

# 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 |

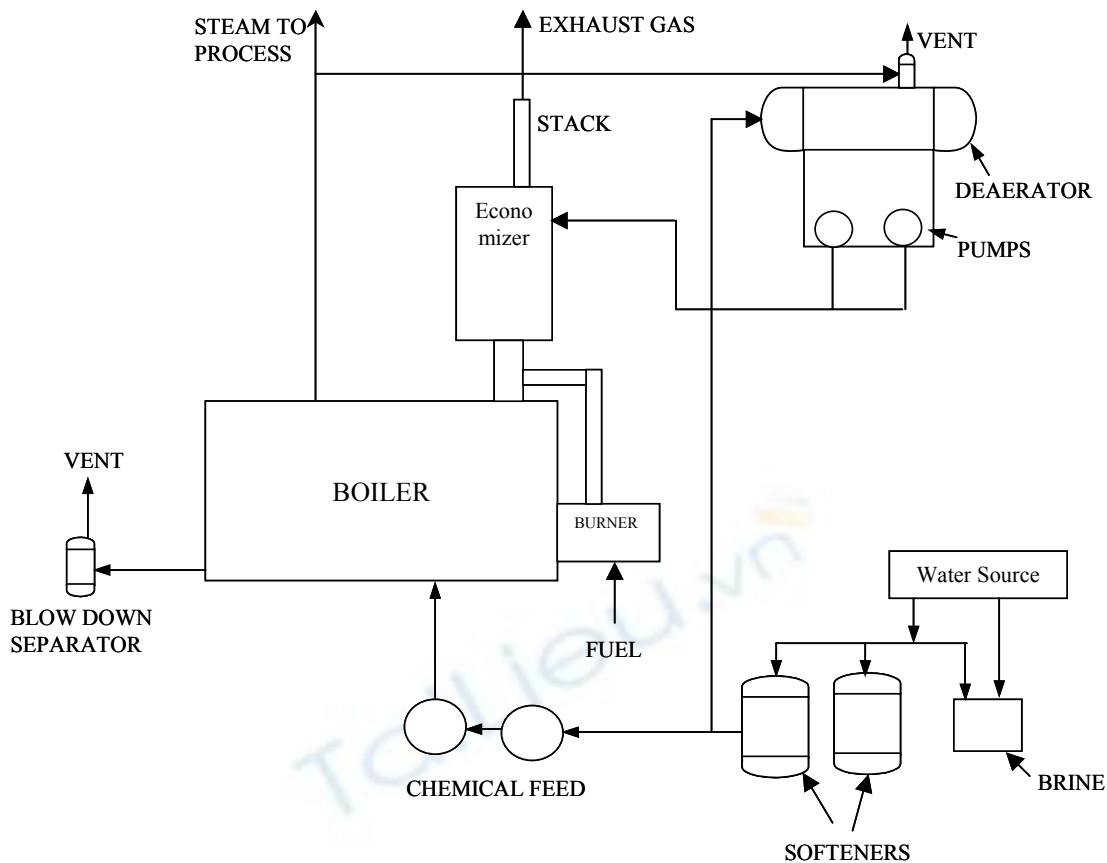
## 1. GIỚI THIỆU

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.



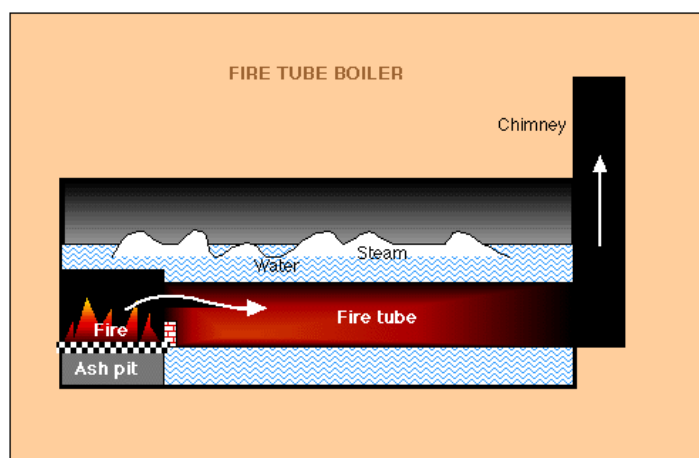
Hình 1. Giải đồ của một Bộ phận Lò hơi

## 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/cm<sup>2</sup>. 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)

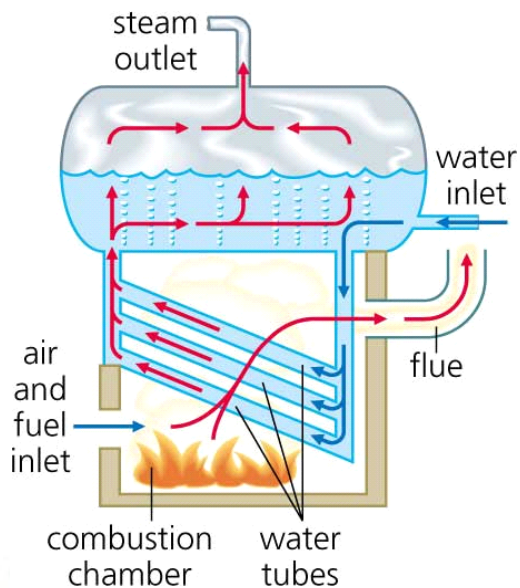
## 2.2 Lò hơi ống nước (Water Tube Boiler)

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.

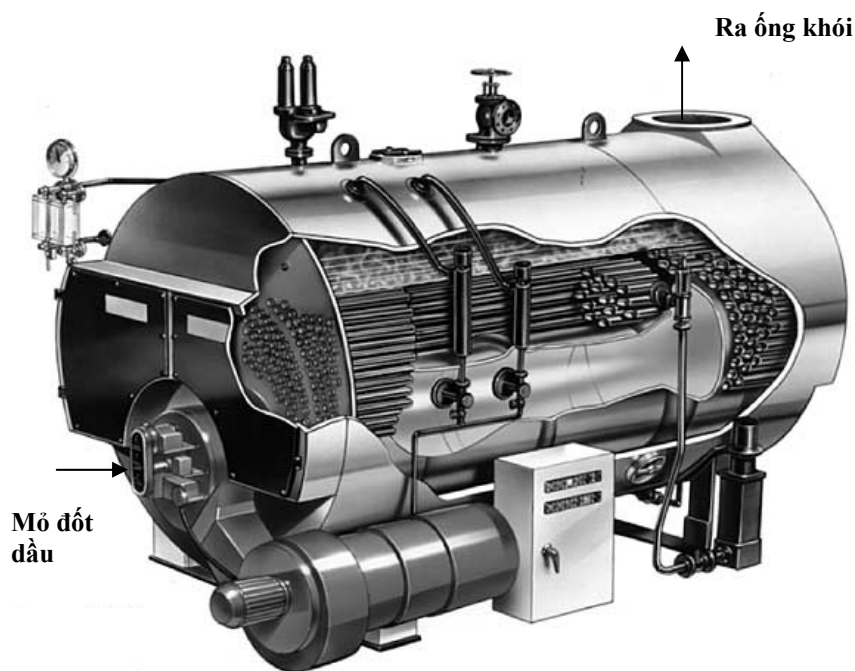
Lò hơi ống nước có các đặc điểm sau:

- 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<sup>o</sup>C đến 950<sup>o</sup>C. 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.

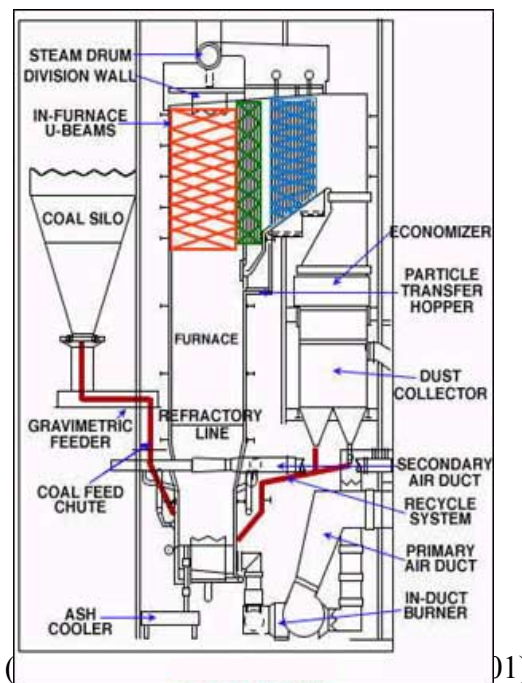
## 2.6 Lò hơi buồng lửa tầng sôi điều áp (PFBC)

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 S<sub>2</sub> 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 SO<sub>2</sub> cao hơn, việc áp dụng các công nghệ để kiểm soát mức NO<sub>x</sub> cũng dễ dàng hơn so với lò hơi buồng lửa tầng sôi không khí.

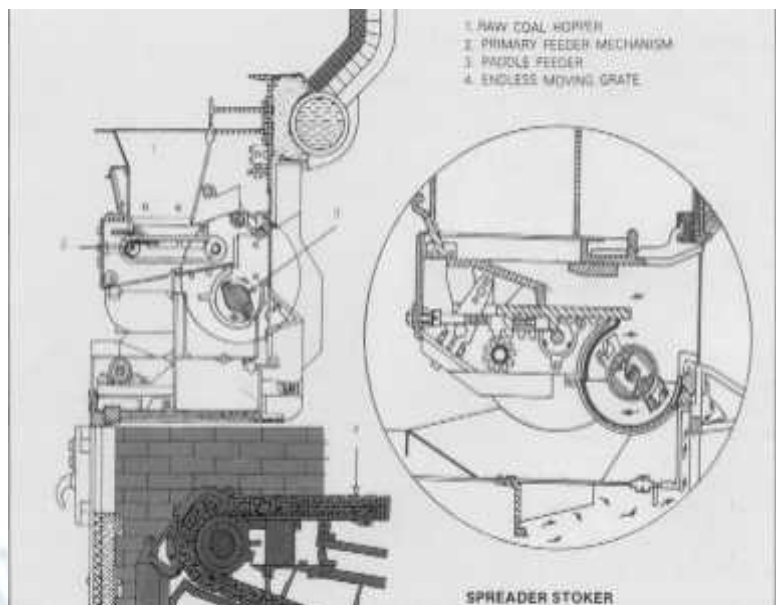


## 2.8 Lò hơi đốt ghi

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.

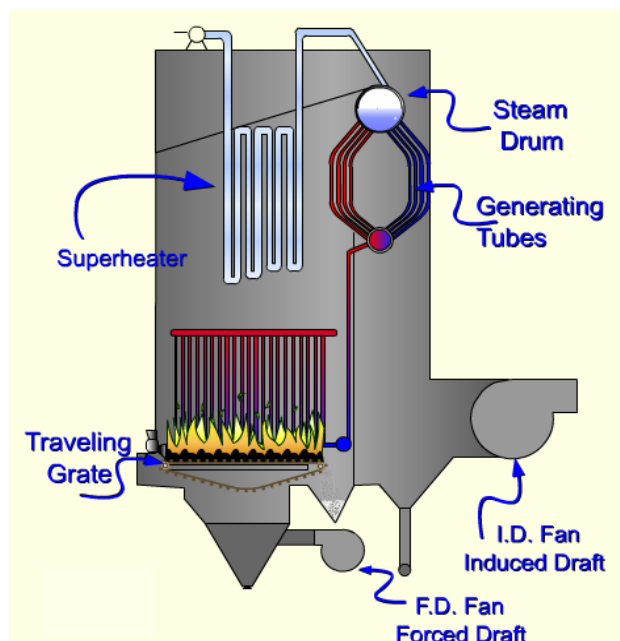


**Hình 6. Buồng lửa ghi cố định**  
(Department of Coal, 1985)

### 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 phân cấp than của lò. Thiết bị chắn 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.

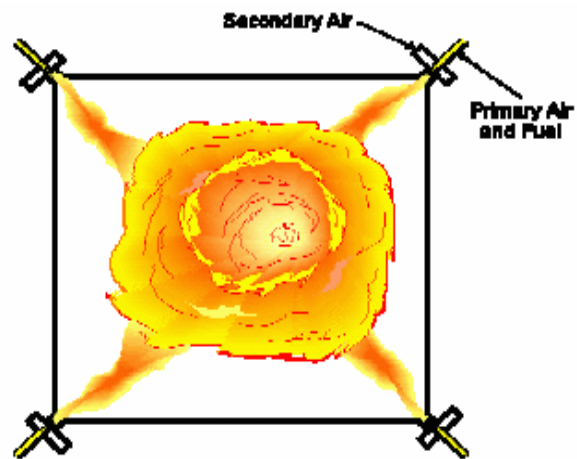


**Hình 7. Buồng lửa ghi di động**  
(Đại học Missouri, 2004)

## 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 ( $\mu\text{m}$ ) 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)

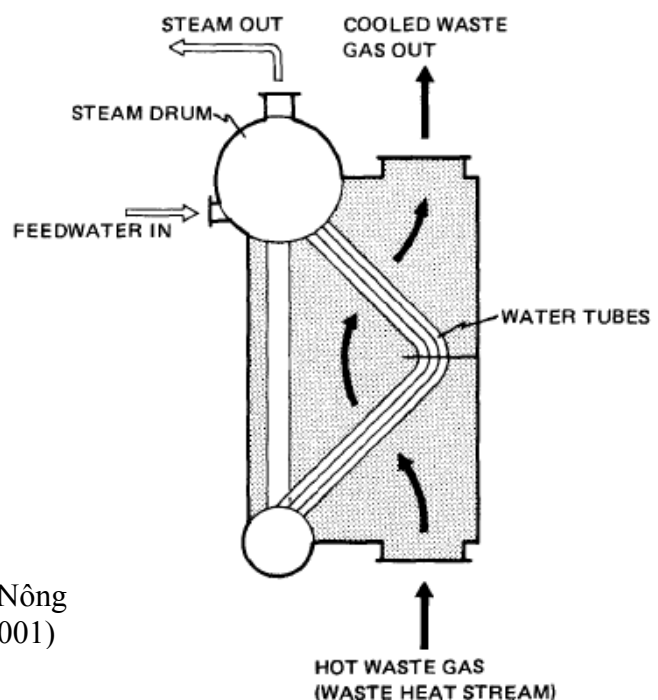
Than nghiền được phun cùng với một phần khí đốt vào dây chuyền lò hơi thông qua một số vòi đốt. Có thể bổ sung khí cấp 2 và 3. Quá trình cháy diễn ra ở nhiệt độ từ 1300-1700 °C, phụ thuộc nhiều vào loại than. Thời gian lưu của các than trong lò điển hình từ khoảng 2 đến 5 giây, và kích thước hạt phải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

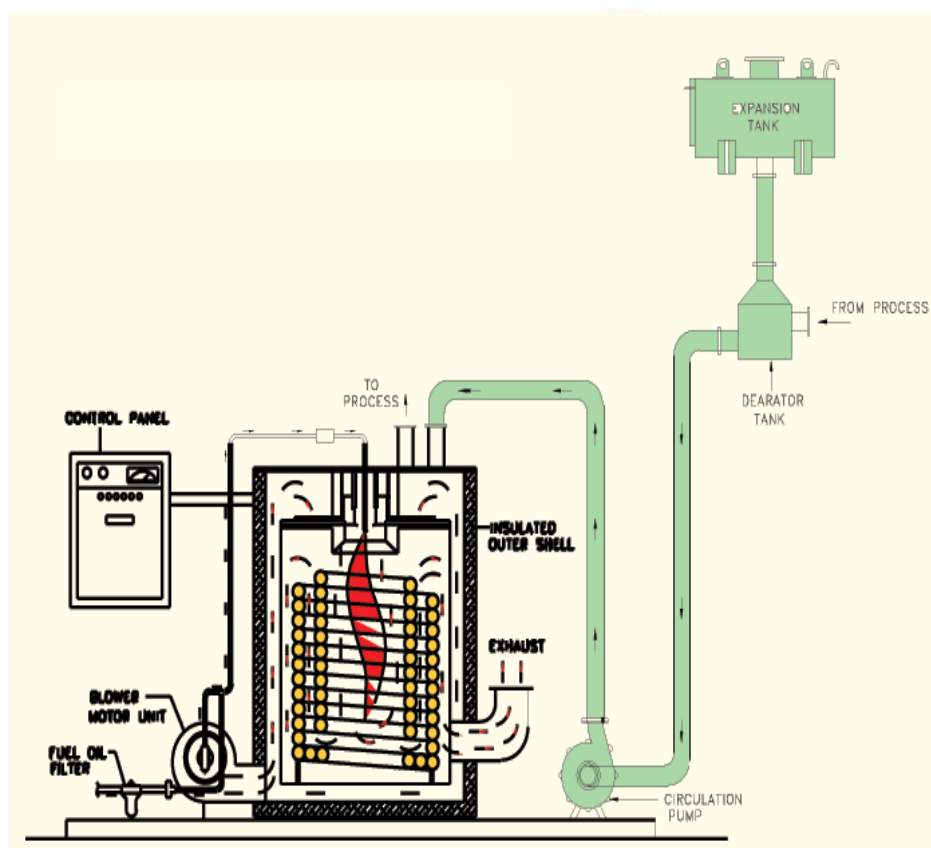


Hình 9: Giản đồ Lò hơi sử dụng nhiệt thải (Nông nghiệp và thực phẩm nông nghiệp- Canada, 2001)

## 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  $250^{\circ}\text{C}$  so với hệ thống hơi tương tự có áp suất  $40\text{ kg/cm}^2$ .
- 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

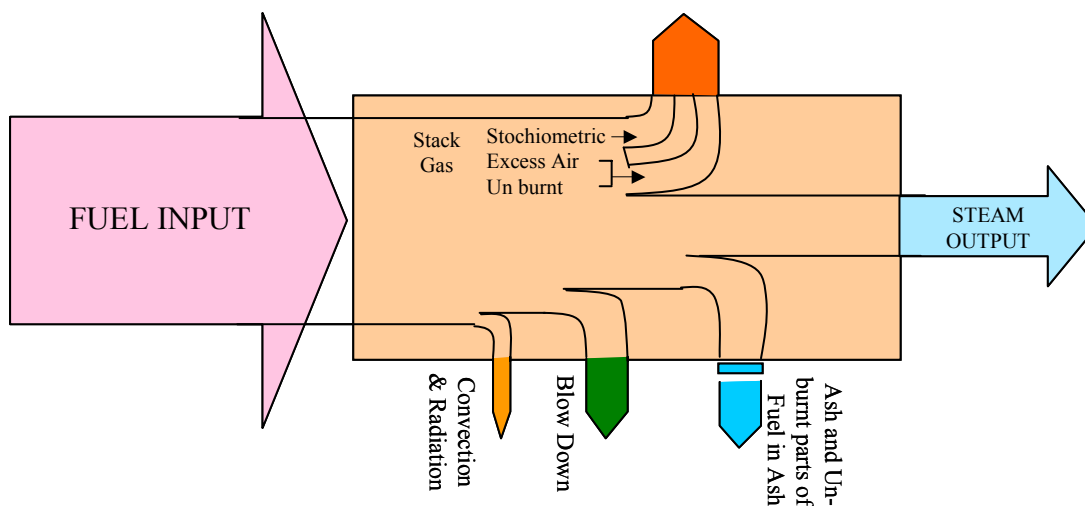
Phần này trình bày về Đánh giá hoạt động của lò hơi (sử dụng các phương pháp trực tiếp và gián tiếp bao gồm một số ví dụ cách tính toán hiệu quả), xả đáy và xử lý nước của lò hơi.

#### 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.

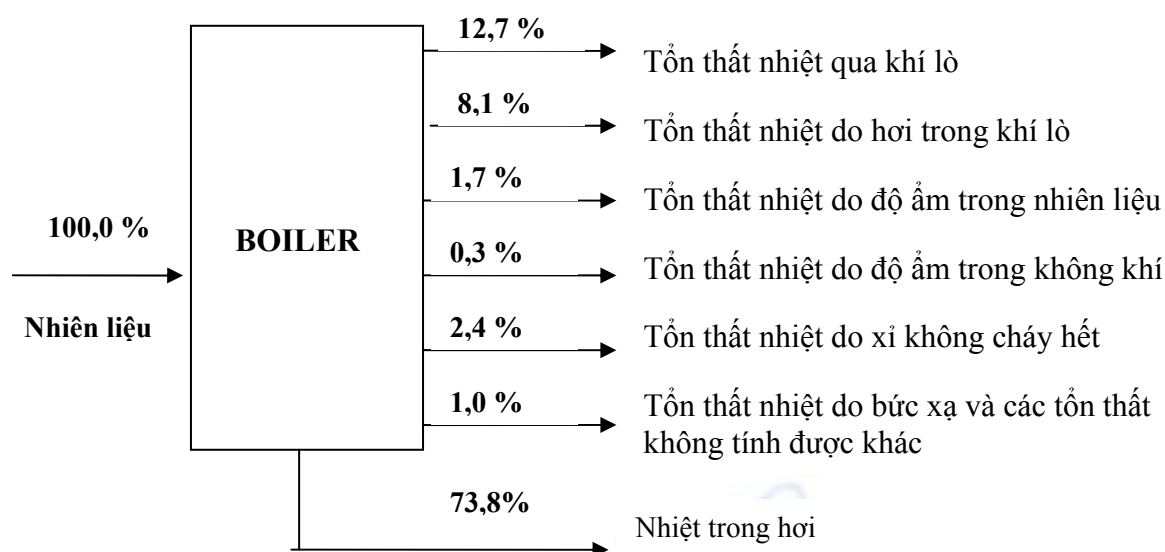
##### 3.1.1 Cân bằng nhiệt

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