مدیریت انرژی

دکتر علی اکبر عالم رجبی

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی مکانیک

نقش مدیریت بار در بهینه سازی مصرف انرژی صنایع

- با افزایش میزان مصرف برق ، موضوع مدیریت بار و پاسخگویی به نیاز های مصرفی در زمان پیک مطرح می شود . در این میان اعمال سیاستهای جدید در زمینه مصرف بهینه صنایع و کارخانه ها از اهمیت بسزایی برخوردار است

- **با** توجه به اينكه نرخ برق مصرفي در ساعات پيك با ساعات عادي متفاوت مي باشد با جابجا كردن نقاط پيك به نقاط دره مي توان منحني بار را تاحدودي هموار و در نتيجه هزينه برق را كاهش داد.

راهكارهاي مديريت مصرف در بخش صنعتي

مصرف‌كنندگان عمده انرژي در بخش صنعت سه مولفه زير مي‌باشند:

۱ـ تجهيزات و مولفه هاي حرارتي

۲ـ تجهيزات و مولفه‌هاي الكتريكي

۳ـ ساير مولفه‌ها

۱- تجهيزات و مولفه‌هاي حرارتي

۱- بويلرها

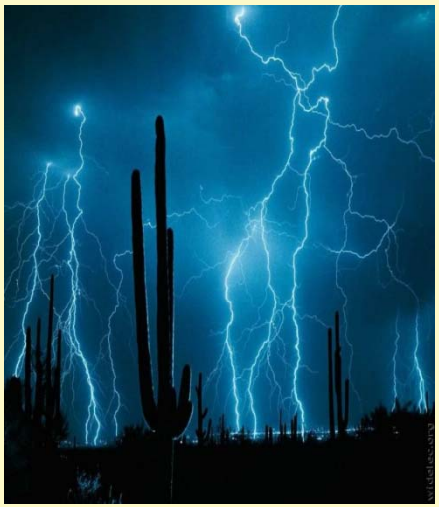
۲- سيستم هاي بخار

۳- كوره ها

۴- عايق كاري

۵- بازيافت حرارتي

۲- تجهيزات و مولفه‌هاي الكتريكي



۱- شبكه الكتريكي

۲- موتورها

۳- محركه ها

۴- فنها و سيستم تهويه

۵- دمنده ها

۶- پمپها

۷- كمپرسورها

۸- مبردها

۹- سرماسازها

۱۰- برجهاي خنك كن

۱۱- روشنايي

۱۲- سيستم هاي توليد پراكنده

۳- سایر مولفه‌ها

۱- ساختمان ها

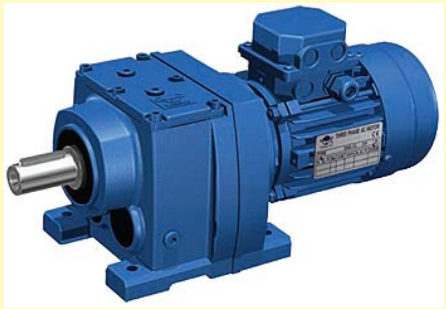
۲- سیستم آب و فاضلاب

مقدمه

تحقيقات نشان داده است قريب به ۷۰ درصد از انرژي الكتريكي مصرفي در بخش صنعتي در ايران سهم موتورهاي الكتريكي بوده و تنها ۳۰ درصد از انرژي الكتريكي مصرفي در اين بخش مربوط به ساير مصرف كننده هاي صنعتي است. در اين مجال برخي راهكارهاي عملياتي بهينه سازي مصرف در عمده موتورهاي الكتريكي صنعتي ارائه می شود.

بديهي است جهت ارائه راهكارهاي دقيق مديريت مصرف مربوط به هر صنعت و بسته به نوع فرآيند توليدي، مي بايست مميزي كامل انرژي انجام گردد.

پيشنهاداتي درخصوص مديريت موتورهاي الكتريكي



۱ـ در صورت امكان از موتورهاي با دور قابل تنظيم استفاده گردد.

۲ـ دقت گردد كه موتورهاي الكتريكي با ولتاژ نامي كار كنند.

از تنظيم كننده هاي ولتاژ نامي تغذيه استفاده شود زيرا گاهي تغيير ۳% در ولتاژ تغذيه باعث افزايش تلفات انرژي به ميزان ۲۵% خواهد شد.

۳ـ حتي الامكان بار موتورها به اندازه توان نامي آنها باشد و در صورتيكه به قدرت كمتري نياز هست از موتورهاي با توان نامي پايين تر استفاده شود زيرا موتورهاي بزرگ به راحتي موتورهاي كوچك قابل مانور كردن نيستند و تلفات آنها در حالت كمباري زيادتر است.

پيشنهاداتي درخصوص مديريت موتورهاي الكتريكي (ادامه)

۴- از آنجايي كه موتورها در محيط خنك بهتر كار مي كنند بايد محيط كار آنها به گونه اي باشد كه گرماي توليد شده توسط موتورها به راحتي تهويه گردد.

قابل ذكر است در صورتيكه دماي محيط كار موتور از ۲۷ درجه سانتيگراد به ۳۲ درجه سانتيگراد افزايش يابد به ميزان ۲ % به تلفات موتور افزوده مي گردد.

۵- مي بايست با برنامه‌ريزي مناسب چه از نظر توان و چه از لحاظ زمان، از خاموش و روشن كردن بيش از حد موتور جلوگيري به عمل آيد.

۶- كاهش اصطكاك در سيستم هاي مكانيكي كه بوسيله موتورها به گردش در مي‌آيند مثل چرخ‌دنده‌ها ، غلتك ها، بلبرينگ‌ها ، زنجيرها و ... حتما مورد توجه قرار گيرد.

....

پيشنهاداتي درخصوص مديريت موتورهاي الكتريكي (ادامه)

۷- در صورت امكان، حمل و نقل مواد با تسمه نقاله برقي ، آسياب مواد و ساير فعاليتهاي قابل جابجايي به ساعات كم‌باري شبكه منتقل شود.

۸- دقت شود سيم پيچي مجدد موتورهاي معيوب شده به درستي انجام گيرد، اگر سيم پيچي مجدد بصورت مناسب انجام نشود بازده موتور بين ۵ تا ۸ درصد كاهش مي‌يابد.

۹- از راه اندازي همزمان چندين موتور در ساعات پرباري جدا خودداري گردد.

توصيه هايي درخصوص مديريت فن ها

۱- از مجاري با سطوح كاملا صاف و مناسب بمنظور مكش هواي ورودي به فن و نيز دميدن هواي خروجي فن استفاده گردد.

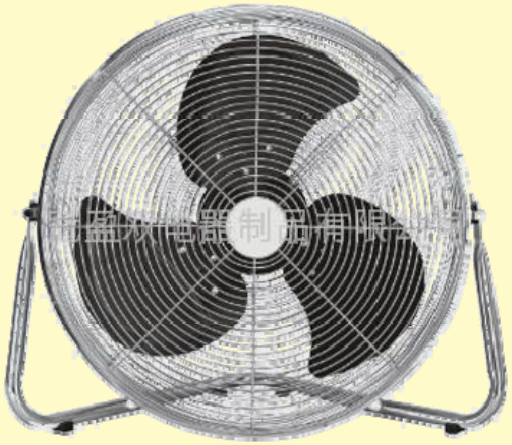
۲- مجاري ورودي و خروجي هوا پاكسازي و گرفتگي احتمالي رفع شود.

۳- پره ها و سطوح داخلي فن ها به صورت منظم و متناوب تميز گردد.

۴- فشار هواي ورودي به فن ها تنظيم گردد.

۵- از فنهاي با پره آيروديناميكي استفاده گردد.

.....



توصيه هايي درخصوص مديريت فن ها (ادامه)

۶- تنظيم سرعت فن ها متناسب با نياز

۷- استفاده از تسمه صاف و كم شيب

۸- كنترل متناوب استقامت مكانيكي تسمه

۹- متقارن سازي پره ها

۱۰- وجود كنترلر سرعت متناسب با بارهاي متغير فن

۱۱- استفاده از فن هاي با بازده بالا

۱۲- كاهش نشتي هواي ورودي و خروجي فن ها

۱۳- خاموش كردن فن در مواقع غير ضروري

توصيه هايي درخصوص مديريت پمپ ها

۱ـ پمپ در نقطه كار با بالاترين راندمان مورد بهره برداري قرار گيرد.

۲ـ تعديل پمپاژ جهت كاهش خاموش و روشن شدن پمپ

۳ـ استفاده از كنترلر سرعت متناسب با بارهاي متغير در پمپ

۴ـ بهره‌گيري از پمپ هاي كمكي در شرايط اضطراري به جاي استفاده غير متعارف از پمپ موجود

توصيه هايي درخصوص مديريت پمپ ها (ادامه)

۵- استفاده از پمپ هاي مناسب براي بارهاي كم حجم با فشار بالا

۶-متعادل سازي ورودي پمپ جهت كاهش توان مورد نياز پمپ

۷- چك كردن تجهيزات پمپ براي جلوگيري از اتلاف آب يا سيال

توصيه هايي درخصوص مديريت كمپرسورها

هواي فشرده از گرانترين حاملهاي انرژي است. سيستمهاي هواي فشرده را بايد تا حد امكان در زمان مورد نياز، در نزديكي محل مصرف و در ظرفيت نامي به كار برد.

بازده كمپرسور هنگام كار در زير ظرفيت نامي به شدت كاهش مي يابد و از همين رو براي جلوگيري از عملكرد آن در ظرفيت غيرنامي، استفاده از سيستم هاي تركيبي كنترل اتوماتيك توصيه مي‌شود.

توصيه هايي درخصوص مديريت كمپرسورها (ادامه)

با توجه به تنوع مقدار و زمان مورد نياز به هواي فشرده در بخش هاي مختلف يك صنعت، استفاده تركيبي از چند كمپرسور با ظرفيتها و سيستم كنترل مناسب، به جاي يك كمپرسور مركزي توصيه مي‌شود.

جهت افزايش بازده و مديريت مصرف پيشنهادهايی در اسلايدهاي بعدي ارائه مي‌گردد.

...

توصيه هايي درخصوص مديريت كمپرسورها (ادامه)

۱ـ رفع نشتي ها

يافتن جاي نشتي معمولا با استفاده از آب و صابون يا نويز سنج امكان پذير است.

۲ـ انتخاب فشار مناسب

فشار خروجي كمپرسور را متناسب با نياز خود تنظيم نماييد.

۳ـ انتخاب سطح مقطع مناسب در لوله‌ها

چنانچه قطر لوله ها مناسب انتخاب نگردد اتلاف انرژي بيشتر مي‌گردد.

....

توصيه هايي درخصوص مديريت كمپرسورها (ادامه)

۴- انتخاب صحيح نوع كمپرسور

استفاده از كمپرسورهاي گريز از مركز، پيچي و گردان بعلت نصب و نگهداري راحت‌تر و سرو صداي كمتر، در صورت امكان پيشنهاد مي‌گردد.

۵- انتخاب صحيح اندازه كمپرسور

حتما دقت گردد كه كمپرسور متناسب با بار مورد نياز انتخاب گردد تا از اتلاف انرژي به مقدار قابل توجهي كاسته گردد.

۶- كمپرسورها به نحو درستي سرويس و نگهداري گردند.

.....

توصيه هايي درخصوص مديريت كمپرسورها (ادامه)

توصيه مي‌گردد بازاي هر ۲۵۰۰۰ ساعت كاركرد يك دوره تعميرات اساسي انجام گيرد.

۷- خنك‌سازي هواي ورودي

هواي ورودي توسط خنك‌سازها خنك گردد.

چنانچه دماي هوا ۹ درجه خنك‌تر گردد بازده كمپرسور تا حدود ۳% افزايش يابد.

۸- مخزني با حجم مناسب نصب گردد.

و...

احتراق

- در ديگها و كوره ها (شامل خشك كن ها و اجاق ها) گرما در اثر احتراق يا با استفاده از انرژي الكتريكي توليد مي شود. در مورد ديگ، گرما به محصول يا آب براي فرآيند توليد انتقال مي يابد.
- سوخت در محفظه احتراق مي سوزد. محفظه های احتراق بسته به كاربرد از نظر شكل و اندازه با يكديگر متفاوت مي باشند. سوخت هاي عمومي شامل گاز طبيعي، گازهاي پالايشي، مازوت، گازوئيل و سوختهاي جامد مانند بيوماس يا زغال سنگ مي باشند و چنانچه در محل توليد شود، مي تواند مورد استفاده قرار گيرد.

هواي احتراق

- هواي استويكيومتريك Stoichiometric معرف مقدار هواي مورد نياز براي احتراق كامل سوخت است. هواي استويكيومتريك گاهي اوقات Theoretical air ناميده مي شود. اگر مخلوط كامل حاصل شود، هر مولكول سوخت و هوا در روند احتراق شركت مي كند.
- هواي اضافي بايد براي تضمين احتراق كامل سوخت تأمين شود زيرا در عمل مخلوط شدن سوخت و هوا به طور كامل رخ نمي دهد.
- هواي اضافي عبارتست از كل هواي تأمين شده احتراق منهاي هواي Stoichiometric و بصورت زير تعريف مي گردد:

%Excess air =100*(Total air - Stoichiometric air) / Stoichiometric air

حداقل هواي اضافي

- مقدار حداقل هواي اضافي مورد نياز با توجه به سوخت مورد استفاده و كارآيي مخلوط هوا و سوخت تغيير مي يابد. اگر هوا كمتر از مقدار حداقل تأمين شود، مقداري از سوخت كامل
- نمي سوزد و اتلاف انرژي سوخت وجود دارد. شواهد احتراق ناقص غالباً به شكل منواكسيد كربن (CO) يا ساير در محصولات احتراق ظاهر مي شود.
- براي بررسي CO در گازهاي خروجي كوره از آناليزور گاز احتراق (دستگاه Orsat يا تحليل گرهاي O_2) استفاده می شود.
- ميزان هواي اضافي براي ديگهاي كوچك با سوخت گاز و سوخت هاي مايع حدود 15% و براي بويلرهاي بزرگ حدود 5-10% مي باشد، ولي براي سوخت هاي جامد حدود 10-50% مي باشد.

هواي اضافي

- هواي بيش از حد نيز باعث اتلاف انرژي مي شود. عمل احتراق معمولاً داراي دماي بالا و شامل انرژي گرمايي زيادي مي باشد. اگر مقدار هواي زياد براي كوره تأمين شود، مقدار هواي اضافي نيز گرم خواهد شد.
- حداقل تلفات، زماني رخ مي دهد كه مقدار هواي تأمين شده اندكي بيشتر از مقدار Stoichiometric باشد.
- هواي احتراق مي تواند بوسيله سيستمهاي مكش طبيعي يا سيستمهاي دمنده براي مشعل تأمين شود. مكش طبيعي از فشار منفي توليد شده توسط دودكش كوره براي جذب هواي احتراق به داخل كوره و خروج گازهاي حاصله از اگزوز كوره استفاده مي كند. مرسومترين نمونه اين گروه گاز خانگي معمولي است.
- از مكش طبيعي غالباً فقط براى كوره هاي كمتر از حدود 1GJ/hr استفاده مي شود.

هواي اضافي

حرارتي كه از دودكش خارج مي شود غالباً بيشترين افت حرارتي در ديگ يا كوره هاي سوختي است. تجزيه گاز احتراق و دماي گاز خروجي كوره مي تواند براي محاسبه تلفات مورد استفاده قرار بگيرد. اگر تجهيزات بازيافت گرما در كوره يا ديگ وجود نداشته باشند، بايد اقدامات لازم برای كاهش مقدار گازهای خروجي در نظر گرفته شود تا تلفات به حداقل برسد.

چنانچه تجهيزات بازيافت در كوره نصب شده باشد، آناليز مي بايست بعد از تجهيزات گرفته شود.

تلفات حرارتي ناشي از احتراق ناقص

- حرارت مي تواند بوسيله احتراق ناقص سوخت نيز تلف شود كه اين امر بوسيله وجود CO مشخص مي شود. در مورد زغال سنگ، مواد قابل احتراق بصورت خاكستر باقي مي مانند.
- با كنترل مقدار دوده توليدي، مقدار CO قابل كنترل مي باشد. سه عامل مؤثر باعث ناقص سوزي هستند كه عبارتند از: هواي احتراقي ناكافي، مخلوط سوخت و هواي نامناسب يا نشت هواي سرد به منطقه احتراق كه باعث سرد شدن سوخت و هوا مي شود.
- اين تلفات به علت عدم تبديل كربن به دي اكسيد كربن مي باشد و كم مي باشد. اما چسبيدن دوده به سطوح انتقال حرارت باعث كاهش ضريب انتقال حرارت و پايين آمدن راندمان مي شود.

مبدل هاي بازيافت گازهاي احتراقي

- چون بيشتر تلفات از يك كوره در گاز خروجي ظاهر مي شود بازيافت اين گرما مي تواند باعث صرفه جويي اساسي در انرژي گردد. يك روش متداول نصب يك مبدل خرارتی در محل خروجي كوره است.
- يك مبدل حرارتي مي تواند براي گرم ساختن آب با گرماي حاصله از گازهاي كوره مورد استفاده قرار گيرد. يك ملاحظه طراحي مهم اين است كه تا چه ميزان دماي آب گرم شده بايد نزديك به دماي گاز داغ ورودي به مبدل باشد. امكان گرم كردن مايع به دمايي بالاتر از دماي گاز داغ خروجي وجود ندارد. اختلاف دماي كم بين اين دو، سطح تبادل زيادي را نياز دارد.

پيش گرم كن آب تغذيه (Economizer)

عمدتاً براي بويلرها بكار مي رود و راهي براي گرم كردن آب ورودي بوسيله گازهاي داغ خروجي مي باشد. دستگاه يك مبدل مايع – گاز است. بايد توجه داشت كه گازهاي كوره در
دماي پايينتر از نقطه شبنم تبديل به سولفور سرد مي شوند. استفاده از اكونومايزر مي تواند در جايي كه آب داغ مورد نياز است مورد توجه قرار گيرد. اين امكان عملي نيز وجود دارد كه يك مخزن ذخيره آب داغ عايق بندي شد ه را نصب نمود و آب داغ مورد نياز مصرفي را تأمين نمود.

پيش گرم كن هوا (Air Pre-Heater) Recuperator

در ركوپراتور، هواي در حال ورود به محفظه احتراق با استفاده از گرماي گاز داغ پيش گرم مي شود. اين روش پيش گرمايش هواي كوره است، زيرا پيش گرمايش مواد اوليه با گازهاي كوره براي ديگ ها مشكل تر است. گاز داغ در داخل لوله ها بصورت يك مجموعه جريان مي يابد.

هواي احتراق بطرف بيرون لوله ها بوسيله يك سري صفحات هدايت مي شود. پيش گرمكن هاي هوا بزرگ و كم اثر تر از مبدلهاي مايع مورد استفاده براي گرم كردن آب يا پيش گرم كن آب مي باشند.

انباشتگر يا Accumulators

ديگ ها براي رفع نياز بخار توليد مي كنند. وقتي تقاضا زياد باشد، اغلب اين گونه است كه يك ديگ اضافي يا حتى چندين ديگ بايد بصورت موقت مورد استفاده قرار گيرد تا نياز را برطرف كند. اين مسئله مي تواند بعلت تلفات همراه با گرمايش و سرمايش پوسته ديگ نا كارآمد باشد. در هر دو مورد مي توان با استفاده از يك انباشتگر از بعضي از ظرفيت هاي مورد نياز ديگ (راه اندازي و هزينه سرمايه) اجتناب نمود.

يك انباشتگر بنحو مؤثري بخار را در طي زمان تقاضاي پايين از ديگها ذخيره يا جمع مي كند و بعد آن را در طي فواصل درخواست زياد، در زمان كوتاه آزاد مي سازد.

ديگ هاي بازيافت

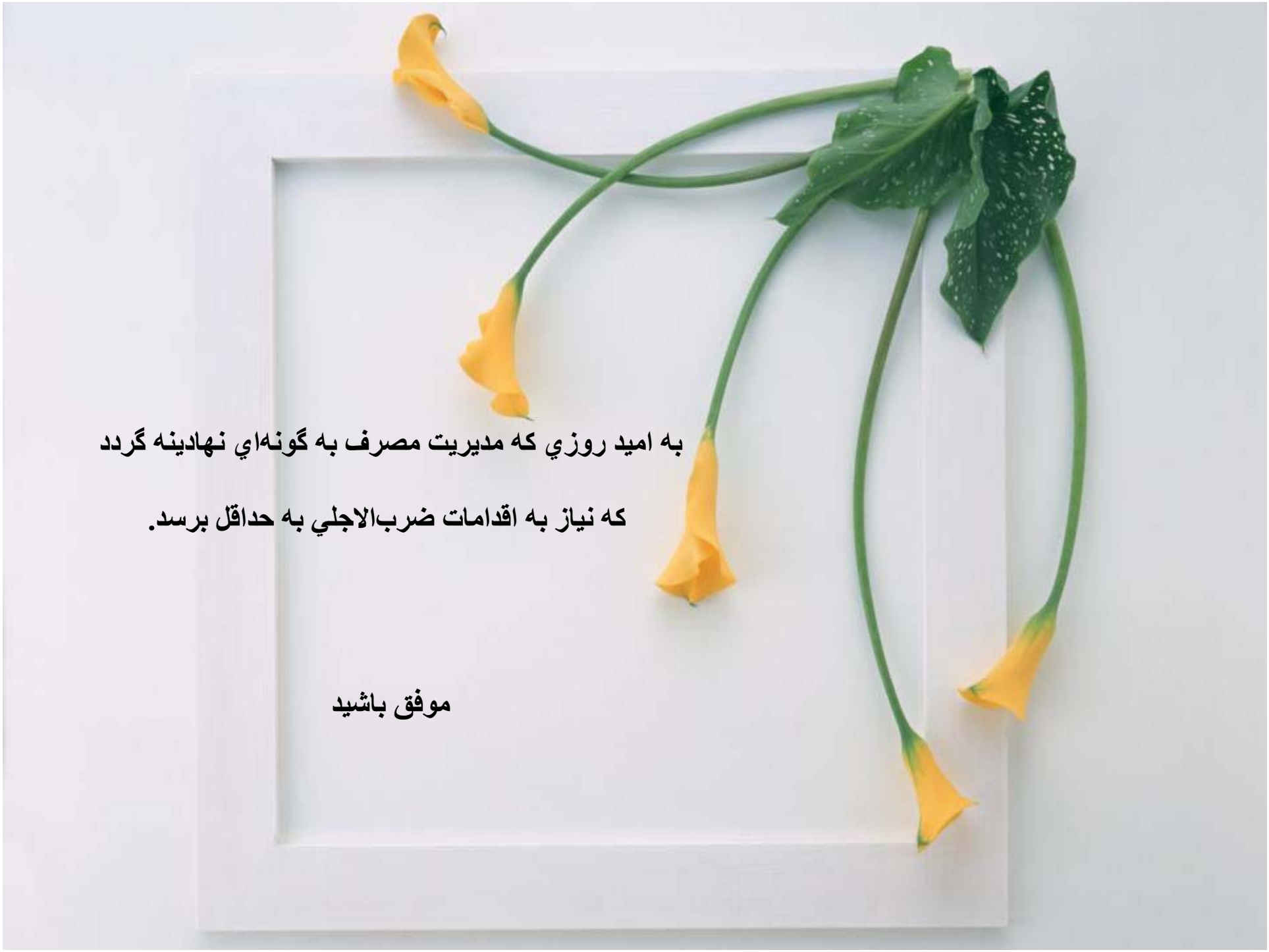
دردیگ هاي بازيافت از گاز داغ كوره براي توليد بخار استفاده مي كنند. در بيشتر موارد خط بخار وجود دارد كه از حرارت هاي تلف شده استفاده نموده و بخار توليد مي شود. اين مقدار بخار بسته به نياز و تقاضا از تلفات حرارتي تأمين مي گردد.

عايق بندي

عايق بندي براي حفظ گرما در داخل كوره يا ديگ بكار مي رود.
مواد عايق بندي مرسوم شامل كلسيوم سليكات ، الياف معدني، الياف سراميك، سيمان، شيشه سلول دار و الياف شيشه مي باشد.

يك پيشرفت مهم در اين خصوص براي كوره ها استفاده از عايق الياف سراميك بوده است كه در مقايسه با مواد نسوز جامد عايق بهتري است . معايب آن هزينه هاي اوليه بالاتر است و گاهي يك لايه نسوز در ته كوره و در ساير مناطق آسيب پذير براي حفاظت الياف سراميك بكار مي رود.

لايه هاي بيشتر عايق الياف سراميك را مي توان در بيرون ماده نسوز هنگامي كه مورد نياز است نصب كرد.



به اميد روزي كه مديريت مصرف به گونه‌اي نهادينه گردد

كه نياز به اقدامات ضرب‌الاجلي به حداقل برسد.

موفق باشيد