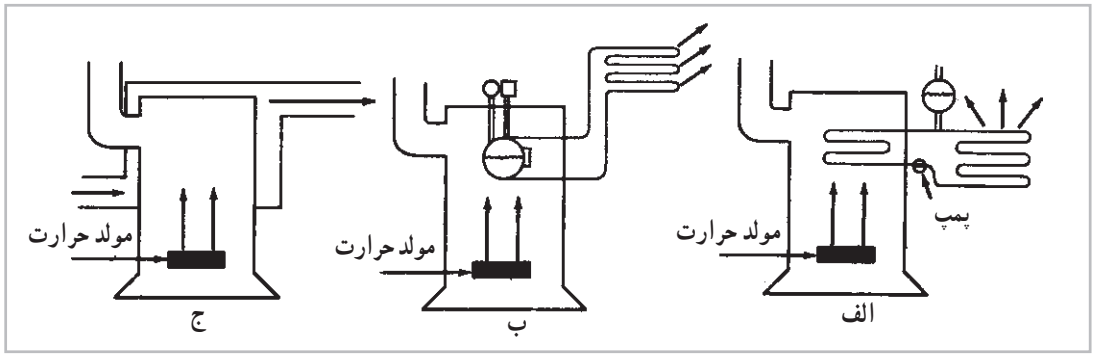
فصل سوم

سیستم‌های حرارت مرکزی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود :
۱ــ سیستم‌های حرارت مرکزی را بیان کند.
۲ــ نحوه‌ی کار انواع سیستم‌های حرارت مرکزی را توضیح دهد.
۳ــ قسمت‌های مختلف یک سیستم حرارت مرکزی با آب گرم را شرح دهد.

۳ــ سیستم‌های حرارت مرکزی

نصب بخاری در هر اتاق برای ساختمان‌هایی که اتاق‌های زیادی دارند مشکلات زیادی از نظر بهره‌برداری، نگه‌داری و کیفیت کار پیش می‌آورد. در چنین ساختمان‌هایی باید سیستم‌های حرارت مرکزی ایجاد شود. در این سیستم، گرما در محلی به‌نام موتورخانه یا اتاق مکانیکی تولید شده، توسط سیال واسطه‌ای جذب و به اتاق‌های مختلف هدایت می‌شود. این سیال واسطه، ممکن است آب (شکل ۱ــ۳ــ الف)، بخار آب (شکل ۱ــ۳ــ ب) و یا هوا (شکل ۱ــ۳ــ ج) باشد.

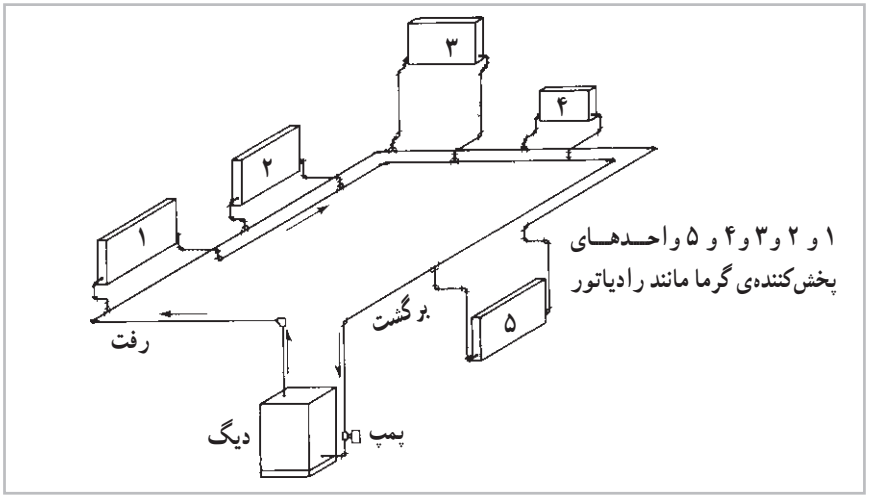


شکل ۱ــ۳ــ نمای انواع سیستم‌های حرارت مرکزی

۱ــ۳ــ انواع سیستم حرارت مرکزی

سیستم حرارت مرکزی سه نوع است : حرارت مرکزی با آب گرم ــ حرارت مرکزی با بخار آب ــ حرارت مرکزی با هوای گرم.

در حرارت مرکزی با آب گرم، گرمای تولیدشده توسط مشعل به آب درون دیگ منتقل می‌شود. آب گرم شده به‌وسیله‌ی یک پمپ جریانی و سیستم لوله‌کشی در واحدهای پخش‌کننده‌ی گرما (مانند رادیاتور، فن کویل و ...) جریان یافته، گرمای خود را به‌هوای اتاق می‌دهد و برای جذب گرمای مجدد به‌طرف دیگ برمی‌گردد. شکل (۲ــ۳) نمای ساده‌ی یک سیستم حرارت مرکزی با آب گرم را نشان می‌دهد.



شکل ۲ــ۳ــ نمای ساده‌ی یک سیستم حرارت مرکزی با آب گرم

۲ــ۳ــ سیستم حرارت مرکزی با آب گرم

سیستم حرارت مرکزی با آب گرم سه نوع[1] است :

سیستم حرارت مرکزی با دمای پائین[2] که در آن دما تا (۱۲۰°C) است.

سیستم حرارت مرکزی با دمای متوسط[3] که دمای آن (۱۲۰ــ۱۷۵°C) است.

سیستم حرارت مرکزی با دمای بالا[4] که دمای آن (۱۷۶ــ۲۳۰°C) است.

زمانی از سیستم گرمایی با دمای کم استفاده می‌شود که دمای آب در لوله‌ی رفت زیر نقطه‌ی جوش آب (در حدود ۸۰°C) و در لوله‌ی برگشت بین (۶۰ تا ۷۰) درجه‌ی سانتی‌گراد باشد. آب گرمای ویژه‌ی بالایی دارد، $(۴/۲\frac{kj}{kg.K})$ بنابراین از طریق آن می‌توان گرمای زیادی را به‌کمک لوله‌هایی با قطر نسبتاً کم، به پخش‌کننده‌های گرمایی رسانید.

سیستم حرارت مرکزی با آب گرم شامل قسمت‌های زیر است :

۱ــ۲ــ۳ــ دستگاه‌های پخش کننده‌ی گرما: این دستگاه‌ها شامل «کنوکتورها»، «رادیاتورها»، «فن‌کویل‌ها» و «یونیت‌هیتر» است. آب گرم ازطریق «لوله‌ی رفت» وارد این دستگاه‌ها شده، در آن‌ها ازطریق «هدایت»، «تابش»، «وزش» با هوای اتاق تبادل گرمایی انجام می‌دهد و آب خروجی از دستگاه پخش‌کننده، کاهش دما پیدا می‌کند.

۲ــ۲ــ۳ــ سیستم انتقال آب گرم: سیستم انتقال آب گرم شامل سیستم لوله‌کشی بین دستگاه‌های پخش‌کننده و تولیدکننده‌ی گرما و پمپ سیرکولاتور است. جریان گردش آب ممکن است به‌طور طبیعی براساس اختلاف دمای آب رفت و برگشت نیز صورت گیرد.

برای بالا بردن سرعت آب و کاهش قطر لوله‌ها امروزه معمولاً از سیستم پمپی استفاده می‌شود . به‌وسیله‌ی سیستم انتقال آب گرم، آب با حجم ثابتی پیوسته بین دستگاه‌های تولیدکننده و پخش‌کننده‌ی گرما در گردش است. آب گرمای ازدست داده‌ی خود در پخش‌کننده را از دستگاه تولیدکننده‌ی آب گرم به‌دست می‌آورد.

۱ــ تعاریف از مبحث چهاردهم مقررات ملی ساختمانی ایران آورده شده است.
[جدول ۱۴ــ۱۰ــ ۳ــ۲)«ب»]

۲ــ Low Temperature Water Heating Systems

۳ــ Medium Temperature Water Heating Systems

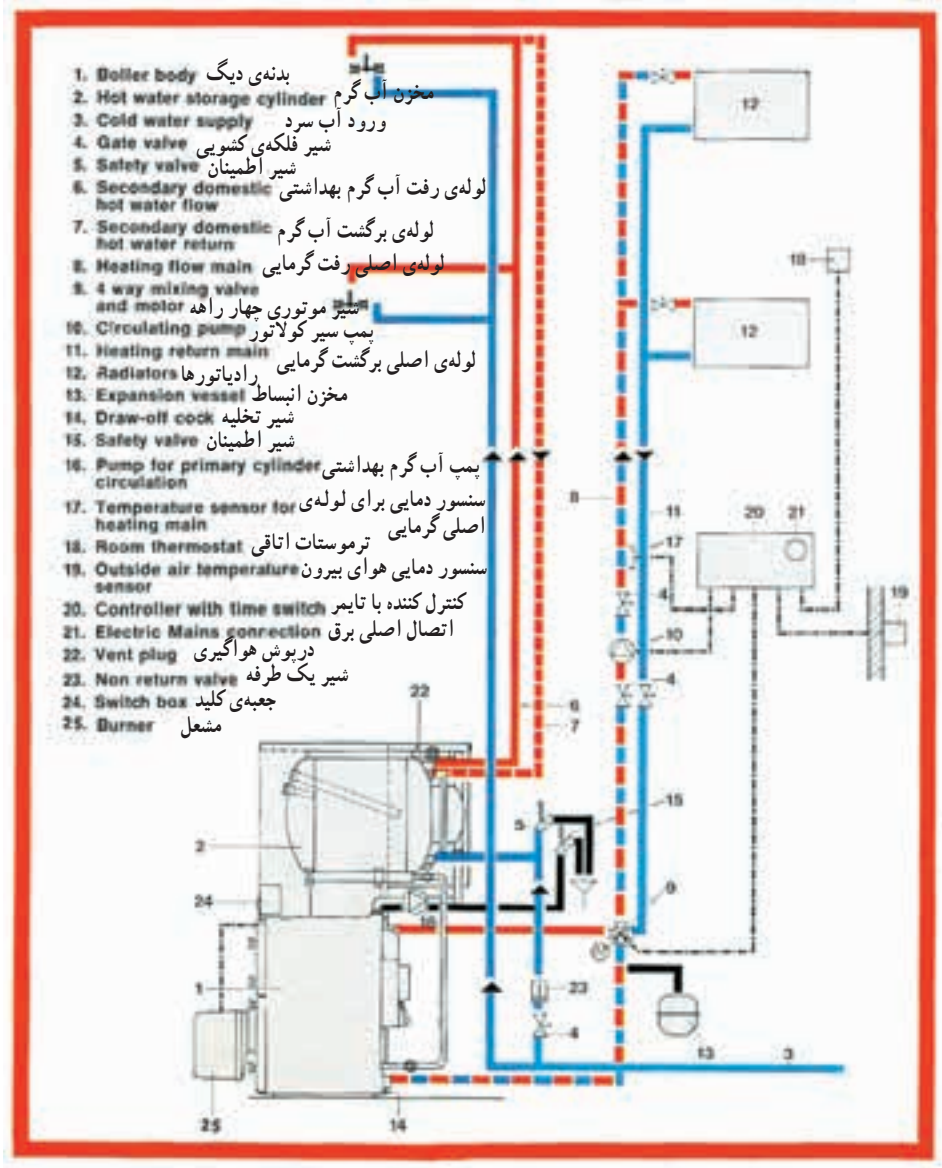
۴ــ High Temperature Water Heating Systems

۳ــ۲ــ۳ــ دستگاه‌های مولد آب گرم: که شامل انواع مشعل و دیگ آب گرم است. گرمای حاصل از احتراق سوخت توسط مشعل به‌آب‌درون دیگ انتقال یافته، موجب گرم شدن آب عبوری داخل دیگ می‌شود.

۴ــ۲ــ۳ــ نشان دهنده‌ها و کنترل‌کننده‌ها: نشان دهنده‌هایی مانند «ترمومتر» و «مانومتردیگ»، سطح نمای «مخزن گازوئیل» و آب‌نمای «مخزن انبساط» و کنترل‌هایی مانند «ترموستات دیگ»، «ترموستات جداری»، «ترموستات اتاقی»، «شیر اطمینان» و «رله‌ی مشعل» از لوازمی هستند که برای راهبری و نگه‌داری صحیح سیستم ضرورت دارند.

۵ــ۲ــ۳ــ مخازن: مخزن گازوئیل برای نگه‌داری گازوئیل مصرفی در زمان خاصی از سال، مخزن گازوئیل روزانه، مخزن انبساط بسته، مخزن انبساط باز، مخزن آب گرم مصرفی از لوازم ضروری و جنبی یک سیستم حرارت مرکزی هستند.

نمایش اجزای سیستم: در شکل (۳ــ۳) نمایش اجزای یک سیستم حرارت مرکزی با آب گرم را مشاهده می‌کنید. در فصل‌های آینده به بررسی اجزای مختلف یک سیستم حرارت مرکزی و محاسبات و روش انتخاب دستگاه‌های آن خواهیم پرداخت.



شکل ۳ــ۳ــ اجزای مختلف یک سیستم حرارت مرکزی با آب گرم

پرسش و تمرین

۱ــ انواع سیستم‌های حرارت مرکزی را نام ببرید.

۲ــ وظیفه‌ی سیال واسطه در سیستم‌های حرارت مرکزی چیست؟

۳ــ اجزای یک سیستم حرارت مرکزی با هوای گرم را نام ببرید.

۴ــ اجزای یک سیستم حرارت مرکزی با آب گرم را نام ببرید.

۵ ــ اجزای یک سیستم حرارت مرکزی با بخار آب را نام ببرید.

۶ــ دستگاه‌های پخش‌کننده کدام‌اند و چه وظیفه‌ای دارند؟

۷ــ سیستم انتقال آب گرم را توضیح دهید.

۸ ــ دستگاه‌های مولد آب گرم را شرح دهید.

۹ــ یک سیستم حرارت مرکزی را ازروی شکل شماتیک توضیح دهید.

فصل چهارم

دستگاه‌های پخش کننده‌ی گرما

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود :
۱ــ رادیاتور و انواع آن را شرح دهد.
۲ــ معیارهایی را که در انتخاب رادیاتورها درنظر گرفته می‌شود، توضیح دهد.
۳ــ ساختمان و ویژگی‌های انواع رادیاتورها را بیان کند.
۴ــ ساختمان، طرز کار و انواع کنوکتور، یونیت هیتر و فن‌کویل را توضیح دهد.
۵ــ راه‌های صرفه‌جویی در انرژی مصرفی را شرح دهد.

۴ــ دستگاه‌های پخش کننده‌ی گرما

دستگاه‌های‌پخش‌کننده‌ی گرما وسایلی هستند که از آن‌ها برای جبران تلفات حرارتی ساختمان و گرم‌نگه‌داشتن محل موردنظر استفاده می‌شود. در این دستگاه‌ها سیال گرم (آب گرم، آب داغ و یا بخار) جریان داشته، گرمای خود را از طریق سطح تبادل‌کننده‌ی حرارت، به محیط منتقل می‌کند.

۱ــ۴ــ رادیاتور[1]ها و انواع آن

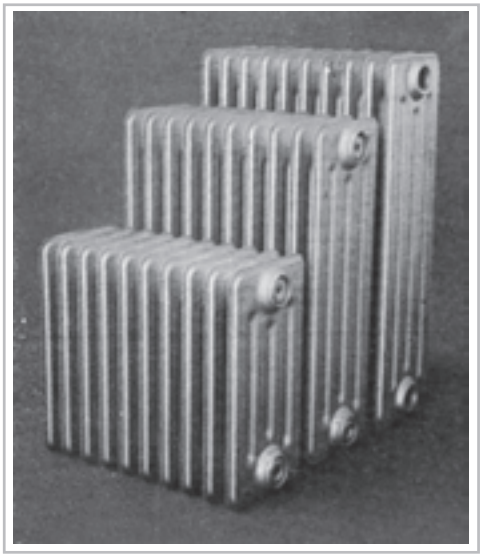
رادیاتورها یکی از دستگاه‌های پخش‌کننده‌ی حرارت هستند که در انواع مختلفی ازنظر جنس، اندازه و فرم به بازار مصرف عرضه می‌شوند. رادیاتورها ازنظر جنس، در انواع فولادی، آلومینیومی و چدنی ساخته می‌شوند.

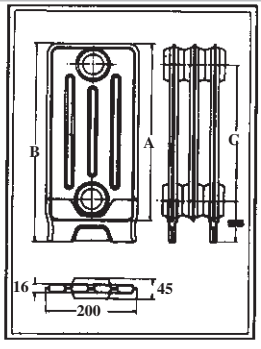
۱ــ۱ــ۴ ــ رادیاتورهای فولادی و ساختمان آن‌ها: رادیاتورهای فولادی از ورق‌های آهن به‌ضخامت (۱/۲۵ میلی‌متر) در ابعاد و اندازه‌های مختلف، معمولاً به‌صورت پره‌ای ساخته می‌شوند. هر پره‌ی رادیاتور شامل دو صفحه‌ی پرس‌شده است که بر روی‌هم قرار گرفته، لبه‌ی آن‌ها به یک‌دیگر جوش مقاومتی داده می‌شود. با قرارگرفتن دو صفحه‌ی پرس‌شده برروی‌هم، مسیرهایی برای عبور آب در حد فاصل دو صفحه ایجاد می‌گردد. پره‌های تولیدشده، در کارخانه به‌یک‌دیگر متصل می‌شوند تا رادیاتور با تعداد پره‌ی موردنظر تولید شود. کارخانه‌ها تعداد پره‌های رادیاتورهای فولادی را برحسب سفارش بازار تولید می‌کنند. اندازه‌ی رادیاتورهای فولادی برحسب پهنای پره و ارتفاع محور تا محور کلکتورهای بالا و پایین آن بیان می‌شود. منظور از رادیاتور (۵۰۰×۲۰۰×۲۵)، رادیاتور (۲۵) پره با پره‌هایی به پهنای (۲۰۰ میلی‌متر) و ارتفاع محور تا محور لوله‌های رفت و برگشت (۵۰۰ میلی‌متر) است.

انواع رادیاتورهای فولادی: رادیاتورهای فولادی ازنظر ارتفاع و پهنا در اندازه‌های مختلفی ساخته شده، به‌بازار

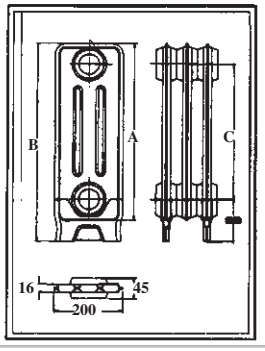
۱ــ Radiator

عرضه می‌شوند که هرکدام برحسب ابعاد و اندازه‌ی محل نصب رادیاتور در داخل ساختمان، مورداستفاده قرار می‌گیرند. در شکل (۱ــ۴) چند نمونه رادیاتور فولادی همراه با جدول مشخصات آن‌ها داده شده است. سطح دو طرف رادیاتورهای فولادی یکسان است و پشت و رو ندارند.





مشخصات			
برحسب mm ارتفاع پره = A			
برحسب mm ارتفاع پره و پایه = B			
برحسب mm فاصله‌ی محور تا محور = C			
برحسب kg وزن هر پره			
برحسب m² سطح حرارتی هر پره			
برحسب U.S.gal حجم آب هر پره			



مشخصات			
برحسب mm ارتفاع پره = A			
برحسب mm ارتفاع پره و پایه = B			
برحسب mm فاصله‌ی محور تا محور = C			
برحسب kg وزن هر پره			
برحسب m² سطح حرارتی هر پره			
برحسب U.S.gal حجم آب هر پره			

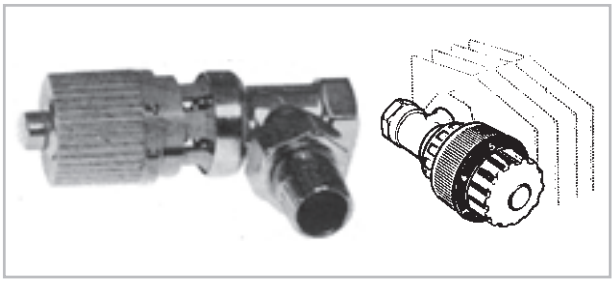
شکل ۱ــ ۴ ــ چند نمونه رادیاتور فولادی و جدول‌های مشخصات آن‌ها

شیر رادیاتور: برای قطع جریان و یا کنترل مقدار جریان آب در رادیاتور، سر راه ورود آب گرم به رادیاتور، شیر مخصوصی به نام «شیر رادیاتور» نصب می‌گردد. شیر رادیاتور معمولاً «دوبل رگلاژ» است، به‌این معنی که داخل شیر نیز یک قسمت تنظیم شونده وجود دارد که به‌وسیله‌ی آن می‌توان مقطع عبور آب را تنظیم نمود. شیر رادیاتور در حقیقت یک نوع شیر بشقابی

زاویه‌ای است. یک طرف این شیر حالت مهره‌ی ماسوره‌ای دارد که به‌رادیاتور متصل می‌گردد و طرف دیگر آن که از داخل به‌صورت دنده است به لوله‌ی ورود آب گرم وصل می‌شود. در شکل (۲ــ۴) یک شیر رادیاتور نشان داده شده است.

شکل ۲ــ ۴ــ یک شیر رادیاتور

برای کنترل خودکار درجه‌ی حرارت محلی که در آن رادیاتور نصب شده است به‌جای استفاده از شیر دستی رادیاتور، می‌توان از شیر خودکار حرارتی رادیاتور[۱] (شیر ترموستاتیکی رادیاتور) استفاده کرد. این شیردارای یک قطعه‌ی آکاردئونی فلزی شکل (فانوسه) است که با یک نوع گاز پُرشده است. دراثر بالا رفتن درجه‌ی حرارت محل، این گاز منبسط شده، مجرای عبور آب را تنگ می‌کند ؛ در نتیجه مقدار دبی آب گرم ورودی به‌رادیاتور کاهش یافته، قدرت حرارتی رادیاتور و درجه‌ی حرارت هوای محل کم می‌شود و دراثر سرد شدن هوای محل، فشار گاز کم‌تر شده، قطعه‌ی آکاردئونی جمع می‌شود و مجرای عبور آب بازتر می‌گردد، درنتیجه مقدار دبی آب گرم ورودی به‌رادیاتور بیش‌تر شده، قدرت حرارتی رادیاتور و درجه‌ی حرارت هوای محل افزایش می‌یابد. در شکل (۳ــ ۴) یک شیر ترموستاتیکی و طریقه‌ی اتصال آن به رادیاتور نشان داده شده است.



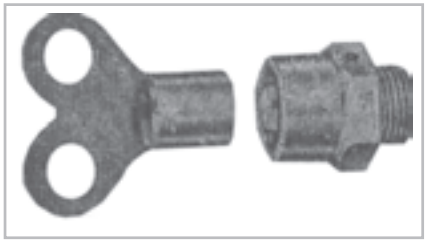
شکل ۳ــ ۴ ــ یک شیر ترموستاتیکی و طریقه‌ی نصب آن بر روی رادیاتور

در شیر ترموستاتیکی شکل (۳ــ ۴) چون‌که قسمت «فانوسه» برروی شیر قرار دارد و شیر نیز بر روی لوله‌ی رفت آب‌گرم و رادیاتورنصب شده است، هم گرمای حاصل از هدایت و هم گرمای هوای خروجی از رادیاتور بر آن اثر می‌کند و از هوای محل کم‌تر تأثیرمی‌پذیرد ؛ برای رفع این اشکال و کنترل بهتر هوای محل، می‌توان درجه تنظیم شیر را پایین‌تر انتخاب کرد.

زانو قفلی رادیاتور: بر روی لوله‌ی برگشت رادیاتور، زانوی مخصوصی به‌نام «زانو قفلی» نصب می‌گردد. یک طرف این زانو مانند شیر رادیاتور حالت مهره‌ماسوره دارد که بر روی رادیاتور نصب می‌شود و طرف دیگر آن‌که از داخل به‌صورت دنده است برروی لوله نصب می‌گردد. ساختمان زانو قفلی مانند شیر است و به‌وسیله‌ی آن می‌توان مجرای عبور آب را باز و بسته نمود ؛ با این تفاوت که قسمت عمل‌کننده‌ی آن که در زیر درپوش زانو قرار گرفته به‌طورمعمول، به‌وسیله‌ی آچار «آلن» باز و بسته می‌شود. باید توجه داشت که هنگام جداسازی رادیاتور از شبکه‌ی لوله‌کشی هم شیر رادیاتور (لوله‌ی رفت) و هم زانو قفلی (لوله‌ی برگشت) را باید بست و سپس اقدام به‌باز کردن مهره ماسوره‌ها و رادیاتور نمود. تا چند سال پیش، زانوهای رادیاتور فاقد قسمت شیرمانند داخلی بود به همین علت امکان جداسازی یک رادیاتور از شبکه، در حالی که بقیه رادیاتورها در حال کار بودند، وجود نداشت.

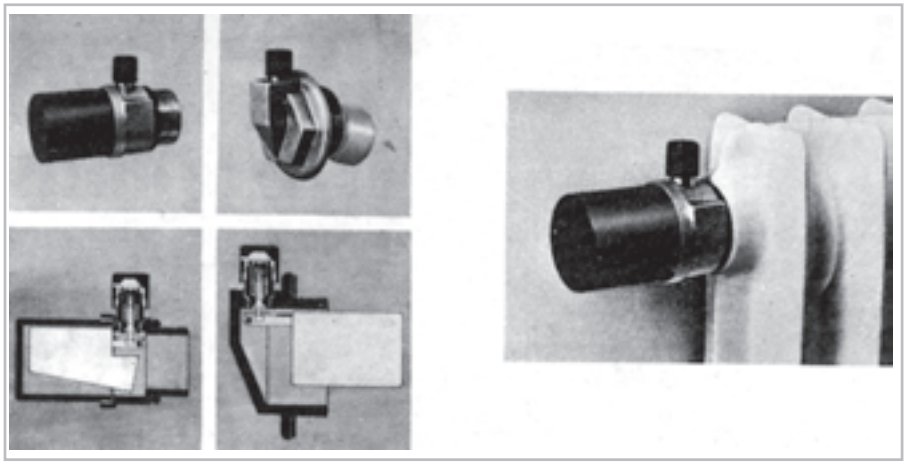
شیر هواگیری رادیاتور: برای تخلیه‌ی هوای داخل شبکه‌ی لوله‌کشی و رادیاتورها، در زمان آب‌اندازی و نیز خارج‌نمودن حباب‌های هوایی (که دراثر گرم‌شدن آب در دیگ از آن جدا شده، همراه جریان آب‌گرم ازطریق شبکه‌ی لوله‌کشی به‌داخل رادیاتورهدایت می‌شود) در بالای رادیاتور یک شیر مخصوص به‌نام «شیر هواگیری» نصب می‌کنند. شیرهای هواگیری رادیاتور در دو نوع : دستی و خودکار به‌بازار عرضه می‌شوند. در شکل (۴ــ۴) نوع دستی شیر هواگیری رادیاتور که رایج‌تر است همراه آچار آن نشان داده شده است.

۱ــ Radiator Thermostatic Valve



شکل ۴ ــ۴ــ یک شیر هواگیری دستی رادیاتور با آچار آن

در ساختمان نوع خودکار شیرهای هواگیری، از شناوری متصل به‌یک سوزن استفاده شده است ؛ درصورت وجود هوا در محفظه‌ی شیر، شناور و سوزن متصل به آن پایین آمده، مجرای خروج هوا باز می‌شود، با خارج شدن هوا و ورود آب به محفظه، شناور بالا آمده، به‌وسیله‌ی سوزن، مجرا بسته می‌شود. استفاده از این شیرها به‌دلیل گرانی، آب‌بندی نشدن و چکه‌کردن آب از آن‌ها متداول نشده است. در شکل (۵ــ۴) دو نمونه از این شیر نشان داده شده است.



شکل ۵ ــ۴ ــ دو نمونه شیر هواگیری خودکار رادیاتور

محاسبه‌ی سطح حرارتی موردنیاز: سطح حرارتی موردنیاز برای گرم نگه‌داشتن یک محل به‌وسیله‌ی رادیاتور را می‌توان از فرمول $\left(A = \frac{H}{H_R}\right)$ به‌دست آورد که در آن :

A = سطح حرارتی رادیاتور موردنیاز برحسب متر مربع ؛

H = تلفات حرارتی محل گرم‌شده برحسب وات ؛

H_R = قدرت حرارتی یک مترمربع رادیاتور برحسب وات.

محاسبه‌ی تلفات حرارتی محل که همان بار گرمایی ساختمان است در فصل دوم بیان شده است. قدرت حرارتی یک متر مربع رادیاتور را به‌روش زیر می‌توان محاسبه کرد :

اگر درجه‌ی حرارت آب‌گرم ورودی به‌رادیاتور را با «t_S» و درجه‌ی حرارت آب‌گرم برگشتی از رادیاتور را با «t_R» نشان دهیم، درجه‌ی حرارت متوسط آب در داخل رادیاتور از رابطه‌ی $\left(t_m = \frac{t_S + t_R}{۲}\right)$ به‌دست می‌آید.

حال اگر درجه‌ی حرارت هوای محل گرم‌شده (درجه‌ی حرارت بیرون پره‌ی رادیاتور) را «t_I» بنامیم، اختلاف درجه‌ی حرارت دو طرف جدار رادیاتور چنین خواهد شد :

$$\left(\Delta t_m = \frac{t_S + t_R}{۲} - t_I\right)$$

مقدار «U» ضریب انتقال گرما برای رادیاتور فولادی $\left(۸/۴ \frac{W}{m^۲.K}\right)$ درنظر گرفته می‌شود.

اگر مقدار«t_S» برابر ($90^\circ C$) و «t_R» مساوی ($70^\circ C$) و درجه‌ی حرارت محل «t_I» نیز برابر ($20^\circ C$) درنظر گرفته شوند، چنین خواهیم داشت :

$$H = AU\Delta t \quad و \quad H_R = AU\left(\frac{t_S + t_R}{2} - t_I\right)$$

قدرت حرارتی یک مترمربع رادیاتور $H_R = 504W$ و $H_R = 1\times 8/4\left(\frac{90+70}{2} - 20\right)$ حال اگر اتلاف حرارتی یک اتاق (۴۴۴۰) وات باشد، سطح حرارتی موردنیاز برای گرم نگه داشتن آن اتاق تا ($20^\circ C$) چنین به‌دست می‌آید :

$$A = \frac{H}{H_R} \quad و \quad A = \frac{4440}{504} = 8/8 m^2$$

انتخاب رادیاتور فولادی: کارخانه‌های سازنده‌ی رادیاتور، قدرت حرارتی هر پره‌ی رادیاتور تولیدی خود را در انواع مختلف مطابق با استاندارد، در کاتالوگ‌هایی به‌صورت جدول ارائه می‌نمایند، که با استفاده از آن‌ها می‌توان تعداد پره‌ی رادیاتور موردنیاز هر محل را تعیین نمود. در جدول‌های (۱ــ۴) و (۲ــ۴) قدرت حرارتی چند مدل رادیاتور فولادی در شرایط استاندارد داده شده است.

مقادیری که در جدول برای «K» منظور شده است ضریب کلی انتقال حرارت (U) رادیاتور است برحسب $\left(\frac{kcal}{hr.m^2.^\circ C}\right)$

تـذکر: یک وات بـرابـر $3/413 \frac{Btu}{hr}$ و مسـاوی $0/86 \frac{kcal}{hr}$ است.

مثال: تلفات حرارتی اتاقی (۳) کیلووات است، چند پره‌ی رادیاتور (۵۰۰×۲۰۰) باید در آن اتاق نصب گردد؟

پاسخ:

$$H = 3000\times 0/86 = 2580 \frac{kcal}{hr} \quad و \quad H\frac{kcal}{hr} = W\times 0/86$$

با مراجعه به جدول (۲ــ۴) ملاحظه می‌شود تعداد (۲۴) پره از رادیاتور موردنظر برای این اتاق کافی است.

تذکر: در صورتی که شرایط حل مسأله استاندارد نباشد یا به عبارت دیگر $\Delta t_m = 60^\circ C$ نباشد باید ابتدا سطح حرارتی را به روش ذکر شده پیدا کرده سپس با داشتن سطح حرارتی از روی جدول ۱ــ۴ و ۲ــ۴ تعداد پره‌ها را انتخاب کرد.

مثال: قدرت حرارتی اتاقی ۳ کیلووات است اگر دمای اتاق $20^\circ C$، دمای آب ورودی به رادیاتور $70^\circ C$ و دمای آب خروجی از رادیاتور $60^\circ C$ باشد چند پره رادیاتور ۵۰۰×۲۰۰ باید در اتاق نصب شود.

$$t_m = \frac{70+60}{2} = 65$$

$$\Delta t_m = 65 - 20 = 45^\circ C$$

شرایط استاندارد نیست باید سطح حرارتی را حساب کرد.

$$H_R = 1\times 8/4(45) = 378\ w$$

$$A = \frac{H}{HR} = \frac{3000}{378} = 7/9\ m^2$$

با عدد ۷/۹ به جدول ۲ــ۴ مراجعه می‌کنیم و از ستون اول تعداد پره‌ها ۳۱ به‌دست می‌آید.

جدول ۱ــ۴ــ مشخصات چند نمونه از رادیاتورهای فولادی در اندازه‌های مختلف با شرایط استاندارد

تعداد پره	طول رادیاتور بر حسب mm	150 x 600 K=۷/۲ برای اختلاف دمای ۶۰°C		سطح حرارتی M^2	150 x 500 K=۷/۳ برای اختلاف دمای ۶۰°C		سطح حرارتی M^2	150 x 300 K=۷/۷ برای اختلاف دمای ۶۰°C		سطح حرارتی M^2
		BTU/H	KCAL/H		BTU/H	KCAL/H		BTU/H	KCAL/H	
1	45	395	100	0.23	345	90	0.20	240	60	0.13
2	90	785	200	0.46	695	175	0.40	475	120	0.26
3	135	1180	300	0.69	1040	265	0.60	715	180	0.39
4	180	1575	395	0.92	1390	350	0.80	950	240	0.52
5	225	1965	495	1.15	1735	440	1.00	1190	300	0.65
6	270	2360	595	1.38	2080	525	1.20	1425	360	0.78
7	315	2755	695	1.61	2430	615	1.40	1665	420	0.91
8	360	3150	795	1.84	2775	700	1.60	1905	480	1.04
9	405	3540	895	2.07	3120	790	1.80	2140	540	1.17
10	450	3935	995	2.30	3470	875	2.00	2380	600	1.30
11	495	4330	1095	2.53	3815	965	2.20	2615	660	1.43
12	540	4720	1190	2.76	4165	1050	2.40	2855	720	1.56
13	585	5115	1290	2.99	4510	1140	2.60	3090	780	1.69
14	630	5510	1390	3.22	4855	1225	2.80	3330	840	1.82
15	675	5900	1490	3.45	5205	1315	3.00	3570	900	1.95
16	720	6295	1590	3.68	5550	1400	3.20	3805	960	2.08
17	765	6690	1690	3.91	5895	1490	3.40	4045	1020	2.21
18	810	7080	1790	4.14	6245	1575	3.60	4280	1080	2.34
19	855	7475	1890	4.37	6590	1665	3.80	4520	1140	2.47
20	900	7870	1985	4.60	6940	1750	4.00	4755	1200	2.60
21	945	8265	2085	4.83	7285	1840	4.20	4995	1260	2.73
22	990	8655	2185	5.06	7630	1925	4.40	5230	1320	2.86
23	1035	9050	2285	5.29	7980	2015	4.60	5470	1380	2.99
24	1080	9445	2385	5.52	8325	2100	4.80	4710	1440	3.12
25	1125	9835	2485	5.75	8670	2190	5.00	5945	1500	3.25
26	1170	10230	2585	5.98	9020	2280	5.20	6185	1560	3.38
27	1215	10625	2685	6.21	9365	2365	5.40	6420	1620	3.51
28	1260	11015	2780	6.44	9715	2455	5.60	6660	1680	3.64
29	1305	11410	2880	6.67	10060	2540	5.80	6895	1740	3.77
30	1350	11805	2980	6.90	10405	2630	6.00	7135	1800	3.90
31	1395	12195	3080	7.13	10755	2715	6.20	7375	1860	4.03
32	1440	12590	3180	7.36	11100	2805	6.40	7610	1920	4.16
33	1485	12985	3280	7.59	11450	2890	6.60	7850	1980	4.29
34	1530	13380	3380	7.82	11795	2980	6.80	8085	2040	4.42
35	1575	13770	3480	8.05	12140	3065	7.00	8325	2100	4.55
36	1620	14165	3575	8.28	12490	3155	7.20	8560	2160	4.68
37	1665	14560	3675	8.51	12835	3240	7.40	8800	2220	4.81
38	1710	14950	3775	8.74	13180	3330	7.60	9040	2280	4.94
39	1755	15345	3875	8.97	13530	3415	7.80	9275	2340	5.07
40	1800	15740	3975	9.20	13875	3505	8.00	9515	2400	5.20

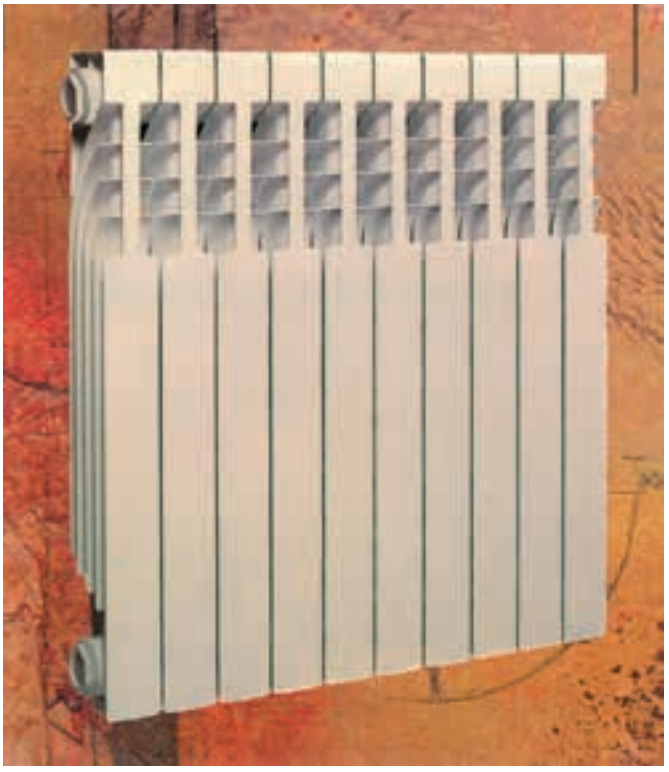
جدول ۲ــ۴ــ مشخصات چند نمونه از رادیاتور فولادی در اندازه‌های مختلف با شرایط استاندارد

تعداد پره	طول رادیاتور بر حسب mm	200 x 600 K=۷/۲ برای اختلاف دمای ۶۰°C		سطح حرارتی M^2	200 x 500 K=۷/۳ برای اختلاف دمای ۶۰°C		سطح حرارتی M^2	200 x 300 K=۷/۷ برای اختلاف دمای ۶۰°C		سطح حرارتی M^2
		BTU/H	KCAL/H		BTU/H	KCAL/H		BTU/H	KCAL/H	
1	45	500	125	0.30	440	110	0.26	300	75	0.17
2	90	1000	250	0.60	880	220	0.52	600	150	0.34
3	135	1495	380	0.90	1315	330	0.78	895	225	0.51
4	180	1995	505	1.20	1755	445	1.04	1195	300	0.68
5	225	2495	630	1.50	2195	555	1.30	1585	375	0.85
6	270	2995	755	1.80	2630	665	1.56	1795	455	1.02
7	315	3495	880	2.10	3070	775	1.82	2090	530	1.19
8	360	3990	1010	2.40	3510	885	2.08	2390	605	1.36
9	405	4490	1135	2.70	3945	995	2.34	2690	680	1.53
10	450	4990	1260	3.00	4385	1110	2.60	2990	755	1.70
11	495	5490	1385	3.30	4825	1220	2.86	3290	830	1.87
12	540	5990	1510	3.60	5265	1330	3.12	3585	905	2.04
13	585	6485	1640	3.90	5700	1440	3.38	3885	980	2.21
14	630	6985	1765	4.20	6140	1550	3.64	4185	1055	2.38
15	675	7485	1890	4.50	6580	1660	3.90	4485	1130	2.55
16	720	7985	2015	4.80	7020	1770	4.16	4780	1210	2.72
17	765	8480	2140	5.10	7455	1885	4.42	5080	1285	2.89
18	810	8980	2270	5.40	7895	1995	4.68	5380	1360	3.06
19	855	9480	2395	5.70	8335	2105	4.94	5680	1435	3.23
20	900	9980	2520	6.00	8770	2215	5.20	5980	1510	3.40
21	945	10480	2645	6.30	9210	2325	5.46	6275	1585	3.57
22	990	10975	2770	6.60	9650	2435	5.72	6575	1660	3.74
23	1035	11475	2900	6.90	10090	2545	5.98	6875	1735	3.91
24	1080	11975	3025	7.20	10523	2660	6.24	7175	1810	4.08
25	1125	12475	3150	7.50	10965	2770	6.50	7475	1885	4.25
26	1170	12975	3275	7.80	11405	2880	6.76	7770	1960	4.42
27	1215	13470	3400	8.10	11840	2990	7.02	8070	2040	4.59
28	1260	13970	3530	8.40	12280	3100	7.28	8370	2115	4.76
29	1305	14470	3655	8.70	12720	3210	7.54	8670	2190	4.93
30	1350	14970	3780	9.00	13160	3325	7.80	8965	2265	5.10
31	1395	15470	3905	9.30	13595	3435	8.06	9265	2340	5.27
32	1440	15965	4030	9.60	14035	3545	8.32	9565	2415	5.44
33	1485	16465	4160	9.90	14475	3655	8.58	9865	2490	5.61
34	1530	16965	4285	10.20	14915	3765	8.84	10165	2565	5.78
35	1575	17465	4410	10.50	15350	3875	9.10	10460	2640	5.95
36	1620	17965	4535	10.80	15790	3985	9.36	10760	2715	6.12
37	1665	18460	4660	11.10	16230	4100	9.62	11060	2795	6.29
38	1710	18960	4790	11.40	16665	4210	9.88	11360	2870	6.46
39	1755	19460	4915	11.70	17105	4320	10.14	11665	2945	6.63
40	1800	19960	5040	12.00	17545	4430	10.40	11955	3020	6.80

۲ــ۱ــ۴ــ رادیاتورهای آلومینیومی و ساختمان آن‌ها: رادیاتورهای آلومینیومی نیز به‌صورت پره‌ای از جنس آلومینیوم تولید و معمولاً در قطعات (۵)، (۷) و (۱۰) پره به‌بازار عرضه می‌شوند. لبه‌ی کلکتور بالا و پایین این رادیاتورها در یک طرف از داخل رزوه‌ی راست‌گرد و در طرف دیگر رزوه‌ی چپ‌گرد می‌شود، به‌این ترتیب رادیاتورها را می‌توان به‌وسیله‌ی مغزی‌هایی که نصف طول آن دنده‌ی راست‌گرد و نصف دیگر آن، چپ‌گرد است به یک‌دیگر متصل نمود. به‌عنوان مثال برای رادیاتور(۱۵) پره، یک دستگاه رادیاتور (۵) پره را با یک دستگاه رادیاتور (۱۰) پره به‌هم متصل می‌کنند.

انواع رادیاتورهای آلومینیومی: رادیاتورهای آلومینیومی در انواع مختلفی ازنظر : پهنا، ضخامت پره، ارتفاع محور تا محور، کلکتورهای بالا و پایین، شکل ظاهری، قدرت حرارتی متفاوت و با شرایط استاندارد تولید و به بازار عرضه می‌شوند.

در شکل‌های (۶ــ۴) و (۷ــ۴)چند نمونه از رادیاتور آلومینیومی همراه با جدول مشخصات آن‌ها نشان داده شده است.



THERMAL AND DIMENSIONAL CHARACTERISTICS

MODEL	DIN EN442				A	B	C	D	E	F	G	Water content	Weight of element
TERMOCOLOR	Watt	Kcal/h	Btu/h	η	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Inch	Liter	Kg
500	145	125	496	1.317	585	500	90	61	25	150	1¼	0.47	1.50

Output in Watt/hr Δt at 60° C (180° F) mean water to room temperature from tests carried out in accordance with DIN EN442.

Outputs of other Δt calculated as follows: $Q = Qn\ (\frac{\Delta t}{60})^{\eta}$

شکل ۶ــ۴ــ رادیاتور مدل ترموکالر و جدول مشخصات آن

THERMAL AND DIMENSIONAL CHARACTERISTICS

MODEL	DIN EN442				A	B	C	D	E	F	G	Water content	Weight of element
TEMPO	Watt	Kcal/h	Btu/h	η	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Inch	Liter	Kg
600	194	167	662	1.321	678	600	97	80	25	150	1	0.52	1.87
500	162	140	553	1.306	585	500	95	80	25	150	1	0.59	1.71
350	125	107	426	1.306	430	350	95	80	25	150	1	0.34	1.29

Output in Watt/hr At at 60° C (180° F) mean water to room temperature from tests carried out in accordance with DIN EN442

Outputs of other At calculated as follows: $Q = Qn\,(\frac{\Delta t}{60})^{\eta}$

شکل ۷ــ۴ــ رادیاتور مدل تمپو و جدول مشخصات آن

انتخاب رادیاتور آلومینیومی: کارخانه‌های سازنده‌ی رادیاتور آلومینیومی نیز قدرت حرارتی استاندارد هر پره‌ی رادیاتور تولیدی خود را در جدولی ارائه می‌نمایند که با استفاده از آن‌ها به‌سادگی می‌توان تعداد پره‌ی مورد نیاز یک محل را تعیین نمود.

در جدول مربوط به شکل‌های (۶ــ۴) و (۷ــ۴) قدرت هر پره رادیاتورهای مختلف با شرایط استاندارد برحسب سه‌واحد : وات، کیلوکالری بر ساعت و بی‌تی‌یو بر ساعت داده شده است.

مثال: تلفات حرارتی اتاقی (۲۴۰۰) وات است اگر بخواهیم از رادیاتور آلومینیومی مدل «تمپو ۵۰۰» استفاده کنیم چند پره رادیاتور باید در این اتاق نصب گردد؟

پاسخ: در جدول رادیاتور مدل تمپو قدرت حرارتی هر پره‌ی این رادیاتور (۱۶۲) وات است، بنابراین :

تعداد پره لازم = ۲۴۰۰÷۱۶۲ = ۱۴/۸ = ۱۵ پره

که باید یک دستگاه (۱۰) پره و یک دستگاه (۵) پره را به‌یک‌دیگر متصل نمود.

۳ــ۱ــ۴ــ رادیاتورهای چدنی و ساختمان آن‌ها:

رادیاتورهای چدنی به‌صورت پره‌ای و به‌روش ریخته‌گری در ابعاد و اندازه‌های مختلف از چدن ساخته می‌شود. اتصال پره‌های این رادیاتور به یک‌دیگر به‌وسیله مغزی «چپ‌گرد ــ راست گرد» و یا مغزی‌های «جازدنی» (که دو سر آن به‌صورت کونیک[1] تراشیده شده است) انجام می‌گردد. این رادیاتور برای کار در فشار (۴at) و تحمل حداکثر درجه‌ی حرارت ($110^{\circ}C$) مناسب است. مزیت این رادیاتور نسبت به رادیاتورهای فولادی، مقاومت بیش‌تر آن در مقابل زنگ‌زدگی است و به‌همین علّت برای جاهای مرطوب مثل حمام مناسب است، عیب این رادیاتور این است که خطر شکستگی آن بیش‌تر است. لازم به‌ذکر است که با متداول شدن استفاده از رادیاتورهای آلومینیومی روز به روز کاربرد رادیاتور چدنی کم‌تر شده است. در شکل (۸ــ۴) چند نمونه از رادیاتور چدنی نشان داده شده است.

شکل ۸ــ۴ــ چند نمونه از رادیاتور چدنی

مطالعه آزاد

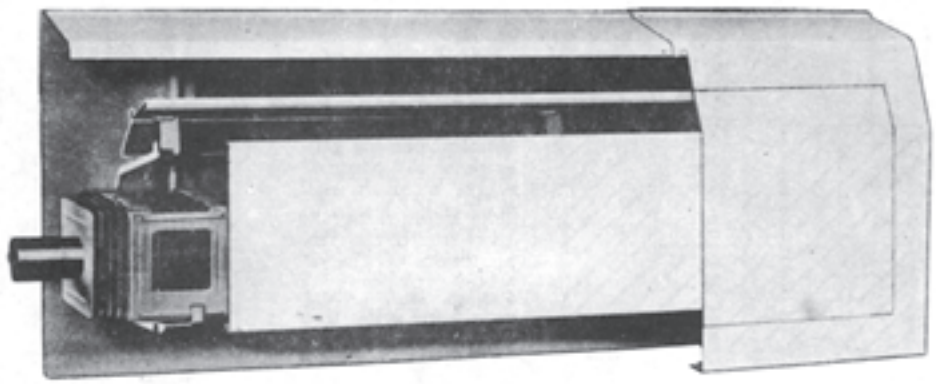
۲ــ۴ــ کنوکتور[2] و ساختمان آن

«کنوکتور» از یک یا چند لوله‌ی پره‌دار که در داخل محفظه‌ای قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است. این دستگاه در اندازه‌های مختلفی ازنظر طول، ارتفاع و پهنا ساخته می‌شود. لوله‌های پره‌دار ممکن است از نوع لوله‌های آهنی و یا غیرآهنی مانند لوله‌های مسی باشند. هوا از قسمت پایین وارد و پس از گرم شدن به‌روش جابه‌جایی از دریچه‌ی بالا خارج شده، وارد فضای موردنظر می‌شود. در محل خروج هوا از کنوکتور «دمپری» وجود دارد که به‌وسیله‌ی آن می‌توان مقدار جریان هوا و درنتیجه قدرت حرارتی کنوکتور را تنظیم کرد.

کاربرد کنوکتور در جایی که از آب داغ و یا بخار به‌عنوان حامل انرژی حرارتی استفاده می‌شود مناسب است، زیرا به‌علت داشتن پوشش بر روی لوله‌ها امکان‌تماس بدن با سطوح داغ لوله‌ها و پره‌ها وجود ندارد. در شکل (۹ــ۴) یک نوع کنوکتور نشان داده شده است.

۱ــ مخروط ناقص

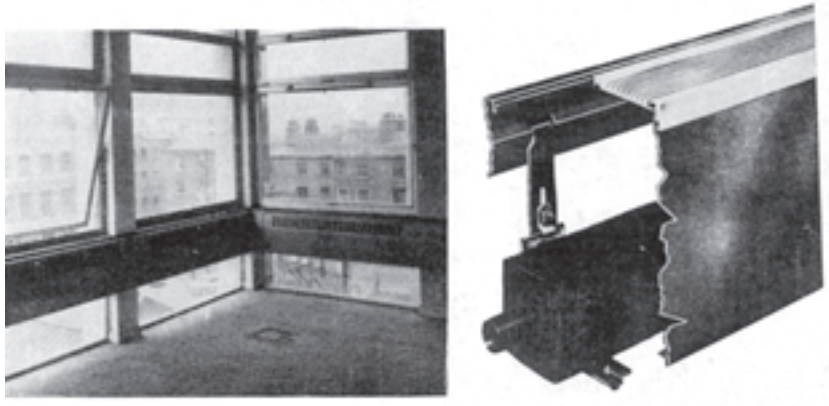
۲ــ Convector



شکل ۹ــ۴ــ یک نوع کنوکتور

۱ــ۲ــ ۴ ــ انواع کنوکتور: به‌طور کلی کنوکتورها در دو نوع : «روکار» و «توکار» ساخته می‌شوند. در نوع روکار[1] آن، لوله‌ها توسط کارخانه‌ی سازنده در داخل کابینتی نصب می‌گردد.

نوع توکار آن بدون کابینت است. به‌عبارت دیگر فقط لوله‌های پره‌دار است که در محل فرورفتگی دیوار، بر روی آن نصب می‌شود و با پیش‌بینی دریچه‌ای در پایین و بالا برای ورود و خروج هوا، سایر قسمت‌های جلوی آن با مصالح ساختمانی (نظیر رابیتس و گچ و خاک) پوشیده شده، مانند سایر قسمت‌ها، نازک کاری و رنگ می‌شود ؛ در این‌صورت باید پیش‌بینی لازم برای پیاده‌کردن لوله‌ها جهت انجام تعمیرات به‌عمل آید و یا این‌که در جلوی آن، صفحات برداشتنی فلزی و یا چوبی نصب گردد. در شکل (۱۰ــ۴) یک نوع کنوکتور بدون کابینت نشان داده شده است.



شکل ۱۰ــ۴ ــ کنوکتور بدون کابینت

۳ــ۴ ــ یونیت هیتر[2] و ساختمان آن

«یونیت هیتر» یا واحد گرم کننده، دستگاهی است که از آن برای گرم‌کردن فضاهای بزرگ (نظیر سالن‌های سرپوشیده‌ی ورزشی، سالن‌های کارخانه‌ها و غیره) استفاده می‌شود. هر دستگاه یونیت هیتر از قسمت‌های مختلفی به‌شرح زیر تشکیل شده است :

۱ــ «کویل» با لوله‌های پره‌دار، که در داخل آن آب گرم، آب داغ و یا بخار به‌عنوان حامل انرژی حرارتی جریان دارد. برحسب نوع یونیت هیتر، کویل ممکن است صاف، مکعبی شکل،

۱ــ Cabinet type

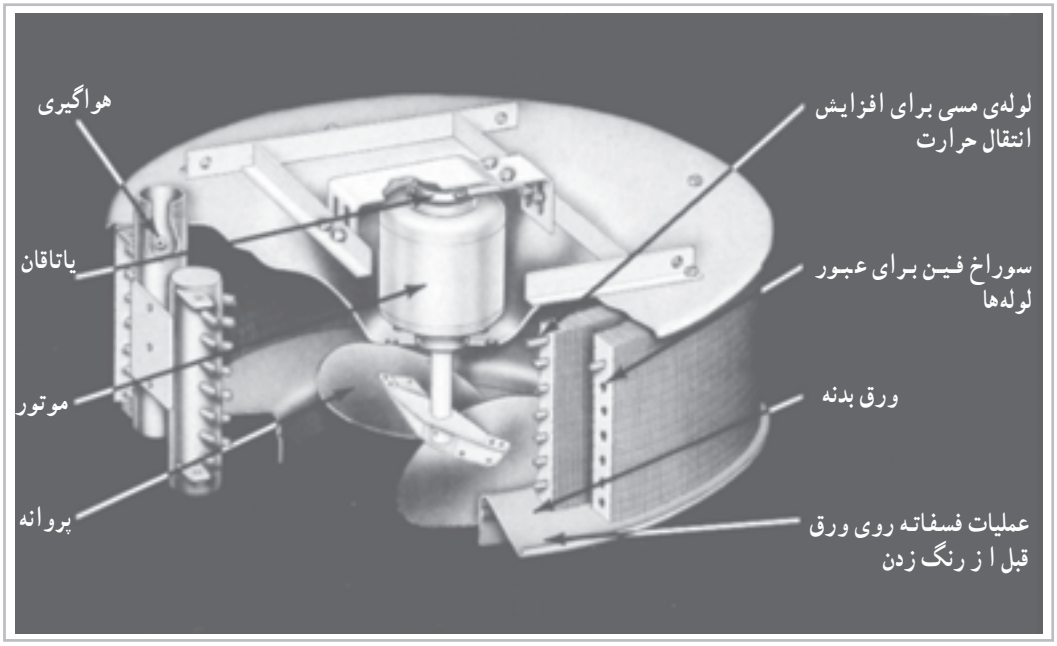
۲ــ Unit heater

گرد و یا دایره‌ای شکل باشد.

۲ــ «پروانه» و یا «فن»، که وظیفه‌ی عبوردادن هوا از روی کویل و به‌جریان انداختن هوا در داخل فضای گرم شونده را عهده‌دار است. این فن برحسب ظرفیت و فشار هوادهی ممکن است از نوع «ملخی» (پنکه‌ای) و یا «سانتری‌فوژ» (گریز از مرکز) باشد.

۳ــ پره‌های جهت‌دهنده‌ی هوا، که به‌وسیله‌ی آن‌ها می‌توان هوای خروجی از یونیت هیتر را به قسمت‌های مختلف محل گرم‌شونده هدایت نمود.

۴ــ کابینت و یا محفظه، که پروانه و کویل در داخل آن و پره‌های جهت‌دهنده‌ی هوا بر روی آن نصب می‌گردند. در شکل (۱۱ــ۴) یک دستگاه یونیت هیتر نشان داده شده است.



شکل ۱۱ــ۴ــ یک دستگاه یونیت هیتر

۱ــ۳ــ۴ ــ انواع یونیت هیتر: یونیت هیترها به‌روش‌های مختلفی به‌شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند :

۱ــ ازنظر واسطه و انرژی حرارتی: در این طبقه‌بندی، یونیت‌هیتر به‌انواع آبی، بخار آبی و برقی تقسیم‌بندی می‌شوند.

۲ــ ازنظر نوع پروانه (فن): در این طریقه‌ی دسته‌بندی، یونیت هیترها به انواع با پروانه‌ی ملخی[1] (پروانه پنکه‌ای) و باپروانه‌ی سانتری‌فوژ دسته‌بندی می‌شوند.

۳ــ ازنظر ترتیب قرارگرفتن قطعات: در این روش، یونیت هیترها به‌نوع مکنده (که هوا به‌وسیله‌ی پروانه از روی کویل مکیده می‌شود) و نوع دمنده (که در آن هوا به‌وسیله‌ی فن بر روی کویل دمیده می‌شود) تقسیم‌بندی می‌شوند.

۴ــ ازنظر محل نصب: در این نوع طبقه‌بندی، یونیت هیترها به‌انواع «سقفی آویزی» و «دیواری» تقسیم‌بندی می‌شوند. در نوع سقفی آویزی جریان هوا می‌تواند افقی یا عمودی باشد و در نوع دیواری دستگاه برروی دیوار نصب شده و هوا به‌وسیله‌ی هدایت‌کننده‌هایی به صورت افقی پخش می‌شود. در شکل (۱۲ــ۴) یک نوع یونیت هیترنشان داده شده است.

۱ــ Axial

شکل ۱۲ــ۴ ــ یونیت هیتر سقفی آویزی با جریان افقی هوا

۲ــ۳ــ۴ــ کاربرد یونیت هیتر: یونیت هیترها برای گرم‌کردن فضاهای بزرگ (نظیر سالن‌های ورزشی و سالن‌های کارخانه‌ها) به‌دلایل ذکر شده در زیر، مورداستفاده قرار می‌گیرند.

۱ــ داشتن قدرت حرارتی زیاد ؛

۲ــ جاگیری کم‌تر مخصوصاً در مدل‌های دیواری و سقفی ؛

۳ــ توزیع بهتر هوای گرم ؛

۴ــ سرعت زیاد در گرم‌کردن فضا.

مطالعه آزاد

۳ــ۳ــ۴ ــ انتخاب یونیت هیتر: کارخانه‌های سازنده، یونیت هیترهای تولیدی خود را در شرایط استاندارد و یا در شرایط دیگری که مشخص می‌کنند، در جدولی برای مدل‌های مختلف ارائه می‌نمایند که با استفاده از جدول و توجه به فاکتور مهم ذکر شده در زیر، می‌توان تعداد و مدل یونیت‌هیتر مناسب برای محل گرم‌شونده را تعیین نمود :

۱ــ حامل انرژی حرارتی ؛ (که معمولاً آب و یا بخار آب است.)

۲ــ نوع یونیت هیتر مناسب ؛

۳ــ محل مناسب قرارگرفتن یونیت هیتر از نظر توزیع بهتر هوا و حرارت ؛

۴ــ سطح مجاز صدا ؛ (شاید پرداختن به مسئله‌ی صدا مربوط به بحث این کتاب نباشد. بنابراین فقط به‌طور خلاصه می‌توان بیان کرد که صدای حاصل از کارکردن پروانه‌ی یونیت هیتر نباید به‌صورتی باشد که برای افراد ایجاد ناراحتی بنماید. اگرچه احتمالاً سر و صدای حاصل از کارکردن ماشین‌آلات در کارخانه‌ها و سر و صدای حاصل از افراد و وسایل ورزشی در سالن‌های ورزشی به تنهایی بیش از سر و صدای حاصل از کار کردن پروانه‌های یونیت هیترها باشد.)

۵ ــ ظرفیت حرارتی هر دستگاه یونیت هیتر ؛

۶ــ نیاز به انجام تصفیه‌ی مکانیکی هوا و یا عدم نیاز به آن.

در جدول‌های (۳ــ۴) و (۴ــ۴) ظرفیت‌های چند مدل یونیت هیتر سقفی با جریان افقی هوا و در جدول (۵ ــ۴) ضرایب

اصلاح ظرفیت‌ها برای شرایط مختلف کار، داده شده است.

جدول ۳ــ۴ــ یونیت هیتر آبی با پروانه

900 RPM

180 °F ENTERING WATER AND 60 °F ENTERING AIR							UNIT WEIGHT Kg
MODEL NO HP	BTU/Hr	CFM	GPM	FINAL AIR TEMP. °F	WATER TEMP. DROP °F	PRESSURE DROP FT. OF WATER	
1SUH-25 1/12	11600	280	2	98	11.6	0.2	37
	13750		5	105	5.5	0.4	
	14600		7	108	4.2	1.0	
1SUH-50 1/8	21000	500	5	100	8.5	0.8	43
	24500		8	105	6.2	1.4	
	26000		10	108	5.2	2.2	
1SUH-100 1/4	47500	1050	7	102	13.5	0.9	51
	54000		11	107	9.9	2.0	
	57500		14	110	8.2	3.5	
1SUH-150 1/3	72000	1650	8	100	18.0	1.0	62
	83000		14	106	11.8	2.4	
	90000		18	110	10.0	3.5	
1SUH-250 1/2	94500	2400	8	96	23.5	0.9	83
	108500		14	101	15.6	2.2	
	120000		18	106	13.3	3.2	

جدول ۴ــ ۴ــ یونیت هیتر آبی با پروانه

1450 RPM

180 °F ENTERING WATER AND 60 °F ENTERING AIR							UNIT WEIGHT Kg
MODEL NO HP	BTU/Hr	CFM	GPM	FINAL AIR TEMP. °F	WATER TEMP. DROP °F	PRESSURE DROP FT. OF WATER	
2SUH-75 1/4	33000	800	3	95	22.0	0.3	45
	39000		5	105	12.6	0.6	
	41600		7	108	11.9	1.4	
2SUH-125 1/2	60000	1350	6	101	20.0	1.0	63
	67000		8	106	16.8	1.4	
	73000		11	110	13.3	1.9	
2SUH-200 1/2	93000	2250	10	101	18.6	1.0	76
	109000		12	107	18.2	1.3	
	115000		15	110	15.3	2.0	
2SUH-300 3/4	139000	3200	14	100	19.9	1.4	105
	160000		17	106	18.8	2.2	
	174000		20	110	17.4	3.0	
2SUH-400 3/4	173000	4400	18	96	19.2	2.0	120
	197000		21	101	18.8	2.7	
	221000		24	106	18.4	3.5	

جدول ۵ ــ۴ــ ضرایب اصلاح ظرفیت‌ها

ENTERING AIR TEMPERATURE	ENTERING WATER TEMPERATURE °F										
°F	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
30	1.035	1.115	1.210	1.295	1.380	1.465	1.545	1.640	1.720	1.810	1.895
40	0.940	1.025	1.105	1.195	1.275	1.360	1.440	1.535	1.620	1.700	1.785
50	0.840	0.930	1.050	1.090	1.175	1.265	1.345	1.430	1.510	1.600	1.690
60	0.743	0.835	0.920	1.000	1.080	1.165	1.240	1.325	1.405	1.500	1.580
70	0.650	0.745	0.825	0.905	0.980	1.070	1.150	1.235	1.315	1.395	1.480
80	0.570	0.650	0.735	0.815	0.895	0.980	1.060	1.140	1.220	1.300	1.380
90	0.475	0.560	0.640	0.720	0.805	0.885	0.965	1.050	1.130	1.210	1.280
100	0.395	0.475	0.560	0.710	0.790	0.875	0.955	1.035	1.115	1.115	1.185

مثال: مدل یونیت هیتر مناسب برای یک سالن ورزشی با مشخصات داده شده در زیر را تعیین نمایید.

۱ــ تلفات حرارتی مساوی (۷۸۷۶۰W) ؛

۲ــ درجه‌ی حرارت آب گرم ورودی به یونیت هیتر ($۱۸۰^{\circ}F$) ؛

۳ــ نوع یونیت هیتر، سقفی با جریان افقی هوا ؛

۴ــ با توجه به ابعاد سالن و توزیع بهتر هوا و گرما تعداد (۴) عدد یونیت هیتر در این محل نصب خواهد شد ؛

۵ ــ نصب یونیت‌ها بدون کانال‌کشی انجام می‌شود ؛

۶ــ دور پروانه (۱۴۵۰) دور در دقیقه ؛

۷ــ درجه‌ی حرارت هوای ورودی به کویل (۶۰) درجه فارنهایت است.

پاسخ: $۷۸۷۶۰ \times ۳/۴ \frac{BTU}{hr} = ۲۶۷۷۸۴ \frac{BTU}{hr}$

$۲۶۷۷۸۴ \div ۴ = ۶۶۹۴۶ \frac{BTU}{hr}$

قدرت حرارتی موردنیاز هر دستگاه یونیت هیتر

حال با مراجعه به جدول ظرفیت یونیت هیتر با حامل انرژی حرارتی آب در ستون دوم عدد $(۶۷۰۰۰) \frac{BTU}{hr}$ را پیدا می‌کنیم که بسیار نزدیک به عدد محاسبه شده است، بنابراین مدل یونیت هیترهای مناسب و مشخصات آن‌ها چنین است :

۱ــ مدل «۲SUH۱۲۵» با موتور $(\frac{۱}{۲})$ اسب بخار ؛

۲ــ ظرفیت حرارتی $(۶۷۰۰۰ \frac{BTU}{hr})$ ؛

۳ــ مقدار هوادهی پروانه (۱۳۵۰) فوت مکعب در دقیقه ؛

۴ــ مقدار گذر آب (۸) گالن در دقیقه ؛

۵ ــ درجه‌ی حرارت هوای خروجی ($۱۰۶^{\circ}F$) ؛

۶ ــ افت درجه‌ی حرارت آب ($۱۶/۸^{\circ}F$) ؛

۷ــ افت فشار آب در داخل کویل ۱/۴ فوت آب.

مثال: مدل یونیت هیتر مناسب را برای محلی با مشخصات ذکر شده تعیین کنید.

۱ــ تلفات حرارتی (۲۹۷۰۰W) ؛

۲ــ درجه‌ی حرارت آب گرم ورودی به کویل ($۲۰۰^{\circ}F$) ؛

۳ــ نوع یونیت هیتر، سقفی با جریان افقی هوا ؛

۴ــ فقط امکان نصب یک یونیت هیتر وجود دارد ؛

۵ ــ یونیت هیتر بدون مقاومت خارجی کار خواهد کرد ؛

۶ ــ به‌علت لزوم رعایت سطح مجاز صدا پروانه باید از نوع (۹۰۰) دور در دقیقه انتخاب گردد ؛

۷ــ درجه‌ی حرارت هوای ورودی به کویل (۷۰) درجه‌ی فارنهایت است.

پاسخ: با مراجعه به جدول (۵ ــ۴) ضریب اصلاح برای (۲۰۰)درجه‌ی فارنهایت، درجه‌ی حرارت آب ورودی به یونیت هیتر و (۷۰) درجه‌ی فارنهایت، درجه‌ی حرارت هوای ورودی برابر (۱/۰۷۰) به‌دست می‌آید بنابراین ظرفیت یونیت هیتر در شرایط استاندارد باید چنین باشد :

$۲۹۷۰۰ \times ۳/۴ = ۱۰۰۹۸۰ \frac{BTU}{hr}$ و $\frac{۱۰۰۹۸۰}{۱/۰۷۰} = ۹۴۳۷۴ \frac{BTU}{hr}$

با مراجعه به جدول (۳ ــ۴) مدل یونیت هیتر مناسب «۱SUH۲۵۰» به‌دست می‌آید که مشخصات آن به‌شرح زیر است :

۱ــ قدرت موتور ($\frac{۱}{۲}$) اسب بخار ؛

۲ــ ظرفیت حرارتی ($۹۴۵۰۰ \frac{BTU}{hr}$) ؛

۳ــ مقدار هوادهی پروانه (۲۴۰۰) فوت مکعب در دقیقه ؛

۴ــ مقدار گذر آب (۸) گالن در دقیقه ؛

۵ ــ درجه‌ی حرارت خروجی هوا ($۹۶^{\circ}F$) ؛

۶ــ افت درجه‌ی حرارت آب، در داخل کویل ($۲۳/۵^{\circ}F$) ؛

۷ــ افت فشار آب، در داخل کویل (۰/۹) فوت آب.

۴ــ۴ــ فن‌کویل[۱] و ساختمان آن

دستگاه پخش‌کننده‌ی حرارت است و از دو قسمت اصلی فن و کویل تشکیل شده، نام آن هم از ترکیب نام همین دو قطعه به‌دست آمده است. قطعات دیگر فن‌کویل عبارت‌اند از : فیلتر، کلید و کابینت.

فن ــ کار فن گرفتن هوای محل گرم‌شده و هوای تازه، عبور آن از روی کویل و به‌جریان انداختن هوا (توزیع گرما) در محل است. فنِ فن‌کویل‌ها معمولاً از نوع سانتری‌فوژ (گریز از مرکز) هستند و هر فن‌کویل بسته به ظرفیت آن دارای یک و یا چند عدد فن است.

کویل ــ کویل که در زمستان معمولاً آب گرم در داخل آن جریان می‌یابد و وظیفه‌ی انتقال گرما از آب به هوا را به‌عهده دارد. بر روی لوله‌های کویل به‌منظور بیش‌تر شدن سطح تبادل حرارت (انجام تبادل حرارت بیش‌تر بین آب و هوا) پره‌هایی به‌نام «فین» (FIN) نصب می‌کنند.

فیلتر ــ فیلتر فن‌کویل از نوع فیلتر خشک قابل شست و شو است و کار آن تصفیه‌ی فیزیکی هوا است. جای صحیح نصب فیلتر در داخل فن‌کویل در محل ورود هوا به فن است. فن‌کویل‌هایی هم وجود دارد که فیلتر آن‌ها بعد از فن در پشت کویل قرار داده شده، که به‌نظر مؤلف صحیح نیست چون قبل از آن‌که ذرات و مواد به فیلتر برسد و به‌وسیله‌ی آن گرفته شود، در داخل پره‌های پروانه قرار می‌گیرد، درنتیجه ظرفیت هوادهی پروانه و قدرت حرارتی فن‌کویل را کم می‌کند، فن را از بالانس می‌اندازد، باعث ایجاد صدا و لرزش می‌شود و ...

کلید ــ کلید فن‌کویل از نوع «سلکتوری» و معمولاً چهارحالته است که به‌وسیله‌ی آن می‌توان موتور فن‌کویل را با سرعت موردنظر مورد استفاده قرار داد.

طشتک ــ «طشتک» و یا «سینی»، قطعه‌ای است که در زیر کویل نصب می‌گردد و کار آن جمع‌آوری آب‌هایی است که در زمان هواگیری کویل از آن خارج می‌گردد و هم‌چنین بخار آب تقطیر شده بر روی کویل سرد (در تابستان) و هدایت آن‌ها ازطریق مجرایی به لوله‌ی تخلیه از وظایف آن است.

کابینت ــ کابینت فن‌کویل محفظه‌ای است که قطعات فن‌کویل در داخل آن نصب می‌شوند. به‌عبارت دیگر پوششی است بر روی قطعات فن‌کویل و باید دارای شکل ظاهری و رنگ زیبایی باشد. در شکل (۱۳ــ۴) قسمت‌های مختلف یک فن‌کویل نشان داده شده است.

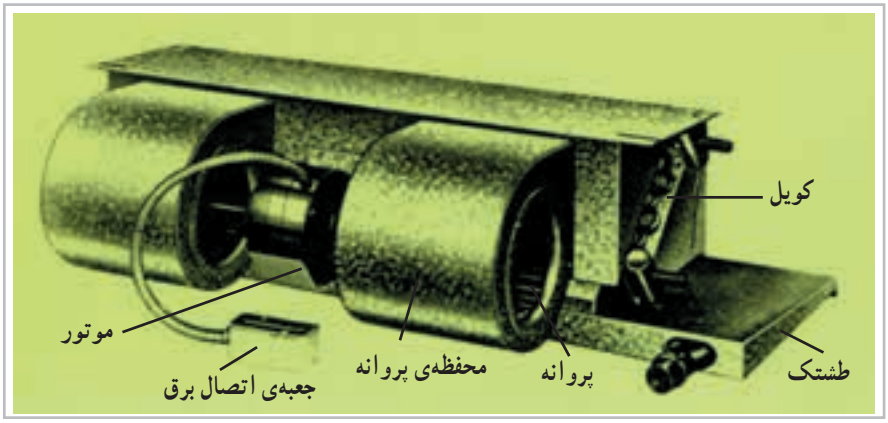
۱ــ۴ــ۴ ــ انواع فن‌کویل: فن‌کویل‌ها را به‌دو صورت تقسیم‌بندی می‌کنند : یکی از نظر مقدار هوادهی پروانه و دیگری ازنظر شکل ظاهری و محل نصب.

انواع فن‌کویل ازنظر مقدار هوادهی: مدل‌های مختلف فن‌کویل در این طبقه‌بندی عبارت‌اند از :

۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ سی‌اف‌ام (CFM)[۲]

۱ــ Fancoil

۲ــ CFM فوت مکعب در دقیقه



شکل ۱۳ــ۴ــ قسمت‌های مختلف یک فن‌کویل سقفی بدون کابینت

انواع فن‌کویل از نظر شکل ظاهری و محل نصب:

فن‌کویل‌ها ازنظر شکل ظاهری و محل نصب به‌صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱ــ فن‌کویل‌های زمینی روکار که خود به دو نوع خروجی هوا از بالا و خروجی هوا از جلو تقسیم می‌شوند.

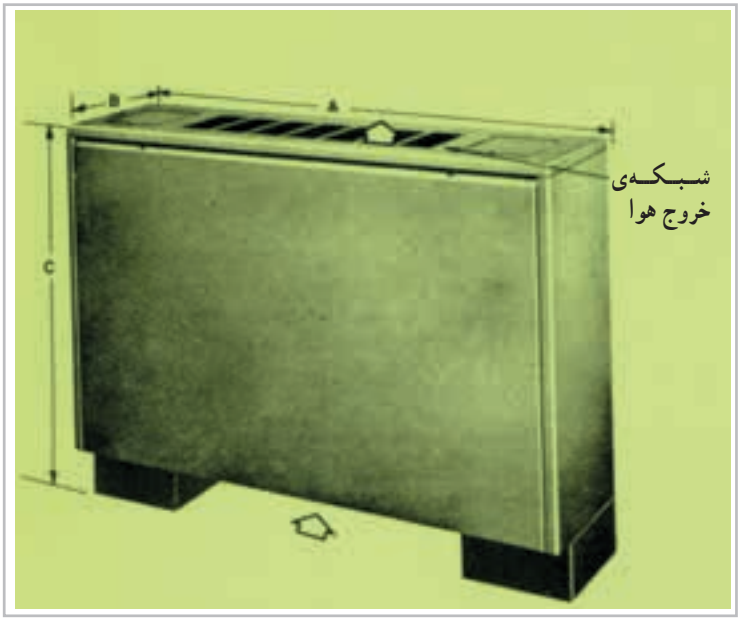
۲ــ فن‌کویل‌های زمینی توکار که داخل فرورفتگی دیوار نصب می‌شوند و فقط صفحه‌ی جلوی آن دیده می‌شود. این مدل فن‌کویل به‌اجبار با خروجی هوا از جلو است.

۳ــ فن‌کویل‌های سقفی که این مدل نیز دارای یک نوع روکار (با کابینت) و یک نوع توکار (بدون کابینت) است.

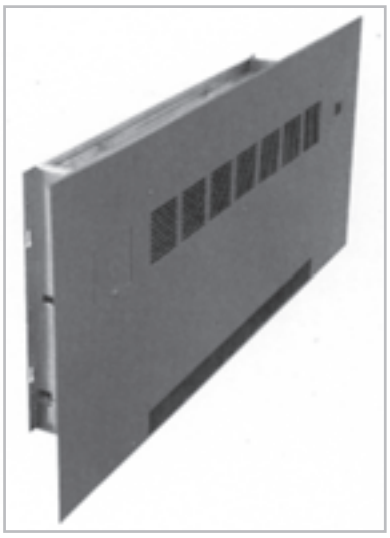
۴ــ فن‌کویل کانالی که این مدل قدرت هوادهی و حرارتی بالایی دارد و درجلوی دهانه‌ی خروجی هوا از آن، یک سیستم کانال‌کشی هوای رفت تعبیه شده که هوا را به قسمت‌های مختلف هدایت می‌کند. لازم به تذکر است که پیش‌بینی یک مسیر برگشت هوا به قسمت مکش فن‌کویل الزامی است.

۵ ــ دسته‌بندی فن‌کویل‌ها ازنظر موقعیت لوله‌های کویل :

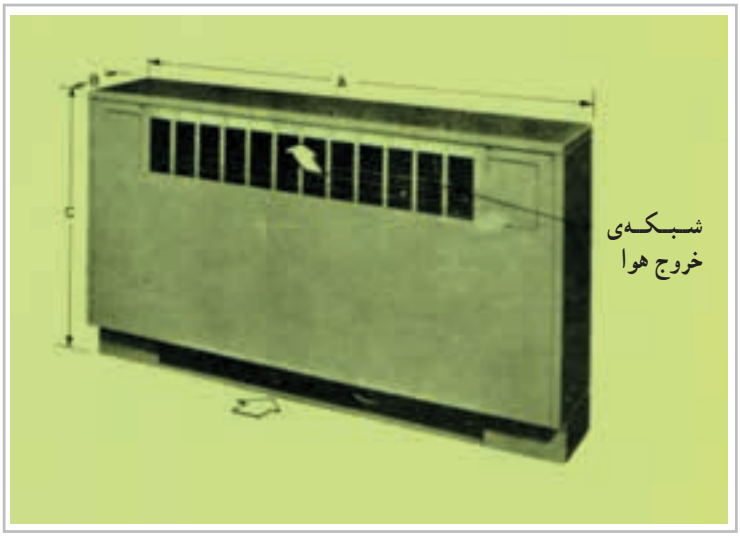
در این طبقه‌بندی اگر شخص ناظر رو به فن‌کویل ایستاده باشد لوله‌های کویل سمت راست شخص باشد آن را فن‌کویل دست راست و اگر لوله‌ها سمت چپ شخص باشد آن را فن‌کویل دست چپ می‌نامند. در شکل (۱۴ــ۴) چند مدل مختلف فن‌کویل نشان داده شده است.



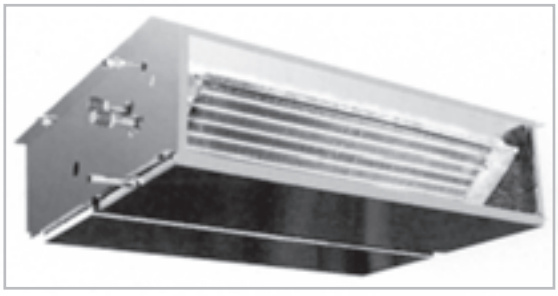
فن‌کویل زمینی بالا زن



فن‌کویل زمینی توکار



فن‌کویل زمینی روبروزن



فن‌کویل سقفی توکار

شکل ۱۴ــ۴ــ چند مدل مختلف فن‌کویل

۵ــ۴ــ صرفه‌جویی در انرژی

با به‌کاربستن موارد ذکرشده در زیر، می‌توان در انرژی مصرفی صرفه‌جویی نمود :

الف ــ با بستن شیر رادیاتور هر محل، در زمانی که مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، در این صورت :

۱ــ تلفات حرارتی ساختمان کاهش می‌یابد، درنتیجه مصرف سوخت (گازوئیل و یا گاز) کم‌تر شده، محیط زیست نیز کم‌تر آلوده می‌شود.

۲ــ مصرف انرژی برق کاهش می‌یابد.

ب ــ با خاموش‌کردن فنِ فن‌کویل هر محل، در زمانی که مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، در این صورت :

۱ــ مصرف انرژی برق کاهش می‌یابد.

۲ــ تلفات حرارتی ساختمان کاهش می‌یابد، درنتیجه مصرف سوخت کم‌تر می‌شود.

به دلیل کم‌شدن مصرف انرژی برق (قسمت زیادی از انرژی برق تولیدی کشور در نیروگاه‌های حرارتی با سوزاندن سوخت‌های فسیلی تولید می‌گردد.) و هم‌چنین به دلیل کم‌شدن تلفات حرارتی ساختمان، محیط زیست نیز کم‌تر آلوده می‌شود.

توجه: تأثیر بستن شیر فلکه‌ی رادیاتورها و خاموش‌کردن فنِ فن‌کویل محل‌هایی که مورد استفاده قرار نمی‌گیرند در صرفه‌جویی انرژی و کم‌تر آلوده‌شدن محیط زیست، زمانی کاملاً محسوس است که به‌صورت کلان و در سطح کشور مورد بررسی قرار گیرد.

پرسش و تمرین

۱ــ دستگاه‌های پخش‌کننده‌ی حرارت را تعریف کنید.

۲ــ رادیاتور فولادی و ساختمان آن را شرح دهید.

۳ــ انواع مختلف رادیاتور فولادی را که در حال حاضر در کارخانه‌های داخلی تولید می‌شود، بنویسید.

۴ــ شیر دستی رادیاتور را شرح دهید.

۵ــ شیر ترموستاتیکی رادیاتور را توضیح دهید.

۶ــ زانو قفلی رادیاتور را شرح دهید.

۷ــ شیر هواگیری رادیاتور را توضیح دهید.

۸ــ شیر هواگیری خودکار رادیاتور را شرح دهید.

۹ــ اگر $t_S = ۹۰^\circ C$ ، $t_R = ۷۰^\circ C$ و $t_I = ۲۰^\circ C$ باشد، قدرت حرارتی هر مترمربع رادیاتور فولادی برابر چند وات است؟

۱۰ــ قدرت و شرایط استاندارد یک رادیاتور را تعریف کنید.

۱۱ــ تلفات حرارتی اتاقی (۲/۵) کیلووات است چند پره رادیاتور (۶۰۰×۱۵۰) برای آن کافی است؟

۱۲ــ رادیاتور آلومینیومی و ساختمان آن را شرح دهید.

۱۳ــ تلفات حرارتی اتاقی (۵۷۵۰) وات است اگر بخواهیم برای گرم‌کردن این اتاق از دو دستگاه رادیاتور آلومینیومی مدل ترموکالر مساوی استفاده نماییم، تعداد پره‌ی هر دستگاه آن‌را محاسبه کنید.

۱۴ــ رادیاتور چدنی و ساختمان آن را شرح دهید.

*۱۵ــ کنوکتور و ساختمان آن را تشریح کنید.

۱۶ــ انواع مختلف کنوکتور را شرح دهید.

۱۷ــ یونیت هیتر و ساختمان آن را توضیح دهید.

۱۸ــ انواع مختلف یونیت‌هیتر را شرح دهید.

۱۹ــ کاربرد یونیت هیتر و دلایل آن را بنویسید.

*۲۰ــ برای محلی به مشخصات داده شده در زیر یونیت هیتر مناسب انتخاب کنید.

الف ــ تلفات حرارتی معادل (۱۱۹) کیلووات ؛

ب ــ درجه‌ی حرارت آب گرم ورودی به کویل (۲۰۰) درجه‌ی فارنهایت ؛

پ ــ نوع یونیت هیتر سقفی با جریان افقی هوا ؛

ت ــ تعداد یونیت هیترها (۲) دستگاه ؛

ث ــ درجه‌ی حرارت هوای ورودی به یونیت هیتر (۵۰) درجه‌ی فارنهایت ؛

ج ــ موتور از نوع (۱۴۵۰) دور در دقیقه انتخاب گردد ؛

چ ــ یونیت هیتر بدون کانال‌کشی نصب خواهد شد.

۲۱ــ فن‌کویل و ساختمان آن را شرح دهید.

---

* سؤال‌های مربوط به قسمت‌های مطالعه آزاد با این علامت مشخص می‌شود.

۲۲ــ انواع مختلف مدل‌های فن‌کویل را از نظر مقدار هوادهی نام ببرید.

۲۳ــ انواع مختلف مدل‌های فن‌کویل را از نظر شکل ظاهری و محل نصب شرح دهید.

۲۴ــ روش‌های صرفه‌جویی در انرژی را شرح دهید.

۲۵ــ تلفات حرارتی یک اتاق ۴۱۲۵ وات می‌باشد. اگر درجه حرارت آب رفت و برگشت به ترتیب $80^{\circ}C$ و ۶۵ درجه سانتی‌گراد باشد و از رادیاتور فولادی ۲۰۰×۵۰۰ برای گرم کردن استفاده شود و اگر دمای هوای اتاق $22/5^{\circ}C$ باشد مطلوبست :

۱ــ محاسبه سطح حرارتی لازم درصورتی‌که ضریب هدایت کلی $U = 8/2 \frac{W}{m^2.^{\circ}K}$ **باشد.**

۲ــ محاسبه تعداد پره‌های رادیاتور، در صورتی‌که سطح حرارتی هر پره $0/25 m^2$ **باشد.**