سیستم‌های هیدرونیکی مدرن برای ساختمان‌های مسکونی و تجاری

اصول اولیه طراحی و اجرای تأسیسات گرمایشی با تمرکز بر سیستم‌های جدید موجود در ایران

قابل استفاده مهندسین و دست‌اندرکاران تاسیسات گرمایشی ساختمان و دانشجویان مهندسی مکانیک

دارای بیش از ۶۰۰ شکل و نمودار برای درک کامل مطالب و شامل بیش از ۹۰ مثال حل شده

مترجمان:
رامین احسانی
هادی بایست
قاسم اندیکلائی

سرشناسه: John Siegenthaler, P.E.–
عنوان و نام‌پدیدآور: سیستم‌های هیدرونیکی مدرن برای ساختمان‌های مسکونی و تجاری / مترجمان: رامین احسانی، هادی بایست، قاسم اندیکلائی
مشخصات نشر: تهران، نوآور، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری: ۴۳۴ص.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۱۴-۶
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
شناسه‌افزوده: احسانی، رامین –
شناسه افزوده: بایست، هادی –
شناسه افزوده: اندیکلائی، قاسم –
شماره کتابشناسی ملی: ۸۷۰۲۷۴۳

سیستم‌های هیدرونیکی مدرن برای ساختمان‌های مسکونی و تجاری

مترجمان: رامین احسانی، هادی بایست، قاسم اندیکلائی

ناشر: نوآور

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

شابک:۶ـ۶۱۴ـ۱۶۸ ـ ۶۰۰ ـ۹۷۸

نشرنوآور

مرکز پخش:

نـوآور، تهران، خیابان انقـلاب، خیـــابان فخـــررازی، خیـــابان شهـــدای ژانـدارمـری نـرسیده به خیابان دانشـگاه سـاختمان ایرانیـان، پـلاک ۵۸، طبقـــه اول، واحـــد ۳ تلفـــن: ۹۲ـــ ۶۶۴۸۴۱۹۱، www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر ایـن کتـاب مطـابق بـا قـانون حقـوق مؤلفـان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشـر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کـل یـا قسـمتی از ایـن کتـاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشـر الکترونیکـی، هـر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایـل صـوتی یـا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

www.noavarpub.com ***Splus.ir/noavarpub*** ***Eitaa.ir/noavarpub*** ***https://telegram.me/noavarpub***

فـهرست مطالب

پیشگفتار ۹

فصل اول / مفاهیم اصلی ۱۱

۱-۱ سیستم گرمایشی هیدرونیک چیست؟ ۱۱
۱-۲ مزایای گرمایش هیدرونیکی ۱۲
آسایش ۱۲
صرفه‌جویی انرژی ۱۳
انعطاف‌پذیری در طراحی ۱۳
بهره‌برداری پاک ۱۵
بهره‌برداری بی‌صدا ۱۵
نصب غیرمداخله‌ای ۱۵
۱-۳ حرارت و انتقال حرارت ۱۷
سه روش انتقال حرارت ۱۸
تعادل حرارتی ۲۱
۱-۴ چهار زیرسیستم اصلی هیدرونیکی ۲۱
حلقه اصلی ۲۲
کنترل‌کننده‌های دما ۲۲
مخزن انبساط ۲۳
شیر اطمینان ۲۳
سیستم تغذیه آب ۲۴
شیر یکطرفه ۲۵
ایرسپراتور ۲۵
۱-۵ اهمیت طراحی سیستم ۲۵

فصل دوم / تخمین بارهای حرارتی ۲۷

۲-۱ مقدمه ۲۷
۲-۲ تعریف بار حرارتی طراحی ۲۷
بار حرارتی ساختمان و بار حرارتی اتاق ۲۷
۲-۳ اتلاف‌های حرارتی به روش هدایت ۲۸
مقاومت حرارتی یک ماده ۲۹
مقدار کلی مقاومت حرارتی برای یک مجموعه ۳۰
مقاومت فیلم هوا ۳۰
اثر چهارچوب‌ها ۳۱
۲-۴ اتلاف حرارتی از فونداسیون ۳۳
اتلاف‌های حرارتی از طریق دیواره‌های زیرزمین ۳۴
افت حرارتی از کف زیرزمین ۳۶
اتلاف حرارت از طریق کف دال روی سطح تراز ۳۶
اتلاف حرارتی از طریق پنجره‌ها، درب‌ها و نورگیرهای سقف ۳۸
محیط حرارتی یک ساختمان ۳۸
۲-۵ اتلاف‌های حرارتی در اثر نفوذ هوا ۳۹
تخمین اتلاف حرارتی ناشی از نفوذ هوا ۳۹
۲-۶ اتلاف حرارتی کل ۴۰
۲-۷ مثالی از تخمین بار حرارتی ۴۱
تعیین مقاومت حرارتی کل سطوح محیط حرارتی ۴۲
محاسبات اتاق به اتاق ۴۴
بار حرارتی کل ساختمان ۴۴

فصل سوم / منابع حرارتی هیدرونیکی ۴۷

۳-۱ مقدمه ۴۷
۳-۲ دسته‌بندی منابع حرارتی هیدرونیک ۴۷
۳-۳ طراحی بویلرهای متداول با سوخت گاز و سوخت مایع ۴۷
بویلرهای چدنی چندتکه ۴۷
بویلرهای فولادی فایرتیوب ۴۹
بویلرهای مسی واترتیوب ۵۰
مجموعه‌های ترکیبی بویلر/مخزن آب گرم بهداشتی ۵۱
سایر انواع بویلرها ۵۲
۳-۴ بویلرهای متداول درمقابل بویلرهای چگالشی ۵۴
بویلرهای چگالشی ۵۶
بویلرهای چگالشی تدریجی ۵۷
خنثی‌سازی کندانس ۵۸
۳-۵ مخزن آب گرم بهداشتی به‌عنوان منبع حرارت هیدرونیکی ... ۵۹
۳-۶ سیستم‌های دودکش با تخلیه اجباری ۶۰
سیستم احتراق ایزوله/تخلیه مستقیم ۶۱
۳-۷ الزامات تأمین هوای احتراق ۶۲
۳-۸ ظرفیت حرارتی بویلر ۶۴
۳-۹ راندمان بویلرهای با سوخت گاز و سوخت مایع ۶۵
راندمان حالت پایدار ۶۵
راندمان احتراق ۶۶
راندمان دوره کاری ۶۶
راندمان مصرف سالانه سوخت ۶۸
راندمان بویلرهای چگالشی تدریجی ۶۸

فصل چهارم / ویژگی‌های آب ۷۰

۴-۱ مقدمه ۷۰
۴-۲ حرارت محسوس و حرارت نهان ۷۰
۴-۳ حرارت مخصوص و ظرفیت حرارتی ۷۰
۴-۴ چگالی ۷۲
۴-۵ معادله حرارت محسوس ۷۲
۴-۶ معادله نرخ انتقال حرارت مخصوص ۷۳
۴-۷ فشار بخار و نقطه جوش ۷۵
۴-۸ ویسکوزیته ۷۶
۴-۹ هوای محلول در آب ۷۶
۴-۱۰ تراکم‌ناپذیری ۷۷

فصل پنجم / لوله‌ها، اتصالات و شیرآلات ۷۹
۵-۱ مقدمه ۷۹
۵-۲ جنس لوله‌ها ۷۹
لوله مسی ۷۹
تکیه‌گاه برای لوله‌های مسی ۸۰
لحیم‌کاری لوله مسی ۸۳
روند لحیم‌کاری ۸۳
اتصال مکانیکی لوله‌های مسی ۸۹
لوله‌های ***PEX*** ۹۱
لوله‌های ترکیبی ***PEX − AL − PEX*** ۹۲
لوله‌های پروپیلن تقویت‌شده ***(PP − R)*** ۹۵
نفوذ اکسیژن ۹۸
۵-۳ اتصالات عمومی لوله‌کشی ۹۸
نام‌گذاری اتصالات ۱۰۰
۵-۴ اتصالات مخصوص سیستم‌های هیدرونیکی ۱۰۱
سه‌راهی قرنیزی ۱۰۱
سه‌راهی انشعابی ۱۰۱
مهره‌های عایق الکتریکی ۱۰۳
۵-۵ انبساط حرارتی لوله‌ها ۱۰۴
۵-۶ شیرآلات متداول ۱۰۶
شیر دروازه‌ای ۱۰۶
شیر بشقابی ۱۰۷
شیر زانویی ۱۰۸
شیر توپی ۱۰۹
شیر یک‌طرفه ۱۱۰
۵-۷ شیرآلات مخصوص کاربری‌های هیدرونیکی ۱۱۱
شیر آب تغذیه ۱۱۱
شیرهای تخلیه هوا ۱۱۳
شیر جلوگیری از برگشت جریان ۱۱۴
شیر اطمینان فشار ۱۱۴
شیر یک‌طرفه ۱۱۵
شیرهای رادیاتوری ترموستاتیک ۱۱۶
شیرهای اختلاطی ۱۲۰
شیر اختلاطی سه‌راهه موتوری ۱۲۰
شیر اختلاطی چهارراهه موتوری ۱۲۲
شیر اختلاطی سه‌راهه ترموستاتیک ۱۲۵
شیر دوراهه ترموستاتیکی ۱۲۶
شیر ناحیه‌بندی ۱۲۷
شیر انشعابی سه‌راهه ۱۲۹
شیر کنارگذر اختلاف فشاری ۱۳۱
شیر متعادل‌سازی ۱۳۲
شیر قفل‌کن ۱۳۳
۵-۸ علائم نمایشی اجزای لوله‌کشی ۱۳۴
۵-۹ توصیه‌هایی در ارتباط با نصب سیستم لوله‌کشی ۱۳۵

فصل ششم / جریان سیال در لوله‌کشی‌ها ۱۳۶
۶-۱ مقدمه ۱۳۶
۶-۲- اصول اولیه مکانیک سیالات ۱۳۶
سیال چیست؟ ۱۳۶
دبی جریان ۱۳۶
سرعت جریان ۱۳۷
فشار استاتیک یک مایع ۱۳۸
هد یک سیال ۱۴۱
رابطه میان هد و تغییر فشار ۱۴۲
افت هد در اثر اصطکاک ناشی از ویسکوزیته ۱۴۳
حلقه‌های لوله‌کشی پر از سیال ۱۴۴
دسته‌بندی جریان‌ها ۱۴۴
عدد رینولدز ۱۴۵
۶-۳ تحلیل جریان سیال در لوله‌های صاف ۱۴۶
تشابه میان جریان سیال و جریان الکتریسیته ۱۴۶
مدل الکتریکی ۱۴۶
مدل لوله‌کشی ۱۴۷
محاسبه مقاومت هیدرولیکی ۱۴۸
استفاده از منحنی‌های افت فشار ۱۵۰
۶-۴ مقاومت هیدرولیکی اتصالات، شیرآلات و سایر وسایل ۱۵۲
۶-۵ منحنی افت هد سیستم ۱۵۴
۶-۶ تبیین اجزای سیستم لوله‌کشی به‌صورت مقاومت‌های سری ۱۵۵
مقاومت معادل اجزای سری ۱۵۶
مسیرهای لوله‌کشی حاوی اندازه‌های متفاوت از قطر لوله ۱۵۸
۶-۷ مقاومت‌های هیدرولیکی موازی ۱۵۸
۶-۸ ساده‌سازی سیستم‌های لوله‌کشی پیچیده ۱۶۲
۶-۹ ملاحظات تعیین اندازه لوله‌ها ۱۶۵
سرعت جریان ۱۶۵
خوردگی فرسایشی ۱۶۵
هزینه بهره‌برداری ۱۶۵
انتخاب اندازه لوله ۱۶۷

فصل هفتم / پمپ‌های هیدرونیکی ۱۶۹
۷-۱ مقدمه ۱۶۹
۷-۲ پمپ در سیستم‌های هیدرونیکی ۱۶۹
پمپ‌های روتور–مرطوب ۱۷۱
پمپ‌های سه‌تکه ۱۷۲
پمپ‌های دوتکه ۱۷۲
ملاحظات استقرار پمپ ۱۷۳
متصل ساختن پمپ به لوله‌کشی ۱۷۴
۷-۳ محل استقرار پمپ در سیستم ۱۷۵
۷-۴ کارایی پمپ ۱۷۸
تعریف هد پمپ ۱۷۸
تبدیل هد و اختلاف فشار ۱۷۹

منحنی‌های عملکرد پمپ ۱۸۰
نقطه کاربری یک مدار هیدرونیکی ۱۸۱
مقایسه پمپ‌های با هد بالا و پمپ‌های با هد پایین ۱۸۳
پمپ‌های چندسرعته ۱۸۴
آرایش سری پمپ‌ها ۱۸۵
آرایش موازی پمپ‌ها ۱۸۶
۷-۵ روش‌های تحلیلی برای ارزیابی عملکرد پمپ ۱۸۸
روش تحلیلی برای یافتن نقطه بهره‌برداری ۱۸۸
۷-۶ راندمان پمپ ۱۹۰
راندمان برق به آب یک پمپ ۱۹۱
۷-۷ هزینه بهره‌برداری از پمپ ۱۹۲
۷-۸ کاویتاسیون ۱۹۳
هد مکشی مثبت خالص در دسترس ۱۹۴
هد مکشی مثبت خالص مورد نیاز ۱۹۵
کاویتاسیون گازی ۱۹۶
رهنمون‌هایی برای جلوگیری از وقوع کاویتاسیون ۱۹۷
اصلاح کاویتاسیون موجود ۱۹۷
۷-۹ انتخاب پمپ ۱۹۸

فصل هشتم / پخش‌کننده‌های حرارت ۲۰۰
۸-۱ مقدمه ۲۰۰
۸-۲ دسته‌بندی پخش‌کننده‌های حرارت ۲۰۰
۸-۳ کانوکتورهای قرنیزی فین‌دار ۲۰۰
ملاحظات جانمایی ۲۰۲
نصب کانوکتورهای قرنیزی ۲۰۳
۸-۴ ظرفیت‌ها و عملکرد حرارتی قرنیزهای لوله فین‌دار ۲۰۴
مدل تحلیلی برای ظرفیت حرارتی کانوکتورهای قرنیزی ۲۰۵
۸-۵ تعیین اندازه کانوکتورهای قرنیزی فین‌دار ۲۰۶
کانوکتورهای قرنیزی موازی ۲۰۹
تعیین اندازه کانوکتورهای قرنیزی موازی ۲۱۰
۸-۶ فن‌کویل‌های هیدرونیکی ۲۱۱
مزایای فن‌کویل‌ها ۲۱۲
معایب فن‌کویل‌ها ۲۱۲
فن‌کویل‌های دیواری ۲۱۲
فن‌کویل‌های زیرکابینتی ۲۱۳
فن‌کویل‌های بالاسری (یونیت‌هیترها) ۲۱۴
۸-۷ عملکرد حرارتی فن‌کویل‌ها ۲۱۴
۸-۸ رادیاتورهای پانلی ۲۲۰
مزایای رادیاتورهای پانلی ۲۲۰
رادیاتورهای پانلی لوله-تخت ۲۲۲
رادیاتورهای پانلی کانالی ۲۲۵
خشک‌کن حوله ۲۲۷
رادیاتورهای طراحی ۲۲۸
عملکرد حرارتی رادیاتورهای پانلی ۲۲۹
رادیاتورهای پانلی فن‌دار ۲۳۱
لوله‌کشی رادیاتورهای پانلی ۲۳۱
۸-۹ سایر پخش‌کننده‌های حرارت هیدرونیکی ۲۳۲
پخش‌کننده حرارت قرنیزی تشعشعی ۲۳۲
کانوکتورهای داخل کف ۲۳۳
۸-۱۰ افت هد پخش‌کننده‌های حرارت ۲۳۴
افت هد کانوکتور قرنیزی فین‌دار ۲۳۴
افت هد فن‌کویل‌ها و رادیاتورهای پانلی ۲۳۴
۸-۱۱ اتلاف حرارتی از لوله‌کشی مسی ۲۳۴
۸-۱۲ تعادل حرارتی ۲۳۶
پیش‌بینی شرایط برقراری تعادل حرارتی ۲۳۸

فصل نهم / استراتژی‌های کنترل دما ۲۴۱
۹-۱ مقدمه ۲۴۱
۹-۲ اصول اولیه سیستم کنترلی حلقه-بسته ۲۴۱
الگوریتم‌های پردازش ۲۴۲
۹-۳ کنترل خروجی منبع حرارتی ۲۴۲
کنترل روشن/خاموش یک منبع حرارت تک مرحله‌ای ۲۴۲
تولید چند مرحله‌ای حرارت ۲۴۴
تولید تدریجی حرارت ۲۴۵
ترکیب تولید مرحله‌ای و تولید تدریجی حرارت ۲۴۶
۹-۴ کنترل خروجی گرما از پخش‌کننده‌های حرارت ۲۴۷
کنترل با تغییر دمای آب ۲۴۷
کنترل با تغییر دبی آب ۲۴۸
۹-۵ ری‌ست کنترل خارجی ۲۴۹
تئوری ری‌ست کنترل خارجی ۲۵۱
نسبت ری‌ست ۲۵۲
تصحیح خطای ناشی از اتلاف‌های غیرتناسبی حرارت ۲۵۳
نحوه اعمال ری‌ست کنترل خارجی ۲۵۵
ری‌ست منبع حرارتی (برای منبع حرارتی روشن/خاموش) ۲۵۵
تنظیم حداقل دمای رفت ۲۵۶
ری‌ست منبع حرارتی (برای منبع حرارتی با عملکرد تدریجی) ۲۵۸
ری‌ست کنترل اختلاطی ۲۵۸
ترکیب ری‌ست منبع حرارتی و ری‌ست اختلاطی ۲۵۹
ری‌ست کنترل داخلی ۲۶۰
۹-۶ استراتژی‌ها و ابزار اختلاط ۲۶۰
اهداف اختلاط ۲۶۱
ترمودینامیک اختلاط ۲۶۱
مفهوم مجموعه اختلاطی ۲۶۲
محافظت از بویلر ۲۶۳

فصل دهم / گرمایش هیدرونیکی با استفاده از پانل‌های تابشی ۲۶۷
۱۰-۱ مقدمه ۲۶۷

۱۰-۲ گرمایش تابشی چیست؟ ۲۶۷
۱۰-۳ پانل تابشی هیدرونیکی چیست؟ ۲۶۸
۱۰-۴ مزایای گرمایش تابشی ۲۶۸
۱۰-۵ فیزیولوژی گرمایش تابشی ۲۶۹
نمودار دمای هوای اتاق ۲۷۰
۱۰-۶ روش‌های گرمایش هیدرونیکی با استفاده از پانل‌های تابشی ۲۷۲
دسته‌بندی پانل‌های تابشی هیدرونیکی ۲۷۲
۱۰-۷ گرمایش از کف با استفاده از دال بتنی ۲۷۳
اثر اندازه لوله ۲۷۴
عمق لوله در داخل دال ۲۷۴
فاصله میان لوله‌ها در داخل دال بتنی ۲۷۶
روند نصب ۲۷۷
۱۰-۸ ملاحظات استقرار لوله در سیستم گرمایش از کف ۲۷۸
ترسیم نقشه مدار ۲۸۳
۱۰-۹ روند تعیین اندازه مدار گرمایش از کف ۲۸۷
مفهوم شار حرارتی ۲۸۸
مساحت سطح در دسترس کف ۲۸۸
محدودیت‌های دمای سطح پانل تابشی ۲۸۹
ملاحظات مصالح بکار رفته به‌عنوان روکاری کف ۲۸۹
مدل حرارتی یک مدار پانل تابشی ۲۹۰
اثر دبی بر افت دما و خروجی حرارت ۲۹۳
روند قدم به قدم تعیین اندازه مدار ۲۹۳
طراحی به کمک نرم‌افزار ۳۰۱
۱۰-۱۰ لوله‌کشی سیستم و گزینه‌های کنترل دما ۳۰۱
ایستگاه‌های منیفلد ۳۰۱
ملحقات منیفلد ۳۰۳
محرک‌های شیر منیفلد ۳۰۵
سیستم‌های دارای چند منیفلد ۳۰۸
ناحیه‌بندی در سیستم‌های توزیع پانل‌های تابشی ۳۰۸
گردش دائمی ۳۰۸
سیستم‌های تابشی چند-دمایی ۳۰۸

فصل یازدهم / سیستم‌های توزیع ۳۱۲

۱۱-۱ مقدمه ۳۱۲
۱۱-۲ ملاحظات ناحیه‌بندی ۳۱۲
اثر جرم حرارتی ۳۱۳
انتقال حرارت میان ناحیه‌ها ۳۱۴
مدیریت ساکنین بر سیستم‌های ناحیه‌ای ۳۱۵
اثر دریافت حرارت خورشیدی ۳۱۵
شرایط مطلوب در زمان خواب ۳۱۶
اثر سطح فعالیت ۳۱۶
ناحیه‌بندی فضاهای غیرمسکونی ۳۱۶
ناحیه‌بندی مناطق عبوری ۳۱۶
اثر دریافت حرارت از چراغ‌ها و تجهیزات ۳۱۶
اثر میزان دیواره‌های خارجی ۳۱۶
۱۱-۳ تعادل سیستم ۳۱۶
۱۱-۴ ایده طراحی به روش تکرار ۳۱۷
۱۱-۵ مدارهای سری منفرد ۳۱۹
طراحی مدارهای سری منفرد ۳۲۰
۱۱-۶ سیستم‌های چند ناحیه‌ای با مدار منفرد ۳۲۱
روش طراحی سیستم‌های تک-لوله‌ای ۳۲۳
۱۱-۷ سیستم‌های چند-پمپه و جداسازی هیدرولیکی ۳۲۶
جداسازی هیدرولیکی ۳۲۶
ایجاد جداسازی هیدرولیکی ۳۲۹
اختلاط در تجهیزات جداسازی هیدرولیکی ۳۳۱
۱۱-۸ سیستم‌های چندناحیه‌ای با استفاده از پمپ ۳۳۳
اهمیت شیرهای یک‌طرفه ۳۳۴
طراحی سیستم ناحیه‌ای دارای چندین پمپ ۳۳۵
سیستم‌های چندناحیه‌ای با استفاده از شیرهای ناحیه‌ای ۳۴۱
روند طراحی سیستم بهره‌مند از شیر ناحیه‌ای ۳۴۱
استفاده از پمپ با منحنی تخت ۳۴۲
۱۱-۹ سیستم‌های موازی برگشت-مستقیم ۳۴۳
روند طراحی دستی سیستم‌های موازی برگشت-مستقیم ۳۴۵
۱۱-۱۰ سیستم‌های موازی برگشت-معکوس ۳۴۶
روند دستی طراحی برای سیستم‌های موازی برگشت-معکوس ۳۴۸
۱۱-۱۱ سیستم‌های توزیع رانشی (شناور) ۳۴۹
گزینه‌های کنترلی موجود برای ناحیه‌ها در سیستم‌های توزیع رانشی ۳۵۲
سیستم‌های رانشی طبقاتی ۳۵۳
روند طراحی سیستم‌های رانشی ۳۵۴
۱۱-۱۲ سیستم‌های اولیه/ثانویه ۳۵۴
جلوگیری از نقل مکان حرارت در سیستم‌های اولیه/ثانویه ۳۵۷
مدارهای اولیه سری ۳۵۷
مدارهای اولیه موازی ۳۵۹
تعیین اندازه پمپ مدار اصلی ۳۵۹
آب‌گرم‌کن‌های غیرمستقیم در سیستم اولیه/ثانویه ۳۶۱
تمهیدات تخلیه هوا برای سیستم‌های اولیه/ثانویه ۳۶۲
برگشت جریان در سیستم‌های اولیه/ثانویه ۳۶۲
۱۱-۱۳ راندمان توزیع ۳۶۴
۱۱-۱۴ سیستم‌های توزیع ترکیبی ۳۶۶
یک سیستم گسترده ۳۶۶
یک سیستم ساده؛ ولی پیچیده ۳۶۹

فصل دوازدهم / مخازن انبساط ۳۷۲

۱۲-۱ مقدمه ۳۷۲
۱۲-۲ مخازن انبساط استاندارد ۳۷۳
تعیین اندازه مخزن انبساط استاندارد ۳۷۴

۱۲-۳ مخازن انبساط دیافراگمی ۳۷۶
تعیین اندازه مخزن انبساط دیافراگمی ۳۷۷
تعیین اندازه مخزن انبساط دیافراگمی برای سیستم‌های دما-پایین ۳۷۸
انتخاب، نصب و سرویس ۳۷۹
۱۲-۴ تخمین حجم سیال سیستم..... ۳۸۲
۱۲-۵ نقطه عدم تغییر فشار ۳۸۳

فصل سیزدهم / مشکلات ناشی از وجود هوا در سیستم و راهکار آن‌ها ۳۸۸
۱۳-۱ مقدمه ۳۸۸
۱۳-۲ مشکلات ناشی از هوای محبوس ۳۸۸
۱۳-۳ انواع هوای محبوس ۳۹۱
کیسه‌های هوایی ساکن..... ۳۹۱
حباب‌های هوای محبوس..... ۳۹۱
هوای محلول در سیال ۳۹۳
۱۳-۴ تجهیزات تخلیه هوا ۳۹۴
ونت‌های دستی..... ۳۹۴
ونت‌های خودکار ۳۹۵
ونت‌های شناوری ۳۹۶
جداکننده‌های هوا ۳۹۷
جداکننده‌های میکروحباب‌ها..... ۳۹۷
جداکننده‌های ترکیبی هوا و رسوبات ۳۹۸
۱۳-۵ اصلاح مشکلات مزمن ناشی از هوا ۳۹۹
۱۳-۶ پر کردن یک سیستم و تخلیه هوا از آن ۴۰۱
تخلیه با استفاده از گرانش ۴۰۱
تخلیه اجباری با آب ۴۰۱
برای پر کردن و تخلیه هوا ۴۰۲
۱۳-۷ سیستم‌های آب تغذیه ۴۰۲
دستگاه‌های تغذیه سیال ۴۰۳

فصل چهاردهم / بارهای جانبی و مباحث ویژه ۴۰۴
۱۴-۱ مقدمه ۴۰۴
۱۴-۲ مبدل‌های حرارتی..... ۴۰۴
عملکرد حرارتی مبدل ۴۰۷
۱۴-۳ گرمایش آب گرم بهداشتی ۴۱۰
تخمین بار حرارتی روزانه آب گرم بهداشتی ۴۱۰
منحنی‌های مصرف آب گرم بهداشتی ۴۱۰
آب‌گرم‌کن‌های کویلی بدون مخزن..... ۴۱۱
ترکیب یک کویل بدون مخزن با یک مخزن ذخیره ۴۱۲
گرم‌کن‌های غیرمستقیم آب..... ۴۱۳
مزایای آب‌گرم‌کن‌های غیرمستقیم ۴۱۶
لوله‌کشی و تنظیمات آب‌گرم‌کن غیرمستقیم ۴۱۶
راه‌حل‌های هیدرونیکی برای گرمایش آب ظرفیت-بالا..... ۴۱۸
عملکرد آب‌گرم‌کن‌های ذخیره‌ای غیرمستقیم ۴۲۰
تعیین اندازه آب‌گرم‌کن غیرمستقیم ۴۲۱
۱۴-۴ گرمایش استخر (و سونا)..... ۴۲۲
۱۴-۵ بافرتانک‌ها ۴۲۵
لوله‌کشی بافرتانک ۴۲۶
تعیین اندازه بافرتانک..... ۴۲۸
ملاحظات طراحی بافرتانک‌ها..... ۴۲۸

پیوست الف: نمادهای تصویری ۴۳۰

پیوست ب: مقادیر مقاومت حرارتی مصالح ساختمانی متداول ۴۳۲

پیوست ج: ضرایب تبدیل ۴۳۴

فراخوان مساعدت فرهنگی و علمی

خوانندهٔ فرهیخته و بزرگوار

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلّفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همّت خود را برای ارائهٔ کتابی درخور و شایستهٔ شما فرهیختهٔ گرامی به‌کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حدّاقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

بااین‌وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائهٔ اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرّا از نقص و اِشکال دانست. ازسوی‌دیگر، این انتشارت بنابه تعهّدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلّم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، ازهرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشرهٔ خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی رفع نماید.

لذا دراین راستا، از شما فرهیختهٔ گرامی تقاضا داریم درصورتی‌که حین مطالعهٔ کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شدهٔ خود را با هزینهٔ انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگهٔ جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگهٔ مزبور را با ذکر نام و شمارهٔ تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اِعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارترشدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهّدانه و مسئولانهٔ شما خوانندهٔ فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکّر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، درصورتی‌که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به‌رسم ادب و قدرشناسی، نسخهٔ دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شدهٔ آن و نیز از سایر کتب منتشرهٔ خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و درصورتی‌که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدّمهٔ چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.

نشرنوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

info@noavarpub.com

پیشگفتار

موضوع کتاب حاضر، سیستم‌های گرمایشی مدرن برای ساختمان‌های مسکونی و تجاری سبک می‌باشد و هدف اصلی از نگارش آن، فراهم آوردن اطلاعات جامع، به‌روز، و بدون پیش‌داوری در مورد چنین سیستم‌هایی بوده است. اطلاعاتی که در این کتاب آورده شده، هم برای شاغلین در حوزه تاسیسات مکانیکی و هم برای دانشجویان این حوزه، مفید واقع خواهد بود.

نویسنده بر این عقیده است که ساختمان‌های مسکونی و تجاری سبک، اغلب شایسته سیستم‌های تامین‌کننده آسایش بهتری از آنچه در آن‌ها اجرا می‌شود، هستند. هرچه باشد، حتی سیستم‌های گرمایشی کوچک نیز در طول سال‌ها بر رفاه و آسایش تعداد زیادی انسان اثر می‌گذارند. اطلاعات ارائه شده در کتاب حاضر برای کسانی است که می‌خواهند سیستم‌های گرمایشی ممتازی را برای این دسته از ساختمان‌ها طراحی و اجرا نمایند. سیستم‌هایی که کارآمد، به‌صرفه و مطمئن بوده و شرایط آسایش بی‌نظیری را فراهم سازند.

برای دهه‌ها، اغلب اطلاعات موجود درخصوص طراحی سیستم‌های هیدرونیکی، به کمک مهندسین و برای استفاده در ساختمان‌های بزرگ جمع‌آوری می‌شد. کوچک مقیاس کردن چنین سیستم‌هایی برای استفاده از آن‌ها در ساختمان‌های کوچک‌تر، معمولا غیرعملی و نابخردانه است.

اطلاعات سازندگان نیز، اگرچه بادقت به تشریح محصول ارائه شده می‌پردازد، به‌ندرت کمک حال یک مهندس طراح در کل فرآیند طراحی سیستم می‌باشد.

اغلب سیستم‌های گرمایشی ساختمان‌های کوچک‌تر توسط همان شرکتی طراحی می‌شوند که قرار است امور نصب و اجرا را انجام دهد. در طول سه دهه گذشته، نگارنده این موقعیت را داشته که با هر دو انتهای بازه طراحی و اجرا روبرو شود. از سیستم‌هایی ساده که به درستی و با حداقل هزینه تکمیل شده بوده‌اند تا مجموعه‌هایی چند هزار دلاری از ادوات و تجهیزات که نتوانسته‌اند انتظارات را برآورده سازند.

یکی از تفاوت‌های همیشگی میان این پروژه‌های موفق و ناموفق، احساس مسئولیت طراح/مجری سیستم در گسترش توانایی‌هایش به سطحی ورای متصل کردن چند لوله و محکم کردن چند اتصال و اشتیاق به فراگیری اصول اولیه سیستم‌های گرمایش هیدرونیکی بوده است. بدون این تعهد، مجریان به سرعت به نقطه‌ای در طراحی می‌رسند که تمامی سیستم‌ها را، صرف‌نظر از الزامات و مناسباتشان، با مَنِشی مشابه طراحی و اجرا نمایند؛ یا این‌که تنها به نرم‌افزارهایشان متکی باشند تا به کمک آن‌ها سیستمی را رسم نمایند که قابلیت پیاده‌سازی آن را داشته باشند. چنین متخصصینی اغلب قادر به سود بردن از تمامی امکانات و گزینه‌های سیستم‌های نوین هیدرونیکی و موقعیت‌های برتری که این سیستم‌ها می‌توانند در طراحی، اجرا و بهره‌برداری صحیح پیش رویشان بگذارند، نیستند.

Noavar۳۳@yahoo.com

لطفاً جهت دریافت اصلاحات یا الحاقات احتمالی این کتاب
به سایت انتشارات نوآور (آدرس زیر) مراجعه فرمایید.

Website:Noavarpub.com

هشـــدار

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلّفان و مصنّفان و هنرمندان مصوّب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامهٔ اجرایی آن مصوّب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول و تصاویر این کتاب، در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه بهره‌برداری از مطالب این کتاب تحت هر عنوانی از قبیل چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از آن، تهیه فایل پی دی اف و عکس‌برداری از کتاب، و همچنین هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، الکترونیکی، سی دی، دی وی دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلّفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجّه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد این‌چنین، توسّط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا درصورتی‌که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسّط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیّت ادارهٔ سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخّص‌شدن هرگونه تخلّف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیر مجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام مقتضی به عمل آورده، و طیّ انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلّیّهٔ خسارات وارده به این انتشارات و مؤلّف از متخلّفان اخذ خواهد شد.

همچنین در صورتی که هر یک از کتابفروشی‌ها، اقدام به تهیّهٔ کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، اُفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نمایند، ضمن اطّلاع‌رسانی تخلّفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مُوَزّعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتّحادیّهٔ ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از متخلّف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیّه، استفاده و مطالعه از روی نسخهٔ غیراصلِ کتاب،

از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلّف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۲- ۶۶۴۸۴۱۹۱ ۰۲۱ و ۰۹۱۰۲۹۹۱۰۸۹ (تلگرام انتشارات) و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و در راستای انجام این امر مهم، به عنوان تشکّر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

فصل اول

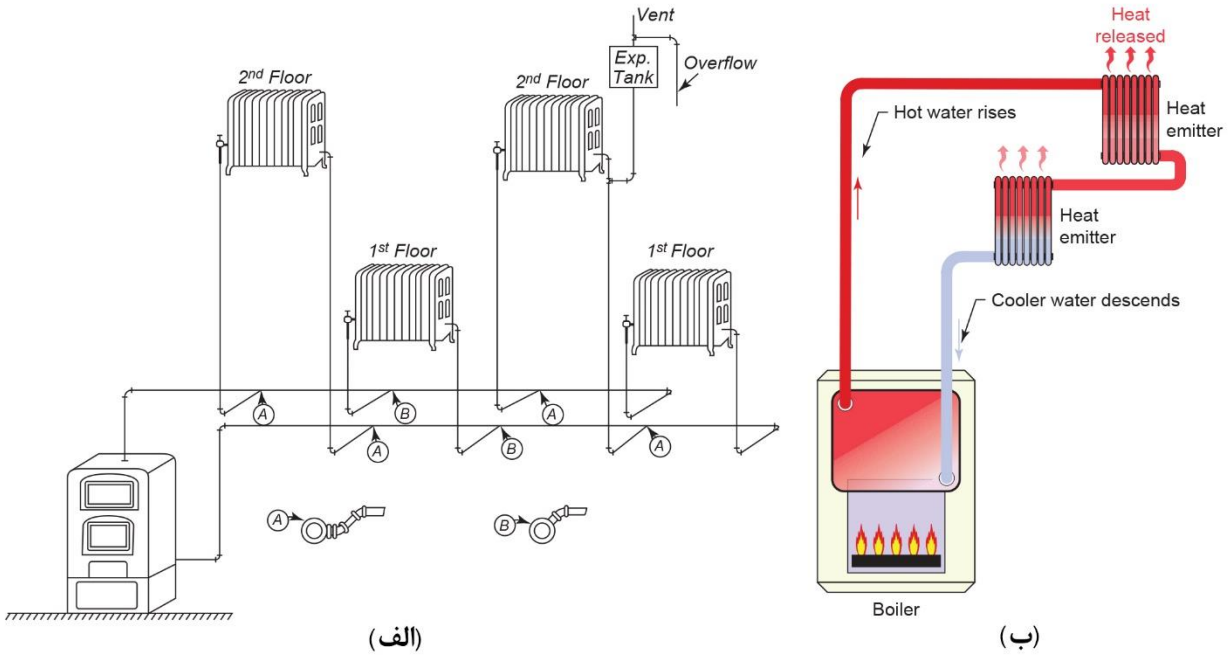
مفاهیم اصلی

۱-۱ سیستم گرمایشی هیدرونیک چیست؟

سیستم‌های گرمایشی هیدرونیک از آب (یا از محلول‌های بر پایه آب) به منظور جابجایی انرژی حرارتی از جایی که تولید می‌شود به جایی که مورد نیاز است، استفاده می‌کنند. آب داخل سیستم نه منبع حرارت است و نه مقصد آن، بلکه تنها ناقل آن می‌باشد. انرژی حرارتی توسط آب در یک منبع حرارتی جذب، توسط آب از خلال سیستم توزیع حمل شده و در نهایت به واسطه‌ی یک پخش کننده حرارت در یک فضای مصرف منتشر می‌شود. در حالت ایده‌آل، آب سال‌ها در سیستم باقی می‌ماند.

آب خصوصیات متعددی دارد که آن را به ماده‌ای ایده‌آل برای این کاربری بدل می‌سازد: به‌راحتی در دسترس است، سمی و اشتعال‌پذیر نیست و یکی از بالاترین توانایی‌های ذخیره حرارت را در میان تمامی مواد شناخته شده توسط بشر دارد. هر سه حالت آب (جامد، مایع و بخار) در کاربری‌های متفاوت سرمایش و گرمایش ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. سیستم‌های هیدرونیک مدرن که موضوع بحث کتاب حاضر می‌باشند، تنها با حالت مایع آب سروکار دارند.

محدوده کاربردی دما برای آب در ساختمان‌های مسکونی و تجاری سبک بین ۳۲ تا ۲۵۰ درجه فارنهایت می‌باشد. در حد بالای این محدوده، آب با تحت فشار قرار گرفتن در حالت مایع نگاه داشته می‌شود و حد پایین این محدوده را با افزودن ضد یخ‌های مناسب می‌توان به کمتر از ۳۲ درجه فارنهایت توسعه داد. محلول‌های حاوی ضد یخ در کاربری‌های خاص مانند سیستم ذوب برف یا حلقه زمین مربوط به پمپ‌های حرارتی زمین-گرمایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱-۱ الف) یک سیستم هیدرونیک اولیه بدون پمپ ب) برقراری جریان بر اساس اختلاف چگالی بین آب داغ و آب خنک شده

سیستم‌های هیدرونیک ابتدایی بر بالاروی آب داغ برای به حرکت درآورن آب میان بویلر و پخش‌کننده حرارت تکیه داشتند. آب داغ به‌دلیل چگالی کم‌ترش، از بویلر و از طریق لوله‌های تامین به سمت بالا و پخش‌کننده‌های حرارت حرکت می‌کرد. پس از تحویل حرارت، آبی که اکنون چگال‌تر شده بود، به سمت پایین و بویلر حرکت می‌کرد. نمونه‌ای از چنین سیستم‌هایی در شکل ۱-۱-ب نشان داده شده است.

این سیستم‌های گرمایشی هیدرونیک اولیه به دقت فراوانی در تعیین اندازه لوله‌ها و نصب نیاز داشتند، چراکه نیروی بالابری ضعیف بوده و طراحی آن‌ها به‌نسبت آن‌چه در سیستم‌های هیدرونیک نوین قابل اعمال می‌باشد، گزینه‌های بسیار کم‌تری را شامل می‌شده است. ظهور پمپ‌های برقی امکان حرکت آب با دبی‌های بالاتر را در سیستم‌های لوله‌کشی پر شاخ و برگ میسر ساخت.

فناوری‌های نوین این امکان را فراهم ساخته تا حرارت به‌طور دقیق در مکان و زمانی که نیاز به آن وجود دارد، تحویل داده شود. صدها آرایش سیستم امکان‌پذیر است که هریک می‌تواند الزامات آسایش مختص به خود را برآورده سازد.

۱-۲ مزایای گرمایش هیدرونیکی

بخش حاضر به بحث در خصوص مزایای متعدد گرمایش هیدرونیکی می‌پردازد، از جمله:

- آسایش
- صرفه‌جویی در مصرف انرژی
- انعطاف‌پذیری در طراحی
- بهره‌برداری پاک
- بهره‌برداری بی‌صدا
- نصب غیرمداخله‌ای

آسایش

تامین آسایش باید در صدر فهرست اولویت‌های طراح یا نصاب یک سیستم گرمایشی قرار داشته باشد. متاسفانه این موضوع اغلب از فاکتورهای دیگری که مهمترین‌شان هزینه است، لطمه می‌خورد. حتی یک سیستم گرمایش خانگی کوچک سال‌ها بر سلامت، بهره‌وری و رفاه چند نفر تاثیر می‌گذارد. بنابراین باید نهایت توجه را در طراحی و نصب آن لحاظ نمود.

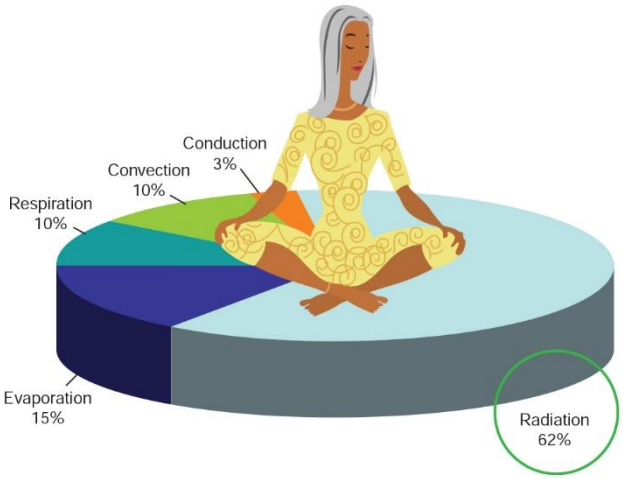
ایجاد آسایش، مسئله تامین حرارت برای بدن نمی‌باشد. بالعکس، مساله کنترل چگونگی از دست دادن حرارت توسط بدن می‌باشد. زمانی‌که شرایط داخلی به حرارت اجازه دهند که با همان نرخی بدن فرد را ترک کند که تولید می‌شود، شخص احساس آسایش می‌کند. اما اگر حرارت با سرعتی بیش‌تر یا کم‌تر از آنچه تولید می‌شود آزاد شود، احساس عدم آسایش در ساکنین ایجاد خواهد شد. یک انسان بالغ عادی که فعالیت سبک انجام می‌دهد، به‌طور تقریبی ۴۰۰ Btu/hr حرارت تولید می‌نماید. شکل ۱-۲ فرآیندهای مختلف آزادسازی حرارتِ بدن یک شخصِ در حال استراحت را به یک محیط داخلی متداول نشان می‌دهد.

توجه داشته باشید که درصد زیادی از اتلاف حرارت بدن از تشعشع حرارتی به سطوح پیرامون حاصل می‌شود. اغلب افراد داخل اتاقی که شامل چندین سطح سرد مانند پنجره‌های بزرگ یا کف سرد است، احساس آرامش نمی‌کنند، حتی اگر دمای هوای اتاق ۷۰°F باشد.

باقی اتلاف حرارت از ترکیب جابجایی، تبخیر، تنفس و مقدار کمی هدایت صورت می‌پذیرد. انتقال حرارت هدایتی از طریق سطوحی که تماس مستقیم با بدن دارد اتفاق می‌افتد.

بدن انسان قادر است این فرایندهای اتلاف حرارت را تنظیم نماید. برای مثال اگر دمای هوای اطراف بدن افزایش یابد، میزان اتلاف حرارت جابجایی کم می‌شود. بدن با افزایش اتلاف حرارت از راه تبخیر (تنفس) به این مساله واکنش نشان می‌دهد. دمای پوست نیز افزایش می‌یابد تا اتلاف حرارت تشعشعی بیش‌تر شود.

سیستم‌های هیدرونیکی که به‌درستی طراحی شده باشند، هم دمای هوا و هم دمای سطوح اتاق را کنترل می‌کنند. سیستم‌های کنترلی نوین به‌تنهایی قادرند دمای هوای اتاق را در بازه ± 1 °F نسبت به دمای موردنظر باقی نگاه دارند. پخش‌کننده‌های حرارت مانند سیستم گرمایش از کف یا سیستم تشعشعیِ سقفی، دمای میانگین سطوح اتاق را افزایش می‌دهند. از آن‌جایی‌که بدن بخصوص به اتلاف حرارت تشعشعی کنش‌گر است، این پخش‌کننده‌های حرارت به طور قابل ملاحظه‌ای شرایط آسایش را ارتقا بخشیده‌اند. سطوح آسایش رطوبت نیز در ساختمان‌هایی که از سیستم هیدرونیک برای گرمایش استفاده می‌کنند، راحت‌تر حفظ می‌شود.



شکل ۱-۲ فرایندهای دفع حرارت بدن به یک محیط داخلی متداول

عوامل متعددی مانند سطح فعالیت، سن و سلامت عمومی بر آسایش یک فرد خاص تاثیر می‌گذارند. زمانی‌که چند نفر در یک محیط مشترک زندگی یا کار می‌کنند، هر یک از آن‌ها ممکن است احساس سرمای زیاد، گرمای زیاد، یا آسایش داشته باشند. سیستم‌های گرمایشی که اجازه ناحیه‌بندی می‌دهند، می‌توانند مناطقی با دماهای متفاوت در داخل یک ساختمان ایجاد کنند و برای حل این مشکل بکار گرفته شوند. به این عمل ناحیه‌بندی گفته می‌شود. اگرچه هر دو سیستم گرمایش قابلیت ناحیه‌بندی را دارند، اجرای این طرح در مورد سیستم هیدرونیکی بسیار ساده‌تر است.

صرفه‌جویی انرژی

در حالت ایده‌آل، نرخ اتلاف حرارت یک ساختمان نباید تحت‌تاثیر چگونگی جایگزینی حرارت قرار گیرد. اما تجربه نشان داده است که ساختمان‌ها بنابر سیستم گرمایشی نصب شده در آن‌ها می‌توانند نرخ‌های متفاوت اتلاف حرارت را از خود بروز بدهند. ساختمان‌های بهره‌مند از سیستم‌های گرمایشی هیدرونیک همواره مصرف انرژی کمتری را در مقایسه با سیستم‌های هوای گرم به همراه دارند.

عوامل مختلفی در این موضوع نقش دارند. یکی از آن‌ها این است که سیستم‌های هیدرونیکی در حال کار بر فشار اتاق تاثیر نمی‌گذارند. وقتی فن یک سیستم هوای گرم به کار می‌افتد تغییرات کوچکی در فشار هوای اتاق رخ می‌دهد. در اثر فقدان برگشت هوای کافی به هیتر، فشار هوای داخل اتاق اغلب کمی افزایش پیدا می‌کند. در اثر این موضوع، هوای گرم از طریق حفره‌ها، ترک‌ها و شکاف‌ها به بیرون از ساختمان رانده می‌شود.

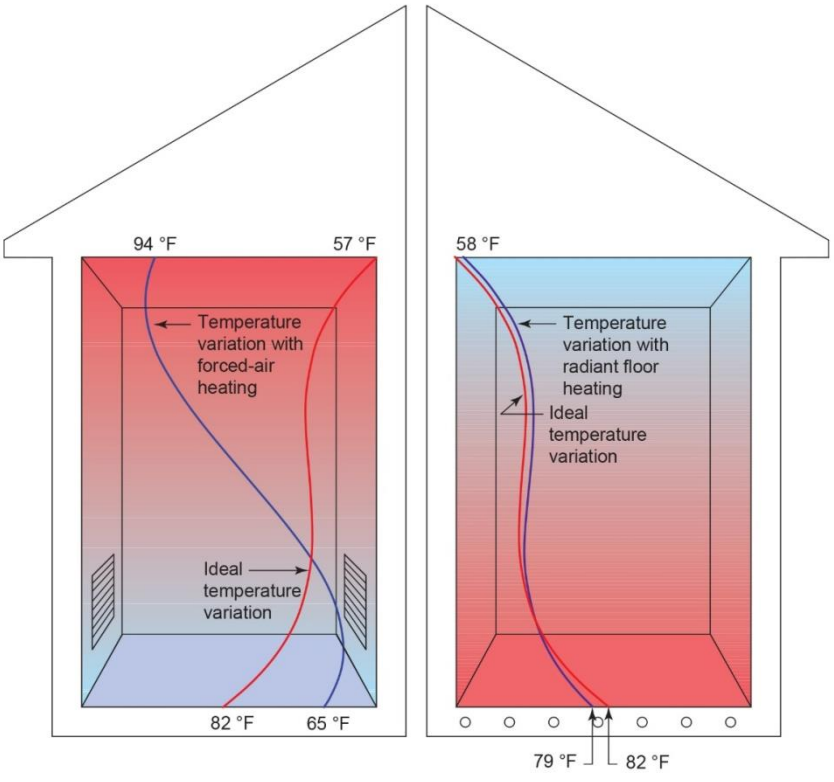
عامل تاثیرگذار دیگر در مصرف انرژی ساختمان، لایه‌های دمایی هوا می‌باشد. هوای گرم تمایل به صعود به سمت سقف و هوای سرد گرایش به حرکت به سمت کف دارد. در حالت‌های حدی، اختلاف دمای میان هوای نزدیک سقف و نزدیک کف ممکن است به ۲۰°F نیز برسد. به شکل ۱-۳ مراجعه نمایید. بودن هوای دما-بالا در نزدیکی سقف باعث افزایش اتلاف حرارت از طریق آن می‌شود.

سیستم‌های هیدرونیک که عمده انتقال حرارت در آن‌ها از طریق تشعشع اتفاق می‌افتد، اثر تشکیل لایه‌های هوا را کاهش داده و در نتیجه اتلاف حرارتی کمتر از طریق سقف را به‌دنبال دارند. زمانی که یک محیط با استفاده از تشعشع گرم می‌شود، ایجاد شرایط آسایش با دماهای کم‌تر هوا امکان‌پذیر است که باعث صرفه‌جویی انرژی بیشتری می‌گردد. سیستم‌های هیدرونیکی ناحیه‌بندی شده این امکان را فراهم می‌سازند که اتاق‌های خالی در دماهای کم‌تری باقی بمانند که این امر به نوبه‌ی خود مصرف سوخت را کاهش می‌دهد.

علاوه‌براین، مصرف انرژی الکتریکی پمپ(های) مورد استفاده در سیستم‌های هیدرونیکی که به‌صورت دستی طراحی گردیده، کسری از (عموماً کمتر از ۱۰٪) انرژی الکتریکی مورد نیاز فن در سیستم‌های هوای گرم با ظرفیت مشابه می‌باشد.

انعطاف‌پذیری در طراحی

فناوری نوین سیستم‌های هیدرونیکی، عملاً توانایی نامحدودی در فراهم ساختن الزامات آسایش با توجه به کاربری، طبع مصرف‌کنندگان و قیدهای بودجه‌ای از خود عرضه می‌دارند. از یک سیستم منفرد می‌توان برای تامین گرمایش فضا، آب گرم بهداشتی و نیازهای به‌خصوصی همچون گرمایش استخر یا سیستم ذوب برف استفاده کرد (شکل ۱-۴).



شکل ۱-۳ مقایسه دمای هوا از کف تا سقف برای سیستم هوای گرم (چپ) و سیستم گرمایش از کف (راست)

شکل ۱-۴ سیستم هیدرونیک مورد استفاده برای گرمایش خانه، قابلیت ذوب برف مسیر دسترسی را نیز دارد.

شکل ۱-۵ گردوخاک تجمع‌یافته در داکت

چنین سیستم چندکاربره‌ای هزینه‌های نصب را کاهش می‌دهد. چراکه از نصب منبع حرارتی، سیستم‌های دودکش، کابل‌کشی، تجهیزات ایمنی و سیستم‌های سوخت‌رسانی اضافی جلوگیری می‌کند. چنین سیستمی همچنین گرایش به بهبود راندمان منبع حرارتی دارد و مصرف سوخت را کاهش می‌دهد.

بهترین حالت تامین تقاضاهای گرمایش فضای برخی ساختمان‌ها با استفاده از چند نوع پخش‌کننده حرارت شکل می‌گیرد. برای مثال می‌توان برای گرم نمودن طبقه اول از سیستم گرمایش از کف و باقی طبقات از رادیاتورها استفاده نمود. ساختمان‌های تجاری و صنعتی در مقایسه با ساختمان‌های مسکونی اغلب به پخش‌کننده‌های حرارتی نیاز دارند که در مقابل صدمات فیزیکی مقاوم‌تر باشند.

فناوری نوین هیدرونیکی، ترکیب انواع مختلف پخش‌کننده‌های حرارت در یک سیستم را آسان ساخته است.

بهره‌برداری پاک

یک ایرادِ متداول در سیستم‌های هوای گرم، گرایش آن‌ها به حمل و جابجایی گردوخاک و سایر ذرات معلق در هوا مانند دوده و گرده در داخل ساختمان می‌باشد. همان‌طورکه در شکل ۱-۵ مشاهده می‌شود، گرد و خاک در طول سالیان داخل داکت‌ها تجمع پیدا می‌کنند؛ به‌همین‌خاطر باید داخل آن‌ها را پاک‌سازی نمود.

در عوض، سیستم‌های هیدرونیک معدودی شامل گردش اجباری هوا می‌شوند. در مقایسه، مشکلات مربوط به جابجایی گردوخاک و سایر ذرات آزاردهنده در سیستم‌های هیدرونیک بسیار کم‌تر می‌باشد. بنابراین، برای فضاهایی که افراد دارای آلرژی در آن حضور دارند و یا مراکز درمانی و آزمایشگاه‌ها، استفاده از سیستم‌های هیدرونیک اولویت دارد.

بهره‌برداری بی‌صدا

اگر سیستم هیدرونیکی به‌درستی طراحی و اجرا شده باشد، اثری از سروصدای آن در محیط‌هایی که افراد حضور دارند نخواهد بود. سیستم‌های مدرن که از دبی ثابت و دمای متغیر بهره می‌برند، سروصدای ناشی از انبساط در پخش‌کننده‌های حرارت را نیز از بین می‌برند. این انبساط از آن‌جا می‌تواند ناشی شود که آب داغ وارد یک پخش‌کننده در دمای اتاق شود. این خصوصیات، گرمایش هیدرونیک را به انتخابی ایده‌آل برای محیط‌هایی که به سر و صدا حساس هستند، مانند سینماها، کتابخانه‌ها یا استودیوها بدل می‌سازد.

نصب غیرمداخله‌ای

مشکلات ناشی از تلاش برای مخفی کردن داکت‌ها از دید را در نظر بگیرید. بهترین روش در بسیاری از پروژه‌ها، پوشاندن داکت‌ها در زیر سقف می‌باشد. این کار اغلب بر اندازه و جانمایی داکت اثر می‌گذارد. در مقایسه، سیستم‌های گرمایش هیدرونیکی به راحتی خود را با هر سازه‌ای، هرچند کوچک، منطبق می‌سازند و کم‌ترین اثر را بر ظاهر بنا دارند.

یک حجم مشخص آب می‌تواند تا ۳۴۰۰ برابر بیشتر از حجم مشابه هوا در تغییر دمای یکسان، حرارت جذب نماید. حجم آبی که برای تحویل مقدار معینی انرژی به ساختمان باید در آن جابجا شود تنها در حدود ۰٫۰۳٪ حجم هوای مورد نیاز می‌باشد. این واقعیت باعث کوچک شدن قابل‌ملاحظه مسیرهای انتقالی می‌گردد.

برای مثال یک لوله با قطر $\frac{3}{4}$ $in.$ که حامل ۶.۰ gpm آب در سیستمی با ۲۰°F افت دما می‌باشد، همان مقدار حرارتی را منتقل می‌کند که یک داکت با ابعاد ۱۴ $in.$ × ۸ $in.$ با دمای هوای ۱۳۰°F و سرعت ۱۰۰۰ $feet/minute$ منتقل می‌سازد. شکل ۱-۷ این دو حالت را در کنار یکدیگر نشان می‌دهد.

شکل ۱-۶ سیستم‌های هیدونیکی عملاً سروصدایی به محیط مصرف منتقل نمی‌کنند.