

Water cooling towers- Part 5: General requirements in petroleum industry

برج‌های خنک‌کننده آب - قسمت ۵:
الزامات عمومی در صنعت نفت

ویرایش سوم

آذر ۱۴۰۳

پیش‌گفتار صنعت نفت

استانداردهای نفت ایران (IPS) منعکس‌کننده دیدگاه‌های وزارت نفت ایران است و برای استفاده در تأسیسات تولید نفت و گاز، پالایشگاه‌های نفت، واحدهای شیمیایی و پتروشیمی، تأسیسات انتقال و فراورش گاز، فرآورده‌های نفتی و سایر تأسیسات مشابه تهیه شده است.

استانداردهای نفت، براساس استانداردهای قابل قبول بین‌المللی و داخلی تهیه شده و شامل گزیده‌هایی از استانداردهای مرجع می‌باشد. همچنین براساس تجربیات صنعت نفت کشور و قابلیت تأمین کالا از بازار داخلی و نیز برحسب نیاز، مواردی به طور تکمیلی و یا اصلاحی در این استاندارد لحاظ شده است. مواردی از گزینه‌های فنی که در متن استانداردها آورده نشده است در داده برگ‌ها به صورت شماره‌گذاری شده برای استفاده مناسب کاربران آورده شده است.

استانداردهای نفت، به شکلی کاملاً انعطاف پذیر تدوین شده است تا کاربران بتوانند نیازهای خود را با آنها منطبق نمایند. با این حال ممکن است تمام نیازمندی‌های پروژه‌ها را پوشش ندهند. در این گونه موارد باید الحاقیه‌ای که نیازهای خاص آنها را تأمین می‌نماید تهیه و پیوست شوند. این الحاقیه همراه با استاندارد مربوطه، مشخصات فنی آن پروژه و یا کار خاص را تشکیل خواهند داد.

استانداردهای نفت هر پنج سال یکبار مورد بررسی قرار گرفته و روزآمد می‌گردند. در این بررسی‌ها ممکن است استانداردی حذف و یا الحاقیه‌ای به آن اضافه شود و بنابراین همواره آخرین ویرایش آنها ملاک عمل می‌باشد.

در اجرای قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد ابلاغی ریاست محترم جمهوری، این استاندارد در تاریخ ۱۴۰۳/۰۹/۰۷ با شماره (INSO 4514-5) توسط سازمان ملی استاندارد ملی اعلام گردید.

از کاربران استاندارد، درخواست می‌شود نقطه نظرها و پیشنهادهای اصلاحی و یا هرگونه الحاقیه‌ای که برای موارد خاص تهیه نموده‌اند، به نشانی زیر ارسال نمایند. نظرات و پیشنهادهای دریافتی در کارگروه‌های فنی مربوطه بررسی و در صورت تصویب در تجدید نظرهای بعدی استاندارد منعکس خواهد شد.

ایران، تهران، خیابان کریمخان زند، خردمند شمالی، کوچه چهاردهم، شماره ۱۷

استانداردها و ضوابط فنی

کدپستی : ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱

تلفن : ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵

دورنگار : ۸۸۸۱۰۴۶۲

پست الکترونیک: Standards@nioc.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیردولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی نامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«برج‌های خنک‌کننده آب - قسمت ۵: الزامات عمومی در صنعت نفت»

رئیس:

جمالی، جلیل

(دکتری مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

دبیر:

لچینانی، حمید

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی)

اعضا:

(اسامی به ترتیب حروف الفبا)

امینی‌جاوید، قاسم

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

پوینده، محمد مهدی

(کارشناسی ارشد مهندسی ایمنی و بازرسی فنی)

جوکار، محمدرضا

(دکتری مهندسی مکانیک)

حسینی، امین

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی)

حسینی قابوسی، سیدوحید

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

حمدالله‌زاده، ارژنگ

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد - جوشکاری)

دل‌پیشه، مصطفی

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - طراحی کاربردی)

دهقان، مهدی

(کارشناسی ارشد مهندسی فناوری تبدیل گاز)

رباتی، حسین

(کارشناسی ارشد مکانیک - طراحی کاربردی)

سمت و/یا محل اشتغال:

امور استاندارد، اداره کل نظام فنی و اجرایی و ارزشیابی طرح-ها، معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری - وزارت نفت

دفتر ارزیابی کیفیت کالاهای صادراتی و وارداتی - سازمان ملی استاندارد ایران

شرکت پالایش نفت کرمانشاه - شرکت ملی پالایش و پخش فراورده‌های نفتی ایران

شرکت نفت مناطق مرکزی ایران

شرکت فاتح صنعت کیمیا

شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران

پژوهشکده فناوری و مهندسی - پژوهشگاه استاندارد

شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران - شرکت ملی گاز ایران

شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران

سازمان منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس - شرکت ملی نفت ایران

شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب - شرکت ملی نفت ایران

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت نفت و گاز پارس - شرکت ملی نفت ایران

شرکت مهندسين مشاورسازه

شرکت نفت و گاز پارس - شرکت ملی نفت ایران

پژوهشکده فناوری و مهندسی - پژوهشگاه استاندارد

شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی - شرکت ملی گاز ایران

پژوهشکده شیمی و پتروشیمی - پژوهشگاه استاندارد

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شیخ حسن، سعید

(کارشناسی مهندسی مکانیک - حرارت و سیالات)

عصار، محسن

(کارشناسی شیمی - طراحی فرایندهای صنایع نفت)

لطفی فر، نسترن

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد - شناسایی و انتخاب مواد)

معینی، گیتا

(کارشناسی مهندسی مکانیک - ساخت و تولید)

نیکنام، قاسم

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد و متالورژی - شناسایی و

انتخاب مواد)

ویراستار:

خالقی مقدم، ماهر

(دکتری شیمی آلی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
ط	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۶	۴ الزامات کلی
۶	۱-۴ پارامترهای موثر
۶	۲-۴ الزامات عمومی طراحی برج‌های خنک‌کننده
۸	۳-۴ الزامات کیفیت آب
۹	۴-۴ اتلاف آب
۹	۵-۴ سامانه‌های توزیع آب
۱۱	۶-۴ الزامات طراحی کارکرد زمستانی
۱۵	۷-۴ طراحی حوضچه آب
۱۷	۸-۴ جانمایی، تعیین جهت، فاصله و الزامات زیست محیطی
۲۱	۹-۴ تجهیزات الکتریکی و مکانیکی
۲۷	۱۰-۴ الزامات ایمنی
۲۹	۱۱-۴ الزامات خاص
۳۱	۱۲-۴ آزمون‌های عملکردی
۳۱	۵ الزامات عمومی نوع مواد
۳۲	۶ مواد ساخت
۳۲	۱-۶ حوضچه
۳۲	۲-۶ چاهک حوضچه
۳۲	۳-۶ سازه برج خنک‌کننده
۳۳	۴-۶ پوسته
۳۳	۵-۶ پکینگ‌های پاششی
۳۳	۶-۶ پکینگ‌های لایه‌ای
۳۳	۷-۶ افشانک
۳۳	۸-۶ بادگیرها
۳۴	۹-۶ قطره‌گیرها

صفحه	عنوان
۳۴	۱۰-۶ تیغه فن‌های جریان محوری
۳۴	۱۱-۶ تیغه‌های فن گریز از مرکز
۳۴	۱۲-۶ توپی محور فن
۳۵	۱۳-۶ سکوی فن
۳۵	۱۴-۶ هواکش
۳۵	۱۵-۶ محور فن، صفحه دیسک‌ها، کوپلینگ انعطاف‌پذیر و پیچ و مهره
۳۵	۱۶-۶ فلزآلات (پیچ‌ها، مهره‌ها، واشرها، میخ‌ها، پیچ‌های نیمه‌رزوه و واشرها)
۳۶	۱۷-۶ نگهدارنده‌ها و حفاظ‌ها برای تجهیزات مکانیکی، نگهدارنده موتورهای برقی، نردبان‌ها، حفاظ‌های ایمنی و شبکه‌های کف‌پوش
۳۶	۱۸-۶ نگهدارنده‌ها و گیره‌های پکینگ‌ها
۳۶	۱۹-۶ نگهدارنده‌های برج
۳۶	۲۰-۶ رایزرها، چندراهه‌ها، کاهنده‌ها و توزیع‌کننده‌ها
۳۶	۲۱-۶ رایزرها و آشغال‌گیرهای قاب‌دار
۳۷	۲۲-۶ محفظه جعبه‌دنده (کاهنده سرعت)
۳۸	پیوست الف (الزامی) اطلاعات ارائه شده توسط خریدار
۴۲	پیوست ب (الزامی) اطلاعات ارائه شده توسط سازنده / تأمین‌کننده
۴۷	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) ملاحظات در خصوص بعضی عوامل مؤثر بر بازگردش هوا
۴۹	پیوست ت (آگاهی‌دهنده) انواع برج‌های خنک‌کننده
۵۹	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «برج‌های خنک‌کننده آب- قسمت ۵: الزامات عمومی در صنعت نفت» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در سید و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد تجهیزات و فرآورده‌های نفتی مورخ ۱۴۰۳/۰۹/۰۷ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت؛ بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

IPS- G-ME-160: 2009, General standard for water cooling towers

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴ با سرعنوان «برج های خنک کننده آب» است. سایر قسمت های این مجموعه به شرح زیر است:

- قسمت ۳: آیین کار طراحی حرارتی و عملکردی

در این استاندارد، الزامات عمومی مهندسی شامل الزامات برای طراحی و نوع مواد و همچنین ملاحظات بین کارفرما و کاربر در برای برج های خنک کننده آب در صنعت نفت ارائه می شود. سایر الزامات طراحی و عملکردی به استانداردهای مرجع مربوط ارجاع داده می شود، مگر به صورت دیگری در این استاندارد مشخص شده باشد.

برج‌های خنک‌کننده آب - قسمت ۵: الزامات عمومی در صنعت نفت

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین حداقل الزامات عمومی مهندسی برج‌های خنک‌کننده آب در صنعت نفت است.

این استاندارد در موارد زیر کاربرد دارد:

- الزامات برای طراحی مکانیکی برج‌های خنک‌کننده آب؛

- الزامات برای تعیین نوع مواد قطعات مختلف و اجزای مربوط.

یادآوری ۱- الزامات طراحی فرایندی برج‌های خنک‌کننده آب در صنعت نفت، در استاندارد IPS-E-PR-790 ارائه شده است.

یادآوری ۲- در این استاندارد علاوه بر الزامات عمومی تکمیلی برای طراحی برج‌های خنک‌کننده آب در صنعت نفت، در هر مورد به بند مرتبط در استاندارد ملی ایران شماره ۳-۴۵۱۴ (با رعایت دامنه کاربری) ارجاع داده می‌شود.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۴۵۱۴ : سال ۱۳۹۰، برج‌های خنک‌کن آب - قسمت ۳: آیین کار طراحی حرارتی و عملکردی

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴: سال ۱۳۷۷، برج‌های خنک‌کن آب (از نوع تر) روش‌های آزمون عملکرد

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۲۰۹، صنعت نفت - انتخاب مواد و کنترل خوردگی برای سامانه‌های تولید نفت و گاز

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۳۰۶، صنعت نفت - کنترل صدا و ارتعاش

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۶۹۸، صنعت نفت – فن‌های گریز از مرکز – الزامات فنی

- 2-6 BS 4235-1, Specification for metric keys and keyways parallel and taper keys
- 2-7 BS 4485-4, 1996: Water cooling towers, code of practice for structural design and construction
- 2-8 BS ISO 281, Rolling bearings dynamic load ratings and rating life
- 2-9 ASTM E 84, Standard test method for surface burning characteristics of building materials
- 2-10 ASTM A123, Standard specification for zinc (Hot-Dip galvanized) coatings on iron and steel products
- 2-11 ASTM A 153, Standard specification covers zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
- 2-12 ASTM B 179, Standard specification for aluminum alloys in ingot and molten forms for castings
- 2-13 ASTM A536, standard specification for ductile iron castings
- 2-14 AGMA standard, American Gear Manufacturers Association Standard
- 2-15 CTI - STD-112, Pressure preservative treatment of dimensional lumber
- 2-16 CTI Bulletin ATC-105, The design of cooling towers with douglas FIR lumbers
- 2-17 CTI STD-114, Douglas FIR wood
- 2-18 IPS-E-TP-100, Engineering standard for paint
- 2-19 IPS-E-SF-880, Engineering standard for water pollution control
- 2-20 IPS-M-EL-132, Material and equipment standard for medium and high voltage induction motors
- 2-21 IPS-E-PR-755, Engineering standard for process design of fans and blowers
- 2-22 IPS-E-PR-790 , Engineering standard for process design of cooling towers
- 2-23 IPS-E-EL-110, Engineering standard for hazardous area

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود

۱-۳

شرکت

company

به شرکت‌های مرتبط با صنعت نفت، گاز، پتروشیمی و پالایش و پخش گفته می‌شود.

۲-۳

خریدار

purchaser

شخصیت حقوقی که این استاندارد قسمتی از مدارک سفارش خرید مستقیم آن است و/یا پیمانکاری که در آن این استاندارد قسمتی از مدارک قرارداد آن است.

۳-۳

فروشنده

تأمین کننده

vendor
supplier

به شخصیت حقوقی گفته می شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم را تأمین می کند.

۴-۳

پیمانکار

contractor

به شخصیت حقوقی گفته می شود که پیشنهاد آن برای مناقصه پذیرفته شده است.

۵-۳

بازرس

inspector

به فرد یا گروهی که فعالیت بازرسی فنی ساخت و نصب تجهیزات را انجام می دهد و معمولاً توسط کارفرما تعیین می شود.

۶-۳

دبی هوا

air flow

مقدار کلی هوا همراه با بخار آب عبوری از برج است.

۷-۳

دمای حباب خشک محیط

ambient dry bulb temperature

دمای حباب خشک محیط که در جهت وزش باد به برج و به دوراز تأثیرات برج اندازه گیری می شود.

۸-۳

دمای حباب مرطوب محیط

ambient wet bulb temperature

دمای حباب مرطوب محیط که در جهت وزش باد به برج و به دور از تأثیرات برج اندازه گیری می شود.

۹-۳

دبی آب ورودی

inlet water flow

مقدار آب گرم ورودی به برج است.

۱۰-۳

حوضچه آب سرد

cold water basin

فضایی که در بخش زیرین برج قرار دارد و آب سرد برج را به لوله مکش هدایت می کند.

۱۱-۳

اتلاف قطرات

drift loss

مقدار آب تلف شده از برج که به صورت قطرات مایع وارد هوای خروجی می شود.

۱۲-۳

بار حرارتی

heat load

میزان گرمای حذف شده از آب ورودی به برج است.

۱۳-۳

دمای آب گرم

hot water temperature

دمای آب ورودی به برج است.

۱۴-۳

آب جبرانی

make up water

مقدار آبی که برای جبران تلفات ناشی از تبخیر، فرار قطرات، تخلیه و نشت آب، به سیستم آب در گردش برج اضافه می شود.

۱۵-۳

دمای آب مجدد خنک شده

recooled water temperature

میانگین دمای آب خنک در خروجی حوضچه بدون در نظر گرفتن هرگونه تأثیری از آب جبرانی ورودی به حوضچه است.

۱۶-۳

بازگردش

recirculation

فرایندی که در آن بخشی از هوای خروجی از برج، دوباره وارد آن می‌شود.

۱۷-۳

مجموعه محرکه فن

fan drive assembly

اجزای محرکه فن به‌طور معمول شامل محرک، محور، وسایل انتقال قدرت و قطعات نگهدارنده اصلی می‌باشند.

۱۸-۳

توان فن

fan power

توان مصرفی فن که شامل تلفات توان در مجموعه محرکه فن نمی‌شود.

۱۹-۳

ارتفاع پمپاژ برج

tower pumping head

ارتفاع آب موردنیاز از لبه حوضچه تا محل خروجی سیستم توزیع، اندازه‌گیری می‌شود.

۲۰-۳

میزان آب‌گیری

water loading

میزان دبی آب ورودی به مساحت سطح پکینگ^۱ برج است.

۲۱-۳

دمای حباب خشک**dry bulb temperature**

دمایی که با یک دماسنج با تهویه مناسب و غیرمرطوب در سایه نشان داده می‌شود و در صورت لزوم از تشعشعات شدید زمین محافظت می‌شود.

۲۲-۳

دمای حباب مرطوب**wet bulb temperature**

دمایی که با یک دماسنج با تهویه مناسب و مرطوب در سایه نشان داده می‌شود و در صورت لزوم از تشعشعات شدید زمین محافظت می‌شود.

۲۳-۳

بلودان**blowdown**

به خارج کردن آب اشباع شده از مواد معلق و نمک‌های محلول از برج خنک‌کننده گفته می‌شود که به وسیله آب تغذیه جبرانی که دارای مواد محلول کمتر است جایگزین می‌شود.

۴ الزامات کلی

الزامات عمومی است که باید در طراحی برج‌های خنک‌کننده آب نظر گرفته شود، به شرح زیر است:

۱-۴ پارامترهای موثر

پارامترهای عمومی موثر در اصول طراحی برج‌های خنک‌کننده آب، در پیوست های الف و ب شرح داده شده است.

۲-۴ الزامات عمومی طراحی برج‌های خنک‌کننده**۱-۲-۴ طراحی حرارتی**

به استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴-۳ مراجعه شود.

۲-۲-۴ نوع پکینگ

تمامی الزاماتی که در انتخاب نوع پکینگ مؤثر هستند، باید توسط سازنده/ تأمین‌کننده با توجه به موارد زیر در نظر گرفته شوند و فهرست آن‌ها به خریدار ارائه شود.

۱-۲-۲-۴ سرهم کردن پکینگ‌ها

مجموعه پکینگ‌های منفرد باید قابلیت برداشتن و جابجایی داشته باشند و به نحوی طراحی شوند که حرکت نداشته و تاب برندارند. در صورتی که پکینگ‌های پاششی^۱ انتخاب شده باشد، شرایطی برای نصب افقی باید توسط سازنده/ تأمین‌کننده تهیه شود.

۲-۲-۲-۴ الزامات طراحی بهینه

نوع پکینگ‌ها باید به نحوی انتخاب شود که الزامات طراحی بهینه را تأمین کند. الزامات طراحی بهینه و پارامترهای محاسبه آن‌ها باید توسط سازنده/ تأمین‌کننده مشخص شود.

۳-۲-۲-۴ آنالیز و درجه حرارت آب

سازنده/ تأمین‌کننده باید الزامات طراحی برج خنک‌کننده را بررسی کرده و دستورالعمل‌های موردنیاز برای تصفیه^۲ یا آماده‌سازی^۳ آب، تأمین آب جبرانی موردنیاز و انتخاب نوع پکینگ را بر اساس ارزیابی فنی و اقتصادی سامانه‌های مختلف برای تأیید نوع پکینگ انتخاب شده، ارائه کند.

۴-۲-۲-۴ الزامات طراحی بر اساس عملکرد برج خنک‌کننده

یکی از پارامترهای موثر در طراحی عمومی، نوع برج خنک‌کننده است و باید بنا به شرایط محیطی و عملیاتی مشخص شود. به عنوان مثال اگر وظیفه برج خنک‌کننده سرد کردن میزان معینی آب گرم در یک مدار باز و تخلیه آن به رودخانه، دریاچه، دریا و/یا محل‌های مشابه باشد، در این صورت به کارگیری پکینگ‌های پاششی همراه با تصفیه مناسب آب برای رفع نیاز به شستشوی مکرر پکینگ‌ها، امکان‌پذیر است. در این حالت فاصله کافی بین اجزای پکینگ باید ایجاد شود.

۵-۲-۲-۴ افت فشار هوا

میزان افت فشار هوا از میان پکینگ‌ها باید بهینه باشد تا میزان توان فن‌ها در برج‌های خنک‌کننده با کوران مکانیکی^۴ و ارتفاع برج در برج‌های خنک‌کننده با کوران طبیعی^۵، کاهش یابد.

1- Splash packing
2- Filtration
3- Treatment
4- Mechanical drought
5- Natural drought

۴-۲-۲-۴ ابعاد برج خنک کننده

سازنده/ تأمین کننده باید فضای موجود برای برج خنک کننده را برای انتخاب نوع مناسب پکینگ بررسی کند، زیرا ممکن است استفاده از پکینگ لایه‌ای برای قرار دادن برج خنک کننده در فضای موجود، ضروری باشد. در این حالت تصفیه و آماده‌سازی مناسب آب گردشی و بهینه کردن مقدار آب جبرانی اجباری است.

۴-۲-۲-۴ حداقل مقدار آب‌گیری

سازنده/ تأمین کننده باید در پیشنهاد فنی خود، نکاتی را که برای انتخاب پکینگ ارائه کند تا در تمامی دبی‌ها از حداقل تا حداکثر، از ایجاد آبراهه جلوگیری شود.

۴-۲-۴ قطره‌گیرها^۱

نوع، طراحی و محل قطره‌گیرها باید به شکلی انتخاب شود که الزامات زیر را برآورده کند:

الف- دارای بازده بهینه برای جداسازی ذرات آب و رطوبت همراه هوا باشد، به نحوی که بیشینه مجاز اتلاف فرار قطره را تا میزان ۰/۰۱ دبی آب طراحی شده برای سرویس‌های آب تازه و ۰/۰۰۸ برای آب شور و لب‌شور^۲ محدود کند، مگر آن که طور دیگری تعیین شده باشد.

ب- باید به راحتی قابل جابجایی و دسترسی باشند تا تعمیر و نگهداری را ممکن سازند. در برج‌های خنک کننده با جریان مخالف^۳، طراحی قطره‌گیرها باید اجازه دسترسی آسان به لوله‌های اصلی سامانه توزیع، اتصالات جانبی و نازل‌ها را بدهد و در برج‌های نوع جریان متقاطع^۴ طراحی قطره‌گیر باید شامل بخش‌های قابل جابجایی باشد تا اجازه دسترسی به سطح پکینگ‌های برج را بدهد.

پ- قطره‌گیرهای مؤثر باید به نحوی مورداستفاده قرار گیرند تا اتلاف فرار قطره را بهینه کرده و در مسیر جریان هوا، افت فشار زیادی را ایجاد نکند که سبب استفاده از فن‌های با ظرفیت بالا در برج‌های خنک کننده با کوران مکانیکی یا ارتفاع بیشتر برای برج‌های با کوران طبیعی شود.

۴-۲-۴ بازگردش هوا

سازنده/ تأمین کننده باید گزارشی حاوی جزئیات تهیه و تسلیم خریدار کند که برای بهینه کردن مقدار بازگردش هوا، نکات زیر در آن لحاظ شده باشد:

الف- زیربندهای ۳-۸، ۳-۶ و ۴-۶ استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴-۳

ب- پیوست پ .

1- Drift eliminators
2- Brackish
3- Counterflow
4- Crossflow

۳-۴ الزامات کیفیت آب

علاوه بر الزامات این استاندارد، زیربندهای ۴-۹، ۶-۹ و ۷-۹ استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴-۳ باید توسط سازنده/ تأمین کننده در نظر گرفته شود.

سازنده/ تأمین کننده باید یک گزارش که در آن موارد ذکر شده در الف و ب این زیربند در نظر گرفته شده باشد را تهیه و تسلیم خریدار کند. در این گزارش باید دستورالعمل‌ها و طرح‌های منتخب بهینه برای داشتن بهترین عملکرد برج خنک کننده از نقطه نظر اقتصادی و فنی ارائه شود.

۴-۴ اتلاف آب

اتلاف آب در برج‌های خنک کننده شامل موارد زیر است:

الف- اتلاف تبخیری^۱؛

ب- اتلاف دورریز^۲؛

پ- اتلاف برون پاشی^۳؛

ت- اتلاف قطرات.

سازنده/ تأمین کننده باید یک پیشنهاد با در نظر گرفتن زیربند ۲-۹ استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴-۳ و نکات زیر تهیه و به خریدار ارائه کند.

این پیشنهاد باید شامل محاسبات تفصیلی باشد که مطابق با دستورالعمل‌های پیش‌بینی شده در طراحی برج خنک کننده و با تعیین اتلاف‌های ذکر شده در این زیربند، بهینه‌سازی و جبران آن‌ها را نشان دهد. این پیشنهاد همچنین باید شامل اطلاعات فنی برای مقادیر مختلف ضرایب غلظت، اتلاف آب، روش‌های آماده‌سازی و تصفیه آب و همچنین تعیین نوع انتخابی آن‌ها باشد.

نکته- اتلاف تبخیری نباید بیش از ۲/۷٪ دبی آب چرخشی کل باشد.

۴-۵ سامانه‌های توزیع آب**۴-۵-۱ توزیع**

سامانه توزیع باید به‌صورتی طراحی شود که توزیعی یکنواخت بر روی همه پکینگ‌ها داشته باشد.

۴-۵-۲ ظرفیت

همه لوله‌کشی‌ها و تجهیزات مرتبط باید برای ۱۲۰٪ ظرفیت، طراحی شوند.

1- Evaporation losses

2- Purge losses (blow down)

3- Blow out losses

۴-۵-۳ پکینگ لایه‌ای

برای توزیع آب بر روی پکینگ لایه‌ای برج‌های خنک‌کننده، باید از افشانک استفاده شود.

۴-۵-۴ پکینگ پاششی^۱

برای برج‌های خنک‌کننده با پکینگ پاششی باید از نازل مناسب یا صفحات پاشش استفاده شود.

۴-۵-۵ افشانک‌ها

افشانک‌ها باید از نوع تخلیه خودکار و غیرقابل انسداد باشند.

۴-۵-۶ همخوانی اتصالات لوله‌کشی

لوله‌کشی آب ورودی که توسط سازنده / تأمین‌کننده آماده می‌شود باید به اتصال فلنجی ختم شود. رده و نوع سطح فلنج اتصال، جهت و ارتفاع اتصالات، باید به‌نحوی مشخص شود که با اتصالات لوله‌کشی خریدار همخوانی داشته باشد.

۴-۵-۷ برج‌های خنک‌کننده جریان معکوس

- برای هر سلول^۲، باید یک لوله اصلی مرکزی جداگانه با انشعابات، اتصالات و افشانک‌ها فراهم شود؛
- لوله‌های اصلی و انشعابات باید با دسترسی برای تمیزکاری یا امکانات شستشوی تحت فشار، با تأیید و نظر خریدار فراهم شود؛
- سامانه‌های توزیع باید توانایی جذب ضربات فشاری ناخواسته را داشته باشد.

۴-۵-۸ برج‌های خنک‌کننده جریان متقاطع

هر حوضچه توزیع آب باید از طریق یک شیر کنترل جریان تغذیه شود. شیرها باید خارج از لوله توزیع اصلی نصب شوند، مگر آنکه به‌صورت دیگری تعیین شود.

حوضچه‌های توزیع آب باید در مقابل اشعه خورشید پوشانده شوند. پوشش‌ها باید قابلیت جابجایی داشته باشند تا امکان دسترسی و بازرسی دوره‌ای را بدهند، مگر آنکه به‌صورت دیگری تعیین شود.

۴-۵-۹ دیواره‌های جداکننده

بهتر است که یک برج به‌آسانی قابل تقسیم‌شدن به فضاهای تعمیر و نگهداری باشد. در مورد برج‌های چند سلولی، سامانه آب هر سلول باید به‌صورت مجزا کنترل شود. در برج‌های کوران طبیعی، ممکن

1- Splash type packing

2- Cell

است تعمیر و نگهداری بر این اساس باشد که نیمی از برج به وسیله دیوارهای جداکننده دائمی و شیرآلات سیستم توزیع از سرویس خارج شود. توصیه می شود حوضچه آب سرد نیز به شکل مشابه تقسیم شود.

در برج های خنک کننده با کوران مکشی به صورت مکانیکی باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

- برج های دارای دو یا چند سلول باید با دیوارهای جداکننده عرضی در نظر گرفته شوند. دیوارها باید از سطح معمول آب تا سکوی فن امتداد یابد تا اجازه دهد هر سلول بدون اثرگذاری بر عملکرد و ظرفیت دیگر سلول ها از سرویس خارج شود.

- در سلول های اختصاصی که با دو یا تعداد بیشتری فن کار می کنند باید دیوارهای جداکننده تعبیه شوند. دیوارها باید در وسط فاصله فن ها قرار گیرند و از سکوی فن تا روی پکینگ ها امتداد یابد تا هنگامی که یک یا چند فن کار نمی کنند، موجب کاهش بازگردش هوا و عبور آن از کنار پکینگ ها شوند.

در برج های خنک کننده جریان مخالف با کوران مکانیکی، سلول های اختصاصی که با یک فن کار می کنند و دارای بیش از یک سطح بادگیر هستند باید دارای یک دیوار جداکننده باشند. دیوار جداکننده باید از سطح معمول آب در حوضچه تا سطح بالای ورودی هوای بادگیر^۱ امتداد یابد و باید به شکلی قرار گیرد که جلوی وزش هوا از یک سطح بادگیر به سطح دیگر آن را بگیرد.

۴-۶ الزامات طراحی کارکرد زمستانی

در صورتی که موارد الف تا ج این زیربند، رعایت تمهیداتی برای مقابله با خطرات انجماد و یخ زدگی را الزام کند، یک یا ترکیبی از روش های توضیح داده شده در زیربندهای ۴-۶-۱ تا ۴-۶-۷ باید در طراحی برج های خنک کننده به کار گرفته شود.

الف- شرایط آب و هوای غالب در محل؛

ب- الزامات طراحی برج خنک کننده از قبیل نوع، جریان مخالف یا جریان متقاطع، محدوده، روش و دبی هوا و آب؛

پ- سامانه توزیع آب؛

ت- طراحی حوضچه آب و محل آن؛

ث- نقاط بدون حرکت در هر قسمت از برج خنک کننده؛

ج- سایر عوامل.

یک پیشنهاد کامل و جامع درباره تمهیدات لازم باید توسط سازنده/ تأمین کننده تهیه و به خریدار ارائه شود. در این پیشنهاد تمامی عوامل ذکر شده بالا باید مورد بحث قرار گرفته و تمهیدات در نظر گرفته شده برای مقابله با خطر انجماد و یخ زدگی باید تعیین شود.

۱-۶-۴ فن های دو سرعته و خاموش کردن فن ها

به منظور کاهش دبی هوا درون برج های خنک کننده با کوران اجباری یا کوران طبیعی با کمک فن، دو مرحله زیر بر اساس میزان خطر انجماد می تواند به کار گرفته شود.

مرحله ۱: کاهش سرعت فن در نوع دو سرعته؛

مرحله ۲: توقف تعداد مناسبی از فن ها.

۲-۶-۴ حرکت معکوس فن و کنترل سرعت

در برج های خنک کننده مکشی با معکوس کردن چرخش فن، موجب گرم شدن هوای عبوری از سطح ورودی هوا و از بین رفتن خطر یخ زدگی یا انجماد می شود. در صورت استفاده از فن های با موتور چند سرعته متغیر در برج های خنک کننده با کوران اجباری، دبی هوا را می توان با کاهش سرعت فن به میزان مورد نیاز، خطر یخ زدگی و انجماد را از بین برد.

۳-۶-۴ پره با زاویه متغیر

استفاده از فن های دارای پره با زاویه متغیر می تواند یک راه حل برای مواجهه با خطر انجماد و یخ زدگی باشد.

۴-۶-۴ پیش گرم کردن هوای ورودی به پکینگ ها با استفاده از جریان کنارگذر آب گرم

به منظور پیش گرم کردن هوای ورودی به برج خنک کننده برای حذف خطر انجماد، مقدار مناسبی از آب گرم ورودی می تواند از مسیر هوای ورودی گذر کند. آرایش نمونه این روش در شکل ۱ نشان داده شده است. در این مورد جت های آبی باید به کار رود و استفاده از افشانک های آب مجاز نیست.

به طور عمومی جریان کنارگذر باید در هد فشاری بالاتر از ۲ m (مجاز برای افت اصطکاکی) کار کند، قطر نازل نباید کمتر از ۱۲ mm باشد و کل جریان کنارگذر باید در حدود ۲۵٪ دبی آب چرخشی باشد. اثر مقابله با یخ زدگی در لوله کشی باید در طراحی برج خنک کننده در نظر گرفته شود.

۵-۶-۴ بادگیرهای قابل تنظیم هوای ورودی

به منظور کاهش جریان هوای عبوری از برج خنک کننده، بادگیرهای قابل تنظیم هوای ورودی می توانند مورد استفاده قرار گیرند. این سامانه باید به صورت خودکار عمل کند.

استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴-۵ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

۴-۶-۶ کاهش تعداد سلول‌های پکینگ در بهره‌برداری

در این روش نکات زیر باید در نظر گرفته شود:

الف - جداسازی کامل تعداد مناسبی از سلول‌های پکینگ؛

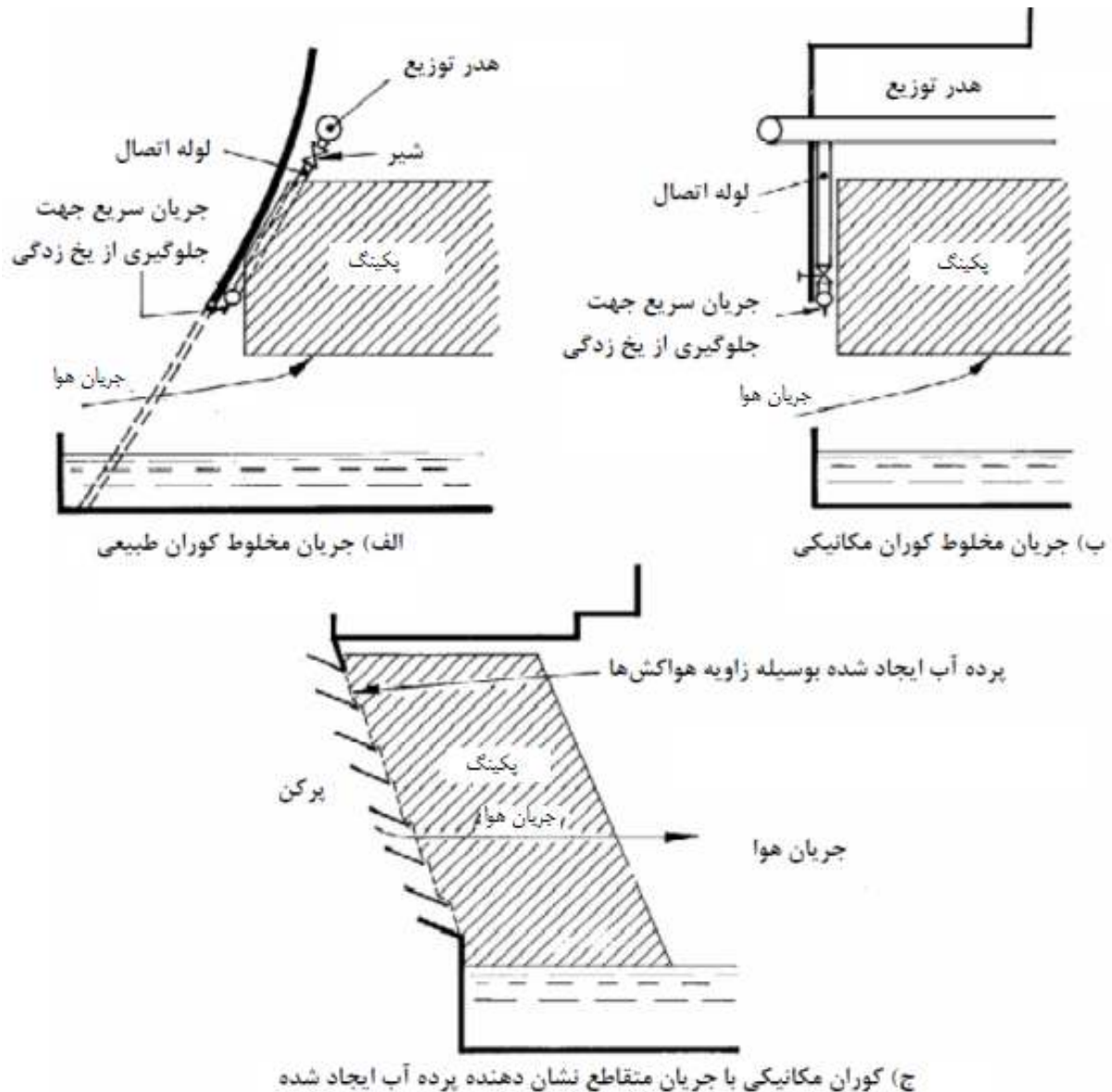
ب - جلوگیری از ایجاد آب راکد در هر بخش.

۴-۶-۷ جلوگیری از یخ‌زدگی آب حوضچه

برای جلوگیری از یخ‌زدگی آب حوضچه در زمان خاموش بودن برج خنک‌کننده، یکی از روش‌های شرح داده شده در زیربندهای ۴-۶-۷-۱ تا ۴-۶-۷-۴ مطابق با الزامات طراحی و محدودیت‌های فضای در دسترس باید به کار رود.

۴-۶-۷-۱ تخلیه حوضچه آب

آب حوضچه می‌تواند به یک مخزن یا سامانه تخلیه، منتقل شود.



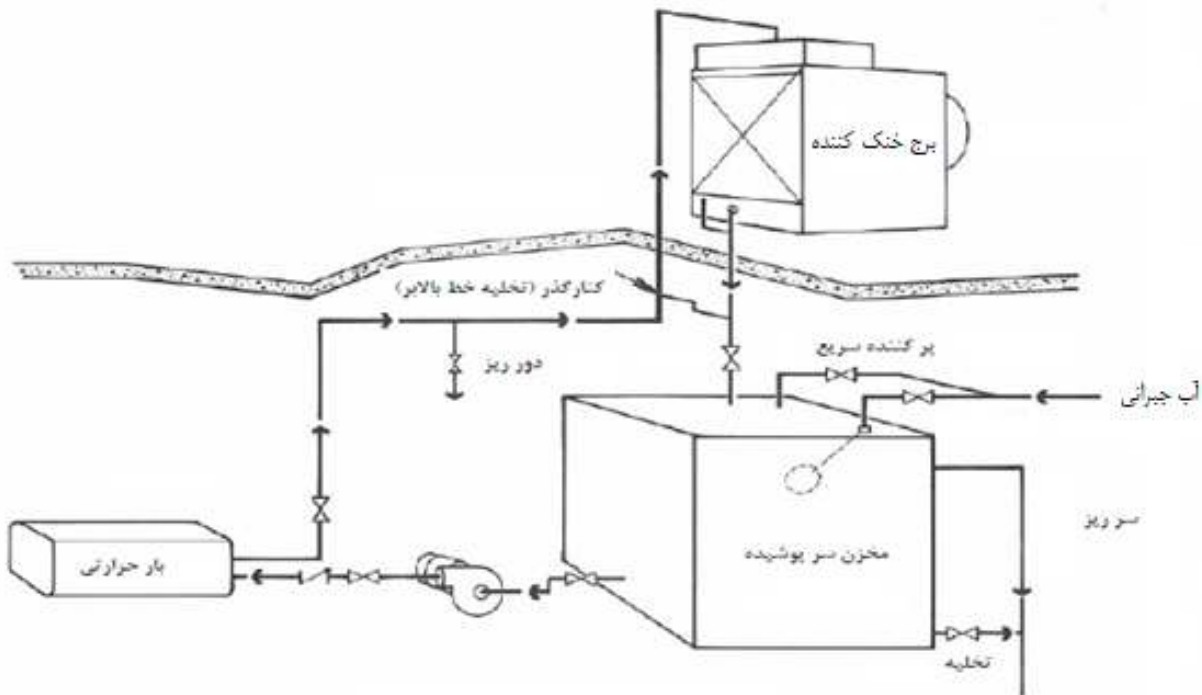
شکل ۱- نمونه‌ای از آرایش پیش گرم کردن هوای ورودی به پکینگ‌ها با استفاده از جریان کنارگذر آب گرم

۲-۷-۶-۴ روش مخزن سرپوشیده

نمونه آرایش سامانه‌ای که عملیات حوضچه خشک^۱ نیز نامیده می‌شود، در شکل ۲ ارائه شده است. در این سامانه باید یک جریان دائم آب از حوضچه به یک مخزن سرپوشیده نصب شده در سطحی پایین‌تر وجود داشته باشد. هنگامی که برج خنک‌کننده متوقف شود، خط کنارگذر نشان داده شده در شکل ۲ اجازه تخلیه

استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴-۵ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

سریع خط تغذیه از مخزن سرپوشیده را می‌دهد. در این خط کنارگذر یک شیر کنترل خودکار بازشو باید تعبیه شود، تا در هنگام توقف کارکرد برج خنک‌کننده، باز شود.



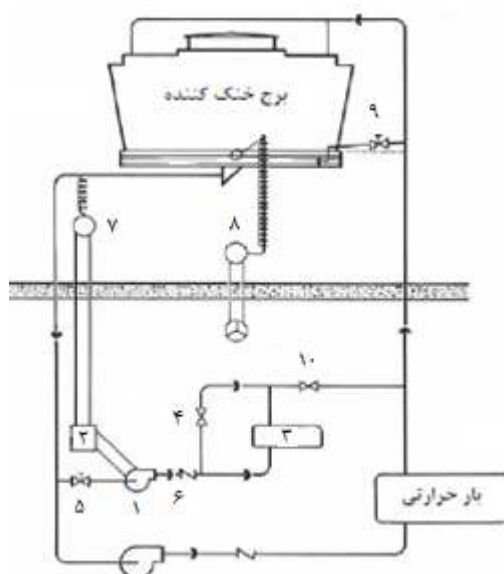
شکل ۲- کارکرد حوضچه خشک

۴-۶-۷-۳ گرم‌کن غوطه‌ور الکتریکی یا روش‌های گرمایش با بخار

انرژی الکتریکی یا انرژی گرمایش بخار می‌تواند برای گرم کردن حوضچه آب به کار رود.

۴-۶-۷-۴ روش گردش از کنارگذر

در این روش آب داخل حوضچه و لوله‌های بیرونی هر دو از یخزدگی محافظت می‌شوند که باید مطابق آرایش نمونه‌ای که در شکل ۳ نشان داده شده، باشند. میزان جریان آب در مدار گردش کنارگذر باید ۵٪ دبی کل آب در سامانه گردش اصلی باشد.



راهنما:

- ۱ پمپ گردش از کنارگذر
- ۲ آغازگر مغناطیسی
- ۳ گرم کن فوری و کوچک آب
- ۴ شیر بشقابی
- ۵ شیر دروازه‌ای
- ۶ شیر یک‌طرفه
- ۷ ترموستات غوطه‌ور
- ۸ ترموستات و کابل حرارتی برای حفاظت از خط لوله آب
- ۹ شیر دروازه‌ای
- ۱۰ شیر بشقابی

شکل ۳- سامانه گردش از کنارگذر

۴-۷ طراحی حوضچه آب^۱

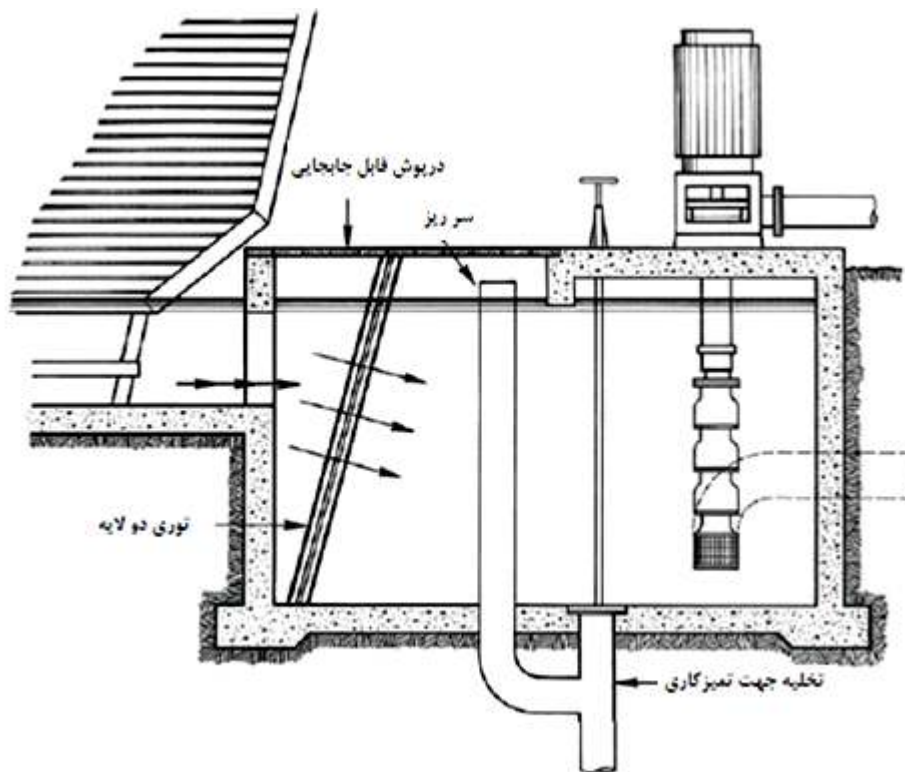
عوامل زیر باید در طراحی حوضچه آب مدنظر قرار گیرد:

الف- حوضچه آب باید به‌نحوی طراحی شود که زیر سطح پکینگ قرار گیرد؛

ب- محل‌های تجمع مواد خارجی باید در کف برج خنک‌کننده تعبیه شود و در صورت امکان تخلیه‌های تمیزکاری^۲ با ظرفیت بالا، باید مطابق با شکل ۴ فراهم شود. کف حوضچه باید دارای شیب مناسب به سمت نقاط تجمع مواد خارجی، نقاط تخلیه و تخلیه‌های رقیق باشد تا اجازه خروج رسوب و مواد خارجی را بدهد. اگر امکان تعبیه کانال تخلیه یا مخزن مناسب برای تخلیه ثقلی میسر نباشد باید

1- Water basin
2- Clean out drains

دریچه‌های تخلیه به همراه یک پمپ مطابق با شکل ۴، را برای تخلیه آب خروجی به یک سامانه تخلیه ایمن تعبیه کرد.



شکل ۴- نمونه طراحی دریچه

پ- تجهیزات سرزیر باید در طراحی حوضچه و مخزن سرپوشیده در نظر گرفته شوند؛

ت- برای حوضچه و مخزن سرپوشیده باید شیر کنترل و کنترل کننده سطح متصل به آب جبرانی فراهم شود تا سطح آب را در آن‌ها تنظیم کند، مگر آن که به صورت دیگری مشخص شود؛

ث- پمپ گردش آب، مکان حوضچه و مخزن سرپوشیده باید به صورتی مهیا شوند که ارتفاع مکش مثبت خالص موجود ($NPSH_A$)^۱ از ارتفاع مکش مثبت خالص مورد نیاز ($NPSH_R$)^۲ برای تمامی محدوده‌های کاری برج خنک کننده بیشتر باشد؛

ج- در صورت امکان، حوضچه باید به بخش‌های مجزا تقسیم شود که بتوان هر کدام از بخش‌ها را از سرویس خارج کرد، بدون آن که وقفه‌ای در عملیات سایر بخش‌ها ایجاد شود. هر بخش از حوضچه باید به سمت محل جمع‌آوری مواد خارجی شیب داده شود و امکان تخلیه بخش مرتبط حوضچه از آن محل میسر باشد؛

1- Net Positive Suction Head- Available

2- Net Positive Suction Head- Required

استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴-۵ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

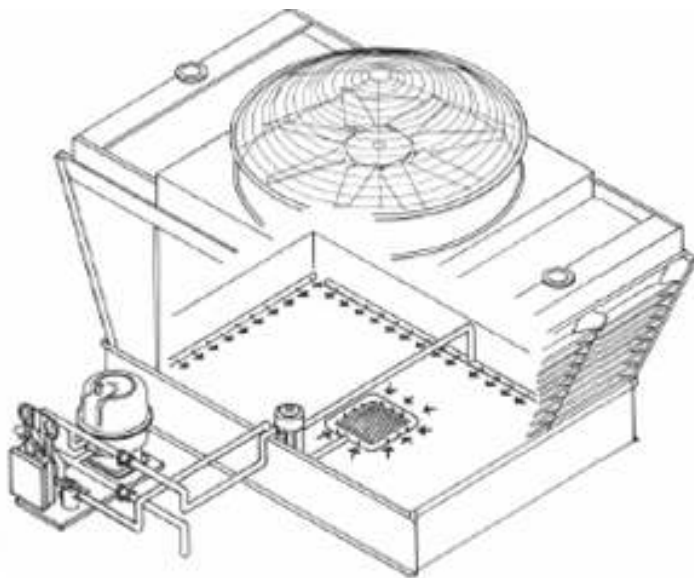
چ- با توجه به نکات زیر (بسته به شرایط) باید ظرفیت حوضچه یا مخزن سرپوشیده محاسبه شود:

- زیربند ۲-۳-۹ استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴-۳؛

- ظرفیت مؤثر آب حوضچه یا مخزن سرپوشیده باید بر اساس دبی آب طراحی شده و سطح آب عملیاتی معمول، حداقل برای ۱۰ min کافی باشد.

ح- از آنجایی که مقدار زیادی از ذرات معلق در آب وجود دارد، تصفیه جریان کناری مطابق با شکل ۵ می‌تواند برای تصفیه ذرات بسیار ریز بر اساس نیازهای خریدار تعبیه شود. گاهی اوقات لازم است که این سامانه موازی با دیگر سامانه‌های اصلی تصفیه و آماده‌سازی به کار رود؛

خ- در حوضچه‌های بتنی، سرعت آب در شرایط حداکثر بار در هیچ نقطه‌ای از حوضچه نباید کمتر از 0.3 m/s شود.



شکل ۵- نمونه تصفیه جریان کناری

۴-۸ جانمایی، تعیین جهت، فاصله و الزامات زیست‌محیطی

۴-۸-۱ جانمایی، تعیین جهت و فاصله

۴-۸-۱-۱ سطح تراز برج

برج خنک‌کننده باید بالاتر یا پایین‌تر از منبع حرارتی با در نظر گرفتن نکات زیر قرار گیرد:

الف- $NPSH_A$ پمپ باید بیشتر از $NPSH_R$ باشد؛

استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴-۵ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

ب- برای جلوگیری از بازگشت جریان آب از سامانه (در زمان توقف سامانه گردش^۱) بدون هیچ گونه سرریز و اتلاف آبی، باید طراحی مناسبی صورت گیرد.

۴-۱-۸-۲ محدودیت های هوا

برج خنک کننده باید در مکانی قرار گیرد که فضایی حداقل دو برابر مساحت دهانه ورودی برج را فراهم کند. عوامل محدود کننده جریان هوا می تواند دیواره ها، تجهیزات، ساختمان ها، حصارکشی ها و/یا هر عامل دیگری باشد.

۴-۱-۸-۳ بازگردش و تعیین جهت برج خنک کننده

به زیربند ۴-۲-۴ مراجعه شود.

۴-۱-۸-۴ تداخل^۲

نوع، شکل و مکان برج خنک کننده باید به صورتی انتخاب و طراحی شود که اثر تداخل کمینه شود.

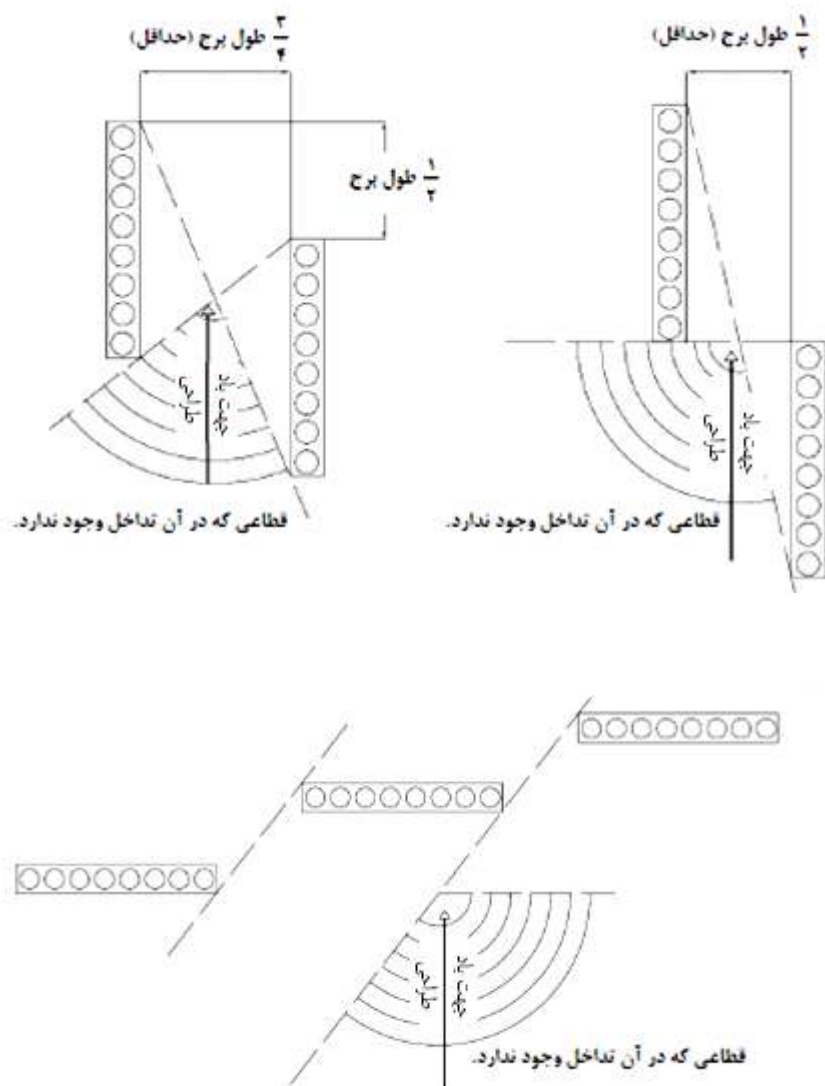
۴-۱-۸-۵ تعیین فواصل

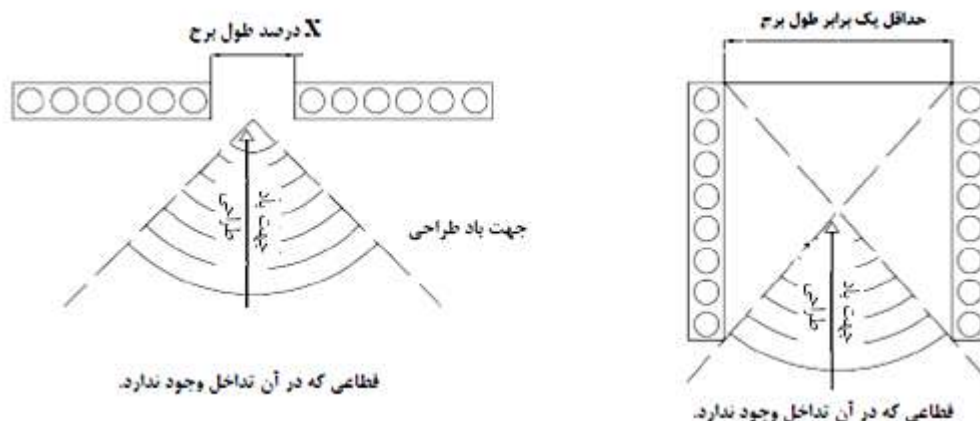
به زیربند ۳-۶ استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴-۳ مراجعه شود.

یادآوری - به دلیل وجود محدودیت های هوایی تعیین جهت، کمینه سازی تداخل و تعیین فواصل برج های خنک کننده مطابق با شکل ۶ صورت می گیرد.

1- Circulation system

2- Interference





شکل ۶- تعیین فواصل برج‌های خنک‌کننده به دلیل محدودیت هوایی

۶-۱-۸-۴ ملاحظات زیست‌محیطی

اثراتی از قبیل فرار قطرات، برون‌پاشی، تولید مه و صدای ناهنجار تعدادی از عوامل مؤثر در جانمایی محل نصب برج‌های خنک‌کننده است که باید زیربندهای ۱-۶-۱-۸-۴ تا ۵-۶-۱-۸-۴ در نظر گرفته شوند.

۱-۶-۱-۸-۴ کاهش اثرات فرار قطرات

به‌منظور کاهش اثر فرار قطرات نکات زیر باید در نظر گرفته شود:

- الف- برج‌های خنک‌کننده باید درجایی قرار گیرند که با در نظر گرفتن جهت و سرعت باد غالب، فرار قطرات و پخش شدن بر روی سطح جاده‌ها، ساختمان‌ها، تجهیزات و مناطق مسکونی نزدیک، رخ ندهد؛
- ب- قطره‌گیرها باید به‌صورت صحیح نصب شوند که هیچ فاصله‌ای بین آن‌ها و سازه بدنه وجود نداشته باشد تا از فرار قطرات آب جلوگیری کنند؛
- پ - فاصله بین پکینگ‌ها و قطره‌گیرها باید به میزان مناسب افزایش یابد تا زمان کافی برای ریزش قطرات آب قبل از رسیدن به حذف‌کننده‌های آب همراه وجود داشته باشد.

۲-۶-۱-۸-۴ کاهش مشکل برون‌پاشی

در جایی که برون‌پاشی آب مشکل ایجاد می‌کند باید توسط یک یا ترکیبی از روش‌های زیر، این مشکل را کاهش داد.

- الف- دیواره‌های جداکننده مورب یا تقسیم‌کننده مرکزی باید به‌نحوی قرار گیرند که از وزش باد غالب از میان حوضچه برج جلوگیری کنند؛

استاندارد ملی ایران شماره ۵-۴۵۱۴ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

ب- صفحات بادگیرهای مایل باید اطراف ورودی هوا در پایین برج قرار گیرند، بخش‌هایی از آن باید قابل برداشتن باشد تا اجازه دسترسی دهند.

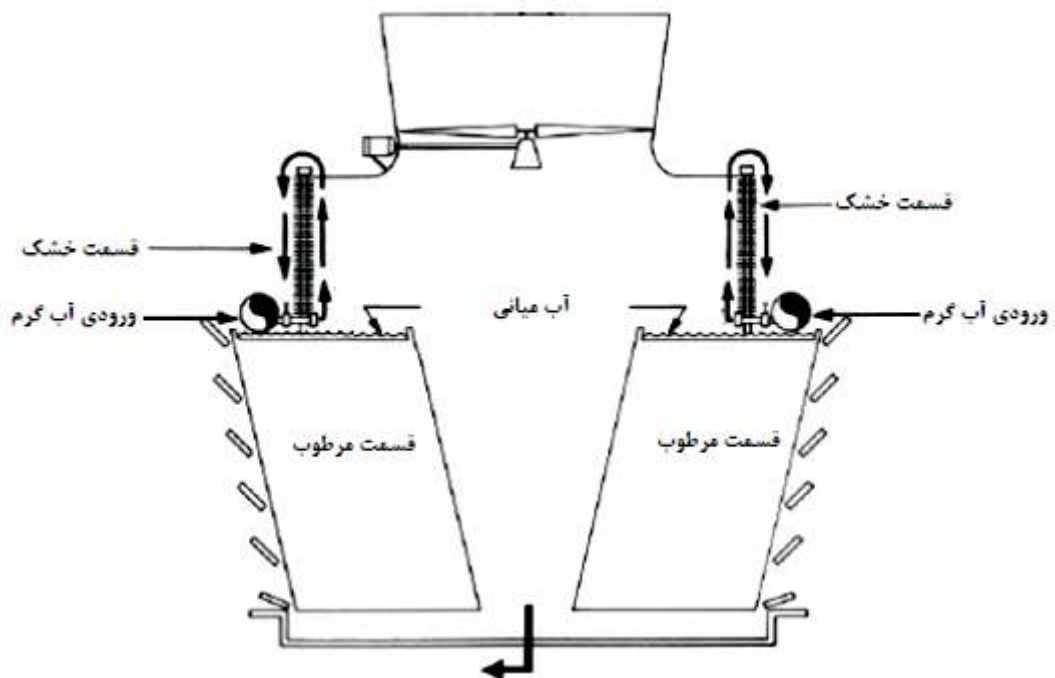
۴-۸-۱-۶-۳ کاهش مه‌آلودگی^۱ و بخار^۲

به منظور کاهش مشکلات مه‌آلودگی و بخار باید ترکیبی از اقدامات زیر صورت گیرد:

الف- برج خنک‌کننده باید در مکانی قرار گیرد که با در نظر گرفتن جهت و سرعت باد غالب، کمترین خطر ممکن را داشته باشد؛

ب- گرم کردن هوای مرطوب قبل از خروج از برج خنک‌کننده، مطابق شکل ۷، به منظور کاهش مه‌آلودگی؛

پ- تخلیه بخارات گرم موجود در هواکش^۳ در تراز بالاتر.



شکل ۷- گرم کردن هوای مرطوب قبل از خروج از برج خنک‌کننده

۴-۸-۱-۶-۴ بلودان و تخلیه^۴

به استاندارد IPS-E-SF-880 مراجعه شود.

- 1- Fogging
- 2- Plume
- 3- Fan stacks
- 4- Blow down and draining

استاندارد ملی ایران شماره ۵-۴۵۱۴ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

۴-۸-۱-۵ سطح سروصدا (نوفه)^۱

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۳۰۶ و نکات زیر باید مدنظر قرار گیرد:

الف- زیربند ۶-۴-۷، از استاندارد ملی ایران شماره ۳-۴۵۱۴؛

ب- در جاهایی که محدودیت بالایی برای سطح صدای خروجی وجود دارد با توافق خریدار، برج خنک کننده باید با دیواره‌های ضد صدا محصور شود.

۴-۹ تجهیزات الکتریکی و مکانیکی

۴-۹-۱ فن‌ها

۴-۹-۱-۱ قوانین فن و فرمول‌ها

به استاندارد IPS-E-PR-755 مراجعه شود.

۴-۹-۲ الزامات فن‌ها

عوامل زیر برای انتخاب نوع، تعداد و الزامات اصلی طراحی فن باید در نظر گرفته شود:

الف- نوع برج خنک کننده و چیدمان اجزای آن؛

ب- الزامات طراحی برج خنک کننده؛

پ- دبی هوای عبوری از برج خنک کننده؛

ت- افت فشار مسیر هوا در برج خنک کننده؛

ث- محدودیت‌های سطح سروصدا؛

ج- توان ورودی فن‌ها؛

چ- مکان نصب؛

ح- سطح قابل دسترس برای برج خنک کننده؛

خ- الزامات مطابق با زیربندهای ۴-۹-۱-۲ تا ۴-۹-۱-۵.

۴-۹-۱-۲ فن‌های جریان محوری (ملخی)

این نوع فن باید در برج خنک کننده با افت فشار استاتیکی کم و دبی هوای زیادی مورد استفاده قرار گیرد. در طراحی و ساخت این نوع فن‌ها باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

1- Noise level

استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴-۵ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

الف- این فن‌ها باید مجهز به پره‌های با زاویه قابل تنظیم دستی^۱ حداقل برای محدوده زاویه 0° (صفر) تا 22° باشند تا امکان استفاده از فن در محدوده وسیعی از توان عملیاتی فراهم شود؛

ب- فن‌ها باید به نحوی طراحی شوند که با سرعت لبه پره کمتر از 61 m/s کار کنند؛

پ- فن‌ها باید در هم‌ترازی دینامیکی و استاتیکی و در حداقل صدا باشند؛

ت- فن‌ها باید به نحوی طراحی شوند که سرعت هوا در تمام سطح مؤثر فن یکنواخت باشد.

ث- این فن‌ها عمدتاً در برج‌های خنک‌کننده با کوران مکانیکی مکشی و برج‌های خنک‌کننده با کوران طبیعی دارای فن کمکی، به کار می‌روند. در این موارد، فن باید از مواد یا پوشش محافظی ساخته شود که در مقابل اثرات خوردگی ناشی از شرایط عملیاتی گرم و مرطوب مقاومت کند. پوشش محافظ باید در مقابل اثرات سایشی ناشی از برخورد قطرات آب مقاوم باشد.

۴-۹-۱-۲ فن‌های جریان گریز از مرکز

این نوع از فن‌ها بیشتر برای برج‌های خنک‌کننده با کوران اجباری برای نصب در فضای سرپوشیده به کار برده می‌شوند. فن برج‌های با کوران اجباری ممکن است به وسیله گردوغبار و ذرات معلق (بسته به شرایط هوای اطراف) تحت تأثیر قرار گیرند، بنابراین باید اقدامات پیشگیرانه صورت گیرد؛ همچنین باید به گونه‌ای نصب شوند که آب ورودی به بدنه فن، به حوضچه آب سرد تخلیه شود.

۴-۹-۱-۳ فرکانس (بسامه) طبیعی فن

در محدوده 10% کمتر از کمینه سرعت عملیاتی تا 10% بیشتر از بیشینه سرعت عملیاتی نباید فرکانس طبیعی تیغه‌های فن با هیچ منبع تحریک ارتعاشی (در هر سرعت محور) منطبق شود.

۴-۹-۱-۴ الزامات تکمیلی فن‌ها

الزامات تکمیلی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۶۹۸ برای فن‌های گریز از مرکز باید در نظر گرفته شود.

۴-۹-۱-۵ الزامات ایمنی

برای فن‌ها، محورهای گرداننده و کوپلینگ‌ها، هر جایی که امکان‌پذیر باشد باید حفاظ تعبیه شود.

۴-۹-۲ جعبه‌دنده

جعبه‌دنده‌ها باید الزامات زیر را برآورده کند:

1- Manually adjustable pitch blades

استاندارد ملی ایران شماره ۵-۴۵۱۴ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

الف- جعبه‌دنده‌ها باید از نوع دوبار کاهنده، «مخروطی مارپیچ با زاویه 90° »^۱ (بین محور دو مخروط) باشد و مطابق با استاندارد AGMA، بر اساس توان گردانده، فاکتور عملکردی^۲ آن کمتر از ۲ نباشد؛

ب- برای جلوگیری از نفوذ رطوبت از طریق محور، جعبه‌دنده‌ها باید آب‌بندی شده باشند.

پ- درجه‌بندی حرارتی جعبه‌دنده باید به اندازه‌ای بالا باشد تا بتواند بدون نیاز به خنک‌کننده روغن به کار خود ادامه دهد؛

ت- اتصالات جعبه‌دنده برای پرکن روغن و بازدید سطح آن باید تا بیرون هواکش امتداد یابد؛

ث- یک نمایشگر سطح همراه با یک سوئیچ قطع‌کننده روی مدار روغن باید نصب شود تا در هنگام رسیدن به سطح پایین روغن، فن را خاموش کند؛

ج- یاتاقان‌های محور خروجی باید مطابق با بخش ۱ استاندارد ISO 281، عمر L10 به میزان 100000 h داشته باشند. به علت این که محور، نیروهای معکوس شعاعی روی یاتاقان‌ها ایجاد می‌کند، ملاحظات خاصی در روابط بین «لقی یاتاقان»^۳، «فاصله بین یاتاقان‌های»^۴ فن و قطر آن‌ها باید دیده شود؛

چ- افزایش دمای هوای اطراف در طی عملیات عادی باید در نظر گرفته شود و هنگامی که در یک اقلیم بسیار سرد واقع شده است باید ملاحظات مربوط به مشکلات راه‌اندازی سرد دیده شود؛

ح- بهتر است از نشت‌بند‌های دوگانه روغن^۵ برای حداقل کردن خطر نشت روغن یا نفوذ رطوبت استفاده جعبه‌دنده‌های نصب‌شده در محل کوران مکش، یعنی در محیط با رطوبت نزدیک به ۱۰۰٪ باید مجهز به هواکش امتدادیافته تا خارج از هواکش باشند تا خطر چگالش هوای مرطوب مکیده شده به حداقل برسد.

لوله‌های روغن‌کاری و گریس‌کاری و نشانگرهای سطح روغن باید در بیرون محوطه هواکش قرار داده شوند تا انجام عملیات سرویس‌کاری را تسهیل کنند.

۳-۹-۴ محورهاى گردنده و کوپلینگ‌ها

موارد زیر باید در طراحی محورهاى گردنده مدنظر قرار گیرد:

الف- برای برج‌های خنک‌کننده مکشی، محورها باید به صورت لوله‌ای^۶ باشند که رابط آن از نوع انعطاف‌پذیر روغن‌کاری نشده توماس نوع I یا معادل است؛

1- Spiral bevel right angle
2- Service factor
3- Bearing clearances
4- Bearing span
5- Double oil seals
6- Tublar

استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴-۵ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

ب- محورهای گردنده باید به صورت صحیح متعادل شوند؛

پ- محورهای گردنده باید قابلیت متعادل شدن مجدد (در صورت نیاز) و پذیرش درجاتی از ناهم محوری را داشته باشند؛

ت- اجزای توخالی گردان باید نشت بندی شوند تا از نفوذ آب جلوگیری شود یا به صورت مؤثر تخلیه شوند تا مانع از تجمع آب و ایجاد اختلال در متعادل سازی شود.

۴-۹-۴ نگه دارنده تجهیزات مکانیکی و الکتروموتورهای گردنده

عوامل زیر در طراحی نگه دارنده باید مدنظر قرار گیرند:

الف- نگه دارنده ها باید به صورتی طراحی شوند که تغییر مکان بین اجزای مجموعه محرک فن، محور و جعبه دنده به حداقل ممکن برسد؛

ب- شرایط خورنده محتمل؛

پ- بارهای ارتعاشی ناشی از فن و متعلقات؛

ت- نیروی اضافی ناشی از آسیب احتمالی به هر قسمت از مجموعه کامل فن و گردنده؛

ث- الزامات تکمیلی ذکر شده استاندارد BS 4485-4.

۴-۹-۵ سوئیچ قطع در زمان ارتعاش

یک سوئیچ قطع در زمان ارتعاش و اعلام خطر باید برای هر فن با الزامات زیر تعبیه شود:

الف- سوئیچ قطع باید بیرون از «حلقه فن»^۱ نصب شود؛

ب- در حالت ارتعاش زیاد، سوئیچ قطع باید فن را به صورت خودکار خاموش کند و اجازه راه اندازی و تنظیم دستی مجدد را دهد. سوئیچ ارتعاش باید برای راه اندازی مجدد سوئیچ بدون بازکردن مجموعه مناسب باشد؛

پ- برای تنظیم سوئیچ ارتعاش باید تمهیداتی در نظر گرفته شود به نحوی که بتوان آن را برای سطح ارتعاشی بالاتر از سطح عملیات عادی تنظیم کرده و/ یا در هنگام شروع به کار فن قطع نشود؛

ت- سوئیچ قطع در زمان ارتعاش ترجیحاً باید از نوع توپی باشد؛

ث- سوئیچ های قطع در زمان ارتعاش باید دارای برچسب با شماره ای مشخص باشد؛

ج- سوئیچ های قطع در زمان ارتعاش در زمان باید محفوظ از اثرات آب و هوایی باشند.

1- Fan ring

۴-۹-۶ خارها و شیرها^۱

خارها و شیرها باید مطابق استاندارد BS 4235-1 باشند.

۴-۹-۷ شیرها

شیرها مطابق با زیربندهای ۴-۹-۷-۱ تا ۴-۹-۷-۳ باید فراهم شوند. سایر شیرها نیز بسته به الزامات طراحی می‌توانند در نظر گرفته شوند.

۴-۹-۷-۱ شیرهای قطع‌کننده

شیرهای قطع‌کننده باید با در نظر گرفتن الزامات زیر تعبیه شوند:

الف- شیرهای قطع‌کننده باید در مکان‌های در دسترس قرار گیرند؛

ب- در برج‌های خنک‌کننده با رایزرهای متعدد، بر روی هر رایزر باید شیر قطع‌کننده مجزا نصب شود تا جریان را در آن به صورت مجزا تنظیم کرده و/یا برای تعمیرات جزئی قسمت‌هایی از برج خنک‌کننده، قطع کند؛

پ- این شیرها عموماً باید از نوع دروازه‌ای یا پروانه‌ای با توجه به نیاز خریدار باشند؛

ت- شیرهای قطع‌کننده باید برای برج‌های خنک‌کننده جریان متقاطع و جریان مخالف در سامانه تک‌رایزر و یا چندرایزر، نصب شوند.

۴-۹-۷-۲ شیرهای کنترل جریان

شیرهای کنترل جریان باید با در نظر گرفتن موارد زیر تهیه شوند:

الف- باید در مکان‌های قابل دسترس قرار گیرند؛

ب- این شیرها باید در برج‌های خنک‌کننده جریان متقاطع برای همسان‌سازی جریان بین حوضچه‌های توزیع سلول برج و همچنین بین سلول‌های برج‌های خنک‌کننده چند سلولی نصب شوند؛

پ- امکان استفاده از این شیرها برای قطع جریان به حوضچه‌های توزیع انتخاب شده به منظور تمیز کردن موقت و تعمیرات هنگامی که سایر بخش‌های برج خنک‌کننده در حال کار هستند، باید وجود داشته باشد.

۴-۹-۷-۳ شیر آب جبرانی^۲

شیر جبرانی باید روی خط تأمین آب تعبیه شود تا به صورت خودکار کاهش آب معمول سامانه را جبران کند.

1- Keys and keyways

2- Make-Up valve

۸-۹-۴ الکتروموتور فن

الکتروموتور فن باید بر اساس الزامات زیر طراحی شود:

الف- الکتروموتور برای نصب در محدوده خطر کلاس ۱، قسمت ۲ باید مطابق استاندارد IPS-E-EL-110 طراحی و انتخاب شود؛

ب- الکتروموتور فن نباید در معرض هوای مرطوب خروجی قرار گیرد و باید در مکانی نصب شود که برای تعمیرات به سادگی قابل دسترس باشد؛

پ- فن و الکتروموتور باید برای کار مداوم طراحی شوند؛

ت- الکتروموتور فن باید مطابق با استاندارد IPS-M-EL-132 باشد؛ الکتروموتور باید ضد انفجار (شعله) با دو یا چند سرعت کاری مطابق با الزامات طراحی باشد. توان الکتروموتور باید الزامات فن در حداکثر زاویه پره و سرعت طراحی را برآورده سازد.

ث- الکتروموتور باید دارای دسته‌بندی‌هایی شامل پارامترهای عملکردی فن و دنده باشد و حداقل برابر درصدی از توان اسمی ترمزی (شامل افت توان دنده) مطابق با جدول ۱ باشد.

جدول ۱- توان الکتروموتورها

توان اسمی ترمزی الکتروموتور (%)	توان مندرج در پلاک شناسایی الکتروموتور (kW)
۱۳۰	≤ 19
۱۲۰	۲۲/۵ تا ۵۶
۱۱۵	≥ 75

با این حال، توان ترمزی الکتروموتور نباید فراتر از توان مندرج در پلاک شناسایی الکتروموتور باشد. در صورتی که این کار محرک را به سمت بزرگ‌شدگی غیرضروری سوق دهد، پیشنهاد جایگزین می‌تواند به خریدار ارائه شود.

۱۰-۴ الزامات ایمنی

۱-۱۰-۴ کلیات

الزامات ایمنی باید در طراحی برج خنک‌کننده و تجهیزات کمکی مرتبط با آن به‌منظور به حداقل رساندن تمام خطرات دیده شود. خطرات ناشی از برج خنک‌کننده علاوه بر موارد اشاره‌شده در تمامی بندهای این استاندارد، شامل موارد زیر نیز می‌باشد، اما محدود به این موارد نیست؛

الف- خطرات ایجادشده به‌وسیله تجهیزات الکتریکی، مکانیکی و ابزار دقیق؛

ب- خطراتی که ممکن است کارکنان در زمان دسترسی و گیرافتادن احتمالی آن‌ها در برج خنک‌کننده (رطوبت بالا و احتمال نشت مواد شیمیایی)، با آن مواجه شوند؛

پ- خطرات زیست‌محیطی؛

ت- خطرات یخ‌زدگی؛

ث- خطرات آتش‌سوزی (احتمال نشت مواد اشتعال‌زا).

دستورالعمل‌هایی که باید توسط سازنده/ تأمین‌کننده برای به حداقل رساندن خطرات اجرا شود در دیگر بخش‌های مرتبط این استاندارد و زیربندهای ۴-۱۰-۲ تا ۴-۱۰-۵ ارائه شده است، اما با این حال، سازنده/ تأمین‌کننده مسئول ایجاد تمهیداتی برای کاهش سایر خطرات احتمالی در برج خنک‌کننده چه در زمان کار و/ یا خاموشی است.

۴-۱۰-۲ تجهیزات برقی و ابزار دقیق

سوئیچ‌های کنترل قفل شونده اضطراری^۱ باید کنار همه الکتروموتورها نصب شوند. همه تجهیزات برقی و نصب آن‌ها باید مطابق مقررات ایمنی برقی مرتبط و مناسب برای شرایط عملیاتی باشد. همه تجهیزات برقی و ابزار دقیقی باید برای نصب در محدوده خطر کلاس ۱، قسمت ۲ مطابق با استاندارد IPS-E-EL-110 طراحی شوند.

۴-۱۰-۳ دسترسی

تمهیدات زیر همراه با طراحی مناسب، مطابق نوع و الزامات طراحی برج خنک‌کننده باید تأمین شود:

الف- دسترسی به همه اجزای برج خنک‌کننده شامل [اما نه محدود] به نردبان‌ها، درها، راهروها، پله‌ها، مجموعه نرده‌کشی حفاظ، قفس‌های ایمنی، انواع بالابرهای^۲ و جرثقیل‌ها^۳ برای نگهداری، تعمیر و بازرسی فراهم شود.

ب- درهای دسترسی باید به‌نحوی طراحی شوند که به‌آسانی از داخل و به سمت خارج باز شوند. زبانه درهای دسترسی، قفل‌ها و غیره باید به شکلی بوده که از بسته شدن تصادفی درهای دسترسی جلوگیری کنند؛

پ- در صورت نصب نردبان‌های فرار، این نردبان‌ها باید تا سطح زمین امتداد یابند؛

ت- برای ارتفاع‌های بالا باید بیش از یک راه دسترسی فراهم شود.

1- Emergency locked control switches
2- Davits
3- Cranes

۴-۱۰-۴ حفاظ‌های روی تجهیزات دوار

برای ایمنی کارکنان، بر روی تجهیزات دوار باید حفاظ مناسب و کافی نصب شود.

۴-۱۰-۵ جلوگیری از آتش‌سوزی

با در نظر گرفتن الزامات طراحی برج خنک‌کننده، نیازهای خریدار و مواد انتخاب شده برای قطعات مختلف، باید یک طراحی مناسب برای سیستم تشخیص، هشدار و اطفای حریق، توسط سازنده/ تأمین‌کننده برای برج خنک‌کننده ارائه شود. در موارد خاص می‌توان از استاندارد NFPA 214 پیروی کرد.

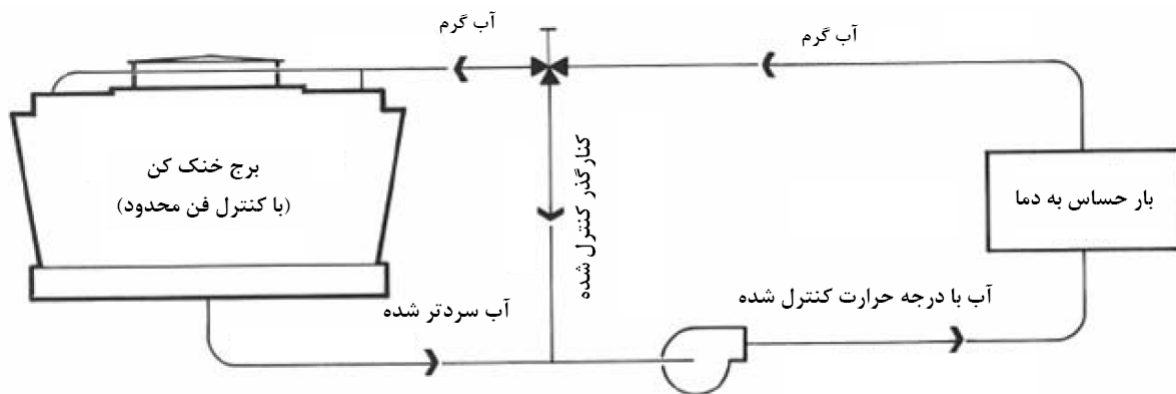
در صورت وجود اجزای چوبی در هر بخش از برج‌های خنک‌کننده، این اجزاء باید در طول زمان خاموشی برج، دارای آب کافی برای جلوگیری از آتش‌سوزی باشند. با این حال، انتخاب مواد ضد آتش، قابلیت اطمینان و ایمنی برج خنک‌کننده را افزایش می‌دهد.

۴-۱۱ الزامات خاص**۴-۱۱-۱ حد پایین دمای آب خروجی**

اگر خریدار لازم بداند که دمای آب خروجی نباید از درجه تعیین‌شده‌ای پایین‌تر بیاید، سازنده/ تأمین‌کننده باید یکی از روش‌های زیر را برای زمان‌های سرد سال به کار برد:

الف- برای مکان‌هایی که شرایط یخ‌زدگی وجود ندارد، یک خط کنارگذر بین ورودی و خروجی خط آب، مطابق با شکل ۸ باید نصب شود، یا تعداد سلول‌های پکینگ در حال کار و جریان هوای عبوری از برج خنک‌کننده باید کاهش یابد؛

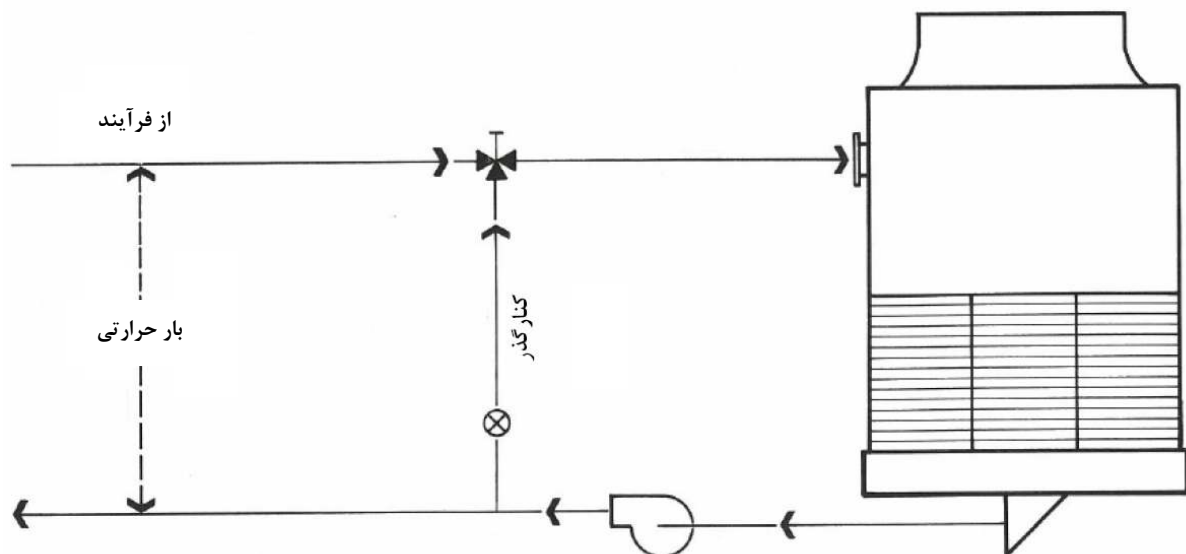
ب- در مکان‌هایی که امکان یخ‌زدگی وجود دارد، برج خنک‌کننده باید به پکینگ‌های چندسلولی و/یا فن‌های چندسرعته مجهز شود، به صورتی که امکان کاهش تعداد سلول‌های پکینگ در حال کار و/یا کاهش جریان هوای عبوری از برج خنک‌کننده وجود داشته باشد.



شکل ۸- خط کنارگذر بین آب ورودی و خروجی جهت جلوگیری از پایین آمدن دمای آب خروجی از یک مقدار تعیین شده

۴-۱۱-۲ اثر دمای بالای آب گرم ورودی

در صورتی که حداکثر دمای مورد انتظار آب گرم ورودی بتواند بر روی مواد انتخاب شده در برخی از اجزا آسیب برساند، در این صورت سازنده/ تأمین کننده باید اقدامات نشان داده شده در شکل ۹ را به کار گیرد.



شکل ۹- خط کنارگذر بین آب خروجی و ورودی جهت جلوگیری از بالا رفتن دمای آب ورودی از یک مقدار تعیین شده

۴-۱۱-۳ اقدامات برای حذف رسوب

اگر آبی که برای خنک شدن وارد برج خنک کننده می شود در هر قسمت از آن رسوب ایجاد کند باید یک یا هر دو دستورالعمل زیر به کار رفته و تجهیزات و مواد مرتبط توسط سازنده/ تأمین کننده فراهم شود:

الف- استفاده از مواد شیمیایی مناسب برای شستشو و تخلیه رسوب؛

ب- استفاده از جریان آب فشار بالا برای حذف رسوب.

۴-۱۱-۴ ایزولاسیون ارتعاشی

برای برج‌های خنک‌کننده‌ای که شرایط بحرانی ارتعاش بیش‌ازحد وجود دارد، لرزه‌گیرهای با طراحی مناسب باید تعبیه شود.

۴-۱۱-۵ اقدامات برای توقف فن در هنگام قطع برق تغذیه الکتروموتورها

اقدامات مناسب برای توقف فن‌ها در هنگام قطع برق تغذیه الکتروموتورها باید توسط سازنده/ تأمین‌کننده فراهم شود.

۴-۱۱-۶ توری ورودی هوا

در مکان‌هایی که هوای محیط حاوی مقادیر زیادی از برگ‌ها و دیگر مواد معلق است که برای عملکرد برج خنک‌کننده آسیب‌رسان هستند، در صورت نیاز، توصیه می‌شود با تأیید خریدار توری مناسب در ورودی هوای برج خنک‌کننده نصب شود. این توری‌ها برای تمیزکاری و تعمیر و نگهداری آسان باید روی یک پنل جداشونده مجزا تعبیه و نصب شود.

۴-۱۲ آزمون‌های عملکردی

آزمون‌های عملکردی بر روی برج خنک‌کننده باید بر طبق آیین‌نامه CTI، ATC-105 و الحاقیه مرتبط ATC-105 انجام شوند. سازنده/ تأمین‌کننده باید با در نظر گرفتن نظرات خریدار دستورالعمل تفصیلی آزمون را آماده کند و در حضور خریدار آزمون‌ها را انجام دهد. تجهیزات آزمون عملکردی باید توسط سازنده/ تأمین‌کننده تهیه، کالیبره و نصب شود. نتایج نهایی آزمون باید توسط سازنده/ تأمین‌کننده گزارش شود. هرگونه انحراف از مشخصات فنی تعیین شده باید گزارش شود و روش رسیدن به ارقام و/یا عملکرد معین شده نیز باید در این گزارش شرح داده شود.

سازنده/ تأمین‌کننده باید مسئولیت کامل هرگونه کار اصلاحی در این رابطه را به صورت مجانی و با روش‌های شرح داده شده آیین‌نامه‌های CTI و/یا بر اساس توافق با خریدار بر عهده گیرد. آزمون‌های عملکردی باید پس از راه‌اندازی برج خنک‌کننده و تجهیزات جانبی و قبل از تحویل موقت انجام شود.

۵ الزامات عمومی نوع مواد

برای انتخاب مواد قطعات مختلف برج‌های خنک‌کننده، بسته به نوع خاص برج، علاوه بر الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۲۰۹، موارد قابل‌اعمال زیر باید مدنظر قرار گیرند.

الف- امکان استفاده از چوب فراوری شده در برج خنک کننده، باید توسط خریدار به سازنده/ تأمین کننده اعلام شده باشد، در غیر این صورت سازنده/ تأمین کننده نباید از چوب در هیچ قسمتی از برج خنک کننده استفاده کند؛

ب- اگر قرار باشد از چوب در هر قسمتی از برج خنک کننده استفاده شود، دمای آب گرم ورودی باید به درجه معینی که تأثیر نامطلوب بر چوب نداشته باشد محدود شود. اگر کاهش دمای آب گرم ورودی به دلیل الزامات کارخانه اصلی ممکن نباشد، این دما باید با مخلوط کردن مقدار مناسبی از آب سرد خروجی با آب گرم ورودی کاهش یابد. در این حالتها، ظرفیت خنک سازی برج خنک کننده باید برای تأمین آب سرد مورد نیاز برای اختلاط با آب گرم ورودی افزایش یابد؛

پ- مواد پلاستیکی بر اساس استاندارد ASTM E 84 نباید دارای رده بندی گسترش شعله بیش از ۲۵ باشند؛

ت- تمام سطوح فلزی در تماس با آب یا مه به جز سطوح فولادی گالوانیزه و زنگ نزن باید با رنگ اپوکسی مطابق با استاندارد IPS-E-TP-100 به صورت مناسب رنگ شوند؛

ث- اگر مکان برج خنک کننده دارای شرایط مخرب بسیار خطرناک باشد، چوب در هیچ قسمتی از آن نباید به کار رود، مگر آنکه که توسط خریدار مشخص شود.

۶ مواد ساخت

بر اساس الزامات ویژه هر پروژه، مواد مناسب برای بخش های مختلف برج خنک کننده باید بر اساس آنچه در زیربندهای ۱-۶ تا ۲۲-۶ مشخص شده است، انتخاب شود.

۱-۶ حوضچه

حوضچه باید از بتن مسلح مناسب ساخته شود، مگر آنکه به صورت دیگری مشخص شود.

۲-۶ چاهک حوضچه^۱

چاهک حوضچه باید از بتن مسلح یا مواد مشخص با عمق کافی، به شکلی که در مکش پمپ اختلاطی ایجاد نشود، ساخته شود.

۳-۶ سازه برج خنک کننده

الف- سازه برج های خنک کننده نصب شده در محل باید با به کار بردن یکی از مواد زیر ساخته شوند:

- فولاد؛

- بتن مسلح؛

- چوب.

ب- باید توجه شود، چنانچه لازم است برج خنک کننده در مقابل آتش سوزی مقاوم باشد، بتن مسلح باید به عنوان مواد ساخت سازه انتخاب شود. چنانچه برای سازه برج خنک کننده از چوب استفاده می شود، چوب باید به صورت زیر انتخاب و فراوری شود:

- «چوب داگلاس فیر»^۱ مطابق با استاندارد CTI STD-114 باید انتخاب شود؛

- سایر چوب های انتخابی معادل باید مطابق با استاندارد CTI-STD-112 با استفاده از اسید مس کرومات فراوری شود. پیش از فراوری، میزان رطوبت چوب خشک شده با هوا نباید بیش تر از ۱۹٪ و میزان رطوبت چوب خشک شده در کوره نباید بیش تر از ۱۵٪ باشد. هرگونه انحراف از نفوذ یا ماندگاری مورد نیاز از نمونه های فراوری شده که معرف وضعیت و ابعاد اجزای برج است، نیازمند تأیید خریدار است.

هشدار- اگر از نمک های محلول در آب استفاده شود، پس از عمل آوری، آغشته سازی باید به مدت کافی ادامه پیدا کند تا واکنش شیمیایی درون چوب کامل شود.

پ- سازه برج خنک کننده سرهم شده در کارخانه باید از چوب یا فولاد باشد. اگر مکان برج خنک کننده و فرآیند مربوط شرایط خورنده ایجاد کند، چوب مناسب با تأیید خریدار می تواند استفاده شود.

۴-۶ پوسته

نوع مواد پوسته باید به شرح زیر انتخاب شود:

الف- نوع مواد پوسته برج های خنک کننده با سازه بتن مسلح باید از صفحات بتن پیش ساخته باشد؛

ب- نوع مواد پوسته برج های خنک کننده نصب شده در سایت با سازه چوبی یا فولادی باید از صفحات موجودار مقاوم شده با الیاف پلی استر ضد آتش باشد؛

پ- نوع مواد پوسته برج های خنک کننده سر هم شده در کارخانه باید از فولاد گالوانیزه شده باشد.

۵-۶ پکینگ های پاششی

یکی از مواد زیر باید به کار رود:

الف- چوب داگلاس فیر با در نظر گرفتن مورد ب زیربند ۳-۶ باید به کار رود؛

ب- پلی وینیل کلرید می تواند در جاهایی که خطر آتش سوزی پایین است، به کار رود؛

پ- فولاد زنگ نزن در زمانی که مواد کاملاً ضد آتش مورد نیاز است، می تواند به کار رود.

1- Douglas Fir Wood

۶-۶ پکینگ‌های لایه‌ای

پکینگ‌های لایه‌ای باید از پلی وینیل کلرید دارای بافت سلولی با راندمان بالا باشد.

۶-۷ افشانک

نازل‌های افشانک باید سرامیکی یا پلی وینیل کلرید باشد.

۶-۸ بادگیرها

۶-۸-۱ بادگیرها در برج خنک‌کننده نصب‌شده در سایت با سازه بتن مسلح باید از بتن مسلح پیش‌ساخته یا پلی‌استر تقویت‌شده با الیاف مقاوم به آتش باشد.

۶-۸-۲ چوب بادگیرها در برج‌های خنک‌کننده سازه باید از چوب داگلاس فیر به‌خوبی عمل‌آوری شده با در نظر گرفتن مورد ب زیربند ۶-۳ باشد.

۶-۸-۳ بادگیرهای برج‌های خنک‌کننده سرهم شده در کارخانه با سازه فولادی باید فولاد گالوانیزه باشد.

۶-۹ قطره‌گیرها

۶-۹-۱ اگر از پکینگ‌های پاششی از نوع مواد چوب استفاده می‌شود، نوع مواد قطره‌گیرها باید مطابق مورد ب زیربند ۶-۳ از چوبی باشد که به‌خوبی فراوری شده است.

۶-۹-۲ اگر نوع مواد پکینگ پلی‌وینیل کلرید باشد، نوع مواد قطره‌گیرها باید از پلی‌وینیل کلرید دارای بافت سلولی استفاده شود.

۶-۱۰ تیغه فن‌های جریان محوری

تیغه فن‌های جریان محوری باید از نوع پلی‌استر با الیاف شیشه یا آلومینیم ریخته‌گری شده طبق استاندارد ASTM B179 باشد.

۶-۱۱ تیغه‌های فن گریز از مرکز

تیغه فن‌های گریز از مرکز باید از نوع فولاد گالوانیزه گرم باشد.

۱۲-۶ توپی محور فن

۱-۱۲-۶ توپی محور فن باید به صورتی انتخاب شود که از نظر سازه‌ای با بارگذاری و وزن تیغه‌ها سازگار باشد.

۲-۱۲-۶ نوع مواد توپی محور باید یکی از موارد زیر انتخاب شود:

الف- فولاد ساختمانی گالوانیزه شده؛

ب- چدن نشکن^۱ (استاندارد ASTM A536) گالوانیزه شده مطابق با استاندارد ASTM A153؛

پ- چدن خاکستری^۲؛

ت- آلومینیم چکش کاری شده یا ریخته‌گری شده برای سرویس‌های آب شور و آب دریا استفاده شود و توپی محوره‌های روی اندود باید با دولایه اپوکسی پلی‌آمید قطران زغال سنگ با ضخامت اسمی کل لایه خشک، ۴۰۰ μm پوشش داده شود.

۳-۱۲-۶ اگر نوع مواد فلزی متفاوت برای تیغه و توپی محور مورد استفاده قرار گیرد؛ برای جلوگیری از خوردگی گالوانی^۳، فلزات باید از یکدیگر جدا باشند.

۱۳-۶ سکوی فن

۱-۱۳-۶ مواد سکوی فن باید با نوع سازه سازگار باشد.

۲-۱۳-۶ برای برج‌های خنک‌کننده با سازه چوبی، نوع مواد سکوی فن باید از تخته چندلایی^۴ نراد و به صورت زبانه^۵ و شیار^۶ باشد.

۳-۱۳-۶ برای برج‌های خنک‌کننده با سازه بتن مسلح، نوع مواد سکوی فن باید از مقاطع دبل T شکل پیش‌تنیده باشد.

1- Ductile cast iron
2- Gray cast iron
3- Galvanic corrosion.
4- Plywood
5- Tongue
6- Groove

۴-۱۳-۶ برای برج‌های خنک‌کننده با سازه فولادی، نوع مواد سکوی فن باید از فولاد گالوانیزه باشد. در این مورد برای سرویس‌های آب شور و آب دریا، سکوی فن باید با دولایه اپوکسی پلی‌آمید قطران زغال‌سنگ به ضخامت اسمی کل لایه خشک $400 \mu\text{m}$ پوشش داده شود.

۴-۱۴-۶ هواکش

یکی از مواد زیر باید با عنوان نوع مواد هواکش فن با توجه به نوع مواد سازه انتخاب شود:

۱-۱۴-۶ برای برج‌های خنک‌کننده یا سازه‌ای از مواد مختلف، نوع دودکش فن می‌تواند از پلاستیک تقویت‌شده با الیاف باشد.

۲-۱۴-۶ برای برج‌های خنک‌کننده با سازه چوبی، چوب به‌خوبی عمل‌آوری شده باید استفاده شود.

۳-۱۴-۶ برای برج‌های خنک‌کننده با سازه فولادی، دودکش فولادی باید استفاده شود.

۱۵-۶ محور فن، صفحه دیسک‌ها، کوپلینگ انعطاف‌پذیر و پیچ و مهره

این اجزا باید از نوع فولاد زنگ‌نزن نوع ۳۰۴ یا ۳۱۶ باشند. برای تأسیسات آب شور و آب دریا این اجزا باید فولاد زنگ‌نزن نوع ۳۱۶ باشد.

۱۶-۶ فلز آلات (پیچ‌ها، مهره‌ها، واشرها، میخ‌ها، پیچ‌های نیمه‌رزوه و واشرها)

پیچ‌های فن و آهن‌آلات باید از فولاد کربنی گالوانیزه شده مطابق با استاندارد ASTM A123 ساخته شود. برای تأسیسات آب شور و آب دریا این اجزاء باید از فولاد زنگ‌نزن نوع ۳۱۶ باشد.

۱۷-۶ نگهدارنده‌ها و حفاظ‌ها برای تجهیزات مکانیکی، نگهدارنده موتورهای برقی، نردبان‌ها، حفاظ‌های ایمنی و شبکه‌های کف‌پوش

تمام اجزای فوق باید از فولاد کربنی با روکش گالوانیزه گرم مطابق با استاندارد ASTM A123 باشند. برای تأسیسات آب شور و آب دریا از فولاد کربنی روی‌اندود برای نگهدارنده‌های تجهیزات مکانیکی استفاده شود و حفاظ‌ها باید با دولایه از رنگ اپوکسی پلی‌آمید قطران زغال‌سنگ به ضخامت اسمی کل لایه خشک $400 \mu\text{m}$ پوشش داده شوند.

۱۸-۶ نگهدارنده‌ها و گیره‌های پکینگ‌ها

نگهدارنده‌ها و گیره‌های پکینگ پاششی از نوع پلی وینیل کلرید و فولاد زنگ‌نزن و پکینگ‌های لایه‌ای باید از فولاد زنگ‌نزن باشند. نگهدارنده‌ها و گیره‌های پکینگ‌های پاششی چوبی باید از چوبی باشند که به خوبی فراوری شده است.

۱۹-۶ نگهدارنده‌های برج^۱

در صورتی که توسط خریدار مشخص شده باشد، نگهدارنده‌های برج باید از بتن مسلح یا فولاد ساخته شود.

۲۰-۶ رایزرها^۲، چند راهه‌ها^۳، کاهنده‌ها^۴ و توزیع‌کننده‌ها^۵

این اجزا باید از فولاد گالوانیزه گرم شده باشند.

۲۱-۶ رایزرها و آشغال‌گیرهای قاب‌دار^۶

۱-۲۱-۶ برای تأسیسات آب تازه، این اجزا باید فولاد کربنی گالوانیزه شده مطابق با استاندارد ASTM A123 باشند.

۲-۲۱-۶ برای تأسیسات آب شور و آب دریا این اجزاء باید فولاد زنگ‌نزن ۳۱۶ باشند. در این موارد روش‌های حفاظت از آهن‌آلات در مقابل خوردگی شیار^۷، مانند حفاظت کاتدی به‌وسیله فولاد کربنی باید به‌کار گرفته شود.

۲۲-۶ محفظه جعبه‌دنده (کاهنده سرعت)

۱-۲۲-۶ نوع مواد برای تأسیسات آب تازه از چدن خاکستری یا چدن نشکن، که متناسب با شرایط محیطی گالوانیزه شده است باید استفاده شود.

۲-۲۲-۶ نوع مواد برای تأسیسات آب شور و آب دریا از چدن خاکستری یا چدن نشکن که متناسب با شرایط محیطی گالوانیزه شده است و با دولایه رنگ اپوکسی پلی‌آمید قطران زغال‌سنگ به ضخامت کل لایه خشک $400\ \mu\text{m}$ پوشش داده شده است باید استفاده شود. برای استاندارد مهندسی رنگ به استاندارد IPS-E-TP-100 مراجعه شود.

-
- 1- Tower Supports
 - 2- Risers
 - 3- Manifolds
 - 4- Reducers
 - 5- Distributors
 - 6- Trash racks including frame
 - 7- Crevice corrosion

پیوست الف

(الزامی)

اطلاعات ارائه شده توسط خریدار

موارد مندرج در این پیوست، اطلاعاتی هستند که باید توسط خریدار ارائه می شوند.

الف- ۱ محل سایت
الف) موقعیت جغرافیایی مرجع یا تجهیز ب) ارتفاع از سطح زمین متر پ) ارتفاع از سطح دریا متر ت) حداکثر سرعت باد پیش بینی شده متر بر ثانیه ث) سرعت باد غالب متر بر ثانیه ج) جهت باد غالب
الف- ۲ جزئیات سایت
الف) سطح در دسترس: - طول متر - عرض متر ب) محدودیت ارتفاع: - کمینه متر - بیشینه متر پ) هر محدودیت دیگر ت) نقشه محل برج پیوست شده است.
الف- ۳ عمر و نوع برج خنک کننده
الف) طول عمر سال ب) نوع ^(۱)
الف- ۴ محدودیت های اندازه واحد ^(۲)
الف) تعداد برج ها ب) حداکثر جرم در طول عمر کیلوگرم پ) حداکثر جرم بهره برداری کیلوگرم ت) حداکثر اندازه مجاز بزرگ ترین قسمت: - طول متر - عرض متر - ارتفاع متر ث) آیا برای آن ها حوضچه در نظر گرفته شود؟
الف- ۵ بار برآوردی اولیه هر برج (شرایط طراحی) ^(۱)
الف) جریان آب مترمکعب بر ساعت ب) دمای آب ورودی درجه سلسیوس پ) دمای آب خروجی درجه سلسیوس

الف-۶ شرایط هوای محیط^(۴)	
(الف) حداکثر دمای حباب خشک	درجه سلسیوس
(ب) حداقل دمای حباب خشک	درجه سلسیوس
(پ) حداکثر دمای حباب مرطوب	درجه سلسیوس
(ت) حداقل دمای حباب مرطوب	درجه سلسیوس
(ث) حداکثر رطوبت نسبی	درصد
(ج) حداقل رطوبت نسبی	درصد
(چ) آیا طوفان شن در سایت اتفاق می افتد؟.....	
(ح) اندازه بزرگترین ذره موجود در هوا	
(خ) اندازه کوچکترین ذره موجود در هوا	
(د) میزان ذرات موجود در هوا (به درصد):	
- حجمی	درصد
- وزنی	درصد
(ذ) شرایط طراحی اولیه هوای محیط ^(۱)	
- دمای حباب خشک	درجه سلسیوس
- دمای حباب تر	درجه سلسیوس
- رطوبت نسبی	
الف-۷ منبع برق	
(الف) ولتاژ	ولت
(ب) فاز	
(پ) فرکانس (بسامد)	سیکل بر ثانیه
(ت) توان در دسترس	کیلووات
الف-۸ سر و صدا (نوفه)	
سامانه ساخته باید بر اساس این استاندارد طراحی شود	
الف-۹ جزئیات آب	
(الف) نوع	
(ب) منبع	
(پ) تغییرات آنالیز و دمای آب در زمانهای مختلف سال (در صورت وجود) باید در زیر تعیین شود:	
(ت) حداکثر دمای آب ورودی	درجه سلسیوس
(ث) حداقل دمای آب ورودی	درجه سلسیوس
(ج) حداکثر دمای قابل قبول آب خروجی	درجه سلسیوس
(چ) حداقل دمای قابل قبول آب خروجی	درجه سلسیوس
(ح) منابع تأمین کننده آب	
(خ) جزئیات اولیه پیشنهادی دمای آب تعیین شده (در صورت مشخص بودن) باید به صورت زیر باشد ^(۱) :	
(د) نرخ بلودان توصیه شده ^(۱)	لیتر بر ثانیه
(ذ) فشار موجود برای آب جبرانی	کیلو پاسکال
(ر) فشار موجود در ورودی برج	کیلو پاسکال
(ز) میزان آلودگی مورد انتظار	

(س) حوضچه (۱) حوضچه باید توسط طراحی انجام شود. (۲) باید توسط مواد فراهم شود. (ش) خصوصیات لوله ورودی و خروجی موجود در سایت: (۱) ورودی: - تعداد - اندازه اسمی - نوع مواد (استاندارد مربوط) - فلنج موجود - نوع مواد فلنج (استاندارد مربوط) - موقعیت (۲) خروجی - تعداد - اندازه اسمی - نوع مواد (استاندارد مربوط) - فلنج موجود - نوع مواد فلنج (استاندارد مربوط) - موقعیت (ص) آب جبرانی - دما درجه سلسیوس - فشار کیلو پاسکال - مقدار^(۳) لیتر بر ثانیه - منبع - آنالیز باید به صورت زیر باشد:
الف-۱۰ روش مخزن سرپوشیده
(الف) آیا امکان استفاده از روش مخزن سرپوشیده وجود دارد؟ (ب) موقعیت مخزن سرپوشیده و فضای موجود به صورت زیر خواهد بود:
الف-۱۱ آیا امکان بکارگیری چوب در بخشی از برج خنک کننده وجود دارد؟
الف-۱۲ آیا ضروری است برای حوضچه آب، صافی جریان کناری تعبیه شود(۱)؟
(۱) این موارد در طی اجرای قرارداد نهایی می شوند. (۲) هر محدودیت، مختص به سایت، باید شفاف شود. به موارد زیر باید توجه ویژه شود: - محدودیت دسترسی برای وسایل حمل و نقل؛ - محدودیت دسترسی از برج خنک کننده به داخل ساختمان؛ - محدودیت طراحی ساختمان برای جابه جایی هوا؛ جزئیات دودکش های مجاور، تخلیه فن های تهویه یا فرایندی و دیگر منابع حرارتی و الزامات تجهیز باید برای تعیین افزایش احتمالی حرارت محیطی دریافتی که ممکن است موجب افزایش دمای حباب خشک هوای ورودی به برج خنک کننده می شود، داده شود. (۳) این مقدار حداکثر مقدار در دسترس است و سازنده/ تأمین کننده باید با در نظر گرفتن این استاندارد، مقدار مصرف را بهینه نماید. (۴) جزئیات کامل اطلاعات هواسنجی باید توسط خریدار تهیه و به عنوان بخشی از این پیوست به سازنده/ تأمین کننده

پیوست ب

(الزامی)

اطلاعات ارائه شده توسط سازنده / تأمین کننده

ب-۱	نوع پیشنهادی اولیه برج ^(۱)
ب-۲	تعداد برج ها
ب-۳	تعداد سلول ها در هر برج
ب-۴	بیشینه وزن برج در هنگام بلند کردن و/یا در حال کار کیلوگرم / کیلوگرم
ب-۵	طول عمر برج خنک کننده و تجهیزات کمکی سال
ب-۶	وزن خشک هر برج کیلوگرم
ب-۷	یک نمودار توزیع وزن ضمیمه شده است به صورت چک باکس بله یا خیر
ب-۸	بیشینه اندازه بزرگ ترین بخش:
	- طول متر
	- عرض متر
	- ارتفاع متر
ب-۹	طراحی حوضچه توسط انجام می شود.
ب-۱۰	نوع مواد حوضچه توسط تأمین می شود.
ب-۱۱	بار برآوردی اولیه هر برج (شرایط طراحی) ^(۱) :
	الف) جریان آب مترمکعب در ساعت
	ب) دمای آب ورودی درجه سلسیوس
	ج) دمای آب خروجی درجه سلسیوس.
ب-۱۲	پکینگ های پیشنهادی اولیه:
	الف) نوع
	ب) نوع مواد
ب-۱۳	پوسته:
	الف) نوع مواد
	ب) عملیات حفاظتی
ب-۱۴	فن ها:
	الف) نوع
	ب) تعداد در هر برج

پ) فشار ایستایی فن کیلو پاسکال ت) سرعت فن دور بر دقیقه ث) بررسی رطوبت هوای محیط ج) سازنده
ب-۱۵ موتورها:
الف) تعداد در هر برج ب) توان دریافتی هر موتور کیلووات پ) توان اسمی موتور کیلووات ت) سرعت دور بر دقیقه ث) منبع برق: - ولتاژ ولت - فاز - فرکانس (بسامد) هرتز ج) اندازه قاب چ) محفظه ح) سازنده خ) جریان مرطوب داخلی (بله/خیر) د) جریان مرطوب خارجی (بله/خیر)
ب-۱۶ جزئیات گردش هوا به شرح ذیل خواهد بود:
ب-۱۷ سامانه توزیع:
الف) نوع ب) کمینه فشار در ورودی برج کیلو پاسکال
ب-۱۸ قطره گیرها:
الف) نوع مواد ب) تلفات فرار قطرات آب مورد انتظار درصد
ب-۱۹ نرخ دورریز لیتر بر ثانیه^(۱)
ب-۲۰ آب جبرانی مورد نیاز^(۱):
- فشار کیلو پاسکال - دما درجه سلسیوس - جریان لیتر بر ثانیه - آنالیز آب باید به شرح ذیل باشد:

.....
.....
ب-۲۱ سر و صدا (نوفه)
سامانه باید کاملاً بر اساس این استاندارد طراحی و تهیه شود.
ب-۲۲ تمامی اطلاعات درج شده در پیوست الف، موارد الف-۹، الف-۱۰ و الف-۱۱ باید توسط سازنده / تأمین-کننده دریافت و در زیر درج شود.
ب-۲۳ شرایط طراحی هوای محیط ^(۱)
- دمای حباب خشک درجه سلسیوس - دمای حباب تر درجه سلسیوس - رطوبت نسبی درصد
ب-۲۴ نوع مواد (استانداردهای مرتبط برای نوع مواد و پوششها باید ذکر شود)
الف) حوضچه..... ب) چاهک حوضچه..... پ) سازه..... ت) محفظه..... ث) پکینگ..... ج) افشانکها..... چ) بادگیرها..... ح) قطره گیرها..... خ) تیغه فن..... د) توپی محور فن..... ذ) سکوی فن..... ر) هواکش..... ز) محور فن، دیسکها، کوپلینگ و تسمه انعطاف پذیر..... س) آهن آلات..... ش) نگهدارنده ها و حفاظها برای تجهیزات مکانیکی..... ص) نگهدارنده موتورهای الکتریکی..... ض) نگهدارنده پکینگها..... ط) آویزها..... ظ) نگهدارنده برج..... ع) رایزرها..... غ) چند راهه ها.....

..... (ف) کاهنده‌ها

..... (ق) توری‌های قاب‌دار

..... (ک) آشغال‌گیرهای قاب‌دار

..... (گ) پوسته جعبه‌دنده

..... (ل) نوع مواد سایر قطعات باید در جدول زیر مشخص شود.

نام قطعه	نوع مواد

ب-۲۵ حفاظت از یخ‌زدگی:

آیا موارد زیر تدارک دیده شده است

الف) آیا فن‌های دو سرعت تدارک دیده شده است؟

ب) آیا متوقف‌کننده فن‌ها تدارک دیده شده است؟

پ) آیا معکوس‌کننده فن‌ها تدارک دیده شده است؟

ت) آیا کنترل‌کننده سرعت فن‌ها تدارک دیده شده است؟

ث) آیا فن‌ها با تیغه زاویه متغیر تدارک دیده شده است؟

ج) آیا پیش گرم‌کن هوای ورودی با آب گرم کنارگذر تدارک دیده شده است؟

چ) آیا بادگیرهای قابل تنظیم در ورودی هوا تدارک دیده شده است؟

ح) آیا کاهش تعداد سلول‌های پکینگ تدارک دیده شده است؟

خ) حفاظت آب حوضچه از یخ‌زدگی

- تخلیه حوضچه
- روش مخزن سرپوشیده
- روش گرم‌کن غوطه ور الکتریکی یا گرم‌کن با بخار
- روش گردش کنارگذر

ب-۲۶ اقدامات تدارک شده در سامانه برای موارد زیر باید در فضای خالی زیر توضیح داده شود.

الف) کاهش اثرات فرار قطرات:

ب) کاهش مشکلات برون پاشی:

پ) کاهش مه‌آلودگی و بخار:

(ت) بلودان و تخلیه:

(ث) سطح سر و صدا (نوفه):

(ج) دسترسی به قسمت‌های مختلف:

(چ) جلوگیری از آتش‌سوزی:

(ح) حد پایین دمای آب خروجی:

(خ) بیشینه دمای آب ورودی:

(د) بر طرف کردن رسوب:

(ذ) استفاده از لرزه‌گیر:

(ر) متوقف کردن فن‌ها هنگام قطع برق:

(ز) توری هوای ورودی:

(س) مشکل تداخل:

(ش) مشکل بازگردش:

(ص) آماده‌سازی آب:

(۱) این موارد در هنگام اجرای قرارداد، نهایی می‌شوند.

پیوست پ

(آگاهی دهنده)

ملاحظات در خصوص بعضی عوامل مؤثر بر بازگردش هوا

پ-۱ شکل برج و زاویه باد غالب

با توجه به سرعت و جهت باد غالب، برج خنک کننده باید به گونه ای قرار گیرد که در هیچ یک از اضلاع باز هوای ورودی به برج خنک کننده، ناحیه کم فشاری ایجاد نشود تا از گردش مجدد هوای خروجی و تأثیر بر دمای هوای ورودی جلوگیری شود. اگر این راهکار اجرایی نباشد، یکی از روش های زیر پس از ارزیابی فنی و مالی باید انتخاب شود:

الف- اگر برج های خنک کننده مکشی مستطیلی انتخاب شود، باید به چند برج خنک کننده با طول کمتر و فضای هوای قابل توجه در بین آنها تقسیم شود. نسبت طول به عرض باید حدود ۵ به ۱ باشد.

ب- شکل برج خنک کننده باید از مستطیل به دایره یا هشت ضلعی تغییر یابد. قابل ذکر است که برج های خنک کننده مکش اجباری هشت ضلعی و دایره ای به مشکل تداخل حساس تر هستند، بنابراین اگر قصد انتخاب این شکل باشد، اقدامات مواجهه با اثر تداخل باید فراهم شود.

پ- تغییر ارتفاع برج خنک کننده با انتخاب کوران طبیعی یا کوران طبیعی همراه با فن کمکی به جای برج خنک کننده نوع مکشی، که موجب کاهش میزان بازگردش به علت تخلیه هوای گرم در ارتفاع بالاتر می شود.

ت- در برج های خنک کننده مستطیلی با کوران مکانیکی تک جریانی، جایی که تنها یک سطح باز برای ورودی هوا وجود دارد، سطح باز باید در جهت باد غالب قرار گیرد.

پ-۲ سرعت خروج هوا

سرعت خروج هوا از برج های خنک کننده مکشی باید برای کاهش میزان بازگردش هوا به مقدار قابل قبول بهینه شود. این سرعت نباید زیاد از حد، افزایش یابد، زیرا این موضوع نیازمند توان ورودی بیشتر با دودکش های بلندتر است.

پ-۳ ارتفاع و فاصله گذاری هواکش ها (استوانه های) فن ها

هواکش بلندتر بازگردش کمتری دارد. این مفهوم باید تا جایی که از نظر فنی و اقتصادی در مقایسه با سایر روش ها برتری دارد در نظر گرفته شود. فاصله گذاری مناسب باید بین هواکش فن ها تدارک دیده شود تا جریان هوا با محدودیت کمتر بین آنها ایجاد شود.

پ-۴ تفاوت چگالی بین هوای خروجی و هوای محیط

تفاوت چگالی بین هوای خروجی و هوای محیط نمایانگر تمایل هوای خروجی به پایین آمدن و احتمال ایجاد بازگردش در برخی از انواع برج‌های خنک‌کننده است، که بستگی به جهت باد غالب، مکان برج خنک‌کننده و سایر عوامل مؤثر بر بازگردش دارد.

پیوست ت

(آگاهی دهنده)

انواع برج‌های خنک‌کننده

علاوه بر شرح ارائه شده در زیربندهای ت-۱ تا ت-۴، زیر، تعریف ارائه شده در بند 4 از استاندارد BS 4485-3 نیز باید در تعیین نوع برج‌های خنک‌کننده برای یک پروژه و موقعیت مشخص به کار رود.

ت-۱ برج‌های خنک‌کننده کوران طبیعی

در این نوع از برج خنک‌کننده، میزان جریان هوا به نیروهای باد طبیعی، ارتفاع برج خنک‌کننده، دمای هوای محیط و محدودیت‌های ایجادشده به وسیله محفظه برج و پوسته و تجهیزات داخلی و خارجی برج بستگی دارد. این نوع از برج‌های خنک‌کننده می‌تواند نوع جریان معکوس یا نوع جریان متقاطع باشد. در برج‌های خنک‌کننده نوع جریان معکوس جهت جریان آب و هوا مخالف یکدیگرند درحالی‌که برج‌های خنک‌کننده جریان متقاطع جهت هوا، عمود بر جهت جریان آب است. برخی از این نوع خنک‌کننده‌ها در شکل‌های ت-۱ و ت-۲ به ترتیب نشان داده شده است.

ت-۲ برج‌های خنک‌کننده کوران مکانیکی

الف - برج خنک‌کننده جریان معکوس کوران دمشی

در این نوع برج خنک‌کننده، میزان جریان هوا به مشخصات فن‌ها و تجهیزات داخلی برج بستگی دارد. این نوع برج خنک‌کننده نباید در مکان‌هایی که خطر یخ‌زدگی وجود دارد استفاده شود، زیرا احتمال یخ‌زدگی روی پره‌های فن و در نتیجه عدم تعادل فن وجود دارد که باید از آن اجتناب شود. این نوع از برج‌های خنک‌کننده در چنین مکان‌هایی باید در فضای بسته یا مسقف که برای ورودی هوا از طریق کانال تأمین می‌شود (در صورت لزوم) استفاده شود. از آنجایی‌که معمولاً در این نوع برج‌های خنک‌کننده از فن‌های سانتریفیوژ استفاده می‌شود، فشار استاتیکی بالاتری توسط فن اعمال می‌شود، که امکان ورود هوا به فن را از طریق مجرای مناسب فراهم می‌کند و اثر گردش مجدد را به حداقل می‌رساند. شکل ت-۳، آرایش معمولی این نوع از برج‌های خنک‌کننده را نشان می‌دهد.

ب- برج‌های خنک‌کننده جریان متقاطع و معکوس با کوران مکشی

جریان هوا در این نوع از برج‌های خنک‌کننده نیز به مشخصات فن و محدودیت‌های ایجاد شده توسط تجهیزات برج خنک‌کننده بستگی دارد. فن‌ها باید در مسیر جریان هوا پس از تجهیزات داخلی برج نصب شوند. شکل‌های ت-۴ تا ت-۹ طرح‌های نمونه از انواع مختلف این نوع برج خنک‌کننده

است. در برج‌های خنک‌کننده مکشی دایره‌ای و هشت‌ضلعی، مسئله تداخل باید به‌دقت بررسی شود تا با اتخاذ اقدامات پیش‌گیرانه بهینه شود.

ت-۳ برج خنک‌کننده کوران طبیعی همراه فن کمکی

این نوع برج خنک‌کننده ترکیبی از برج‌های خنک‌کننده کوران طبیعی و مکانیکی است که باید به‌درستی طراحی و انتخاب شود تا از مزایای زیر برخوردار شود:

الف- کمترین هزینه عملیاتی ممکن، به دلیل این که کوران فراهم‌شده با ارتفاع هواکش بدون توان ورودی به دست می‌آید؛ بنابراین هزینه عملیات کمتر است. با این حال ارزیابی هزینه و آنالیز هزینه‌های سرمایه‌ای، تعمیراتی و عملیاتی گاهی اوقات ثابت می‌کند که این نوع از برج خنک‌کننده اقتصادی‌ترین آن‌ها است؛

ب- یک برج خنک‌کننده با طراحی مناسب ممکن است فقط زمانی نیاز به استفاده از فن‌ها داشته باشد که دمای محیط بیش از یک مقدار محدود باشد؛

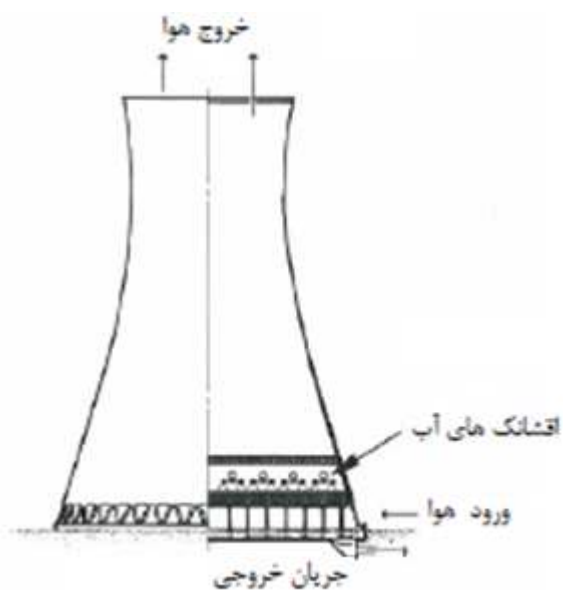
پ- در مکان‌هایی که توده بخار خروجی باید در کمترین حد ممکن این نوع از برج خنک‌کننده می‌تواند به‌عنوان یک راه‌حل مناسب در نظر گرفته شود. در شکل ت-۱۰ یک طرح نمونه از این نوع از برج خنک‌کننده نشان داده شده است.

ت-۴ برج‌های خنک‌کننده ساخته‌شده در محل

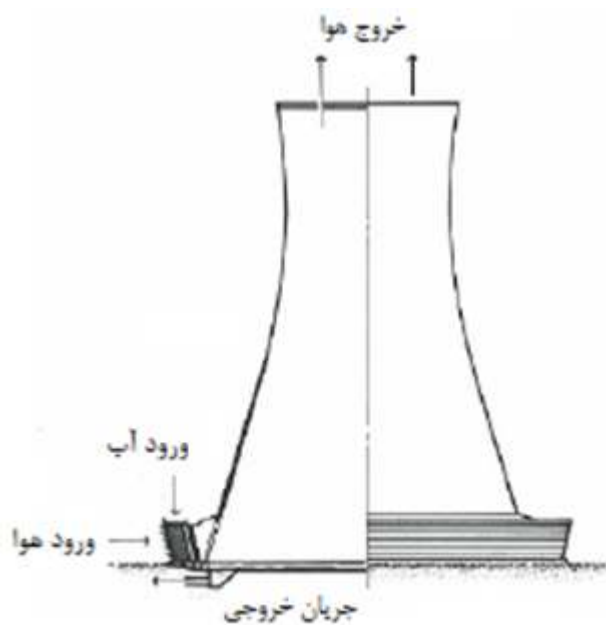
در این نوع از برج‌های خنک‌کننده بخش عمده فعالیت‌های ساخت در سایت انجام می‌شود. در همه برج‌های خنک‌کننده بزرگ و بسیاری از برج‌های کوچک‌تر پیش‌ساخته شده، قطعات علامت‌گذاری و برای مونتاژ نهایی به سایت منتقل می‌شوند. نظارت بر مونتاژ نهایی معمولاً توسط سازنده/ تأمین‌کننده و به درخواست خریدار صورت می‌پذیرد.

ت-۵ برج‌های خنک‌کننده مونتاژ در کارخانه

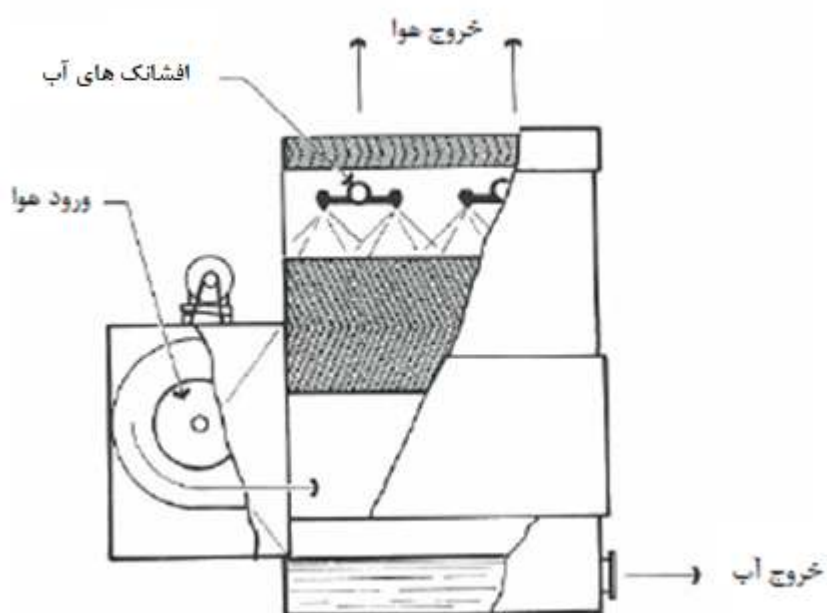
مونتاژ کامل این نوع از برج‌های خنک‌کننده در کارگاه سازنده انجام می‌شود، اما به علت محدودیت‌های ارسال کالا، برج‌های بزرگ‌تر به بخش‌های مختلف برای آسان‌سازی حمل‌ونقل (در صورت نیاز) تقسیم می‌شوند و سپس مجدداً در سایت سرهم‌بندی می‌گردند. برج‌های مونتاژ شده در کارخانه با عنوان برج‌های یکپارچه یا واحد نیز شناخته می‌شوند.



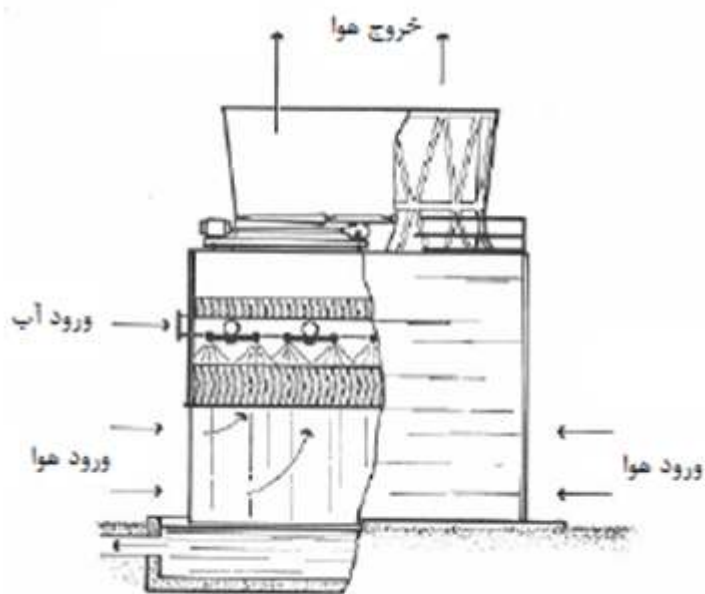
شکل ت-۱- برج خنک کننده جریان معکوس



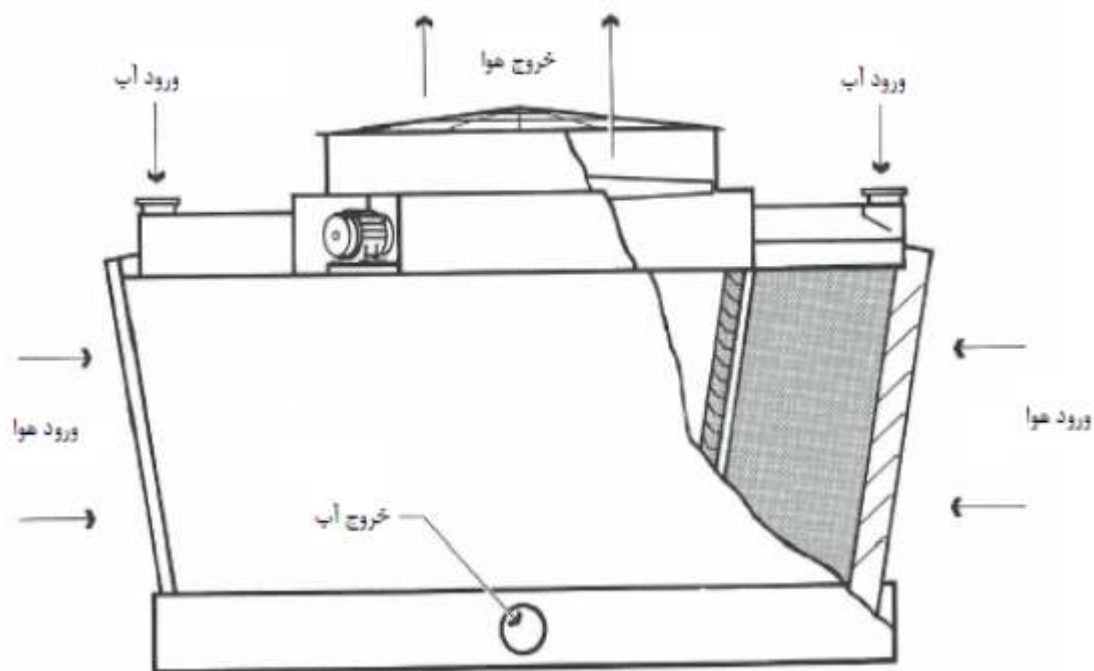
شکل ت-۲- برج خنک کننده جریان متقاطع



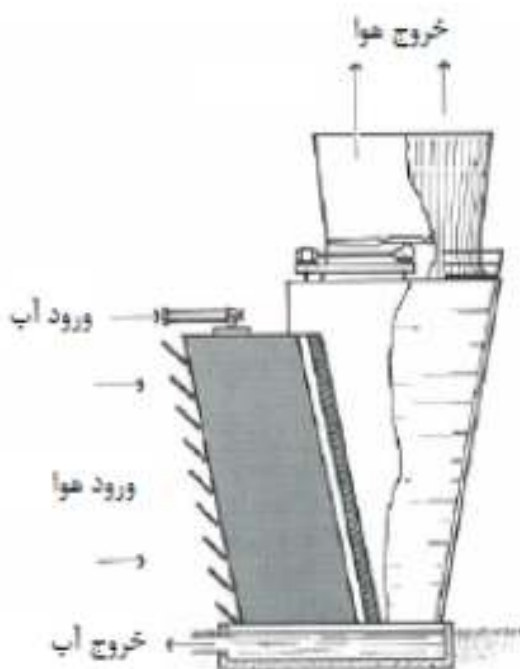
شکل ت-۳- برج خنک کننده جریان معکوس با کوران دمشی



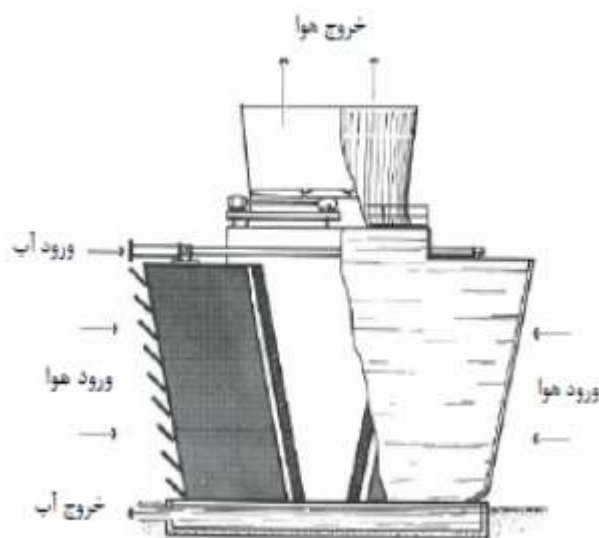
شکل ت-۴- برج خنک کننده جریان معکوس مکشی



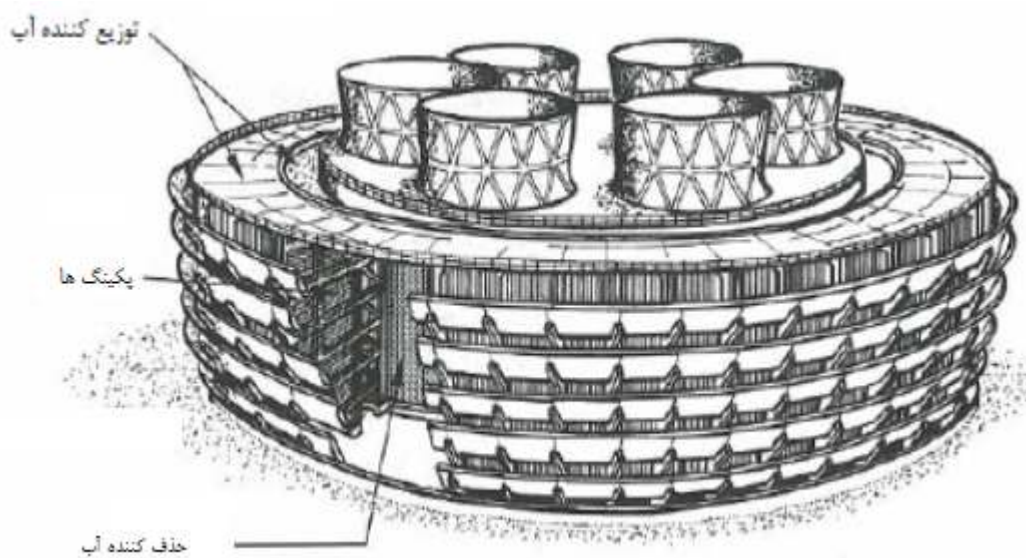
شکل ت-۵- برج خنک کننده جریان متقاطع مکشی



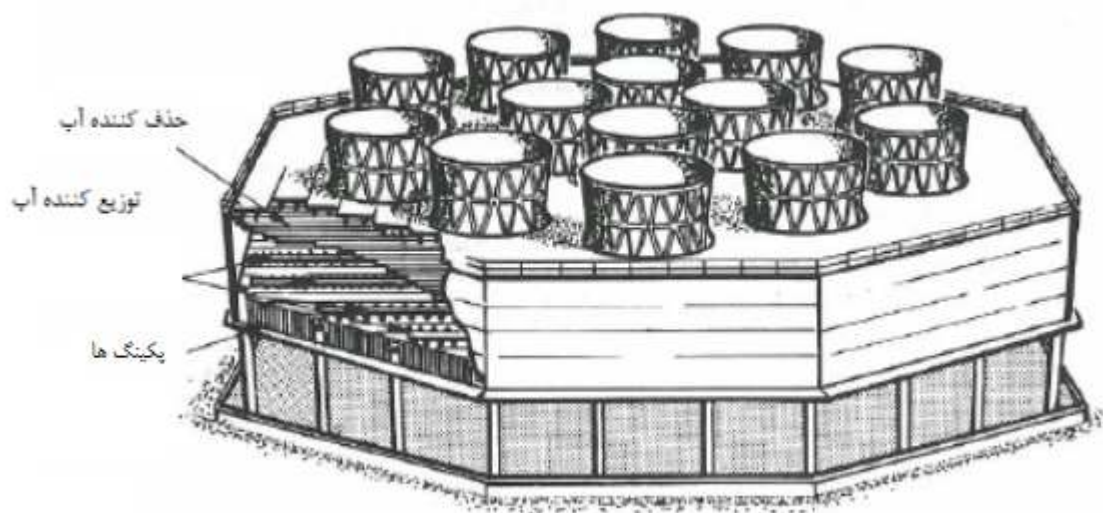
شکل ت-۶- برج خنک کننده جریان متقاطع مکشی تک جریانه
(ورودی هوا از یک طرف می باشد)



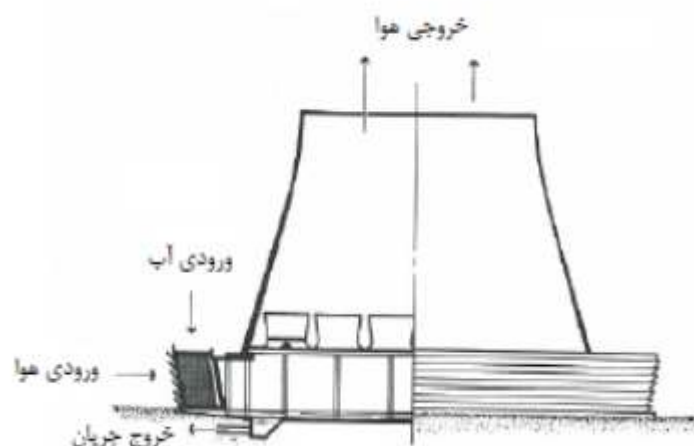
شکل ت-۷- برج خنک کننده جریان متقاطع مکشی جریان دوگانه
(ورودی هوا از دو طرف می باشد)



شکل ت-۸- برج خنک کننده جریان متقاطع مکشی دایره ای
(ورود هوا از تمام جهات با کمترین اثر بازگردش)



شکل ت-۹- برج خنک کننده جریان معکوس مکشی هشت ضلعی
(ورود هوا از هشت جهت با کمترین اثر بازگردش)



شکل ت-۱۰- برج خنک کننده با کوران طبیعی به کمک فن

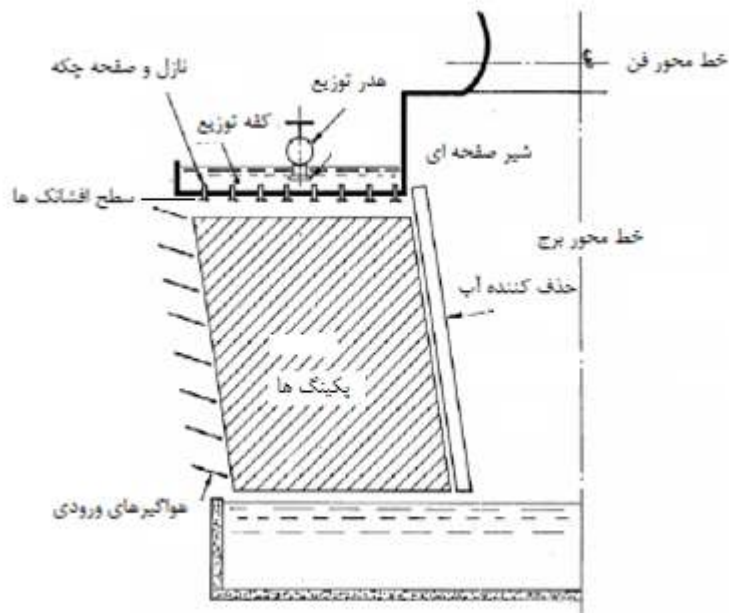
ت-۶ اثر ارتفاع از سطح دریا

ارتفاع از سطح دریا بر طراحی و انتخاب برج خنک کننده به دلیل تغییر در فشار هوای محیط که موجب تغییر میزان رطوبت و بر اثر آن میزان آنتالپی هوا که باعث تغییر در ظرفیت خنک سازی برج خنک کننده می شود، تأثیر گذار است.

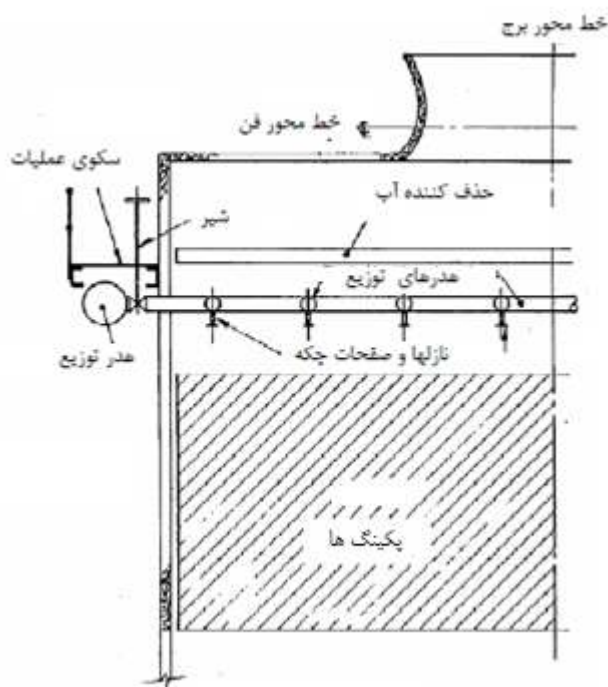
استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۱۴-۵ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

ت-۷ طرح‌های نمونه از سامانه‌های توزیع آب

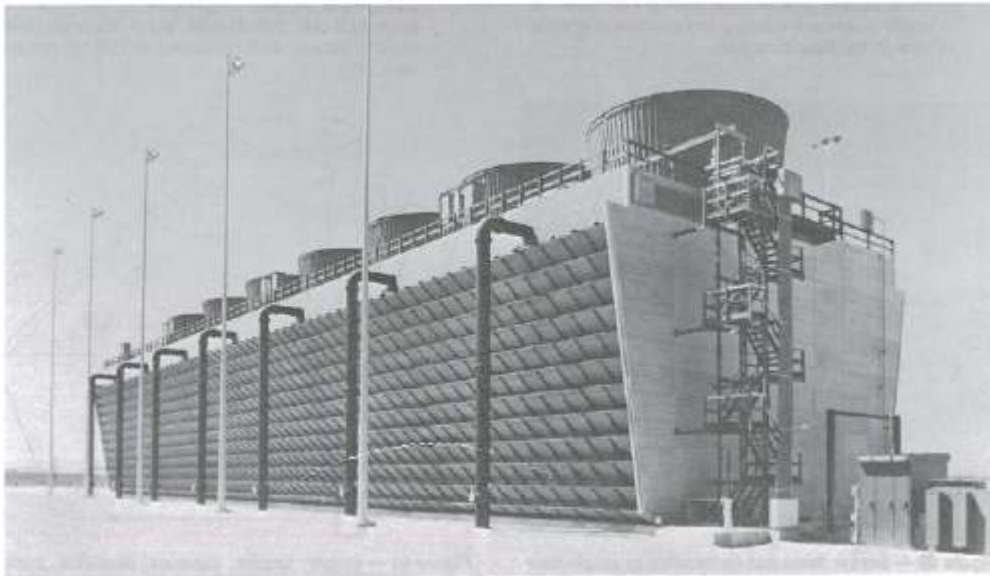
طرح‌های نمونه از سامانه‌های توزیع آب در شکل‌های ت-۱۱ تا ت-۱۶ نشان داده شده‌اند.



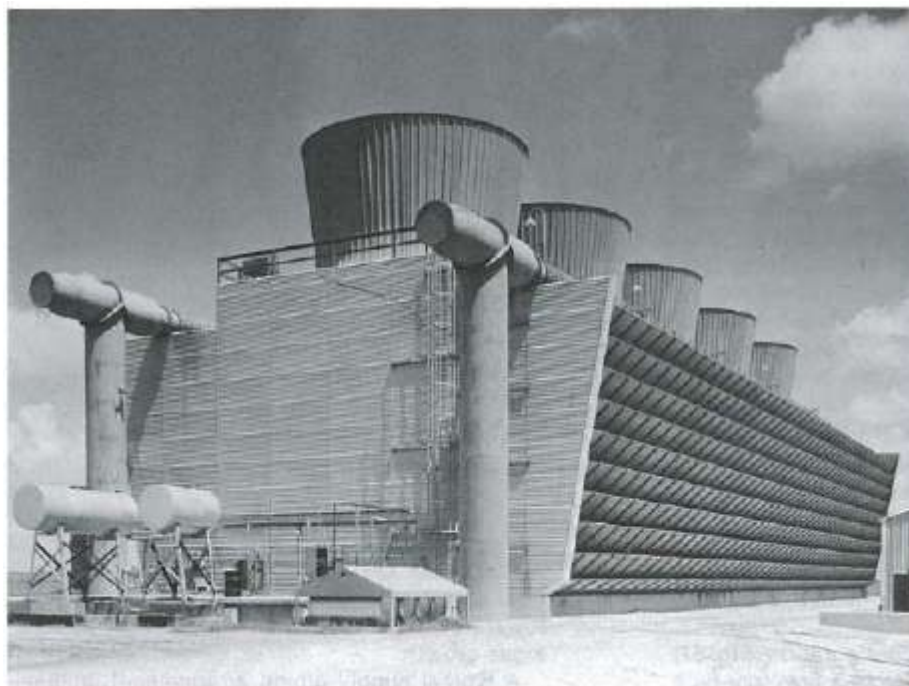
شکل ت-۱۱- سامانه توزیع آب برای برج‌های خنک‌کننده جریان متقاطع با کوران مکانیکی مکشی



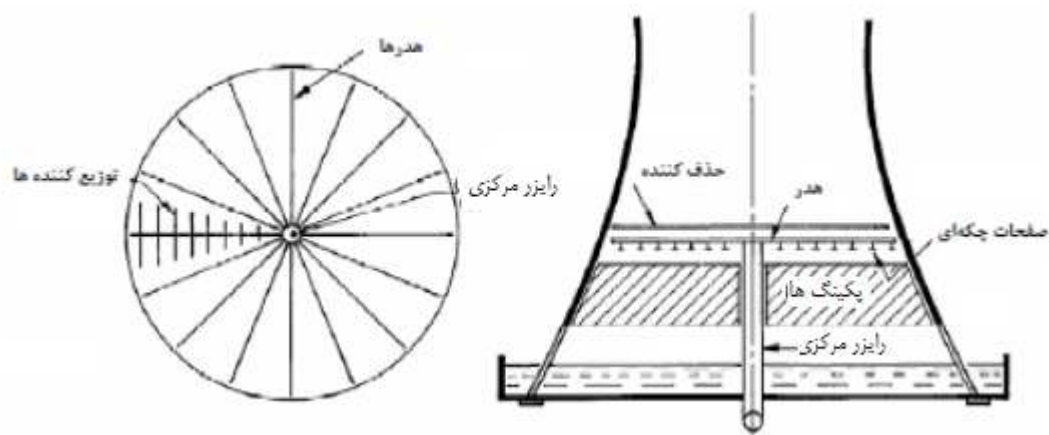
شکل ت-۱۲- سامانه توزیع آب برای برج‌های خنک‌کننده جریان معکوس با کوران مکانیکی مکشی



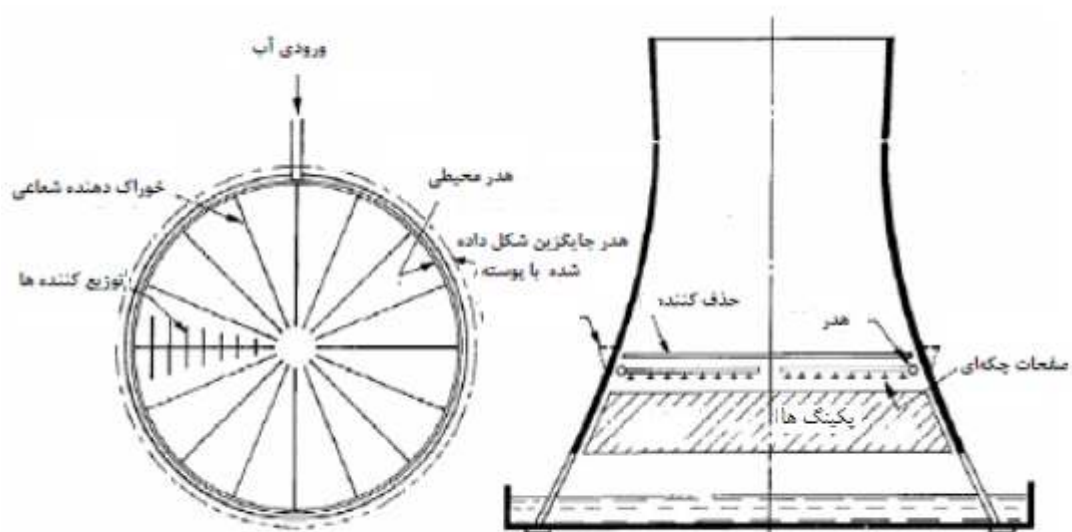
شکل ت-۱۳- برج هفت سلولی با رایزر اختصاصی



شکل ت-۱۴- برج پنج سلولی با رایزر مشترک



شکل ت-۱۵- برج خنک کننده با رایزر مرکزی و تقسیم شعاعی



شکل ت-۱۶- برج خنک کننده با هدر محیطی و تقسیم شعاعی

کتابنامه

- [1] NFPA 214, Standard on Water-cooling Towers
- [2] BS 4485-3: 1998, Water cooling towers - Code of practice for thermal and functional design
- [3] CTI Bulletin NCL-109, Nomenclature for industrial water cooling towers
- [4] IPS-E-SF-400, Engineering standard for industrial stairs, ladders, platforms and scaffolds