مدیریت بهره‌وری انرژی در تاسیسات

فهرست

فصل اول **انرژی و انواع آن** ۲

1-1 اثر گلخانه ای ۳

2-1 تعریف انرژی ۵

3-1 انواع انرژی ۵

1-3-1 انرژی اولیه ٦

4-3-1 انرژی های تجدید پذیر ۷

4-1 اصل اساسی درباره انرژی (اصل بقای انرژی) ۷

5-1 مفهوم لغوی اگزرژی ۸

6-1 انواع انرژی از نقطه نظر قابلیت تبدیل به کار مکانیکی ۸

1-6-1 انرژی های منظم Ordered Energy ۸

2-6-1 انرژی های نامنظم Disorder Energy ۹

فصل دوم **صرفه جویی انرژی** ۱۰

1-2 اقدامات صرفه جویی انرژی در ساختمان ها ۱۱

2-2 فرآیند انتقال انرژی از تولید تا مصرف ۱۲

3-2 وظایف مدیریت انرژی ۱۳

5-2 تعریف ممیزی انرژی Energy Audit ۱۵

6-2 ماتریس مدیریت انرژی ۱۹

7-2 مدیریت و بهینهسازی مصرف انرژی در صنعت ساختمان ۲۱

1-7-2 نقش فرهنگ در کاهش مصرف انرژی در ساختمانها ۲۱

2-7-2 نقش طراحی گیاهان خانگی در کاهش مصرف انرژی خانگی ۲۲

3-7-2 تأثیرات سیستم گرمایش همرفت اجباری در صرفهجویی مصرف انرژی ساختمانها ۲٤

4-7-2 عایقکاری حرارتی ساختمان ۲۷

5-7-2 اجزاء عایقکاری ۲۹

فصل 3 **مبانی صرفه جویی انرژی حرارتی و احتراق** ۳۳

3-1 احتراق ۳٤
3-2 واکنش های سوخت و احتراق ۳٦
3-3 دیگها Boilers ۳۸
3-3-1 بازده حرارتی یاراندمان دیگ ۳۸
3-3-2 راهکارهای افزایش راندمان دیگ ۳۹
3-4 سیستم های تولید همزمان برق و حرارت CHP ٤۱
فصل 4 مدیریت هوشمند ساختمان ٤۸
4-1 اهداف بکارگیری سیستم مدیریت ساختمان ٤۹
4-2 عملکرد ساختمان هوشمند ٥۰
4-3 اجزای یک ساختمان هوشمند ایده‌آل ٥۳
فصل 5 سوخت ها و مشعلها ۷۳
5-1 گاز طبیعی (گاز لوله) ۷٤
5-2 LPG یا گاز مایع پالایشی ۷٥
5-3 نفت کوره (مازوت) ۷٥
5-4 زغالسنگ ۷۷
5-5 انتخاب سوخت ۷۸

فصل اول

انرژی و انواع آن

مقدمه :

با آغاز انقلاب صنعتی در اوایل قرن نوزدهم میلادی و رشد روز افزون تحولات بشری ، تغییرات گوناگونی نیز در زندگی انسان ها رخ داده است . نیاز بشر به انرژی و مصرف انواع سوختهای فسیلی نظیر زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی باعث افزایش شدید گازهایی مانند دی اکسید کربن (CO_2) در جو شده است. مدل های جوی پیش‌بینی می‌کنند که تا سال 2100، دمای کره زمین از 1 تا 5/3 درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت که این مقدار بیش از تغییرات دمایی 1000 سال گذشته خواهد بود.

1-1 اثر گلخانه ای

تابش های خورشیدی پس از عبور از فضا به زمین و اتمسفر رسیده و قسمت اعظم آن توسط کره زمین جذب می شود. کره زمین پس از گرم شدن، امواج گرم را به صورت تابش های فرد سرخ به فضا باز می‌تابد. قسمتی از این تابش های فرو سرخ از اتمسفر عبور می کند و قسمتی دیگر توسط گازهای گلخانه‌ای موجود در اتمسفر جذب در سطح زمین بازتابنده می‌شود .

گازهای گلخانه ای موجود در جو زمین، کسری از انرژی خورشیدی رسیده به زمین را در داخل اتمسفر نگه می‌دارند و دمای زمین در اثر این انرژی در حد مناسبی ثابت باقی می ماند. این عمل گازهای گلخانه‌ای را اثر

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

گلخانه‌ای می‌نامند . لازم به ذکر است که اگر اثر گلخانه‌ای در اتمسفر زمین وجود نداشت، دمای کره زمین حدود 15/5 درجه سانتی گراد نسبت به حال کمتر می‌شد و عصر یخبندان دیگری را رقم می‌زد.

همچنین در صورتی که موجودی گازهای گلخانه ای در داخل اتمسفر، زیادتر از حد متعارف شود، موازنه انرژی زمین به هم می‌خورد و انرژی در داخل اتمسفر زمین باقی می‌ماند. انرژی بیشتر، گرم شدن زمین را به دنبال خواهد داشت. بخار آب (H_2O) ، دی‌اکسیدکربن (CO_2) ، اکسید نیترو (N_2O) ، متان (CH_4)، ازن (O_3) کلرفلوئوروکربن‌ها (CFC_2) ، هیدروفلو ئوروکربن‌ها (HFCs) و پرفلوئوروکربن‌ها (PFCs) گازهای گلخانه‌ای نام دارند. تمامی این گازها در ایجاد پدیده گلخانه ای در جو زمین نقش دارند و در این میان بخار آب و دی-اکسید کربن مجموعاً 90 درصد از سهم گلخانه ای را به خود اختصاص می‌دهند.

گرم شدن زمین چه عواملی به دنبال دارد؟

برخی پیامدهای شناخته شده ناشی از تغییر آب و هوا عبارتند از :

- بالا آمدن سطح آب دریاها و کاهش منابع آب شیرین
- تغییرات آب و هوای منطقه‌ای در عرض‌های بالا و نیمکره شمالی
- تغییر در میزان بارش باران و جهت وزش باد
- افزایش بلایای طبیعی مانند طوفان ، گردباد و سیل
- افزایش میزان خشکسالی و توسعه مناطق بیابانی
- افزایش آلودگی هوا در برخی مناطق در اثر افزایش بادهای گرم
- اثر احتمالی بر گسترش بیماری هایی نظیر مالاریا

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2-1 تعریف انرژی

انرژی توانایی و قابلیت انجام دادن کار از سوی انسان و یا سایر اشیاء و اجسام است. به انرژی کارمایه نیز گفته می‌شود . از دیدگاه علمی می توان گفت:

انرژی میزان توانایی است که در زمان معین برای انجام یک کار صرف می شود.

وقتی چیزی را از زمین بر می دارید، یا دری را باز می‌کنید، یا کلمه ای را می‌نویسید، یا دوچرخه سواری می کنید ، نیرو به کار می‌برید . اگر درباره تمام مواردی که نیرو به کاتر می‌برید کمی تأمل کنید، متوجه خواهید شد که بدون انرژی زندگی امکان پذیر نخواهد بود و آن وقت شما نسبت به مصرف آن این قدر بی تفاوت و بی ملاحظه هستید ... ؟

وقتی جسمی را به حرکت در می‌آورید نیرو به کار می برید ولی همیشه به کار بردن نیرو موجب حرکت نمی-شود و آن زمانی است که شما با وجود مصرف نیرو از انجام کاری ناتوان باشید . مثل زمانی که شما بخواهید سنگ بسیار بزرگی را بکشید یا برانید و سنگ هیچ گونه حرکتی نکند . اما سنگ چه حرکت کند و چه نکند شما از انرژی و یا به عبارتی از نیرو استفاده کرده اید.

3-1 انواع انرژی

یکی از تقسیم بندی های انرژی بر اساس حامل های انرژی انجام می گیرد .

منظور از حامل های انرژی، ماده ای است که انرژی را در خود ذخیره می کند، این مواد معمولاً پس از یک یا چند بار تغییر شکل دادن به صورت یک حامل نهایی یا یک انرژی نهایی در می‌آیند که به مصرف کننده می‌رسند حامل های انرژی را می توان به 2 گروه تقسیم کرد:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1-3-1 انرژی اولیه

یعنی نوعی از انرژی که هنوز به نوع دیگری تبدیل نشده است. این انرژی بدست آمده از موادی هستند که به طور طبیعی وجود دارند. از جمله می‌توان از نفت خام، گاز طبیعی و زغال سنگ نام برد که مستقیماً از درون زمین بیرون می‌آیند و انسان در ساخت آن ها دخالتی ندارد.

1-3-2 انرژی ثانویه

این نوع انرژی زمانی به دست می‌آید که شما نوعی از انرژی را یکبار یا چند بار تبدیل کنید. به عبارت دیگر آن دسته از انرژی هایی که از حاملان انرژی اولیه به دست می آیند را انرژی ثانویه گویند.

مثل تبدیل نفت خام به بنزین و سایر فرآورده های نفتی و پالایش نفت و گاز و تبدیل آن ها به سوخت نفتی برای راه اندازی موتورهایی که انرژی بخار یا برق ایجاد می کنند.

تقریباً تمام وسایل که انسان در زندگی روزمره از آنها استفاده می کند ، نیازمند انرژی های ثانویه هستند. به همین دلیل است که ساختن پالایشگاه و نیروگاه های برقی و همچنین سدهای بزرگ از اقدام های زیر بنایی و مهم در اقتصاد یک کشور به حساب می آیند.

انرژی اولیه خود به 2 گروه انرژی های تجدید ناپذیر و تجدید پذیر تقسیم بندی می شوند:

1-3-3 انرژی های تجدید ناپذیر یا فسیلی

انرژی فسیلی به نوعی از انرژی اطلاق می شود که محصول انباشته شدن فسیل موجودات پیشین در اعماق زمین است. موجوداتی که چندین سال پیش می‌زیسته‌اند و در اعماق زمین به تدریج تجزیه شده و به موادی تبدیل شده‌اند که امروز شما می توانید با حفر زمین به آن ها دست پیدا کنید. این مواد معمولاً در عمق خیلی زیادی هستند و برای رسیدن به آن ها باید چاه های خیلی عمیق حفر کرد. نفت خام و زغال سنگ در گروه انرژی های فسیلی قرار می گیرند. ایران با ظرفیت حدود 138 میلیارد بشکه هیدروکربور مایع، پس از عربستان دومین منبع

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

اصلی ذخیره این فرآورده در جهان می باشد، همچنین با ظرفیتی حدود 27 تریلیون متر مکعب گاز طبیعی پس از روسیه دومین منبع اصلی ذخیره این فرآورده در جهان می باشد، همچنین:

- بیش از 50 % تولید ناخالص ایران نفت می‌باشد.
- بیش از 80 % صادرات ایران نیز از نفت می‌باشد.
- حدود 75 % کل منابع نفت موجود جهان در خاورمیانه قرار دارد.

تمامی این آمار حاکی از این موضوع است که نقش نفت در اقتصاد ایران تا چه میزان تأثیر گذار است و نفت در مناسبات سیاسی کشور ما در کنار اقتصاد داخلی اصلی‌ترین نقش را ایفا می کند.

1-3-4 انرژی های تجدید پذیر

به انواعی از انرژی می گویند که بر خلاف انرژی های تجدید ناپذیر قابلیت بازگشت مجدد را به طبیعت دارند. به انرژی حاصل از باد، آب، خورشید، بیوگاز، انرژی زمین گرمایی، انرژی اقیانوس، انرژی طبیعی یا تجدید پذیر می‌گویند.

1-4 اصل اساسی درباره انرژی (اصل بقای انرژی)

اصل بقای انرژی به ما می گوید که مقدار انرژی همواره ثابت است و این بهره وری ماست که متغیر می باشد و مبحث صرفه‌جویی انرژی روی همین موضوع تأکید دارد. مفهوم این اصل آن است که انرژی هیچ گاه نابود نمی‌شود و بوجود نمی‌آید بلکه تنها تغییر شکل می دهد و از گونه ای به گونه دیگر تبدیل می شود. به همین دلیل است که به جای انرژی از تبدیل انرژی و به جای دستگاه مولد انرژی معمولاً از اصلاح دستگاه مبدل انرژی سخن می گویند . دستگاه مبدل انرژی همانگونه که از نامش پیدا است شکلی از انرژی را به شکل دیگر تبدیل می‌کند. (انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5-1 مفهوم لغوی اگزرژی

Exergy ≡ ex (outer خارجی یا در زبان یونانی) + ergos(کاریا نیرو خارجی)

Energy ≡ en (internal داخلی یا) + ergos (کار یا نیرو)

مفهوم فیزیکی اگزرژی:

در ترمودینامیک و مباحث انرژی، اگررژی یا قابلیت کاردهی عبارت است که حداکثر کار محوری مفید که از مقدار مشخصی انرژی در دسترس حاصل می شود. به عبارت دیگر اگزرژی بخشی از انرژی است که قابل تبدیل به کار مکانیکی می باشد.

$$\text{انرژی (E)} = \underbrace{\text{Ex (اگزرژی)}}_{\text{بخش مفید انرژی}} + \underbrace{\text{A (Anergy آنرژی)}}_{\text{بخش غیر مفید انرژی}}$$

برای لحاظ کردن اختلاف در کیفیت انرژی های نامنظم گوناگون نیاز به یک استاندارد کیفیت جامع داریم. این استاندارد جامع بر مبنای حداکثر کار قابل استحصال از مقدار مشخصی انرژی است که بر مبنای پارامترهای محیطی مشخص می شود. این استاندارد مرجع برای کیفیت انرژی، اگزرژی نامیده می شود.

بنابراین اگزرژی مبین کیفیت انرژی می باشد.

6-1 انواع انرژی از نقطه نظر قابلیت تبدیل به کار مکانیکی

1-6-1 انرژی های منظم Ordered Energy

این نوع انرژی قابلیت تبدیل 100 % به کار مکانیکی را دارا می‌باشند. تمام ذرات و اجزاء سیستم در این نوع انرژی در یک جهت تولید کار می کنند مانند انرژی پتانسیل که به صورت میدان های نیروی جاذبه، الکتریسیته

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

و یا مغناطیس بروز می‌دهد. انرژی جنبشی ساختار یافته که در آن ذرات تشکیل دهنده سیستم در جهات موازی با یکدیگر اندازه گیری می شوند. (برخلاف انرژی جنبشی مولکولی یا انرژی داخلی)

خصوصیات انرژی منظم :

1 – در صورت تبدیل از یک نوع انرژی منظم به نوعی دیگر از انرژی منظم در یک فرآیند بازگشت پذیر این تبدیل به صورت صد در صد صورت می گیرد .

2 – انتقال انرژی منظم از یک سیستم به سیستم دیگر خود را در مرز تماس بین دو سیستم به صورت کارنمایان می سازد.

3 – انتقال بازگشت پذیر انرژی منظم بین دو سیستم بدون افزایش انتروپی سیستم های در ارتباط با هم صورت می گیرد. و این انتقال فقط به کمک قانون اول ترمودینامیک و بدون نیاز به قانون دوم صورت می گیرد.

4 – در محاسبات مربوط به انتقال انرژی خصوصیات محیط وارد محاسبات نمی شود.

1-6-2 انرژی های نامنظم Disorder Energy

تبدیل انرژی های نامنظم به منظم به صورت 100% صورت نمی گیرد. به عبارت دیگر تمام ذرات سیستم در این انرژی ها در یک جهت تولید کار نمی‌کنند.

اقسام انرژی نامنظم عبارتند از : حرارت ، انرژی هسته ای ، تابش ، شیمیایی و ...

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فصل دوم

صرفه جویی انرژی

1-2 اقدامات صرفه جویی انرژی در ساختمان ها

به طور کلی اقدامات صرفه جویی انرژی در ساختمان ها را می توان به صورت زیر گروه بندی کرد :

- اقدامات سازمانی (مصرف و کاربرد انرژی و غیره ...)
- اقدامات مربوط به نوع دستگاه های مصرف کننده انرژی
- اقدامات در خصوص انتخاب نوع پوشش و نحوه عایق کاری ساختمان

اقدامات سازمانی مشکلات مربوط به سرمایه‌گذاری را نداشته و یا میزان منابع مالی مورد نیاز برای اجرای آن‌ها بسیار کم می‌باشد بنابراین صرفه جویی انرژی و هزینه آن در مدت طولانی به سرمایه کمتری نیاز دارد. به همین دلیل است که در ابتدا اینگونه اقدامات بیشتر مورد توجه قرار می گیرند. نمونه هایی در این مورد را می توان در زمینه آموزش سرایداران و یا بهبود بخشیدن به نحوه ایجاد روشنایی در ساختمان ها برشمرد.

مثال) مدرسه انیشتین در کشور آلمان که از سال 1986 رسماً مدیریت انرژی در آن به اجرا در آمد.

M_1 : تهیه راهنمای استفاده از دستگاه ها در هنگام تعطیلی مدرسه و زنگ های استراحت بین ساعات درسی

M_2 : انجام تعمیرات و بهسازی دستگاه های تهویه و تهیه دستورالعمل تنظیم دستگاه ها در مواقع مورد نیاز

M_3 : خلاصه کردن زمان جلسات و بهره گیری مناسب از آنها

M_4 : خاموش کردن روشنایی‌ها در هنگام عدم نیاز

M_5 : تفکیک بخش‌ها بر اساس دماهای مختلف

M_6 : تعویض دیگ بخار نفت سوز با نوع گاز سوز

M_7 :به کارگیری دستگاه های قابل تنظیم از نظر فشار

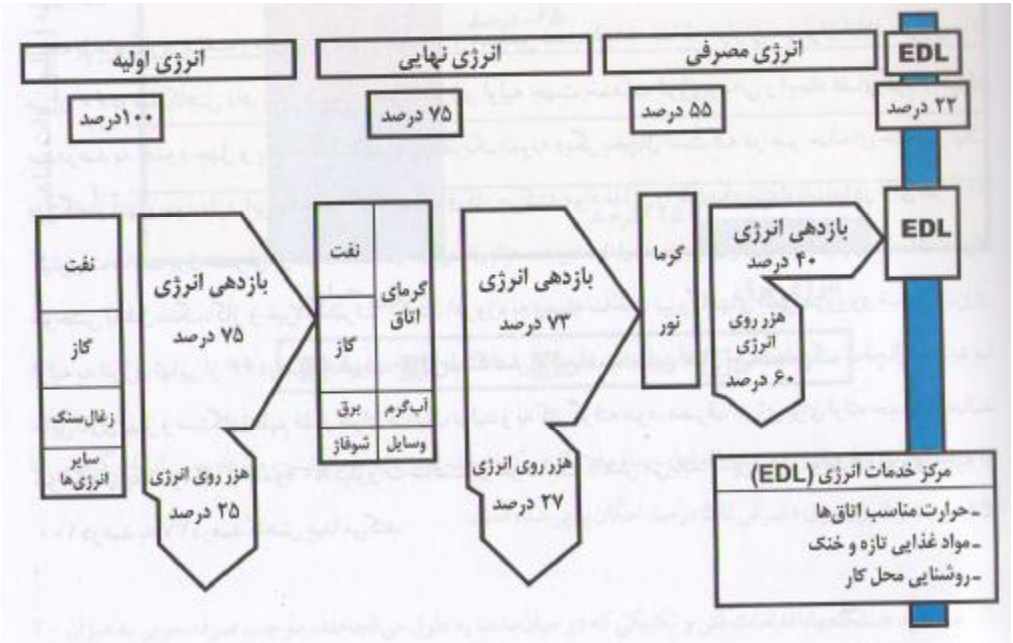
M_8 :تعویض سیم کشی و استفاده از آنها در جریانهای دو یا سه طرفه

M_9 : تعمیر سقف مسطح با عایق کاری

M_{10} : اجرای عایق کاری میانی دیوار خارجی با قطری مناسب

2-2 فرآیند انتقال انرژی از تولید تا مصرف

نمودار زیر مثالی از فرآیند انرژی را نشان می‌دهد که در آن روش انتقال، جابجایی و تبدیل انرژی از ابتدا تا مرحله نهایی مصرف و خدمات مربوط به عرضه آن به مصرف کنندگان نهایی به وضوح مشخص گردیده است. در این شکل انرژی اولیه در قسمت چپ، انرژی نهایی در قسمت وسط و انرژی مصرفی در سمت راست نشان داده شده است.



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مشاهده می شود که معمولاً از 100% انرژی اولیه فقط 22 % آن به عنوان انرژی نهایی مورد استفاده قرار می گیرد و 78 % بقیه از روی انرژی صورت می گیرد که البته قسمتی از آن قابل پیشگیری می‌باشد. به کمک این نمودار به طور واضح روشن می گردد که انرژی تا زمانی که به دست مصرف کننده به شکل تولید گرما (حرارت)، سرما یا روشنایی برسد، راهی طولانی را طی می کند.

3-2 وظایف مدیریت انرژی

محدوده وظایف	شرح وظایف
کنترل مصرف انرژی	- ثبت مصرف انرژی - تهیه برنامه مصرف انرژی در ارتباط با شرایط آب و هوا - محاسبه هزینه های مصرف انرژی و انجام اقدامات صرفه جویی
مطالعه نوع ساختمان	- ثبت اطلاعات مهم ساختمانی - اعلام کد شناسایی انرژی - تشخیص کلی و عمده در مورد شرایط ساختمان - تشخیص دقیق و جزئی در مورد ساختمان
طراحی اقدامات صرفه جویانه	- تنظیم کردن فهرستی از اولویت ها - زمان بندی و فعالیت های تعمیراتی - تنظیم برنامه های مالی - مشورت در مورد طراحی و نوسازی
راهنمایی و هدایت افراد برای طرز کار با دستگاه های مختلف	- کنترل و دقت در عملیات - مشورت با افراد ساکن ساختمان ، کنترل و بازبینی فعالیت آنها
تهیه و تأمین انرژی	- بررسی و کنترل قراردادهای خرید انرژی
بهینه سازی نحوه استفاده از ساختمان	- بهره گیری از ساختمان به نحو مطلوب - ایجاد انگیزه در استفاده کنندگان از ساختمان
همراهی کردن با اقدامات سرمایه گذاری	- مشورت کردن و کنترل فعالیت ها - بهبود بخشیدن نحوه فعالیت ها
ارتباط با سایر بخش ها	- آموزش و انگیزه دادن به استفاده کنندگان از ساختمان - ادامه آموزش افراد مستقر در ساختمان و یا پرسنل سازمانی - تهیه گزارش - تبادل تجارب و اطلاعات

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4-2 **شدت انرژی** Energy intensity

شاخص شدت انرژی از تقسیم مصرف نهایی انرژی به تولید ناخالص داخلی محاسبه می شود و نشانگر این است که برای تولید مقدار معینی از کالا و خدمات چه مقدار انرژی به کار رفته است.

$$\textbf{شدت انرژی} = \frac{\text{کل انرژی مصرفی}}{\text{کل تولید}}$$

میزان شدت عرضه انرژی در ایران (بر مبنای نرخ ارز) حدود 2 برابر خاورمیانه و حدود 4 برابر متوسط جهانی است. در کشور ما بخش خانگی و تجاری با مصرف بیش از 40 درصد از انرژی نسبت به صنعت که فقط 27 % مصرف انرژی متعلق به آن است، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده، این در حالی است که در کشورهای در حال توسعه دیگر نظیر چین، هند، اندونزی، مالزی و پاکستان بخش صنعت 34 % و بخش خانگی 21 % از مصرف انرژی را به خود اختصاص داده و این الگوی نامناسب مصرف انرژی در بخش خانگی و تجاری است که ضرورت امر ممیزی انرژی در ساختمان ها را تداعی می سازد .

شاخص مصرف انرژی ویژه: **specific energy consumption factor**

به منظور مقایسه و بر آورد چگونگی مصرف انرژی در یک واحد صنعتی یا ساختمانی ، به معیاری نیاز است تا بتوان به کمک آن پتانسیل‌های صرفه جویی در آن بخش را تعیین کرد.

$$SEC = \frac{\text{کل مصرف انرژی واحد صنعتی در سال}}{\text{تعداد محصولات تولیدی}\left(\text{تناژ تولید و...}\right)\text{یا واحد مساحت ساختمان}}$$

واحدهای انرژی :

$1\,BTU = 1/055 \times 10^{3}\ (j)$

$1\,CAI = 4/2 \times 10^{3}\ (j)$

$1\,toe = 4/5 \times 10^{10}\ (j)$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5-2 تعریف ممیزی انرژی Energy Audit

ممیزی انرژی مجموعه اقداماتی است که جهت شناسایی، چگونگی، مقادیر و موقعیت های مصرف انرژی در یک فعالیت یا فرآیند انجام و در طی آن فرصت‌ها و امکانات صرفه جویی انرژی مشخص شده و ارزیابی می‌گردد. در اصل ممیزی انرژی مقایسه " آنچه که هست " و " آنچه که باید بشود" بوده و بر پایه مقایسه وضعیت موجود با مطلوب و شاخص های عملکرد انرژی در ساختمان تعریف می شود.

لذا می توان چنین بیان داشت که ممیزی انرژی زیر بخشی از مدیریت انرژی ساختمان است که شامل فعالیت های زیر می باشد :

- شناخت وضع موجود مصرف انرژی در ساختمان
- طراحی وضع مطلوب مصرف انرژی در ساختمان
- برنامه ریزی اجرای فعالیت های گذرا به وضع مطلوب مصرف انرژی در ساختمان

اجرای ممیزی انرژی:

1 – اطلاعات ضبط و یا اندازه گیری مصرف انرژی

2 – تشخیص اجزاء پر مصرف در انرژی

3 – شرح تفصیلی داده های مورد نیاز

4 – محاسبه بالانس جرم و انرژی برای به دست آوردن تلفات انرژی

5 – دسته بندی موقعیت‌های ذخیره سازی انرژی

6 – تخمین پتانسیل های صرفه جویی برای هر یک از موقعیت ها

7 – بر آورد هزینه طرح ها

8 – تعیین اولویت توصیه شده صرفه جویی مصرف انرژی

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

انواع سطوح ممیزی انرژی

1 – ممیزی انرژی مقدماتی (Walk – Through Energy Audit)

2 – ممیزی انرژی جامع یا تفصیلی (Detailed Energy Audit)

الویت ها در ممیزی انرژی:

با توجه به ارزیابی عملکرد جاری، الویت ها در ممیزی انرژی را می توان تعیین کرد. معمولاً انرژی با حداکثر هزینه ها را باید الویت داد. با توجه به معیارهای استاندارد نیز بایستی امکانات بالقوه صرفه جویی را مشخص کرد. ممکن است اولویت ها را به زمینه هایی داد که صرفه جویی با حداقل هزینه و تلاش عملی شود. در حالیکه ممیزی بایستی هدف خود را بر تعیین روش های صرفه جویی که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است استوار نماید، نباید بیش از آنچه که با توجه به صرفه جویی احتمالی توجیه پذیر است، وارد جزئیات شود. همیشه بایستی هزینه ممیزی را در ارتباط با صورت حساب های انرژی و حدود بالقوه کاهش هزینه ها ی انرژی مورد توجه قرار داد.

محاسبات اقتصادی

انجام یک اقدام و یا مجموعه ای از اقدامات در زمینه صرفه جویی زمانی اقتصادی می باشند، که هزینه اجرای آن کمتر از در آمد حاصله باشد.

اقداماتی که پس از مدت زمانی کمی مورد بهره برداری قرار می گیرند در مقایسه با اقداماتی که در بلند مدت اقتصادی هستند، ترجیح داده می شوند. زمان های صرف سرمایه می توانند به طریق زیر ارزیابی شوند.

کوتاه مدت : زمان صرف سرمایه تا 5 سال

میان مدت : زمان صرف سرمایه از 6 تا 10 سال

دراز مدت : زمان صرف سرمایه بیش از 11 سال

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

محاسبه اقتصادی ساکن و پویا :

در محاسبه اقتصادی ساکن هزینه‌های کنونی جهت سرمایه‌گذاری و انرژی با یکدیگر مقایسه می‌شوند در محاسبه اقتصادی پویا هزینه های سرمایه گذاری به انضمام کارمزد سرمایه (بهره) به عنوان هزینه سرمایه گذاری در نظر گرفته می‌شوند. در این خصوص افزایش بهای انرژی نیز در محاسبات مربوط به هزینه های انرژی در نظر گرفته می شود. محاسبه پویا نسبت به محاسبه ساکن از مزیت بیشتری برخوردار است.

مثال) به منظور صرفه جویی انرژی بام طبقه بالایی یک ساختمان عایق کاری شد. کل هزینه سرمایه گذاری در سال 4 میلیون تومان محاسبه گردید. با این اقدام سالانه 70 مگاوات ساعت انرژی صرفه جویی شده است. چنانچه هر کیلووات ساعت انرژی 70 ریال بر آورد شده باشد، زمان صرف سرمایه را محاسبه کنید ؟

$$\frac{\text{هزینه سرمایه گذاری}}{\text{هزینه صرفه‌جویی}} = \frac{40{,}000{,}000\ Rial}{(70\times10^3)\text{kWh}\times70(\frac{Rial}{kWh})} = \frac{400}{49} = 8.16\ \text{year}$$

تأمین بودجه :

به چند روش می توان بودجه لازم جهت پروژه ها را تأمین نمود:

1 – به صورت داخلی

در این روش، سرمایه گذاری مورد نیاز از طریق بودجه معمولی شرکت تأمین می گردد. از آنجا که سرمایه-گذاری های مورد نیاز در خصوص صرفه جویی در مصرف انرژی را معمولاً به عنوان فعالیت های تجاری در نظر نمی گیرند، توجیه اقتصادی پروژه ها باید به گونه ای باشد تا در تأمین بودجه آن ها در مقابل نیازهای متعدد مالی دیگر، اشکال ایجاد نگردد. بعضی از سازمان ها بودجه سالانه به خصوصی را جهت پروژه های مربوط به بهره وری انرژی تخصیص می‌دهند.

حق تقدم در این گونه موارد با توجه به اعتبارات تخصیص یافته و صرفه جویی قابل حصول، ارزیابی و تعیین می‌گردد. با وجود این، در صورت وجود دقت، ممکن است که با استفاده از بخشی از صرفه جویی قابل حصول

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

از پروژه های کم هزینه یا بدون هزینه جهت تأمین بودجه مورد نیاز پروژه های بعدی، یک برنامه بهره وری انرژی را کاملاً خود کفا نمود.

2 – به صورت خارجی

در این روش ، سرمایه گذاری مورد نیاز به صورت وام مستقیم و یا به صورت پیچیده تر که در آن وام از طریق صرفه جویی حاصل بازپرداخت می شود، تأمین می گردد. بعضی شرکت ها اکنون قراردادهایی را پیشنهاد می-نمایند که در آن پروژه به صورت کامل توسط یک مشاور خارج از شرکت مدیریت شده و ضمناً سهمی از صرفه جوئی حاصل را دریافت می نمایند. عموماً در این نوع قراردادها سودخالصی برای شرکت اصلی باقی می ماند.

3 – مدیریت قرار دادی انرژی :Contract Energy Management (CEM)

در این روش، یک شرکت بیرونی تأمین نیازهای موسسه را به عهده می گیرد. به عنوان مثال چنین شرکتی ممکن است پروژه ای را به عهده بگیرد. که در محل، دیگ بخار جدید یا یک واحد ترکیبی تولید گرمایش و تـوان را نصب و راه اندازی نماید. این شرکت بودجه لازم را جهت خرید تجهیـزات تـأمین نمـوده و بـه صـورت کامـل راه‌اندازی و بهره برداری آن را بر عهده می گیرد. در پی این امر شرکت مزبور، صورت حسابی را جهت استفاده و نیز هزینه سوخت به موسسه اصلی ارسال می نماید. منافع حاصل جهت موسسه اصلی این است که بدون نیاز به تأمین بودجه سنگین لازم و نیز بهره برداری از موتورخانه و دیگ بخار، هزینه انرژی کمتـری را پرداخـت مـی-نماید .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

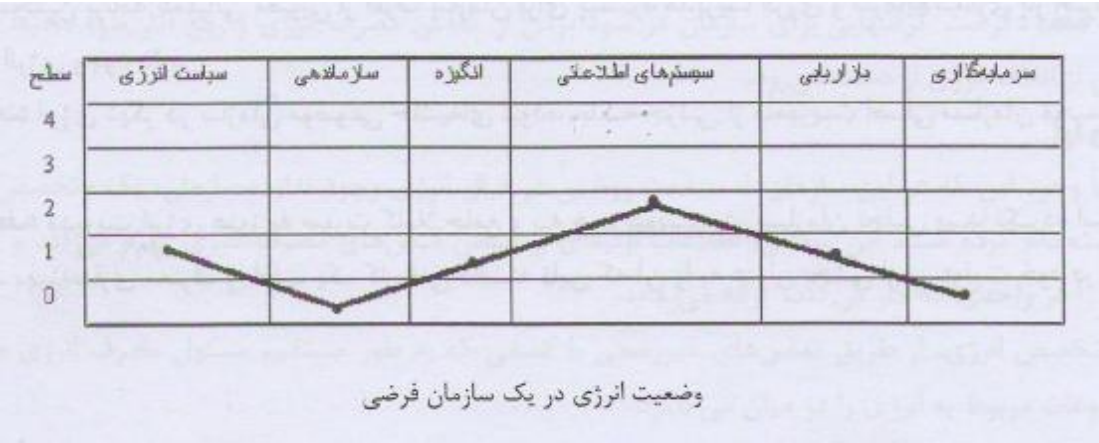
6-2 ماتریس مدیریت انرژی

ابزاری را که می توان جهت ارزیابی مدیریت انرژی شناخت وضع موجود به کاربرد به ماتریس مدیریت انـرژی موسوم است. این ماتریس دارای 6 ستون است که هر یک اشاره به شاخه ای از قسمت های مربوط بـه مـدیریت انرژی می نماید. ردیفهای ماتریس سطوح مختلف عملکرد را در مورد هر یک از ستون هـا بیـان مـی نمایـد. بـه عنوان بخشی از ممیزی انرژی، عملکرد سازمان بایستی ارزیابی گردد و نشانه‌ای بر هر یک از ستون های ماتریس زده شود. سپس نقاط به دست آمده را می توان بهم متصل کرد تا یک الگوی کلی بدست آید. این الگو نمایش می دهد که چه زمینه هایی از مدیریت انرژی را باید بهبود بخشید هدف باید این باشد که در هر یک از ستون ها به سمت عملکرد بالاتری حرکت کرد به گونه ای که مدیریت کلی بهبود یابد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ماتریس مدیریت انرژی

سرمایه‌گذاری	بازاریابی	سیستم‌های اطلاعات	انگیزه	سازماندهی	سیاست انرژی	سطح
تبعیض به نفع برنامه‌های "سبز" (حفظ زیست) با ارزیابی دقیق از سرمایه‌گذاری در ایجاد ساختمان‌های جدید و نوسازی	بازاریابی در باره ارزش کارایی انرژی و عملکرد مدیریت انرژی چه در داخل سازمان و چه در خارج از سازمان	سیستم جامعی اهداف را معین کرده بر مصرف نظارت کرده نواقص را معلوم می‌سازد. مقادیر صرفه‌جویی را به دست آورده و نحوه تخصیص بودجه را بررسی می‌کند.	از طریق مجاری رسمی و غیررسمی ارتباطی به طورمنظم بوسیله مدیر انرژی و کارکنان انرژی در همه سطوح سازمانی استفاده می‌شود.	مدیریت انرژی به طور کامل عجین با ساختار مدیریت است . تفویض مسئولیت‌ها به طور کامل روشن است.	سیاست انرژی، برنامه عملیاتی تجدید نظر منظم از طرف مدیران بالا به عنوان استراتژی شرکت وجود دارد.	٤
استفاده از دوره برگشت سرمایه برای همه سرمایه‌گذاری‌ها	برنامه آگاه کردن کارکنان و برقراری نشست‌های عمومی به طور منظم	گزارش های فنی برای افراد بر اساس اندازه‌گیری ارائه می‌شود اما میزان صرفه‌جویی به طور مؤثر به استفاده‌کنندگان گزارش نمی‌شود	کمیته انرژی به عنوان کانال اصلی بوده، همچنین در تماس مستقیم با مصرف‌کنندگان عمده می‌باشد.	مدیر انرژی در برابر کمیته انرژی که مرکب از همه مدیران قسمت‌های استفاده‌کننده به سرپرستی یکی از اعضاء هیأت مدیره می‌باشد مسئول است.	سیاستی در باره انرژی به طور رسمی وجود دارد اما از طرف مدیران بالا هیچ تعهدی به طور فعال وجود ندارد	٣
سرمایه‌گذاری فقط با استفاده از معیار دوره برگشت در کوتاه‌مدت	برخی از افراد که برای این کار تعیین شده‌اند آموزش لازم را می‌بینند	گزارش های نظارتی بر اساس اطلاعات عرضه ارائه می‌شود. واحد انرژی مشارکت موقت در تعیین بودجه دارد	از طریق کمیته‌ای که متشکل از مدیران ارشد، واحدهاست یا مصرف‌کنندگان عمده تماس برقرار می‌شود.	پست سازمانی مدیریت انرژی وجود دارد که به کمیته موقت انرژی گزارش می‌دهد اما مدیران صف و اختیارات آنها روشن نیست.	ساست‌ها و برنامه‌های انرژی بوسیله مدیر انرژی یا مدیران ارشد تعیین نشده است.	٢
فقط هزینه‌های پایین به حساب می‌آید.	تماس‌های غیررسمی برای پیشبرد کارایی انرژی به کارمی‌رود.	هزینه گزارش‌دهی بر اساس داده‌های فاکتورها است. مهندس گزارش ها را برای استفاده داخلی در درون مجموعه فنی جمع‌آوری و منظم می‌کند.	تماس‌های غیررسمی فی‌مابین مهندس انرژی و تعدادی از مصرف‌کنندگان وجود دارد.	مدیریت انرژی به صورت پاره‌وقت یااختیار محدود وجود دارد	مجموعه‌ای از خط مشی انرژی مکتوب وجود دارد.	١
هیچگونه سرمایه‌گذاری در افزایش کارایی انرژی انجام نمی‌شود	در کارایی انرژی هیچگونه پیشرفتی وجود ندارد	هیچگونه سیستم اطلاعاتی وجود ندارد. در باره مصرف انرژی هیچ اطلاعاتی وجود ندارد	هیچگونه تماسی با استفاده‌کنندگان انرژی وجود ندارد.	در سازمان مدیریت انرژی و یا هر فرد دیگری به عنوان مسئول صرفه‌جویی انرژی وجود ندارد .	هیچگونه سیاست روشن و سریعی وجود ندارد.	٠



وضعیت انرژی در یک سازمان فرضی

2-7 مدیریت و بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنعت ساختمان

2-7-1 نقش فرهنگ در کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها

مصرف بی‌رویه انرژی‌های فسیلی در بسیاری موارد قسمت‌های زیادی از آن‌ها به هدر می‌رود علاوه بر از بین بردن سرمایه ملی، ضایعات و تخریب‌های زیست محیطی جبران ناپذیری را نیز در پی خواهد داشت مصرف انرژی در ساختمان‌ها برای مقاصد و مصارف خانگی (گرمایش، سرمایش، روشنایی و حرکت) یکی از مهم-ترین بخش‌های مصرف انرژی در دنیای معاصر است، به طوری که رقم انرژی مصرفی در ساختمان‌ها در جوامع مختلف بین 45 تا 50 درصد نسبت به کل انرژی مصرفی برآورده می‌شود. به این ترتیب یکی از مهم‌ترین موضوعات تحقیقات و پژوهش‌ها باید به انجام طرح‌هایی گرایش داده شوند که ضمن ارتقای فناوری صرف-جویی، بازدهی انرژی مصرف شده را نیز افزایش می‌دهند.

مروری اجمالی بر تاریخ و رابطه مصرف انرژی و معماری رایج هر دوره، حاکی از آن است که تا قبل از ظهور انقلاب صنعتی، ساختمان‌ها و شهرها و فرم‌ها و اشکال و الگوهای ابدایی در هماهنگی با محیط طبیعی و به طریقی طراحی می‌شدند که حداکثر بهره‌گیری از انرژی‌های تجدید ناپذیر آفتاب، باد و آب حاصل شود. هر چند شرایط اقلیمی سخت‌تر (گرم و خشک و یا خیلی سرد) بود، اهتمام در این تطابق و ابداع روش‌های کارآمد مورد نیازتر و رایج‌تر بود. برای نمونه می‌توان از معماری اقلیم گرم و خشک ایران و به عبارتی از شهرهای بیابانی ایران نام برد که جلوه بارزی از این گونه طراحی را با ابداعات خاص خویش به جهانیان عرضه کرده‌اند.

اصلاح روش و میزان مصرف انرژی در ساختمان‌ها و گرایش دادن آن به سمت مصرف بهینه با موضوعات متنوعی در ارتباط است که اهم آن عبارت از عوامل طراحی (طراحی ساختمان و تأسیسات مرتبط با تولید و مصرف انرژی) و عوامل فرهنگی (باورها و اعتقادات و رفتار ساکنان) در جهت گرایش به سمت الگوی مناسب مصرف می‌باشد. فرهنگ ایرانی که یکی از ارکان آن تعالیم قرآنی است با بیان یک سری اصول، نحوه بهره-

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

گیری از منابع طبیعی را به صورت ارزش‌هایی برای زندگی بیان می‌کند. این ارزش‌ها راه بهره‌برداری از طبیعت و منابع طبیعی را نیز می‌نمایانند. ارزش‌هایی مثل «کمال‌جویی»، «اجتناب از اسراف»، «رعایت اعتدال»، «اصلاح زمین»، «اجتناب از بطالت و بیهودگی در زمین»، «قناعت» و امثالهم، مشخص می‌کنند که هر گونه دخل و تصرفی در طبیعت بایستی منجر به کمال و اصلاحی شده و از هر گونه فساد و اسراف و تباهی و بیهودگی بری باشد. در عین حال استفاده از منابع باید بر مبنای «میزان» و «اندازه» و «مقدار» و «حساب» معین (برنامه و طرح) باشد. به این ترتیب احتراز از اسراف و بطالت، استفاده از مصالح بومی، انتخاب رنگ و اشکال مناسب، کمال-جویی انسان و کمال بخشی به ماده بسیاری ویژگی‌های دیگر را می‌توان مشخصه‌های اصلی فرهنگی ایرانی دانست.

2-7-2 نقش طراحی گیاهان خانگی در کاهش مصرف انرژی خانگی

قطعاً عمده کارکرد انرژی در ساختمان معلول دمای مناسب برای محیط داخل ساختمان می‌باشد. روش‌های گوناگون تنظیم شرایط محیطی و بهینه کردن مصرف انرژی در ساختمان موجب کسب توفیقاتی در راستای کاهش مصرف انرژی بوده است. یکی از راه‌های بهبود وضعیت مصرف حامل‌های انرژی در ساختمان استفاده و کاشت گیاهان مناسب (سازگار با شرایط محیط) در مکان‌هایی است که توسط مهندسان طراحی می‌گردند. در واقع این راهکار نه تنها در تقلیل مصرف سوخت در زمستان مؤثر است بلکه تأثیرات شایانی در مصرف انرژی حین دوره گرما (تابستان) خواهد داشت تا جایی که مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از پوشش گیاهی مناسب می‌تواند 25% مصارف خانگی را تقلیل دهد.

تقلیل مصرف انرژی در زمستان

مهم‌ترین کارکرد پوشش گیاهی برای ساختمان در فصل سرما جلوگیری از نفوذ باد و کاهش نفوذ آن از لابلای درزها به داخل ساختمان می‌باشد. این نکته وقتی درخور اهمیت بیشتر می‌گردد که بدانیم در یک روز با

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وزش توأم باد میزان تبادل حرارتی محیط داخل با خارج از طریق درزها به میزان 20% افزایش می‌یابد.

تقلیل مصرف انرژی در تابستان

تابش گرمایی یکی از راه‌های انتقال انرژی است انرژی خورشید نیز صرفاً به صورت تابش گرمایی به زمین می‌رسد. تابش گرمایی که یک جسم به اطراف گسیل می‌کند، به اجسام دیگر می‌رسد و سرانجام به صورت-های زیر در می‌آید:

الف) از آن‌ها باز می‌تابد

ب) در آن‌ها جذب می‌شود

ج) از آن‌ها می‌گذرد

در نتیجه با محافظت سطح بیرونی بنا در برابر تابش گرمایی خورشید و ایجاد سایه از طریق کاشت گیاهان مناسب می‌توان تا 65% در مصرف انرژی صرفه‌جویی داشت. نور خورشید که با طول موج کوتاه از شیشه‌ها عبور می‌کند موجب ایجاد پدیده گلخانه‌ای می‌گردد. بدین طریق که با تابیده شدن روی وسایل داخلی موجب انتشار امواج بلند می‌شود که دیگر قادر به عبور از شیشه نبوده و در داخل محیط ساختمان حبس می‌شوند این روند موجب هر چه گرم‌تر شدن تدریجی محیط می‌گردد. بدین منوال نصب سایه‌بان‌ها در خارج پنجره نزدیک به 4 برابر ثمربخش‌تر از کرکره‌ها و پرده‌های داخلی خواهد بود. در این حالت می‌توان از سایه درختان در ضلع جنوبی ساختمان به جای سایه‌بان استفاده نمود. در مواردی می‌توان از وجود گیاهان رونده و پیچک‌های روی دیوارها به عنوان نوعی عایق‌کاری استفاده کرد. بدین ترتیب که پوشش گیاهی با ایجاد محوطه‌ای از هوا بین ساختمان و برگ‌های سبز به عنوان عایق عمل می‌کند و موجب کاهش تبادلات انرژی محیط بیرونی با محیط درونی ساختمان می‌گردد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

از دیگر ثمره‌های کاشت درختان در اماکن مناسب در محیط خانه هدایت کوران باد به اطراف و داخل بنا توسط ایجاد کانال‌های هدایت باد به سمت بنا و بازشوها می‌باشد که خود در خنک نمودن فضای ساختمان بسیار مثمر ثمر خواهد بود. (البته در شرایط محیطی که در زمستان با مشکل خاصی مواجه نشویم).

جهت ایجاد کارایی بیشتر در زمینه کاشت گیاهان باید نکاتی را لحاظ نمود

- حداقل فاصله کاشت درختان از بنا باید در حدود 1/5 متر باشد. البته با توجه به نوع گیاه و میزان رشد شاخه و برگ آن این مقدار تغییر می‌کند.
- بهتر است از درختان با ارتفاع‌های متغیر استفاده گردد، درختان با تنه بلند و تاج افشان برای ایجاد سایه روی سقف مفیدند و درختانی که شاخ و برگ آن‌ها نزدیک زمین است برای سایه روی دیوارها.
- پیشنهاد می‌شود تراکم برای درختانی که به عنوان بادشکن عمل می‌کنند در حدود 55% الی 65% در نظر گرفته شود.

در هر حال استفاده از کاشت گیاهان روش بسیار کم هزینه ایست که در صورت امکان (داشتن فضای مناسب برای کاشت) می‌تواند کمک شایانی به تقلیل مصرف انرژی و اقتصاد خانواده نماید. کاربرد این روش برای اقلیم‌های بسیار سرد و بسیار گرم و نیز معتدل مناسب به نظر می‌رسد از آنجایی که آمار و ارقام نشان‌دهنده اینست که حجم کلانی از انرژی‌های خانگی صرف گرمایش یا سرمایش می‌شود هر گونه هزینه پژوهشی و تحقیقاتی در این زمینه نیز کاملاً اقتصادی می‌نماید.

3-7-2 تأثیرات سیستم گرمایش همرفت اجباری در صرفه‌جویی مصرف انرژی ساختمان‌ها

به دلیل بازدهی کم مکانیزم گرمایش همرفت غیر اجباری در فصل زمستان، دمای یک دیگ بخار (مثلاً برای شهری مثل تهران) بسته به عواملی همچون سرعت گردش آب در مسیر، دور یا نزدیک بودن موتورخانه به واحدهای مصرف، عدم عایق‌بندی صحیح و همچنین عدم طراحی مناسب ساختمان‌ها از لحاظ اتلاف انرژی

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

حرارتی، به‌طور مستقیم باید بین 70 تا 80 درجه سانتی‌گراد تنظیم شود. این دمای نسبتاً بالا باعث فرسایش شدید مسیر آب گرم به ویژه لوله‌ها شده و عمر آن‌ها را به شدت کاهش می‌دهد.

مصرف‌کنندگان این سیستم، کنترل خاصی بر مقدار گرمایش واحد مسکونی خود ندارند. این کنترل در کل ساختمان از طریق تنظیم دمای دیگ بخار در موتورخانه انجام می‌پذیرد و مصرف‌کننده صرفاً می‌تواند شیر شوفاژ را بسته یا باز نگه دارد. بنابراین حد گرمایش در واحدها قابل تنظیم بنا بر میل و سلیقه مصرف‌کننده نیست. سیستم گرمایش همرفت اجباری (Force Convection) صرفه‌جویی و مزایای عمده‌ای را برای ساختمان‌های بزرگ و به ویژه آپارتمان‌های مسکونی در پی خواهد داشت.

در این حالت می‌توان برای واحدهای مسکونی در آپارتمان‌ها، رادیاتورهای موجود در هال و پذیرایی را حذف و به جای آن، رادیاتورهای فن‌دار (فن کوئل) متناسب با حجم هال و پذیرایی نصب کرد.

در مورد اتاق‌ها نصب رادیاتور فن‌دار به جای رادیاتور معمولی در صورتی توصیه می‌شود که واحد آپارتمانی، زیربنای بیش از 85 متر مربع داشته باشد. در این صورت می‌توان رادیاتورهای حمام، توالت و آشپزخانه را نیز حذف کرد. البته حذف رادیاتور آشپزخانه با توجه به سطح زیربنای واحد آپارتمانی است.

مزایای استفاده از سیستم همرفت اجباری (Force Convection)

به دلیل استفاده از رادیاتورهای فن‌دار (همرفت اجباری)، بازدهی حرارتی در واحد حجم به شدت افزایش می‌یابد.

تعداد رادیاتورها و بازتابش حرارتی، بیش از 70% کاهش خواهد داشت. به این معنی که مثلاً به جای 5 رادیاتور معمولی با سطح مجموع 12 مترمربع با یک رادیاتور فن‌دار لوله و پره (Fined Fan Tube) که در مجموع سطحی در حدود 3 متر مربع و حتی کمتر داشته باشد قابل جایگزینی خواهد بود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

به دلیل کم شدن حجم رادیاتورها، حجم آب گرم مورد نیاز برای انتقال حرارت به شدت کاهش می‌یابد.

به دلیل چند برابر بودن دفع حرارتی آب گرم در رادیاتور فن‌دار انرژی مصرفی برای گردش آب به شدت کاهش می‌یابد. (Pumping Energy)

اگر به طور متوسط درجه حرارت آب گرم در موتورخانه باید در حدود 80 درجه سانتی‌گراد برای رادیاتورهای معمولی باشد با بکار بردن رادیاتور فن‌دار، درجه حرارتی بین 65 تا 70 درجه سانتی‌گراد برای آب گرم کافیست.

به دلیل پایین‌تر بودن انرژی مورد نیاز برای گرمایش آب در سیستم همرفت اجباری مصرف سوخت به شدت کاهش می‌یابد و به تبع آن، از هزینه‌های مصرف انرژی کل ساختمان کاهش می‌یابد. (با توجه به اینکه در کشور برای کل ساختمان یک انشعاب واحد در نظر گرفته می‌شود و با توجه به هزینه مصرف تصاعدی این نکته حائز اهمیت می‌نماید.)

به دلیل استفاده تعداد رادیاتوری کمتر در هر واحد، مسیر لوله‌های آب گرم کوتاه شده و در نتیجه، هزینه ساخت کاهش می‌یابد.

از آنجا که سیستم گرمایش همرفت اجباری نیاز به دمای کمتری برای آب گرم دارد بنابراین سرعت خوردگی در مسیر گردش آب گرم به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد.

زمانی که در یک واحد مسکونی از سیستم همرفت اجباری (رادیاتورهای فن‌دار) برای گرمایش استفاده می‌شود به دلیل امکان استفاده از کلید خودکار تنظیم کننده دما (ترموستات) امکان تنظیم دمای محیط به وسیله ساکنان آن واحد مستقل از کنترل موتورخانه به وجود می‌آید که هم باعث ایجاد هوای هر چه مطبوع‌تر برای محیط مسکونی شده و هم صرفه‌جویی در مجموع مصرف انرژی را به دنبال خواهد داشت.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

در واقع به دلیل بازدهی کم مکانیزم گرمایش همرفت غیر اجباری، تعداد زیادی رادیاتور شوفاژ در محل‌ها مختلف ساختمان نصب می‌شود که بیشترین آن‌ها در هال و پذیرایی و یا در راهرو قرار می‌گیرد. این کار طول لوله‌کشی مسیر آب گرم را در هر واحد ساختمانی افزایش می‌دهد که علاوه بر افزایش هزینه ساخت، به دلیل طولانی بودن مسیر، اتلاف انرژی را به دنبال خواهد داشت. از این رو با توجه به نکات مذکور استفاده از سیستم همرفت اجباری از هر لحاظ (چه اقتصادی و چه از نظر تقلیل در مصرف سوخت) بهینه به نظر می‌رسد.

2-7-4 عایق‌کاری حرارتی ساختمان

عایق‌کاری حرارتی (Thermal Insulation) به هدف کاهش میزان انتقال حرارت و اتلاف انرژی در ساختمان صورت می‌گیرد. در یک عایق حرارتی باید مقاومت حرارتی ایجاد شده از حد معین بیشتر باشد. همچنین ضریب هدایت حرارتی عایق مصرفی باید از حد معینی کمتر باشد.

عایق‌کاری حرارتی ساختمان که متناسب با پوسته خارجی و نیز لایه‌های داخلی ساختمان صورت می‌گیرد به منظور نیل به اهداف زیر می‌باشد:

الف) کاهش انتقال حرارت بین اجزاء مختلف ساختمان و در نتیجه کاهش اتلاف انرژی

ب) محدود کردن انتقال گازها به ویژه بخار آب به هدف عدم ایجاد نقش در پوسته‌های داخلی و خارجی ساختمان.

ج) آب‌بندی نقاطی که در انتقال رطوبت و حرارت نقش زیادی دارند.

علاوه بر موارد فوق عایق‌کاری یک ساختمان باید موارد زیر را نیز برآورده سازد:

1- دوام طولانی‌مدت در برابر عوامل جوی و محیطی

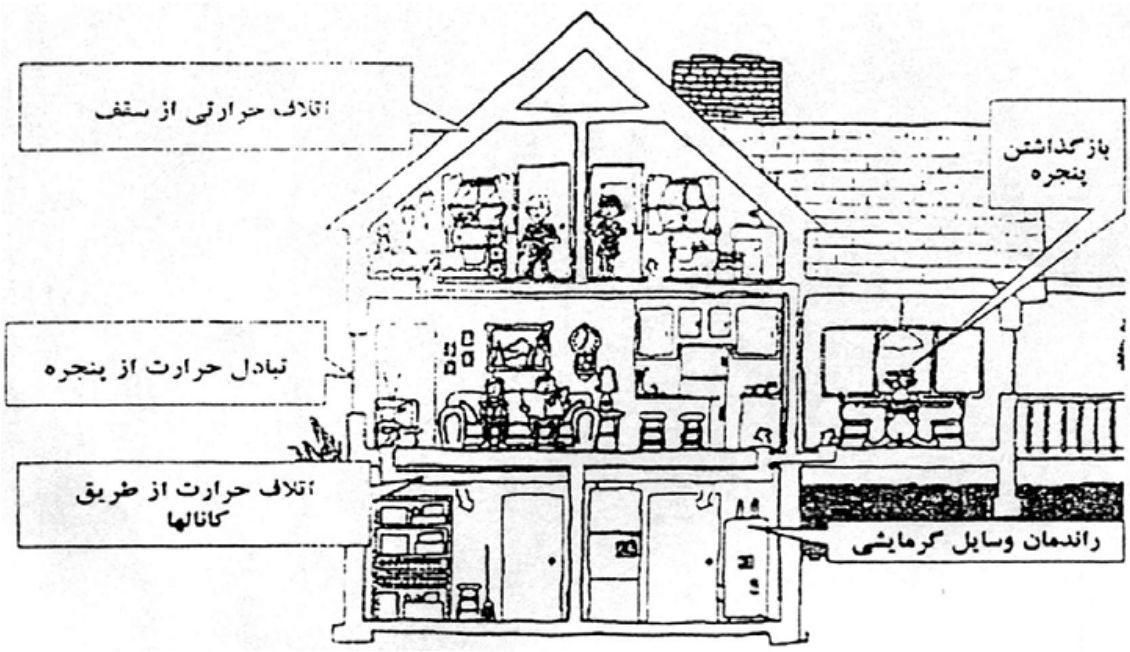
2- دوام مناسب در برابر حریق

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3- پایداری در برابر نیروها و تنش‌های استاتیکی، دینامیکی و حرارتی

4- سازگاری با محیط زیست و عدم تهدید سلامت و بهداشت افراد.

به طور کل هدف اصلی عایق‌گذاری در اجزاء مختلف ساختمان، صرف‌جویی در مصرف انرژی است که این هدف باید شرط محدوده‌ی آسایش انسانی Comfort Zone را نیز در برداشته باشد.



قسمت‌هایی از ساختمان که با محیط اطراف خود تبادل حرارتی می‌نماید

انواع روش‌های عایق‌کاری

عایق‌کاری حرارتی ساختمان که به جهت کاهش اتلاف انرژی انجام می‌پذیرد دارای 3 طریقه انجام عمل عمده است:

1- **عایق‌کاری داخلی (Internal Thermal Insulation):** در این روش با افزودن یک لایه عایق حرارتی در سمت وجه داخل کار عایق‌کاری صورت می‌گیرد.

2- **عایق‌کاری خارجی (External Thermal Insulation):** در این روش با افزودن یک لایه عایق

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

حرارتی در سمت وجه خارج کار عایق‌کاری صورت می‌گیرد.

3- **استفاده از مصالح دارای ضریب هدایت حرارتی کم در هنگام ساخت**: گاه به دلیل هزینه‌ی بالای تولید و گاهی به علت عدم دسترسی کافی به مصالح مناسب روش سوم چندان مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

عایق‌کاری از داخل به هدف به حداقل رسانیدن اینرسی حرارتی در ساختمان انجام می‌شود در عایق‌کاری از خارج اینرسی حرارتی در حداکثر است ولی نوسان دمای داخل ساختمان کاهش می‌یابد و با تنظیم دما در محدوده‌ی آسایش انسان، می‌توان دما را در حد مطلوب ثابت نگهداری نمود. عایق‌کاری حرارتی از خارج برای ساختمان‌هایی که استفاده‌ی مداوم دارند مانند مناطق مسکونی مناسب‌تر است ولی عایق‌کاری حرارتی از داخل برای ساختمان‌هایی که استفاده از آن مقطعی یا منقطع است به ویژه ادارات مناسب‌تر می‌باشد. به جهت عایق‌کاری حرارتی در ساختمان باید اجزاء مختلفی را عایق‌بندی نمود که این اجزاء را توضیح می‌دهیم.

2-7-5 اجزاء عایق‌کاری

عایق‌کاری در قسمت‌های مختلف و اجزاء گوناگون ساختمان انجام می‌شود.

1- عایق‌کاری حرارتی دیوارها: با توجه به آن که دیوارهای جانبی قسمت اعظم پوشه‌ی خارجی ساختمان را تشکیل می‌دهند عایق‌کاری آن یکی از بخش‌های مهم کار می‌باشد. عایق‌کاری دیوارهای جانبی به چهار طریق صورت می‌گیرد:

الف) عایق‌کاری حرارتی از داخل

ب) عایق‌کاری حرارتی از خارج

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ج) عایق‌کاری حرارتی به صورت دیوار دو لایه (یک لایه‌ی میانی در دیوار)

د) استفاده از مصالح با هدایت حرارتی کم در ساخت دیوار

2- عایق‌کاری حرارتی کف: کفی که پوسته‌ی خارجی ساختمان را تشکیل می‌دهد مانند کف مجاور خاک، پارکینگ و انباری نیز یکی از راه‌های تبادل حرارت ساختمان با محیط اطراف است. عایق‌کاری حرارتی کف معمولاً به روش‌های زیر صورت می‌گیرد:

2-1- عایق‌کاری حرارتی از داخل (در زیر کف تمام شده)

2-2- عایق‌کاری حرارتی از خارج

2-3- عایق‌کاری به کمک عایق و لایه‌ی هوا

2-4- ساختن کف به کمک مصالح عایق که ضریب تبادل حرارتی کم دارد و کف از آن ساخته شود.

3- عایق‌کاری حرارتی بازشوها: بازشوهایی که معمولاً در دیوار جانبی اطراف ساختمان یا در دیوارهای نورگیردار ساختمان هستند یکی دیگر از راه‌های انتقال و تبادل حرارت محیط داخل ساختمان با محیط اطراف می‌باشد. برای کاهش اتلاف انرژی و نیز کاهش انتقال حرارت می‌توان دو عمل را انجام داد.

الف) بازشو از مصالحی ساخته شود که دارای ضریب هدایتی حرارتی کم است مانند پنجره‌ی ساخته شده با جداره‌ای از پلیمر و نیز درها با لایه‌ی رویه چوب و لایه‌ی داخلی پلیمری

ب) دو جداره کردن اجزاء تشکل دهنده بازشو و قرار دادن یک لایه از هوای خشک یا گازهای بی اثر در بین دو جدار به هدف کاهش تبادل حرارتی (در ادامه توضیحات کامل‌تری ارائه می‌گردد)

4- عایق‌کاری حرارتی بام و سقف: بام و سقف طبقات نیز از جمله راه‌های انتقال و تبادل حرارت می‌باشند.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

برای کاهش تبادل حرارت در این اجزاء معمولاً عایق‌کاری به یکی از روش‌های زیر صورت می‌گیرد:

4-1- عایق‌کاری حرارتی از داخل

4-2- عایق‌کاری حرارتی از خارج

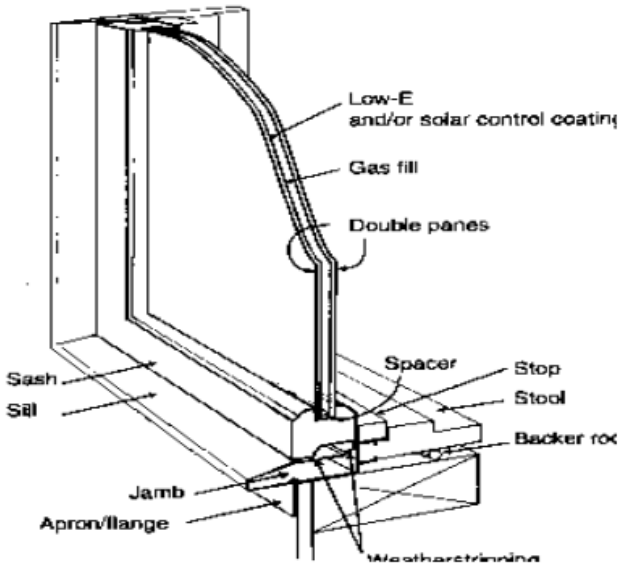
4-3- عایق‌کاری چند لایه به گونه‌ای که در بین لایه‌ها هوای خشک قرار گیرد

4-4- استفاده از مصالح با ضریب هدایت حرارتی کم در ساخت بام

14- کاهش اتلافات حرارتی از پنجره‌های دو جداره با تغییر گاز بین شیشه‌ها

پنجره‌ها روشنایی، گرما، هوای تازه و زیبایی‌ها را به خانه آورده و ارتباطی با محیط خارج برقرار می‌کنند. علی‌رغم این محاسن پنجره‌ها یکی از عوامل مهم در اتلافات حرارتی ساختمان‌ها است. به طوری که حدود یک چهارم حرارت خارج شده ساختمان‌ها در زمستان و یا حرارت وارد شده به آن‌ها در تابستان از طریق پنجره‌ها صورت می‌گیرد. به همین دلیل از دیرباز کاهش ایت تلفات مدنظر طراحان ساختمان‌ها بوده است. در گذشته نه چندان دور برای کاهش اتلافات حرارتی ساختمان‌ها به جای استفاده از پنجره‌های با یک لایه شیشه از پنجره-های با دو یا چند لایه شیشه کمک گرفته می‌شد. حتی در پاره‌ای از موارد، لایه‌های پلاستیکی در بین شیشه‌ها نیز به کار می‌رفت. ولی در دو دهه اخیر تکنولوژی ساخت پنجره‌های دو جداره با فاصله هوایی روز به روز پیشرفت کرده است. این پنجره‌ها عموماً از دو لایه شیشه، که توسط فاصله‌ای از هم جدا شده‌اند، تشکیل می-شوند. شکل زیر نمونه‌ای از این پنجره‌ها را نشان می‌دهد. در این شکل جزییات قاب پنجره نیز مشخص شده است.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شمایی از یک پنجره دو جداره

فاصله بین دو لایه شیشه توسط هوا و یا گاز دیگری با ضریب هدایت پایین همچون آرگون، دی اکسید کربن و کریپتون پر می‌شود. بدین ترتیب با توجه به اینکه پنجره‌های یک ساختمان می‌تواند نقش بسزایی در کاهش مصرف انرژی داشته باشد. برای مطالعه دقیق میزان تلفات حرارتی از پنجره‌های دو جداره و مقایسه عملکرد آن-ها نسبت به پنجره‌های ساده تک شیشه‌ای نیاز به بررسی مکانیزم‌های انتقال حرارت است. جابه‌جایی و تشعشع روی سطوح خارجی، هدایت در داخل شیشه‌ها، جابه‌جایی و تشعشع در فاصله هوایی دو پنجره و حتی نفوذ تشعشع خورشید از شیشه‌ها به داخل از جمله مکانیزم‌های ساده کننده‌ای استفاده می‌شود. شاید ساده‌ترین تقریب استفاده از فرض انتقال حرارت هدایت یک بعدی در داخل شیشه‌ها و لایه هوا است. در این شرایط می‌توان نرخ انتقال گرما را به راحتی با کمک مقاومت‌های حرارتی محاسبه نمود. اما باید توجه داشت که سیال بین دو جداره شیشه‌ای با دماهای مختلف ساکن باقی نمی‌ماند. در واقع ایجاد گرادیان‌های دما در سیال باعث برقراری حرکت در آن می‌شود. سیال مجاور سطح گرم در اثر گرم شدن سبک شده و به سمت بالا حرکت کرده و سیال سرد از دوردست جایگزین آن می‌شود. بدین ترتیب حرکت‌های چرخشی در داخل لایه هوایی محبوس بین دو شیشه ایجاد می‌گردد. این حرکت‌ها بر نرخ اتلاف گرما از پنجره تأثیر دارند.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فصل 3

مبانی صرفه جویی انرژی حرارتی و احتراق

مقدمه:

در این فصل پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی برای بویلرها (دیگ های بخار) و کوره ها بررسی می‌شود. تفاوت دیگ ها و کوره ها در این است که در مورد دیگ، گرما برای تولید فرآیند به محصول یا آب انتقال می یابد ولی در کوره محصول به طور مستقیم در معرض گرمای تولید شده در محفظه احتراق قرار می گیرد.

3-1 احتراق

عمل واکنش یا ترکیب شیمیایی سوخت ها با هوا یا اکسیژن را که گرما زا نیز است، احتراق می‌گویند.

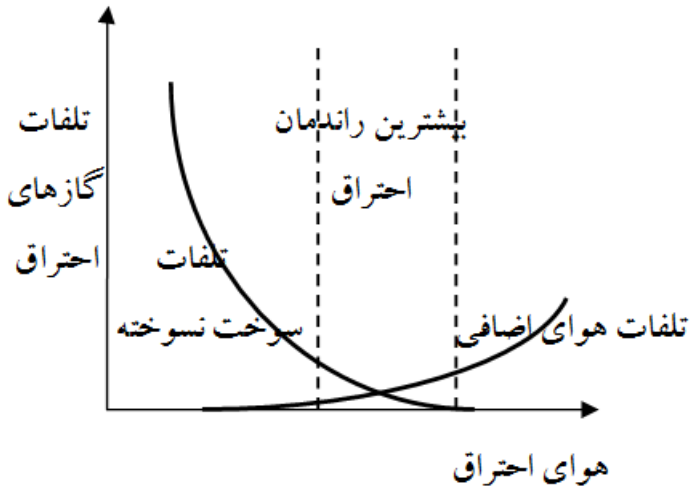
هوای استوکیومتریک S.C (Stoichiometric) معرف مقدار هوای مورد نیاز برای احتراق کامل با سوخت می‌باشد که به آن هوای نظری یا Theoretical نیز می‌گویند. برای تضمین احتراق کامل سوخت باید هوای اضافی نیز در نظر گرفته شود درصد هوای اضافی عبارت است از:

$$\text{درصد هوای اضافی} = \frac{\text{کل هوای تأمین شده احتراق} - \text{S.C}}{\text{S.C}} \times 100$$

نکته: مقدار حداقل هوای اضافی مورد نیاز، با توجه به نوع سوخت مورد استفاده و کارآیی مخلوط هوا و سوخت تغییر می یابد. اگر کمتر از مقدار حداقل، هوا تأمین شود، مقداری از سوخت کامل نمی سوزد و اتلاف انرژی سوخت بوجود می‌آید. احتراق ناقص اغلب به شکل مونوکسید کربن CO در محصولات احتراق ظاهر می شود. هوای بیش از حد نیز باعث اتلاف انرژی می‌شود. اگر مقدار هوای زیاد برای کوره تأمین شود، آن هوای اضافی نیز گرم خواهد شد.

تأثیر تلفات انرژی با تغییر مقدار هوای تأمین شده برای کوره در شکل زیر نشان داده شده است.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



مثال) هوای مورد نیاز احتراق برای کوره ای را محاسبه کنید که با استفاده از $700\frac{L}{hr}$ از سوخت با مشخصات زیر، 15% هوای اضافی مصرف می کند؟ (مقدار ارزش حرارتی سوخت با 2/5 درصد سولفور در حدود $\frac{Mj}{l}$ 42/3 است).(مقدار هوای مورد نیاز تئوری سوخت برابر $327\ \frac{kg}{Gj}$ است.)

مقدار توان حرارتی سوخت = $(700\ \frac{L}{hr}) \times (42/3\ \frac{Mj}{L}) = 29610\ \frac{Mj}{hr}$

کل هوای مورد نیاز = $(29610\ \frac{Mj}{hr}) \times (\frac{327}{1000}\ \frac{kg}{Mj}) \times 1.15 = 11135\ \frac{kg}{hr}$

هوای احتراق می‌تواند به وسیله سیستم‌های مکش طبیعی یا سیستم‌های دمنده برای مشعل تأمین شود. معایب متعددی در شعله با مکش طبیعی وجود دارد زیرا میزان هوای احتراق جذب شده به داخل کوره نمی‌تواند به درستی کنترل شود و مخلوط سوخت و هوای شعله با مکش طبیعی کامل نمی شود. در روش مکش طبیعی از فشار منفی تولید شده بوسیله دودکش کوره برای خروج گازهای حاصله از احتراق و جذب هوای احتراق به داخل کوره استفاده می کند.

نوع فشار مثبت مشعل‌ها، از یک فن برای تأمین هوای احتراق به داخل دستگاه استفاده می‌کند. جریان هوا به وسیله دمپر (دریچه قابل تنظیم) تنظیم می‌شود. بنابراین کنترل صحیح نسبت هوا به سوخت برای حالات مختلف احتراق امکان پذیر است.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تعیین هوای اضافی توسط آنالیز گازهای احتراقی

در سوخت‌های هیدروکربنی عمده محصولات احتراق، بخار آب H_2O , CO_2 , CO , N_2 , O_2 اضافی می‌باشد. وجود CO نشانگر احتراق ناقص می باشد. تجزیه و تحلیل گازهای خروجی کوره را می توان با استفاده از یک آنالیزور دائم یا نمونه برداری دوره ای تعیین کرد.

نکته : بعضی مواقع در محصولات احتراق، مقدار CO با O_2 بالایی رخ می‌دهد. این موضوع بیشتر ناشی از خوب اختلاط نشدن سوخت و هوای احتراق است.

نکته : آنالیزور گازهای خروجی باید تا حد امکان نزدیک به خروجی کوره باشد تا خطاهای نفوذ هوا را کاهش دهد.

2-3 واکنش های سوخت و احتراق

سوخت های فسیلی به سوخت هایی اطلاق می‌شود که به طور معمول شامل H_2، C و گوگرد S باشند (نیتروژن، آب و سایر مواد معدنی ممکن است همراه سوخت باشد). در هنگام سوختن در صورت وجود گوگرد در سوخت ، دی‌اکسیدگوگرد SO_2 تولید می کند. همچنین در صورت بالا بودن دمای احتراق، نیتروژن موجود در هوا نیز با اکسیژن ترکیب و ترکیبات گازی اکسیدهای نیتروژن یا NO_x نیز تولید می کند. از جمله این ترکیبات می توان بهN_2O که در ترکیب با آب به صورت اسید نیتریک (HNO_3) است اشاره نمود . اثر نور خورشید بر روی گازهای خروجی احتراق نیز اغلب باعث تولید سایر ترکیبات اکسید نیتروژن می شود که یک عمل فتوشیمیایی محسوب می شود.

نکته : آب و رطوبت همراه سوخت نیز ترکیب دیگری است که با جذب حرارت به بخار تبدیل می شود و مقداری از انرژی را برای تبدیل مایع به بخار (گرمای نهای تبخیر Latent Heat) به خود اختصاص می‌دهد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

واکنش احتراقی:

عمل واکنش یا ترکیب شیمیایی سوخت ها با هوا یا اکسیژن را که گرما زا نیز است، احتراق می گویند.

در زیر وزن مولکولی اجزای سوخت های فسیلی نشان داده شده است.

O ⟶ ۱۶

C ⟶ ۱۲

N ⟶ ۱۴

H ⟶ ۱

S ⟶ ۳۲

نکته : هوا شامل 21 % اکسیژن O_2 و 79 % نیتروژن N_2 می باشد.

احتراق گاز طبیعی : واکنش احتراق کامل هوا با متان در حالت استوکیومتری به صورت زیر می باشد.

$$CH_4 + 2\,(O_2 + 3.76\,N_2) \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O + 2 \times 3.76\,N_2$$

$$kg \quad 16 + 64 + (2 \times 3/76 \times 28) \longrightarrow 44 + 36 + (7/52 \times 28)$$

$$kg \quad 1 + 4 + 13/16 \longrightarrow 2/75 + 2/25 + 13/16$$

بنابراین برای احتراق کامل، 1 کیلوگرم متان به $4 + 13/16 = 17/16$ کیلوگرم هوا نیاز دارد و 18/16 کیلوگرم محصولات احتراق شامل CO_2، بخار آب و نیتروژن داغ به دست می‌آید.

نکته مهم : CO_2 موجود در گازهای احتراقی را از روش محاسباتی به دست می آورند نه از طریق اندازه‌گیری. زیر واکنش بخار آب موجود در گازهای احتراقی و دی اکسیدکربن باعث ایجاد خطا در اندازه گیری‌های CO_2 می باشد:

اسید حاصله باعث خوردگی فلزات می شود. $H_2O + CO_2 \longrightarrow H_2CO_3$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3-3 دیگ‌ها Boilers

دیگ ها به دو نوع دیگ آبگرم و دیگ بخار تقسیم می شوند. در دیگ های آبگرم انرژی حرارتی تولید شده توسط مشعل، آب داغ تولید می‌کند و سعی می شود که از تولید بخار جلوگیری به عمل آید، زیرا فشار و دمای بخار به این نوع دیگ ها آسیب می رساند. در دیگ های بخار، آب حاصل بسته به فشار مورد نیاز تبخیر شده و بخار مافوق گرم تولید می کند. دیگ های بخار به دو نوع تقسیم می شوند:

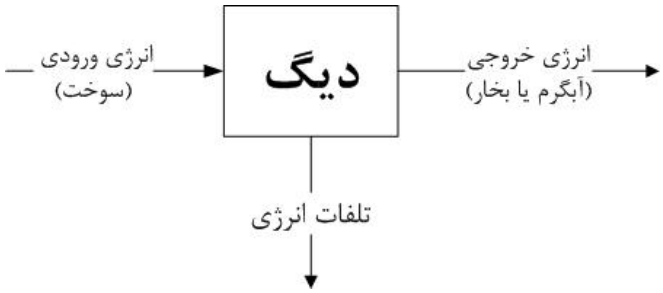
1 – لوله – آتش Fire tube boilers

2 – لوله – آب Water tube boilers

3-3-1 بازده حرارتی یاراندمان دیگ

دو روش برای محاسبه بازده حرارتی در دیگ ها وجود دارد:

الف) به صورت اجمالی یا مستقیم



$$\text{بازده دیگ } \eta = \frac{\text{انرژی خروجی مفید}}{\text{انرژی ورودی}} \times 100$$

انرژی خروجی مفید = $\dot{m}_w(h_{out} - h_{in})$

انرژی ورودی = $\dot{m}_{fuel} \times$ H.H.V ⟶ ارزش حرارتی بالای سوخت $[\frac{kj}{kg}]$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ب) به صورت تفصیلی یا محاسبه تلفات

$$\text{بازده دیگ } \eta = \frac{\text{انرژی ورودی} - \text{تلفات}}{\text{انرژی ورودی}} \times 100$$

رابطه فوق نشان می‌دهد که چنانچه بتوان تلفات انرژی دیگ را به حداقل رساند ، بازده دیگ بالاتر خواهد رفت.

$$\text{If} \quad \text{losses} = 0 \quad \Longrightarrow \quad \eta = \%\,100$$

3-3-2 راهکارهای افزایش راندمان دیگ

برخی از راهکارهای افزایش راندمان دیگ عبارتنند از:

1 – بررسی نسبت سوخت به هوا به صورت دوره ای

2 – تعیین برنامه جهت تصفیه آب کل سیستم به منظور جلوگیری از شکل گیری رسوبات که باعث کاهش انتقال حرارت می شوند.

3 – شناسایی و تعمیر نشتی های بخار

4 – دوده زدایی لوله های بویلر

5 – پیش گرمایش آب تغذیه در دیگ های بزرگ

6- استفاده از سیستم های کنترلی برای مشعل ها جهت تنظیم شدن در شرایط مختلف بارهای حرارتی.

مثال) راندمان حرارتی یک دیگ بخار برابر 85 % می باشد چنانچه این دیگ $250\ \frac{kg}{hr}$ آب با دمای $35^{\circ}C$ را به بخار اشباع در فشار اتمسفر تبدیل نماید. دبی جرمی سوخت مصرفی را محاسبه کنید ؟

ارزش حرارتی سوخت = $39356\ \frac{kj}{m^3}$

چگالی سوخت = $0/7\ \frac{kg}{m^3}$

آنتاپی مایع اشباع در فشار اتمسفر = $417\ {}^{kJ}/_{Kg}$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

آنتاپی بخار اشباع در فشار اتمسفر = $2675^{kJ}/_{Kg}$

حل :

$$\text{بازده } \eta = \frac{\text{انرژی خروجی مفید}}{\text{انرژی ورودی}}$$

انرژی خروجی مفید $= \dot{m}C_p\Delta T + \dot{m}h_{fg}$

انرژی خروجی مفید $= 250\times4/2\times(100-35) + 250\times(2675-417) = 632750\ [\frac{kJ}{hr}]$

انرژی ورودی $= \dot{m}_{fuel} \times H.H.V = [\frac{kg}{hr}]\ \dot{m}_{fuel} \times 39356[\frac{kJ}{m3}] \times \frac{1}{0.7}\ [\frac{m3}{kg}]$

$$= \dot{m}_{fuel}\ 56222/8\ \frac{kj}{hr}$$

$$\Longrightarrow \quad 0.85 = \frac{632750}{\dot{m}_{fuel} \times 56222/8} \quad \Longrightarrow \quad \boxed{\dot{m}_{fuel} = 13.2\ \frac{kg}{hr}}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4-3 سیستم های تولید همزمان برق و حرارت CHP

بعد از بحران نفت در سال 1973 و افزایش قیمت نفت، کشورهای صنعتی با مشکل بزرگی مواجه شدند و راهکارهای جدیدی را برای رهایی از وابستگی به سوخت های فسیلی و صرفه جویی در مصرف انرژی در صنایع وابسته به سوخت های فسیلی و همچنین بالا بردن تکنولوژی ها به دو منظور کاهش مصرف انرژی در صنایع و استفاده بهینه از انرژی به کار بردند.

از جمله این فعالیت ها می‌توان به مواردی همچون افزایش تولید زغال سنگ، استفاده از منابع انرژی های تجدیدپذیر، توسعه نیروگاههای هسته ای، صرفه جویی در مصرف انرژی، عایق های حرارتی پیشرفته، افزایش کارآیی منابع حرارتی (بویلرها و ...)، زباله سوزها و نیروگاههای زباله سوز و تولید مشترک حرارت و توان (که مورد بحث این کتاب نیز می باشد) اشاره کرد.

در نیروگاه های مرسوم حرارتی تنها یک سوم انرژی موجود و حاصل از سوختن نفت (فرآورده های آن) یا زغال سنگ به توان الکتریکی تبدیل می‌شود و دو سوم انرژی از طریق آب نیم گرم در برج های خنک کننده و (البته مقدار کمی) در مسیر فرآیند اتلاف می شود.

تغییر در طراحی و عملکرد یک نیروگاه تولید توان به تولید مشترک حرارت سودمند و توان، کاربرد و استفاده از انرژی را توسعه می بخشد. البته حرارت به دست آمده بایستی کیفیت، مقدار و دمای بالا و کافی را برای آب گرم مورد نیاز خانگی، تجاری و ساختمان های عمومی یا بخار مورد نیاز صنایع را جهت فرآیندهای آن تأمین نماید.

تولید همزمان دو شکل مختلف انرژی مفید و مورد استفاده را با بکارگیری یک منبع اولیه انرژی، Cogeneration یا تولید همزمان می گویند.

دو شکل مختلف انرژی عبارتست از:

- انرژی الکتریکی و انرژی حرارتی
- انرژی مکانیکی و انرژی حرارتی

کاربرد آن در بعضی از صنایع می باشد که همزمان به انرژی الکتریکی و بخار فشار پائین جهت فرآیند نیاز دارند.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

معمولا برق مورد نیاز واحدهای صنعتی، ساختمان های تجاری و ساختمان های مسکونی از نیروگاه های عمده کشور تأمین می شود. در حالی که نیاز حرارتی تمام آنها در همان محل تولید می گردد.

اما روش دیگری که از دیرباز وجود داشته و امروزه توجه بیشتری را معطوف خود کرده، تولید مشترک برق و حرارت می‌باشد که عبارتست از تولید همزمان برق، یا توان محوری و حرارت مفید توسط یک سیستم.

سال ها پیش این فناوری برای اولین بار در نیروگاه های سیکل بخار بکار رفته و از بخار استخراج شده از سیکل برای مصارف گرمایشی کارخانه و واحدهای اطراف آن استفاده می شده است.

این عمل گر چه کمی باعث کاهش راندمان نیروگاه بوده اما با تأمین حرارت مورد نیاز واحد از مصرف حجم زیادی سوخت جلوگیری می کرده است.

خوشبختانه این ایده تنها به نیروگاه های بخار محدود نشد و در طی این سال ها، به ویژه در سال های اخیر، فناوری تولید مشترک برق و حرارت، که بهره وری بالایی را در مصرف انرژی به دنبال دارد، به سایر مولدهای تولید قدرت (مکانیکی یا الکتریکی) گسترش داده شد.

به عبارت دیگر امروزه می توان با پیشرفت های صورت گرفته، هر سیستم مولد قدرتی با هر اندازه و کاربرد را به صورت یک واحد مشترک طراحی نمود.

به این ترتیب علاوه بر تولید توان الکتریکی یا مکانیکی توسط دستگاه، امکان استحصال حرارت اتلافی مولد یا موتور به صورت انرژی گرمایی قابل استفاده وجود دارد.

امروزه به دلیل توجه خاصی که به این نوع سیستم ها می شود و نیز اهمیت کاربرد آن در دنیای امروز و نهادینه کردن فرهنگ استفاده از آن، در ادبیات مهندسی به جای اصطلاح دیر آشنای Cogeneration از عنوان « سیستم ترکیبی حرارت و قدرت » Combined Heat & Power (CHP) استفاده می شود.

بنابراین سیستم CHP در اصل یک فناوری جدید محسوب نمی شود. اما آن چنان پیشرفت و گسترش یافته است که کمتر شباهتی با مفهوم کلمه مترادفش، Cogeneration دارد.

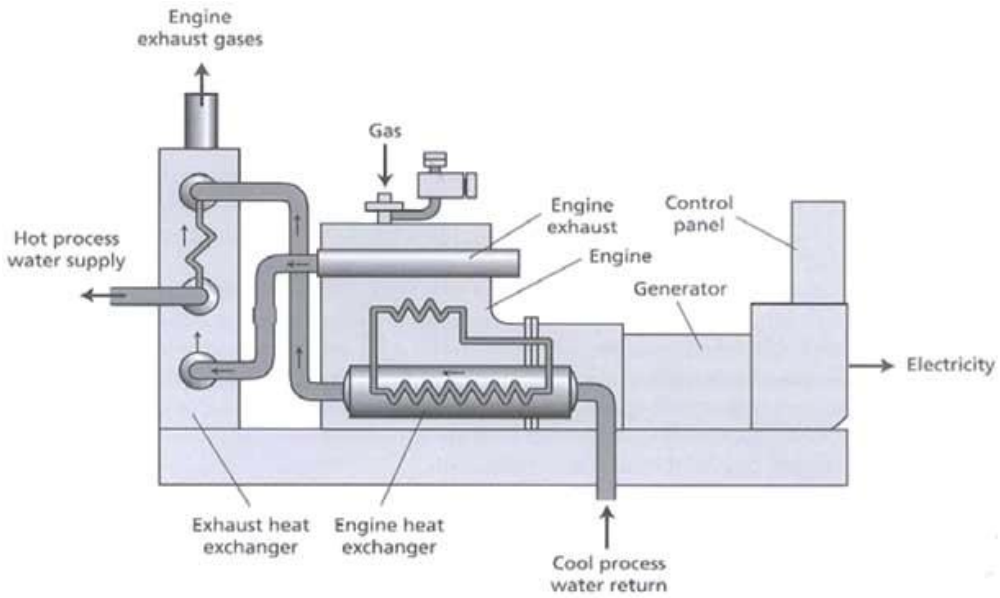
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

همانطور که گفته شد سیستم های CHP غالباً برای تولید برق و حرارت به صورت همزمان طراحی می‌شود. یک محرک اولیه (موتور یا توربین) انرژی شیمیایی سوخت را آزاد نموده و به توان مکانیکی در محور خروجی تبدیل می‌کند.

در این موارد، محور محرک با یک ژنراتور کوپل شده و توان الکتریکی تولید می شود، از طرف دیگر، حداکثر راندمان موجود برای محرک اولیه دستگاه و مولد کمتر از 50% است و این به معنی اتلاف بیش از نیمی از انرژی سوخت به صورت حرارت می باشد.

در این نوع سیستم، منابع اتلاف این حرارت، که عبارتند از گازهای خروجی از محرک اولیه، سیکل خنک کن و روغن روغنکاری، شناسایی شده و با قرار دادن مبدل های حرارتی، گرمای اتلافی به شکل حرارت با دمای بالا (حرارت قابل استفاده) بازیافت می شود.

با فراهم شدن امکان استحصال حرارت اتلافی در سیستم تولید مشترک برق و حرارت خصوصیات منحصر به فرد این سیستم به دست می آید.



نوعی سیستم تولید مشترک برق و حرارت

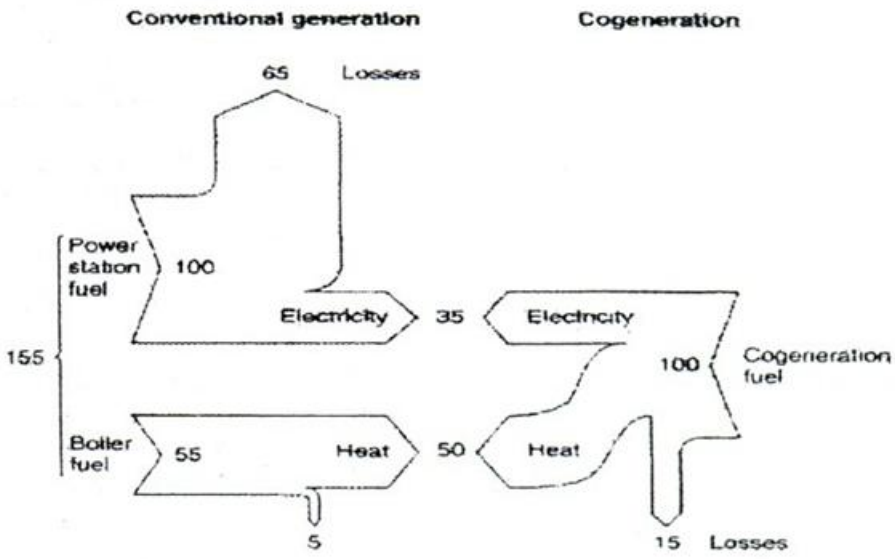
دستگاه CHP بهترین بهره وری در مصرف انرژی سوخت را دارد. به گونه ای که متوسط راندمان یک مولد برق در حدود 35% و متوسط راندمان یک بویلر 90% است.

در حای که یک سیستم CHP با تولید هر دوی این محصولات راندمانی بیش از 85% دارد.

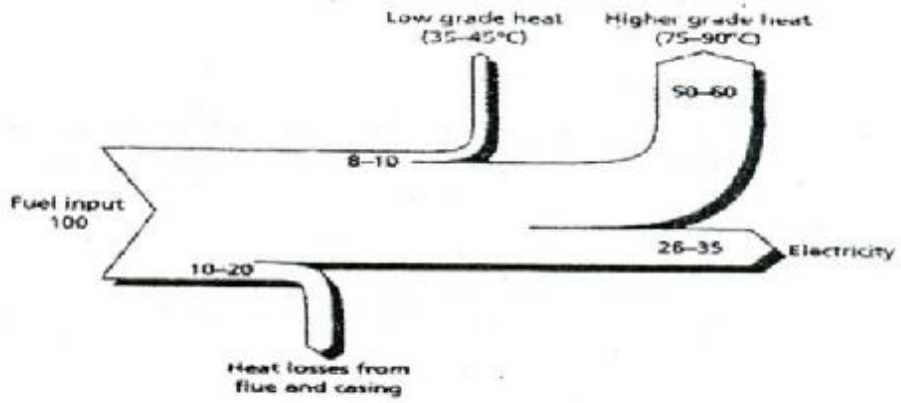
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

یعنی راندمان الکتریکی آن حدود 35% و راندمان حرارتی (منظور از راندمان حرارتی عبارتست از انرژی حرارتی تولید شده به انرژی سوخت مصرفی) 50% است.

از طرف دیگر در مقایسه با سیستم های تولید برق و تولید حرارت متشابه رایج که به صورت مجزا هستند، حدود 35% سوخت کمتری مصرف می کند.



مقایسه یک واحد CHP با نوع متداول



Energy balance of a typical CHP unit

بالانس انرژی یک واحد CHP

همچنین از دید ملی، این صرفه جویی در مصرف سوخت می تواند چه از طریق صادرات و چه از طریق فراهم آمدن شرایطی برای استفاده های سودمندتر از سوخت فسیلی مزیت محسوب شود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

به علاوه استفاده هر چه کمتر از سوخت های فسیلی باعث کاهش آلاینده های محیط زیست می شود.

سیستم های CHP نه تنها توسط فیلترهایی از آزاد شدن آلاینده هایی مانند NO_X ، CO_2 ، CO و UHC جلوگیری می کند، بلکه کاهش 35 درصدی سوخت در این دستگاه ها نقش بزرگی در کم شدن تولید آنها دارد.

سیستم CHP در زمینه‌های مختلف صنعتی و کشاورزی (به ویژه گلخانه ها)، تجاری (Commercial) و مسکونی (residential) استفاده می شود و بنابراین اندازه های متنوعی از آن وجود دارد.

اندازه سیستم CHP بر حسب توان الکتریکی تولیدی آن بیان می شود و در یک طبقه بندی رایج در سه طیف عمده تقسیم بندی می شود .

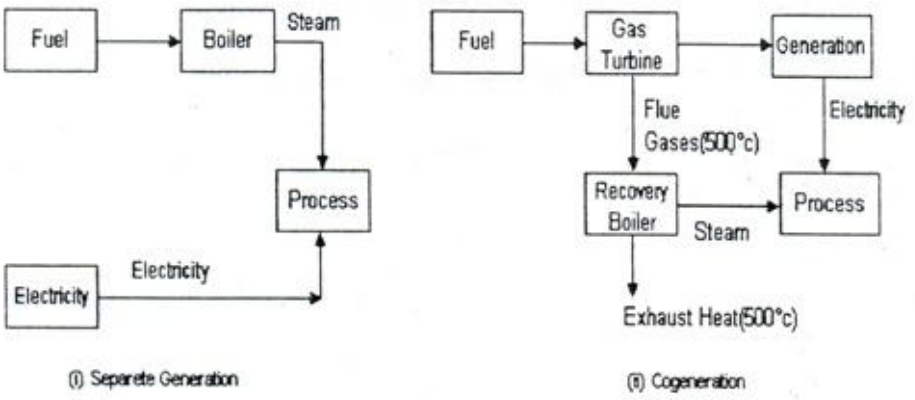
Large- Scale CHP	>1 Mwe
Small - Scale CHP	>1 Mwe
Mini - Scale CHP	>30 Mwe

گر چه به طور قطع نمی توان زمینه استفاده CHP ها را بر این تقسیم بندی منطبق دانست اما عموما اندازه های بیش از چند مگاوات را در بخش صنعت، کمتر از 1^{MWE} را در بخش تجاری و اندازه های کوچک را در مصارف خانگی استفاده می کنند.

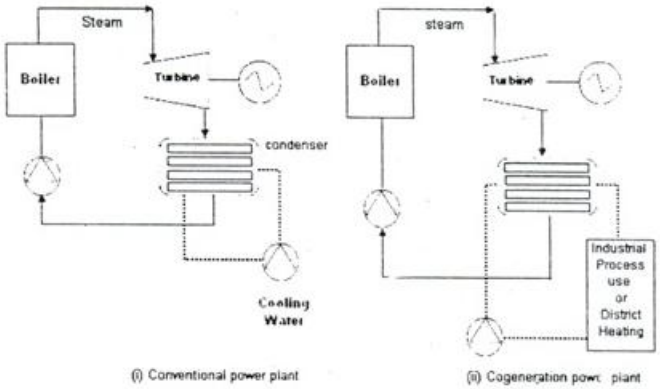
البته مجدداً لازم به یادآوری است که استفاده از CHP تنها در تولید برق و آب داغ یا بخار کم فشار محدود می‌شود و اتفاقا در اندازه های بزرگتر آن از توان محور برای بکار انداختن کمپرسورهای چیلر، یخچال های صنعتی و یا هوای فشرده و از حرارت استحصالی برای گرمایش محیط به طور مستقیم، چیلرهای جذبی و حرارت مورد نیاز فرآیندهای صنعتی مانند خشک کن استفاده می شود.

تفاوت بین سیستم تولید مشترک (CHP) و سیستم تولید مجزا و متداول در شکل زیر نشان داده شده است. همچنین در قسمت دوم شکل دو نیروگاه متداول و تولید مشترک مشخص شده است.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

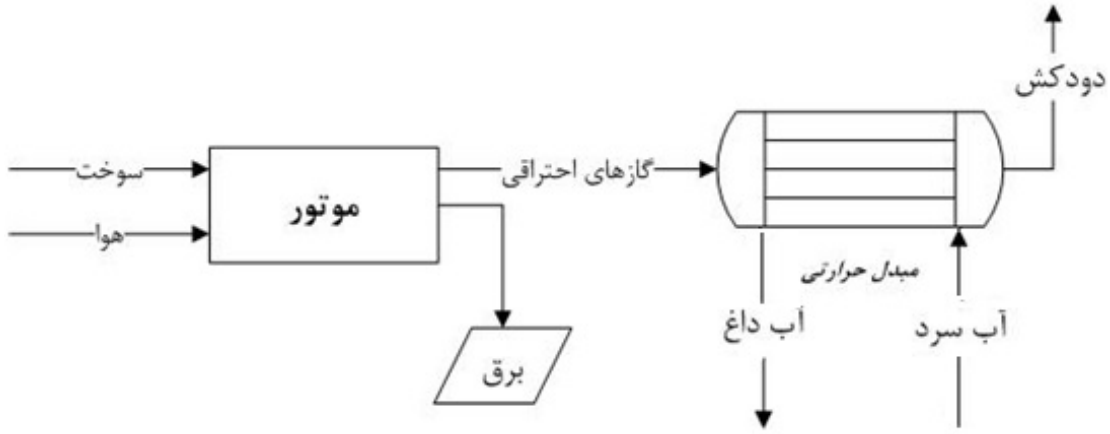


مقایسه سیستم مجزای تولید توان و حرارت با سیستم تولید مشترک در صنعت



سیستم های CHP غالباً برای تولید برق و حرارت به صورت همزمان از یک منبع انرژی توسط یک سیستم یکپارچه طراحی می شوند. فن‌آوری های CHP می‌تواند توسط توربین های گازی، بخار و یا موتورهای احتراق داخلی تأمین شوند. این نوع سیستم ها در بعضی از صنایع که به طور همزمان به انرژی الکتریکی و بخار (بخار فشار پایین) جهت انجام فرآیندهای صنعتی نیاز دارند استفاده می شود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



سیستم تولید همزمان برق و آبگرم CHP

مثال) طراحی قصد دارد جهت تأمین برق و آبگرم مصرفی تأسیسات یک ساختمان از سیستم CHP به صورت موتور ژنراتور دیزل به همراه مبدل استفاده نماید. بازده موتور انتخابی 35 % و مصرف سوخت آن معادل 400 kw می باشد همچنین دمای آب سرد ورودی به مبدل $30\ ^0C$ ودمای آبگرم مصرفی مد نظر $70\ ^0C$ می باشد. چنانچه مقدار انرژی خروجی از دودکش معادل 60 کیلووات باشد، مقدار توان و آبگرم تامین شده توسط سیستم را با چشم پوشی از اتلافات حرارتی محاسبه نمایید ؟

حل)

$$\text{بازده موتور} = \frac{\text{توان تولیدی}}{\text{ارزش سوخت مصرفی (توان)}}$$

$$0.35 = \frac{P}{400} \Longrightarrow P = 140\ (kw)$$

توان حرارتی گازهای خروجی از موتور = 400 – 140 = 260 kw

مقدار انرژی انتقال داده شده به سیال = 260 – 60 = 200 kw

$$\dot{Q} = \dot{m} C_P \Delta T \implies 200 = \dot{m} \times 4.2 \times (70 - 30) \implies \dot{m} = 1.19\ kg/s$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فصل 4

مدیریت هوشمند ساختمان

(BMS)

مقدمه:

امروزه با افزایش شدید جمعیت شهرها و در نتیجه ایجاد برج‌های اداری و مسکونی، استفاده از سیستم مدیریت ساختمان (BMS) به منظور ارتقاء سطح خدمات ساختمانی متناسب با پیشرفت‌ها و فناوری روز و دستیابی به مصرف بهینه انرژی بیش از پیش متداول گشته است. چنانچه این مجموعه‌های ساختمانی از حساسیت‌های ویژه امنیتی، سیاسی و یا اقتصادی مانند وزارت‌خانه‌ها برخوردار باشند، ضرورت بکارگیری سیستم مدیریت ساختمان اجتناب‌ناپذیر خواهد شد.

روش‌های قدیمی کنترل و مدیریت ساختمان محدود به مباحث بهینه‌سازی مصرف انرژی و مدیریت سیستم‌های تهویه مطبوع و کنترل جداگانه و محلی اجزای ساختمان بوده است. با پیشرفت فناوری ارتباطات، مخابرات و رایانه با کاهش هزینه‌های بکارگیری از این سیستم‌ها، محدوده وظایف سیستم مدیریت و اتوماسیون گسترش یافته و هم اکنون شامل سیستم‌های متعددی می‌باشد که به طور همزمان و موازی کار مدیریت و کنترل ساختمان را انجام می‌دهند. به عبارت دیگر یک ساختمان هوشمند (Intelligent Building) خواهیم داشت. استفاده صحیح از سیستم‌های فوق منجر به افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و صرفه‌جویی انرژی خواهد شد، به طوری که صرفه‌جویی‌های ناشی از بکارگیری این سیستم‌ها در مدت زمان کوتاهی موجب جبران هزینه‌های مربوطه می‌شود.

1-4 اهداف بکارگیری سیستم مدیریت ساختمان

به طور کلی هر سیستم مدیریت ساختمان اهداف و وظایف زیر را دنبال می‌کند:

- بهبود کارایی و عملکرد سیستم‌های ساختمان
- کاهش نیروی انسانی و خطاهای ناشی از عملکرد افراد
- افزایش بهره‌وری خصوصا در زمینه‌های نیروی انسانی

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- اتوماسیون قابل انعطاف در تمامی اجزای ساختمان
- بهینه‌سازی و جلوگیری از مصرف بیهوده سوخت و انرژی الکتریکی
- تثبیت محدوده آسایش حرارتی ساکنین ساختمان
- کاهش استهلاک تجهیزات و هزینه‌های مربوطه
- کاهش هزینه‌های سرویس- نگهداری تاسیسات حرارتی
- کاهش تولید و انتشار آلاینده‌های زیست محیطی

افزایش سطح رفاه و بوجود آمدن محیطی مناسب جهت کار پرسنل شاغل در ساختمان آشکار می‌گردد.

برآورد کردن اهداف فوق در ساختمان‌ها و ادارات کوچک و یا خانه‌ها ممکن است، فعلا توجیه اقتصادی نداشته باشند ولی استفاده از سیستم BMS در سازمان‌ها و ادارات بزرگ هم اکنون بسیار متداول و معمول شده و هر ساله صرفه‌جویی اقتصادی عظیمی را برای کشورهای صنعتی به ارمغان می‌آورد.

2-4 عملکرد ساختمان هوشمند

یک ساختمان هوشمند بنا به تعریف انستیتو ساختمان‌های هوشمند بنایی است که با استفادهٔ بهینه از چند عنصر پایهٔ: سازه و سیستم و خدمات و مدیریت و روابط درونی آنها، محیطی مناسب و دارای صرفهٔ اقتصادی ایجاد نماید. در ساختمان هوشمند بسیاری از اعمالی که ساکنان از روی عادت و بصورت غیرارادی انجام می‌دهند توسط سیستم‌های هوشمند انجام می‌گردد که باعث صرفه‌جویی در زمان و هزینهٔ نیروی انسانی می‌گردد.

در جهت کاهش هزینه‌های صنعت ساختمان و استفاده بهینه از تکنولوژی و بکارگیری فناوری ارتباطات و رایانه عملکرد سیستم‌های مدیریت و اتوماسیون ساختمان چشمگیرتر می‌گردند که در مجموع صرفه‌جویی انرژی را در برخواهد داشت بطوریکه صرفه‌جویی‌های ناشی از بکارگیری این سیستم‌ها در مدت زمان کوتاهی موجب جبران هزینه‌های مربوطه می‌شود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

سیستمهای کنترل هوشمند دارای انعطاف بالایی خواهند بود که می‌توان براحتی آنها را با نیازهای مختلف منطبق نمود. همچنین در هنگام بهره‌برداری براحتی می‌توان عملیات تغییر و بهینه‌سازی برای راهبری بهتر و کاهش هزینه‌های انرژی و کاهش هزینه‌های تعمیراتی را انجام داد.

با بکارگیری انواع و اقسام سنسورهای حسی در داخل و خارج ساختمان و با بکارگیری یک شبکه و سیستم واحد می‌توان بصورت دائمی اطلاعات دما، فشار، رطوبت، دبی هوا، میزان اکسیژن و دی اکسید کربن را در اختیار داشت و از آنها در جهت رسیدن به شرایط ایده‌آل استفاده کرد. در یک ساختمان هوشمند با امکانات نرم‌افزاری بوجود آمده می‌توان نمودارهای مختلفی را بر حسب زمان در اختیار داشت و از آنها در جهت بهبود کیفی شرایط زیستی و حداکثر استفاده از هوای طبیعی را برای ساکنین بوجود آورد. در زمان کارکرد سیستم هوشمند ساکنان در جهت صرفه‌جویی مصرف انرژی حق باز کردن پنجره‌ها را نخواهند داشت و در ساختمانهای اداری قبل از اتمام ساعت کار این سیستم بصورت اتوماتیک و متناوب شروع به خاموش کردن سیستمهای تهویه مطبوع می‌کند.

در یک ساختمان هوشمند با امکانات بوجود آمده می‌توان در هر زمان میزان انرژی بر پایه مصرف انرژی سوخت و برق را بدست آورد و از آن در جهت کاهش مصرف انرژی و بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان بهره برد. **(مبحث نوزدهم - مقررات ملی ساختمان)**

بیشترین مصرف انرژی در ساختمان توسط سیستم روشنایی بوجود می‌آید که با هوشمندسازی این سیستم می‌توان از اتلاف انرژی تا حد زیادی جلوگیری کرد که این عمل با ترکیب روشنایی روز و روشنایی مصنوعی به بهترین نحو و خاموش کردن چراغها در زمان بدون مصرف بوجود می‌آید. سیستم‌های مدرن مدیریت ساختمان امروزه بر پایه وب- web base– نگاشته می‌شوند که بزرگترین حسن آن در بکارگیری امتیازات شبکه جهانی اینترنت و کنترل ساختمان از راه دور توسط سیستم‌های ارتباطی متداول در دنیا است به اینصورت

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

که با راه‌اندازی سایت ساختمان موردنظر و با وارد کردن شناسه کاربری و رمز عبور می‌توان از هر مکانی بر ساختمان احاطه داشت.

در اینگونه ساختمان‌ها می‌توان با نصب تابلوهای نمایشگر الکترونیکی در مکانهای خاص ساختمان و نمایش دادن اطلاعات مختلف از سیستمهای کنترلی ساختمان زندگی را برای ساکنین لذت‌بخش کرد.

گزیده‌ای از ویژگی‌های یک ساختمان هوشمند به قرار زیر می‌باشد:

در این نوع از ساختمان‌ها بسیاری از اعمالی که کارکنان از روی عادت و طبق یک روال مشخص انجام می‌دهند توسط سیستم هوشمند انجام می‌گیرد. انجام این امور توسط این سیستم باعث صرفه‌جویی در وقت و انرژی کارکنان شده و امکانات رفاهی بیشتر را برای آنان فراهم می‌کند.

ساختمان مجهز به حسگرهای متعددی در سقف اتاق‌ها، راهروها و مکان‌های مختلف می‌شود که از این طریق به شکل پیوسته اندازه‌گیری دما، رطوبت، جریان هوا، میزان نور، میزان اکسیژن و دی اکسید کربن اندازه‌گیری می‌شود. توسط برخی از این حسگرها حتی سیستم می‌تواند حضور انسان‌ها را تشخیص داده و تعداد آنها را تخمین بزند. با آمار به دست آمده توسط حسگرها تهویه مناسب برای کارکنان انجام می‌گیرد.

امکان کنترل ساختمان از راه دور توسط وسایل ارتباطی مختلف از قبیل موبایل، رایانه و ... وجود دارد.

مهار احتراق در ساختمان به طریق موثر و به سرعت انجام می‌گیرد. عملیات مهار حریق بدون آسیب‌رسانی به اشخاص و سایر تجهیزات ساختمان انجام می‌شود.

رفت و آمد تمامی افراد تحت نظر سیستم مدیریت هوشمند ساختمان و با توجه به سطح دسترسی آنها صورت می‌پذیرد. حضور و غیاب اشخاص و مدت زمان کاری آنها توسط سیستم محاسبه می‌شود.

در یک ساختمان هوشمند میزان مصرف انرژی در هر پریود زمانی اندازه‌گیری و ذخیره می‌شود. از این اطلاعات بعداً برای بهینه‌سازی مصرف انرژی استفاده می‌شود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

سیستم جابجایی افراد و حمل و نقل تجهیزات به نحوی برنامه‌ریزی می‌شود که در حداقل زمان و مسیر ممکن بیشترین مسافر و یا بار را جابجا کند.

کنترل و دسترسی از راه دور از هر نقطه از دنیا با استفاده از شبکه اینترنت امکان‌پذیر است. کاربر با وارد کردن کد دسترسی می‌تواند تغییراتی در سیستم مدیریتی ساختمان به وجود آورده و از راه دور اعمال‌نظر کند. این اعمال‌نظر می‌تواند حتی مربوط به جزییاتی مثل تغییر دمای یک اتاق باشد.

مدیران ساختمان می‌توانند با داشتن تجهیزات رایانه‌ای به راحتی از طریق شبکه رایانه‌ای که متناسب با ساختمان طراحی شده است با یکدیگر ارتباط صوتی و تصویری داشته و به تبادل نظرات و حتی کنفرانس ویدیویی بپردازند.

با ایجاد شبکه رایانه‌ای مناسب برای ساختمان و با اختصاص دادن پست الکترونیکی به مدیران، معاونان و حتی کارکنان، دریافت و ارسال مدارک بدون استفاده از کاغذ و لوازم هزینه‌بر را در داخل ساختمان و با سازمان‌های دیگر امکان‌پذیر است. با ایجاد این شبکه رد و بدل مدارک در عرض چند ثانیه انجام می‌گیرد.

سیستم روشنایی، متناسب با شرایط روز نوررسانی را تنظیم کرده و مصرف را به حداقل می‌رساند. در ساعات غیراداری تجهیزات روشنایی به طور اتوماتیک خاموش شده و از هدرروی انرژی جلوگیری می‌شود.

رفت و آمد پرسنل شاغل در ساختمان تحت کنترل بوده و سیستم اجازه عبور و دسترسی افراد به اتاق‌های مختلف را می‌دهد.

3-4 اجزای یک ساختمان هوشمند ایده‌آل

در حال حاضر یک سیستم مدیریت ساختمانی وظیفه کنترل، مدیریت و نظارت بر زیرسیستم‌هایی را دارد که در ادامه آمده است:

1- تهویه مطبوع

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2- روشنایی

3- جابجایی نفرات و حمل و نقل تجهیزات

4- اطلاع رسانی (Information panels)

5- کنترل تردد

6- شناسایی، اعلام و اطفاء حریق (FADS)

7- دوربین مدار بسته

8- تلفن سانترال

9- کنفرانس ویدیویی

10-شبکه اینترنت

11-پست الکترونیکی

ویژگی‌های منحصر به فرد استفاده از سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه در مقایسه با سایر روش‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی:

مستقل بودن عملکرد سیستم از مساحت زیربنای ساختمان

با افزایش مساحت زیربنای ساختمان، مصرف سوخت و انرژی آن نیز به نسبت ساختمان‌های کوچک‌تر افزایش می‌یابد و موجب می‌شود تا اجرای روش‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های بزرگ‌تر، پرهزینه‌تر شود. به عنوان مثال در صورتی که مساحت پنجره‌های هر ساختمان 15% مساحت کل ساختمان در نظر گرفته شود در یک ساختمان با مساحت 10/000 مترمربع، مقدار و هزینه اجرای پنجره دوجداره 5 برابر مقدار و هزینه اجرای آن در یک ساختمان با مساحت 2000 مترمربع می‌باشد و به همین ترتیب برای اجرای روش‌های دیگری مانند: عایق حرارتی، عایق‌های حرارتی دیوار و کف و سقف، شیرهای ترموستاتیک رادیاتور.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

برخلاف روش‌های فوق، سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه دارای ویژگی منحصر به فرد و متمایز «مستقل بودن عملکرد از مساحت بنای ساختمان» می‌باشند. به عبارت دیگر در موتورخانه هر ساختمان، صرف‌نظر از مساحت آن، تنها با نصب یک دستگاه با هزینه‌ای ثابت و حداقل، موتورخانه هوشمند می‌گردد. دلیل این ویژگی منحصر به فرد در تعداد مشعل‌ها و دیگ‌های هر موتورخانه است. تعداد و ظرفیت حرارتی مشعل‌ها و دیگ‌های تأسیسات حرارتی هر ساختمان (مصرف کنندگان سوخت) با مساحت آن نسبت مستقیم دارد و همواره تعداد مشعل‌ها و ترکیب ظرفیت حرارتی آن‌ها به نحوی است که علاوه بر تأمین بار حرارتی مورد نیاز ساختمان، موجب افزایش هزینه‌های اجرایی نیز نگردند. طبق تحقیقات انجام شده در سطح موتورخانه‌های کشور در بیش از 99% ساختمان‌های موجود تعداد دیگ‌ها و مشعل‌ها حداکثر 3 دستگاه می‌باشد. در ساختمان‌های کوچک با مساحت زیر 2000 مترمربع، ظرفیت حرارتی مشعل‌ها و دیگ‌ها پایین و در حدود 100000- 150000 kcal/h می‌باشد و با افزایش مساحت ساختمان با ثابت ماندن تعداد دیگ و مشعل، ظرفیت حرارتی آن‌ها افزایش می‌یابد و حتی به حدود 1000000 kcal/h و یا بیشتر نیز می‌رسد.

عملکرد هر خروجی مشعل یا پمپ در سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه به شکلی است که به صورت سریال (سری) در مدار برق این تجهیزات قرار گرفته و صرف‌نظر از ظرفیت جریانی و آمپراژ آن‌ها با فرمان ON/OFF در زمان‌های مقتضی آن‌ها را کنترل می‌نماید.

پیک‌زدایی مصرف سوخت در اوج سرما

اوج مصرف گاز در فصل سرما از ساعت 17 تا ساعات اولیه بامداد می‌باشد. این محدوده زمانی مقارن با غروب خورشید و کاهش دمای هوا و نیاز به افزایش فرآیند گرمایشی ساختمان می‌باشد (افزایش درجه حرارت بخاری‌های گازسوز، افزایش درجه ترموستات دیگ در ساختمان‌های دارای موتورخانه مرکزی و یا افزایش تعداد رادیاتورهای فعال در هر واحد ساختمانی). نکته قابل توجه دیگر، زمان پایان ساعت کاری ادارات،

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مجتمع‌های عمومی و تجاری و مدارس می‌باشد که دقیقاً همزمان با ساعات اوج مصرف گاز می‌باشد. این مهم در کنار قابلیت ویژه و منحصر به فرد سیستم‌های کنترل هوشمند که توانایی خاموشی و یا اعمال دمای آماده‌باش مصرف موتورخانه ساختمان‌های غیرمسکونی پس از پایان ساعت کاری را دارند مفهوم ویژه‌ای را پدید می‌آورد: پیک‌زدایی مصرف در اوج سرما

از مصرف گاز سالانه تأسیسات حرارتی هر ساختمان در حدود 20% آن مربوط به فصل گرما (متوسط 7 ماه سال) و در حدود 80% آن مربوط به فصل سرما (متوسط 5 ماه یا 150 روز در سال) می‌باشد.

همچنین در بسیاری از ساختمان‌های اداری و مدارس، موتورخانه در تابستان خاموش و تنها در زمستان مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. بنابراین در این دسته از ساختمان‌ها عملاً 100% صرفه‌جویی حاصل از عملکرد سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه مربوط به فصل سرما خواهد بود. که طبیعتاً میزان اثربخشی آن بر روی جبران پیک مصرف نیز بسیار محسوس و قابل تأمل می‌باشد.

در حدود 80% از حجم گاز صرفه‌جویی شده حاصل از عملکرد سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه در فصل سرما مربوط به خاموشی یا دمای آماده‌باش موتورخانه پس از پایان ساعت کاری ساختمان‌های غیرمسکونی و از ساعت 17 تا ساعت‌های اولیه بامداد می‌باشد که همزمان با ساعت اوج مصرف گاز است.

پیک‌های مصرف گاز در ساختمان‌های غیرمسکونی و اداری طی دو نوبت یکی صبح‌ها به هنگام شروع کار ادارات و دیگری در هنگام ظهر و موقع نماز و ناهار و استفاده از آب گرم مصرفی می‌باشد که البته اثرات آن بر روی مصرف گاز شبکه ناچیز می‌باشد ولی با این وجود در صورت استفاده از سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه با توجه به افزایش دمای هوا به هنگام ظهر و نیاز گرمایش کمتر در این مقطع زمانی نیز پیک‌زدایی صورت می‌پذیرد.

کنترل مستقیم و از مبدأ تجهیزات حرارتی ساختمان

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

با اجرای روش‌های مختلف بهینه‌سازی در ساختمان‌هایی که دارای سیستم حرارت مرکزی می‌باشند، فرآیند صرفه‌جویی و کاهش مصرف سوخت نهایتاً منجر به تقلیل زمان کارکرد مشعل‌ها به دو صورت مستقیم و یا غیرمستقیم می‌گردد.

سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه به طور مستقیم علاوه بر کنترل زمان روشنی- خاموشی مشعل‌ها، پمپ‌های آب گرم چرخشی را نیز با منطقی هماهنگ و سازگار با برنامه کارکرد مشعل‌ها، متناسب با تغییرات دمای خارج ساختمان و شرایط مطلوب دمای آب گرم مصرفی کنترل می‌نماید.

این ویژگی منحصر به فرد (کنترل تجهیزات در مبدأ) باعث می‌گردد تا دمای آب گرم چرخشی تنها به اندازه مورد نیاز و تا برقراری شروط مصارف گرمایشی افزایش یابد. در غیر این صورت همواره دمای آب گرم چرخشی در بالاترین حد خود بوده و با اجرای روش‌های بهینه‌سازی در محل مصرف می‌بایست از اتلاف آن جلوگیری نمود. علاوه بر آن کنترل مستقیم پمپ‌های آب گرم چرخشی به میزان قابل ملاحظه‌ای در مصرف انرژی الکتریکی، صرفه‌جویی شده و هزینه‌های استهلاک و سرویس- نگهداری نیز به شدت کاهش می‌یابند.

بهینه‌سازی مضاعف مصرف سوخت در ساعت‌های تعطیلی ساختمان‌های غیرمسکونی

قابلیت‌های کنترلی سیستم‌های هوشمند موتورخانه موجب صرفه‌جویی در مصرف سوخت به دو صورت زیر می‌گردند:

الف) کنترل مصارف گرمایشی در زمان کارکرد و بهره‌برداری از موتورخانه

ب) امکان خاموشی و یا آماده‌باش موتورخانه در دمایی ثابت و پایین پس از ساعت کاری در ساختمان‌های غیرمسکونی

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ساختمان‌ها به لحاظ کاربری به دو دسته مسکونی و غیرمسکونی (اداری- آموزشی- عمومی- تجاری) تقسیم می‌شوند. در ساختمان‌های مسکونی از موتورخانه به صورت پیوسته و دائم به منظور تأمین مصارف گرمایشی استفاده می‌شود و صرفه‌جویی ناشی از عملکرد سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه در این دسته از ساختمان‌ها صرفاً به لحاظ اعمال تغییرات دمای خارج ساختمان و کنترل دمای آب گرم مصرفی می‌باشد و صرفه‌جویی در این ساختمان‌ها تا 20% امکان‌پذیر است.

در ساختمان‌های غیرمسکونی مانند ادارات و مدارس به دلیل استفاده‌ی منقطع و غیرپیوسته از ساختمان، امکان خاموشی و یا آماده‌باش موتورخانه پس از ساعت کاری نیز وجود دارد. بهره‌برداری از این پتانسیل تنها توسط سیستم‌های کنترل هوشمند امکان‌پذیر می‌باشد. به عنوان مثال در مدرسه‌ای که ساعت کاری آن از ساعت 7 صبح تا 16 عصر می‌باشد، و جمعه‌ها نیز تعطیل است، تنها از محل خاموشی موتورخانه پس از ساعت کاری بیش از 55% صرفه‌جویی حاصل می‌شود در صورتی که صرفه‌جویی زمان کارکرد موتورخانه نیز به آن اضافه گردد این رقم صرفه‌جویی به حدود 65% افزایش می‌یابد.

در سایر روش‌های بهینه‌سازی، صرفه‌جویی در مصرف سوخت تنها در زمان کارکرد موتورخانه ممکن می‌باشد و قادر به استفاده از پتانسیل بالای صرفه‌جویی زمان تعطیلی در ساختمان‌های غیرمسکونی نمی‌باشند.

صرفه‌جویی هوشمند در پیش راه‌اندازی و تسریع در خاموشی (یا دمای آماده‌باش) موتورخانه ساختمان‌های غیرمسکونی

یکی دیگر از پتانسیل‌های قابل ملاحظه صرفه‌جویی در مصرف سوخت ساختمان‌های اداری- آموزشی، استفاده از قابلیت‌های هوشمند پیش راه‌اندازی و تسریع در خاموشی یا آماده‌باش سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه در ساختمان‌های غیرمسکونی می‌باشد. سیستم‌های کنترل هوشمند قادر می‌باشند طبق برنامه جدول زمانی و متناسب با سردی هوای خارج ساختمان موتورخانه‌ها را از چندین ساعت زودتر از ساعت شروع به کار ساختمان روشن و یا از دمای آماده‌باش به شرایط تابع حرارتی برسانند. همچنین با توجه به دمای هوای خارج ساختمان و

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

در ساعات انتهایی کار ساختمان، تا 1 ساعت زودتر موتورخانه را خاموش و یا به دمای آماده‌باش می‌برند که موجب صرفه‌جویی هوشمند در مصرف سوخت می‌گردد.

دوره مؤثر صرفه‌جویی و بهینه‌سازی مصرف سوخت (12 ماه سال)

سیستم‌های کنترل هوشمند برخلاف سایر روش‌های بهینه‌سازی (به استثناء عایق‌کاری موتورخانه و سیستم‌های لوله‌کشی) که تنها در دوره سرما و پنج یا شش ماه سال قادر به صرفه‌جویی و بهینه‌سازی مصرف سوخت ساختمان می‌باشند، به دلیل کنترل دمای آب گرم مصرفی با دو دمای حداقل و حداکثر در طی شبانه روز در تابستان‌ها نیز به میزان قابل ملاحظه‌ای مصرف سوخت را کاهش می‌دهند و بدین ترتیب به صورت لحظه‌ای در 12 ماه سال فعال می‌باشند.

زمان مناسب نصب و بهره‌برداری از سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه

مدت زمان نصب و راه‌اندازی سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه بسیار کوتاه و بطور متوسط در حدود 3 ساعت می‌باشد که بدون انجام هیچگونه تغییرات مکانیکی در موتورخانه انجام می‌گردد.

به همین علت این روش در هر زمان از سال قابل اجرا می‌باشد و هیچگونه وقفه‌ای در تامین مصارف گرمایشی ساختمان بوجود نمی‌آورد.

در دیگر روشهای بهینه‌سازی این فاکتور عامل محدودکننده‌ای برای زمان اجرای پروژه می‌باشد. بعنوان مثال پنجره‌های دوجداره را نمی‌توان در فصل سرما و در ساختمانهایی که از آن بهره‌برداری شده است اجرا نموده یا تعویض شیرهای ترموستاتیک رادیاتور با شیرهای قدیمی در زمستان موجب اختلال چندروزه در گرمایش ساختمان می‌گردد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تثبیت محدوده آسایش حرارتی در ساختمان

در صورت استفاده از سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه بدلیل لحاظ نمودن تغییرات دمای خارج ساختمان بر فرآیند کنترل دمای آب گرم چرخشی دمای داخل ساختمان با دامنه نوسانات محدودی کنترل شده و موجب تثبیت نسبی آسایش حرارتی ساکنین می‌گردد. البته این ویژگی بصورت دقیق‌تر در شیرهای ترموستاتیک رادیاتور نیز وجود دارد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فصل 5

سوخت ها و مشعل‌ها

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقدمه:

هر سوخت متعارف از نظر ویژگی های احتراق با سوخت های دیگر تفاوت دارد و بر انتقال گرما تأثیر می-گذارد. سوخت ها می توانند جامد یا مایع یا گازی باشد و هر یک تجاری یا ضایعات باشد. سوخت‌های تجاری سوخت های فسیلی هستند که استخراج می شوند و تا درجات مختلف پردازش یا پالایش می شوند و توسط سازمان هایی مانند شرکت های نفت در سرتاسر کشور فروخته می شوند. سوخت های ضایعاتی محصولات فرعی یا الحاقات فعالیت های خانگی هستند که فقط در حد محدودی موجود هستند.

در سوخت ها عواملی غیر از تبدیل ساده به گرما نیز باید مورد توجه قرار گیرند از جمله آن عوامل، ذخیره سازی و بکارگیری سوخت‌ها، نگهداری، اثرات محیطی و غیره می باشند. همه این‌ها بر کارایی کلی و هزینه واقعی احتراق یک سوخت تأثیر می گذارد .

1-5 گاز طبیعی (گاز لوله)

بخاطر اینکه این گاز براحتی با هوا ترکیب می شود و بدون ایجاد دوده و دوده می سوزد، هزینه نگهداری دیگ و کوره پایین است. مشعل های گاز طبیعی با داشتن قسمت های مکانیکی کمتر ساده‌تر و بنابراین نگهداری آنها ارزانتر است.

گاز طبیعی طبیعتا سوخت ترجیحی برای سوخت یک دستگاه است اگر راحتی کار فقط مورد توجه باشد. این سوخت لازم نیست ذخیره شود. همراه با تمام هیدروکربن گازی، به سادگی با هوای احتراق مخلوط می شود و به صورت مطلوب، محصولات احتراق فقط آب و دی اکسیدکربن است. این بحث های اصلی به نظر می رسد مهم باشد چون در سطح جهان اکثریت تأسیسات جدید، دیگ کوره در سال های اخیر گاز سوز بوده اند.

در دسترس بودن یک منبع گاز مناسب در محل های مصرف باید قبلا بررسی شود چون محدودیت های محلی در سیستم توزیع می تواند گاهی به تأخیر در تأمین سوخت منجر شود. عامل دوم ایمنی است.

سوم اینکه سوخت گاز باعث آلودگی نمی شود اما شامل گازهایی می شوند که به اثرات گلخانه ای کمک می کنند که گاز متان یکی از انواع آن است . دی اکسیدکربن که بوسیله احتراق تمامی سوخت ها تولید می شود یکی دیگر از آلاینده ها است .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تولید آن نه تنها غیر قابل اجتناب است بلکه مطلوب هم هست چون حضور آن نشان دهنده احتراق کامل گاز است . اما گاز لوله اکسیدنیتروژن نیز تولید می کند این به دلیل آن است که گاز در دماهای بالا می سوزد و لذا انرژی اضافی لازم برای ترکیب اکسیژن و نیتروژن را فراهم می سازد.

با توجه به قیمت گاز، قیمت واقعی که یک مشتری می پردازد همانند هر سوختی، بسته به مقدار مصرف و نوع تأمین آن دارد و می تواند در رشته وسیعی متغیر باشد.

2-5 LPG یا گاز مایع پالایشی

LPG برای توصیف دو سوخت بکار می رود. پروپان و بوتا. در عمل اکثریت وسیعی از تأسیسات از پروپان استفاده می کنند. یک تفاوت عمده بین دو سوخت (گاز طبیعی) این است که (LPG) نیازمند تجهیزات ذخیره سازی است و ملاحظات خاصی در رابطه با نشت لازم دارد.

اولی از نظر هزینه سرمایه یک پروژه و هزینه های عملیاتی کلی و نگهداری آن می‌تواند خیلی مهم باشد. مخازن ذخیره سازی مخازنی تحت فشار هستند و بنابراین نیازمند بازرسی و دراز مدت و تست هستند. اگر یک مشتری مخزن های خود را داشته باشد، خود مسئول انجام تمام بازرسی ها و نشت ها یا نگهداری هزینه آن می باشد. در عمل ، بسیاری از مشتریان مخازن را از تأمین کنندگان سوخت اجاره می کنند، و این مسئولیت و نیز مسئولیت نگهداری کلی را حذف می کنند.

دومین تفاوت عمده این است که (LPG) از هوا سنگین تر است. اگر گاز طبیعی که از هوا سبک تر است رها شود، تمام منابع احتراق باید برداشته شود و پنجره ها باید باز شود. سپس بطور طبیعی پراکنده خواهد شد. از سوی دیگر LPG ممکن است راه خود را به داخل مجاری، کانال لوله ها، تونل های کابل، آب گذر، سردابه ها و غیره باز کند و پراکنده نمی شود مگر اینکه با استفاده از یک فن یا فشار این کار صورت پذیرد. این ویژگی بر مکان ذخیره در رابطه با ساختمان ها، حفره ها، آبگذرها، سردابه ها و غیره تأثیر می گذارد و مکان دستگاه را می تواند تحت تأثیر قرار دهد.

3-5 نفت کوره (مازوت)

نفت خام مخلوط پیچیده‌ای از هیدروکربن ها است. استفاده کنندگان سوخت های دیگر عمدتا خواستار سوخت های سبکتری هستند. مشکلات مربوط به ذخیره سازی نفت کوره شامل هزینه سرمایه مخازن ذخیره

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

سازی و وسائل انتقال نفت می باشد. نفت های کوره مایعات چسبنده ای هستند که هر چه سردتر می شوند چگالتر و سخت هر می شوند. گازوئیل که سبکترین و کمترین میزان چسبندگی را در سوخت ها دارد غالبا در شکل مایع باقی می ماند بدون توجه به اینکه سرمای زمستان چه اندازه باشد.

این باعث می شود که سوخت تحت جاذبه مخزن به سوی مشعل جریان یابد یا باعث می شود به سادگی پمپاژ شود. این اثر صادق است مگر در صورتی که دوره های هوا سرد طولانی رخ دهد که در آن دمای هوا در زیر نقطه انجماد به مدت یک یا چند هفته دوام یابد. تحت این شرایط، برخی از موم ها داخل نفت به جامدات چسبنده ای تبدیل می شود. بطور خاص، این جامدات بر روی فیلترهای خط تأمین نیروی مشعل مشکل ایجاد می کند و سرانجام باعث مسدود شدن آنها می شوند. هر چند این امر زیاد رخ نمی دهد، برخی جهت جلوگیری از این پدیده سیستم گرم کننده بر روی فیلترها یا روی لوله توزیع نیروی بیرونی برای احتیاط نصب کرده اند.

لازم است سوخت های سنگین تر نفت بیشتر گرم شوند تا از مخزن حرکت کنند. برای کاهش مقدار انرژی مورد نیاز برای پمپاژ نفت به مشعل ها، یک دمای پمپاژ مناسب باید همواره حفظ شود.

گرمایش شدید غیر کنترل شده‌ی نفت نیز می تواند پر هزینه باشد و مخازن عایق نشده یا عایق بندی ضعیف می توانند منبع اتلاف انرژی باشد. چنانچه مخازن نیز تا دمای پمپاژ گرم شوند میزان قابل توجهی تلفات حرارتی به وجود می آید و همچنین سیرکولاسیون بیش از حد نیز موجب تلفات حرارتی می شود.

یک سیکل نفتی داغ که خوب طراحی شده اول نفت کافی حدود 10% را به جریان می اندازد تا حداکثر نیاز مشعل های مربوطه را برآورده کند. نفت تازه به موازات درخواست از مخزن کشیده می شود اما مخزن هرگز بخشی از سیستم چرخشی را تشکیل نمی دهد تا اینکه تمام نفت برای دمای پمپاژ گرم شود. این امر تضمین می کند که هم اندازه و هم سرمایه و هم هزینه های راه اندازی گرم کننده های نفت تا حداقل امکان حفظ گردند.

خطای این مقدار گرمایش سوخت مورد نیاز، این است که برای استفاده درجات سنگین تر نفت کوره برای دیگ های کوچک غیر اقتصادی است. مصارف کمتر از 3 MW استفاده از نفت کوره را غیر اقتصادی و بالاتر از 20 MW آن را اقتصادی می کند.

چنانچه میزانی از نفت کوره در شرایط خوب و دمای صحیح به مشعل داده شود، دود و مونواکسیدکربن حاصله حداقل خواهد بود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

این حقیقت که تمام نفت های کوره شامل سولفورند به این معنی است که اکسیدسولفور (SO_X) در طی احتراق تولید می شود. تصور می شود چنین گازهایی در مشکل آلودگی جهان سهیم هستند ، اما نفت در دمای پایین تری نسبت به سوخت های گازی می سوزد و بنابراین گازهای (NO_X) کمتری تولید می کند.

4-5 زغال‌سنگ

ناقص سوزی سوخت های جامد بیانگر این مسئله که هوای مورد نیاز برای احتراق در مقایسه با سوخت های مایع و غیره و گاز ، کمتر است . در نتیجه ، سوخت زغال را عامل مهم در آلودگی هوا قلمداد می‌کنند.

دود، دوده، خاک و غبار تولیدی کارخانه های زغال سنگ جدید که از کنترل کننده های دقیق استفاده می کنند، کمتر بوده و با استفاده از خرد کردن و ریز کردن سوخت این مشکل را خذف کرده اند. کنترل شدید SO_X و ذرات ریز می‌تواند از طریق استفاده از تزریق سنگ آهک، سیلیکون و فیلترهای کیسه ای حاصل گردد. در سرتاسر مناطق نیمه قاره ای و معتدل ذخایر سنگ جهانی به نحو برجسته ای از ذخایر نفت خام و یا گاز طبیعی بزرگترند. بسیاری از کشورهای وارد کننده نفت با ذخایر مهم نفت پژوهش های قابل توجهی را در جهت ارتقاء مصرف زغال سنگ برای سوخت دیگ ها بوده است.

زغال سنگ ارزانترین سوخت متداول موجود است. علاوه بر این، قیمت های زغال از قیمت های سوخت های دیگر ثابت تر است و قراردادهای دراز مدت، با افزایش قیمت متعادل تری انجام می گیرد.

اما یک کارخانه با سوخت زغال سنگ، سرمایه و هزینه های عملیاتی زیادی را متحمل می شود مانند دیگ یا کوره، هزینه سرمایه شامل انبار ساختن، تجهیزات استعمال زغال، تسهیلات محو خاکستر و ...

هزینه نگهداری نیز به نحو برجسته ای از هزینه های سوخت های فسیلی دیگر بالاتر است. مشکل رسیدن به احتراق پاک به معنی آن است که دیگ ها نیازمند پاکسازی بیشتری هستند. هم سوخت و هم خاکستر خیلی سخت و سایشی هستند، بنابراین میزان فرسایش دستگاههای استعال زغال و خاکستر نیز بالاست.

در معرض قرار دادن خاکستر به شیوه ای که از آلودگی اجتناب شود یک جز عملیاتی مهم محسوب می شود و در برخی مناطق کشور می تواند حرفه ای پر خرج باشد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

دماهای احتراق پایین آلودگی ناشی از NO_X را محدود می سازد، اما SO_X رها شده از احتراق زغال سنگ می-تواند مورد توجه قرار گیرد. هم ارزش گرمایی و هم جزء سولفور زغال در هر منبعی متفاوت می باشد. زغال سنگ آفریقای جنوبی که با بازار صنعتی فروخته می شود دارای جزی سولفور کمی است و از نفت کوره سنگین کمتر آلودگی ایجاد می کند.

5-5 انتخاب سوخت

انتخاب سوخت موضوع ساده ای نیست. این امر در برگیرنده توازن بین یک تعدادی از عوامل از جمله هزینه سرمایه کارخانه، قیمت سوخت و هزینه های عملیات و نگهداری است. برخی ملاحظات باید به تعمیرات احتمالی آینده در سوخت و سیاست های قیمت گذاری و به مقررات کنترل آلودگی نیز معطوف گردد.

جدول : مقادیر ارزش حرارتی برخی سوخت ها

Fuel	Calorific Value Mj/Unit
Gas	
Natural Gas	38.0/cu m
LPG propane	50.0/kg
LPG Butane	49.3/kg
Fuel oil	
Gas oil	38.0/liter
Heavy oil	41.0/liter
coal	29.0/kg

جدول زیر این مزایا و معایب را خلاصه می کند که می تواند برای هر سوخت برآورد و تبدیل به کمیت شود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول: مقایسه سوخت های مختلف

	COAL		FUEL OIL		NATURAL GAS		LPG
Advantages	Disadvantages	Advantages	Disadvantages	Advantages	Disadvantages	Advantages	Disadvantages
Low Cost	Capital Cost For: Bunkerage Fuel Handling Ash Handling	Cheaper Than Gas	Capital Cost For: Tanks Insulation Heavy Fuel Oil	No Storage No Sulphur		No Sulphur	Capital Cost For: Storage Tank (or leased)
			Running Cost For: Tank Heating Heavy Fuel Oil		Running Cost For: Fuel (Especially for Small Installations) Interrupt Tariff Heavy Oil as Second Fuel		Running Cost For: Fuel Cost
	Maintenance Costs For: Wear from Abrasive Fuel & Ash Boiler Cleaning		Maintenance Costs For: Boiler/Furnace Cleaning Burners		Maintenance Costs For: Safety Equipment		Maintenance Costs For: Safety Equipment
	Environmental Costs: Smoke Emission Grit & Dust Emission Sulphur Emission Clean up Ash Disposal Cost		Environmental Costs: Smoke Emission Sulphur Emission Heavy Fuel Oil Higher NO.		Environmental Costs: High NO.		Environmental Cost High NO.

5 - 6 **تجهیزات احتراق** : **مشعل های نفت و گاز**

به منظور تضمین اختلاط صحیح سوخت با هوای احتراق و شکل گیری صحیح شعله برای انتقال حداکثر گرما از شعله به آب / بخار یا محصول گرم شده تجهیزات خاصی مورد استفاده قرار می گیرد. نوع تجهیزات بستگی به شرایط کوره / دیگ و سوخت یا سوخت های مورد نظر دارد. (دیگ ها و کوره ها را می توان برای روشن کردن بیش از یک سوخت ساخت) .

5 - 6 - 1 **مشعل های گاز سوز**

دیگ های خیلی کوچک از یک مشعل اتمسفری ساده استفاده می کنند که هوای احتراق آن را از محیط اطرافش مکش می کنند. اما چون هوا و گاز با فشار مخلوط نشده اند هوای اضافی لازم است تا احتراق کامل را تضمین کند. این افزوده گرم می شود و سپس از طریق دودکش خارج می گردد و نتیجتا کارایی دیگ را کاهش می دهد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

یک دیگ بزرگتر با یک محفظه احتراق کاملا بسته نیاز به یک مشعل دارد که باعث شود هوا و گاز مخلوط شده و از آن جا طول و شکل شعله را کنترل کند. کیفیت هوای احتراق می تواند با به حداکثر رساندن کارآیی احتراق به دقت کنترل شود.

گاز طبیعی به راحتی با هوا ترکیب می شود. مشعل های گاز نوع حلقه ای شامل یک بشکه مدور است که با دریچه های خروجی چند گانه احاطه شده است.

5 - 6 - 2 مشعل های سوخت مایع

مشعل های نفت سوز پیچیده ترند زیرا سوخت باید در شرایط صحیح برای احتراق پاک و سریع موجود باشد. این امر متضمن پودر کردن سوخت به شکل قطرات کوچک با اندازه صحیح می باشد که در صورتی می تواند انجام شود که نفت در دمای صحیح و ویسکوزیته صحیح باشد. در دمای بسیار پایین، قطرات خیلی بزرگترند، احتراق ضعیف است و دود و دوده تولید می کند. در دمای بسیار بالا، قطرات می توانند خیلی کوچک باشد از میان شعله برای سوختن به سرعت بگذرند. در هیچ مورد مقدار انرژی کامل سوخت مورد استفاده قرار نمی-گیرد. علاوه بر این، سطوح انتقال حرارت نیز جرم و دوده می گیرند.

مشعل های نفت سوز در سه نوع عمده می باشند. ساده ترین و مرسوم ترین آن جت فشاری است که در آن سوخت با فشار از طریق یک نازل پاشیده می شود. در نوع دیگر هوا یا بخار با فشار برای شکستن سوخت و تبدیل آن به قطرات استفاده می شود در حالیکه در نوع Rotary Cup از نیروی گریز از مرکز برای شکستن ماده سوختنی استفاد می کنند. هر نوع مشعل منافع و معایب خودش را دارد.

مزایا :

Pressure jet

- در ساخت خیلی ساده است و جایگزینی آن ارزان است.
- در اندازه های متعدد متناسب بوده و کاربرد بیشتری دارد.
- می تواند تمام اشکال شعله ها را از دراز و ظریف تا کوتاه و پهن تولید کند. بنابراین مناسب تمام انواع محفظه های دیگ یا احتراق کوره است.
- مسدود شدن نازل به علت روغن کثیف یا استفاده از سوخت ناخالص است و لذا نیاز به تصفیه دارد.
- نسبت جریان برگشتی محدود به 1:2 است.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- در طی پاک کردن به سادگی آسیب می بیند.
- به دمای گرمایش اولیه سوخت بالایی برای اتمیزاسیون نیاز دارد.

اتمایزر و پاشش با هوا یا بخار

مزایا :

- در ساخت خیلی قوی است.
- نسبت جریان برگشتی حدود 1:4 است.
- کنترل خوب هوا / سوخت
- احتراق خوب برای کوره سنگین تر

معایب :

- انرژی یا بصورت هوای فشرده یا بخار برای اتومیزاسیون بکار می رود.

Rotary Cup

مزایا:

- نسبت جریان برگشتی خوب و حدود 1:4
- اتومایزینگ خوب برای نفت کوره سنگین
- پایین ترین دمای بین گرمیا سوخت برای اتمایزینگ مورد نیاز است.

معایب :

- بسیار پیچیده و نگهداری آن هزینه بر است.
- مصرف الکتریکی برای حرکت cup مورد نیاز است.

مشعل های نفت سوز و گاز سوز تولیدی یا فروخته شده ، در اکثر کشورها باید استاندارد ایمنی و انتشار آلاینده ها را رعایت نمایند.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مشعل های با هوای اضافی کم

گاز طبیعی استاندارد و مشعل های نفت سوز با 10 تا 15 درصد هوا را می دهند. کاهش هوای اضافی از 15 تـا 5 درصد باعث کاهش هزینه های سوخت تا تقریبا 1 درصد می شود. این صرفه جویی ها از وجود هزینه ای بالاتر به قرار ذیل ناشی می شود.

- طراحی بهتر نازل های هوا ، دریچه های هوا ، مشعل که به اختلاط و احتراق بهتری دست می یابند.
- دریچه های هوای مشعل که با میزان شعله متعادل می شوند تا احتراق بهتری را در بار زیـر 100 درصـد فراهم آورند.

5 - 6 - 3 سیستم های کنترل های مشعل

در ارتباط با انتخاب نوع مشعل، ملاحظاتی برای سیستم کنترل باید مورد توجه قرار گیرد.

ساده‌ترین کنترل (on/off) به معنی آن است که با مشعل به میزان کامل در حال آتش است بـا ایـن کـه خـاموش است . عیب عمده این روش کنترل این است که دیگ در معـرض شـوک هـای بـزرگ و اغلـب مکـرر اسـت. بنابراین استفاده اش محدود به دیگ های خیلی کوچک یا بازه تا 300 کیلو وات است.

سیستم اندکی پیچیده تر مستقیم High/Low/off است که در آنجا مشعل دارای دو بار است.

مشعل اندکی در درجه آتش پایین تر عمل می کند و بعد با بار کامل مورد نیاز تغییر وضعیت مـی دهـد و از آن طریق بر بدترین شوک های گرمایی غلبه می کند. مشعل همچنین می توانـد بـه وضـعیت شـعله کـم در بارهـای کاهش یافته برگردد و مجدداً حرارتی را در داخل دیگ محدود سازد. این نـوع سیسـتم بـه نحـو برجسـته ای بـا دیگ های دارای خروجی تا 3/5 مگاوات طراحی شده است.

یک کنترل تنظیم کننده مشعل، شعله را تغییر می دهد تا آن را متناسب با بار دیگ تنظـیم نمایـد . هـر زمـان کـه مشعل بسته می شود و شروع به کار می کند، سیستم باید با دمیدن هوای سرد به داخل کانـال هـای دیـگ پـاک شود. این انرژی را تلف می کند و کارآیی را کاهش می دهد. اما تعدیل کامل به معنی آن است که دیگ شعله را حفظ می کند ، و سوخت و هوا به دقت در سراسر شعله همگام شده اند تا کارآیی گرمـایی را بـه حـداکثر و شوک های حرارتی را به حداقل برسانند. این نوع کنترل به نحـو برجسـته ای مـی‌توانـد بـا دیـگ هـای بـالای 1 مگاوات طراحی شوند.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

در تطبیق یک مشعل و یک سیستم کنترل با یک دیگ، سه عامل باید ملاحظه شود:

- ماکزیمم حرارت مورد نیاز
- آیا بار ثابت یا متغیر است
- از سوخت استفاده شده و انتخاب شده

مثلا یک کنترل (on/off) مناسب نفت کوره سنگین نیست.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com