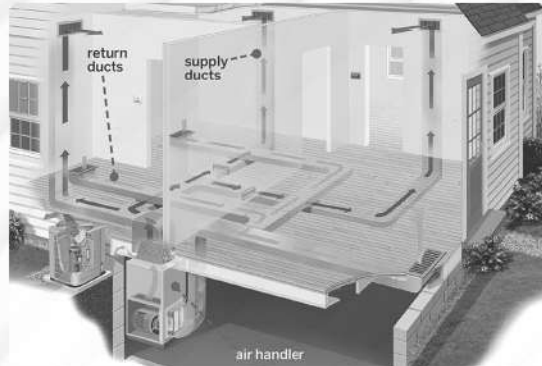


تهویه مطبوع فضاهای مسکونی

- اقامتگاه‌های تک‌خانواده‌ای (خانه ویلایی مستقل یا آپارتمان هایی که سیستم فقط برای همان واحد طراحی شده)
- اقامتگاه‌های چندخانواده‌ای (مجتمع های مسکونی، آپارتمان های چند طبقه)
- خانه‌های پیش‌ساخته



مترجم: رقيه عباس نژاد

چکیده:

سیستم‌های تهویه فضای مسکونی برای استفاده خانگی با توجه به عوامل محلی و کاربردی متفاوت هستند. عوامل محلی شامل دسترسی به منابع انرژی (فعلی و پیش‌بینی شده) و قیمت، اقلیم، شرایط اجتماعی-اقتصادی، و دسترسی به مهارت‌های نصب و نگهداری می‌باشند. عوامل کاربردی شامل نوع مسکن، ویژگی‌های ساختاری، و کدهای ساختمانی است.

در نتیجه، سیستم‌های مختلفی برای ارائه ترکیبی از گرمایش، سرمایش، رطوبت‌زدایی، کاهش رطوبت، تهویه و تصفیه هوا انتخاب می‌شوند.

بازسازی و نوسازی ساخت‌وساز نیز همان سیستم‌های ساخت جدید را به کار می‌گیرد، اما شرایط خاص سایت ممکن است به طراحی‌های منحصربه‌فرد نیاز داشته باشد.

چهار گروه کلی شامل سیستم‌های مرکزی با جریان اجباری هوا، سیستم‌های هیدرونیک مرکزی، سیستم‌های منطقه‌ای و تجهیزات اتاقی یا قابل حمل هستند.

انتخاب و طراحی سیستم شامل تصمیم‌گیری‌های کلیدی مانند (۱) منابع انرژی، (۲) روش‌های توزیع و انتقال، و

این مقاله بر سیستم‌های رایج‌تر برای تنظیم فضای اقامتگاه‌های تک‌خانواده‌ای (یعنی خانه‌های سنتی ساخته‌شده در محل و خانه‌های مدولار یا پیش‌ساخته) و چندخانواده‌ای تأکید دارد.

ساختمان‌های چندخانواده‌ای کم‌ارتفاع معمولاً از روش‌های اقامتگاه‌های تک‌خانواده‌ای پیروی می‌کنند، زیرا محدودیت‌ها به طراحی فشرده‌تر کمک می‌کنند؛ سیستم‌های HVAC در آپارتمان‌ها، مجتمع‌های مسکونی مرتفع، و خوابگاه‌ها اغلب از نوع تجاری مشابه آنچه در هتل‌ها استفاده می‌شود هستند.

۱. سیستم‌ها

سیستم‌های رایج مسکونی در جدول ۱ فهرست شده‌اند.

Table 1 Residential Heating and Cooling Systems

	Central Forced Air	Central Hydronic	Zoned	Room or Portable
Most common energy sources	Gas Oil Electricity	Gas Oil Electricity	Gas Electricity	Electricity
Heat source/ sink	Air Ground Water	Air Water	Air Ground Water	Air
Distribution medium	Air	Water Steam	Air Water Refrigerant	Air
Distribution system	Ducting	Piping	Ducting/dampers Piping or Free delivery	Ducting/free delivery
Terminal devices	Diffusers Registers Grilles	Radiators Radiant panels Fan-coil units	Included with product or same as forced-air or hydronic systems	Diffuser

The preparation of this chapter is assigned to TC 8.11, Unitary and Room Air Conditioners and Heat Pumps.

سیستم‌های سرمایشی معمولاً علاوه بر کاهش دمای هوا، رطوبت آن را نیز کاهش می‌دهند.

ورود هوای تازه (بیرونی) ممکن است در برخی کاربردها لازم باشد. نصب‌های معمولی سیستم‌های جریان اجباری هوای مسکونی در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند. شکل ۱ یک کوره گازی، سیستم اسپلیت تهویه مطبوع، رطوبت‌ساز، و فیلتر هوا را نشان می‌دهد. هوا از فضای داخل از طریق کانال بازگشت هوا وارد تجهیزات می‌شود. ابتدا از فیلتر هوا عبور می‌کند. دمنده گردش هوا بخشی جدایی‌ناپذیر

(۳) دستگاه‌های انتهایی است.

اقلیم خدمات مورد نیاز را تعیین می‌کند. گرمایش و سرمایش معمولاً ضروری هستند.

تصفیه هوا از طریق فیلتر یا دستگاه‌های الکترواستاتیک در بیشتر سیستم‌ها وجود دارد.

رطوبت‌زدایی در صورت استفاده، در سیستم‌های گرمایشی برای راحتی حرارتی (طبق تعریف استاندارد ASHRAE ۵۵)، حفظ سلامتی، حفاظت از آثار باستانی یا هنری، و کاهش تخلیه الکتریسیته ساکن فراهم می‌شود.

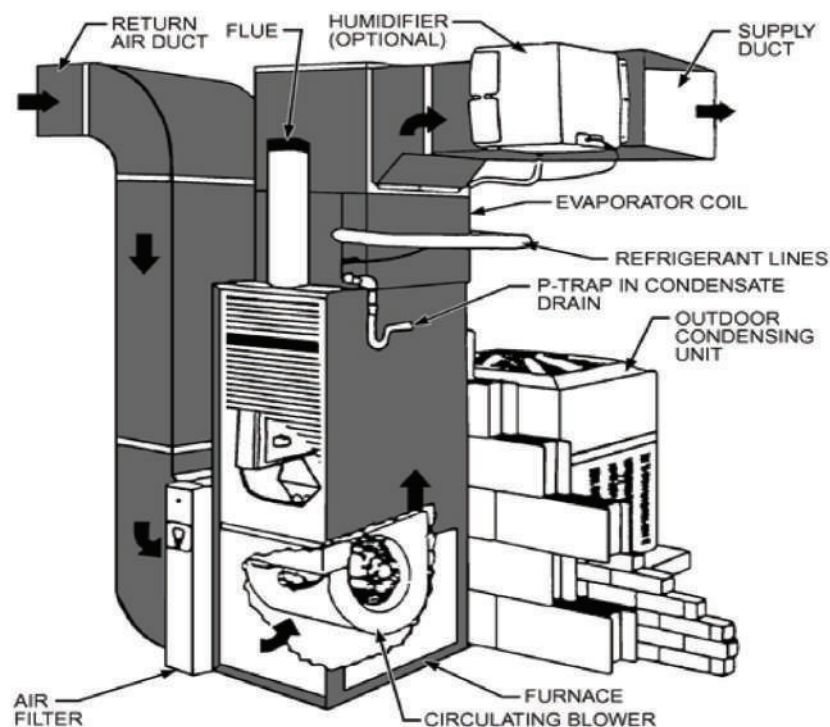


Fig. 1 Typical Residential Installation of Heating, Cooling, Humidifying, and Air Filtering System

که هوا از فضای داخلی از طریق کانال بازگشت هوا (یا گاهی از طریق یک ورودی در خود تجهیزات) وارد شده و از یک فیلتر عبور می‌کند.

دمنده گردش هوا بخشی جدایی‌ناپذیر از بخش مدیریت هوای داخلی سیستم پمپ حرارتی است که در فصل گرمایش، از طریق کوئل داخلی گرما تأمین می‌کند.

بخاری‌های الکتریکی گرمای اضافی برای پمپ حرارتی در دوره‌های دمای پایین بیرونی فراهم می‌کنند و سرمای جریان هوای داخلی را در طی چرخه‌های یخ‌زدایی دوره‌ای جبران می‌کنند.

این گرمای مکمل همچنین به عنوان گرمای اضطراری شناخته می‌شود زیرا ممکن است به عنوان منبع گرمای پشتیبان عمل کند.

رطوبت ساز به هوای گرم‌شده رطوبت اضافه

از کوره است که در زمستان گرما تأمین می‌کند.

رطوبت‌زن اختیاری به هوای گرم‌شده رطوبت اضافه می‌کند و این هوا از طریق کانال توزیع به کل خانه منتقل می‌شود. در هنگام نیاز به سرمایش، گرما و رطوبت از هوای در حال گردش با عبور از کوئل اواپراتور حذف می‌شود.

خطوط مبرد کوئل اواپراتور را به یک واحد کندانسور که در بیرون قرار دارد، متصل می‌کنند.

آب تقطیر شده از اواپراتور از طریق یک خط تخلیه با تله جدا می‌شود.

شکل ۲ یک پمپ حرارتی اسپلیت، بخاری‌های مقاومت الکتریکی مکمل، رطوبت ساز و فیلتر هوا را نشان می‌دهد.

عملکرد سیستم به این صورت است

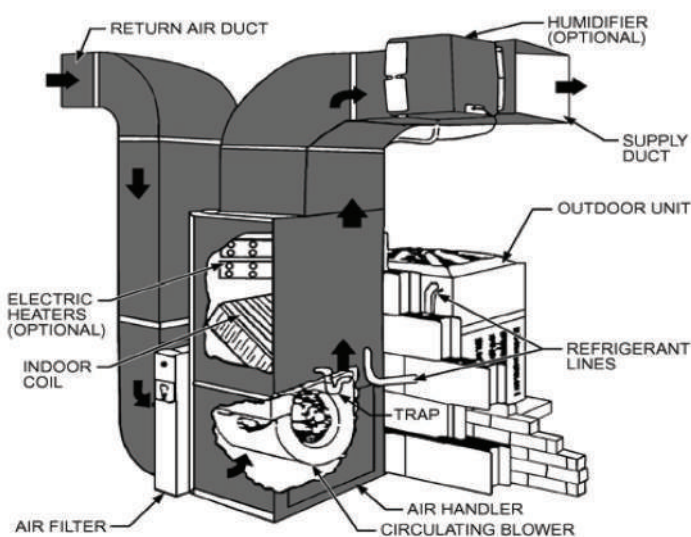


Fig. 2 Typical Residential Installation of a Split-System Air-to-Air Heat Pump

دو بخش است: یک واحد کندانسور خارجی و دو واحد مدیریت هوای داخلی که معمولاً روی دیوارهای محیطی خانه نصب می‌شوند. هر واحد مدیریت هوای داخلی یک منطقه را پوشش می‌دهد و به صورت مستقل از واحد داخلی دیگر کنترل می‌شود.

شکل ۳ یک واحد کندانسور با تخلیه از بالا را نشان می‌دهد. واحدهای خارجی با تخلیه از طرفین نیز به طور گسترده‌ای استفاده می‌شوند.

سیستم‌های یکپارچه، مانند سیستم‌های نصب‌شده در پنجره، داخل دیوار یا روی پشت‌بام که تمام تجهیزات در یک کابین قرار دارند، نیز محبوب هستند.

سیستم‌های گرمایش هیدرونیک مرکزی در اروپا و برخی مناطق آمریکای شمالی

می‌کند که از طریق کانال توزیع به کل خانه منتقل می‌شود.

هنگام نیاز به سرمایش، گرما و رطوبت از هوای در حال گردش با عبور از کوئل اواپراتور حذف می‌شود. خطوط مبرد کوئل داخلی را به واحد خارجی متصل می‌کنند. آب تقطیر شده از کوئل داخلی از طریق یک خط تخلیه با تله جدا می‌شود.

سیستم‌های مینی اسپلیت و مالتی اسپلیت، که شبیه به سیستم‌های اسپلیت هستند اما معمولاً بدون کانال می‌باشند، در سطح جهانی به طور فزاینده‌ای محبوب شده‌اند.

یک نصب معمولی از سیستم مالتی اسپلیت بدون کانال با دو منطقه در شکل ۳ نشان داده شده است. در این مثال، سیستم عمدتاً شامل

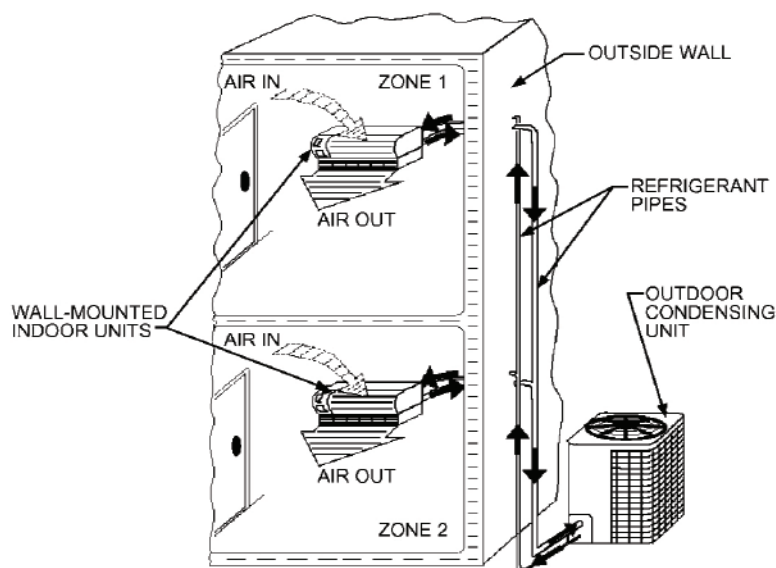


Fig. 3 Example of Two-Zone, Ductless Multisplit System in Typical Residential Installation

دارند. قیمت نسبی، ایمنی و نگرانی‌های زیست‌محیطی (هم داخلی و هم خارجی) عوامل دیگری در انتخاب منبع انرژی گرمایشی هستند. در جایی که منابع مختلف در دسترس هستند، اقتصاد تأثیر قوی بر انتخاب دارد.

برق منبع اصلی انرژی برای سرمایش است.

۲. اندازه گذاری تجهیزات

افت و افزایش حرارت هر اتاق تنظیم‌شده و کانال‌ها یا لوله‌هایی که از فضاهای ساختمان عبور می‌کنند باید به‌طور دقیق محاسبه شوند تا تجهیزات با ظرفیت مناسب گرمایش و سرمایش انتخاب شوند.

برای محاسبه دقیق افت و افزایش حرارت، نقشه و جزئیات ساخت‌وساز، از جمله اطلاعات مربوط به دیوارها، سقف‌ها و کف‌ها و همچنین نوع و ضخامت عایق باید مشخص باشد.

طراحی پنجره‌ها و جزئیات درهای خارجی نیز مورد نیاز است.

با استفاده از این اطلاعات، افت و افزایش حرارت می‌تواند با استفاده از راهنمای Manual J® از انجمن پیمانکاران تهویه مطبوع آمریکا (ACCA) یا روش‌های محاسباتی مشابه انجام شود.

از آنجا، انتخاب تجهیزات می‌تواند با استفاده از راهنمای

Manual S® از ACCA یا روش‌های

که معمولاً سرمایش مرکزی فراهم نشده، محبوب هستند.

ساخت‌وسازهای جدید، به ویژه در خانه‌های چندطبقه، معمولاً شامل سرمایش جریان اجباری هوا هستند. سیستم‌های منطقه‌ای به گونه‌ای طراحی شده‌اند که در هر لحظه تنها بخشی از خانه را تنظیم کنند.

سیستم‌ها ممکن است دارای کانال، بدون کانال یا هیدرونیک باشند. این سیستم‌ها ممکن است شامل واحدهای مستقل اتاقی یا سیستم‌های مرکزی با شبکه‌های توزیع منطقه‌ای باشند.

در خانه‌های بزرگ تک‌خانواده‌ای، گاهی از سیستم‌های مرکزی چندگانه که طبقات جداگانه یا بخش‌های خواب و عمومی خانه را به صورت مستقل سرویس‌دهی می‌کنند، استفاده می‌شود.

منابع انرژی و انتخاب سیستم

The energy source is a major consideration in system selection.

منبع انرژی یک عامل مهم در انتخاب سیستم است.

طبق داده‌های سال ۲۰۱۵ از اداره اطلاعات انرژی ایالات متحده (EIA 2017)، برای گرمایش حدود ۴۷ درصد خانه‌ها از گاز طبیعی استفاده می‌کنند، سپس برق (۳۶٪)، پروپان (۵٪)، نفت یا نفت سفید (۵٪) و چوب (۲٪) قرار

رطوبت زدایی ناکافی در هنگام سرمایش، موجب ناراحتی شوند.

بیش از حد بزرگ بودن تجهیزات ممکن است با افزایش تلفات چرخه‌ای به مصرف بیشتر انرژی منجر شود.

چرخه‌های بیش از حد کوتاه نیز یک نگرانی برای قابلیت اطمینان سیستم است. تجهیزات با ظرفیت متغیر (پمپ‌های حرارتی، کولرهای گازی و کوره‌ها) می‌توانند بارهای ساختمان را در محدوده دمای محیطی وسیع‌تر به‌طور دقیق‌تری تطبیق دهند، که معمولاً این تلفات را کاهش داده و سطح راحتی را بهبود می‌بخشند؛ در مورد پمپ‌های حرارتی، نیاز به گرمای مکمل نیز ممکن است کاهش یابد.

نگرانی‌های کیفیت هوای داخلی

خانه‌هایی با ساخت‌وساز محکم ممکن است گاهی اوقات دارای رطوبت بالا و تجمع آلاینده‌های هوای داخلی باشند.

ورودی‌های هوای بیرونی که به کانال بازگشت سیستم‌های مرکزی متصل هستند نیز ممکن است برای کاهش هزینه‌های نصب مورد استفاده قرار گیرند.

سیستم‌های تخلیه ساده با یا بدون ورودی هوای غیرفعال نیز محبوب هستند. تهویه طبیعی از طریق پنجره‌های قابل باز و بسته شدن نیز در برخی اقلیم‌ها محبوب است. تمام طرح‌های تهویه، بارهای گرمایشی و سرمایشی را افزایش می‌دهند و

انتخاب تجهیزات دیگر انجام شود.

برای صرفه‌جویی در انرژی، بسیاری از مناطق قانونی نیاز دارند که ساختمان مطابق یا فراتر از الزامات استاندارد ASHRAE 90.2 یا الزامات مشابه طراحی شود.

اندازه‌گذاری صحیح تجهیزات

مطابقت صحیح ظرفیت تجهیزات با افت و افزایش حرارت ساختمان ضروری است. بارهای حرارتی ساختمان در طول روز و فصل‌ها تغییر می‌کند، بنابراین تطبیق ظرفیت با بار می‌تواند چالش‌برانگیز باشد.

تجهیزات چندمرحله‌ای و متغیر دامنه ظرفیت گسترده‌ای دارند، بنابراین بیش از حد بزرگ بودن تجهیزات کمتر مشکل‌ساز است.

ظرفیت گرمایشی پمپ‌های حرارتی هوایی معمولاً با بخاری‌های کمکی (اغلب از نوع مقاومت الکتریکی) تکمیل می‌شود. با این حال، در برخی موارد، از کوره‌های سوخت فسیلی یا سیستم‌های خورشیدی استفاده می‌شود.

تجهیزات کم ظرفیت نمی‌توانند دمای داخلی مورد نظر را در شرایط دمای شدید بیرون حفظ کنند.

برخی بیش از حد بزرگ بودن تجهیزات ممکن است برای بازیابی از کاهش دما و حفظ راحتی داخلی در شرایط بیرونی شدیدتر از شرایط طراحی اسمی مطلوب باشد. تجهیزات بسیار بزرگ می‌توانند به دلیل زمان‌های کوتاه روشن بودن، تغییرات گسترده دمای داخلی و

کوره‌های گازی با بازدهی بالا

دو نوع موجود از کوره‌های گازی با بازدهی بالا عبارتند از: غیرتراکمی و تراکمی. هر دو با افزودن یا بهبود سطح مبدل حرارتی و کاهش تلفات حرارتی در زمان خاموشی کوره، بازدهی را افزایش می‌دهند. کوره‌های غیرتراکمی معمولاً بازدهی احتراقی زیر ۸۵ درصد دارند، و کوره‌های تراکمی بازدهی احتراقی بالای ۹۰ درصد دارند.

نوع تراکمی با بازدهی بالاتر، با تقطیر بخار آب از محصولات احتراق، انرژی بیشتری بازیابی می‌کند.

تراکم در یک مبدل حرارتی مقاوم به خوردگی شکل می‌گیرد و از طریق یک خط تخلیه دفع می‌شود. باید توجه داشت که از یخ‌زدگی تراکم در زمانی که کوره در فضای بدون گرمایش مانند اتاق زیر شیروانی نصب شده است، جلوگیری شود. کوره‌های غیرتراکمی از دریچه‌های فلزی استفاده می‌کنند، در حالی که کوره‌های تراکمی معمولاً برای لوله‌های تهویه و تخلیه تراکم از PVC استفاده می‌کنند.

سیستم‌های گرمایش هیدرونیک

با افزایش تقاضا برای سیستم‌های سرمایش مرکزی، محبوبیت سیستم‌های هیدرونیک در ساخت‌وسازهای جدید کاهش یافته است، اما همچنان بخش

بنابراین ظرفیت مورد نیاز سیستم را بیشتر کرده و منجر به مصرف انرژی بیشتر می‌شوند. در تمام موارد، نرخ‌های حداقل تهویه همان‌طور که در استانداردهای ASHRAE 62/1, 62/2 و شرح داده شده‌اند، باید حفظ شوند.

۳. اقامتگاه‌های تک‌خانواده‌ای

کوره‌ها با استفاده از برق یا مواد قابل احتراق مانند گاز (طبیعی یا پروپان)، نفت و چوب سوخت‌رسانی می‌شوند.

کوره‌های برقی شامل بخاری‌های مقاومت الکتریکی و یک فن دمنده هستند. کوره‌های احتراقی ممکن است هوای احتراق را از داخل خانه یا از بیرون دریافت کنند. اگر فضای کوره به گونه‌ای باشد که هوای احتراق از بیرون تامین شود، این آرایش به عنوان یک سیستم احتراق جدا شده (ICS) شناخته می‌شود.

کوره‌ها معمولاً بر اساس سیستم ICS رتبه‌بندی می‌شوند. هوای بیرون به اتاق احتراق (سیستم تهویه مستقیم) برای کاربردهای خانه‌های پیش‌ساخته و برخی طراحی‌های تجهیزات با بازدهی متوسط و بالا کانال‌کشی می‌شود. استفاده از هوای بیرونی برای احتراق، هم تلفات نفوذ ناشی از استفاده از هوای داخلی برای احتراق و هم تلفات دودکش مرتبط با کوره‌های مجهز به هود را از بین می‌برد.

روش کنترل ترجیحی به کاهش دمای آب با افزایش دمای بیرونی اجازه می‌دهد. تدارکاتی برای انبساط و انقباض لوله‌کشی و واحدهای توزیع حرارت و حذف هوا از سیستم هیدرونیک برای عملکرد بی‌صدا و بدون نشت ضروری است. سیستم‌های سوخت فسیلی که بخار آب را از گازهای دودکش تقطیر می‌کنند باید برای دماهای بازگشت آب در محدوده ۵۰ تا ۵۵ درجه سانتی‌گراد برای بیشتر فصل گرمایش طراحی شوند.

سیستم‌های غیرتراکمی باید دمای آب را در دیگ بخار به اندازه کافی بالا نگه دارند تا از این تراکم جلوگیری شود.

اگر گرمایش سریع مورد نیاز باشد، هم اندازه واحد انتهایی و هم اندازه دیگ بخار باید افزایش یابد، هرچند که باید از بیش‌ازحد بزرگ بودن سیستم اجتناب کرد.

سیستم‌های ترکیبی گرمایش آب/گرمایش فضا

یک مفهوم دیگر برای خانه‌های چندخانواده‌ای یا تک‌خانواده‌ای، سیستم ترکیبی گرمایش آب/گرمایش فضا است که از آب مخزن ذخیره آب گرم خانگی برای گرمایش فضا استفاده می‌کند. آب از مخزن ذخیره به یک کوئل هیدرونیک در واحد مدیریت هوای سیستم گردش می‌کند. گرمایش فضا از طریق گردش هوای داخلی روی کوئل تأمین می‌شود. یک کولر گازی

قابل توجهی از سیستم‌های موجود در اقلیم‌های سردتر را تشکیل می‌دهند.

مایع در یک دیگ بخار مرکزی گرم می‌شود و از طریق لوله‌کشی به واحدهای انتهایی در هر اتاق توزیع می‌شود. واحدهای انتهایی معمولاً یا رادیاتورها هستند یا مبدل‌های حرارتی نصب‌شده در پایه دیوار.

سایر واحدهای انتهایی شامل فن‌کوئل‌ها و پنل‌های تابشی هستند. اکثر سیستم‌های مسکونی که اخیراً نصب شده‌اند، از یک سیستم آب گرم چندمنطقه‌ای با گردش اجباری و با آرایش لوله‌کشی سری-حلقه‌ای استفاده می‌کنند.

ملاحظات طراحی برای سیستم‌های هیدرونیک

دمای طراحی آب بر اساس ملاحظات اقتصادی و راحتی تعیین می‌شود. به طور کلی، دماهای بالاتر منجر به کاهش هزینه‌های اولیه می‌شود زیرا واحدهای انتهایی کوچکتری مورد نیاز است. با این حال، تلفات معمولاً بیشتر است که منجر به افزایش هزینه‌های عملیاتی و کاهش راحتی به دلیل منبع حرارتی متمرکز می‌شود.

دمای طراحی معمول برای سیستم‌های رادیاتوری در محدوده ۸۰ تا ۹۵ درجه سانتی‌گراد است. برای سیستم‌های پنل تابشی، دمای طراحی در محدوده ۴۵ تا ۷۵ درجه سانتی‌گراد است.

به‌طور کلی، نوعی سیستم گرمایشی پشتیبان در کنار سیستم‌های انرژی حرارتی خورشیدی مورد نیاز است.

سیستم‌های برق خورشیدی معمولاً برای گرمایش فضا استفاده نمی‌شوند، زیرا به تراکم انرژی بالا و اقتصادی بودن فتوولتائیک‌ها نیاز دارند. با این حال، کلکتورهای هیبریدی که قابلیت‌های الکتریکی و حرارتی را ترکیب می‌کنند، موجود هستند.

پمپ‌های حرارتی

پمپ‌های حرارتی برای خانه‌های تک‌خانواده‌ای معمولاً به‌صورت سیستم‌های یکپارچه مرکزی کانال‌دار یا سیستم‌های اسپلیت بدون کانال هستند، همان‌طور که در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.

اکثر پمپ‌های حرارتی موجود در بازار، به‌ویژه در آمریکای شمالی، سیستم‌های هوایی قابل برگشت و برقی هستند. جهت جریان مبرد می‌تواند تغییر کند تا سرمایش یا گرمایش خانه تأمین شود.

دسته‌بندی پمپ‌های حرارتی

پمپ‌های حرارتی را می‌توان بر اساس منبع حرارتی و محیط توزیع در حالت گرمایش و همچنین نوع سوخت مصرفی دسته‌بندی کرد. رایج‌ترین دسته‌بندی‌های تجهیزات پمپ حرارتی شامل هوا-به-هوا

مرکزی اسپلیت با اواپراتوری که در واحد مدیریت هوای سیستم قرار دارد می‌تواند برای تأمین سرمایش فضا اضافه شود.

گرمایش خورشیدی

سیستم‌های انرژی حرارتی خورشیدی فعال و غیرفعال گاهی برای گرمایش خانه‌ها استفاده می‌شوند. در سیستم‌های فعال معمولی، کلکتورهای صفحه تخت هوا یا آب را گرم می‌کنند. سیستم‌های هوایی، هوای گرم شده را یا به فضای زندگی برای استفاده فوری منتقل می‌کنند یا به یک محیط ذخیره حرارتی (مانند توده‌ای از سنگ).

سیستم‌های آبی آب گرم شده را از کلکتورها از طریق یک مبدل حرارتی عبور داده و گرما را در یک مخزن آب ذخیره می‌کنند. به دلیل دماهای پایین آب تحویلی، از پنل‌های تابشی کف که به دماهای متوسط نیاز دارند اغلب استفاده می‌شود. پمپ حرارتی منبع آبی بین مخزن ذخیره آب و بار می‌تواند برای افزایش اختلاف دما استفاده شود. دیوارهای ترومب، دریافت مستقیم انرژی خورشید، و فضاهای گلخانه‌ای مانند، از سیستم‌های رایج حرارتی خورشیدی غیرفعال هستند. شیشه‌کاری رو به جنوب (در نیم‌کره شمالی) با سایه‌بان‌هایی برای کاهش جذب انرژی خورشیدی در تابستان و پنل‌های عایق شبانه قابل جابه‌جایی، نیازهای گرمایشی را کاهش می‌دهند.

پمپ‌های حرارتی منبع زمینی

پمپ‌های حرارتی منبع زمینی (GSHP) گرما را از زمین استخراج کرده یا به آن منتقل می‌کنند و از آب یا ضدیخ در لوله‌های دفن‌شده به‌عنوان واسط انتقال حرارت استفاده می‌کنند.

این سیستم‌ها معمولاً کارآمدتر از سیستم‌های منبع هوایی هستند، زیرا دمای زمین پایدارتر از دمای هوا است. سیستم‌های منبع زمینی می‌توانند به‌صورت حلقه باز یا حلقه بسته باشند.

در سیستم‌های حلقه باز، آب زیرزمینی یا سطحی از طریق مبدل گرمایی مربوط به پمپ حرارتی عبور کرده و سپس تخلیه می‌شود. در سیستم‌های حلقه بسته، آب یا ضدیخ در یک حلقه لوله‌کشی مهر و موم‌شده گردش می‌کند. پیکربندی لوله‌کشی به‌صورت افقی یا عمودی بسته به شرایط محل استفاده می‌شود.

رتبه‌بندی بازدهی پمپ‌های حرارتی

بازدهی پمپ‌های حرارتی به‌صورت جداگانه برای حالت‌های گرمایش و سرمایش ارزیابی می‌شود. بازدهی سرمایش با نسبت بازدهی انرژی فصلی (SEER) یا نسبت بازدهی انرژی (EER) اندازه‌گیری می‌شود. بازدهی گرمایش با عامل عملکرد فصلی

و آب-به-هوا هستند. انواع هوا-به-آب و آب-به-آب نیز استفاده می‌شوند.

انواع سیستم‌ها:

منبع هوایی در برابر منبع زمینی

سیستم‌های پمپ حرارتی معمولاً به‌عنوان منبع هوایی یا منبع زمینی توصیف می‌شوند.٪ منبع حرارتی برای سرمایش معمولاً همان منبع حرارتی برای گرمایش فرض می‌شود.

پمپ‌های حرارتی منبع هوایی

پمپ‌های حرارتی منبع هوایی (ASHP) گرما را بین هوای داخلی و هوای بیرونی تبادل می‌کنند. این سیستم‌ها معمولاً شامل یک کمپرسور، کوئل بیرونی (که در حالت سرمایش به‌عنوان کندانسور و در حالت گرمایش به‌عنوان اواپراتور عمل می‌کند)، کوئل داخلی و خطوط مبرد هستند. در حالت گرمایش، مبرد گرما را از هوای بیرونی جذب کرده و به هوای داخلی منتقل می‌کند؛ در حالت سرمایش، چرخه معکوس می‌شود.

گرمای مکمل، که معمولاً از بخاری‌های مقاومتی برقی تأمین می‌شود، در دماهای بسیار پایین بیرونی ارائه می‌گردد.

ملاحظات نصب برای پمپ‌های حرارتی

نصب صحیح برای اطمینان از عملکرد کارآمد و قابل‌اعتماد بسیار حیاتی است. واحد خارجی باید روی یک سطح تراز با فاصله کافی برای اطمینان از جریان هوای مناسب قرار گیرد.

واحد داخلی باید در مکانی نصب شود که امکان توزیع کارآمد هوای تنظیم‌شده را فراهم کند. خطوط مبرد باید به‌درستی عایق‌بندی شوند تا از تلفات انرژی کاسته شود. سیستم باید با مقدار مناسب مبرد که توسط سازنده مشخص شده است، شارژ شود. اتصالات الکتریکی و کنترل‌ها باید طبق کدهای محلی و دستورالعمل‌های سازنده نصب شوند.

نگهداری از پمپ‌های حرارتی

نگهداری منظم برای حفظ بازدهی و افزایش عمر سیستم‌های پمپ حرارتی ضروری است. وظایف نگهداری شامل تمیز کردن یا تعویض فیلترهای هوا، بازرسی و تمیز کردن کوئل‌ها و بررسی سطح مبرد است. فن‌ها، موتورها و اتصالات الکتریکی نیز باید به‌صورت دوره‌ای بررسی شوند. واحدهای خارجی باید از زباله‌ها، گیاهان و برف پاک شوند تا جریان هوای مناسب تضمین شود.

گرمایش (HSPF) یا ضریب عملکرد (COP) ارزیابی می‌شود. مقادیر بالاتر HSPF، EER، SEER و COP نشان‌دهنده بازدهی بالاتر هستند.

استانداردهای حداقل بازدهی برای پمپ‌های حرارتی توسط وزارت انرژی ایالات متحده (DOE) تعیین شده‌اند و بر اساس منطقه جغرافیایی متفاوت هستند.

DOE از پمپ‌های حرارتی نصب‌شده در مناطق شمالی می‌خواهد که مقادیر HSPF بالاتری نسبت به پمپ‌های حرارتی نصب‌شده در مناطق جنوبی داشته باشند تا نیازهای بیشتر گرمایشی را تأمین کنند.

اجزای پمپ حرارتی

سیستم‌های پمپ حرارتی شامل چندین جزء کلیدی هستند: کمپرسور، مبرد، دو مبدل حرارتی (کوئل داخلی و خارجی)، و یک شیر معکوس‌کننده. شیر معکوس‌کننده به پمپ حرارتی امکان می‌دهد که بین حالت‌های گرمایش و سرمایش تغییر وضعیت دهد.

فن‌های داخلی و خارجی هوا را از میان مبدل‌های حرارتی به گردش درمی‌آورند.

بخاری‌های مقاومتی برقی مکمل اغلب برای تأمین گرمای اضافی در هوای سرد استفاده می‌شوند.

درجه تجاری مانند واحدهای بسته پشت‌بامی، سیستم‌های جریان مبرد متغیر (VRF)، یا سیستم‌های آب سرد استفاده می‌کنند.

هر واحد ممکن است سیستم HVAC اختصاصی خود را داشته باشد، یا یک سیستم مرکزی ممکن است گرمایش، سرمایش و تهویه کل ساختمان را تأمین کند.

سیستم‌های مرکزی اغلب برای ساختمان‌های بلندمرتبه ترجیح داده می‌شوند، زیرا می‌توانند کارآمدتر و آسان‌تر برای نگهداری باشند.

سیستم‌های منطقه‌ای برای ساختمان‌های چندخانواده‌ای

سیستم‌های منطقه‌ای امکان کنترل جداگانه آپارتمان‌ها یا واحدها را فراهم می‌کنند و انعطاف‌پذیری و بازدهی انرژی را ارائه می‌دهند. این سیستم‌ها می‌توانند کانال‌دار یا بدون کانال باشند. سیستم‌های جریان مبرد متغیر (VRF) به‌ویژه برای کاربردهای چندخانواده‌ای مناسب هستند، زیرا می‌توانند چندین منطقه را با یک واحد خارجی سرویس‌دهی کنند.

سیستم‌های هیبریدی

سیستم‌های هیبریدی یک پمپ حرارتی را با یک کوره سوخت فسیلی ترکیب می‌کنند تا گرمایش کارآمدی را در طیف وسیعی از دماهای بیرونی فراهم کنند.

پمپ حرارتی در هوای ملایم‌تر کار می‌کند، در حالی که کوره در شرایط بسیار سرد فعالیت می‌کند.

این آرایش می‌تواند با بهینه‌سازی استفاده از برق و سوخت‌های فسیلی، هزینه‌های انرژی را کاهش دهد. سیستم‌های کنترل به‌صورت خودکار بین پمپ حرارتی و کوره بر اساس دمای بیرونی جابه‌جا می‌شوند. سیستم‌های هیبریدی به‌ویژه برای مناطقی که تغییرات دمای فصلی زیادی دارند مناسب هستند.

۴. اقامتگاه‌های چندخانواده‌ای

سیستم‌های گرمایش، سرمایش و تهویه برای ساختمان‌های چندخانواده‌ای بسته به اندازه و ارتفاع ساختمان متفاوت هستند.

ساختمان‌های چندخانواده‌ای کم‌ارتفاع اغلب از همان سیستم‌هایی استفاده می‌کنند که در اقامتگاه‌های تک‌خانواده‌ای استفاده می‌شود. ساختمان‌های چندخانواده‌ای بلند معمولاً از سیستم‌های HVAC با

تهویه در اقامتگاه‌های چندخانواده‌ای

تهویه در ساختمان‌های

چندخانواده‌ای برای اطمینان از کیفیت مناسب هوای داخلی و کاهش خطر انتشار آلاینده‌ها بین واحدها حیاتی است.

سیستم‌های تهویه تخلیه هوا را از حمام‌ها، آشپزخانه‌ها و اتاق‌های لباس‌شویی خارج می‌کنند، در حالی که سیستم‌های تهویه تأمین هوا، هوای تازه وارد می‌کنند. سیستم‌های تهویه متعادل با بازیاب‌های حرارت یا انرژی (HRV یا ERV) در ساختمان‌های با بازده انرژی بالا به طور فزاینده‌ای رایج شده‌اند. این سیستم‌ها گرما (و گاهی رطوبت) را بین هوای ورودی و خروجی تبادل می‌کنند تا بازده انرژی را بهبود بخشند.

ملاحظات بازسازی برای ساختمان‌های چندخانواده‌ای

بازسازی سیستم‌های HVAC در ساختمان‌های چندخانواده‌ای موجود می‌تواند به دلیل محدودیت‌های فضایی، کانال‌های موجود و نیاز به حداقل رساندن اختلال برای ساکنان چالش برانگیز باشد. سیستم‌های مینی اسپلیت بدون کانال یا سیستم‌های VRF اغلب گزینه‌های مناسبی برای بازسازی هستند، زیرا به فضای کمی نیاز دارند و می‌توانند بدون تغییرات عمده در ساختمان نصب شوند.

خانه‌های پیش‌ساخته

خانه‌های پیش‌ساخته در کارخانه‌ها ساخته می‌شوند به جای اینکه در محل احداث شوند، و در سال ۲۰۰۱ بیش از ۶/۴٪ از کل واحدهای مسکونی و حدود ۱۱٪ از کل خانه‌های جدید تک‌خانواری فروخته شده در ایالات متحده را تشکیل می‌دادند (DOE 2005). سیستم‌های گرمایش و سرمایش در خانه‌های پیش‌ساخته، همراه با سایر جنبه‌های ساخت و ساز مانند میزان عایق‌بندی، در ایالات متحده توسط استانداردهای ساخت و ایمنی خانه‌های پیش‌ساخته HUD تنظیم می‌شوند. هر خانه‌ای کامل یا هر بخش از آن روی شاسی حمل‌ونقل (چارچوبی با چرخ و محور) مونتاژ می‌شود تا برای حمل و نقل آماده باشد. خانه‌های پیش‌ساخته اندازه‌های مختلفی دارند؛ از واحدهای کوچک تک‌طبقه (با مساحت شروع از ۳۷ متر مربع) تا بخش‌های بزرگ چند تکه که پس از اتصال با هم می‌توانند بیش از ۲۳۰ متر مربع زیربنا فراهم کنند و ظاهری مشابه خانه‌های ساخته شده در محل دارند. سیستم‌های گرمایشی به طور کارخانه‌ای نصب می‌شوند و عمدتاً واحدهایی با جریان هوای اجباری رو به پایین هستند که هوا را به مجاری اصلی تأمین هوا در زیرکف هدایت می‌کنند. دریچه‌های کف (رژيسترها) در سراسر خانه توزیع شده‌اند. در بخش‌های بسیار جنوبی و

که در محل نهایی نیاز است. خانه‌های پیش‌ساخته می‌توانند با سیستم‌های تهویه مطبوع اسپلیت اضافی یا دستگاه‌های تهویه مطبوع یکپارچه خنک شوند؛ به شرط آن که کانال‌های تأمین هوا دارای ابعاد و مشخصات مناسب برای این منظور بوده و مطابق با الزامات HUD ساخته شده باشند. کویل تبخیر سیستم اسپلیت می‌تواند در محفظه کویل یکپارچه‌ای که در فرنس تعبیه شده است، نصب شود. برای غلبه بر مقاومت در مسیر جریان هوای فرنس، کویل تبخیر و سیستم فشرده توزیع هوا، از یک دمنده با فشار استاتیکی بالا استفاده می‌شود.

دستگاه‌های تهویه مطبوع یکپارچه از طریق مجاری هوای انعطاف‌پذیر به کانال‌های تعبیه‌شده در کف یا سقف موجود متصل می‌شوند.

اسپلیت اضافی یا دستگاه‌های تهویه مطبوع یکپارچه خنک شوند؛ به شرط آن که کانال‌های تأمین هوا دارای ابعاد و مشخصات مناسب برای این منظور بوده و مطابق با الزامات HUD ساخته شده باشند. کویل تبخیر سیستم اسپلیت می‌تواند در محفظه کویل یکپارچه‌ای که در فرنس تعبیه شده است، نصب شود. برای غلبه بر مقاومت در مسیر جریان هوای فرنس، کویل تبخیر و سیستم فشرده توزیع هوا، از یک دمنده با فشار استاتیکی بالا استفاده می‌شود.

جنوب‌غربی ایالات متحده، درصد کمی از خانه‌ها از واحدهای دارای جریان رو به بالا استفاده می‌کنند که هوا را به مجاری بالای سقف (در فضای زیرشیروانی) هدایت می‌کنند. معمولاً هیچ سیستم کانال برگشت وجود ندارد. هوا از هر اتاق از طریق شکاف‌های زیر درب‌ها، راهروها، و یک درب مشبک یا پنل کرکره‌ای، به دستگاه هواساز باز می‌گردد.

کل سیستم گرمایشی از نوع نیازمند فضای حداقلی است و دستگاه هواساز آن در یک کمد یا کنج کوچک، معمولاً در راهرو، قرار می‌گیرد. ممکن است اقدامات کنترل صدا لازم باشد، اگر سیستم‌های بزرگ هوادهی اجباری نزدیک فضاهای خواب نصب شوند. سازندهی خانه ممکن است به منظور تأمین نیاز بازار، بخاری‌های گازی، نفتی و برقی یا پمپ‌های حرارتی نصب کند.

بخاری‌های گازی و نفتی از نوع جمع‌وجور و دارای ونتیلاتور مستقیم هستند که برای نصب در خانه‌های پیش‌ساخته تأیید شده‌اند. پیکربندی ویژه‌ی تهویه به‌کاررفته، یک سیستم لوله‌های متحدالمرکز عمودی از طریق سقف است که تمام هوای مورد نیاز احتراق را مستقیماً از فضای بیرون تأمین می‌کند و محصولات احتراق را از طریق دهانه‌ای ضدباد به خارج منتقل می‌کند. بخاری‌های گازی باید به‌راحتی از گاز مایع (پروپان) به گاز طبیعی و بالعکس تبدیل شوند، همان‌طور

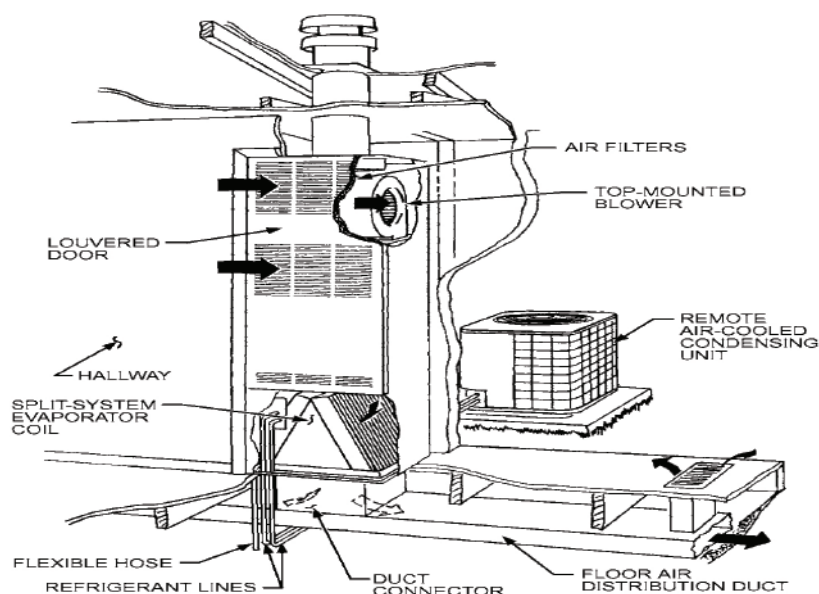


Fig. 5 Typical Installation of Heating and Cooling Equipment for Manufactured Home

حرارتی فرنس و سپس از کویل تبخیر سیستم اسپلیت عبور می‌دهد؛ در این کویل تبخیر، گرما و رطوبت هوا گرفته می‌شود.

دستگاه‌های تهویه مطبوع یکپارچه از طریق مجاری هوای انعطاف‌پذیر به کانال‌های تعبیه‌شده در کف یا سقف موجود متصل می‌شوند.

هوای تهویه‌شده سپس از طریق بخش کف قابل اشتعال و با استفاده از رابط کانال وارد مجرای توزیع هوای زیرکف می‌شود.

نصب معمولی یک فرنس گازسوز یا نفتی با جریان رو به پایین همراه با دستگاه تهویه مطبوع اسپلیت در شکل ۵ نشان داده شده است.

کویل تبخیر از طریق لوله‌های مبرد سریع‌اتصال به یک واحد کندانسور خنک‌شده با هوا متصل می‌شود.

هوا از راهرو وارد فرنس می‌شود و از دریچه‌ای کرکره‌ای در جلوی فرنس عبور می‌کند. سپس هوا از فیلترهای هوا عبور می‌کند و به درون دمنده‌ای که در بالا نصب شده کشیده می‌شود؛ این دمنده در زمستان هوا را به سمت پایین و روی مبدل حرارتی هدایت می‌کند، جایی که هوا گرما را جذب می‌کند. در تابستان، دمنده هوا را ابتدا از مبدل

آب کندانس جمع‌شده در کویل تبخیر توسط یک شیلنگ انعطاف‌پذیر تخلیه می‌شود؛ این شیلنگ از طریق کف ساختمان به خارج هدایت شده و به یک لوله تخلیه مناسب متصل می‌شود.