

NỒI HƠI & THIẾT BỊ GIA NHIỆT

1. GIỚI THIỆU	1
2. CÁC LOẠI LÒ HƠI	2
3. ĐÁNH GIÁ LÒ HƠI.....	9
4. CÁC GIẢI PHÁP SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HIỆU QUẢ.....	26
5. DANH SÁCH SÀNG LỌC CÁC GIẢI PHÁP	32
6. BẢNG TÍNH VÀ CÁC CÔNG CỤ KHÁC	36
7. TÀI LIỆU THAM KHẢO	41

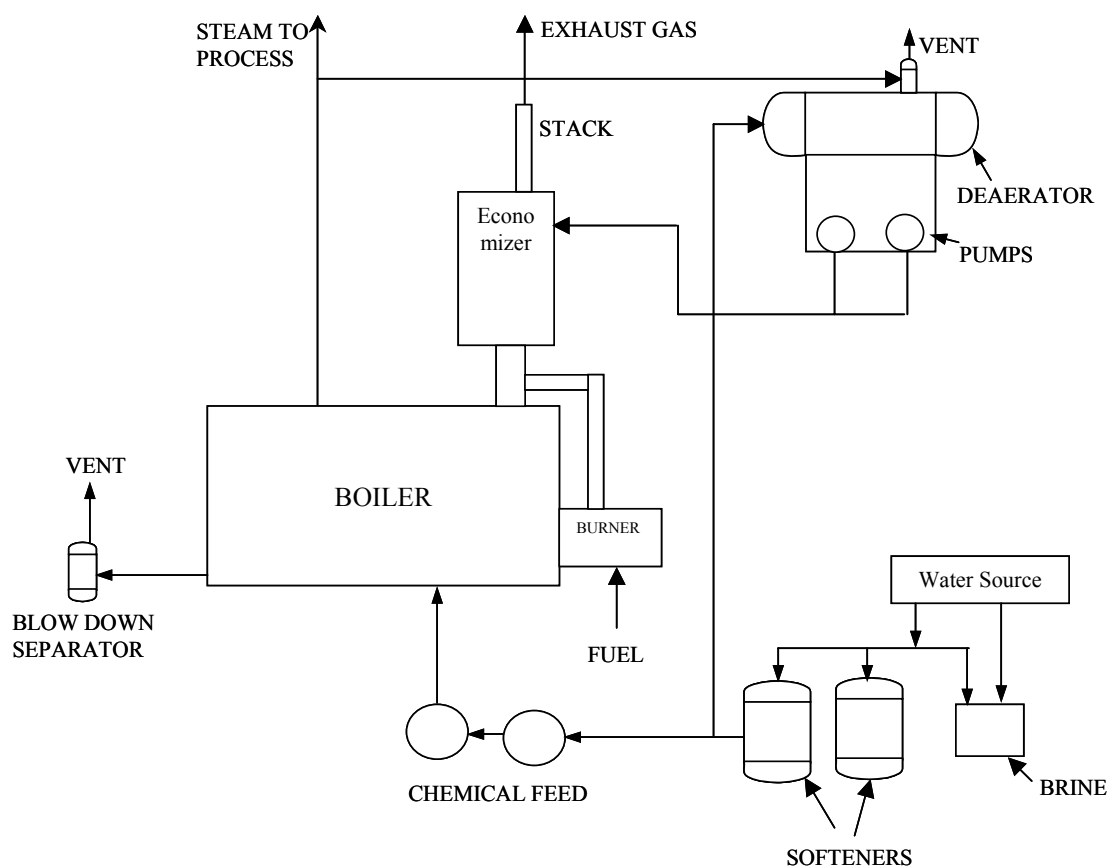
1. GIỚI THIỆU

Phần này trình bày ngắn gọn về Lò hơi và các thiết bị phụ trợ tại Bộ phận Lò hơi.

Lò hơi là một thiết bị giúp đưa nhiệt của quá trình đốt cháy cho nước cho đến khi nước được đun nóng hoặc thành hơi. Nước nóng hoặc hơi dưới tác động của áp suất sẽ truyền nhiệt sang một quy trình. Nước là tác nhân trung gian rẻ tiền và hữu dụng giúp truyền nhiệt sang một quy trình. Khi nước được chuyển thành hơi, thể tích sẽ tăng lên khoảng 1.600 lần, tạo ra một lực mạnh như là thuốc súng. Vì vậy lò hơi là thiết bị phải được vận hành với tinh thần cẩn trọng cao độ.

Hệ thống lò hơi bao gồm: một hệ thống nước cấp, hệ thống hơi và hệ thống nhiên liệu. **Hệ thống nước cấp** cấp nước cho lò hơi và tự động điều chỉnh nhằm đáp ứng nhu cầu hơi. Sử dụng nhiều van nên cần bảo trì và sửa chữa. **Hệ thống hơi** thu gom và kiểm soát hơi do lò hơi sản xuất ra. Một hệ thống đường ống dẫn hơi tới vị trí cần sử dụng. Qua hệ thống này, áp suất hơi được điều chỉnh bằng các van và kiểm tra bằng máy đo áp suất hơi. **Hệ thống nhiên liệu** bao gồm tất cả các thiết bị được sử dụng để tạo ra nhiệt cần thiết. Các thiết bị cần dùng trong hệ thống nhiên liệu phụ thuộc vào loại nhiên liệu sử dụng trong hệ thống nhiên liệu.

Nước đưa vào lò hơi được chuyển thành hơi được gọi là **nước cấp**. Nước cấp có hai nguồn chính là: (1) **Nước ngưng** hay hơi ngưng tuần hoàn từ các quy trình và (2) **nước đã qua xử lý** (nước thô đã qua xử lý) từ bên ngoài bộ phận lò hơi và các quy trình của nhà máy. Để nâng cao hiệu quả sử dụng lò hơi, một thiết bị trao đổi nhiệt đun nóng sơ bộ nước cấp sử dụng nhiệt thải từ khí lò.



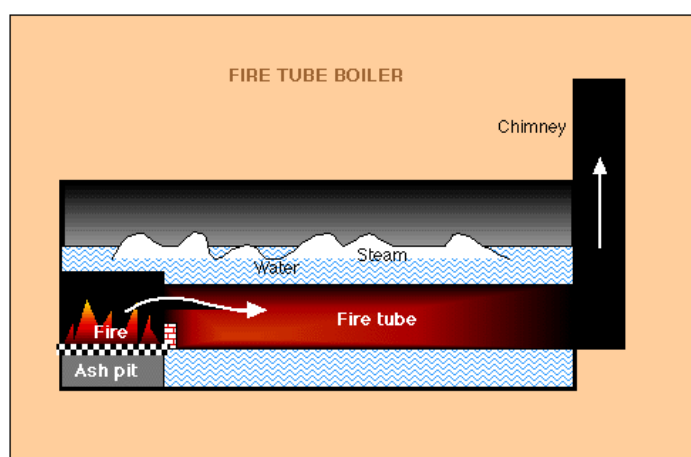
Hình 1. Giảm đồ của một Bộ phận Lò hơi

2. CÁC LOẠI LÒ HƠI

Phần này giới thiệu các loại lò hơi khác nhau: Lò hơi ống lửa, lò hơi ống nước, lò hơi trộn bộ, lò hơi buồng lửa tầng sôi, lò hơi buồng lửa tầng sôi không khí, lò hơi buồng lửa tầng sôi điều áp, lò hơi buồng lửa tầng sôi tuần hoàn, lò hơi đốt lò, lò hơi sử dụng nhiên liệu phun, lò hơi sử dụng nhiên liệu thải và thiết bị gia nhiệt.

2.1 Lò hơi ống lửa (Fire Tub Boiler)

Với loại lò hơi này, khí nóng đi qua các ống và nước cấp cho lò hơi ở phía trên sẽ được chuyển thành hơi. Lò hơi ống lửa thường được sử dụng với công suất hơi tương đối thấp cho đến áp suất hơi trung bình. Do đó, sử dụng lò hơi dạng này là ưu thế với tỷ lệ hơi lên tới 12.000 kg/giờ và áp suất lên tới 18 kg/cm². Các lò hơi này có thể sử dụng với dầu, ga hoặc các nhiên liệu lỏng. Vì các lý do kinh tế, các lò hơi ống lửa nằm trong hạng mục lắp đặt “trộn gói” (tức là nhà sản xuất sẽ lắp đặt) đối với tất cả các loại nhiên liệu.



Hình 2. Mặt cắt của một Lò hơi ống lửa
(Light Rail Transit Association)

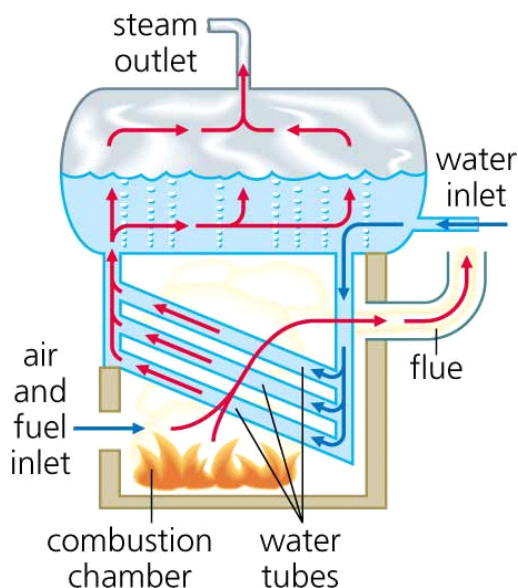
2.2 Lò hơi ống nước (Water Tube Boiler)

Ở lò hơi ống nước, nước cấp qua các ống đi vào tang lò hơi. Nước được đun nóng bằng khí cháy và chuyển thành hơi ở khu vực động hơi trên tang lò hơi. Lò hơi dạng này được lựa chọn khi nhu cầu hơi cao đối với nhà máy phát điện.

Phần lớn các thiết kế lò hơi ống nước hiện đại có công suất nằm trong khoảng 4.500 – 120.000 kg/giờ hơi, ở áp suất rất cao. Rất nhiều lò hơi dạng này nằm trong hạng mục lắp đặt “trộn gói” nếu nhà máy sử dụng dầu và/hoặc ga làm nhiên liệu. Hiện cũng có loại thiết kế lò hơi ống nước sử dụng nhiên liệu rắn nhưng với loại này, thiết kế trộn gói không thông dụng bằng.

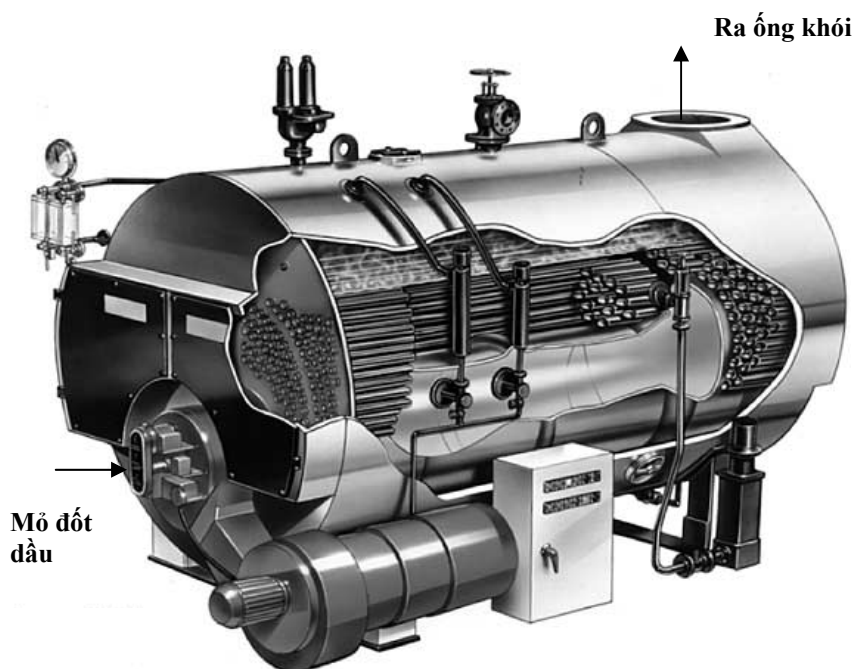
Lò hơi ống nước có các đặc điểm sau:

- Sự thông gió cưỡng bức, cảm ứng, và cân bằng sẽ giúp nâng cao hiệu suất cháy.
- Yêu cầu chất lượng nước cao và cần phải có hệ thống xử lý nước.
- Phù hợp với công suất nhiệt cao



2.3 Lò hơi trộn bộ (Package Boiler)

Loại lò hơi này có tên gọi như vậy vì nó là một hệ thống trộn bộ. Khi được lắp đặt tại nhà máy, hệ thống này chỉ cần hơi, ống nước, cung cấp nhiên liệu và nối điện để có thể đi vào hoạt động. Lò hơi trộn bộ thường có dạng vỏ sò với các ống lửa được thiết kế sao cho đạt được tốc độ truyền nhiệt bức xạ và đối lưu cao nhất.



Hình 4. Lò hơi trộn bộ đốt dầu cấp 3 điển hình (Spirax Sarco)

Lò hơi trộn bộ có những đặc điểm sau:

- Buồng đốt nhỏ, tốc độ truyền nhiệt cao dẫn đến quá trình hoá hơi nhanh hơn.
- Quá trình truyền nhiệt do đối lưu tốt hơn do được lắp một số lượng lớn các ống truyền nhiệt có đường kính nhỏ giúp truyền nhiệt đối lưu tốt.

- Hiệu suất cháy cao do có sử dụng hệ thống thông gió cưỡng bức
- Quá trình truyền nhiệt tốt hơn nhờ số lần khí đi qua lò hơi
- Hiệu suất nhiệt cao hơn so với các loại lò hơi khác.

Những lò hơi này được phân loại dựa trên số lần số lần khí đốt nóng đi qua lò hơi. Buồng đốt sẽ là lần đi qua thứ nhất, sau đó có thể là hai hoặc ba bộ ống lửa. Loại lò hơi phổ biến nhất của loại này là lò hơi bậc 3 (3 lần khí đi qua lò hơi) với hai bộ ống đốt và với khí thải đi qua bộ phận phía sau lò hơi.

2.4 Lò hơi buồng lửa tầng sôi (FBC)

Lò hơi buồng lửa tầng sôi (FBC) gần đây nổi lên như là một lựa chọn khả thi và có rất nhiều ưu điểm so với hệ thống đốt truyền thống, nó mang lại rất nhiều lợi ích-thiết kế lò hơi gọn nhẹ, nhiên liệu linh hoạt, hiệu suất cháy cao hơn và giảm thải các chất gây ô nhiễm độc hại như SOx và NOx. Nhiên liệu đốt của những lò hơi loại này gồm có than, vỏ trấu, bã mía, và các chất thải nông nghiệp khác. Lò hơi buồng lửa tầng sôi có các mức công suất rất khác nhau từ 0,5 T/h cho tới hơn 100 T/h.

Khi không khí hoặc ga được phân bố đều, đi qua lớp hạt rắn mịn, những hạt này sẽ không bị ảnh hưởng ở vận tốc thấp. Khi vận tốc không khí tăng dần, dẫn đến trạng thái các hạt đơn bị treo lơ lửng trong không khí này gọi là “tầng sôi”.

Khi vận tốc không khí tăng thêm sẽ tạo ra bong bóng, chuyển động mạnh, pha trộn nhanh và tạo ra bề mặt nhiên liệu đặc. Lớp vật liệu với những hạt rắn này được xem như là dung dịch đun sôi sẽ tạo ra lớp chất lỏng-“tầng sôi”.

Nếu các hạt cát ở trạng thái sôi được đun tới nhiệt độ than có thể bốc cháy, và than được cấp liên tục vào, khi đến lớp nhiên liệu, than sẽ bốc cháy tức thì, và lớp nhiên liệu đạt được nhiệt độ đồng đều. Quá trình đốt cháy tầng sôi (FBC) diễn ra ở mức nhiệt độ 840^oC đến 950^oC. Vì nhiệt độ này thấp hơn nhiệt độ tan chảy của xỉ rất nhiều, nên có thể tránh được vấn đề xỉ nóng chảy và các vấn đề khác có liên quan.

Nhiệt độ cháy thấp hơn đạt được là do hệ số truyền nhiệt cao nhờ sự pha trộn nhanh ở tầng sôi và sự thoát nhiệt hiệu quả từ lớp nhiên liệu qua những ống truyền nhiệt trong lớp nhiên liệu và thành của tầng nhiên liệu. Vận tốc khí được duy trì ở giữa khoảng vận tốc sôi tối thiểu và vận tốc các hạt nhiên liệu bị cuốn theo. Điều này giúp đảm bảo sự vận hành ổn định của lớp nhiên liệu và tránh việc các hạt bị cuốn theo vào dòng khí.

2.5 Lò hơi buồng lửa tầng sôi không khí (AFBC)

Phần lớn các lò hơi vận hành dạng này là theo Quá trình Cháy tầng sôi không khí (AFBC). Quá trình này phức tạp hơn là bổ sung một buồng đốt tầng sôi vào lò hơi vỏ sò truyền thống. Những hệ thống như thế này được lắp đặt tương tự như lò hơi ống nước.

Than được đập theo cỡ 1 – 10 mm phụ thuộc vào loại than, loại nhiên liệu cấp cho buồng đốt. Không khí khô quyển, đóng vai trò là cả khí đốt và khí tầng sôi, được cấp vào ở một mức áp suất, sau khi được đun nóng sơ bộ bằng khí thải. Những ống trong tầng nhiên liệu mang nước đóng vai trò là thiết bị bay hơi. Những sản phẩm khí của quá trình đốt đi qua bộ phận quá nhiệt của lò hơi, qua bộ phận tiết kiệm, thiết bị thu hồi bụi và thiết bị đun nóng khí sơ bộ trước khi ra không khí.

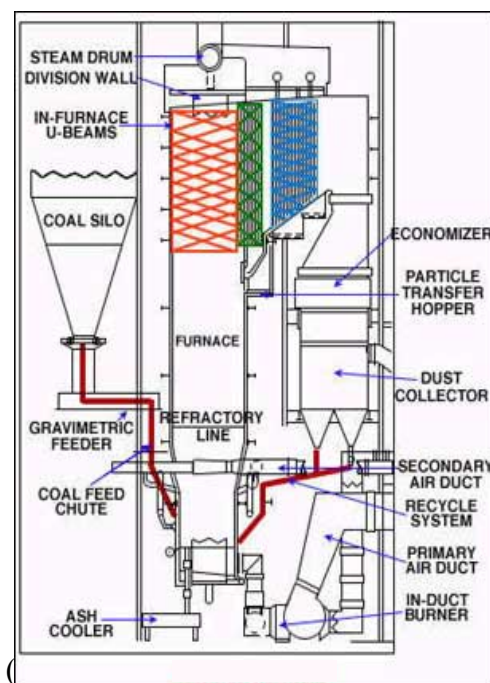
2.6 Lò hơi buồng lửa tầng sôi điều áp (PFBC)

Ở loại lò hơi này, một máy nén khí sẽ cung cấp khí sơ cấp cưỡng bức (FD) và buồng đốt là một nồi áp suất. Tốc độ thoát nhiệt trong tầng sôi tỷ lệ với áp suất của tầng sôi và do đó, tầng sôi sẽ giúp thoát nhiệt nhiều. Nhờ vậy, hiệu suất cháy và sự hấp thụ S₂ trong tầng nhiên liệu Hơi được tạo ra trong hai ống, một nằm trong tầng sôi và một nằm trên. Khí lò nóng có thể chạy tua bin sử dụng gas phát điện. Hệ thống PFBC có thể được sử dụng trong đồng phát (hơi và điện) hoặc phát điện chu trình kết hợp. Việc vận hành chu trình kết hợp (tua bin dùng gas và tua bin chạy bằng hơi nước) sẽ cải thiện hiệu suất chuyển đổi toàn phần từ 5 đến 8 %.

2.7 Lò hơi buồng lửa tầng sôi tuần hoàn khí (CFBC)

Với hệ thống tuần hoàn, các thông số của tầng nhiên liệu được duy trì để thúc đẩy việc loại sạch những hạt rắn trong tầng nhiên liệu. Chúng nâng lên, pha trộn trong dàn ống lên và hạ xuống theo cyclon phân li và quay trở lại. Trong tầng nhiên liệu, không có ống sinh hơi. Việc sinh hơi và làm quá nhiệt hơi diễn ra ở bộ phận đối lưu, thành ống nước và ở đầu ra của dàn ống nâng lên.

Các lò hơi buồng lửa tầng sôi tuần hoàn khí thường kinh tế hơn so với lò hơi buồng lửa tầng sôi không khí khi áp dụng trong các doanh nghiệp công nghiệp cần sử dụng lượng hơi lớn hơn 75 – 100 T/h. Với các nhà máy có nhu cầu lớn hơn, nhờ đặc điểm lò đốt cao của hệ thống lò hơi buồng lửa tầng sôi tuần hoàn khí sẽ cung cấp khoảng trống lớn hơn để sử dụng, các hạt nhiên liệu lớn hơn, và thời gian lưu hấp thụ để đạt hiệu suất cháy và mức SO₂ cao hơn, việc áp dụng các công nghệ để kiểm soát mức NO_x cũng dễ dàng hơn so với lò hơi buồng lửa tầng sôi không khí.

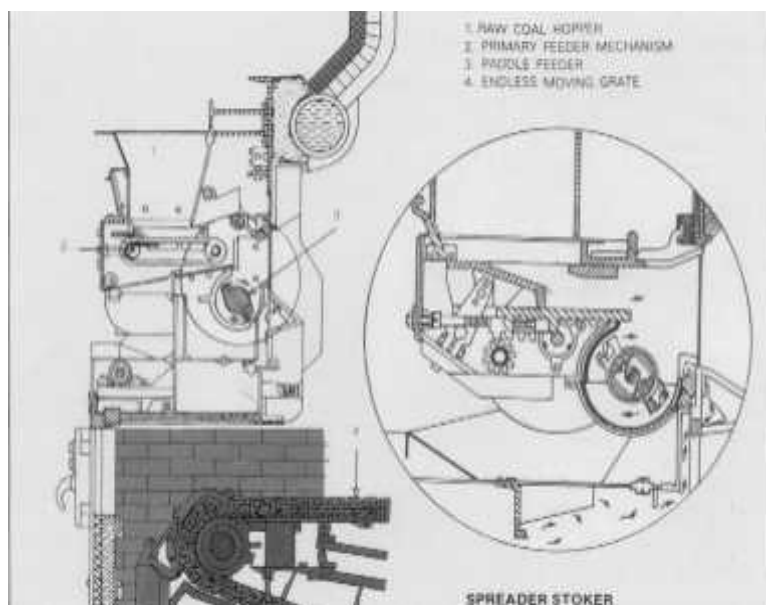


2.8 Lò hơi đốt ghi

Buồng lửa được chia tùy theo phương pháp cấp nhiên liệu cho lò và kiểu ghi lò. Các loại chính bao gồm buồng lửa ghi cố định và buồng lửa ghi xích hoặc ghi di động.

2.8.1 Buồng lửa ghi cố định

Buồng lửa ghi cố định sử dụng kết hợp cháy trên ghi lò và cháy trong khi rơi. Than được đưa liên tục vào lò trên lớp than đang cháy. Than nhận được nhiệt và tiến hành các giai đoạn của quá trình cháy. Những hạt than to hơn (phần cốt) rơi trên ghi, cháy với một lớp than mỏng, cháy nhanh. Phương pháp đốt này rất linh hoạt với những dao động mức tải, vì việc đốt cháy tạo ra tức thời khi tốc độ cháy tăng. Vì vậy, buồng lửa ghi cố định được ưa chuộng hơn những loại buồng lửa khác trong các ứng dụng công nghiệp.

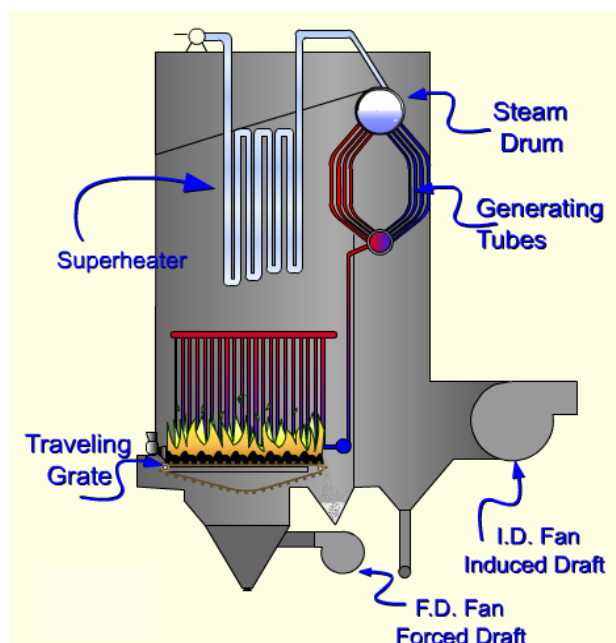


Hình 6. Buồng lửa ghi cố định
(Department of Coal, 1985)

2.8.2 Buồng lửa ghi xích hoặc buồng lửa ghi di động

Than được cấp vào phần cuối của ghi lò đang chuyển động. Khi ghi chuyển động dọc theo chiều dài của buồng lửa, than cháy, còn xỉ rơi xuống phía dưới. Sử dụng loại lò này, cần phải có một số kỹ năng, nhất là khi thiết lập ghi, van điều tiết, và các vách ngăn để đảm bảo quá trình đốt sạch, không còn cacbon chưa cháy trong xỉ.

Phễu cấp than chuyển động dọc theo phần cấp than của lò. Thiết bị chấn than được sử dụng để điều chỉnh tỷ lệ than cấp vào lò thông qua kiểm soát độ dày của lớp than. Kích cỡ than phải đều vì những viên to sẽ không cháy hết tại thời điểm chúng đến cuối ghi.

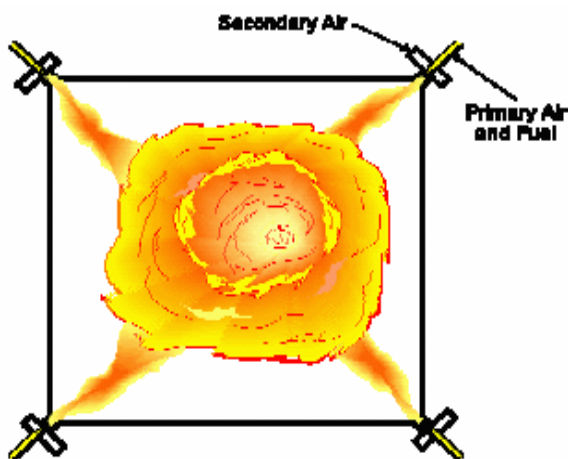


Hình 7. Buồng lửa ghi di động
(Đại học Missouri, 2004)

2.9 Lò hơi sử dụng nhiên liệu phun

Hầu hết các nhà máy nhiệt điện (than) đều sử dụng lò hơi dùng nhiên liệu phun, và rất nhiều lò hơi ống nước công nghiệp cũng sử dụng loại nhiên liệu phun này. Công nghệ này được nhân rộng rất nhanh và hiện có hàng nghìn nhà máy áp dụng, chiếm hơn 90% công suất đốt than.

Than được nghiền (pulverized) thành bột mịn sao cho dưới 2% có đường kính +300 micrometer (μm) và 70-75 % nhỏ hơn 75 microns, đối với than bitum. Cũng cần lưu ý rằng, bột quá mịn sẽ gây lãng phí điện sử dụng cho máy nghiền. Mặt khác, bột to quá sẽ không cháy hết trong buồng đốt và dẫn tới tổn thất do chưa cháy hết.



Hình 8: Đốt cháy theo phương tiếp tuyến ở nhiên liệu phun (nguồn tham khảo không xác định)

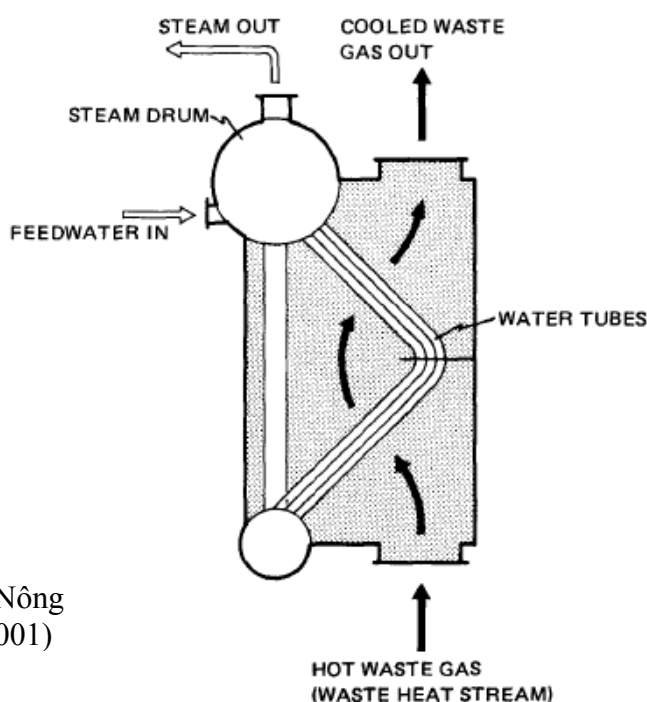
Than nghiền được phun cùng với một phần khí đốt vào dây chuyền lò hơi thông qua một số vòi đốt. Có thể bổ sung khí cấp 2 và 3. Quá trình cháy diễn ra ở nhiệt độ từ 1300-1700 °C, phụ thuộc nhiều vào loại than. Thời gian lưu của các than trong lò điển hình từ khoảng 2 đến 5 giây, và kích thước hạt phải nhỏ vừa để hoàn tất quá trình đốt, diễn ra trong khoảng thời gian này.

Hệ thống kiểu này có rất nhiều ưu điểm như khả năng cháy với các loại than chất lượng khác nhau, phản ứng nhanh với các thay đổi mức tải, sử dụng nhiệt độ khí đun nóng sơ bộ cao, vv...

Một trong những hệ thống phổ biến nhất để đốt than nghiền là đốt theo phương tiếp tuyến sử dụng 4 góc để tạo ra quả bóng lửa ở giữa lò.

2.10 Lò hơi sử dụng nhiệt thải

Bất cứ nơi nào có sẵn nhiệt thải ở nhiệt độ cao hoặc trung bình đều có thể lắp đặt lò hơi sử dụng nhiệt thải một cách kinh tế. Khi nhu cầu hơi cao hơn lượng hơi tạo ra từ nhiệt thải, có thể sử dụng lò đốt nhiên liệu phụ trợ. Nếu không cần sử dụng hơi trực tiếp có thể sử dụng hơi cho máy phát tua bin chạy bằng hơi để phát điện. Lò hơi loại này được sử dụng rộng rãi với nhiệt thu hồi từ khí thải của tua bin chạy bằng gas hoặc các động cơ diezen.

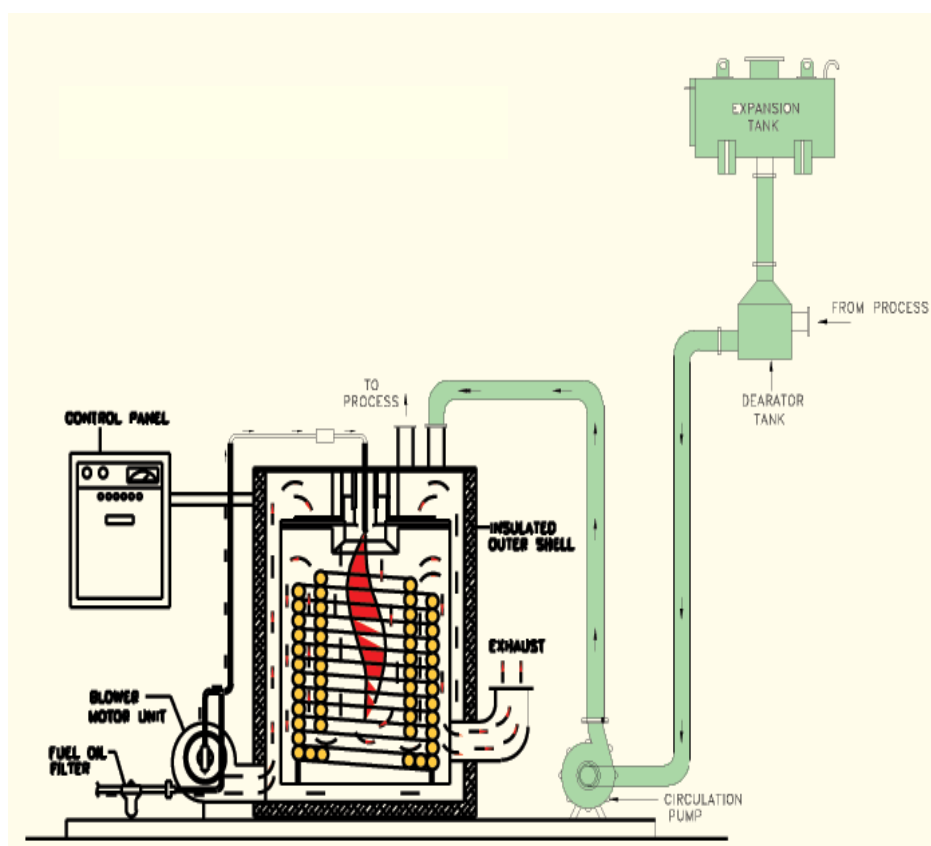


Hình 9: Giản đồ Lò hơi sử dụng nhiệt thải (Nông nghiệp và thực phẩm nông nghiệp- Canada, 2001)

2.11 Thiết bị gia nhiệt

Trong thời gian gần đây, thiết bị gia nhiệt được ứng dụng rộng rãi để gia nhiệt quy trình gián tiếp. Sử dụng dầu mỏ-nhiên liệu lỏng cơ bản làm trung gian truyền nhiệt, những bộ sấy này cung cấp nhiệt độ có thể duy trì liên tục cho thiết bị sử dụng. Hệ thống cháy bao gồm ghi cố định với các thiết bị thông khí cơ học.

Thiết bị gia nhiệt đốt dầu bao gồm một ống đôi, cấu trúc bậc ba và được lắp với một hệ thống vòi phun áp suất. Chất lưu, hoạt động như là chất mang nhiệt, được gia nhiệt trong bộ sấy và tuần hoàn trong thiết bị sử dụng. Tại đó, chất lưu truyền nhiệt cho quy trình thông qua bộ trao đổi nhiệt và chất lưu quay trở lại bộ sấy. Lưu lượng của chất lưu tại điểm sử dụng cuối được điều chỉnh bằng van điều chỉnh vận hành bằng khí, dựa trên nhiệt độ vận hành. Bộ sấy hoạt động ở mức lửa nhỏ hay to phụ thuộc vào nhiệt độ dầu, thay đổi tỷ lệ với tải của hệ thống.



Hình 10. Cấu tạo điển hình của thiết bị gia nhiệt
(Energy Machine India)

Ưu điểm của loại thiết bị này:

- Vận hành theo chu trình khép kín với tổn thất tối thiểu so với lò hơi sử dụng hơi.
- Vận hành hệ thống không điều áp ngay cả khi nhiệt độ ở mức 250°C so với hệ thống hơi tương tự có áp suất 40 kg/cm^2 .
- Thiết lập kiểm soát tự động, giúp vận hành linh hoạt.
- Hiệu suất nhiệt tốt vì hệ thống thiết bị này không bị tổn thất do xả đáy, thải nước ngưng, và hơi giãn áp.

Tính kinh tế của thiết bị gia nhiệt phụ thuộc vào các ứng dụng cụ thể và nền tảng tham khảo. Thiết bị gia nhiệt đốt than có hiệu suất trong dải 55-65 % có thể so sánh được với hầu hết các lò hơi. Kết hợp với các thiết bị thu hồi nhiệt trong khí lò sẽ tăng hiệu suất nhiệt.

3. ĐÁNH GIÁ LÒ HƠI

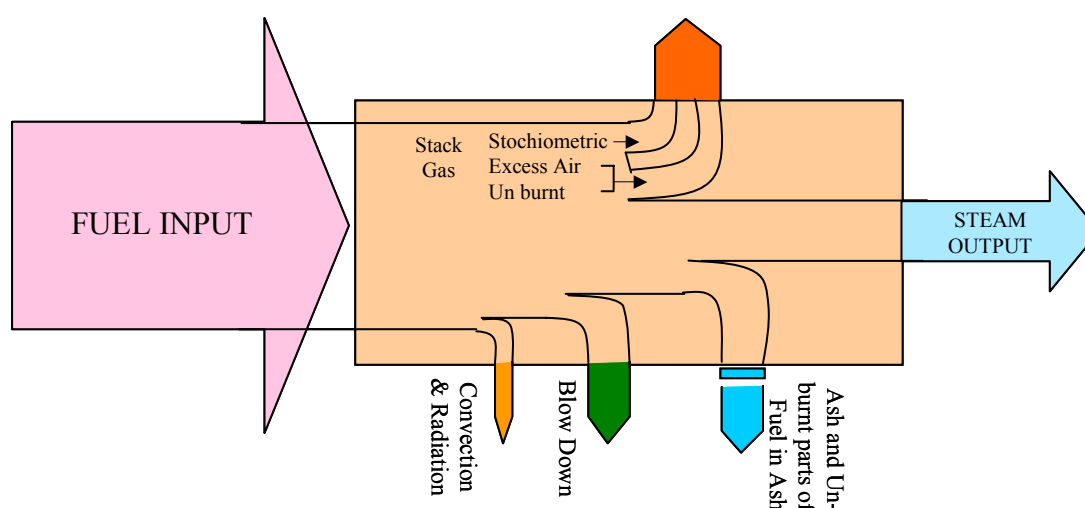
Phần này trình bày về Đánh giá hoạt động của lò hơi (sử dụng các phương pháp trực tiếp và gián tiếp bao gồm một số ví dụ cách tính toán hiệu quả), xả đáy và xử lý nước của lò hơi.

3.1 Đánh giá hoạt động của lò hơi

Các thông số hoạt động của lò hơi như hiệu suất và tỷ lệ nước bốc hơi, giảm theo thời gian do quá trình đốt kém, tắc nghẽn bề mặt truyền nhiệt, hoạt động và bảo trì kém. Ngay cả với một lò hơi mới, những nguyên nhân như chất lượng nhiên liệu và chất lượng nước đi xuống có thể khiến lò hơi hoạt động kém. Cân bằng nhiệt sẽ giúp chúng ta xác định được những tổn thất nhiệt có thể và không thể tránh khỏi. Kiểm định hiệu suất lò hơi sẽ giúp chúng ta tìm ra sự chênh lệch giữa hiệu suất lò hơi cao nhất và hiệu suất lò hơi của khu vực trực trực chúng ta nhắm tới để có các biện pháp phù hợp.

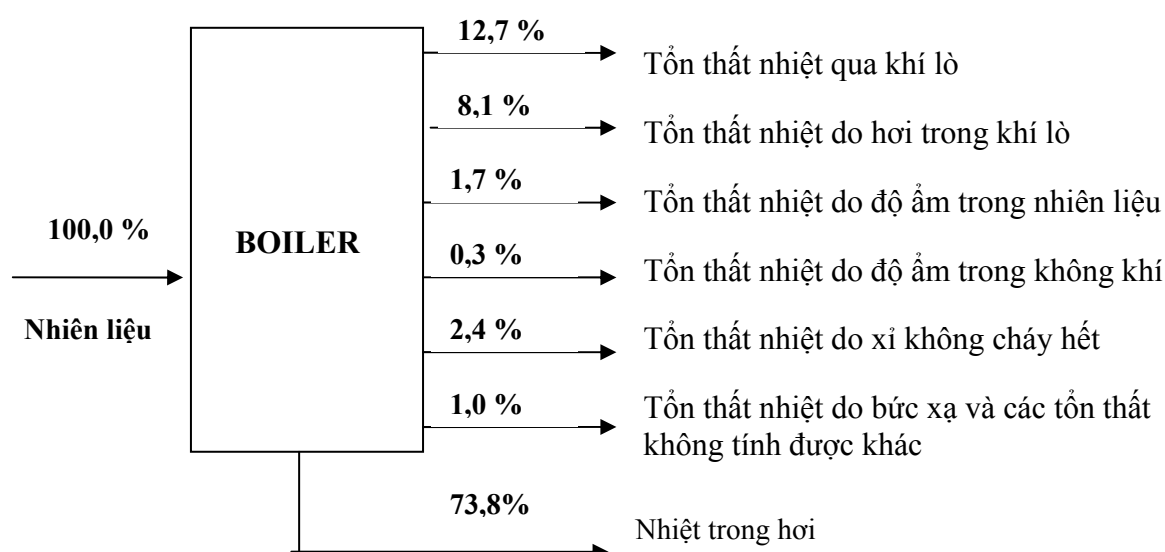
3.1.1 Cân bằng nhiệt

Quá trình đốt cháy trong lò hơi có thể được mô tả bằng một sơ đồ dòng năng lượng. Sơ đồ này cho thấy cách thức năng lượng đầu vào từ nhiên liệu được chuyển thành các dòng năng lượng hữu dụng, nhiệt và dòng năng lượng tổn thất. Độ dày mũi tên của một dòng tương ứng với khối lượng năng lượng sử dụng trong dòng đó.



Hình 11. Sơ đồ cân bằng năng lượng của một lò hơi

Cân bằng năng lượng là để cân bằng giữa tổng năng lượng đầu vào của lò hơi với năng lượng đầu ra dưới những dạng khác nhau. Hình dưới đây minh họa cho những tổn thất khác nhau xảy ra trong quá trình tạo hơi.



Hình 12. Những tổn thất điển hình của Lò hơi đốt than

Có thể chia các tổn thất năng lượng thành tổn thất có thể và không thể tránh khỏi. Mục tiêu của đánh giá SXSH và/hoặc đánh giá năng lượng là nhằm giảm những tổn thất có thể tránh khỏi, tức là nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng. Có thể tránh khỏi hoặc giảm bớt những tổn thất dưới đây:

- Tổn thất qua khói lò:
 - Khí dư (giảm xuống mức tối thiểu có thể tùy theo công nghệ, vận hành, vận hành (kiểm soát), và bảo trì của lò).
 - Nhiệt độ của khí lò (giảm nhờ tối ưu hoá bảo trì (làm sạch), tải; công nghệ lò đốt và lò hơi tiên tiến hơn).
- Tổn thất qua nhiên liệu chưa cháy hết trong khí lò và xỉ (tối ưu hoá vận hành và bảo trì, công nghệ lò đốt tiên tiến hơn).
- Tổn thất qua xả đáy (xử lý nước cấp sạch, tuần hoàn nước ngưng)
- Tổn thất qua nước ngưng (thu hồi lượng nước ngưng tối đa có thể)
- Tổn thất do bức xạ và đối lưu (giảm nhờ bảo ôn lò hơi tốt)

3.1.2 Hiệu suất lò hơi

Hiệu suất nhiệt của một lò hơi được định nghĩa là “phần trăm (nhiệt) năng lượng đầu vào được sử dụng hiệu quả nhằm tạo ra hơi”

Có hai phương pháp đánh giá hiệu suất lò hơi:

- Phương pháp Trực tiếp: Là phần năng lượng đạt được từ (nước và hơi) so với hàm lượng năng lượng trong nhiên liệu của lò hơi
- Phương pháp Gián tiếp: Hiệu suất là sự chênh lệch giữa tổn thất và năng lượng đầu vào

3.1.3 Phương pháp trực tiếp xác định hiệu suất lò hơi

Phương pháp luận

Phương pháp này còn gọi là “phương pháp đầu vào-đầu ra” vì chỉ cần biết đầu ra hữu ích (hơi) và đầu vào nhiệt (nhiên liệu) để đánh giá hiệu suất lò hơi. Chúng ta sử dụng công thức sau để đánh giá hiệu suất:

$$\text{Hiệu suất lò hơi } (\eta) = \frac{\text{Đầu ra nhiệt}}{\text{Đầu vào nhiệt}} \times 100$$

$$\text{Hiệu suất lò hơi } (\eta) = \frac{Q \times (h_g - h_f)}{q \times \text{GCV}} \times 100$$

Các thông số được quan trắc để tính toán hiệu suất lò hơi bằng phương pháp trực tiếp bao gồm:

- Khối lượng hơi được tạo ra mỗi giờ (Q) theo kg/h.
- Khối lượng nhiên liệu sử dụng mỗi giờ (q) theo kg/h.
- Áp suất vận hành (theo kg/cm²(g)) và nhiệt độ hơi quá nhiệt (oC), nếu có
- Nhiệt độ của nước cấp (oC)
- Loại nhiên liệu và năng suất toả nhiệt của nhiên liệu (GCV) theo kcal/kg nhiên liệu

Và trong đó

- h_g – Entanpi của hơi bão hoà theo kcal/kg hơi
- h_f – Entanpi của nước cấp theo kcal/kg nước

Ví dụ

Hãy tính hiệu suất lò hơi bằng phương pháp trực tiếp với những số liệu cho dưới đây:

- | | |
|---|---|
| ▪ Loại lò hơi: | Đốt than |
| ▪ Lượng hơi (khô) tạo ra: | 10 TPH |
| ▪ Áp suất hơi (đồng hồ) / nhiệt độ: | 10 kg/cm ² (g)/ 180 ⁰ C |
| ▪ Khối lượng than sử dụng: | 2.25 TPH |
| ▪ Nhiệt độ nước cấp: | 85 ⁰ C |
| ▪ GCV của than: | 3200 kcal/kg |
| ▪ Entanpi của hơi ở áp suất 10 kg/cm ² : | 665 kcal/kg (bão hoà) |
| ▪ Entanpi của nước cấp: | 85 kcal/kg |

$$\text{Hiệu suất lò hơi } (\eta) = \frac{10 \times (665 - 85) \times 1000}{2,25 \times 3200 \times 1000} \times 100 = 80,56 \%$$

Ưu điểm của phương pháp trực tiếp

- Công nhân trong nhà máy có thể đánh giá nhanh hiệu suất lò hơi

- Cách tính toán cần sử dụng ít thông số
- Cần sử dụng ít thiết bị quan trắc
- Dễ dàng so sánh tỷ lệ hoá hơi với số liệu nền

Nhược điểm của phương pháp trực tiếp

- Không giúp người vận hành xác định được tại sao hiệu suất của hệ thống lại thấp hơn
- Không tính toán các tổn thất khác nhau theo các mức hiệu suất khác nhau

3.1.4 Phương pháp xác định hiệu suất lò hơi gián tiếp

Phương pháp luận

Các tiêu chuẩn tham khảo để Kiểm định Lò hơi tại nhà máy sử dụng phương pháp gián tiếp là *Tiêu chuẩn Anh, BS 845:1987* và *Tiêu chuẩn Mỹ ASME PTC-4-1 Power Test Code Steam Generating Units*.

Phương pháp gián tiếp còn được gọi là phương pháp tổn thất nhiệt. Có thể tính toán hiệu suất bằng cách lấy 100 trừ đi phần trăm của tất cả các nhiệt tổn thất như sau:

$$\text{Hiệu suất lò hơi (n)} = 100 - (i + ii + iii + iv + v + vi + vii)$$

Trong đó, các tổn thất trên nguyên tắc ở lò hơi là tổn thất nhiệt do:

- i. Khí lò khô
- ii. Nước bay hơi được tạo thành do có H₂ trong nhiên liệu
- iii. Bay hơi của nước trong nhiên liệu
- iv. Độ ẩm có trong khí cháy
- v. Nhiên liệu chưa cháy hết trong tro
- vi. Nhiên liệu chưa cháy hết trong xỉ
- vii. Bức xạ và những tổn thất khác chưa tính được

Tổn thất do độ ẩm trong nhiên liệu và do đốt cháy H₂ phụ thuộc vào nhiên liệu và không thể kiểm soát thông qua thiết kế.

Những số liệu cần dùng trong tính toán hiệu suất lò hơi sử dụng phương pháp gián tiếp là:

- Thành phần nhiên liệu (H₂, O₂, S, C, hàm ẩm, nồng độ xỉ)
- % O₂ hoặc CO₂ trong khí lò
- Nhiệt độ khí lò theo °C (T_f)
- Nhiệt độ môi trường xung quanh theo °C (T_a) và độ ẩm của không khí theo kg/kg không khí khô
- GCV của nhiên liệu theo kcal/kg
- % chất đốt trong xỉ (trong trường hợp nhiên liệu rắn)
- GCV của xỉ theo kcal/kg (trong trường hợp nhiên liệu rắn)

Dưới đây là quy trình chi tiết để tính toán hiệu suất lò hơi sử dụng phương pháp gián tiếp. Tuy nhiên, những người phụ trách về vấn đề năng lượng trong doanh nghiệp thường thích cách tính toán đơn giản hơn

Bước 1: Tính toán nhu cầu không khí trên lý thuyết

$$= [(11.43 \times C) + \{34.5 \times (H_2 - O_2/8)\} + (4.32 \times S)]/100 \text{ kg/kg nhiên liệu}$$

Bước 2: Tính toán phần trăm khí dư cung cấp (EA)

$$= \frac{\% O_2}{(21 - \% O_2)} \times 100$$

Bước 3: Tính toán lượng không khí thực tế cấp/ kg nhiên liệu (AAS)

$$= \{1 + EA/100\} \times \text{không khí trên lý thuyết}$$

Bước 4: Ước tính tất cả các tổn thất nhiệt

i. % nhiệt tổn thất do khí lò khô

$$= \frac{m \times C_p \times (T_f - T_a) \times 100}{\text{GCV nhiên liệu}}$$

Trong đó, m = khối lượng khí lò khô theo kg/kg nhiên liệu

$m = (\text{khối lượng sản phẩm khô của quá trình đốt/kg nhiên liệu}) + (\text{khối lượng } N_2 \text{ trong nhiên liệu trên 1 kg}) + (\text{số lượng } N_2 \text{ trong lượng không khí trên thực tế cấp}).$

$C_p = \text{Nhiệt lượng riêng của khí lò (0,23 kcal/kg)}$

ii. % nhiệt tổn thất do nước bay hơi tạo thành do có H_2 trong nhiên liệu

$$= \frac{9 \times H_2 \{584 + C_p (T_f - T_a)\} \times 100}{\text{GCV nhiên liệu}}$$

Trong đó, $H_2 = \%$ H_2 trong 1 kg nhiên liệu

$C_p = \text{nhiệt lượng riêng của hơi quá nhiệt (0,45 kcal/kg)}$

iii. % nhiệt tổn thất do độ ẩm trong nhiên liệu bay hơi

$$= \frac{M \{584 + C_p (T_f - T_a)\} \times 100}{\text{GCV nhiên liệu}}$$

Trong đó, M – % độ ẩm trong 1kg nhiên liệu

$C_p = \text{Nhiệt lượng riêng của hơi quá nhiệt (0,45 kcal/kg)}$

iv. % nhiệt tổn thất do độ ẩm trong không khí

$$= \frac{AAS \times \text{hệ số độ ẩm} \times C_p (T_f - T_a) \times 100}{\text{GCV nhiên liệu}}$$

Trong đó, Cp – Nhiệt lượng riêng của hơi quá nhiệt (0,45 kcal/kg)

v. % nhiệt tổn thất do nhiên liệu không cháy hết trong tro

$$= \frac{\text{Tổng lượng xỉ thu được/kg of nhiên liệu đốt cháy} \times \text{GCV tro} \times 100}{\text{GCV nhiên liệu}}$$

vi. % nhiệt tổn thất do nhiên liệu không cháy hết trong xỉ

$$= \frac{\text{Tổng lượng xỉ thu được/kg of nhiên liệu đốt cháy} \times \text{GCV xỉ} \times 100}{\text{GCV nhiên liệu}}$$

vii. % nhiệt tổn thất do bức xạ và các tổn thất không tính được khác

Rất khó đánh giá tổn thất do bức xạ và đối lưu vì độ phản xạ của các bề mặt khác nhau, phương và kiểu dòng khí, vv... Với lò hơi tương đối nhỏ, công suất 10 MW, các tổn thất do bức xạ và các tổn thất không tính được sẽ vào khoảng 1-2% năng suất toả nhiệt, trong khi với lò hơi 500 MW, giá trị này điển hình là khoảng từ 0,2 % - 1 %. Có thể giả định mức tổn thất này tùy theo điều kiện bề mặt.

Bước 5: Tính toán hiệu suất lò hơi và tỷ lệ hoá hơi lò hơi

$$\text{Hiệu suất lò hơi (n)} = 100 - (\text{i} + \text{ii} + \text{iii} + \text{iv} + \text{v} + \text{vi} + \text{vii})$$

Tỷ lệ hoá hơi = Nhiệt sử dụng để tạo ra hơi/ Nhiệt bổ sung vào hơi

Tỷ lệ hoá hơi có nghĩa là số kg hơi tạo ra từ mỗi kg nhiên liệu sử dụng. Các ví dụ điển hình:

- Lò hơi đốt than: 6 (tức là 1 kg of than có thể tạo ra 6 kg hơi)
- Lò hơi đốt dầu: 13 (tức là 1 kg dầu có thể tạo ra 13 kg hơi)

Tuy nhiên, Tỷ lệ hoá hơi sẽ phụ thuộc vào loại lò hơi, năng suất toả nhiệt của nhiên liệu và các hiệu suất tương ứng.

Ví dụ

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| ▪ Loại lò hơi: | Đốt dầu |
| ▪ Phân tích thành phần dầu | |
| | C: 84 % |
| | H ₂ : 12,0 % |
| | S: 3,0 % |
| | O ₂ : 1 % |
| ▪ GCV của dầu: | 10200 kcal/kg |
| ▪ % of Oxy: | 7 % |
| ▪ % CO ₂ : | 11 % |

Thiết bị nhiệt: Lò hơi và thiết bị gia nhiệt

- Nhiệt độ khí lò (T_f): 220 °C
- Nhiệt độ môi trường xung quanh (T_a): 27 °C
- Độ ẩm của không khí: 0,018 kg/kg of dry air

Bước -1: Tính toán nhu cầu không khí theo lý thuyết

$$\begin{aligned} &= [(11,43 \times C) + \{34,5 \times (H_2 - O_2/8)\} + (4,32 \times S)]/100 \text{ kg/kg dầu} \\ &= [(11,43 \times 84) + \{34,5 \times (12 - 1/8)\} + (4,32 \times 3)]/100 \text{ kg/kg dầu} \\ &= 13,82 \text{ kg không khí/kg dầu} \end{aligned}$$

Bước -2: Tính toán the % khí dư cấp (EA)

$$\begin{aligned} &\text{Khí dư cung cấp (EA)} \\ &= (O_2 \times 100)/(21-O_2) \\ &= (7 \times 100)/(21-7) \\ &= 50 \% \end{aligned}$$

Bước 3: Tính toán khối lượng khí cấp thực tế/ kg nhiên liệu (AAS)

$$\begin{aligned} \text{AAS/kg nhiên liệu} &= [1 + EA/100] \times \text{không khí trên lý thuyết (AAS)} \\ &= [1 + 50/100] \times 13,82 \\ &= 1,5 \times 13,82 \\ &= 20,74 \text{ kg không khí/kg dầu} \end{aligned}$$

Bước 4: Ước tính toàn bộ tổn thất nhiệt

i. % nhiệt tổn thất qua khí lò khô

$$= \frac{m \times C_p \times (T_f - T_a) \times 100}{\text{GCV nhiên liệu}}$$

$$m = \text{khối lượng CO}_2 + \text{khối lượng SO}_2 + \text{khối lượng N}_2 + \text{khối lượng O}_2$$

$$m = \frac{0,84 \times 44}{12} + \frac{0,03 \times 64}{32} + \frac{20,74 \times 77}{100} \quad (0,07 \times 32)$$

$$m = 21,35 \text{ kg / kg dầu}$$

$$= \frac{21,35 \times 0,23 \times (220 - 27)}{10200} \times 100$$

$$= 9,29 \%$$

Cũng có thể sử dụng một phương pháp đơn giản hơn: % nhiệt tổn thất qua khí lò khô

$$= \frac{m \times C_p \times (T_f - T_a) \times 100}{\text{GCV nhiên liệu}}$$

m (tổng khối lượng khí lò)

$$= \text{khối lượng khí cấp thực tế} + \text{khối lượng nhiên liệu cấp}$$

$$= 20,19 + 1 = 21,19$$

$$= \frac{21,19 \times 0,23 \times (220-27)}{10200} \times 100$$

$$= 9,22 \%$$

ii. Tồn thất nhiệt do nước bốc hơi tạo thành do H₂ có trong nhiên liệu

$$= \frac{9 \times H_2 \{584 + 0,45 (T_f - T_a)\}}{\text{GCV nhiên liệu}} \quad \text{trong đó } H_2 = \% H_2 \text{ trong nhiên liệu}$$

$$= \frac{9 \times 12 \{584 + 0,45(220-27)\}}{10200}$$

$$= 7,10 \%$$

iii. Tồn thất nhiệt do độ ẩm trong không khí

$$= \frac{AAS \times \text{độ ẩm} \times 0,45 \times ((T_f - T_a) \times 100)}{\text{GCV nhiên liệu}}$$

$$= [20,74 \times 0,018 \times 0,45 \times (220-27) \times 100] / 10200$$

$$= 0,317 \%$$

iv. Tồn thất nhiệt do bức xạ và các tổn thất chưa tính được khác

Với lò hơi nhỏ, ước tính tổn thất này vào khoảng 2 %

Bước 5: Tính toán hiệu suất lò hơi và Tỷ lệ hoá hơi ở lò hơi

$$\text{Hiệu suất lò hơi (n)} = 100 - (i + ii + iii + iv + v + vi + vii)$$

- | | | |
|------|--|-----------|
| i. | Nhiệt tồn thất qua khí lò khô | : 9,29 % |
| ii. | Nhiệt tồn thất do nước bay hơi được tạo thành do có H ₂ trong nhiên liệu: | 7,10 % |
| iii. | Nhiệt tồn thất do độ ẩm trong không khí | : 0,317 % |

iv. Nhiệt tổn thất do bức xạ và các tổn thất khác chưa tính được : 2 %

$$= 100 - [9,29 + 7,10 + 0,317 + 2]$$

$$= 100 - 17,024 = 83 \% \text{ (xấp xỉ)}$$

Tỷ lệ hoá hơi = Nhiệt sử dụng để tạo ra hơi / Nhiệt bổ sung vào hơi

$$= 10200 \times 0,83 / (660 - 60)$$

$$= 14,11 \text{ (so với 13 ở lò hơi đốt than điển hình)}$$

Ưu điểm của phương pháp gián tiếp

- Có thể đạt được cân bằng năng lượng và khối lượng hoàn tất cho mỗi dòng riêng, giúp xác định giải pháp cải thiện hiệu suất lò hơi dễ dàng hơn

Nhược điểm của phương pháp gián tiếp

- Tốn thời gian
- Cần sử dụng thiết bị trong phòng thí nghiệm để phân tích

3.2 Xả đáy lò hơi

Khi nước được đun sôi và tạo ra hơi, bất cứ chất rắn hoà tan nào trong nước sẽ đọng lại trong lò hơi. Nếu trong nước cấp có nhiều chất rắn đưa vào lò hơi, chúng sẽ cô đặc lại và có thể cuối cùng sẽ vượt quá khả năng hoà tan và đóng cặn. Khi mức độ cô đặc vượt quá một giới hạn nhất định sẽ gây ra hiện tượng sủi bọt và làm hạn chế quá trình sinh hơi. Những chất này cũng làm hình thành lớp cặn trong lò hơi và phát sinh những điểm quá nhiệt cục bộ trong lò hơi và gây ra các trục trặc của đường ống hơi.

Vì thế cần phải kiểm soát nồng độ chất rắn lơ lửng và hoà tan trong nước. Để giảm nồng độ chất rắn, người ta tiến hành “xả đáy”, một lượng nước nhất định sẽ được xả ra ngoài và lò hơi sẽ có bộ phận tự động bù lại lượng nước xả đáy này. Việc xả đáy là cần thiết để bảo vệ các bề mặt trao đổi nhiệt trong lò hơi. Nhưng nếu xả đáy không hợp lý sẽ dẫn đến tổn thất một lượng nhiệt lớn.

Lấy mẫu nước ở lò hơi

Một mẫu nước của lò hơi sẽ chỉ hữu dụng khi nó đại diện cho các điều kiện trong lò hơi. Vì vậy, mẫu lấy từ ống thủy, được gắn bên ngoài bộ phận kiểm soát mực nước, hoặc gần với ống nối lấy nước cấp sẽ rất không chính xác.

Mẫu lấy từ vỏ lò hơi không an toàn và chính xác vì nước đó dưới áp suất và một tỷ lệ nhất định sẽ chuyển thành hơi. Do đó, nồng độ chất rắn hoà tan (TDS) được đo trong mẫu thay vì trong bể. Dựa trên những kết quả phân tích mẫu này, người ta rất hay xả đáy nhiều hơn mức bình thường.

Dung dịch được sử dụng thiết bị làm mát mẫu lấy nước từ lò hơi. Thiết bị làm mát mẫu là bộ trao đổi nhiệt nhỏ sử dụng nước để làm mát mẫu lấy được, loại bỏ lượng nước chuyển thành hơi và nâng cao độ chính xác, an toàn của mẫu. Với một số hệ thống tự động, thiết bị cảm

ứng gắn trực tiếp trên vỏ của lò hơi để quan trắc mức độ TDS liên tục. Một lý do nữa của việc áp dụng hệ thống kiểm soát TDS tự động là tránh ảnh hưởng của sự biến động tải hơi, tỷ lệ thu hồi nước ngưng, và chất lượng nước cấp qua xử lý đối với kết quả mẫu.

3.2.1 Sử dụng tính dẫn làm chỉ số đánh giá chất lượng nước của lò hơi

Vì để đo TDS trong hệ thống lò hơi rất mệt mỏi và tốn thời gian, người ta sử dụng đo độ dẫn để quan trắc lượng TDS có trong lò hơi. Độ dẫn tăng lên cho thấy “sự nhiễm bẩn” của nước trong lò hơi. Phương pháp truyền thống để xả đáy lò hơi tùy thuộc vào hai kiểu xả: gián đoạn và liên tục.

Xả đáy gián đoạn

Xả đáy gián đoạn được thực hiện thông qua việc vận hành bằng tay một van gắn vào ống xả tại điểm thấp nhất của vỏ lò hơi để giảm các thông số (TDS hoặc độ dẫn, pH, nồng độ Silica và phốt phát) trong giới hạn định trước sao cho chất lượng hơi không bị ảnh hưởng. Kiểu xả đáy này cũng là một phương pháp hiệu quả nhằm loại bỏ chất rắn đã rơi ra khỏi dung dịch và nằm trên ống lửa và mặt trong của vỏ lò hơi. Trong xả đáy gián đoạn, đường ống có đường kính rộng được mở trong một thời gian ngắn, phụ thuộc vào nguyên tắc chung như “mỗi ca một lần trong vòng 2 phút”.

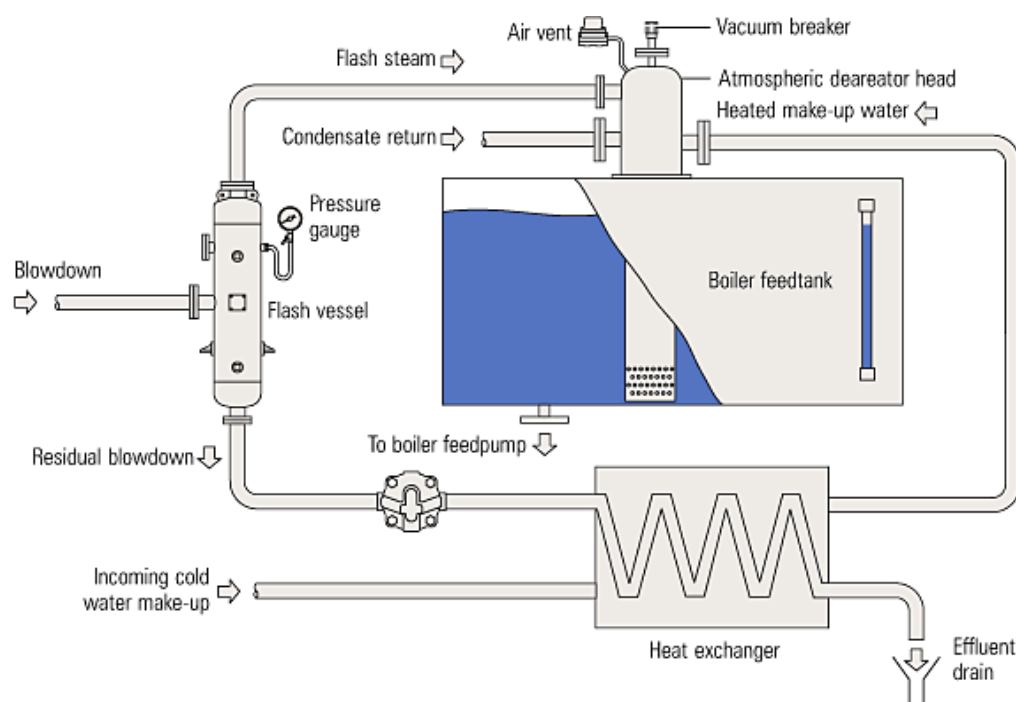
Xả đáy gián đoạn cần có một lượng nước cấp vào lò hơi tăng lên nhiều trong một thời gian ngắn, do đó có thể sẽ cần các máy bơm nước cấp lớn hơn so với xả đáy liên tục. Mức độ TDS cũng sẽ thay đổi, do đó gây ra những dao động trong mức nước của lò hơi do thay đổi kích thước bóng và phân phối hơi đi kèm với những thay đổi về nồng độ chất rắn. Đồng thời, một lượng lớn nhiệt bị tổn thất trong quá trình xả đáy gián đoạn.

Xả đáy liên tục

Có một dòng nhỏ nước cấp cô đặc gián đoạn và đều đặn, được thay bằng một dòng nước cấp liên tục và từ từ. Điều này đảm bảo độ tinh khiết của hơi và TDS ở một mức tải hơi cho trước. Khi van xả đáy được thiết lập với các điều kiện cho trước, không cần người vận hành phải can thiệp thường xuyên.

Mặc dù một lượng nhiệt lớn bị đưa ra khỏi lò hơi, vẫn có các giải pháp thu hồi nhiệt bằng cách sử dụng bề giãn áp và tạo ra hơi giãn áp. Có thể sử dụng hơi giãn áp để đun sơ bộ nước cấp lò hơi. Cách xả đáy này phổ biến với các lò hơi áp suất cao.

Phần xả đáy của lò hơi giãn áp vẫn còn chứa một lượng nhiệt lớn và một phần đáng kể trong số này có thể được thu hồi nhờ sử dụng bộ trao đổi nhiệt để gia nhiệt nước cấp đã qua xử lý mát. Hệ thống thu hồi nhiệt xả đáy được minh họa dưới đây giúp chiết hơi giãn áp và phần năng lượng của nước xả đáy. Có thể áp dụng hệ thống này với loại lò hơi ở mọi kích thước và thường thì những đầu tư cho giải pháp này được thu hồi chỉ trong vòng vài tháng.



Hình 13. Giải đồ thu hồi nhiệt từ nước xả đáy lò hơi (Spirax Sarco)

3.2.2 Tính toán xả đáy

Có thể sử dụng công thức dưới đây để tính toán khối lượng xả đáy cần thiết để kiểm soát nồng độ chất rắn trong nước của lò hơi:

$$\text{Xả đáy (\%)} = \frac{\text{TDS nước cấp qua xử lý} \times \% \text{ nước cấp qua xử lý}}{\text{Lượng TDS tối đa cho phép trong nước lò hơi}}$$

Nếu giới hạn tối đa cho phép của TDS như trong lò hơi trọn bộ là 3000 ppm, % nước cấp qua xử lý là 10 % và TDS có trong nước cấp qua xử lý là 300 ppm, thì % xả đáy cho như sau:

$$\begin{aligned} &= 300 \times 10 / 3000 \\ &= 1 \% \end{aligned}$$

Nếu tỷ lệ hoá hơi là 3000 kg/h thì tỷ lệ xả đáy cần là:

$$\begin{aligned} &= 3000 \times 1 / 100 \\ &= 30 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

3.2.3 Lợi ích của việc kiểm soát mức xả đáy

Kiểm soát tốt mức xả đáy của lò hơi sẽ giúp giảm đáng kể chi phí vận hành và xử lý, bao gồm:

- Giảm chi phí xử lý sơ bộ
- Giảm tiêu thụ nước cấp qua xử lý
- Rút ngắn thời gian dừng hoạt động để bảo trì
- Tăng tuổi thọ của lò hơi

- Giảm tiêu thụ hoá chất xử lý

3.3 Xử lý nước cấp cho lò hơi

Sản xuất ra hơi với chất lượng theo yêu cầu phụ thuộc vào việc kiểm soát xử lý nước để đảm bảo mức độ tinh khiết của hơi, các hạt rắn và ăn mòn. Lò hơi là bể thu gom của hệ thống lò hơi. Đây là nơi nhận tất cả những chất bẩn của quá trình trước. Hoạt động của lò hơi, hiệu suất và tuổi thọ sử dụng là sản phẩm trực tiếp của việc lựa chọn và kiểm soát nước cấp sử dụng trong lò hơi.

Khi nước cấp vào lò hơi, nhiệt độ bay hơi và áp suất sẽ khiến các thành phần của nước hoạt động khác đi. Phần lớn các thành phần trong nước có thể hoà tan. Tuy nhiên, do có nhiệt và áp suất, phần lớn các thành phần có thể hoà tan đó lại chuyển thành chất rắn dạng hạt, có lúc dưới dạng tinh thể và có lúc dưới dạng vô định hình. Khi vượt quá ngưỡng hoà tan của các thành tố trong nước, sẽ xảy ra cặn bám. Nước lò hơi không được có cặn bám nhằm đảm bảo hoạt động truyền nhiệt hiệu quả, và không có kim loại lò hơi ăn mòn.

3.3.1 Kiểm soát cặn bám

Cặn bám có thể dẫn đến độ cứng của nước cấp và các tác nhân ăn mòn của hệ thống nước ngưng và nước cấp. Độ cứng của nước cấp có thể do hệ thống làm mềm nước không hiệu quả.

Cặn bám và ăn mòn sẽ gây ra tổn thất năng lượng và làm hỏng các ống lò hơi, cản trở quá trình sản xuất hơi. Các cặn bám đóng vai trò là yếu tố cách nhiệt, làm chậm quá trình truyền nhiệt. Cặn bám nhiều trong lò hơi làm chậm quá trình truyền nhiệt, giảm đáng kể hiệu suất lò hơi. Các loại cặn bám khác nhau gây ra các ảnh hưởng khác nhau đến hiệu suất lò hơi. Khả năng cách nhiệt của cặn bám làm tăng nhiệt độ kim loại lò hơi và làm hỏng ống do quá nhiệt.

3.3.2 Các tạp chất gây nên cặn bám

Hóa chất quan trọng nhất trong nước ảnh hưởng đến việc tạo thành cặn bám trong lò hơi là muối can xi và magie, được gọi là muối cứng.

CaCO_3 và MgCO_3 hoà tan trong nước tạo ra dung dịch kiềm và những muối này làm muối kiềm cứng. Chúng phân huỷ dưới tác động của nhiệt, giải phóng CO_2 và tạo thành bùn mềm, xả ra ngoài. Chúng được gọi là độ cứng tạm thời có thể loại bỏ bằng cách đun lên.

Canxi sulfat và magie sulfat, clorua và nitrat, vv... khi tan trong nước là trung hoà về mặt hoá học và được xem là cứng phi kiềm. Đây là các hoá chất cứng vĩnh cửu và tạo thành lớp cặn cứng trên bề mặt lò hơi, rất khó loại bỏ. Những hoá chất phi kiềm ra khỏi dung dịch do khả năng hoà tan giảm khi nhiệt độ tăng, theo nồng độ do bay hơi trong lò hơi, hoặc do thay đổi hoá chất sang một hợp chất kém tan hơn..

3.3.3 Silic oxit

Sự có mặt của silic oxit trong nước lò hơi có thể tăng lên, tạo ra cặn silic oxit cứng. Nó cũng có thể kết hợp với các muối magie tạo thành magie silicat và canxi silicat, với độ dẫn nhiệt

rất thấp. Silic oxit sẽ làm tăng cặn trong cánh tua bin, sau khi được đưa vào dưới dạng giọt nước nhỏ giọt trong hơi hoặc dưới dạng dễ bay hơi trong hơi ở áp suất cao.

Có hai dạng xử lý nước lò hơi là xử lý nước bên ngoài và xử lý nước bên trong.

3.3.4 Xử lý nước bên trong

Xử lý nước bên trong là cách thêm hoá chất vào lò hơi để ngăn đóng cặn. Các chất tạo thành cặn bám được chuyển thành dạng bùn và thải ra ngoài qua xả đáy. Phương pháp này chỉ dùng với lò hơi sử dụng nước cấp có độ cứng và áp suất thấp, nồng độ TDS trong nước vừa phải, và khi khối lượng nước xử lý ít. Nếu những điều kiện trên không được đáp ứng, phải xả đáy ở mức cao để có thể xả hết bùn. Như vậy sẽ không kinh tế vì có tổn thất nhiệt và nước.

Các nguồn nước khác nhau cần các loại hoá chất khác nhau. Cách này sử dụng natri cacbonat, natri aluminat, natri phosphat, natri sunfit, và các hợp chất có nguồn gốc thực vật hoặc vô cơ. Các hoá chất chuyên dụng phù hợp với các điều kiện nước khác nhau hiện có sẵn. Cần tham khảo ý kiến chuyên gia để lựa chọn hoá chất phù hợp nhất cho mỗi trường hợp. . A Chúng tôi không đề xuất chỉ xử lý nước bên trong.

3.3.5 Xử lý nước bên ngoài

Xử lý nước bên ngoài là cách nhằm loại bỏ các chất rắn lơ lửng, chất rắn hoà tan (đặc biệt là các ion magie và canxi là các chất chính gây ra đóng cặn lò hơi) và các khí hoà tan (O_2 và CO_2).

Các quá trình xử lý nước bên ngoài hiện có là:

- Trao đổi ion
- Loại bỏ không khí (cơ học và hoá học)
- Thẩm thấu ngược
- Khử khoáng

Trước khi áp dụng bất kỳ quy trình nào trong số các quy trình trên, cần loại bỏ chất rắn lơ lửng và màu của nước thô, vì những yếu tố này có thể làm bẩn các nhựa trao đổi sử dụng trong các phần xử lý tiếp theo.

Các phương pháp xử lý sơ bộ gồm có phương pháp lắng lọc sử dụng bể lắng hoặc thiết bị lọc bổ sung chất làm đông và chất keo tụ. Ngoài ra, có thể sử dụng phương pháp lọc cát áp suất với khí phun để loại bỏ CO_2 và sắt, để loại bỏ các muối kim loại ra khỏi nước giếng khoan.

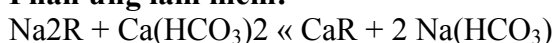
Giai đoạn đầu tiên của xử lý là khử muối cứng và muối không cứng. Nếu chỉ khử muối cứng gọi là làm mềm, còn loại bỏ toàn bộ muối ra khỏi dung dịch gọi là khử khoáng.

Các quá trình xử lý nước bên ngoài được mô tả dưới đây:

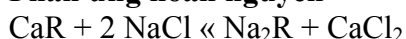
Quy trình trao đổi ion (dây chuyền làm mềm)

Trong quy trình trao đổi ion, nước được đưa qua một lớp zeolit tự nhiên hoặc nhựa thông để khử độ cứng mà không tạo thành chất kết tủa nào. Kiểu đơn

Phản ứng làm mềm:



Phản ứng hoàn nguyên



giản nhất là “trao đổi cơ bản”, trong đó các ion canxi và magie trao đổi với các ion natri. Sau khi bão hoà, ta đạt được hoàn nguyên với NaCl. Muối natri là muối tan, không đóng cặn ở lò hơi. Vì trao đổi cơ bản chỉ thay thế canxi và magie với natri, nó không làm giảm nồng độ TDS và chất lượng xả đáy. Phương pháp này cũng không làm giảm tính kiềm.

Khử khoáng là phương pháp loại bỏ hoàn toàn tất cả các muối. Có thể đạt được điều đó bằng cách sử dụng nhựa trao đổi các “cation” để trao đổi cation trong nước thô với các ion hydro, tạo ra HCl, H₂SO₄ và H₂CO₃. H₂CO₃ được khử trong một bể khử với khí thổi qua nước axit. Theo đó, nước đi qua bình chứa “anion”, để trao đổi các anion với axit vô cơ (v.d. H₂SO₄), tạo ra nước. Cần hoàn nguyên anion và cation theo định kỳ, sử dụng điển hình là các axit vô cơ (hoàn nguyên anion) và xút (hoàn nguyên cation). Lựa chọn nhựa trao đổi các anion chuẩn sẽ giúp loại bỏ silic oxit.

Có thể sử dụng các quy trình trao đổi ion để khử khoáng toàn phần, nếu cần, như với các lò hơi của nhà máy điện lớn.

Loại bỏ không khí

Ở phương pháp loại bỏ không khí, các khí hoà tan như O₂ và CO₂ được loại bỏ bằng cách đun sơ bộ nước cấp trước khi đưa vào lò hơi. Tất cả các loại nước tự nhiên đều chứa khí hoà tan. Một số khí nhất định như O₂ và CO₂ làm tăng ăn mòn nhiều. Khi đun trong lò hơi, CO₂ và O₂ được giải phóng dưới dạng khí, kết hợp với H₂O tạo thành H₂CO₃.

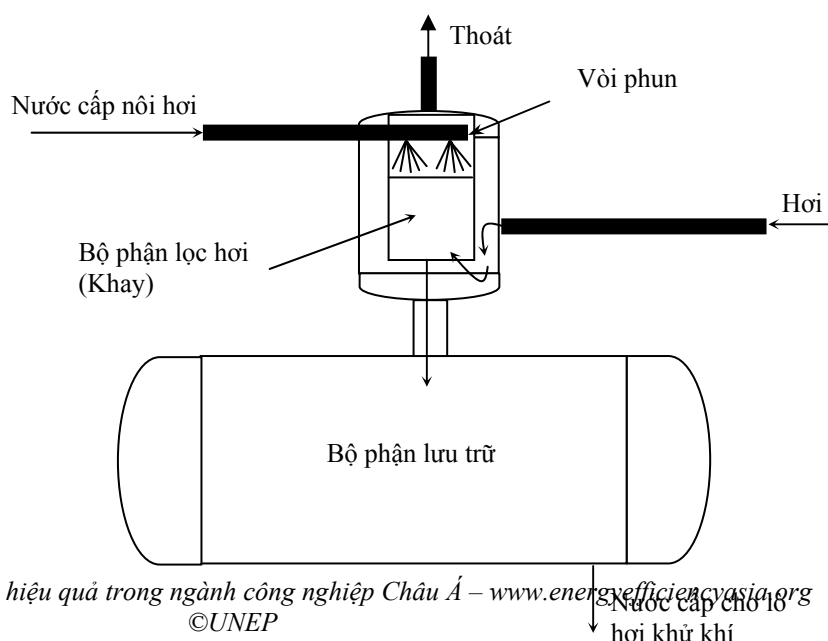
Loại bỏ O₂ và CO₂ và các khí khác trong nước cấp lò hơi là rất quan trọng đối với tuổi thọ của thiết bị lò cũng như sự an toàn khi vận hành. H₂CO₃ ăn mòn kim loại, giảm tuổi thọ của thiết bị và ống. Nó cũng làm tan sắt (Fe), khi quay trở lại lò hơi, chất này sẽ kết tủa, tạo cặn bám lò hơi và ống. Cặn sắt không chỉ làm giảm tuổi thọ của thiết bị mà còn tăng lượng năng lượng cần sử dụng để truyền nhiệt.

Loại bỏ không khí có thể làm bằng cơ học, hoá học hoặc cả hai.

Loại bỏ không khí cơ học

Loại bỏ không khí cơ học để loại bỏ các khí hoà tan thường được sử dụng trước khi thêm chất tẩy oxy. Loại bỏ không khí cơ học dựa trên quy luật vật lý của Charles và Henry.

Một cách tóm tắt, những quy luật này chỉ ra rằng có thể loại bỏ O₂ và CO₂ bằng cách gia nhiệt cho nước cấp lò hơi, nhờ đó làm giảm nồng độ O₂ và CO₂ ở nước cấp. Phương pháp loại bỏ không khí cơ học sử dụng kinh tế nhất tại điểm sôi của nước ở áp suất của thiết bị loại bỏ không khí. Thiết bị loại bỏ không khí cơ học có



loại chân không và loại áp suất.

Thiết bị loại bỏ không khí chân không hoạt động ở mức áp suất khí quyển dưới đây, tại khoảng 82^o C, và có thể giảm hàm lượng O₂ trong nước xuống dưới 0,02 mg/l. Cần sử dụng bơm chân không hoặc bơm hơi để duy trì chân không.

Thiết bị loại bỏ không khí áp suất hoạt động bằng cách đưa hơi vào nước cấp qua van kiểm soát áp suất để duy trì áp suất vận hành mong muốn, vì vậy, nhiệt độ ở mức tối thiểu 105°C. Hơi làm tăng nhiệt độ nước giải phóng O₂ và CO₂ ra khỏi hệ thống. Thiết bị này có thể giảm hàm lượng O₂ xuống 0,005 mg/l.

Khi có hơi áp suất thấp dư, có thể lựa chọn áp suất vận hành để tận dụng hơi dư, nhờ đó, nâng cao hiệu quả kinh tế của nhiên liệu. Trong hệ thống lò hơi, hơi được ưa chuộng dùng cho loại bỏ không khí vì:

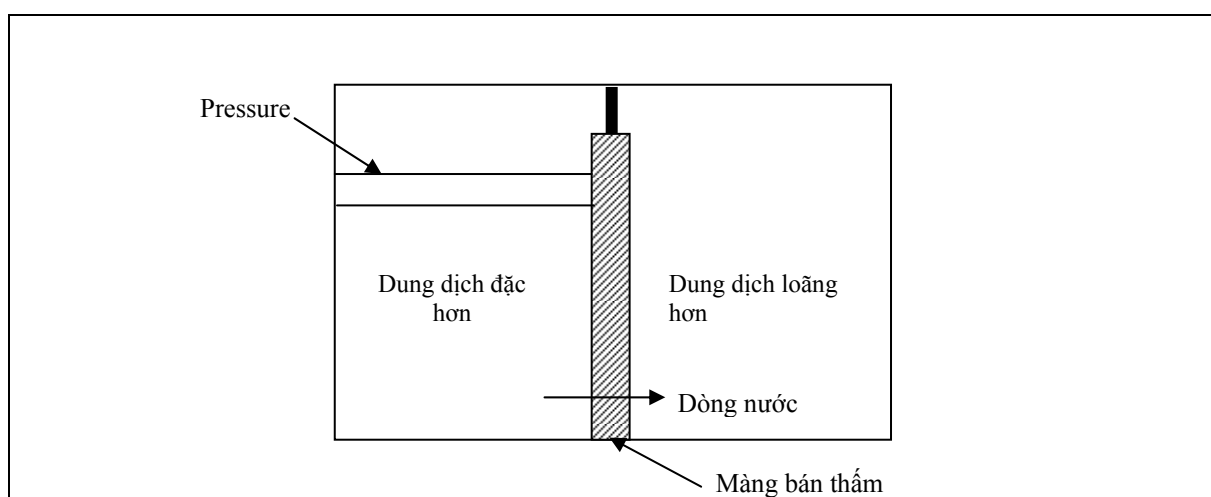
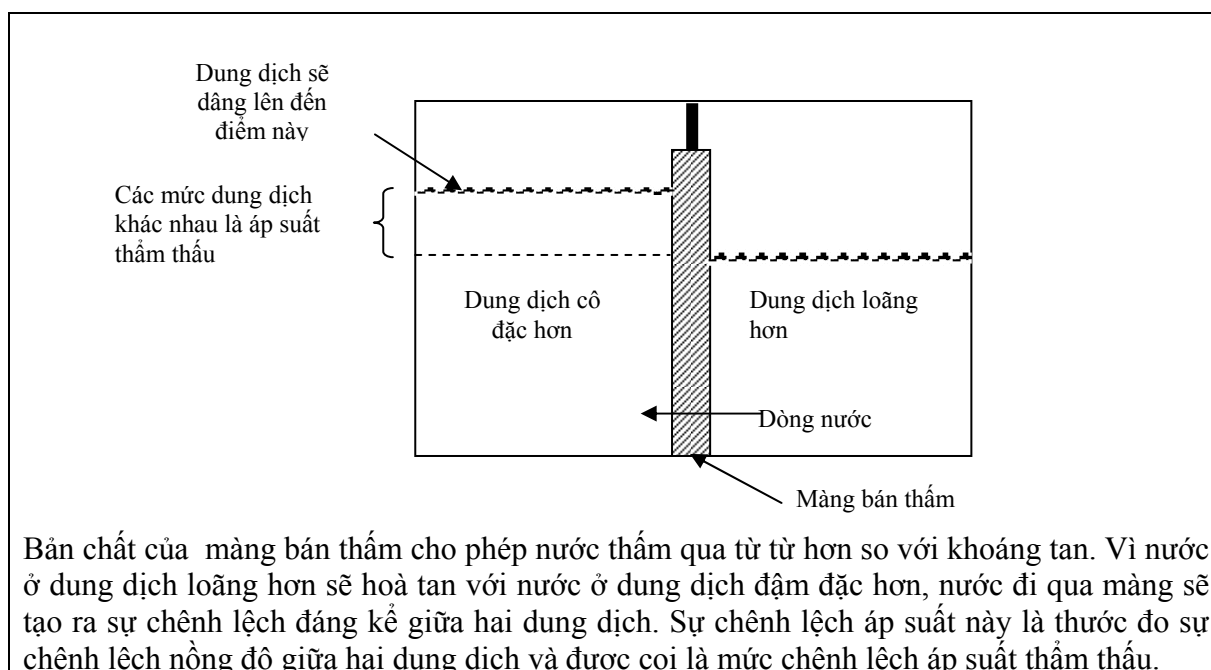
- Hơi đặc biệt không có O₂ và CO₂
- Hơi luôn sẵn có
- Hơi giúp gia nhiệt cần thiết để phản ứng hoàn tất

Loại bỏ không khí hoá học

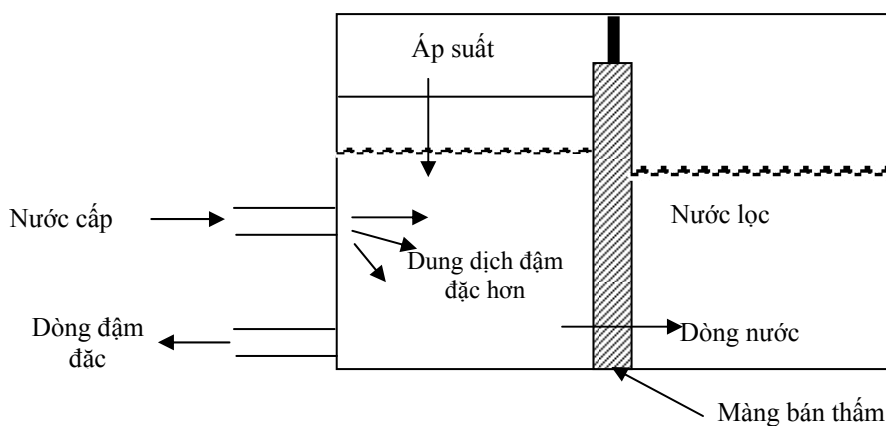
Mặc dù các thiết bị loại bỏ không khí cơ học giúp giảm O₂ xuống mức rất thấp (0,005 mg/l), nhưng một lượng O₂ rất nhỏ cũng có thể gây ra tác hại ăn mòn hệ thống. Do đó, các kinh nghiệm vận hành hợp lý cho thấy cần phải loại bỏ nốt phần C rất nhỏ đó với chất loại bỏ O₂ như natri sulfit hoặc hidrazin. Natri sulfit phản ứng với O₂ tạo thành natri sulfat, giúp tăng TDS trong nước lò hơi và tăng chất lượng nước cấp qua xử lý và yêu cầu xả đáy. Hidrazin phản ứng với O₂ tạo thành nitơ và nước. Cách loại bỏ này luôn được sử dụng với lò hơi áp suất cao khi lượng chất rắn trong nước lò hơi thấp, và không làm tăng lượng TDS trong nước.

Thẩm thấu ngược

Thẩm thấu ngược dựa trên nguyên tắc là khi các dung dịch với nồng độ khác nhau được tách riêng bởi màng bán thấm, nước ở dung dịch nồng độ thấp hơn sẽ đi qua màng bán thấm để hoà tan với dung dịch có nồng độ cao hơn. Nếu dung dịch có nồng độ cao hơn được điều áp, quy trình sẽ ngược lại và nước từ dung dịch có nồng độ cao hơn chảy ngược về nước ở dung dịch nồng độ thấp hơn. Chúng ta gọi đó là thẩm thấu ngược.



Khi áp dụng áp suất vào dung dịch đậm đặc có áp suất cao hơn cao hơn mức chênh lệch áp suất thẩm thấu, hướng của nước đi qua màng sẽ ngược lại và quy trình thẩm thấu ngược được thiết lập. Có nghĩa là, khả năng của màng đối với nước thẩm qua không thay đổi, chỉ có hướng của dòng nước thay đổi.



Sơ đồ nước cấp và nước cô đặc (dòng thải) minh họa hệ thống thẩm thấu ngược vận hành liên tục.

Chất lượng nước được xử lý phụ thuộc vào nồng độ của dung dịch phía có áp suất cao và chênh lệch áp suất qua màng. Quy trình này phù hợp với các loại nước có TDS rất cao, như nước biển.

3.3.6 Chất lượng nước cấp và lò hơi đề xuất

Các tạp chất có trong nước của lò hơi phụ thuộc vào chất lượng nước cấp không được xử lý, quá trình xử lý được sử dụng và quy trình vận hành lò hơi. Trên nguyên tắc chung, áp suất vận hành của lò hơi càng cao, mức độ nhạy cảm của lò hơi với các tạp chất càng lớn.

CÁC GIỚI HẠN NƯỚC CẤP ĐỀ XUẤT (IS 10392, 1982)			
Hệ số	Cho tới 20 kg/cm ²	21 - 39 kg/cm ²	40- 59 kg/cm ²
Tổng lượng sắt (tối đa) ppm	0,05	0,02	0,01
Tổng lượng đồng(tối đa) ppm	0,01	0,01	0,01
Tổng lượng silic oxit (tối đa) ppm	1,0	0,3	0,1
Oxy (tối đa) ppm	0,02	0,02	0,01
Hidrazin dư ppm	-	-	-0,02-0,04
pH ở 25 ⁰ C	8,8-9,2	8,8-9,2	8,2-9,2
Độ cứng, ppm	1,0	0,5	-

CÁC GIỚI HẠN NỒI HƠI ĐỀ XUẤT (IS 10392, 1982)			
Hệ số	Cho tới 20 kg/cm ²	21 - 39 kg/cm ²	40 - 59 kg/cm ²
TDS, ppm	3000-3500	1500-2500	500-1500
Tổng lượng chất rắn hoà tan sắt ppm	500	200	150
Độ dẫn điện riêng tại 25 ⁰ C (mho)	1000	400	300
Phosphat dư ppm	20-40	20-40	15-25
pH tại 25 ⁰ C	10-10,5	10-10,5	9,8-10,2
Silic oxit (tối đa) ppm	25	15	10

4. CÁC GIẢI PHÁP SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HIỆU QUẢ

Phần này bao gồm các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả liên quan đến quá trình đốt cháy, truyền nhiệt, các tổn thất có thể tránh khỏi, tiêu thụ điện phụ trợ, chất lượng nước, và xả đáy.

Tổn thất năng lượng và các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả trong lò hơi có thể liên quan đến quá trình đốt cháy, truyền nhiệt, các tổn thất có thể tránh khỏi, tiêu thụ điện phụ trợ cao, chất lượng nước và xả đáy.

Các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả trong hệ thống lò hơi có thể liên quan đến:

1. Kiểm soát nhiệt độ khói lò
2. Đun sơ bộ nước cấp sử dụng bộ tiết kiệm
3. Sấy sơ bộ khí đốt
4. Giảm thiểu quá trình đốt cháy không hoàn tất
5. Kiểm soát khí dư
6. Tránh tổn thất nhiệt do bức xạ và đối lưu
7. Kiểm soát xả đáy tự động
8. Giảm tổn thất do cặn và muối
9. Giảm áp suất hơi của lò hơi
10. Sử dụng thiết bị kiểm soát tốc độ vô cấp cho quạt, bơm và quạt đẩy
11. Kiểm soát mức tải của lò hơi
12. Lập lịch trình hoạt động của lò hơi chuẩn
13. Thay lò hơi

Những giải pháp này được giải thích trong những phần tiếp theo.

4.1 Kiểm soát nhiệt độ khói lò

Nhiệt độ khí lò nên càng thấp càng tốt. Tuy nhiên, nhiệt độ này không nên thấp tới mức hơi nước ở ống xả ngưng tụ ở thành ống. Điều này quan trọng với những nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh cao vì nhiệt độ thấp sẽ dẫn đến ăn mòn do lưu huỳnh bị đọng sương. Nhiệt độ khí lò cao hơn mức 200°C cho thấy tiềm năng thu hồi nhiệt thải. Nhiệt độ cao như vậy cũng cho thấy có cặn bám trong thiết bị truyền/thu hồi nhiệt, vì vậy cần tiến hành xả đáy sớm để làm sạch nước/hơi.

4.2 Đun nóng sơ bộ nước cấp sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt

Thông thường, khí thải của lò hơi dạng vỏ sò 3 bậc có nhiệt độ khoảng 200 đến 300 °C. Do đó, có tiềm năng thu hồi nhiệt từ khí lò. Nhiệt độ khí lò thải từ lò hơi thường được duy trì ở mức tối thiểu 200°C, để lưu huỳnh oxit trong khí lò không bị ngưng tụ và gây ra ăn mòn ở bề mặt truyền nhiệt. Khi sử dụng năng lượng sạch như khí tự nhiên, LPG hoặc dầu, lợi ích kinh tế từ thu hồi nhiệt sẽ cao hơn vì nhiệt độ khí lò có thể được duy trì ở mức dưới 200 °C.

Tiềm năng tiết kiệm năng lượng phụ thuộc vào loại lò hơi và nhiên liệu sử dụng. Với lò hơi dạng vỏ sò cũ điển hình, với nhiệt độ khí lò thải ra là 260 oC, có thể sử dụng thiết bị Economizer (bộ hâm nước) để giảm xuống 200 oC, tăng nhiệt độ nước cấp 15 oC. Hiệu suất nhiệt toàn phần có thể sẽ tăng 3 %. Với lò hơi dạng vỏ sò 3 bậc sử dụng khí thiên nhiên tiên tiến, nhiệt độ khí lò thải 140 °C, sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt ngưng tụ sẽ giảm nhiệt độ xuống còn 65 °C, tăng hiệu suất nhiệt lên 5 %.

4.3 Sấy nóng sơ bộ không khí cấp cho lò

Sấy nóng sơ bộ không khí cấp lò là lựa chọn thay thế cho đun nóng sơ bộ nước. Để tăng hiệu suất nhiệt lên 1 %, cần tăng nhiệt độ khí cháy lên 20 °C. Phần lớn các lò đốt dầu và gas sử dụng trong dây chuyền lò hơi là có thiết kế không phù hợp với nhiệt độ sấy khí sơ bộ cao.

Các lò đốt hiện đại có thể chịu được nhiệt độ sấy khí sơ bộ cao hơn nhiều, vì vậy nên sử dụng thiết bị này như là bộ trao đổi nhiệt ở khí thải như là giải pháp thay thế cho thiết bị economizer, khi không gian hoặc nhiệt độ thu hồi nước cấp cao đáp ứng được yêu cầu.

4.4 Quá trình cháy không hoàn tất

Quá trình cháy không hoàn tất có thể là do thiếu không khí hoặc thừa nhiên liệu hoặc việc phân bổ nhiên liệu không hợp lý. Có thể thấy rõ khi quá trình cháy không hoàn tất nếu quan sát màu hoặc khói và cần điều chỉnh ngay.

Với trường hợp hệ thống đốt dầu hoặc ga, CO hoặc khói (chỉ xảy ra với hệ thống đốt dầu) với mức khí dư bình thường hoặc cao sẽ cho thấy các trục trặc của hệ thống. Một nguyên nhân thường thấy của quá trình đốt cháy không hoàn tất là tỷ lệ pha trộn nhiên liệu và không khí ở lò đốt sai. Dầu cháy kém có thể là do độ nhớt không chuẩn, đầu đốt bị tắc, hiện tượng cacbon hoá ở đầu đốt và sự xuống cấp của thiết bị khuếch tán.

Với lò đốt than, cacbon chưa cháy có thể dẫn đến tổn thất rất lớn. Điều này xảy ra khi có carbon trong xỉ và tăng thêm lượng nhiệt cấp cho lò hơi lên hơn 2%. Kích thước than không

đồng đều cũng có thể là một nguyên nhân khiến quá trình cháy không hoàn tất. Ở buồng lửa ghi xích, những hạt than to sẽ cháy hết, còn những hạt nhỏ và mịn sẽ làm tắc đường thông khí, gây ra phân phối không khí không đều. Với những buồng lửa phun, việc điều chỉnh gió và hệ thống cháy quá lớn có thể ảnh hưởng đến sự tổn thất cacbon. Tăng lượng hạt mịn trong than nghiền cũng có thể gây tổn thất cacbon.

4.5 Kiểm soát khí dư

Bảng dưới đây đưa ra khối lượng trên lý thuyết khí cần để đốt với các loại nhiên liệu khác nhau.

Trong tất cả các trường hợp thực tế, cần một lượng khí dư để đảm bảo quá trình cháy hoàn tất, cho phép có sai số trong quá trình đốt và đảm bảo các điều kiện khí lò thích hợp đối với một số loại nhiên liệu. Lượng khí dư tối ưu cho hiệu suất cao nhất của lò hơi là khi tổng lượng tổn thất do quá trình cháy không hoàn tất và tổn thất do nhiệt thải qua khí lò được giảm thiểu. Mức độ khí dư này có thể dao động tùy thuộc thiết kế lò, loại lò, nhiên liệu và các biến số của quy trình. Mức độ khí dư này có thể được xác định thông qua các kiểm định với các tỷ lệ nhiên liệu khí khác nhau.

CÁC SỐ LIỆU QUÁ TRÌNH CHÁY TRÊN LÝ THUYẾT – CÁC NHIÊN LIỆU NỒI HƠI PHỔ BIẾN (Hội đồng Năng suất quốc gia, kinh nghiệm thực tế)		
Nhiên liệu	kg không khí cần/kg nhiên liệu	CO₂ % trong khí lò đạt được trên thực tế
Nhiên liệu rắn		
Bã mía	3,3	10-12
Coal (bitum)	10,7	10-13
Than non	8,5	9 -13
Vỏ trấu	4,5	14-15
Gỗ	5,7	11,13
Nhiên liệu lỏng		
Dầu đốt	13,8	9-14
LSHS	14,1	9-14

CÁC MỨC KHÍ DƯ ĐIỂN HÌNH VỚI CÁC LOẠI NHIÊN LIỆU KHÁC NHAU (Hội đồng Năng suất quốc gia, kinh nghiệm thực tế)		
Nhiên liệu	Các loại lò đốt hoặc buồng đốt	Khí dư (% theo khối lượng)
Than nghiền	Lò nước làm mát hoàn toàn để loại bỏ xỉ hoặc tro khô	15-20
	Lò nước làm mát một phần để loại bỏ tro khô	15-40
Than	Buồng lửa ghi cố định	30-60
	Buồng lửa ghi di động nước làm mát	30-60
	Lò ghi xích và lò ghi di động	15-50
	Buồng lửa nhiên liệu cấp dưới	20-50
Dầu nhiên liệu	Lò đốt dầu	15-20
	Lò đốt đa nhiên liệu và ngọn lửa bằng	20-30
Khí tự nhiên	Lò đốt áp suất cao	5-7
Gỗ	Dạng Dutch (10-23 % qua ghi lò) và dạng Hofft	20-25

Bã mía	Tất cả các lò	25-35
Dịch đen	Lò thu hồi khí và quá trình bột hoá soda	30-40

Kiểm soát khí dư ở mức tối ưu luôn giúp giảm tổn thất qua khói lò; cứ mỗi 1 % khí dư giảm sẽ giúp tăng hiệu suất khoảng 0,6 % .

Hiện nay có các phương pháp khác nhau nhằm kiểm soát khí dư:

- Sử dụng thiết bị phân tích Oxy cầm tay và đồng hồ đo lưu lượng khí để ghi các thông số định kỳ giúp hướng dẫn người vận hành điều chỉnh lưu lượng khí nhằm đạt được vận hành tối ưu. Có thể giảm khí dư lên tới 20% .
- Phổ biến nhất là thiết bị phân tích Oxy liên tục với đồng hồ đo lưu lượng khí được gắn bên trong để đọc thông số, từ đó người vận hành có thể điều chỉnh lưu lượng khí. So với hệ thống trước, thiết bị này có thể giúp giảm được thêm 10-15 % .
- Thiết bị phân tích Oxy liên tục tương tự có thiết bị van điều tiết điều khiển từ xa, từ đó các thông số sẽ có sẵn trong buồng điều khiển. Nhờ vậy người vận hành có thể kiểm soát từ xa nhiều hệ thống đốt cùng lúc.
- Thiết bị phức tạp nhất là hệ thống điều khiển van điều tiết tự động có chi phí rất cao, chỉ phù hợp với những hệ thống lớn.

4.6 Giảm thiểu tổn thất nhiệt do bức xạ và đối lưu

Bề mặt bên ngoài của lò hơi dạng vỏ sò nóng hơn xung quanh. Do đó, bề mặt này sẽ bị tổn thất nhiệt ra xung quanh, tùy thuộc vào diện tích bề mặt và sự chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt và xung quanh.

Tổn thất nhiệt ở lò hơi dạng vỏ sò thường là tổn thất năng lượng cố định, không phụ thuộc vào đầu ra của lò hơi. Các lò hơi thiết kế hiện đại, mức tổn thất này có thể chỉ là 1.5 % tổng năng suất toả nhiệt ở mức cao nhất, nhưng sẽ tăng lên khoảng 6 %, nếu lò hơi chỉ vận hành ở mức 25 % đầu ra.

Sửa chữa hoặc tăng cường bảo ôn sẽ giúp giảm tổn thất nhiệt qua thành và ống lò hơi.

4.7 Kiểm soát xả đáy tự động

Xả đáy liên tục không được kiểm soát sẽ rất lãng phí. Vì vậy nên lắp đặt thiết bị kiểm soát xả đáy tự động, tương ứng với độ dẫn của nước lò hơi và pH. Mỗi 10% xả đáy ở lò hơi 15kg/cm² sẽ dẫn đến tổn thất hiệu suất là 3 %.

4.8 Giảm tổn thất do cặn và muối

Ở lò hơi đốt than và dầu, muối bám vào ống, là yếu tố cách nhiệt, cản trở trao đổi nhiệt. Cần loại bỏ muối một cách thường xuyên. Nhiệt độ khói lò tăng có thể là do muối bám nhiều quá. Cặn bám cũng gây ra những ảnh hưởng như vậy với nước. Nhiệt độ khí lò thải cao với mức khí dư bình thường cho thấy hoạt động truyền nhiệt kém. Hoạt động truyền nhiệt kém có thể do muối khí hoặc cặn bám. Với cặn bám ở nước cần xem xét lại quy trình xử lý nước và làm sạch ống. Ước tính, nhiệt độ khí lò cứ tăng 22°C sẽ gây ra tổn thất nhiệt ước tính khoảng 1 %.

Cần thường xuyên kiểm tra và ghi lại nhiệt độ khí lò vì chỉ số này phản ánh lượng muối bám . Khi nhiệt độ khí lò vượt quá nhiệt độ của lò hơi mới được làm sạch khoảng 20 °C cũng là lúc phải loại bỏ muối. Do đó, chúng tôi đề xuất lắp đặt nhiệt kế theo thang độ tại nơi đặt ống khói để quan trắc nhiệt độ khí thải.

Ước tính, lớp muối dày 3 mm sẽ làm tăng mức tiêu thụ năng lượng lên 2,5 % do nhiệt độ khí lò tăng. Có thể phải ngừng dây chuyền theo định kỳ để làm sạch bề mặt lò bức xạ, ống, thiết bị Economizervà sấy khí để loại bỏ những muối bám khó chịu này.

4.9 Giảm áp suất lò hơi

Đây là một cách hiệu quả giúp giảm tiêu thụ nhiên liệu, nếu có thể, xuống khoảng từ 1 đến 2 %. Áp suất hơi thấp hơn sẽ giảm nhiệt độ hơi bão hoà và không thu hồi nhiệt khỏi lò, nhiệt độ của khói lò cũng giảm xuống ở mức tương tự.

Hơi thường được tạo thành ở mức áp suất/nhiệt độ cao nhất của một quy trình nhất định. Trong một số trường hợp, quy trình không vận hành liên tục, và có những lúc có thể giảm áp suất lò. Nhưng cũng cần nhớ rằng, việc giảm áp suất lò hơi sẽ giảm thể tích riêng của hơi trong lò, và loại không khí ra khỏi đầu ra của lò hơi một cách hiệu quả, mang theo nước. Cán bộ phụ trách năng lượng của công ty cần xem xét những tác dụng của việc giảm áp suất một cách cẩn thận, trước khi đề xuất thực hiện. Nên giảm áp suất theo từng giai đoạn, và không nên giảm nhiều hơn 20 %.

4.10 Thiết bị kiểm soát tốc độ vô cấp lắp cho quạt, quạt thổi và máy bơm

Thiết bị kiểm soát tốc độ vô cấp là một cách hiệu quả giúp tiết kiệm năng lượng. Nhìn chung, kiểm soát khí bị ảnh hưởng bởi các van điều tiết của quạt hút cưỡng bức. Mặc dù những van điều tiết là cách kiểm soát rất đơn giản, nhưng chúng thiếu chính xác, có các đặc tính kiểm soát kém chỉ tại điểm đầu và điểm cuối của khoảng vận hành. Nhìn chung, nếu lò hơi có mức tải thay đổi, nên xem xét khả năng thay van điều tiết bằng thiết bị kiểm soát tốc độ vô cấp.

4.11 Kiểm soát tải lò hơi

Hiệu suất tối đa của lò hơi không đạt được ở mức đầy tải, mà là ở mức 2/3 đầy tải. Nếu tải lò hơi giảm xuống nữa, hiệu suất cũng có xu hướng giảm. Ở sản lượng bằng không, hiệu suất của lò hơi bằng không, và nhiên liệu đốt sẽ chỉ tạo ra tổn thất. Những hệ số ảnh hưởng đến hiệu suất lò hơi bao gồm:

- Khi giảm tải, giá trị lưu lượng khí lò qua các ống cũng giảm. Khi lưu lượng khí giảm với cùng một diện tích truyền nhiệt sẽ làm giảm một chút nhiệt độ khí lò, làm giảm tổn thất nhiệt.
- Ở dưới mức nửa tải, các thiết bị cháy cần thêm khí dư để đốt cháy hết nhiên liệu. Vì thế, tổn thất nhiệt tăng.

Nói chung, hiệu suất lò hơi có thể giảm đáng kể xuống dưới mức 25 % tải và nên tránh vận hành lò hơi dưới mức này càng ít càng tốt.

4.12 Lịch trình vận hành lò hơi chuẩn

Vì lò hơi đạt hiệu suất tối ưu khi hoạt động ở mức 65-85 % đầy tải, nhìn chung, vận hành ít lò hơi ở mức tải cao hơn sẽ hiệu quả hơn là vận hành nhiều lò hơi ở mức tải thấp.

4.13 Thay thế lò hơi

Tiềm năng tiết kiệm nhờ thay thế lò hơi phụ thuộc vào thay đổi của hiệu suất toàn phần dự kiến. Về mặt tài chính, giải pháp thay lò hơi sẽ rất hấp dẫn nếu lò hơi đang sử dụng có những yếu tố sau:

- Cũ và không hiệu quả
- Không thể sử dụng nhiên liệu thay thế rẻ tiền hơn.
- Kích cỡ quá to hoặc quá nhỏ so với các yêu cầu hiện tại
- Được thiết kế không phù hợp với các điều kiện tải lý tưởng

Nghiên cứu tính khả thi cần xem xét tất cả các khả năng có sẵn nhiên liệu lâu dài và kế hoạch phát triển của công ty. Cần tính đến các yếu tố tài chính và kỹ thuật. Vì những dây chuyền lò hơi truyền thống có tuổi thọ hơn 25 năm, cần nghiên cứu kỹ trước khi tiến hành thay thế.

5. DANH SÁCH SÀNG LỌC CÁC GIẢI PHÁP

Phần này bao gồm các giải pháp thông dụng nhất giúp nâng cao hiệu suất lò hơi.

5.1 Những công việc và kiểm tra định kỳ bên ngoài lò hơi

- Sử dụng các vòng đệm để đảm bảo độ kín khí ở các cửa vào.
- Các mối nối của hệ thống ống hơi phải kín và bảo ôn nếu cần.
- Vỏ ngoài và các bộ phận của lò hơi phải được bảo ôn hiệu quả. Liệu lớp bảo ôn hiện tại có hiệu quả không? Nếu lò hơi, ống và các xy lanh nước nóng được bảo ôn từ một số năm trước thì bây giờ lớp bảo ôn này là quá mỏng, mặc dù bên ngoài nhìn vẫn tốt. Nên nhớ, khi bảo ôn chỉ phí năng lượng thấp hơn bây giờ nhiều. Có thể sẽ cần tăng độ dày.
- Vào cuối kỳ làm việc, các lò hơi nên được đóng kín hoàn toàn, các bề mặt bên trong nên được thông khí tự nhiên vào mùa hè hoặc gắn kín hoàn toàn với khay chứa các hạt làm khô (chỉ áp dụng cho các lò hơi có thời gian nghỉ giữa các kỳ làm việc)

5.2 Lò hơi: các yếu tố phụ áp dụng cho lò hơi nước nóng và hơi nước

- Thường xuyên kiểm tra mức độ đóng cặn hoặc bùn trong lò hơi hoặc TDS của nước lò hơi mỗi ca, những không nhiều hơn một lần mỗi ngày. Các tạp chất trong nước lò hơi cô đặc trong lò và nồng độ đó có giới hạn phụ thuộc vào loại lò hơi và tải. Nên giảm thiểu xả đáy lò hơi, những phải đồng nhất với tỷ trọng nước phù hợp. Tận thu nhiệt từ nước xả đáy.
- Với lò hơi hơi, việc xử lý nước có phù hợp để tránh tạo bọt và nước môi gây quá tải nước và hoá chất cấp cho hệ thống hơi?
- Với lò hơi hơi: thiết bị kiểm soát mực nước tự động có được kiểm tra định kỳ không? Việc sử dụng các ống nổi trong có thể đặc biệt gây nguy hiểm.
- Các rò rỉ khí xung quanh cửa kiểm tra lò hơi hoặc giữa lò hơi và ống khói có được kiểm tra định kỳ không? Các rò rỉ khí xung quanh cửa kiểm tra lò hơi có thể làm giảm hiệu suất và các rò rỉ khí giữa lò hơi và ống khói có thể làm giảm luồng không khí sẵn có, kích thích hình thành nước ngưng, ăn mòn và muội.
- Nên sử dụng các thiết bị phân tích khí lò để kiểm tra các điều kiện của quá trình cháy ít nhất hai lần mỗi kỳ hoạt động và điều chỉnh tỷ lệ nhiên liệu/không khí nếu cần.
- Các thiết bị kiểm soát hoạt động thực tế và phòng ngừa phải được dán nhãn thích hợp và kiểm tra thường xuyên.
- Các van khoá phải được cài đặt chế độ vận hành bằng tay và có chuông báo động.
- Nên có các điểm kiểm tra hoặc các đồng hồ cố định gắn vào lò hơi đốt dầu để đo nhiệt độ/áp suất vận hành.
- Với các lò hơi đốt dầu hoặc khí, nếu các đường dây cáp của hệ thống tắt (đóng) trong trường hợp có cháy hoặc quá nhiệt chạy ngang qua lối đi thì chúng phải được đặt ở khoảng cách cao hơn đầu người.
- Hệ thống ngừng hoạt động khẩn cấp nên được đặt tại cửa ra của nhà đặt lò hơi.
- Để giảm ăn mòn, cần thực hiện các bước để giảm thiểu thời gian nhiệt độ của nước tụt xuống quá điểm sương, nhất là với các lò hơi đốt dầu hoặc than.
- Những nhà máy sử dụng nhiều nhiên liệu thường có riêng thiết bị cân và có thể kiểm tra trực tiếp khi nhiên liệu được mang đến. Nếu không có thiết bị này, thỉnh thoảng bạn có yêu cầu nhà cung cấp nhiên liệu thử cân ở cân công cộng (hoặc cân nhờ nhà máy nằm gần đó) để kiểm tra? Với các nhà cung cấp nhiên liệu lỏng, bạn có kiểm tra que thăm của xe không?

- Với dây chuyền lò hơi, cần đảm bảo sử dụng nhiên liệu phù hợp. Với nhiên liệu rắn, kích cỡ hoặc thứ phẩm phù hợp là rất quan trọng, xỉ và hàm lượng ẩm phải tuân theo thiết kế ban đầu của dây chuyền. Với nhiên liệu dầu, cần đảm bảo là độ nhớt phù hợp với lò đốt, và cần kiểm tra nhiệt độ của dầu nhiên liệu.
- Việc quan trắc sử dụng nhiên liệu cần thực hiện càng chính xác càng tốt. Đo lường nhiên liệu tồn phải sát thực tế.
- Với lò hơi đốt dầu, kiểm tra và sửa chữa các bộ phận. Nên thường xuyên thay đổi vòi đốt và làm sạch cẩn thận để phòng tránh thiệt hại cho bộ đầu đốt.
- Nên xem xét lại quy trình sửa chữa và bảo trì, đặc biệt là với những thiết bị lò, thiết bị kiểm soát và thiết bị quan trắc.
- Thường xuyên làm sạch bề mặt truyền nhiệt để duy trì hiệu suất ở mức cao nhất có thể.
- Đảm bảo rằng nhân viên vận hành lò hơi thông thuộc quy trình vận hành, đặc biệt là với các thiết bị kiểm soát mới.
- Bạn đã bao giờ xem xét khả năng thu hồi nhiệt từ khí thải của lò hơi? Các bộ trao đổi nhiệt hiện đại hiện có sẵn phù hợp với hầu hết các loại và kích cỡ lò hơi.
- Bạn có kiểm tra rò rỉ ở các van nước cấp qua xử lý của bể cấp và bể gia nhiệt, bảo ôn hoặc tổn thất nước qua nước thải không?
- Có thể nhà sản xuất sẽ bảo ôn dây chuyền hơi từ đầu. Liệu bảo ôn này có phù hợp với chi phí nhiên liệu hiện nay? Kiểm tra độ dày tối ưu.
- Khối lượng hơi sản sinh nhiều, hãy đầu tư lắp đặt đồng hồ hơi.
- Đo sản lượng hơi và đầu vào của nhiên liệu. Tỷ lệ hơi với nhiên liệu là cách đo hiệu suất lò hơi chính.
- Sử dụng hệ thống quan trắc đã có: sẽ cho thấy các dấu hiệu xuống cấp.
- Cần thường xuyên kiểm tra chất lượng và độ tinh khiết của nước cấp.
- Thỉnh thoảng kiểm tra đồng hồ hơi vì theo thời gian, do ăn mòn đầu thử hoặc lỗ đo, chúng bị xuống cấp. Cần lưu ý là đồng hồ hơi chỉ đọc chính xác ở áp suất hơi đã được hiệu chỉnh. Có thể phải hiệu chỉnh lại.
- Kiểm tra rò rỉ ở các ống, mối nối, bẫy hơi, cả ở những chỗ không tiếp cận được.
- Những ống không sử dụng nên tách riêng và những ống thừa nên loại bỏ.
- Đã có ai được chỉ định để vận hành và kiểm tra tổng quan sau khi lắp đặt? Công việc này nên được nêu rõ trong bản mô tả công việc của người đó.
- Hiện có các tài liệu cơ bản dưới dạng bản vẽ, chỉ dẫn vận hành và chi tiết bảo trì để cung cấp cho nhân viên đó không?
- Có sổ nhật ký để ghi lại các dữ liệu về bảo trì đã thực hiện, các thông số khí lò thực tế, mức tiêu thụ nhiên liệu hàng tuần hoặc hàng tháng và các nhận xét không?
- Đảm bảo rằng áp suất hơi không cao hơn yêu cầu. Khi tải lượng ban đêm ít hơn ban ngày, xem xét khả năng điều chỉnh áp suất dao động trong dải rộng hơn vào ban đêm nhằm giảm tần suất tắt bộ đốt hoặc hạn chế tốc độ đốt tối đa của lò.
- Xem xét nhu cầu bảo trì các lò hơi trong điều kiện dự phòng-thường gây tổn thất nhiệt không tính đến. Các lò hơi trong chế độ chờ cần được tách riêng khí và chất lỏng.
- Sử dụng nhật ký vận hành của phòng đặt lò hơi để so sánh các kết quả hoạt động với mục tiêu. Khi kiểm tra quá trình cháy, vv... với các thiết bị cầm tay, đảm bảo là việc kiểm tra thực hiện đều đặn và các điều kiện tải được ghi lại trong nhật ký: % of CO₂ ở chế độ lửa tối đa/nửa tải, vv...
- Đã kiểm tra dây chuyền nhằm đảm bảo là dao động tải lớn không do vận hành các thiết bị trong phòng đặt lò hơi sai gây ra, ví dụ như tắt/bật kiểm soát tiếp liệu, sửa chữa hỏng hóc của hệ thống tiếp liệu.
- Hệ thống nước nóng có được pha thêm phụ gia chống ăn mòn và được kiểm tra hàng năm để xem nồng độ có còn thích hợp không? Đảm bảo rằng phụ gia này KHÔNG được đưa

vào bể gia nhiệt nước nóng sinh hoạt vì chúng sẽ làm nhiễm bẩn nước ra các vòi ở bể nước.

- Thu hồi toàn bộ nước ngưng ở những nơi có thể và sẽ tiết kiệm được năng lượng khá lớn.

5.3 Khu vực lò hơi và khu vực dây chuyền

- Mở cửa thông khí và thường xuyên làm sạch và kiểm tra khu vực có cửa mở để đảm bảo thông thoáng.
- Không sử dụng buồng thiết bị làm kho chứa, lấy khí hay sấy khô.
- Việc bảo dưỡng bơm và các van tự động có tuân theo chỉ dẫn của nhà sản xuất không?
- Các bơm đang hoạt động và ở chế độ chờ có được thay đổi nhau mỗi tháng một lần?
- Nhà máy có lắp các van cách ly bơm?
- Ở các bên của bơm có lắp điểm kiểm tra áp suất/ nhiệt hoặc các chỉ số khác không?
- Vỏ bơm có lắp thiết bị thoát khí không?
- Các bộ phận chuyển động có được bảo vệ không?
- Đảm bảo thường xuyên kiểm tra độ chính xác của các thiết bị.
- Kiểm tra bằng mắt thường các vết rò ở các ống và van.
- Kiểm tra xem các thiết bị an toàn có hoạt động hiệu quả không.
- Kiểm tra các tiếp xúc điện có sạch và an toàn không.
- Đảm bảo rằng các vỏ thiết bị và các nắp an toàn ở đúng vị trí.
- Kiểm tra các đầu cảm, đảm bảo rằng chúng sạch, không tắc và không tiếp xúc với các điều kiện xấu, ví dụ như đầu cảm nhiệt độ không được tiếp xúc với ánh mặt trời trực tiếp hoặc đặt gần ống nóng hoặc dây chuyền của quy trình.
- Đảm bảo rằng chỉ những người có phận sự mới được sử dụng các thiết bị điều khiển.
- Mỗi bộ phận của dây chuyền cần vận hành khi cần và nên được kiểm soát tự động.
- Thiết bị điều khiển thời gian và tốt nhất là toàn bộ dây chuyền, nên được tự động hoá.
- Với những lắp đặt nhiều lò hơi, cách ly các lò hơi không nằm trong nhu cầu sẵn sàng hoạt động, nên tách biệt với phía nước và nếu có thể, cả khí. Đảm bảo rằng các lò hơi này không thể bị cháy.
- Tách riêng hệ thống hơi (có bảo vệ) giúp giảm tổn thất nhiệt.
- Với những lắp đặt nhiều lò hơi
- Với những hệ thống gồm nhiều lò hơi, nên lắp đặt thiết bị kiểm soát tự động tải của lò hơi sao cho số lò hơi hoạt động đáp ứng nhu cầu hơi của hệ thống.
- Nên giảm nhiệt độ vận hành lò hơi ở những chỗ có thể bằng những thiết bị bên ngoài lò hơi và với lò hơi vận hành trong dải nhiệt độ không đổi bình thường.

5.4 Nước và hơi

- Nước cấp cho lò hơi phải đáp ứng được các tiêu chuẩn do nhà sản xuất đưa ra. Nước phải sạch, không màu và không lẫn tạp chất lơ lửng.
- Độ cứng tối đa: 0,25 ppm CaCO₃.
- pH: 8-10 làm chậm hoạt tính và ăn mòn. pH nhỏ hơn 7 sẽ làm tăng tốc độ ăn mòn do tính axit.
- O₂ hoà tan nhỏ hơn 0,02 mg/l. O₂ xuất hiện cùng SO₂ gây hiện tượng ăn mòn.
- CO₂: Nên được duy trì ở mức rất thấp. CO₂ xuất hiện cùng O₂ gây hiện tượng ăn mòn, đặc biệt là với đồng và các hợp kim chứa đồng.
- Nước không được chứa dầu.

5.5 Nước lò hơi

-

- Nước phải có tính kiềm—trong vòng 150 ppm CaCO₃ và trên 50 ppm CaCO₃, pH= 8,3 – Tính kiềm nên nhỏ hơn 120.
- Tổng chất rắn nên duy trì ở dưới mức giá trị vượt quá mức độ nhiễm bẩn của hơi, để tránh tạo ra cặn bám trên các đường dẫn hơi chính và thiết bị gia nhiệt.
- Phosphat không nên vượt quá 25 ppm P₂O₅.
- Nước cấp qua xử lý chỉ được chứa một lượng rất nhỏ silic oxit. Lượng silic oxit phải ít hơn 40 ppm ở nước lò hơi và 0,02 ppm ở hơi, dưới dạng SiO₂. Nếu lượng này lớn hơn, chúng sẽ bám ở cánh tua bin.

Các nồng độ trong nước lò hơi tối đa theo đề xuất của Hiệp hội Các nhà sản xuất lò hơi Mỹ.	
Áp suất hơi ở lò hơi (ata)	Nồng độ nước lò hơi tối đa (ppm)
0-20	3500
20-30	3000
30-40	2500
40-50	2000
50-60	1500
60-70	1250
70-100	1000

- Cần lắp đặt dây chuyền xử lý nước thải thích hợp nhằm đảm bảo độ tinh khiết của nước và cần thu xếp liều lượng hoá chất để kiểm soát chất lượng nước. Áp dụng xả đáy nếu nồng độ vượt quá giới hạn cho phép theo quy định của nhà sản xuất.
- Tính kiềm không được vượt quá 20 % tổng nồng độ. Lò hơi phải được duy trì ở mức nước thích hợp. Thông thường lắp đặt hai đồng hồ để đảm bảo điều này.
- Người vận hành cần tiến hành xả đánh thường xuyên ở mỗi ca, hoặc ít nhất mỗi ngày một lần khi lò hơi sản xuất hơi dưới 24h/ngày.

5.6 Quy trình xả đáy (BD)

Quy trình xả đáy theo truyền thống và được sử dụng như sau:

1. Đóng khoá nước
2. Mở van xả (lưu ý là hơi thoát ra tự do)
3. Đóng van xả
4. Đóng van hơi
5. Mở van nước
6. Mở van xả (lưu ý là nước thoát ra tự do)
7. Đóng van xả
8. Mở van hơi
9. Mở và đóng van xả để xả lần cuối.

Nước đầu tiên chảy ra đại diện cho nước lò hơi. Nếu nước không màu, cần tìm hiểu nguyên nhân.

6. BẢNG TÍNH VÀ CÁC CÔNG CỤ KHÁC

Phần này bao gồm các bảng tính về hoạt động của lò hơi, bảng thu thập số liệu, phân tích nhiên liệu) và các công cụ khác (Danh sách kiểm tra hoạt động của lò hơi; Các nguyên tắc chung; những việc nên và không nên làm)

6.1 Bảng tính

Bảng tính lò hơi 1. HOẠT ĐỘNG CỦA LÒ HƠI

STT	Tham khảo thông số	Đơn vị	Độc
1	Phân tích tuyệt đối		
	Carbon	%	
	Hydro	%	
	Oxy	%	
	Sulphur	%	
	Nitơ	%	
	Độ ẩm	%	
	Xỉ	%	
2	GCV nhiên liệu	KCal/kg	
3	Oxy trong khí lò	%	
4	Nhiệt độ khí lò (T_f)	$^{\circ}\text{C}$	
5	Nhiệt độ môi trường xung quanh (T_a)	$^{\circ}\text{C}$	
6	Độ ẩm trong không khí	Kg/kg khí khô	
7	Cháy trong xỉ	%	
8	GCV xỉ	KCal/kg	
9	Khí dư cấp (EA) $(\text{O}_2 \times 100)/(21 - \text{O}_2)$	%	
10	Nhu cầu không khí trên lý thuyết (TAR) $[11 \times \text{C} + \{34,5 \times (\text{H}_2 - \text{O}_2/8)\} + 4,32 \times \text{S}]/100$	kg/kg nhiên liệu	
11	Lượng khí cấp thực tế $\{1 + \text{EA}/100\} \times$ không khí trên lý thuyết	kg/kg nhiên liệu	
12	% tổn thất nhiệt do khí lò khô $\{k \times (T_f - T_a)\} / \% \text{CO}_2$ Trong đó, k (hằng số Seigert) = 0,65 với than = 0,56 với dầu	%	

STT	Tham khảo thông số	Đơn vị	Độc
	= 0,40 cho NG		
13	% tổn thất nhiệt do bay hơi nước tạo thành do có H ₂ trong nhiên liệu [9 x H ₂ {584 + 0,45(T _f – T _a)}] / GCV nhiên liệu	%	
14	% tổn thất nhiệt do bay hơi từ độ ẩm trong nhiên liệu [M x {584 + 0,45 x (T _f – T _a)}] / GCV nhiên liệu	%	
15	% tổn thất nhiệt do độ ẩm trong không khí {AAS x Độ ẩm x 0,45 (T _f – T _a) x 100} / GCV nhiên liệu	%	
16	% tổn thất nhiệt do cháy trong xỉ {xỉ x (100 – cháy trong xỉ) x GCV of xỉ x 100} / GCV nhiên liệu	%	
17	Tổng lượng tổn thất	%	
18	Hiệu suất	%	

Bảng tính lò hơi 2: BẢNG THU THẬP SỐ LIỆU

STT	Tham khảo thông số	Đơn vị	Độc
1	Loại lò hơi		
2	Chất lượng hơi sản sinh	TPH	
3	Áp suất hơi	Kg/cm ² (g)	
4	Nhiệt độ hơi	⁰ C	
5	Nhiên liệu sử dụng (Than/Dầu/Gas, vv...)		
6	Lượng nhiên liệu sử dụng	TPH	
7	GCV nhiên liệu	kCal/kg	
8	Nhiệt độ nước cấp	⁰ C	
9	Oxy trong khí lò	%	
10	Nhiệt độ khí lò (T _f)	⁰ C	
11	Nhiệt độ môi trường xung quanh(T _a)	⁰ C	
12	Độ ẩm không khí	Kg/kg khí khô	
13	Cháy trong xỉ	%	
14	GCV xỉ	KCal/kg	

Bảng tính lò hơi 3: BẢNG PHÂN TÍCH NHIÊN LIỆU

STT	Tham khảo thông số	Đơn vị	Độc
1	Phân tích tuyệt đối		
	Carbon	%	
	Hydro	%	
	Oxy	%	
	Sulphur	%	
	Nitơ	%	
	Độ ẩm	%	
	Xỉ	%	
2	GCV nhiên liệu	KCal/kg	

6.2 Danh sách kiểm tra định kỳ lò hơi

Kiểm tra định kỳ lò hơi				
System	Hàng ngày	Hàng tuần	Hàng tháng	Hàng năm
BD và xử lý nước	Kiểm tra các van BD không rò. BD không dư	-	Đảm bảo không bị đóng cặn	-
Hệ thống nước cấp	Kiểm tra và khắc phục lượng nước lò hơi không ổn định. Tìm nguyên nhân khiến mức nước không ổn định, chất ô nhiễm, hoạt động sai chức năng, vv...	Dừng các bơm cấp nước để kiểm tra các thiết bị kiểm soát và thử dừng nhiên liệu	không	Thiết bị thu nước ngưng, bơm hệ thống loại bỏ không khí
Khí lò	Kiểm tra nhiệt độ ở hai điểm khác nhau	Đo nhiệt độ và so sánh thành phần ở các điểm đốt và điều chỉnh van đề xuất.	Tương tự hàng tuần. So sánh với thông số đọc được trước đó.	Tương tự tham khảo số liệu đã ghi hàng tuần.
Cấp không khí cho quá trình cháy			Kiểm tra mức độ hợp lý của cửa ở trên đường cấp khí vào. Làm sạch đường cấp	
Lò đốt	Kiểm tra bộ phận điều khiển xem có hoạt động bình thường không. Có thể cần phải làm sạch vài lần trong một ngày.	Làm sạch lò đốt, kiểm tra các linh kiện lắp ráp, kiểm tra các khe đánh lửa của lò đốt cùng điện cực.	Tương tự hàng tuần	Giống công việc hàng tuần. Làm sạch và tu sửa lại
Các đặc tính vận hành lò hơi		Quan sát ngọn lửa và các đặc tính của nó.		
Van xả		Kiểm tra rò rỉ		Thay và tu sửa lại
	Kiểm tra tải lượng vượt trội là nguyên			

Kiểm tra định kỳ lò hơi				
System	Hàng ngày	Hàng tuần	Hàng tháng	Hàng năm
	nhân gây ra mức dao động lớn về áp suất			
Hệ thống nhiên liệu			Kiểm tra các bơm, đồng hồ áp suất, đường ống. Làm sạch.	Làm sạch và tu sửa lại hệ thống
Gioăng đệm			Kiểm tra hư hỏng. Kiểm tra rò rỉ và khả năng nén của các vòng đệm	
Rò rỉ không khí bề mặt ở bộ phận nước và bộ phận đốt				Làm sạch bề mặt theo chỉ định của nhà sản xuất hàng năm
Rò rỉ khí				Kiểm tra các vết rò xung quanh các cửa mở
Lớp chịu lửa ở bộ phận nhiên liệu				Sửa chữa
Hệ thống điện		Làm sạch các tấm phía ngoài	Kiểm tra các tấm bên trong	Làm sạch, sửa chữa các cửa và điểm tiếp xúc, vv...
Các van thủy lực và hơi			Làm sạch các thiết bị, khắc phục rò rỉ dầu và không khí	Sửa chữa các hỏng hóc và kiểm tra đảm bảo sự vận hành bình thường

6.3 Các quy tắc chung (“Rules of Thumb”)

- Giảm 5 % khí dư sẽ tăng hiệu suất lò hơi lên 1 % (hoặc giảm oxy dư trong khói lò 1 % sẽ tăng hiệu suất lò hơi lên 1 %).
- Giảm 22 °C nhiệt độ khí lò sẽ tăng hiệu suất lò hơi lên 1 %.
- Tăng nhiệt độ nước cấp lên 6 °C nhờ sử dụng Bộ hâm (thiết bị thu hồi nước ngưng giúp tiết kiệm 1 % tiêu thụ nhiên liệu lò hơi).
- Tăng nhiệt độ không khí cho quá trình đốt lên 20 °C sấy sơ bộ từ nhiệt thải thu hồi, sẽ giúp tiết kiệm 1 % nhiên liệu.
- Mỗi lỗ có đường kính 3 mm trên đường ống chứa 7 kg/cm² hơi sẽ làm lãng phí 32.650 lít dầu nhiên liệu mỗi năm.
- 100 m ống hơi trần với đường kính 150 mm chứa 8 kg/cm² hơi bão hoà sẽ làm lãng phí 25 000 lít dầu đốt mỗi năm.
- Có thể giảm 70 % tổn thất nhiệt nhờ sử dụng một lớp bóng nhựa có đường kính 45 mm trên bề mặt của dung dịch nóng/nước ngưng ở nhiệt độ 90 °C.
- Lớp màng khí dày 0,25 mm có trở kháng tương tự đối với truyền nhiệt ở những thành ống đồng dày 330 mm.
- Lớp muội bám dày 3 mm trên bề mặt truyền nhiệt có thể làm tăng tiêu thụ nhiên liệu lên 2,5 %
- Lớp cặn bám dày 1 mm ở nước sẽ tăng tiêu thụ nhiên liệu lên 5 - 8 %.

6.4 Những việc cần và không nên làm ở lò hơi

Những việc cần và không nên làm ở lò hơi	
Làm	Không làm
1. Thường xuyên làm sạch muối ở quạt thổi 2. Làm sạch thiết bị đo nước mỗi ca một lần 3. Kiểm tra van an toàn, mỗi tuần một lần 4. Xả đáy mỗi ca theo yêu cầu 5. Đóng kín tất cả các cửa lò 6. Kiểm soát các dòng khí lò 7. Làm sạch, xả phễu đựng xỉ tro mỗi ca 8. Theo dõi khói lò và kiểm soát lửa cháy 9. Kiểm tra bộ phận cấp nhiên liệu tự động bằng cách thủng thoáng dùng cấp nước trong một thời gian ngắn. 10. Định kỳ kiểm tra các rò rỉ 11. Kiểm tra hoạt động của các van, van điều tiết, vv... mỗi tuần một lần 12. Tra dầu mỡ cho tất cả các thiết bị cơ khí để chúng làm việc tốt. 13. Giữ vệ sinh các bảng cầu dao và thiết bị điều khiển. 14. Giữ sạch khu vực, không có bụi Đặt các phương tiện chữa cháy ở vị trí luôn luôn sẵn sàng. Tổ chức diễn tập PCCC mỗi tháng một lần. 15. Sổ nhật ký phải được điền đầy đủ 16. Đổi hướng quạt FD nếu quạt ID đổi hướng. 17. Kiểm tra hoặc hiệu chỉnh thiết bị đo CO₂ hoặc O₂ ba tháng một lần 18. Định kỳ kiểm tra các bể hơi 19. Cần kiểm tra chất lượng của hơi, nước mỗi ngày một lần hoặc mỗi ca một lần nếu có thể. 20. Kiểm tra chất lượng nhiên liệu mỗi tuần một lần 21. Mở các van xả gia nhiệt phụ trong quá trình khởi động. 22. Mở các van khí khi khởi động và khi tắt.	1. Không châm lửa đuốc ngay sau tắt lửa 2. Không xả nước khi không cần thiết 3. Không mở các cửa lò khi không cần thiết. 4. Không thường xuyên dùng các van an toàn (Kiểm soát vận hành) 5. Không để phễu chứa xỉ tro quá tải. 6. Không tăng tốc độ cháy lên quá giới hạn 7. Không cấp nước thô 8. Không vận hành lò hơi một cách tùy tiện 9. Không vận hành lò hơi quá tải trên thực tế 10. Không để mức nước quá cao hoặc quá thấp. 11. Không vận hành quạt thổi muối lò hơi ở mức cao tải 12. Không đổi hướng quạt ID khi đang vận hành. 13. Không quan sát trực tiếp lửa trong lò, sử dụng kính bảo hộ 14. Tránh để lớp nhiên liệu quá dày 15. Không để các nhân viên/kỹ thuật viên chưa qua đào tạo vận hành lò hơi 16. Không xem thường các dấu hiệu bất thường (âm thanh thay đổi, hoạt động thay đổi, khó điều khiển), điều tra nguyên nhân 17. Không bỏ qua bảo trì hàng năm 18. Không mồi lò hơi 19. Không để hơi tạo thành trong economizer (bộ hâm nước) (theo dõi nhiệt độ.) 20. Không để ghi lò bị trống (rải nhiên liệu đều) 21. Không vận hành lò hơi với ống nước bị rò rỉ.

7. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Agriculture and Agri-Food Canada. *Heat recovery for Canadian food and beverage industries*. 2001. www.agr.gc.ca/cal/epub/5181e/5181-0007_e.html
- Considine, Douglas M. *Energy Technology Handbook*. McGraw Hill Inc, New York. 1977.
- Department of Coal Publications, Government of India. *Fluidised Bed Coal-Fired Boilers*
- Department of Coal, India, prepared by National Productivity Council. *Coal – Improved Techniques for Efficiency*. 1985
- Elonka, Jackson M., and Alex Higgins, *Steam Boiler Room Questions & Answers*, Third Edition
- Energy Machine, India. *Energy Machine Products, Thermic Fluid Heater: Flowtherm series*. www.warmstream.co.in/prod-em-thermic-fluid-heaters.html
- Gunn, D., and Horton, R. *Industrial Boilers*, Longman Scientific & Technical, New York
- India Energy Bus Project, *Industrial Heat Generation and Distribution*. NIFES Training Manual Issued for CEC
- IS 10392, 1982
- Jackson, J. James, *Steam Boiler Operation*. Prentice-Hall Inc., New Jersey. 1980.
- Light Rail Transit Association, Trams for Bath. *D.C. Power stations – Boilers*. www.bathtram.org/tfb/tT111.htm
- National Coal Board. *Fluidised Combustion of Coal*. London
- National Productivity Council. *Efficient Operation of Boilers*
- Pincus, Leo I. *Practical Boiler Water Treatment*. McGraw Hill Inc., New York. 1962.
- Sentry Equipment Corp. *Continuous Blowdown Heat Recovery Systems for boilers rated 35 to 250 PSIG. Installation, Operating and Maintenance Instructions. SD 170, Rev. 4, 2/6*. www.sentry-equip.com/PDF%20files/Blowdown%201730%20Rev.%204.PDF. 2006.
- Shields, Carl D. *Boilers*. McGraw Hill Book Company, U.S, 1961.
- Spirax Sarco. *Module 3 of Spirax Sarco's web based Learning Centre*. www.spiraxsarco.com/learn
- Technical Papers, Boiler Congress - 2000 Seminar, 11 & 12 January 2000
- TERI, GTZ and EMC . *Steam Generation, Distribution and Utilisation*
- Thermax Babcock & Wilcox Limited. *CFBC Boilers*. 2001. www.tbwindia.com/boiler/cfbc_system.asp
- University of Missouri, Colombia. *Energy Management – Energizing Mizzou*. 2004. www.cf.missouri.edu/energy/
- YourDictionary.com. *Water tube boiler*. 2004 www.yourdictionary.com/images/ahd/jpg/A4boiler.jpg.
- Websites:
- www.eren.doe.gov
 - www.oit.doe.gov/bestpractices
 - www.pcra.org

www.energy-efficiency.gov.uk

www.actionenergy.org.uk

www.cia.org.uk

www.altenergy.com

Copyright:

Copyright © United Nations Environment Programme (year 2006)

This publication may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. UNEP would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source. No use of this publication may be made for resale or any other commercial purpose whatsoever without prior permission from the United Nations Environment Programme.

Bản quyền

Copyright © Chương trình môi trường liên hợp quốc (năm 2006)

Ấn bản này có thể tái xuất bản toàn bộ hoặc một phần và cho bất kỳ mục đích giáo dục hay phi lợi nhuận nào mà không có sự cho phép đặc biệt từ người giữ bản quyền với điều kiện phải nêu nguồn của ấn bản. UNEP mong rằng sẽ nhận được bản sao của bất kỳ ấn bản nào có sử dụng ấn bản này như nguồn thông tin. Không sử dụng ấn bản này để bán lại hay cho bất kỳ mục đích thương mại nào khác mà không có sự cho phép trước đó từ Chương trình Môi trường của Liên hợp quốc

Disclaimer:

This energy equipment module was prepared as part of the project "Greenhouse Gas Emission Reduction from Industry in Asia and the Pacific" (GERIAP) by the National Productivity Council, India. While reasonable efforts have been made to ensure that the contents of this publication are factually correct and properly referenced, UNEP does not accept responsibility for the accuracy or completeness of the contents, and shall not be liable for any loss or damage that may be occasioned directly or indirectly through the use of, or reliance on, the contents of this publication, including its translation into other languages than English. This is the translated version from the chapter in English, and does not constitute an official United Nations publication.

Khuyến cáo:

Mô đun thiết bị năng lượng này được thực hiện là một phần của dự án “Giảm Phát Thải Khí Nhà Kính từ Hoạt Động Công Nghiệp ở Khu vực Châu Á và Thái Bình Dương” (GERIAP) bởi Ủy ban Năng suất Quốc gia Ấn Độ. Mặc dù đã cố gắng nhiều để đảm bảo nội dung của báo cáo này là chính xác và phù hợp để tham khảo, UNEP không có trách nhiệm về tính chính xác hay hoàn thiện của nội dung và sẽ không chịu trách nhiệm về bất kỳ mất mát hay thiệt hại mà có thể liên quan trực tiếp hay gián tiếp cho việc sử dụng hay dựa vào nội dung của báo cáo này gây ra, bao gồm cả bản dịch sang các thứ tiếng khác ngoài tiếng Anh. Đây là bản dịch từ chương bằng tiếng Anh và không là ấn bản chính thức của Liên hợp quốc.