کننده ها تبخیر زیاد آب در محیط و احتمال حمله بیشتر قارچها و باکتریها و لجن می باشد. از مزایای این نوع خنک کننده ها، دامنه خنک کردن بیشتر است. از این نوع خنک کننده ها بیشتر در رستورانها و هتلهای بزرگ استفاده می شود.

برجهای جوی:

حرکت هوا در این برجها بستگی به وزش باد دارد. آب از بالای برج بطرف پائین سرازیر شده بطوریکه جریان هوا بطور افقی جریان عمودی آب را قطع می کند که در این حالت قسمتی از جریان هوا را جابجایی گرمای حاصل از آب گرم بوجود می آورد.

این نوع برجها بعلت در دسترس نبودن قطعات یدکی آنها دارای عمر نسبتاً کوتاه و گردش مجدد هوا در آنها بنحوی انجام نمی گیرد. از خصوصیات ویژه این نوع برجها بلند و کوتاه بودن ساختمان برج است. بنابراین پمپهایی با فشار زیاد برای پمپ کردن آب به بالای برج مورد استفاده قرار می گیرد. در ساخت این نوع برجها می بایست دقت بسیار زیادی بخرج داد تا استحکام و مقاومت آنها در برابر وزش بادهای شدید زیاد باشد. چون این نوع برجها دارای ارتفاع زیادی هستند لذا احتیاج به لنگرهای مناسبی دارند. افت دمایی آب بستگی به سرعت و جهت حرکت باد دارد و مخارج احداث این نوع برجها زیاد است. برج خنک کننده با کشش طبیعی:

این نوع برجها ابتدا در اروپا توسعه یافتند. نخستین برج خنک کننده با کشش طبیعی در ابتدای قرن

حاضر در هلند بنا شد که از چوب ساخته شده بود. بعدها جنس این برجها از چوب به استیل تغییر یافت و امروزه این نوع برجها از بتن مسلح ساخته می شوند. در ابتدا شکل آنها شبیه استوانه های بود که از وارانه کردن یک مخروط ناقص از طرف دیگر آن بدست آمده و لیکن امروزه شکل آنها بصورت هیپربولیکی است. این نوع برجها بیشتر در انگلستان استفاده می شوند و در ایالات متحده اولین نوع از این برج در سال ۱۹۷۲ ساخته شده است. یک برج خنک کننده با کشش طبیعی اساساً شامل یک پوسته خالی بشکل دودکش است که ممکن است بالغ بر ۳۳۰ ft ارتفاع و ۳۰۰ ft قطر داشته باشد. در حالیکه در دودکش خنک کننده آکنه هایی تعبیه شده که وظیفه پخش بهتر آب را انجام می دهند و ارتفاع بستر آکنه ای به ۳۰ ft می رسد.

در حال حاضر در بالای دودکش خنک کننده معمولاً یک حذف کننده نصب می شود تا از خروج قطره آب توسط هوا جلوگیری نماید. در غیر اینصورت قطرات آب توسط جریان هوا به بیرون منتقل شده و در صورت خروج در اطراف برج ته نشین شده و بصورت باران کثیف در می آیند. پوسته این برجها از بتن آرمه ساخته می شود که شکل آن بصورت هذلولی تغییر یافته است. این پوسته بر روی پایه هایی که بمنظور ورود هوای آزاد ساخته شده است نگاهداشته می شوند. همچنین این پایه ها جهت داشتن مقاومت لازم در برابر نیروهای شکننده حاصل از جریان هوا در داخل پوسته بصورت شیبدار ساخته می شود.

چون این نوع از برجها از پروانه یا فن جهت جریان هوا استفاده نمی کنند می بایست عاملی برای ایجاد جریان هوا وجود داشته باشد. این عامل بصورت فشار توسط اختلاف دانسیته های هوای سرد خارج و هوای گرم و مرطوب داخل ایجاد می گردد. شکل خاص هذلولی مانند دودکش این نوع برجها به جریان یافتن بهتر هوا کمک می کند.

آب توسط پمپ به دانه های آبفشان که در بالای شبکه ای از چوب قرمز قرار گرفته است وارد شده و ضمن پائین آمدن از روی شبکه های چوب مجدداً قطرات جدیدی تشکیل می گردد. سپس این قطرات جدید بر روی آکنه ها ریخته و این عمل تا پائین برج ادامه می یابد. در اینجا انتقال حرارت بین هوای سرد ورودی از انتهای برج و قطرات آب سرازیر شده صورت گرفته، در نتیجه از حرارت بخاطر گرادیان بین هوا و آب پروسس از آب طرف هوا منتقل میگردد. همچنین اختلاف فشار بخار آب اشباع شده در سطح قطرات با بخار آب در هوایی که در جهت مخالف آب جریان دارد به تبادل حرارتی کمک می کند.

کار و وظیفه اصلی دودکش خنک کننده افزایش سطح جانبی بین آب گرم و هوای سرد است که این عمل بوسیله پاشیدن قطرات ریز آب در آکنه های نوع splash یا بوسیله فراهم کردن سطح بزرگی از آب

بصورت یک لایه متحرک در آکنه های نوع film صورت می گیرد . همچنین مقطع هیپربولیکی استحکام بیشتری را داراست و در مقایسه با شکل‌های دیگر مقاومت بیشتری در برابر جریان باد ایجاد می کند . پس بطور اساسی به مواد کمتری برای ساخت این بدنه ها احتیاج است و می توان ضخامت این دودکش ها را در قسمت میانی به ۶-۷ اینچ رساند .

برج‌های خنک کننده با کشش طبیعی ممکن است از نوع جریان متقابل (جهت حرکت هوا و قطرات مخالف یکدیگر) و یا از نوع جریان متقاطع (جهت حرکت هوا و قطرات عمود بر یکدیگر) باشند . در برج‌های جریان متقابل آکنه ها بصورت یک سطح وسیع گسترده شده اند و در نتیجه دارای ارتفاع کمی هستند . در برج‌های جریان متقاطع آکنه ها بر روی حلقه ای که در خارج از برج قرار دارد سوار شده اند .

انتخاب بین انواع مختلف از برج‌های خنک کننده به عوامل زیادی بستگی دارد که مهمترین عوامل شرایط اقلیمی، اقتصادی و آب و هوایی می باشد

انواع برج‌های خنک کننده با کشش مکانیکی هوا

در برج‌های خنک کننده با کشش مکانیکی، هوا بوسیله یک یا چند باد بزن (FAN) که بطور مکانیکی عمل می نمایند حرکت در می آید . بطوریکه در ژنراتورهای بخار، باد بزن‌ها که از نوع کشش اجباری هستند در سطح زیرین جهت راندن هوا بداخل برج نصب شده اند . از لحاظ تئوری این نوع برج ترجیح داده می شود، زیرا فن با هوای خنک کننده کار می کنند و بدین جهت نیروی کمتری را تلف می کنند . بهر حال آزمایش و کار با این نوع فن ها دارای بعضی نقطه ضعف ها است که از آنجمله می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

پخش و توزیع هوا، نشت و تراوش، برگشت هوای خروجی مرطوب و داغ به برج و جمع شدن شبنم و سرماریزه در ضمن کار در زمستان .

در برج‌های کشش مکانیکی، فن ها جایگزین دودکش ها در برج‌های کشش طبیعی می شوند . خصوصیات عمل سرمایش (خنک کردن) قدری متفاوت است . در شرایط آب و هوایی که رطوبت بسیار پائین است برج‌های کشش طبیعی بطور رضایت بخشی عمل می کنند و در برج‌های کشش مکانیکی بسیار اقتصادی تر خواهند بود .

برای واحدهای کوچک چند سلولی بدون شک برج‌های کشش مکانیکی ارزانه تر از برج‌های کشش طبیعی است ، اما در مورد واحدهای بزرگ که تمایل به زیاد شدن هزینه های اصلی و اولیه وجود ندارد بکار بردن برج‌های کشش مکانیکی هزینه توان مورد نیاز بادبزن می بایست مورد بررسی قرار گیرد .

یکی از اشکالات کاربرد برجهای کشش مکانیکی تخلیه ذرات پخش شده از برج در ارتفاع کم می باشد که ممکن است این ذرات بداخل ورودی های هوا کشیده شوند . این برگشت مجدد ذرات می تواند سبب نزول ذرات و بدی عملکرد مجموعه بزرگی از تجهیزات سلولهای برجهای کشش مکانیکی گردد .بعلاوه اگر ذرات بطرف زمین کشیده شوند ممکن است اطراف برج مه آلود شود .از مزایای اصلی این برجهای می توان موارد زیر را نام برد:

1. اطمینان از بحریان انداختن هوای مورد نیاز به هر میزان و در شرایط اقلیمی و آب و هوایی

2. استفاده از پمپهای با فشار کم

3. اشغال فضای کمتر جهت بهره برداری از این نوع دستگاههای مبرد

4. تنظیم دقیق دمای آب

5. سرمایه اولیه کم و هزینه ساخت ناچیز

از معایب این نوع برجهای می توان به موارد زیر اشاره کرد:

1. قدرت زیاد باد بزننها مستلزم خرج زیادتر است .

2. ایجاد سروصدا و لرزشهای فراوان حاصل از گردش پروانه ها

3. خسارات ناشی از خرابی فن ها و فساد الوار

شش مکانیکی خواهد بود .