

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

راهنمای سریع طرح و اجرای تأسیسات مکانیکی

مؤلف:

مهندس داریوش هادی زاده



نشر نوآور

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور
مشخصات نشر
مشخصات ظاهری
شابک
وضعیت فهرست نویسی
موضوع
موضوع
رده بندی کنگره
رده بندی دیویی
شماره کتابشناسی ملی

: هادی زاده، داریوش، ۱۳۴۶ -
: راهنمای سریع طرح و اجرا تاسیسات مکانیکی / مولف داریوش هادی زاده.
: تهران : نوآور، ۱۳۹۱.
: ۳۷۲ص:، مصور، جدول : ۲۲×۲۹ س.م.
: ۸-۰۶۱-۱۶۸-۶۰۰-۹۷۸
: فیپا
: تاسیسات -- طرح و محاسبه
: تاسیسات -- طرح و ساختمان
: ۱۳۹۱ ۲/۲ ۶۰۲۱/۵ TH
: ۶۹۶
: ۲۷۰۰۶۹۵

راهنمای سریع طرح و اجرای تاسیسات مکانیکی

داریوش هادی زاده

نوآور

۱۰۰۰ نسخه

محمد رضا نصیرنیا

اول - ۱۳۹۲

۸-۰۶۱-۱۶۸-۶۰۰-۹۷۸

مؤلف:

ناشر:

شمارگان:

ناظر چاپ:

نوبت چاپ:

شابک:



نشر نوآور

قیمت: ۲۸۰۰۰ تومان

نمایشگاه دائمی و مرکز فروش:

نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخر رازی، خ شهدای ژاندارمری نرسیده به خ دانشگاه

ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶

۹۲-۹۱۹۴۸۴۶۴-۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸

www.noavarpub.com

حق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

فهرست مطالب

۵۸	منبع کویل‌دار آب (آب به آب).....	۷	مقدمه.....
۶۰	مبدل صفحه‌ای.....	۸	فلودیاگرام آب داغ.....
۶۲	منبع دو جداره.....	۱۰	موتورخانه.....
۶۳	پمپ برگشت مبدل آب گرم مصرفی.....	۱۲	آب و آب تغذیه.....
۶۴	فلودیاگرام سیستم تولید بخار.....	۱۴	دیگ چدنی.....
۶۶	لوله‌کشی بخار.....	۱۶	دیگ آب داغ (آتش در لوله).....
۶۸	دی‌آریتور (هوازدا).....	۱۸	دیگ بخار (آتش در لوله).....
۷۰	مخزن کندانسیت و چانه آن.....	۲۰	دیگ فولادی آب در لوله.....
۷۲	پمپ تغذیه دیگ بخار.....	۲۲	دیگ روغن داغ.....
۷۳	پمپ چگالیده (کندانسیت).....	۲۴	دیگ چگالشی.....
۷۴	مخزن کویل‌دار عمودی (ایستاده) بخار به آب.....	۲۶	مشعل سوخت مایع.....
۷۵	مبدل کویل‌دار افقی - بخار به آب.....	۲۸	مشعل‌های گازسوز.....
۷۶	مبدل لوله و پوسته‌ای.....	۳۰	دودکش‌ها.....
۷۸	لوله‌های سیاه فولادی.....	۳۲	دودکش‌های فلزی.....
۸۰	لوله‌های مسی.....	۳۴	دودکش غیرفلزی (مصلح ساختمانی).....
۸۲	لوله‌های پلی‌اتیلنی مشبک (PEX).....	۳۶	پمپ‌ها.....
۸۴	لوله پلی‌اتیلن با بالا (PE/RT).....	۳۸	الکتروپمپ سیر کولاتور.....
۸۶	لوله‌های پلی پروپیلن (PP).....	۴۰	پمپ‌های سانتریفوژ.....
۸۸	لوله‌های چند لایه پلی‌اتیلن مشبک (PEX/AL/PEX).....	۴۲	پمپ‌های آب‌رسانی.....
۸۹	لوله‌های چند لایه پلی‌اتیلن با بالا (PE-RT/AL/PE-RT).....	۴۴	پمپ خطی.....
۹۰	خیم‌های انبساطی.....	۴۶	موتورهای الکتریکی.....
۹۲	قطعه انبساطی.....	۴۸	منبع انبساط باز.....
۹۳	کلکتور.....	۵۰	منبع انبساط بسته.....
۹۴	تکیه‌گاه‌ها لوله‌های فلزی.....	۵۲	سیستم انبساط ترکیبی.....
۹۶	آویزهای رکابی قابل تنظیم.....	۵۴	جدا کننده هوا.....
۹۷	آویز گیره‌ای (برای لوله‌های فولادی افقی).....	۵۶	رادیا تورها.....
۹۸	آویز گیره‌ای (برای لوله‌های فولادی افقی عایق‌دار).....		سختی گیر رزینی.....
۹۹	آویز گیره‌ای (برای لوله‌های فولادی قائم).....		دی یونایزر.....

۱۵۰.....	آمونیاک.....	۱۰۰.....	آویز تسمه‌ای یک تکه (برای لوله‌های فولادی، بدون عایق).....
۱۵۲.....	ایرواشر.....	۱۰۱.....	کورپی (مخصوص لوله‌های فولادی افقی).....
۱۵۴.....	کولر آبی.....	۱۰۲.....	کورپی ثابت.....
۱۵۶.....	کولرهای گازی.....	۱۰۳.....	کورپی تسمه‌ای.....
۱۵۸.....	هوا و تعویض هوا.....	۱۰۴.....	تکیه‌گاه‌های لغزنده و ثابت.....
۱۶۰.....	فیلتراسیون هوا.....	۱۰۶.....	تله بخار.....
۱۶۱.....	بادزن‌های دیواری.....	۱۰۷.....	تله بخار مکانیکی.....
۱۶۲.....	هواساز.....	۱۰۸.....	تله بخار ترمودینامیکی.....
۱۶۴.....	یونیت هیتر.....	۱۰۹.....	تله بخار ترموستاتیکی.....
۱۶۶.....	فن‌کویل‌های زمینی.....	۱۱۰.....	بلودان و فلش تانک بخار.....
۱۶۸.....	بادزن‌های سانتریفوژ.....	۱۱۲.....	سوخت‌ها.....
۱۷۰.....	هود.....	۱۱۴.....	تأمین هوای احتراق.....
۱۷۱.....	هود سه طرفه.....	۱۱۶.....	مخزن سوخت روزانه.....
۱۷۲.....	طراحی کانال‌کشی.....	۱۱۸.....	مخازن سوخت مایع مدفون.....
۱۷۴.....	کانال توزیع هوا.....	۱۲۰.....	عایق‌های حرارتی.....
۱۷۶.....	دریچه‌های هوا.....	۱۲۲.....	فلودیاگرام سیستم تبرید.....
۱۷۸.....	پرده، هوا.....	۱۲۴.....	موتورخانه تبرید.....
۱۸۰.....	لوله‌کشی گاز $\frac{1}{4}$ Psig.....	۱۲۶.....	چیلر تراکمی کندانسور آبی.....
۱۸۲.....	کتنر گاز.....	۱۲۸.....	چیلر تراکمی کندانسور هوایی.....
۱۸۳.....	بخاری‌ها.....	۱۳۰.....	چیلر جذبی تک اثره.....
۱۸۴.....	پکیج گرمایشی.....	۱۳۲.....	چیلر جذبی دو اثره (بخار و آب داغ) - LiBr / H ₂ O.....
۱۸۶.....	آب گرم‌کن.....	۱۳۴.....	چیلر جذبی دو اثره شعله مستقیم.....
۱۸۸.....	شومینه.....	۱۳۶.....	برج خنک‌کن با مکش اجباری.....
۱۸۹.....	کوره هوای گرم.....	۱۳۸.....	برج خنک‌کن با مکش طبیعی.....
۱۹۰.....	پمپ حرارتی.....	۱۳۹.....	پمپ برج و پمپ چیلر.....
۱۹۲.....	آب آشامیدنی.....	۱۴۰.....	منبع انبساط سیستم تبرید.....
۱۹۴.....	کتور آب.....	۱۴۱.....	لیتیوم بروماید.....
۱۹۶.....	فیلتر ذغال فعال.....	۱۴۲.....	میردها.....
۱۹۸.....	فیلتر شنی.....	۱۴۴.....	فریون ۲۲ (R-22).....
۲۰۰.....	دستگاه اسمز معکوس.....	۱۴۶.....	فریون ۱۳۴a (R-134a).....
		۱۴۸.....	فریون ۴۰۷.....

۲۴۸	کمپرسورخانه	۲۰۲	ضد عفونی کننده های آب
۲۵۰	کمپرسورهای هوا	۲۰۴	دستگاه تصفیه آب خانگی
۲۵۲	فلودیاگرام هوای فشرده	۲۰۵	منبع تحت فشار آب رسانی
۲۵۳	هوا خشک کن ها	۲۰۶	بوستر پمپ آب رسانی
۲۵۴	مخازن ذخیره هوا	۲۰۸	منبع هوایی
۲۵۵	لوله کشی هوای فشرده	۲۰۹	آب رسانی ساختمان های بلند
۲۵۶	فیلترهای هوای فشرده	۲۱۰	مخزن ذخیره آب آشامیدنی
۲۵۷	افتر کولر	۲۱۲	حمام (دوش و وان)
۲۵۸	دکتورهای اطفاء حریق	۲۱۴	دستشویی
۲۶۰	اسپرینکرها	۲۱۵	سینک آشپزخانه
۲۶۲	شیر کشویی	۲۱۶	توالت شرقی
۲۶۴	شیر بشقابی (کف فلزی)	۲۱۸	توالت فرنگی
۲۶۶	شیرهای کروی	۲۱۹	چاه جذبی
۲۶۷	شیر یکطرفه	۲۲۰	سپتیک تانک
۲۶۸	شیرهای موتوری دو راهه	۲۲۲	سیفون لوازم بهداشتی
۲۶۹	شیرهای موتوری سه راهه	۲۲۴	لوله کشی فاضلاب
۲۷۰	شیرهای کاهنده فشار و تنظیم	۲۲۶	هواکش فاضلاب
۲۷۲	صافی	۲۲۸	هواکش تر
۲۷۴	شیر اطمینان	۲۲۹	هواکش مداری
۲۷۵	فشار سنج	۲۳۰	لوله کشی آب باران
۲۷۶	دماسنج	۲۳۲	استخر آب گرم (کلیات)
۲۷۸	ترموستات	۲۳۴	طراحی استخر آب گرم
۲۷۹	کلید کنترل فشار (پرشر سوئیچ)	۲۳۶	فلودیاگرام استخر آب گرم
۲۸۰	گرمایش کفی	۲۳۸	تجهیزات و تأسیسات استخر آب گرم
۲۸۲	لوله پیتوت	۲۴۰	جکوزی (حوض آب چرخان)
۲۸۳	توانال های تأسیساتی	۲۴۲	آسانسور (کلیات و مقررات)
۲۸۴	چاهک آدمرو (منهول)	۲۴۴	موتورخانه و چاه آسانسور
		۲۴۶	هوا و هوای فشرده

تقدیم به
همسر و فرزندانم که همواره مشوق من بوده‌اند.

www.ketab.ir

مقدمه

کتاب راهنمای سریع طرح و اجرای تأسیسات مکانیکی به منظور فراهم آمدن مجموعه‌ای نسبتاً کامل جهت دستیابی به اطلاعات مربوط به تأسیسات مکانیکی و مطالب مرتبط با آن است. در این کتاب سعی شده است به موضوعات مختلفی که در تأسیسات کاربرد بیشتری دارند پرداخته شود و مشتمل بر بیش از ۱۶۰ موضوع می‌باشد که شامل سیستم‌های حرارتی، برودتی، بخار، آب‌رسانی، هوارسانی، فاضلاب و... می‌باشد. حتی‌الامکان تلاش شده است که کلیه اطلاعات لازم پیرامون موضوع مطرح شده، آورده شود علاوه بر این نمودارها، جداول و شکل‌های مختلف و متنوعی برای هر مورد آورده شده است که به کاربر کمک بیشتری جهت استفاده بهتر می‌کند. این کتاب هم جنبه آموزشی دارد و هم به موضوع طراحی و محاسبات و نصب و اجراء و مقررات پرداخته است مطالب این کتاب در حد ممکن منطبق بر مقررات ملی ساختمان (مباحث ۲۱ گانه) و نشریات ۱- ۱۲۸ تا ۱- ۱۲۶ و نشریه ۱۷۲ می‌باشد. موضوعات در قالب دو صفحه و بعضاً یک صفحه آورده شده است. موضوعات دو صفحه‌ای، صفحه سمت راست عمده‌تاً به شرح عملکرد، محاسبات، نکات اجرایی و مواردی مانند آن اختصاص یافته و در صفحه مقابل تصویر، شکل شماتیک، نمودار و یا جدول آورده شده است. در اینجا لازم می‌دانم از تلاش مدیریت محترم انتشارات نوآور جناب آقای مهندس علیرضا نصیری و کادر فنی آن‌ها از جمله سرکار خانم بیگلی و خانم رسولی که در ویرایش‌های این کتاب زحمات زیادی را متحمل شده‌اند تشکر فراوان نمایم. از آنجایی که هیچ اثری خالی از اشکال نیست مؤلف از هرگونه انتقاد و پیشنهادی پیرامون مطالب کتاب جهت پربارتر کردن آن استقبال می‌کند.

فلودیاگرام آب داغ

همانطوریکه از فلودیاگرام مشاهده می‌شود ابتدائاً آب خام ورودی وارد دستگاه سختی گیر شده و پس از آنکه سختی آن بصورت تبادل یونی توسط سختی گیر گرفته شد، وارد منبع انبساط می‌شود (بهتر است یک کنتور آب در ورودی آب به سختی گیر نصب شود تا مقدار آب تغذیه سیستم مشاهده شود). آب‌گیری سیستم و کمبود آب توسط منبع انبساط باز انجام می‌شود. آبی که وارد دیگ شده توسط حرارت مشعل گرم شده و دمای آن افزایش (دمای مناسب در سیستم‌های دما پایین ۱۸۰ °F) می‌یابد سپس وارد کلکتور آب گرم رفت می‌شود آنگاه توسط پمپ سیرکولاسیون (اگر طول لوله کشی سیستم به قدر کافی طولانی باشد پمپ را در رفت قرار می‌دهیم) جهت انتقال به رادیاتور ها (فن کویلها) پمپاژ می‌شود از آنجاییکه معمولاً مبدل آبگرم مصرفی در موتورخانه و نزدیک دیگ است بنابراین طول لوله کشی آن کمتر بوده و طبیعتاً افت فشار آن از افت فشار مسیر رادیاتورها (یا فن کویلها و...) کمتر خواهد بود بنابراین بهتر است پمپ مسیر رادیاتورها و پمپ مبدل را جداگانه محاسبه و انتخاب کنیم. این موضوع منجر به کاهش توان مصرفی پمپها خواهد شد و در ضمن در تابستان که دیگ باید آبگرم مصرفی را تامین نماید، فقط پمپ مربوطه روشن است و پمپ مسیر رادیاتورها خاموش. پس از تبادل حرارت آب داغ سیرکولاسیون با محیط مجدداً به داخل دیگ (در سیستم‌های دما پایین با دمای ۱۶۰° F) برگشته و گرم می‌شود و سبک‌ل به همین ترتیب ادامه می‌یابد جهت جلوگیری از یخزدن آب منبع انبساط باز، در فصول سرد، لوله دومی متصل به منبع انبساط در نظر می‌گیرند که به کلکتور برگشت دیگ متصل می‌شود! جهت کنترل دمای آب درون دیگ از ترموستاتی که روی آن است بهره می‌برند و ترموستات فرمان خاموشی مشعل (در مشعلهای ON/OFF) و یا کم و زیاد شدن شعله را (در مشعلهای مدولار) می‌دهد. برای کنترل دمای آب گرم مصرفی پمپ مبدل از ترموستاتی که روی لوله خروجی آب گرم مصرفی متصل شده فرمان می‌گیرند و اگر دما از یک مقدار تعیین شده‌ای بیشتر شد (معمولاً ۱۵۰ °F) فرمان خاموش شدن پمپها را می‌دهد، (البته بجای اینکار می‌توان از پمپهای دور متغیر نیز استفاده کرد که در اینحالت بجای ترموستات از مبدل فرکانس، منبع تغذیه و ترانس‌دیوسر دما استفاده می‌شود. با فرمان ترانس‌دیوسر و با تغییر دبی خروجی می‌توان دمای ثابتی داشت و یا اینکه از شیرهای سه راهه موتوری بهره برد (نوع مخلوط کننده) که روی لوله برگشت آب داغ می‌باشد و هنگامیکه دمای آب افزایش یافت فرمان باز شدن مسیر بسته شیر را داده و بدینصورت آب داغ بجای اینکه وارد مبدل شود بای پس شده و وارد دیگ می‌شود) اگر طول لوله توزیع آب گرم مصرفی زیاد باشد (طبق مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان بیش از ۱۰۰ فوت) بدلیل اینکه در مواقعی که استفاده آب گرم مصرفی کم است آب درون این لوله بتدریج سرد شود بنا براین برای جلوگیری از اتلاف حرارتی و برای کنترل دمای آب یک لوله بنام لوله برگشت آب گرم مصرفی با پمپ خطی جهت سیرکولاسیون آب تعبیه می‌کنیم برای کنترل دما یک ترموستات روی این لوله قرار می‌دهیم تا هر موقع دمای آن کاهش یافت به پمپ فرمان داده و آب را به گردش در آورد.

ظرفیت دیگ‌های آب داغ را عموماً با کیلوکالری بر ساعت یا بی تی یو بر ساعت نمایش می‌دهند و این ظرفیت تلفات و بارهای حرارتی فضایی است که قرار است گرم شود و شامل نرخ انتقال حرارت از جداره‌های خارجی، نفوذ هوای بیرون و آب گرم مصرفی می‌باشد. بصورت خلاصه محاسبات دستگاه‌ها را از فرمول‌های ذیل محاسبه می‌کنیم لازم به ذکر است که توضیحات مبسوط‌تر در قسمت‌های مربوطه آمده است.

- در سیستم‌های گرمایشی بار حرارتی دیگ، تلفات حرارتی ساختمان و آب گرم مصرفی بوده که بصورت سرانگشتی برای مناطق معتدل از رابطه روبرو محاسبه می‌شود:

$$Q \left(\frac{\text{Btu}}{h} \right) = A (m^2) \times 5000 + N \times 20000$$

$$\text{grain} = \frac{\text{gpm} \times \text{TH} \times t}{17.1}, \quad V_R (ft^3) = \frac{\text{grain}}{B}, \quad V_{w.s} = 1.75 V_R$$

- محاسبه ظرفیت سختی گیر و حجم رزین و حجم سختی گیر

$$V_{O.EX.T} = 2 \left(\frac{\rho_C}{\rho_H} - 1 \right) \times V_{STS} \quad \text{یا} \quad V_{O.EX.T} = \frac{Q \left(\frac{\text{Btu}}{h} \right)}{4000} \times 1.5, \quad D_S (mm) = 15 + 1.5 \sqrt{\frac{Q \left(\frac{\text{Btu}}{h} \right)}{4000}}, \quad D_R (mm) = 15 + \sqrt{\frac{Q \left(\frac{\text{Btu}}{h} \right)}{4000}}$$

- محاسبه حجم منبع انبساط و لوله‌های رفت و برگشت

$$\dot{V} (\text{gpm}) = \frac{Q \left(\frac{\text{Btu}}{h} \right)}{10000}, \quad H (ft) = 0.75 L + H_R + H_B + H_C, \quad HP = \frac{\dot{V} (\text{gpm}) \times H (ft)}{2.46 \times \eta_p \times \eta_m}$$

- محاسبه دبی و هد و توان پمپ سیرکولاتور

$$D (\text{inch}) = 0.118 \times \left[\dot{V} (\text{gpm}) \right]^{0.75}$$

- محاسبه قطر لوله‌های گرمایشی (لوله فولادی)

$$Q_{H.W.G} \left(\frac{\text{Btu}}{h} \right) = 20000, \quad V_{H.W.G} (\text{gal}) \approx 30 \times N$$

- محاسبه بار حرارتی مبدل آب گرم مصرفی و حجم آن

$$V_{D.F.T} (li) = \frac{Q \left(\frac{\text{Btu}}{h} \right)}{L_F} \times A \times H$$

- محاسبه حجم مخزن سوخت مایع روزانه

در فرمول‌های فوق Q , $Q_{H.W.G}$, gpm , TH , grain , V_R , B , $V_{w.s}$, $V_{O.EX.T}$, ρ_C , ρ_H , V_{sys} , D_S , D_R , $\dot{V}$, L , H , H_R , H_B , H_C , HP , η_m , η_p , D , $V_{H.W.G}$, L_F و A , $V_{D.F.T}$ به ترتیب ظرفیت حرارتی دیگ، بار حرارتی مبدل آب گرم مصرفی، دبی آب تغذیه، سختی کل بر حسب ppm، مقدار سختی آب بر حسب گرین، حجم رزین بر حسب فوت مکعب، ظرفیت رزین به گرین بر فوت مکعب، حجم سختی گیر، حجم منبع انبساط باز، چگالی آب در حالت شارژ (آب سرد)، چگالی آب داغ، حجم آب درون سیستم، قطر لوله رفت منبع انبساط، قطر لوله برگشت منبع انبساط، دبی پمپ سیرکولاسیون، هد پمپ، طول دورترین مسیر لوله‌کشی، افت فشار رادیاتور، افت فشار دیگ، افت فشار کلکتور، توان مصرفی پمپ، راندمان پمپ، راندمان موتور، قطر لوله، حجم مبدل آب گرم مصرفی، ارزش حرارتی سوخت، ضریب اتصال (درصدی از ساعت که مشعل روشن است)، حجم مخزن، روزانه سوخت، تعداد ساعتی که سیستم روشن است.