



جمهوری اسلامی ایران
وزارت نیرو
امور انرژی

راهنماهای فنی مدیریت انرژی



استفاده اقتصادی از گرم کننده ها در مراکز صنعتی و تجاری

۵

دفتر بهینه سازی مصرف انرژی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

پیشگفتار

در طی دهه آینده، هزینه انرژی الکتریکی چه برای گرمایش و سرمایش، چه برای روشنایی و چه بعنوان نیروی محرکه در فرآیند تولید صنعتی، ادارات، مدارس، منازل، ... رشد چشمگیری پیدا خواهد کرد که البته دلایل این رشد، خارج از بحث این نوشتار است.

در عرصه رقابت جهانی در راستای مصرف کمتر (مصرف بهینه) و تولید هرچه بیشتر، کشورها، جوامع و صنایعی موفقتر خواهند بود که در این رقابت که شاید از دیدگاهی بتوان آن را مبارزه برای تنوع بقا و ادامه فعالیت نامید، با تحقیقات و مطالعات موفق به یافتن و پس از آن بکار بردن راههای جلوگیری از اتلاف انرژی شوند.

انرژی بطور عام و انرژی الکتریکی بطور خاص که امروز در اختیار و خدمت هم میهنان عزیز، قرار می گیرد، با هزینه‌ای به مراتب گزافتر تهیه می شود ولیکن دولت جمهوری اسلامی ایران با تأمین بخشی از هزینه‌های تولید آن از محل درآمدهای عمومی خود و یا به قیمت عدم انجام بسیاری از پروژه‌های زیربنایی ملی، آنرا بدینگونه در اختیار وا می گذارد.

اتلاف این انرژی الکتریکی و اصولاً هر نوع انرژی تولید شده از منابع فسیلی، علاوه بر خسارات مالی جبران ناپذیری که دارد، زیانهای غیرقابل انکاری نیز بر محیط زیست ملی ما و جهان وارد خواهد آورد. اکنون سالیان متمادی از زمانی می گذرد که کشورهای پیشرفته که حتی برخی از آنها از حداکثر امکانات طبیعی و صنعتی برای تولید انرژی برخوردارند، در کنار تلاش در جهت استفاده از انرژی‌های نو (خورشید، باد، امواج، ...)، استفاده صحیح از انرژی را در رأس اهم اهداف خود قرار داده و صاحبان صنایع، صنعتگران، مدیران سازمانها، و حتی سازندگان ساختمانهای مسکونی و بالاخره استفاده کنندگان این بناها را مخاطب قرار داده و با وضع دستورالعملها و در مواردی ضوابط و قوانین بازدارنده، آنها را تشویق، راهنمایی و حتی راهبری در جهت جلوگیری از اتلاف انرژی می نمایند.

انجام پاره‌ای از این اقدامات، اگر در زمان مناسب نسبت به اعمال آنها اقدام گردد، حتی هیچگونه هزینه اضافی را نیز تحمیل نخواهد نمود و جهت همه گیر شدن جنبش جلوگیری از اتلاف انرژی، دائماً جلسات توجیهی و سمینارهایی برای تصمیم گیرندگان برگزار می گردد تا از پی آمدها و بهتر بگوئیم عواقب مختلف آن آگاه گردند. در کنار اقدامات فوق، تلاش متخصصین و دانشمندان در جهت اختراع، ابداع و تولید وسایل و تجهیزات کارآمد نیز جبهه دیگری است که برای مبارزه با اتلاف انرژی گشوده شده است که از جمله آنها می توان به تولید صنعتی تجهیزات و لامپهای پراوری، کم مصرف و بادوام اشاره کرد.

با توجه به روند افزایش جمعیت و تبعات آن و هرچه بیشتر مستهلک شدن منابع تولید انرژی، چندان دور نخواهد بود که نه تنها افراد، بلکه جوامع نیز در موقعیتی قرار نداشته باشند که بتوانند به میزان مورد علاقه خود انرژی مصرف نمایند بلکه با هرچه فشرده تر شدن جوامع، حتماً اهرمهای ملی و جهانی و خود

محدودکننده‌ای وارد عمل خواهند گردید که ابتکار عمل در زمینه تولید و مصرف انرژی را بعهدہ خواهند گرفت.

علیرغم اینکه کاربرد بعضی از اقدامات صرفه‌جویانه (یا بهتر است گفته شود استفاده صحیح و جلوگیری کننده از اتلاف بیهوده)، نیاز به مقداری سرمایه‌گذاری اولیه دارند که البته میزان آن بستگی به دامنه و وسعت اقدامات بعمل آمده دارد، ولی نکته‌ای که مبرهن و غیرقابل انکار می‌باشد آن است که این سرمایه‌گذاری اولیه در مدت کوتاهی خودبخود مستهلک می‌گردد.

علاوه بر نشست‌ها و سمینارهایی که به آنها اشاره گردید تشکیلات گوناگونی که در کشورهای مختلف جهان جهت سامان دادن به مشکل انرژی و آگاه کردن قشرهای مختلف جامعه ایجاد شده‌اند، اقدام به نشر جزوات، بروشورها و اطلاعیه‌هایی نموده و آنها را در دسترس کلیه افرادی که به نوعی با مصرف و صرفه‌جویی انرژی ارتباط دارند قرار می‌دهند.

در همین راستا، معاونت انرژی وزارت نیرو نیز اقدام به ترجمه و چاپ جزوه‌ای که ملاحظه می‌فرمائید نموده است که در کشور انگلستان و بتوسط "مرکز تحقیقات ساختمان" (Building Research Establishment) "واحد صرفه‌جویی انرژی مرکز تحقیقات ساختمان" (Building Research Energy Conservation Support Unit) "واحد پشتیبانی تکنولوژی انرژی" (Energy Technology Support Unit) "اداره کارائی انرژی" (Energy Efficiency Office) تهیه گردیده‌اند که این معاونت به لحاظ ضرورت تسریع در نشر و ارائه راهنماها و دستورالعملهای فنی، هیچگونه تغییری در ارقام، آمار، نمودارها، جداول و اشکال آن نداده است ولیکن امیدوار است که انشاء... چاپ‌های بعدی این جزوه و همچنین جزوات دیگری که در دست ترجمه و چاپ قرار دارند، براساس آمار و اطلاعات کشور ایران تهیه شده و در اختیار شما قرار داده شوند.

فهرست مطالب

- ۱ - مقدمه ۷
- ۲ - انتخاب صحیح نوع گرمایش ۷
- ۲-۱ - گرم‌کننده‌های همرفتی هوای گرم ۸
- ۱ - ۱ - ۲ - گرم‌کننده‌های همرفتی با احتراق غیر مستقیم ۹
- ۲ - ۱ - ۲ - گرم‌کننده‌های همرفتی با احتراق مستقیم ۹
- ۳ - ۱ - ۲ - گرم‌کننده‌های همرفتی تراکمی و احتراق پالسی ۱۰
- ۴ - ۱ - ۲ - سیستمهای توزیع حرارتی با سرعت زیاد ۱۰
- ۲ - ۲ - گرم‌کننده‌های تشعشعی ۱۰
- ۱ - ۲ - ۲ - گرم‌کننده‌های تشعشعی لوله‌ای ۱۱
- ۲ - ۲ - ۲ - گرم‌کننده‌های تشعشعی صفحه‌ای ۱۱
- ۳ - گرم‌کننده‌ها چه مقدار هزینه دربردارند؟ ۱۲
- ۴ - پایین نگهداشتن هزینه انرژی ۱۳
- ۴ - ۱ - عوامل نصب ۱۳
- ۱ - ۱ - ۴ - تهویه بیش از حد هوای گرم ۱۳
- ۲ - ۱ - ۴ - تلفات تشعشعی - همرفت ناشی از بدنه گرم ۱۴
- ۳ - ۱ - ۴ - تلفات ناشی از کانالهای هوای گرم ۱۴
- ۴ - ۱ - ۴ - استفاده از فن‌های سقفی برای گردش هوا ۱۴
- ۵ - ۱ - ۴ - دریچه‌های با کنترل اتوماتیک ۱۵
- ۲ - ۴ - کنترل ۱۵
- ۱ - ۲ - ۴ - کنترل زمانی ۱۵
- ۲ - ۲ - ۴ - کنترل راه‌اندازی بهینه ۱۵
- ۳ - ۲ - ۴ - استفاده از کنترل تدریجی به جای کنترل روشن / خاموش ۱۶
- ۴ - ۲ - ۴ - کنترل درجه حرارت از پیش تنظیم شده ۱۶
- ۵ - ۲ - ۴ - حفظ لوازم ساختمان ۱۶
- ۶ - ۲ - ۴ - کنترل سیستمهای تشعشعی ۱۶
- ۷ - ۲ - ۴ - سیستمهای مدیریت انرژی در ساختمانها ۱۶
- ۸ - ۲ - ۴ - محل نصب ترموستاتها ۱۷

- ۱۷ ۹ - ۲ - ۴ - ایجاد کنترل
- ۱۷ ۳ - ۴ - نگهداری
- ۱۸ ضمیمه A۱: انواع گرم‌کننده‌ها
- ۱۸ ۱ - A۱: گرم‌کننده‌های احتراق غیرمستقیم
- ۱۹ ۲ - A۱: گرم‌کننده‌های احتراق مستقیم
- ۲۰ ۳ - A۱: گرم‌کننده‌های تغلیظی و احتراق پالسی
- ۲۱ ۴ - A۱: سیستمهای توزیع با سرعت زیاد
- ۲۲ ۵ - A۱: گرم‌کننده‌های تشعشی لوله‌ای
- ۲۳ ۶ - A۱: گرم‌کننده‌های تشعشی صفحه‌ای
- ۲۴ ضمیمه A۲: روشهای نگهداری
- ۲۴ ۱ - A۲: اندازه‌گیری تلفات گاز خروجی
- ۲۶ ۲ - A۲: تنظیم مشعل
- ۲۶ ۱ - ۲ - A۲: مشعلهای با مکش اجباری و گرم‌کننده‌های احتراق غیرمستقیم
- ۲۷ ۲ - ۲ - A۲: مشعلهای با مکش طبیعی هوای محیط و گرم‌کننده‌های احتراق غیرمستقیم
- ۲۷ ۳ - A۲: محدودیت جریان هوای ورودی به گرم‌کننده
- ۲۷ ۴ - A۲: آلودگی سطوح انتقال حرارت
- ۲۸ ۵ - A۲: آسیب دیدن تیغه‌های کنترل‌کننده گاز خروجی
- ۲۸ ۶ - A۲: نشست هوای گرم

این کتابچه برای راهنمایی افرادی نوشته شده است که مسئولیت طراحی و یا نگهداری سیستمهای گرمایش^۱ مراکز صنعتی و تجاری را بر عهده دارند. همچنین این کتابچه به فهم عواملی که حصول انرژی مقرون به صرفه را به دنبال دارند کمک می‌کند. درک صحیح این عوامل، باعث صرفه‌جویی در هزینه‌های جاری سیستم گرمایش می‌شود. طی ۲۰ سال گذشته، گرم‌کننده‌های نفتی و گازی نقش فزاینده‌ای را در گرمایش واحدهای صنعتی و تجاری بر عهده داشته‌اند. از آن زمان تاکنون این گرم‌کننده‌ها به‌طور مداوم در حال پیشرفت و توسعه بوده‌اند، به‌گونه‌ای که نسبت به مدل‌های قدیمی کوچکتر و ارزاتر شده‌اند. انتخاب این نوع سیستم‌ها به ویژه در کاربردهای با حجم زیاد همچون فروشگاهها و انبارهای کالا تقریباً به صورت اتوماتیک درآمده است. دلایل اصلی انتخاب این نوع سیستمها هزینه سرمایه‌گذاری (اولیه) کم، سهولت در نصب و پایین بودن هزینه‌های جاری می‌باشد.

مصرف انرژی سیستم‌های قدیمی یا آنهایی که به‌طور نامناسب نصب شده‌اند به سهولت نسبت به دستگاه‌هایی که به‌طور اصولی نصب شده‌اند ده درصد بیشتر است. حال اگر در این مقدار انرژی صرفه‌جویی شود، با درآمدهای حاصل از آن می‌توان هزینه‌های اضافی و مورد نیاز یک تأسیسات انرژی کارا را تأمین نمود. یکی از مهمترین مزایای سیستم‌های حرارتی این است که می‌توان فضای ساختمان را با حداکثر خروجی و در مدت چند ثانیه گرم نمود. این بدان معناست که مدت کوتاهی قبل از سکونت افراد می‌توان فضای خانه را به راحتی گرم کرد و لذا تلفات گرمایی کاهش می‌یابد، در حالی که برای گرم کردن فضای ساختمان (قبل از سکونت افراد) به کمک رادیاتورهای قدیمی، نیاز به ساعتها وقت بود. این زمان طولانی سبب می‌شود که گرم‌کننده‌های فعلی نسبت به وسایل تشعشعی در میزان مصرف انرژی ۵۰ درصد صرفه‌جویی کنند.

۲ - انتخاب صحیح نوع گرمایش

گرم‌کننده‌های سوختی (نفتی و بخاری) به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند:

- کنوکسیون^۲ (همرفت) هوای گرم

- تشعشع

البته این دو گروه نیز به گروههای دیگری تقسیم می‌شوند. انتخاب صحیح به منظور آسایش افراد، کارکرد خوب، نصب ارزان و هزینه‌های جاری کم از اهمیت بسزایی برخوردار است. این امر براساس نیاز و محل نصب وسایل حرارتی در درون ساختمانها صورت می‌گیرد.

^۱ منظور از گرم‌کننده‌های با محفظه احتراق می‌باشد. مترجم

در بعضی موارد، انتخاب نوع گرم‌کننده به راحتی انجام می‌شود. درحالی‌که در برخی موارد دیگر نمی‌توان به سهولت نوع گرم‌کننده مورد نیاز را تعیین کرد. در این گونه موارد باید اسکلت‌بندی و فضای داخل ساختمانها مورد توجه قرارگیرد. همچنین باید تعداد و نحوه تجمع افراد، نوع کاری که انجام می‌شود و میزان تهویه هوایی که لازم به گرم شدن آن است در نظر گرفته شود.

تمام گرم‌کننده‌ها شامل یک محفظه احتراق و یا یک مشعل هستند که در آن هوا سوخت مخلوط شده و سپس سوزانده می‌شوند و در نتیجه آن، گازهای احتراقی حاصل می‌گردد. با انتقال گرما از این گازها به فضای داخل ساختمان، گازها سرد می‌شوند و در نهایت گازهای خنک‌شده از سیستم خروجی، خارج می‌شوند. تفاوت اصلی انواع گرم‌کننده‌ها در چگونگی انتقال حرارت از گازهای احتراق می‌باشد.

۱-۲ - گرم‌کننده‌های همرفتی^۱ هوای گرم

گرم‌کننده‌های همرفتی هوای گرم که در ساختمانها استفاده می‌شوند از بیشترین بازده برخوردار خواهند بود اگر:

۱ - به طرز مطلوبی عایق‌بندی شده باشند.

۲ - میزان تهویه کمی داشته باشند.

می‌توان از این گونه گرم‌کننده‌ها در کارخانه‌ها و در فضاهایی که هدف ایجاد محیط مناسبی برای کار است، استفاده کرد. همچنین از این وسایل در انبارها به منظور حفاظت محصولات در مقابل انجماد و رطوبت و مواردی که نیاز به ذخیره‌سازی در شرایط دمای کاملاً کنترل شده باشد، استفاده می‌گردد. در صورت توافق مردم ترجیح داده می‌شود که خانه‌ها دارای سقف و یا ارتفاع کوتاه باشند تا حجم هوایی که باید گرم شود، کاهش یابد و در مواردی که به ناچار سقف اتاق بالا است، جمع شدن هوای گرم در نزدیکی سقف اجتناب‌ناپذیر است. برای این کار می‌توان از فن‌هایی که به این منظور بر روی سقف نصب می‌شوند استفاده کرد و یا اینکه از کانالهای هوا به عنوان قسمتی از سیستم گرمایشی استفاده نمود.

در تمام گرم‌کننده‌های همرفتی، قبل از اینکه هوای گرم دمیده شده و یا از طریق کانالهای هوا به داخل ساختمان فرستاده شود، درجه حرارت آن افزایش می‌یابد. گردش هوا در انواع وسایل همرفتی به این صورت است که یا هوا فقط در داخل ساختمان گردش می‌کند و یا اینکه هوای خنک‌کننده را از بیرون ساختمان می‌گیرد. در حالت اخیر می‌توان به کمک تنظیم دریچه‌های هوا، مقدار هوای تازه‌ای را که لازم است در سیکل گردش هوا مورد استفاده قرار گیرد به‌طور متناسب کنترل نمود. این کار به منظور کنترل صحیح تعداد دفعات تغییر هوا (در ساعت) صورت می‌گیرد (در جدول ۲ تعداد تغییر در ساعت برای انواع ساختمانها، بیان شده است).

یک گرم‌کننده همرفتی که از هوای تازه استفاده می‌کند، دارای این امتیاز است که در تابستان می‌توان از آن به عنوان کولر استفاده کرد و در نتیجه شرایط مناسبی را برای محیط و محل کار ایجاد نمود.

¹ Convection

گرم‌کننده‌های همرفتی گرم‌کننده‌هایی هستند که با گرم کردن هوا، فضای داخل اتاق را گرم می‌نمایند (با گرم‌کننده‌های تشعشی بخش ۲ - ۲ مقایسه نمایید).

در گرم‌کننده‌های همرفتی، هوای گرم توسط فن به اطراف پخش می‌شود. در بعضی گرم‌کننده‌های همرفتی می‌توان به منظور کنترل درجه حرارت از فن‌های با سرعت متغیر استفاده نمود. به این صورت که برای داشتن درجه حرارت پایین از سرعت کم و برای داشتن درجه حرارت بالا (مثلاً در ابتدای کار) از سرعت زیاد استفاده نمود. هنگامی که از یک سیستم گرمایی همرفتی که متشکل از فن با سرعت متغیر و مشعل مناسب و سیستم کنترل پیچیده است، استفاده گردد، می‌توان شرایط گرمایشی انعطاف‌پذیر و مناسبی را برای محیط‌های مختلف فراهم نمود. یک مشکل احتمالی در ارتباط با ساختمانهایی که بطور گسترده‌ای از گرم‌کننده‌های هوای تازه برای ایجاد تهویه استفاده می‌کنند، ایجاد فشار مثبت است. برای حل این مشکل باید از دریچه‌های تهویه و کانالهای خروجی خاصی که به این منظور تعبیه می‌شوند استفاده کرد تا فشار ایجاد شده از بین برود. در اکثر موارد، هنگامی که از وسایل همرفتی با هوای تازه استفاده می‌شود، هوا از داخل منافذ دیوارها با بیرون مبادله می‌شود که این امر به تعدیل فشار کمک نموده و جریان‌های هوای سرد را حذف می‌کند.

گرم‌کننده‌های هوای گرم در اندازه‌ها و شکلهای مختلف و یا خروجیهای متفاوت وجود دارند. در بعضی موارد در انتخاب آنها این مشکل وجود دارد که آیا باید از تعداد زیادی گرم‌کننده‌های کوچک استفاده کرد و یا اینکه تعداد کمی از گرم‌کننده‌های بزرگ مرکزی را بکار گرفت. استفاده از مورد اول، در ساختمانهایی که سقف آنها کوتاه است از آن جهت که به کانالهای هوا نیاز می‌باشد غیر عملی است. حال آنکه در موارد دیگر، ترکیب دو سیستم کانالها و گرم‌کننده‌ها از نظر زیبایی‌شناسی حائز اهمیت است.

انواع گرم‌کننده‌های همرفتی به شرح زیر می‌باشند: (جزئیات بیشتر در مورد آنها در ضمیمه ۱ آمده است)

۱-۱-۲ - گرم‌کننده‌های همرفتی با احتراق غیر مستقیم

در این نوع وسایل، هوای گرم و گازهای احتراقی کاملاً از هم جدا هستند و تبادل گرمایی بین این دو توسط مبدل حرارتی^۱ انجام می‌گیرد. این نوع گرم‌کننده‌ها دارای راندمانی تا حدود بیشتر از ۷۵ درصد هستند. در نمونه‌هایی که اخیراً ساخته شده است راندمان را به ۸۵ درصد نیز رسانده‌اند.

۱-۲-۲ - گرم‌کننده‌های همرفتی با احتراق مستقیم

در این نوع گرم‌کننده‌ها از مبدل حرارتی استفاده نمی‌شود و هوا مستقیماً با گازهای احتراقی مخلوط می‌گردد. بدون استفاده از مبدل گرمایی می‌توان به راندمان حرارتی بالاتری دست پیدا کرد که تا میزان ۱۰۰ درصد نیز می‌رسد. با وجود این، برای جلوگیری از ورود گازهای احتراقی به داخل ساختمان باید از هوای تازه استفاده کرد که این امر کاهش راندمان به حدود ۹۲ درصد را به دنبال دارد.

از دیگر مزایای سیستم گرمایی مستقیم نسبت به نوع غیرمستقیم، پایین بودن قدرت فن‌ها و عدم نیاز به تمیزکردن مبدلهای حرارتی (به دلیل عدم وجود گرفتگی در گرم‌کننده‌ها) می‌باشد. گرم‌کننده‌های با فن‌های قوی و مشعلهای پرسر و صدا برای محیط‌های آرام مناسب نیستند.

¹ Heat Exchanger

۳- ۱- ۲- گرم‌کننده‌های همرفتی تراکمی^۱ و احتراق پالسی

با متراکم کردن بخار آبی که در گازهای احتراقی خروجی وجود دارد می‌توان راندمان را در گرم‌کننده‌های همرفتی با احتراق غیر مستقیم به ۹۶ درصد رساند. برای این منظور در نزدیکی خروجی گرم‌کننده‌های همرفتی از نوع غیرمستقیم، یک مبدل حرارتی تعبیه می‌شود که با خنک‌کردن گازهای خروجی، درجه حرارت آنها را به زیر ۱۰۰ درجه سانتیگراد می‌رساند. مکش گاز خروجی در این دمای پایین امکان‌پذیر نیست. لذا از یک سیستم کمکی مانند سیستم احتراق پالسی برای گازهای خروجی استفاده می‌کنند.

۴- ۱- ۲- سیستمهای توزیع حرارتی با سرعت زیاد

سیستمهای توزیع حرارت با سرعت زیاد متشکل از یک سیستم حرارتی مستقیم یا غیرمستقیم است که هوا را گرم کرده و به دمای بالا (۱۵۰°-۱۰۰) می‌رساند و از طریق کانالها توزیع می‌کند. هوا توسط مجراهایی تخلیه شده و در نتیجه هوای محیط به صورت جریان، جاری می‌شود.

این سیستم برای مناطقی که ارتفاع دیوارها زیاد است از آن جهت که موجب کاهش تجمع هوای گرم در نزدیکی سقف می‌شود و لذا دسترسی به ارتفاع زیاد جهت تعمیرات و نگهداری لزومی ندارد، مفید است. در مواردی که ساکنین ساختمانها در معرض تشعشع منبع گرمایی نیستند این سیستم مزیت ویژه‌ای بر سیستم تشعشعی دارد (مثلاً در هنگام کار در زیر یک وسیله نقلیه و یا بال هواپیما).

۲- ۲- گرم‌کننده‌های تشعشعی

نوع مختلفی از گرم‌کننده‌های تشعشعی در بازار وجود دارد. این وسایل در بعضی موارد دیگر گازسوز هستند و در بعضی موارد دیگر گازهای احتراقی در داخل فضایی که باید گرم شود تخلیه می‌شوند. این نوع وسایل معمولاً دارای کمترین هزینه سرمایه‌گذاری اولیه و کمترین هزینه کارکرد می‌باشند. گرم‌کننده‌های تشعشعی مؤثرترین وسیله برای انتقال حرارت هستند که از آنها برای گرم کردن کل فضای ساختمان استفاده می‌شود. در مقایسه با گرم‌کننده‌های هوای گرم، گرم‌کننده‌های تشعشعی برای ساختمانی با مشخصات زیر مفیدتر هستند.

- از نظر عایق‌بندی حرارتی ضعیف باشد.

- میزان تغییر هوا در آن زیاد باشد.

- دارای ارتفاع زیاد باشد.

- حجم فضا در مقایسه با افراد و یا وسایلی که باید گرمایش آنها تأمین شود، زیاد باشد.

- تنها به صورت تناوبی مورد استفاده قرار گیرند.

همچنین این گرم‌کننده‌ها برای مواردی که فقط قسمت کوچکی از یک فضای بزرگ باید گرم شود مفید هستند. به عنوان مثال اگر در یک گوشه‌ای از انبار بزرگ کالا تعداد کمی از کارگران مشغول کار باشند، از این گرم‌کننده

¹ Condense

برای ایجاد گرمایش موضعی استفاده می‌گردد. همچنین اگر یک کارخانه و یا انبار بزرگ به بخشهای کوچکی که در آنها از تقسیم‌کننده‌های روباز استفاده شده باشد، تقسیم شده باشد. هرکدام از این قسمتها را می‌توان با یک گرم‌کننده تشعشعی گرم نمود و از آنجایی که این وسایل را می‌توان در ارتفاع بالا نصب نمود لذا هیچ فضایی در کف و یا دیوارها اشغال نمی‌شود.

در گرم‌کننده‌های همرفتی با گرم کردن هوا، فضای داخل اتاق گرم می‌شود، درحالی که در گرم‌کننده‌های تشعشعی، گرم کردن با استفاده از تشعشع مادون قرمز^۱ که تنها در برخورد با اجسام حرارت تولید می‌کند، صورت می‌گیرد. اجسام ممکن است یک شخص، میز، دیوارها و یا هر وسیله موجود دیگر در اتاق باشد. پس از برخورد پرتوهای مادون قرمز به این اجسام قسمتی از آن جذب می‌شود که باعث بالارفتن دمای سطح جسم می‌شود و قسمتی نیز منعکس می‌گردد که به اجسام دیگر برخورد کرده و این عمل همچنان ادامه می‌یابد. اثر نهایی این عمل آن است که دمای هر شیء داخل اتاق اعم از شخص، اجسام و نیز دیوارها و کف، بالا می‌رود تا به درجه حرارت مطلوب برسد. دمای هوا نیز اندکی افزایش می‌یابد. به این دلیل استفاده از گرم‌کننده‌های تشعشعی برای مکانهایی که نرخ تخلیه هوای زیادی لازم دارند (به عنوان مثال برای جابجایی دود) مناسب می‌باشد. انواع گرم‌کننده‌های تشعشعی به شرح زیر می‌باشند: (جزئیات بیشتر در ضمیمه ۱ آمده است).

۱- ۲- ۲- گرم‌کننده‌های تشعشعی لوله‌ای^۲

هنگامی که تهویه فضای کار به صورت مستقیم صورت می‌گیرد، راندمان این نوع گرم‌کننده‌ها به حدود ۹۰ درصد می‌رسد. این گرم‌کننده‌ها به صورت آویزان از سقف و در ارتفاع پایین نسبت به سر افراد قرار می‌گیرند، به‌گونه‌ای که تشعشع گرمایی مناسب در حد فاصل سر و پاها صورت گیرد. هنگامی که از گرم‌کننده‌ها (مشابه گرم‌کننده‌های همرفتی از نوع مستقیم) مستقیماً استفاده می‌شود، باید دقت شود که گازهای احتراقی خروجی وارد محیط نشوند و هوای تازه، با کیفیت مطلوب و مطابق با استاندارد برای ساکنین فراهم شود.

۲- ۲- ۲- گرم‌کننده‌های تشعشعی صفحه‌ای^۳

گرم‌کننده‌های تشعشعی صفحه‌ای با گاز و یا LPG کار می‌کنند و در آنها یک مشعل فروزان وجود دارد که در نزدیکی صفحه سرامیکی قرار دارد. هنگامی که این صفحه توسط شعله قرمز می‌شود، شروع به تابیدن و درخشش کرده و از خود امواج مادون قرمز ساطع می‌کند که مانند حالت قبل باعث گرم شدن ساختمان و افراد داخل آن می‌شود. دمای صفحه سرامیکی خیلی بیشتر از گرمای بدنه سیاه لوله گرم‌کننده تشعشعی لوله‌ای است و لذا انرژی تشعشعی آن بیشتر است. براین اساس برای یک خروجی یکسان، گرم‌کننده تشعشعی صفحه‌ای را می‌توان به صورت فشرده‌تر و در ارتفاعی بالاتر نسبت به گرم‌کننده تشعشعی لوله‌ای قرار داد. گرم‌کننده‌های تشعشعی را نمی‌توان به راحتی تهویه کرد و لذا در اینجا نیز باید مطالبی را که در مورد هوای تازه در ارتباط با گرم‌کننده‌های تشعشعی لوله‌ای بیان گردید، مورد توجه قرار داد.

¹ Infra Red

² Radiant Tube Heaters

³ Radiant Plaque Heaters

۳ - گرم‌کننده‌ها چه مقدار هزینه دربردارند؟

در جدول ۱ مثالی فرضی در مورد هزینه جاری سالیانه انواع گرم‌کننده‌ها بیان شده است. این گرم‌کننده‌ها شامل گرم‌کننده‌های هوای گرم مستقیم، گرم‌کننده‌های هوای گرم غیرمستقیم، گرم‌کننده‌های تراکمی و گرم‌کننده‌های تراکمی تشعشعی می‌باشد. زیربنای کارخانه حدود ۱۲۰۰ مترمربع و ارتفاع مفید سقف تا کف حدود ۸ متر می‌باشد. این مثال مربوط به یک شیفت کاری است که در آن بهره‌های داخلی مربوط به بارهای روشنایی نیز در نظر گرفته شده است.

جدول ۱: مثالی در مورد هزینه‌های جاری انواع گرم‌کننده‌ها				
۵ تغییر هوا در ساعت ^۱		دو تغییر هوا در ساعت ^۱		نوع گرم‌کننده
هزینه جاری سالیانه (£)	هزینه سرمایه‌گذاری اولیه (£)	هزینه جاری سالیانه (£)	هزینه سرمایه‌گذاری اولیه (£)	
۱۶,۰۰۰	۳۰,۰۰۰	۸,۰۰۰	۱۵,۰۰۰	هوای گرم غیرمستقیم
۱۳,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۶,۵۰۰	۲۰,۰۰۰	هوای گرم مستقیم ^۲
۱۲,۵۰۰	۲۰,۰۰۰	۶,۲۰۰	۲۰,۰۰۰	هوای گرم تراکمی ^۲
۹,۰۰۰	۳۰,۰۰۰	۵,۳۰۰	۱۵,۰۰۰	تشعشعی لوله‌ای ^۳

نکات

- میزان تغییر هوا برای ساختمانهای مختلف که در جدول (۲) بیان شده است.
- هزینه‌های اضافی گرم‌کننده‌های هوای گرم مستقیم و تراکمی در مدت سه سال به علت هزینه‌های جاری کمتر، برگشت خواهد شد.
- طبیعی است که اگر فقط قسمتی از کف کارخانه توسط گرم‌کننده تشعشعی لوله‌ای گرم شود، هزینه‌های سرمایه‌گذاری لوله و سالیانه آن کاهش خواهد یافت.
- نصب وسایل در ارتفاع بالا زیبایی مکان را بر هم می‌زند. در صورتی که داریست زیادتری مورد نیاز باشد، هزینه نصب تأسیسات افزایش می‌یابد.
- اگر سیستم کاری کارخانه به طور شبانه روزی و بی‌وقفه باشد هزینه‌های جاری تقریباً دو برابر می‌شود. در حالی که اگر دو شیفتی باشد، هزینه جاری ۶۶ درصد افزایش می‌یابد بهره داخلی نیز می‌تواند بر روی هزینه‌های جاری، اثر قابل توجهی داشته باشد، چرا که اثر گرمایی سیستم روشنایی بر روی میزان گرمایش، افراد و تجهیزات تأثیر می‌گذارد. اگر مقدار این تأثیر زیاد باشد باید سیستم‌های گرمایش را در هنگامی که کارگران حضور ندارند به عنوان پیش‌گرم‌کننده به کاربرد که در این صورت هزینه‌های جاری در این جدول به $\frac{1}{3}$ کاهش پیدا خواهد کرد.

۴ - پایین نگهداشتن هزینه انرژی

با کاهش تلفات می‌توان هزینه گرمایش را کم کرد. این کاهش تلفات را هم در طراحی و هم در نصب گرم‌کننده‌ها می‌توان در نظر گرفت. تلفات حرارتی شامل حرارتی است که در گازهای خروجی وجود دارد. هنگامی که گرم‌کننده در محل نصب شده باشد و حرارت توسط کانالهایی به محیط منتقل گردد هر دو تلفات تشعشعی و همرفتی را باید منظور کرد. بازده حرارتی را می‌توان از معادله زیر بدست آورد:

$$\text{راندمان حرارتی گرم‌کننده بر حسب درصد} = (\text{تلفات بدنه بر حسب درصد} + \text{تلفات گاز خروجی بر حسب درصد}) - 100$$

همچنین حفظ هزینه‌های انرژی در سطح پایین به نحو مؤثری بستگی به کنترل استفاده از گرم‌کننده از دو جنبه زمان و دما دارد. همچنین در این دو مورد برای اینکه بتوان هزینه انرژی را کاهش داد، باید دستورات راهنمای سازنده را مورد توجه قرار داد.

عواملی که باعث کاهش هزینه می‌شوند، به‌طور دقیق و مفصل در بخش‌های زیر بحث می‌شود:

بخش ۱ - ۴ - عوامل نصب

بخش ۲ - ۴ - کنترل

بخش ۳ - ۴ - نگهداری

۱ - ۴ - عوامل نصب

۱ - ۱ - ۴ - تهویه بیش از حد هوای گرم

میزان تغییرات هوا باید در سطح حداقل حفظ شود، همواره بخاطر داشته باشید که هر فرآیند تولیدی (هوای گرم) باید هوای قابل قبول را برای ساکنین در سطح استاندارد فراهم نماید. اگر میزان زیاد تغییر هوا لازم باشد می‌توان با استفاده از گرم‌کننده‌های تشعشعی که شرایط راحتی را در مکانهای دارای سکنه فراهم می‌کنند، در سوخت صرفه‌جویی کرد.

گرم‌کننده‌های نوع مستقیم دارای راندمان حرارتی بالایی هستند (بخش ۲ را ملاحظه نمایید). با وجود این زمانی که گازهای احتراق با هوایی که باید گرم شود، مخلوط گردند، باید میزان دفعات تغییر هوا بیش از نرخهای عادی باشد تا بدینوسیله بخار آب به بیرون منتقل شده، و از افزایش غلظت آن در محیط جلوگیری شود. استاندارد BS 6230 سال ۱۹۹۱ حداکثر دی اکسید کربن مجاز در محیط گرمایشی را ۰/۲۸ درصد ذکر می‌کند. با افزایش میزان تهویه، هوایی که باید گرم شود، افزایش یافته و در نتیجه مقدار سوخت مصرفی بالا می‌رود.

قبل از انتخاب نوع سیستم باید محاسبات اقتصادی به دقت انجام گیرد و در این محاسبات برای هر نوع کاربرد، تعداد تغییر هوا در نظر گرفته شود. در جدول ۲ تعداد تغییر هوا برای مکانهای مختلف ذکر شده است.

جدول ۲: تعداد تغییر هوای مورد نیاز	
تعداد تغییر هوا در ساعت	نوع ساختمان
۰/۵	کارخانه بزرگ
۱	کارخانه کوچک
۰/۲۵	انبار
۵ تا	انبار ورود و توزیع کالا
۱	مکانهای اداری

۲- ۱- ۴ - تلفات تشعشعی - همرفت ناشی از بدنه گرم

در جایی که ممکن باشد، گرم‌کننده‌های هوای گرم می‌بایست در فضایی که باید گرم شود نصب گردد. در این صورت این وسایل، گرمایی که از طریق تشعشع و همرفت از بدنه تلف می‌شود را حفظ می‌کنند. اگر گرم‌کننده در بیرون اتاق کار و یا مکان دیگری که نیاز به گرمایش ندارد واقع شده باشد، این تلفات مقدار یک تا دو درصد سوخت را در برمی‌گیرد.

۳- ۱- ۴ - تلفات ناشی از کانالهای هوای گرم

اگر کانالهایی که هوای گرم از آنها عبور می‌کند، از فضاهایی عبورکنند که نیازی به گرم کردن آنها نباشد، مقداری از گرما در این کانالها تلف می‌شود که این امر باعث کاهش راندمان حرارتی مؤثر می‌شود. برای کاهش این تلفات باید سطوح خارجی کانالها را عایق‌بندی کرد (برای این منظور کتابچه‌ای تحت عنوان «ضخامت اقتصادی عایق‌ها برای لوله‌های آب داغ» را ملاحظه کنید).

۴- ۱- ۴ - استفاده از فن‌های سقفی برای گردش هوا

گرمترین نقطه در یک فضای بسته، زیر سقف می‌باشد. به عنوان مثال در یک کارخانه، هوای زیر سقف حدود 10° سانتیگراد بیش از درجه حرارت مورد نیاز برای سکنه در نزدیکی سطح زمین می‌باشد. بخشی از گرمای سوخت صرف گرم کردن هوای سطوح فوقانی می‌شود که این امر موجب افزایش نرخ تلفات حرارتی از طریق سقف می‌گردد.

برای بهبود وضعیت این نوع کارخانه‌ها می‌توان از یک و یا تعدادی فن استفاده کرد که این فن‌ها با طبقه‌بندی لایه‌های هوا^۱ مقابله نموده و گرما را از سقف به پایین منتقل می‌کنند. حتی در مواردی می‌توان کارکرد آنها را با ترموستات کنترل کرد به گونه‌ای که هرگاه درجه حرارت هوای نزدیک سقف از میزان معینی فراتر رود، فن‌ها کار کنند. البته استفاده از هوای گردشی به کمک فن‌ها در همه موارد مطلوب نیست مثلاً هنگامی که در سقف کارخانجات، فنهای مکش جهت انتقال دود و گاز و بو به بیرون وجود دارد، استفاده از این فن‌ها عملی نیست و در چنین مواردی استفاده از سیستم گرمایی تشعشی دارای مزیت است.

۵ - ۱ - ۴ - دریچه‌های با کنترل اتوماتیک

برای اینکه به هنگام خاموش بودن مشعل از فرار گرمای گازهای خروجی به داخل دودکش جلوگیری شود، از دریچه با کنترل اتوماتیک استفاده می‌شود. زمانی که مشعل به سرعت کار می‌کند و یا اینکه قدرت مکش دودکش زیاد است، میزان صرفه‌جویی با استفاده از این روش زیاد خواهد بود. همچنین باید بین خاموش و روشن شدن مشعل با باز و بسته شدن دریچه هماهنگی (اینترلاک الکتریکی) وجود داشته باشد به طوری که اگر دریچه بسته باشد، مشعل نتواند روشن شود. در اینگونه موارد باید از دریچه‌هایی که با دست باز و بسته می‌شوند، استفاده نشود.

۲ - ۴ - کنترل

به منظور کاهش هزینه‌های جاری، انواع گرم‌کننده‌ها از کنترل‌های پیچیده‌ای استفاده می‌کنند که عملکرد این کنترل‌ها باید به صورت زیر در نظر گرفته شود:

۱ - ۲ - ۴ - کنترل زمانی

یکی از روشهای کاهش هزینه‌های جاری، خاموش کردن گرم‌کننده در هنگامی است که ساختمانها خالی از سکنه باشد. این کار می‌تواند به صورت اتوماتیک با ساعت انجام شود. در صورتی که گرم‌کننده سریعاً روشن شود و محیط را گرم سازد، ساعت را می‌توان به گونه‌ای تنظیم کرد که چند دقیقه قبل از اینکه افراد وارد ساختمان شوند، این وسایل روشن گردند.

۲ - ۲ - ۴ - کنترل راه‌اندازی بهینه

در مواردی که گرم شدن مکان به زمان نیاز داشته باشد، به عنوان مثال هنگامی که فضای ساختمان زیاد باشد و یا اینکه ساختمان از لحاظ اسکلت‌بندی سنگین باشد، راه‌اندازی بهینه ارزشمند است. در چنین مواردی سیستم کنترل راه‌اندازی بهینه، زمان روشن شدن سیستم گرمایی را تغییر می‌دهد که میزان این تغییر به درجه حرارت داخل و خارج ساختمان بستگی دارد.

¹ Stratification

۳- ۲- ۴- استفاده از کنترل تدریجی^۱ به جای کنترل روشن / خاموش

معمولاً کنترل درجه حرارت با روشن و یا خاموش کردن مشعل صورت می‌گیرد که فرمان آن توسط ترموستاتی که دمای فضا را اندازه می‌گیرد (و بر روی دیوار و یا در مجرای هوای ورودی گرم‌کننده تعبیه می‌گردد) صادر می‌شود. برای مواردی که گرم‌کننده بزرگ باشد، این نوع کنترل منجر به عدم آسایش می‌گردد. زیرا گرم‌کننده در یک لحظه دارای خروجی زیاد است و در لحظه دیگر، خروجی هیچ مقداری ندارد. این امر موجب می‌شود که با افزایش مقدار تنظیمی ترموستات، تلفات انرژی نیز افزایش یابد. برای اجتناب از این مشکل می‌توان از مشعل با شعله متغیر (زیادکم) استفاده کرد. این مشعل دارای سطح گرمایی خروجی متوسطی است که کنترل یکنواخت دما را ممکن می‌سازد. به عنوان یک راه حل بهتر می‌توان از یک مشعل تدریجی^۲ استفاده کرد که میزان گرمادهی آن به ساختمان به صورت پیوسته کنترل می‌گردد.

۴- ۲- ۴- کنترل درجه حرارت از پیش تنظیم شده^۳

بعضی از ترموستاتهای الکترونیکی می‌توانند با توجه به وضعیت ساکنین روی درجه حرارت خاصی تنظیم شوند. برای این منظور باید برای حضور اشخاص از آشکارساز استفاده شود تا زمان عدم حضور افراد را در هنگام کار مشخص کرده و نقطه تنظیم درجه حرارت را تا ۵ درجه سانتیگراد کاهش دهد. سیستمهای گرمایش تشعشعی و هوای گرم دارای پاسخ سریع می‌باشند. بنابراین در صورتیکه افراد به سرکار حاضر شوند، به سرعت درجه حرارت را به مقدار قبلی باز می‌گردانند.

۵- ۲- ۴- حفظ لوازم ساختمان

به منظور حفظ حداقل درجه حرارت می‌توان در ساعات کاری از یک ترموستات که روی درجه حرارت پایین تنظیم می‌شود، استفاده کرد تا از لوازم ساختمانی محافظت به عمل آید.

۶- ۲- ۴- کنترل سیستمهای تشعشعی

با استفاده از ترکیب دمای خشک^۴ و دمای جسم سیاه^۵ سیستم کنترل توسعه یافته‌ای ساخته شده که می‌تواند دمای مطلوب را حفظ نماید.

۷- ۲- ۴- سیستمهای مدیریت انرژی در ساختمانها^۶

با استفاده از سیستم مدیریت انرژی می‌توان تأسیسات گرمایشی متعددی را در ساختمانها کنترل نمود که در این سیستم انواع کنترل‌های فوق‌الذکر به کارگرفته شده است. همچنین در صورت نیاز گزارشی در مورد آلارمها و مصرف سوخت نیز ارائه می‌شود.

¹ Modulating Controls

² Modulating Burner

³ Setback Temperature Control

⁴ Dry Bulb

⁵ Black Body

⁶ Building Energy Management Systems

۸- ۲- ۴- محل نصب ترموستاتها

اگر درجه حرارت یک محیط توسط ترموستات کنترل می‌شود، ترموستات باید به گونه‌ای نصب گردد که کاملاً به محیطی که مربوط به آن است پاسخ دهد، در غیر این صورت حفظ دمای بیش از حد مورد نیاز منجر به افزایش هزینه انرژی می‌شود. این ترموستات برای آن دسته از گرم‌کننده‌ها که بر روی کف قرار می‌گیرند و گرم‌کننده‌هایی که در فضاها کم ارتفاع نصب می‌شوند می‌تواند در مجرای هوای ورودی گرم‌کننده قرار گیرد. این عمل موجب می‌شود که دمای میانگین مناسبی برای فضاها مورد نظر تأمین شود. اما به هر حال لازم است اطمینان حاصل کرد دیگر توابع کنترل (مثل فرمان قطع دمای پایین) موجب متوقف ساختن فن در داخل گرم‌کننده نشود یا اینکه ترموستات فقط درجه حرارت داخل محفظه گرم‌کننده را حس کند.

۹- ۲- ۴- ایجاد کنترل

بر طبق آیین نامه عملکرد گرم‌کننده‌ها، هنگامی که دما از ۱۹^۱ درجه سانتیگراد تجاوز کند، گرم‌کننده باید خاموش شود. همچنین بر طبق آیین‌نامه یک ساعت بعد از حضور افراد^۲ در محل کار درجه حرارت باید به ۱۶ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد. در این مورد باید تنظیم کنترل‌های زمانی را مورد توجه قرار داد. بر طبق الحاقیه دستورالعمل 1980 SI 1980 سوخت و الکتریسیته (گرمایش و کنترل)، دمای مراکز عمومی، تجاری و صنعتی، بیش از ۱۹ درجه سانتی‌گراد ممنوع می‌باشد.

۳- ۴- نگهداری

برای اینکه کار هر سیستم گرمایشی با بازده بالا ادامه یابد، نیاز به نگهداری منظم می‌باشد. در مورد سیستمهای گرمایشی احتراقی این امر باید توسط افراد متخصص و یا پیمانکاران واجد شرایط صورت پذیرد. روشهای نگهداری مورد نیاز به صورت زیر می‌باشد (جزئیات مفصل در ضمیمه ۲ بیان شده است):

- اندازه‌گیری تلفات گازهای خروجی

- تنظیم مشعل

- محدود کردن جریان هوای عبوری از گرم‌کننده

- سطوح آلوده انتقال حرارت

- آسیب رسیدن به تیغه کنترل کننده گاز خروجی

- نشستن هوای گرم

- رفلکتورهای فلزی آلوده که به گرم‌کننده‌های تشعشعی متصل می‌باشند.

^۲ جهت جلوگیری از تنظیم مجدد توسط افراد غیر مسئول باید از ترموستاتهای قفل شونده و یا کنترل از راه دور استفاده نمود.

^۳ مقررات مربوط به کارخانه‌ها، ۱۹۶۱، و مقررات مربوط به ادارات، فروشگاهها و راه‌آهن، ۱۹۶۳.

اگر نصب، بهره‌برداری و نگهداری یک گرم‌کننده بر طبق دستورات سازنده انجام‌گیرد، دستگاه با همان بازدهی که سازنده برای آن معرفی کرده است کار می‌کند. بالعکس عدم تبعیت از دستورالعملها موجب کاهش بازده به میزان چند درصد می‌گردد.

جهت شناسایی و برطرف نمودن عواملی که موجب عدم کارکرد بهینه سیستم می‌شوند باید گرم‌کننده‌های نصب شده براساس یک دستور منظم مورد بازرسی و آزمایش قرارگیرند. این امر از عملکرد طولانی دستگاه با هزینه زیاد سوخت جلوگیری می‌کند.

اگر چه سازندگان دستگاهها در دستورالعمل خود، بازدید سالیانه را توصیه می‌کنند ولی بهتر این است که افراد مرتبط با دستگاه در ابتدا، به‌طور منظم تلفات گاز خروجی را در دفعات بیشتری ثبت کنند و پس از آن فاصله زمانی مناسب برای بازدید، انتخاب شود.

پیمانکاران متخصص در امر نگهداری را می‌توان از کتابچه راهنمای محلی پیدا کرد. راه دیگر آن است که سازندگان وسایل نیز پیمانکاران مزبور را معرفی نمایند.

یک پیمانکار متخصص در امر نگهداری باید قادر باشد که بازده سیستم احتراق را اندازه بگیرد. بنابراین باید وسایل اندازه‌گیری به این منظور را در اختیار داشته داشته و قادر باشد توانایی خود را اثبات نماید. همچنین گزارش مربوط به بخشهای مختلف کاری را ارائه نموده و فهرستی از وسایلی که مورد بازدید قرار می‌دهد را در این گزارش بیان کند. همچنین هر نوع تنظیم، تعویض قطعات و یا فعالیت توصیه شده را در گزارش خود ذکر کند. علاوه‌براین، پیمانکار باید با مقایسه میزان سوخت مصرفی و مقایسه آن با مقادیر مشابه در سالهای قبل، هر نوع مشکلی را که در سیستم گرمایی پدید آمده است، شناسایی کند. این امر ساده‌ترین روش نظارت بر مصرف انرژی^۱ است. البته این کار را می‌توان به صورت بهتر و مؤثرتر با در نظر گرفتن عوامل دیگر انجام داد. یکی از این عوامل در نظر گرفتن دمای بیرون از ساختمان و چگونگی تغییر آن می‌باشد.

ضمیمه ۱: انواع گرم‌کننده‌ها

۱ - A۱: گرم‌کننده‌های احتراق غیرمستقیم

در یک گرم‌کننده احتراق غیرمستقیم، از یک مبدل گرمایی استفاده می‌شود که گازهای احتراقی را از هوایی که باید گرم شود جدا می‌کند.

نوع ایستاده این نوع گرم‌کننده که بر روی زمین قرار می‌گیرد دارای خروجی ۳۰ تا ۴۴۰ کیلووات است در حالیکه نوع آویز آن دارای خروجی ۱۰ تا ۱۲۰ کیلووات می‌باشد. این نوع گرم‌کننده در شکل ۱ نشان داده شده است.

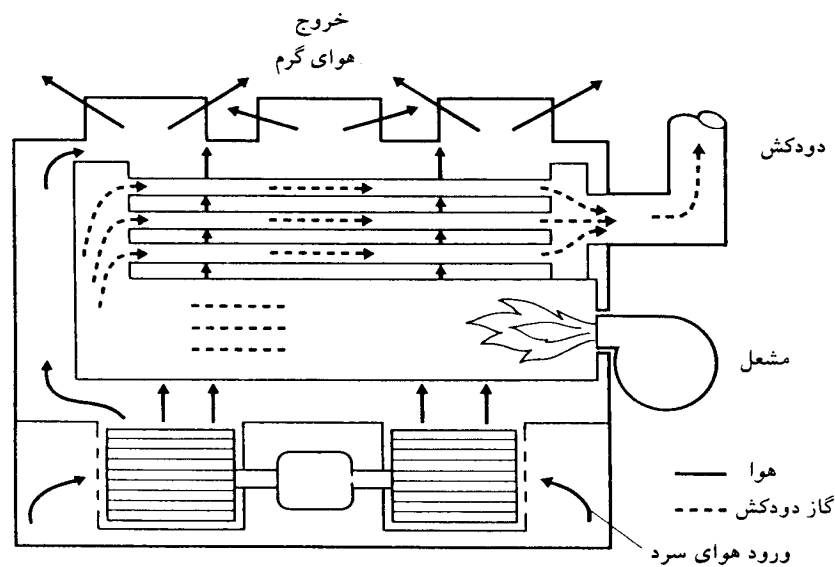
اگرچه در اغلب گرم‌کننده‌ها هوای گرم مستقیماً در فضای مورد نظر پخش می‌گردد، لیکن در بعضی انواع، هوای گرم از طریق کانالهای هوای گرم پخش می‌گردد.

¹ Energy Monitoring

گرم‌کننده‌های غیرمستقیم نیاز به یک مجرای ورودی هوا دارند. این هوا می‌تواند هوای تازه و یا هوای اطاق باشد. همچنین جهت خارج کردن گازهای حاصل از احتراق به یک خروجی نیاز است. این نوع گرم‌کننده‌ها با انواع مختلف سوختها از قبیل، گاز، نفت و LPG می‌توانند کارکنند.

پیشرفتهایی اخیر سبب شده‌است که گرم‌کننده‌ها به مشعلهایی مجهز شوند که میزان تولید NOx در آنها کم است و لذا گازهای خروجی به محیط آسیب کمتری می‌رساند.

بازده گرم‌کننده‌های غیرمستقیم حدود ۷۵ درصد یا بیشتر می‌باشد ولی با آخرین تغییراتی که در مبدل‌های حرارتی صورت گرفته است، بازده به حدود ۸۵ درصد نیز رسیده است.



شکل ۱: گرم‌کننده احتراق غیر مستقیم

۲ - A۱: گرم‌کننده‌های احتراق مستقیم

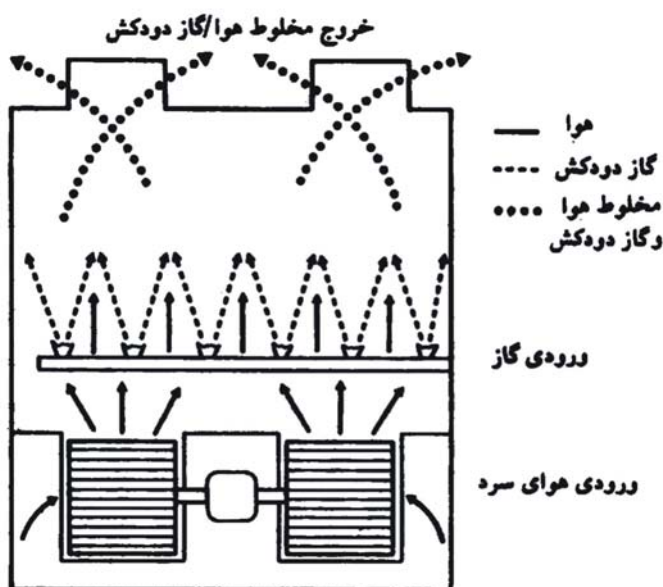
در گرم‌کننده‌های مستقیم، مبدل حرارتی حذف شده است و با مخلوط شدن گازهای احتراقی با هوایی که باید گرم شود، انتقال حرارت صورت می‌گیرد.

بدون مبدل حرارتی می‌توان به بازده حرارتی بالاتری دست پیدا کرد. اگر بدنه وسیله گرمایی در محلی قرار داشته باشد که باید گرم شود، بازده حرارتی به حدود ۱۰۰ درصد نزدیک می‌شود.

سوخت در مسیر اصلی هوا در داخل گرم‌کننده سوزانده می‌شود و تولیدات ناشی از احتراق با کل حجم هوا مخلوط شده و در داخل ساختمان توزیع می‌گردد. در صورت استفاده از گاز طبیعی و LPG که عمدتاً تولید کننده دی‌اکسید کربن و بخار آب می‌باشند نیاز سیستم به دودکش حذف می‌گردد.

خروجی حرارتی این نوع وسایل در حدود ۳۰ تا ۴۰ کیلووات می‌باشد. این نوع گرم‌کننده در شکل ۲ نشان داده شده است.

برای اطمینان از عدم تشکیل منواکسید کربن به هوای زیادی نیاز است. این امر سبب می‌شود که دمای هوای تحویلی به میزانی منطقی، کاهش یابد. برای جلوگیری از بالا رفتن رطوبت که در اثر بخار آب موجود در گازها ایجاد می‌شود، باید دقت لازم به عمل آید. برای اینکه هوای داخل ساختمان برای ساکنان، در سطح قابل قبولی از استاندارد باشد، لازم است هوای تازه به اندازه کافی وجود داشته باشد. مقدار هوای مورد نیاز به تعداد، اندازه، زمان توزیع گرما و زمان روشن بودن گرم‌کننده بستگی دارد. در مورد هر فرآیند دیگری که رخ می‌دهد، باید دقت کافی مبذول داشت که این فرآیند منجر به تشکیل دود و بخار و خصوصاً بخارات قابل اشتعال نشود. تدارک حداقل مقداری از هوای تازه به معنای آن است که مقداری گازهای احتراقی با درجه حرارت کم از ساختمان خارج شود و این بدان معناست که مقداری تلفات خروجی وجود دارد. به‌طور نمونه راندمان کلی حرارتی، بر پایه ارزش حرارتی ناخالص^۱ سوخت حدود ۹۲٪ می‌باشد، که این مقدار از گرم‌کننده‌های غیر مستقیم هنوز بیشتر می‌باشد.



شکل ۲: گرم‌کننده احتراق مستقیم

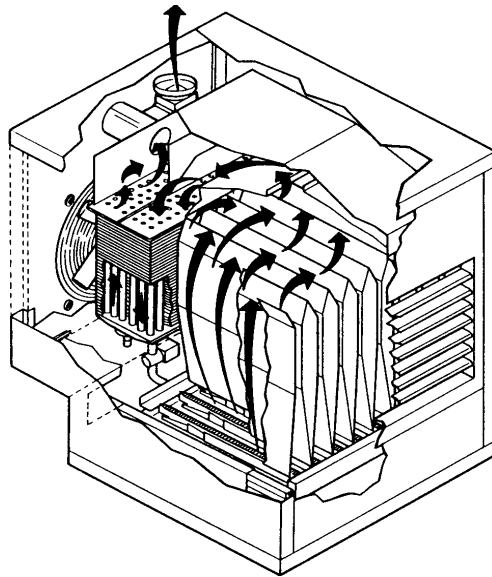
از دیگر مزایای گرم‌کننده‌های مستقیم نسبت به گرم‌کننده‌های غیرمستقیم، آنست که عموماً می‌توان از فن‌هایی با قدرت کمتر استفاده نمود. همچنین احتیاج به مبدل‌های حرارتی که گرفتگی در آنها پیدا شود، و نیاز به تمیزکردن بسیار کم می‌باشد، گرم‌کننده‌های با مشعل‌های پر سر و صدا و فن‌های قوی برای محیط‌های ساکت، مناسب نیستند.

۳- ۸۱: گرم‌کننده‌های تغلیظی و احتراق پالسی

با متراکم کردن بخار آبی که در داخل گازهای احتراقی وجود دارد می‌توان بازده گرم‌کننده‌های غیرمستقیم را به حدود ۹۶ درصد رسانید. برای این منظور از یک مبدل گرمایی برای خنک کردن گازهای احتراقی خروجی استفاده

^۱ Gross Calorific

می‌شود و درجه حرارت آنها را به زیر ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رساند. در این دمای پایین مکش گاز خروجی امکان‌پذیر نیست. لذا از یک سیستم کمکی مانند احتراق پالسی برای گازهای خروجی استفاده می‌کنند. یک خاصیت دیگر آن روش این است که به علت فشار پالسی ناشی از احتراق موقت به منظور خارج کردن گازهای احتراق، یک احتراق پالسی وجود دارد. بدین سبب این نوع گرم‌کننده‌ها به این نام خوانده می‌شوند. واحدهای احتراق پالسی برای خروجی بین ۱۱ تا ۲۸ کیلووات موجود می‌باشند. انواع متداول دیگری از گرم‌کننده‌های تراکمی در محدوده ۱۴ الی ۵۹ کیلووات هم وجود دارد که در شکل ۳ یک نمونه از آنها نشان داده شده است.



شکل ۳: گرم‌کننده‌های هوای گرم تراکمی

۴ - A۱: سیستمهای توزیع با سرعت زیاد

سیستمهای توزیع با سرعت زیاد شامل گرم‌کننده‌های مستقیم و یا غیرمستقیم می‌باشند. در این سیستمها، هوا را گرم کرده و به دمای ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسانند تا از طریق کانالها توزیع گردد. آنگاه هوای گرم توسط مجراهائی^۱ در محیط به سمت پائین تخلیه می‌گردد، و این موجب به جریان انداختن هوای محیط می‌گردد.

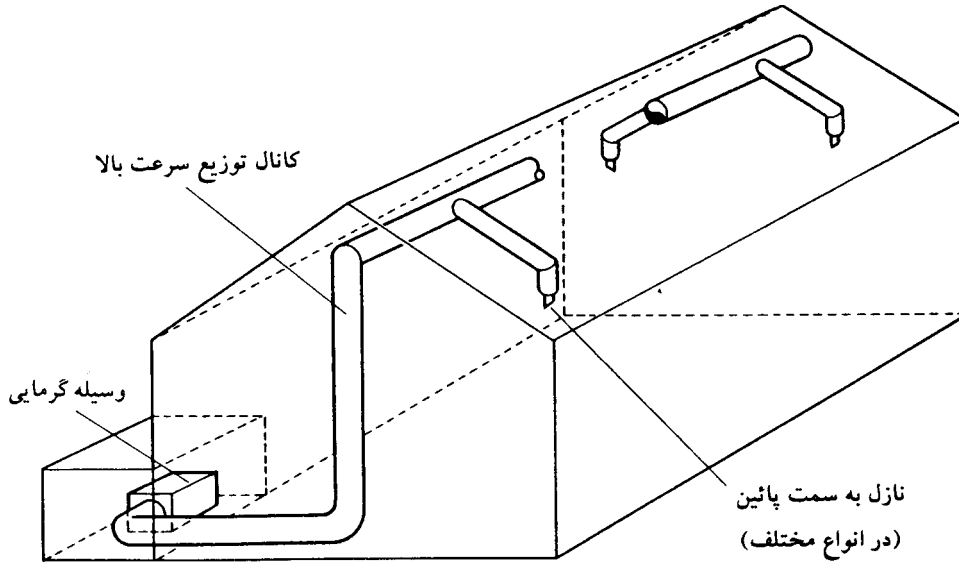
این نوع سیستم برای فضای با ارتفاع بالا به منظور جلوگیری از طبقه‌بندی لایه‌ای هوا (تجمع هوای گرم در نزدیکی سقف) مفید می‌باشد که برای اینگونه موارد دسترسی به ارتفاع بالا برای تعمیر و نگهداری این سیستمها مورد نیاز نیست. در شکل ۴ یک نمونه از این نوع سیستمها نشان داده شده است.

استفاده از این گرم‌کننده این مزیت را دارد که چنانچه بکارگیری گرم‌کننده‌های تشعشعی مشکل باشد (مثلاً کار در زیر یک وسیله نقلیه و یا در زیر بالهای یک هواپیما) می‌توان از این گرم‌کننده استفاده نمود.

¹Nozzel

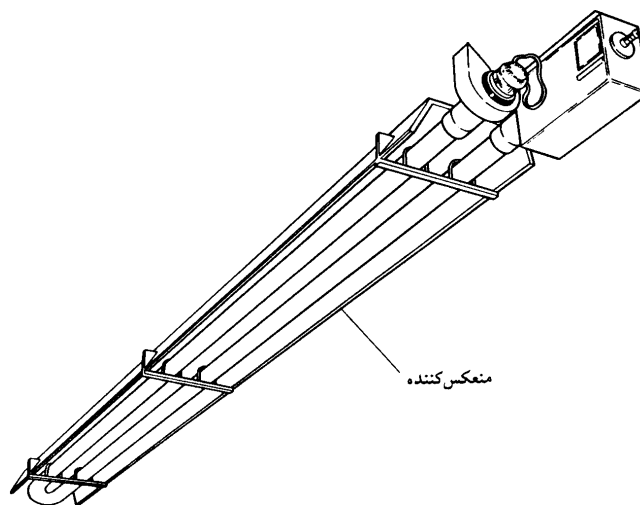
۵ - A۱: گرم‌کننده‌های تشعشی لوله‌ای

در گرم‌کننده‌های تشعشی، انتقال حرارت با تشعشع انجام می‌گیرد. گرم‌کننده‌های تشعشی اغلب با سوخت گاز و یا LPG کار می‌کنند.



شکل ۴: توزیع هوای گرم با سرعت زیاد

در بعضی موارد این گونه گرم‌کننده‌ها، گازهای احتراقی خود را به فضایی که باید گرم شود، می‌فرستند. بنابراین می‌توان آنها را به عنوان واحدهای گرمایی مستقیم دسته‌بندی نمود. گرمای ورودی این وسایل معمولاً در حد ۱۰ تا ۶۰ کیلووات است. شکل ۵ یک گرم‌کننده تشعشی لوله‌ای را نشان می‌دهد.



شکل ۵: لوله‌های تشعشی گرم‌کننده

مشعل در یکی از دو انتهای لوله U شکل قرار می‌گیرد که این لوله U شکل با یک منعکس‌کننده فولادی ضد زنگ پوشیده شده و به گونه‌ای طراحی شده است که تشعشع به طرف زمین بوده و هیچ تشعشعی به سمت سقف نداشته باشد. در سرتاسر لوله، گازهای احتراقی قبل از اینکه به داخل هوای بیرون تهویه شوند، توسط یک فن خلاء مکش می‌شود. هنگامی که تهویه مستقیماً به طرف فضای کار باشد، بازده کل این سیستم گرمایی در حدود ۹۰ درصد خواهد بود. این گرم‌کننده به صورت آویز از سقف و در ارتفاع پایین نسبت به سر افراد قرار می‌گیرد به گونه‌ای که تشعشع گرمایی مناسب در حد فاصل سر و پا صورت گیرد. برای جلوگیری از تابش زیاد حرارت بر روی سر می‌توان به جای کنترل خاموش و روشن از کنترل تدریجی استفاده نمود.

تغییراتی بر روی نمونه اصلی این نوع گرم‌کننده صورت گرفته است به طوری که در بعضی موارد از یک لوله بلند که در یک طرف آن مشعل و در طرف دیگر آن یک فن مکش واقع است استفاده می‌کنند. همچنین در بعضی موارد از یک لوله بسیار بلند (ویا تعدادی لوله که با هم سری شده‌اند) استفاده شده که در داخل آن تعدادی مشعل وجود دارد و مجموعاً درجه حرارت هوای داخلی را افزایش می‌دهند. فن‌ها و مشعل‌ها تولید سر و صدا می‌کنند و برای محیط‌های ساکت مناسب نیستند.

هنگامی که این واحدها از نوع احتراق مستقیم باشند، همانند گرم‌کننده‌های احتراق مستقیم، بایست از عدم ازدیاد گازهای احتراق در محیط، اطمینان حاصل کرد و با ورود هوای تازه به ساختمان استانداردهای کیفی هوا برای ساکنین را رعایت نمود.

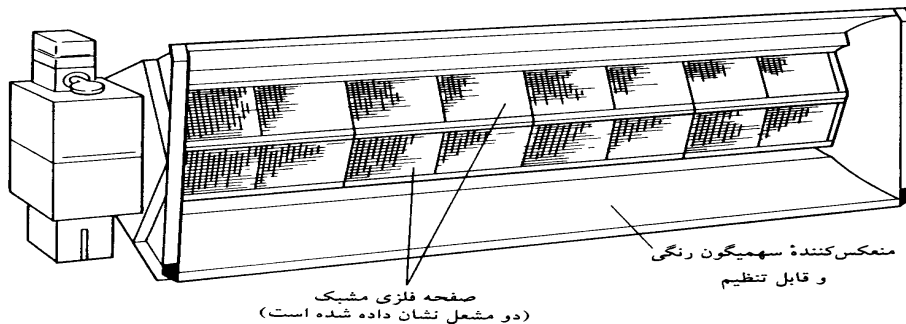
۶ - A۱: گرم‌کننده‌های تشعشعی صفحه‌ای

گرم‌کننده‌های تشعشعی صفحه‌ای با گازو یا LPG کار می‌کنند و در آن یک شعله فروزان وجود دارد که در نزدیکی صفحه سرامیکی است. هنگامی که شعله داغ می‌شود و شروع به تابیدن و درخشش می‌کند، از خود امواج گرمایی مادون قرمز ساطع می‌کند.

گرمای ورودی این نوع سیستمها در محدوده ۳ تا ۳۰ کیلووات قرار دارد. شکل ۶ یک گرم‌کننده تشعشعی صفحه‌ای را نشان می‌دهد.

دمای سطح صفحه از دمای سطح بدنه سیاه لوله تشعشعی به مراتب بیشتر است و لذا مقدار انرژی بیشتری را می‌تواند تشعشع کند. بر این اساس برای یک خروجی یکسان، گرم‌کننده‌های تشعشعی صفحه‌ای را می‌توان به صورت فشرده‌تر و در ارتفاعی بالاتر نسبت به وسایل تشعشعی لوله‌ای قرار داد. در این نوع گرم‌کننده‌ها، شعله بدون حفاظ است لذا صدای خاصی تولید می‌کند که ممکن است در بعضی موارد مجاز نباشد. تهویه گرم‌کننده‌های تشعشعی به راحتی انجام نمی‌گیرد و لذا مشابه گرم‌کننده‌های تشعشعی صفحه‌ای باید نکاتی در مورد تامین هوای تازه فضاهاپی که با گرم‌کننده‌های تشعشعی صفحه‌ای گرم می‌شوند، رعایت شود.

در یک گرم‌کننده تشعشعی صفحه‌ای از نوع خاص از یک صفحه استفاده می‌کنند که به سرعت و به اندازه کافی گرم می‌شود. هنگامی که این وسایل با سوخت گاز و یا LPG بدون شعله کار کنند، بازده احتراق در حدود ۱۰۰ درصد بدست می‌آید. اگرچه کاربرد عمده این وسایل در فرآیندهای تولید و در جاهایی است که حتی بخارهای قابل اشتعال وجود دارد، با وجود این می‌توان در مواردی که محدودیت‌هایی برای تهویه وجود دارد از این گرم‌کننده‌ها استفاده نمود.



شکل ۶: گرم‌کننده‌های تشعشعی صفحه‌ای

ضمیمه ۲: روشهای نگهداری

۱ - ۲: اندازه‌گیری تلفات گاز خروجی

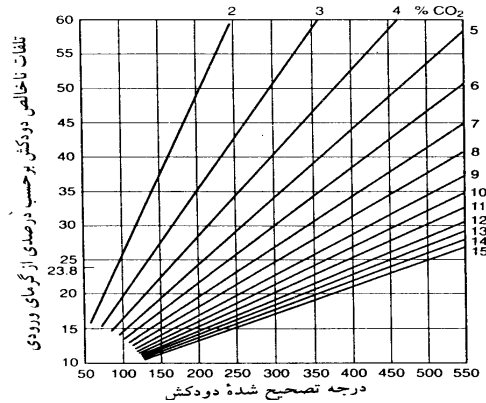
اندازه‌گیری تلفات گاز خروجی معمولاً به صورت سالیانه و به عنوان قسمتی از نگهداری، بر طبق نظر سازنده گرم‌کننده صورت می‌گیرد، هرچند روش مفیدتر برای بررسی هرگونه انحراف از تنظیم بهینه این است که اندازه‌گیری مزبور به صورت دقیق‌تری انجام گیرد.

برای بررسی تطابق نسبت هوا به سوخت گرم‌کننده با آنچه که سازنده توصیه نموده است باید درصد O_2 (و یا CO_2) را در گازهای خروجی تعیین و همچنین در همان وضعیت درجه حرارت گاز خروجی را اندازه‌گیری نمود. با استفاده از این تصاویر و به کمک منحنی‌هایی مشابه شکل ۷ و ۸ می‌توان درصد تلفات گاز خروجی را بدست آورد. به منظور اینکه مقایسه قابل قبولی بین طراحی و مقادیر اندازه‌گیری شده صورت گیرد باید نقطه نمونه‌گیری مطابق با نظر سازنده باشد.

در هنگام اندازه‌گیری تلفات گاز خروجی نکات زیر قابل توجه است:

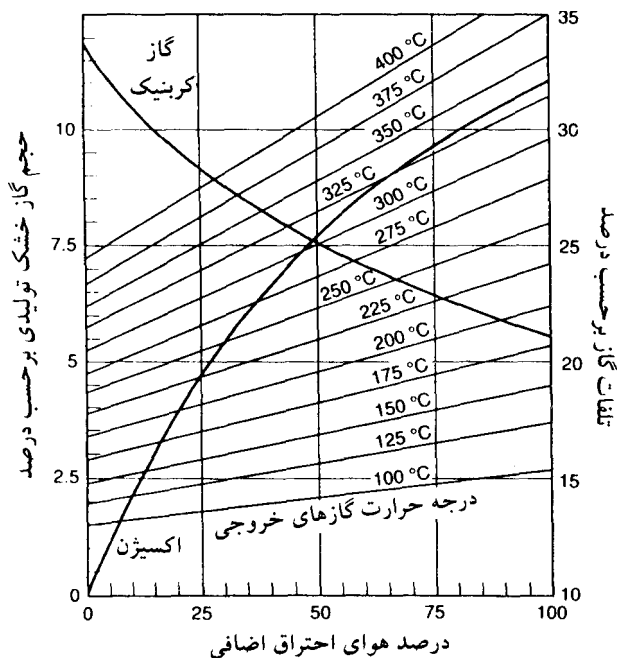
- قبل از اینکه اندازه‌گیری انجام شود، گرم‌کننده باید حداقل به مدت ۱۵ دقیقه و با یک خروجی ثابت کار کند (برای نقطه تنظیم و زمان کار از دستورات سازنده استفاده کنید).
- دقت شود که وسایل اندازه‌گیری بر طبق نظر سازنده عمل می‌کنند، بر طبق نظر وی سرویس می‌شوند و همچنین با همان دقتی که برای آنها بیان شده است، کار می‌کنند.

برای اطمینان از صحت مقایسه، ابزارهای نمونه‌گیری¹ در لوله خروجی باید به میزانی فرو روند که برای خواندن مقادیر قبلی انجام می‌گردید. وسایل قابل حمل ارزانی وجود دارند که به کمک آنها می‌توان ترکیبات گاز خروجی (عموماً درصد اکسیژن) و دما را اندازه‌گیری نمود. این مقادیر به همراه بازده احتراق محاسبه شده با تأخیر زمانی حدود یک دقیقه بر روی نمایشگر دیجیتالی ظاهر می‌گردند.



شکل ۷: منحنی تلفات خروجی (میزان ناخالص آن)، سوخت کلاس D (نفت گاز)

گاز خروجی نمونه‌گیری شده نباید با هوای نشتی قبل از نقطه نمونه‌گیری رقیق شده باشد. این هوای نشتی ممکن است از منافذی مانند مفصلها وارد شده باشد و باعث بوجود آمدن نتایج غلط گردد.



شکل ۸: تلفات گاز خروجی (میزان ناخالص) - گاز طبیعی

¹ Sampling Probes

گرم‌کننده‌های نفت‌سوز به لحاظ احتراق دودزا باید مورد بررسی قرارگیرند که اینکار می‌تواند با دیدن و یا با آزمایش لکه دود^۱ که با استفاده از یک پمپ و کاغذ صافی صورت می‌گیرد، انجام شود. میزان دود بر روی مقیاس باچراچ^۲ در هنگام کار پیوسته مشعل نباید از 1-0 تجاوز کند. اگر این امر را نتوان بر طبق درصد O_۲ و یا CO_۲ پیشنهادی برابر نظر سازنده انجام داد، سیستم احتراقی باید بیشتر مورد بررسی قرارگیرد.

۲ - A۲: تنظیم مشعل

۱ - ۲ - A۲: مشعلهای با مکش اجباری و گرم‌کننده‌های احتراق غیرمستقیم

برای بالا بردن بازده حرارتی، باید مقدار هوای مورد نیاز برای احتراق محدود شود تا از احتراق کامل در تمام ساعات اطمینان حاصل شود. میزان بهینه نسبت هوا به سوخت برای مجموعه گرم‌کننده و مشعل براساس طراحی تعیین می‌گردد. این تنظیم برای محدوده‌ای از شرایط متفاوت باید کاربرد داشته باشد زیرا شرایط نصب و کار متفاوت است و ممکن است در هنگام کار، ماهها از آن بازدید نشود. اگر میزان اکسیژن مصرفی در گازهای احتراقی زیاد باشد این به معنای آن است که هوای زیادی برای احتراق مورد نیاز است و مقداری از گرما قبل از اینکه وارد خروجی شود فقط صرف گرم کردن هوا از درجه حرارت محیط به درجه حرارت گاز خروجی می‌شود (بخش ۱-۲ در مورد اندازه‌گیری تلفات گازهای خروجی را ملاحظه کنید).

بر عکس اگر میزان هوای مورد نیاز برای احتراق کم باشد بعضی از مواد سوختی نمی‌سوزند و در بعضی موارد منجر به نشست دوده بر روی سطوح انتقال حرارت می‌گردد که این امر باعث افزایش هزینه جاری می‌گردد. بعلاوه هوای ناکافی موجب تولید شعله‌هایی با طول بلند خواهد شد که این خود می‌تواند به محفظه احتراق آسیب رساند. همچنین میزان منواکسیدکربن می‌تواند زیاد باشد که در هنگام سوختن، دود مشهودی را از خود متصاعد می‌کند که اگر این امر ادامه یابد، از قانون هوای سالم^۳ تخلف شده است.

معمول است که مشعلهای گرم‌کننده هوا متناسب با خروجی نامی گرم‌کننده کار کنند. بعضی از نمونه‌های بزرگ گرم‌کننده دارای عملکرد دو مرحله‌ای هستند. بر این اساس به منظور جلوگیری از افزایش فشار ناگهانی محفظه احتراق در هنگام شروع، میزان احتراق کم است. چون زمان کارکرد مشعل در این حالت کوتاه می‌باشد لذا اثر چندانی بر روی بازده گرم‌کننده ندارد.

اگر در طراحی، از مشعلهای با قدرت زیاد - کم و یا تدریجی قابل تنظیم، استفاده شود به طوری که میزان احتراق متناسب با بارگرمایی باشد در این صورت باید برای کاهش هزینه در هر مقدار احتراق، نسبت هوا به سوخت رعایت شود. مقدار صحیح در این مورد توسط سازنده ارائه می‌شود و تنظیم ناصحیح در میزان احتراق مشعل باعث کاهش بازده می‌شود. برای جلوگیری از این امر باید سرویس سالیانه برطبق دستور سازنده انجام گیرد.

¹ Smoke Spot Test

² Bacharach Smoke

³ Clean Air Act

چنانچه پس از مراجعه به دستورالعملهای بهره‌برداری سازنده، مقادیر توصیه شده بدست نیامده باشد، باید با سازنده مشورت نمود.

۲ - ۲ - ۲: مشعلهای با مکش طبیعی هوای محیط و گرم‌کننده‌های احتراق غیرمستقیم

در طراحی یک گرم‌کننده، تزریق کننده گاز و فشار به گونه‌ای انتخاب می‌شود تا مقدار حجم هوای ورودی برای احتراق را کنترل کند. از نقطه نظر بازده حرارتی، تنها موردی که باید روی سیستم احتراق یک گرم‌کننده نصب شده بررسی گردد آنست که از تنظیم فشار گاز، مطابق با توصیه سازنده، اطمینان حاصل نمود و نیز از تمیز بودن مشعل مطمئن شد.

۳ - ۲ - ۳: محدودیت جریان هوای ورودی به گرم‌کننده

اگر حجم هوایی که به گرم‌کننده وارد می‌شود از مقدار توصیه شده توسط سازنده، کمتر باشد، درجه حرارت هوای خروجی بالا می‌رود. این امر افزایش درجه حرارت گاز خروجی و بدنه را به دنبال دارد و باعث کاهش بازده حرارتی می‌گردد. اگر درجه حرارت هوا افزایش یابد و از مقدار تنظیمی ترموستات بیشتر شود، مشعل خاموش خواهد شد. حال اگر دمای محیط به این درجه حرارت محدود کننده نرسید، گرم‌کننده برای مدت بیشتری کار خواهد کرد و در نتیجه مقدار تلفات گاز خروجی از مقدار مورد نیاز بیشتر خواهد شد.

عوامل محدودکننده جریان هوا:

- تخلیه بیش از حد و مقاومت کانال برگشتی
- مسدود شدن قسمتی از فیلترهای هوا
- قرارگرفتن عناصری در نزدیکی محل تخلیه و یا ورود هوا
- سرعت نامناسب فن هوا
- وجود آلودگی بر روی پره‌های فن هوا

۴ - ۲ - ۴: آلودگی سطوح انتقال حرارت

تجمع آلودگی و گرد و غبار در داخل گرم‌کننده، میزان انتقال حرارت به هوا را کاهش خواهد داد و در نتیجه تلفات گاز خروجی از مقدار طبیعی بیشتر می‌شود. هزینه نظافت به سرعت با میزان هزینه سوخت صرفه‌جویی شده جبران می‌شود. عمل نظافت باید به صورت سالیانه انجام گیرد، هرچند که سازندگان توصیه کرده‌اند که بین هر سرویس چندین بار نظافت صورت گیرد.

۵ - A۲: آسیب دیدن تیغه‌های کنترل‌کننده گاز خروجی

اغلب در طراحی سیستم‌های گرمایش از تیغه کنترل‌کننده گاز خروجی استفاده می‌کنند تا میزان آشفستگی^۱ گاز خروجی افزایش یابد. این امر از نشست آلودگی بر روی سطوح انتقال حرارت جلوگیری می‌کند. در هنگام سرویس، کلیه این تیغه‌های کنترل باید مورد بازرسی قرارگیرد تا از عملکرد صحیح آنها اطمینان حاصل شود. چنانچه علائمی از خرابی مشاهده گردد می‌بایست تعمیر و یا تعویض شود، در غیر اینصورت گازهای خروجی، این وسایل را بصورت اتصال کوتاه در می‌آورند (از مدار خارج می‌کنند).

۶ - A۲: نشست هوای گرم

در هنگام سرویس، مفصلها باید به دقت مورد بازرسی قرارگیرند تا اطمینان حاصل شود، در آنها سوراخ و یا شکافی برای فرار هوا ایجاد نشده باشد. همچنین همه مفصلها در کانالهای هوا نیز باید مورد بازرسی دقیق قرارگیرند.

۷ - A۲: آلودگی در رفلکتورهای گرم‌کننده‌های تشعشعی

میزان تأثیر گرم‌کننده‌های تشعشعی لوله‌ای با انعکاس حرارت از سطح بالائی لوله‌های گرم‌کننده افزایش می‌یابد. کارا نبودن رفلکتور سبب می‌شود که میزان گرمایی که بر روی سطوح می‌ماند، از مقدار طبیعی آن بیشتر شود و در نتیجه میزان تلفات کل افزایش یابد. به هنگام سرویس، تمام رفلکتورها باید به دقت مورد بازرسی قرارگیرند تا هرگونه زنگ‌زدگی در آنها مشخص شود زیرا این امر عملکرد آنها را تضعیف می‌نماید. در مورد مواد پاک‌کننده نیز از سازنده استعلام شود تا از آسیب رساندن به سطوح رفلکتور جلوگیری شود.

¹ Turbulence