

## راندمان در دیگهای بخار

### 1-1 - ابقای انرژی

بر اساس یکی از قوانین فیزیک انرژی همیشه ابقا می شود . در فرآیند احتراق، انرژی شیمیایی به انرژی حرارتی تبدیل می شود . اگر انرژی موجود در بخار ، گاز خروجی ، تشعشعات دیگ بخار و دیگر انرژیهای که از دیگ بخار ، خارج می شود با یک دیگر جمع شوند، مجموع آنها دقیقاً برابر با انرژی گاز که سوزانده شده است . به عبارتی دیگر : انرژی موجود در سوخت ( گاز و گازوپیل و ... ) = انرژی موجود در بخار + اتلاف حرارتی انرژی راندمان دیگ بخار ، میزان درصد تبدیل گاز یا گازوپیل به انرژی بار است . معمولاً بهترین روش محاسباتی راندمان دیگ بخار ، برآورد میزان اتلاف انرژی است . برای این منظور ، درصد اتلاف انرژی در بخش های مختلف محاسبه و از 100% کسر می گردد . عدد باقی مانده میزان راندمان دیگ بخار را نشان خواهد داد . به عبارت دیگر : راندمان دیگ بخار = ( اتلاف حرارت - 100 ) % .

### 1-2- منابع اتلاف حرارت

قسمت اعظم اتلاف انرژی از طریق دودکش صورت می پذیرد . در بدترین شرایط حدود 30 الی 35 % از کل انرژی اولیه از طریق دودکش خارج می شود . اتلاف انرژی از طریق دودکش شامل زیر می گردد :

- الف- اتلاف حرارت به دلیل گاز خشک .
  - ب- اتلاف حرارت به دلیل رطوبت در سوخت .
  - ج- اتلاف حرارت به دلیل آب ناشی از احتراق هیدروژن .
- میزان اتلاف انرژی حرارتی وابسته به دما و حجم گازی است که از دیگ بخار خارج می شود ، بنابراین کاهش هریک از دو مورد ذکر شده می تواند موجب کاهش اتلاف حرارتی شود . جلوگیری از اتلاف حرارت در دودکش به میزان 100 % عملاً امکان پذیر نخواهد بود ، مگر آنکه دمای گاز خروجی از دودکش به دمای گاز دودکش خروجی به زیر 300 °F به صلاح نیست چرا که دمای کمتر موجب تشکیل بخارهای اسید سولفوریک شده که نهایتاً خوردگی بسیار شدید ایجاد می نماید . چهار استراتژی عمده برای به حداقل رساندن اتلاف انرژی از دودکش به شرح زیر می باشد :

الف- به حداقل رساندن هوای اضافی

ب- پاکیزه نگهداشتن سطوح انتقال حرارتی

ج- بکارگیری تجهیزات بازیافت حرارت

د- کنترل نفوذ هوا به داخل دیگ بخار

## بخار گستر طبرستان

زمانی که حجم هوای اضافی کم شود به تبع آن ضمن اینکه حجم گاز دودکش کاهش می یابد، دمای گاز خروجی از دودکش نیز کاهش خواهد یافت . چرا که سرعت گاز خروجی کم شده و در اثر کم شدن سرعت گاز خروجی ، امکان جذب حرارت گاز در دیگ بخار به لحاظ افزایش زمان ماندن در داخل مسیر خروجی ازدیاد می گردد. سود ناشی از کاهش اتلاف بسیار چشمگیر است به طوری که به ازای کاهش 15٪ هوای اضافی ، 1/3٪ کاهش در اکسیژن و 40 °F کاهش در دمای گاز خروجی از دودکش ، می توان یک درصد راندمان دیگ بخار را افزایش داد .

جدول شماره 1 – میزان اتلاف حرارتی از دیگ های بخار با عایق کاری مناسب

| اندازه دیگ بخار ( کیلو بخار در ساعت ) | اتلاف حرارتی بصورت تشعشع ( % ) |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1000                                  | 0/5                            |
| 5000                                  | 0/7                            |
| 75000                                 | 0/9                            |
| 10000                                 | 1                              |

از دیگر نواحی که باعث اتلاف حرارتی می شود ، می توان به روش زیرکش برای خارج نمودن مواد جامد محلول اشاره نمود . خارج کردن این مواد به معنی خارج کردن انرژی است که توسط آنها جذب شده است . این نوع تجهیزات باید برای دیگهای بخار حداقل تولید 250 Kg/h بصورت تجاری بخار در اختیار می باشد .

### 3-1- چک لیست متصدیان برای تعمیر و نگهداری دیگهای بخار

پایش مستمر دیگهای بخار به بصورت ساعتی و حداقل 2 در طی روز بسیار مهم است . به عنوان مثالی بسیار ساده می توان به از بین رفتن عایق حرارتی لوله های خروجی از دیگ بخار اشاره نمود . میزان اتلاف حرارتی از یک لوله بدون عایق به قطر 5 cm و طول 33 cm که حاوی بخار با فشار 150 psi است ، معادل یک تن زغال سنگ به ازای هر 12 روز خواهد بود . لذا موارد زیر باید بطور مستمر پایش توزیع یکنواخت هوا

- نفوذ هوا
- عایق کاری

## بخار گستر طبرستان

- نشست بخار
- فشار بخار

- دمای گاز خروجی

جدول شماره 2 - کار برگ برای دو بار کنترل و خواندن در یک شبانه روز

| جمعه |    | پنج شنبه |        | چهار شنبه |        | سه شنبه |        | دوشنبه |    | یکشنبه |    | شنبه   |        | شرح                    |
|------|----|----------|--------|-----------|--------|---------|--------|--------|----|--------|----|--------|--------|------------------------|
| PM   | AM | P<br>M   | A<br>M | P<br>M    | A<br>M | p<br>m  | A<br>M | PM     | AM | PM     | AM | P<br>M | A<br>M |                        |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | سطح آب                 |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | فشار بخار              |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | فشار پمپ تغذیه         |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | دمای آب تغذیه          |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | دمای بخار<br>تقطیر شده |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | دمای گاز<br>خروجی      |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | کنترل سطح آب           |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | ستون آب                |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | شیشه میزان آب          |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | پمپ تغذیه              |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | مخزن بخار تقطیر<br>شده |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | عملکرد مشعل            |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | تأمین سوخت             |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | اصلاح آب               |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | زیرکشی دیگ بخار        |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | حضور متصدی             |
|      |    |          |        |           |        |         |        |        |    |        |    |        |        | ملاحظات                |

AM : نیمه اول روز

جدول شماره 3 – کار برگ برای کنترل و خواندن ساعتی در یک شبانه روز

| ملاحظات | حضور متصدی | پمپ تغذیه | زیرکشی دیگ بخار | اصلاح آب | تامین سوخت | عملکرد مشعل | مخزن بخار تقطیر شده | شیشه میزان آب | ستون آب | کنترل سطح آب | دمای گاز خروجی | دمای بخار تقطیر شده | دمای آب تغذیه | فشار پمپ تغذیه | فشار بخار | سطح آب | زمان (ساعت) |
|---------|------------|-----------|-----------------|----------|------------|-------------|---------------------|---------------|---------|--------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|-----------|--------|-------------|
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 1           |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 2           |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 3           |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 4           |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 5           |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 6           |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 7           |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 8           |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 9           |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 10          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 11          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 12          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 13          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 14          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 15          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 16          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 17          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 18          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 19          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 20          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 21          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 22          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 23          |
|         |            |           |                 |          |            |             |                     |               |         |              |                |                     |               |                |           |        | 24          |

1-2- باز یافت حرارت

## بخار گستر طبرستان

تجهیزات بازیافت حرارتی در برگیرنده انواع مختلفی از مبدل‌های حرارتی می باشد که در محل هایی از فرآیند نصب می شوند و امکان جذب حرارت از گازهای حاصل از احتراق و گازهایی که از سوپر هیترها و بخش های تولید کننده بخار عبور کرده اند، را بوجود آورد .

### 2-2- اکونومایزرها

اکونومایزرها از راه جذب حرارت ناشی از گازهای خروجی از بخش سوپر هیتر انتهای واحد گرمایش مجدد یا گازهای خروجی از مجموعه تبخیر کننده های بویلر فاقد گرمایش مجدد ، به بهبود راندمان دیگ بخار کمک می کنند . حرارت جذب شده به آب تغذیه که با دمای بسیار پایین نری نسبت به بخار اشباع شده وارد دیگ بخار می شود ، منتقل میگردد . اکونومایزر از مجموعه ای از لوله ها تشکیل شده است و در دو شکل استوانه ای و یا سطحی ساخته می شود . نوع استوانه ای معمولاً دارای لوله هایی با قطرهای مختلف است که می تواند دارای لوله هایی که با سطوح داغ ارتباط دارند، عموماً از فولاد با کربن پایین ساخته می شوند. چون فولاد حتی در مجاورت مایعی با اکسیژن پایین نیز در معرض خوردگی خواهد بود ، لذا آب موجود در سیستم باید عملاً و بصورت 100 % فاقد اکسیژن آزاد باشد . در ایستگاههای مرکزی و دیگر مجموعه های بزرگ معمول است که از جدا کننده های اکسیژن ( دی اریتور ) استفاده می کنند .

### 2-3- موتورها

امروزه موتورهای با راندمان بالا در بازار موجود است که بسیار پر هزینه می باشد ولی راندمان آنها نیز زیاد است و از این طریق زمان بازگشت سرمایه را کوتاه می کند . مثلاً اگر هزینه هر کیلووات ساعت برق 1200 ریال و یا بیشتر باشد اینگونه موتورها دارای توجیه اقتصادی خواهند بود .

جدول شماره 4 – راندمان اینگونه موتورها را بطور نمونه نشان می دهد

| اندازه موتور ( اسب بخار ) | راندمان ( درصد ) |
|---------------------------|------------------|
| 5 - 10                    | 85               |
| 15 - 40                   | 85               |
| 50 - 150                  | 85               |
| 200 و بالاتر              | 85               |

معمولاً موتورهای نصب شده از قدرت بیشتری نسبت به کاری که باید انجام دهند برخوردارند و به عبارتی دیگر دارای قدرت اضافی و در اندازه های بزرگتر انتخاب شده اند که موجب افزایش هزینه نیز می شوند . بررسی های بعمل آمده نشان از این دارد که بیش از 60 % موتورهای صنعت زیاد از حد بزرگ انتخاب می شوند .

### ممیزی انرژی

کلیات و تمامی راهکارهای صرفه جویی انرژی در :

#### 3-1- سیستم های تولید بخار

- اکسیژن اضافی را زیر 5٪ نگه دارید . ( کمتر از 8٪ برای مشعل کوره ها )
- دمای خروجی از دودکش را به کمتر از  $220^{\circ}\text{C}$  برسانید .
- میزان مواد سوختنی را در گاز خروجی از دودکش و خاکستر باقی مانده از احتراق به حداقل برسانید .
- درجه حرارت منبع ذخیره سوخت را در حداقل دمای ممکن نگهدارید .
- نسبت سوخت به هوا را بطور منظم کنترل کنید .
- در خروجی هوازدا جریان آب را به کمتر از 1٪ و جریان بخار را به کمتر از 0.5 برسانید .
- زیرکش ها و خروجی های بخار را در دیگهای بخار بصورت اتوماتیک کنترل کنید .
- مصرف سوخت های تثبیت کننده را به دلیل گران بودن این نوع سوخت به حداقل برسانید .
- از مبدل های حرارتی در قسمت زیرکش استفاده کنید .
- تقسیم بار بین دیگهای بخار را به خوبی انجام دهید .
- مسیر عبوری گاز های خروجی را از نظر نشستی هوا بررسی کنید .
- راندمان دیگها را بطور مدام کنترل کنید .
- برنامه زمان بندی غبار زدایی را بهینه نمایید .
- فشار تخلیه از پمپ های تغذیه دیگ بخار را به حداقل برسانید .

#### 3-2- سیستم های تولید بخار

- همه آبهای کندانس شده را به سیستم آب تغذیه برگردانید .
- از نشستی بخار جلوگیری کنید .
- لوله های مسیر غیر مصرفی بخار را عایق بندی کنید .
- کلیه مسیرهای عبور بخار و کندانس را کاملاً عایق بندی کنید .
- تا حد امکان بخار تلف شده را بازیافت نمایید .
- برای بازیابی بخار فشار پایین از منبع ذخیره در سیستم کندانسور استفاده کنید .
- فشار بخار داغ را در هوای گرم کاهش دهید

تاریخ : 96/08/15

شماره : 96 -145



بخار گستر طبرستان

[www.BOKHARGOSTAR.com](http://www.BOKHARGOSTAR.com)

[www.METALDIG.com](http://www.METALDIG.com)

آدرس: مازندران - محمودآباد - شهرک صنعتی تشبندان - خیابان یاس 1 - شماره تماس: 011 - 43143290 - 44782186 و 7

[WWW.bokhargt@gmail.com](mailto:WWW.bokhargt@gmail.com)